

## 1. Generalități

Sistemul de management integrat al deșeurilor constă în următoarele etape:

- colectarea deșeurilor (în amestec, separate la sursă);
- transportul deșeurilor (la stația de transfer, instalația de valorificare și reciclare, stația de tratare sau la depozitul de deșeuri);
- colectarea deșeurilor la stațiile de transfer
- separarea mecanică a deșeurilor (facilitatea de valorificare materială și reciclare);
- tratarea deșeurilor (tratarea termică, fizică, chimică sau biologică);
- eliminarea deșeurilor pe depozitul de deșeuri.

## 2. Colectarea deșeurilor

Cele două alternative fundamentale evaluate sunt colectarea deșeurilor în amestec și colectarea separată la sursă a deșeurilor și acolo unde acestea vor fi implementate (în care locație). De asemenea, în cazul deșeurilor separate la sursă, este examinat sistemul specific (ex. numărul de recipiente). Determinarea locațiilor se va baza în primul rând pe:

- țintele stabilite în capitolul 4 din prezentul PITL;
- prevederile Planului Regional de Gestionare a Deșeurilor și ale Planului Județean de Gestionare a Deșeurilor;
- densitatea populației din fiecare zonă de colectare;
- cantitățile, caracteristicile și compoziția deșeurilor generate în fiecare zonă de colectare;
- proiectele existente de gestionare a deșeurilor municipale;
- nevoile și cerințele populației actuale și estimate pentru etapa viitoare;
- piața disponibilă pentru produsele valorificate.

De asemenea, cu privire la sistemele de separare la sursă, soluțiile alternative includ:

- **Colectarea din poartă în poartă:** În acest caz materialele reciclabile sunt colectate separat de la fiecare locuință individuală sau blocuri de locuințe. Colectarea se poate desfășura fie direct de la locuitorii care folosesc saci speciali pentru fiecare material reciclabil (pe care collectorul de deșeuri îi furnizează fiecărui locuitor) sau printr-un sistem de mai multe pubele colorate (de obicei 2-5 în cazul în care materia organică este colectată separat).



Figura 1: Exemple de sisteme multiple de pubele

- **Centre de colectare:** materialele reciclabile sunt puse în pubelele mai mari (containere) din punctele selectate ale locațiilor centrelor de colectare.



Figura 2: Exemple de containere

- **Centre de colectare prin aport voluntar:** Locuitorii pot depozita deșeurile reciclabile în centrele de colectare, operate de colectorul de deșeuri. Aceste puncte trebuie să aibă o capacitate de stocare suficientă pentru a fi capabile să stocheze deșeurile reciclabile înainte de utilizarea lor.



Figura 3: Exemple de puncte de agrement civic

Determinarea celei mai bune practici depinde de:

- țintele stabilite pentru județ (capitolul 4 din prezentul PITL) și cerințele legislative;
- prevederile planurilor regional și județean;
- densitatea populației din fiecare locație;
- cantitățile de reciclabile generate în fiecare zonă;
- proiectele existente de gestionare a deșeurilor (ex. proiecte PHARE) și alte inițiative (private sau publice);
- populația estimată, nevoile, cerințele, tradițiile și mentalitatea populației;

- piața disponibilă pentru produsele valorificate
- fondurile disponibile.

În ceea ce privește pubelele, există câteva tipuri folosite în mod curent, iar alegerea acestora depinde de nevoile specifice ale zonei de colectare a deșeurilor. Principalele tipuri includ:

- pubele comune de 120, 240, 770 și 1.100 litri fabricate din material plastic sau din metal (pentru ultimele două capacități), cu capac și fante proiectate, în funcție de deșeurile colectate (în amestec, reciclabile și pe culori speciale);
- pubele tip clopot: pubele mari din metal sau plastic (1.000 sau 2.000 litri) cu fante speciale, în funcție de deșeurile colectate;
- pubele speciale pentru sticlă: în general sunt pubele tip clopot cu 3 fante, câte una pentru fiecare sticlă colorată (albă, brună, verde).

Așa cum s-a menționat alegerea celei mai bune practici de colectare a deșeurilor municipale depinde de mai mulți factori și nu există o soluție unică. De asemenea, pentru o zonă specifică poate fi adecvat și implementat mai mult de 1 sistem. Multe municipalități adoptă decizii care necesită utilizarea anumitor containere de stocare a deșeurilor. Cel mai important, containerele ar trebui să fie funcționale pentru cantitatea și tipurile de materiale pe care aceste containere trebuie să le stocheze și pentru vehiculele de colectare utilizate. Containerelor ar trebui să fie, de asemenea, durabile, ușor de manevrat și economice, precum și rezistente la coroziune, condițiile climatice și animale.

În zonele rezidențiale, unde deșeurile sunt colectate manual, sunt solicitate în mod specific pentru stocarea deșeurilor fie pungi de plastic fie containere din metal de dimensiuni standard fie containere din plastic. De asemenea, unele municipalități limitează numărul total de containere care vor fi colectate în regim normal; uneori se plătesc taxe suplimentare pentru containerele suplimentare.

Dacă pungile de plastic sunt acceptate ca ambalaje pentru colectarea deșeurilor, acestea trebuie să fie în stare bună și bine legate. Unele comunități solicită ca pungile să aibă o grosime minimă specificată (de exemplu, de 2 mm) pentru a reduce riscul de rupere în timpul manipulării. Unele programe necesită utilizarea pungilor deoarece nu trebuie să fie golite și returnate la marginea străzii sau în curte și, prin urmare, sunt mai rapide pentru colectare decât containerele.

Unele comunități solicită ca rezidenții să achiziționeze pungi contorzate sau etichete, astfel încât rezidenții plătesc taxe pe o bază per-container. Prețul pungilor sau etichetelor include, de obicei, costurile de colectare a deșeurilor și costurile pentru serviciile de eliminare. O opțiune legată de aceasta este aceea de a percepe tarife diferite pentru dimensiuni diferite ale recipientelor din metale sau alte containere. De asemenea, comunitățile care colectează reciclabile, de obicei, fac acest lucru la costuri reduse sau fără costuri pentru rezidenți ca un stimul financiar pentru reciclare în locul eliminării.

Atunci când sunt utilizate sistemele automate sau semiautomate de colectare, containerele de deșeuri solide trebuie să fie concepute special pentru a se potrivi mecanismelor de încărcare montate pe camion. Camioanele compactoare cu încărcare automată sunt utilizate frecvent pentru a ridica deșeurile din clădirile de apartamente și unitățile comerciale. Sistemele automate și semiautomate de colectare, de asemenea, sunt folosite din ce în ce mai mult în cartierele de case individuale pentru a reduce costurile.

### 3. Transportul deșeurilor

Alternativele de transport al deșeurilor se vor referi la unde vor fi transportate deșeurile generate din fiecare locație. Criteriile care vor fi utilizate includ:

- locația fiecărei zone și distanța de la diferitele facilități de gestionare a deșeurilor;
- capacitățile facilităților de gestionare a deșeurilor care sunt aproape de fiecare zonă;
- accesibilitatea la facilitățile de gestionare a deșeurilor;
- sistemele de colectare a deșeurilor din fiecare zonă (în amestec sau la sursă, tipul de

- separare la sursă);
- costurile de transport;
- proiectele existente care includ stații de transfer (ex. proiecte PHARE).

Sunt disponibile numeroase tipuri de vehicule de colectare și caracteristici opționale. Producătorii sunt într-o continuă modernizare și reproiectare a echipamentelor de colectare pentru a răspunde nevoilor în schimbare și a aplica avantajele tehnologiilor noi. Tendințele în industria vehiculelor de colectare includ utilizarea crescută a echipamentelor computerizate și controalelor electronice.

În prezent unele autovehicule de transport a deșeurilor sunt echipate cu computere de bord pentru monitorizarea performanței autovehiculului și a operațiunilor de colectare.

Șasiul și corpul autovehiculului sunt de obicei achiziționate separat și pot fi combinate într-o varietate de moduri. Atunci când se face alegerea șasiului și corpurilor autovehiculelor, municipalitățile trebuie să ia în considerare reglementările cu privire la dimensiunea și greutatea acestora. Un obiectiv important în alegerea autovehiculului este maximizarea cantității de deșeuri care poate fi colectată, încadrându-se în greutatea legală pentru vehiculele obișnuite și așa cum au fost distribuite peste osiile individuale. De asemenea, deoarece sunt familiari cu echipamentul, echipele de colectare și șoferii ar trebui să fie consultați când se face selecția echipamentului pe care ei îl vor utiliza.

Transportul este realizat cu autovehicule (cu compactor pentru deșeurile în amestec și fără compactor pentru reciclabile), precum:

- autovehicule cu presă comună sau camioane tip moară;
- autovehicule cu macara pentru pubelele tip clopot;
- autovehicule cu vagon divizat în compartimente separate pentru a colecta reciclabilele separate.

Autogunoierile compactoare sunt de departe cele mai răspândite vehicule de colectare a deșeurilor. Larg utilizate pentru serviciul rezidențial de colectare, acestea sunt echipate cu cricuri cu propulsie hidraulică care compactează deșeurile pentru a spori încărcătura utilă și apoi pentru a scoate deșeurile afară la facilitatea de eliminare sau transfer. Autogunoierile variază în dimensiune în funcție de cererea de servicii.

Autogunoierile compactoare sunt clasificate în mod frecvent cu încărcare frontală, încărcare laterală sau încărcare dorsală în funcție de modul în care sunt golite containerele. Înainte de dezvoltarea autogunoierelor compactoare, pentru colectarea deșeurilor solide au fost utilizate autogunoiere fără compactare deschise sau închise. Chiar dacă aceste autogunoiere sunt relativ ieftine pentru achiziționare și întreținere, ele sunt ineficiente pentru cele mai multe cereri de colectare deoarece ele transportă o cantitate relativ mică de deșeuri, iar lucrătorii trebuie să ridice containerele de deșeuri pentru a bascula conținutul acestora în autogunoieră. Autogunoierile fără compactare sunt încă utilizate pentru colectarea deșeurilor voluminoase, precum mobila și echipamentele electrice sau alte materiale care sunt colectate separat, precum și deșeurile de la curățarea grădinilor sau materiale reciclabile.

Autogunoierile fără compactare, de asemenea, pot fi adecvate pentru comunitățile mici sau în mediile rurale. Recent, multe noi tipuri de autogunoiere fără compactare au fost proiectate în mod special pentru colectarea materialelor reciclabile.

Cerințele care delimitează tipurile deșeurilor, cantitățile de deșeuri și caracteristicile fizice ale rutelor de colectare sunt susceptibile să fie considerate elemente cheie în selectarea vehiculelor de colectare. De exemplu, zonele suburbane cu străzi largi și parcuri mici pe străzi pot fi adecvate în mod ideal pentru sistemele automate de colectare cu încărcare laterală. Dimpotrivă, zonele urbane cu alei înguste și cotituri pot solicita încărcări dorsale și șasiuri cu ampatamente scurte.

Pentru blocurile mari de apartamente și complexe și pentru cerințele specifice zonelor comerciale și industriale, deseori sunt folosite sistemele cu container remorcat. Containerele pe role sunt plasate pe proprietatea producătorului de deșeuri și când sunt pline, sunt transportate direct la locația de transfer/eliminare. Autovehiculele speciale pentru ridicat și macaraua cu cablu sau brațul hidraulic sunt necesare pentru încărcarea containerelor.



**Factorii care sunt luați în considerare în Selectarea sau Specificarea Echipamentelor de Colectare pentru Deșeurile Solide**

- Locația de Încărcare – Autogunoierile compactoare sunt încărcate fie lateral, în spate sau frontal. Autogunoierile cu încărcare frontală sunt utilizate deseori cu mecanisme de autoîncărcare și cu containere. Încărcările dorsale sunt utilizate deseori atât pentru autoîncărcare cât și pentru încărcarea manuală. Încărcările laterale sunt mai probabile să fie folosite pentru încărcarea manuală și deseori sunt considerate mai eficiente decât încărcările dorsale când șoferii fac unele încărcări sau pe toate.
- Corpul Autovehiculului sau Capacitatea Containărilor– Pentru a alege capacitatea optimă pentru o anumită comunitate, ar trebui să fie determinat cel mai bun compromis între costurile cu muncitorii și cu echipamentele. Corpurile cu capacitate mai mare pot avea costuri mai mari de capital, funcționare și întreținere. Autovehiculele mai grele pot crește uzura și costurile corespunzătoare de întreținere pentru străzile și aleile rezidențiale.
  - Considerații privind Proiectarea:
    - viteza de încărcare a echipei și metoda de colectare folosită;
    - lățimea străzii și limitele de greutate (se iau în considerare greutatea deșeurilor și a vehiculului);
    - capacitatea ar trebui să fie raportată la cantitatea deșeurilor colectate pe fiecare rută; ideal, capacitatea ar trebui să fie un număr integral al încărcărilor complete.
    - timpul de transfer de la stația de transfer la locația depozitului de deșuri și durata de viață a acelei facilități;
    - costurile relative de muncă și capital.
- Selectarea Șasiului – Șasiul este similar pentru toate corpurile de colectare și materiale colectate.
  - Considerații privind Proiectarea:
    - dimensiunea corpului autovehiculului. Pentru șasiu este important să fie suficient de larg pentru a susține corpul autovehiculului umplut cu deșuri solide;
    - lățimea străzii și limitele de greutate acceptate de tipul de îmbrăcăminte rutieră (de asemenea este necesar să se ia în considerare greutatea deșeurilor și a corpului autovehiculului);
    - reglementările privind emisiile de noxe în atmosferă;
    - caracteristicile de proiectare dorite pentru a se asigura un transport eficient (ex. viteză de conducere mică, porniri și opriri frecvente, trafic greu și încărcări grele) includ următoarele: motor de cuplu mare, distribuția echilibrată a greutatei, frâne bune, vizibilitate bună, transport de mare tonaj și frâne de putere și de direcție.
- Înălțimea Încărcării – Înălțimea mai joasă a încărcării. Deșeurile solide mai ușoare pot fi încărcate în autovehicul. Dacă înălțimea de încărcare a camionului este prea mare, timpul necesar pentru încărcare și potențialul daunelor pentru membrii echipei va crește datorită forței și oboselii.
  - Considerații privind Proiectarea:
    - greutatea containerelor pline cu deșuri solide.
    - dacă este luată în considerare o înălțime de încărcare mai mare, se ia în considerare un mecanism automat de încărcare.
- Mecanismele de Încărcare și Descărcare – Mecanismele de încărcare ar trebui să fie luate în considerare pentru cerințele specifice zonelor comerciale și industriale și pentru rezidenți când municipalitățile doresc să minimizeze costurile de muncă pe lângă costurile de capital. Sunt disponibile o varietate de mecanisme de descărcare.
  - Considerații privind Proiectarea — Încărcare:
    - costuri de muncă pentru echipa de colectare;

- timpul necesar pentru încărcare;
- înălțimea pentru a se evita interferența cu liniile electrice și de telefonie;
- greutatea containerelor de deșeuri.
- Considerații privind Proiectarea — Descărcare:
  - greutatea camionului în poziție de descărcare. Este importantă în mod special când camioanele vor fi descărcate într-o clădire/hala;
  - cerințele de fezabilitate și întreținere ale instrumentului hidraulic al sistemului de descărcare.
- Raza de rotație a Camionului – Raza ar trebui să fie cât mai mică posibil, mai ales când traseul include fundături sau alei. Șasiurile cu ampatament scurt sunt disponibile când vor fi atinse zonele de rotație.
- Etanșeitatea privind Apa – Corpul autovehiculului trebuie să fie etanș astfel încât lichidele din deșeuri să nu iasă afară.
- Siguranță și Comfort – Vehiculele ar trebui să fie proiectate pentru a minimiza pericolul pentru echipele de colectare a deșeurilor.
  - Considerații privind Proiectarea:
    - instrumentele de siguranță proiectate cu atenție asociate cu compactorul ar trebui să includă butoane de oprire rapidă. În plus, acestea ar trebui să fie ușor de manipulat și comode;
    - autovehiculul ar trebui să aibă platforme și prize de mâini bune astfel încât membrii echipajului să poată călătorii și opera în siguranță autovehiculul;
    - cabinele ar trebui să aibă cameră pentru membrii echipajului și bunurile lor;
    - ar trebui să fie asigurate rafturi pentru instrumente și alte echipamente;
    - ar trebui să fie îndeplinite cerințele privind echipamentele de siguranță;
    - autovehiculele ar trebui să includă instrumente audio de avertizare;
    - autovehiculele mari cu vedere blocată la spate ar trebui să aibă cameră video și un monitor montat în cabină.
- Viteza – Vehiculele ar trebui să funcționeze bine la o gamă largă de viteze.
  - Considerații privind Proiectarea:
    - distanța de la punctele de colectare la amplasamentul depozitului de deșeuri;
    - densitatea populației și traficului din zonă;
    - condițiile de drum și limitele de viteză ale rutelor care vor fi utilizate.
- Adaptabilitatea la Alte Utilizări – Municipality-urile pot dori să utilizeze echipamentele de colectare a deșeurilor solide pentru alte scopuri, precum îndepărtarea zăpezii.

### **Vehiculele de transport**

Chiar dacă cele mai multe sisteme de transport utilizează remorci de tractor pentru remorcarea deșeurilor, uneori sunt folosite alte tipuri de vehicule. De exemplu, în sistemele de colectare care utilizează autovehicule de mică capacitate pentru colectarea deșeurilor rezidențiale, vehiculul de transfer (sau „vehiculul mama”) ar putea fi pur și simplu un camion compactor mare. La cealaltă extremă, unele municipalități transportă cantități mari de deșeuri utilizând remorci cu containere, automotoare sau bărci.

#### **Autovehicule și Semiremorci**

Autovehiculele și semiremorcile sunt deseori utilizate pentru a transporta deșeurile de la stațiile de transfer la amplasamentul depozitului. Ele sunt autovehicule de transport flexibile și eficiente pentru transportarea deșeurilor deoarece pot fi adaptate pentru a servi nevoilor comunităților individuale. Sistemele autovehicul și remorcă pot fi proiectate pentru a îndeplini următoarele cerințe:

- deșeurile ar trebui să fie transportate la cost minim;
- deșeurile trebuie să fie acoperite în timpul transportului;
- autovehiculele ar trebui să fie proiectate pentru a funcționa eficient și în siguranță în condițiile de trafic întâlnite pe rutele de remorcare.

- capacitatea autovehiculului ar trebui să fie proiectată astfel încât limitele de greutate ale drumurilor să nu fie depășite.
- metodele de descărcare ar trebui să fie simple și demne de încredere, fără a fi subiectul întreruperii frecvente;
- proiectarea autovehiculului și al remorcii ar trebui să prevină scurgerea lichidelor în timpul transportului;
- materialele utilizate pentru fabricarea remorcilor și proiectarea pereților laterali, sistemelor de podea și sistemelor de suspensie ar trebui să fie capabile să reziste la încărcări masive firești pentru manipularea și remorcarea deșeurilor solide municipale;
- numărul de autovehicule și remorci necesare depinde de vârful afluxului, stocarea la locul de tratare, capacitatea remorcii și numărul de ore de remorcare. Cele mai multe stații cu descărcare directă au mai multe remorci decât autovehicule deoarece remorcile goale trebuie să fie disponibile pentru a continua încărcarea, dar remorcile încărcate pot, dacă este necesar, să fie parcate temporar și remorcate mai târziu.

Este importantă selectarea de vehiculele care sunt compatibile cu stația de transfer. Există două tipuri de remorci utilizate pentru remorcarea deșeurilor: remorci cu compactare și fără compactare. Remorcile fără compactare sunt folosite cu autovehicule și stații de depozitare directă, iar remorcile compactoare sunt folosite cu stații de compactare.

Remorcile fără compactare deseori pot remorca sarcini mai mari decât remorcile compactoare deoarece primele nu solicită o lamă de evacuare pentru descărcare. Bazate pe o greutate grosieră maximă de 36 tone, sarcinile legale pentru remorcile compactoare sunt de 16-20 tone, în timp ce sarcinile legale pentru remorcile deschise sunt de 20-22 tone. Remorcile cu podea mobilă (care trebuie să fie răsturnate de descărcători speciali la locația de eliminare) pot avea sarcini legale de până la 25 tone.

Vehiculele de transport ar trebui să fie capabile să treacă peste condițiile aspre și noroioase ale drumurilor de acces la depozitul de deșeuri și ar trebui să nu intre în conflict cu restricțiile de vizibilitate verticală privind ruta de remorcare.

#### Sistemele de Transport cu Camioane și Remorci: Considerații privind Proiectarea

- Tipul Remorcă – Remorcile sunt clasificate fie cu compactare fie fără compactare. În mod specific, remorcile compactoare sunt cu încărcare dorsală, închise și echipate cu lamă de evacuare pentru descărcare. În remorcile fără compactare, întreaga parte superioară este de obicei deschisă pentru încărcare. După încărcare, ușile superioare sau trapele acoperă deșeurile.
  - Considerații privind Proiectarea:
    - proiectarea stației de transfer determină de obicei dacă se va utiliza o remorcă cu sau fără compactare;
    - remorcile compactoare trebuie să îndure presiunea procesului de compactare; prin urmare, ele sunt de obicei închise sau consolidate. Ca rezultat, deseori ele sunt mai grele decât remorcile fără compactare;
    - remorcile fără compactare sunt mai mari și mai ușoare decât remorcile compactoare. De obicei ele sunt făcute din oțel sau aluminiu. Aceste remorci de obicei au o podea ambulantă sau transportoare sau sunt încărcate cu o platformă hidraulică la facilitatea de eliminare;
    - capacitatea remorcii – în mod specific, capacitățile variază de la 50 metri cubi pentru remorcile compactoare la 95 metri cubi pentru remorcile fără compactoare;
    - *Considerații privind Proiectarea:*
      - Densitatea deșeurilor
      - Remorcile sunt în mod specific dimensionate să atingă sarcina legală și cerințele de dimensionare. Cerințele specifice variază în funcție de reglementările locale;
      - Greutatea depinde de gradul de compactare și de compoziția materialului;

- Remorcile sunt deseori dimensionate să fie mai mari decât cerințele legale de înălțime când sunt goale, dar mai mici când sunt pline.
- Mecanismele de Descărcare – Unele remorci se autogolesc, iar altele necesită echipament adițional pentru procesul de descărcare. Cele mai comune mecanisme sunt următoarele:
  - lama de evacuare
    - lamele de evacuare sunt de obicei utilizate în remorcile compactoare și uneori în remorcile fără compactare;
    - în remorcile compactoare, aceeași lamă care este utilizată pentru a compacta deșeurile este utilizată și pentru a le evacua;
    - lama este relativ simplu de operat și poate fi acționată de sistemul hidraulic al tractorului sau de un motor separat. Totuși, unele elemente precum crengile copacilor se pot strecura sub lamă, determinând strivirea ei.
  - podeaua mobilă
    - podelele mobile sunt frecvente în remorcile fără compactare;
    - de obicei podeaua are două sau mai multe secțiuni mutabile care se extind de-a lungul întregii lărgimi a remorcii; prin urmare, chiar dacă una din secțiuni s-a rupt, o alta poate goli deșeurile;
    - podeaua poate evacua deșeurile în 6 – 10 minute;
    - spatele remorcii poate fi mai larg pentru accelerarea descărcării.
  - încărcarea hidraulică
    - Un lift localizat pe depozitul de deșeuri permite descărcarea deșeurilor din remorcă;
    - Timpul necesar pentru operațiunea de descărcare este de aproximativ 6 minute;
    - Un dezavantaj este o posibilă așteptare pentru utilizarea liftului. Defectarea liftului împiedică serios abilitatea de a primi deșeurile.
  - sistemul de evacuare
    - O lamă mobilă sau curele de cablu sunt puse în fața încărcăturii. Pentru a goli încărcătura, echipamentele auxiliare (ex. buldozerul depozitului) trag deșeurile afară din remorcă;
    - Sistemul poate necesita mai mult timp decât remorcile cu autodescărcare deoarece ele pot aștepta echipamentul auxiliar.

#### 4. Colectarea deșeurilor în stațiile de transfer

Stațiile de transfer sunt facilitățile unde deșeurile solide municipale sunt descărcate din vehiculele de colectare și depozitate pentru scurt timp până ce sunt reîncărcate în vehicule de transport la distanță de capacitate mai mare pentru a fi transportate la instalații de tratare și eliminare.

Stațiile de transfer al deșeurilor sunt o opțiune ca răspuns la logistica transportului deșeurilor. În principiu, **colectarea va fi separată de transport**. Prin combinarea sarcinilor câtorva camioane individuale de colectare a deșeurilor într-un singur transport, comunitățile pot economisi bani din munca și costurile de operare și de transport ale acestor deșeuri la o locație de eliminare îndepărtată. Ele pot, de asemenea, reduce și numărul total al transporturilor cu vehicule care merg la și dinspre locația de eliminare.

Vehiculele de colectare, de exemplu, descarcă containerele detașabile la stațiile de transfer al deșeurilor, care apoi sunt transportate la facilitățile de reciclare, valorificare, tratare, sau eliminare finală la depozitul de deșeuri sau prin diferite mijloace, și apoi se reia colectarea. Separarea colectării și a transportului este rezonabilă în cazul distanțelor lungi de transport, ex. zone cu densitate scăzută precum zonele rurale. Avantajul separării activității de colectare de activitatea de transport este acela că autovehiculele de colectare pot să se întoarcă la activitatea curentă de colectare, în timp ce autovehicule specializate și mai mari asigură transportul deșeurilor (de obicei compactate) către facilitățile de tratare și/sau eliminare.



Dezavantajul sunt costurile investiționale mai mari pentru echipamente. De asemenea, deși stațiile de transfer al deșeurilor ajută la reducerea impactului autovehiculelor care calatoresc la și de la locația de eliminare, acestea pot cauza și o creștere a traficului în zona din imediata apropiere unde sunt localizate stațiile de transfer. Dacă nu sunt corect amplasate, proiectate și operate acestea pot provoca probleme rezidenților care locuiesc în apropierea lor.

Dezvoltarea stațiilor de transfer va depinde în principal de:

- proiectele existente incluzând stațiile de transfer, ex. proiecte PHARE;
- distanțe și accesibilitatea drumurilor;
- investițiile și costurile de operare;
- capacitățile estimate;
- populația deservită;
- spațiul disponibil;
- simplitatea tehnologiei.

Tipul stației de transfer care va fi fezabilă pentru comunitate depinde de următoarele elemente variabile de proiectare:

- capacitatea necesară și mărimea spațiului dorit pentru stocarea deșeurilor;
- tipurile de deșeuri primite;
- procesele necesare pentru a recupera material din deșeuri sau pregătirea pentru transport (măruțit sau balotat);
- tipurile de autovehicule de colectare pe care le folosește stația de transfer;
- tipurile de autovehicule de transport care pot fi adaptate la facilitățile de eliminare;
- topografia zonei și accesul la stație.

Câteva tipuri de proiecte sunt comune pentru proiectarea stațiilor de transfer de mare capacitate și acestea sunt în funcție de distanța de transfer și tipurile de autovehicule folosite.

. Majoritatea proiectelor se încadrează într-una din următoarele trei categorii:

- stații cu descărcare directă fără compactare;
- stații cu platformă/balastieră fără compactare, sau
- stații cu compactare.

#### **Stații de transfer cu descărcare directă fără compactare**

Stațiile cu descărcare directă fără compactare sunt în general proiectate cu două etaje principale de operare. În timpul operației de transfer, deșeurile sunt aruncate direct din autovehiculele de colectare (de la etajul superior) printr-o pâlnie de încărcare, în remorcile deschise din etajul inferior. Remorcile sunt adesea poziționate pe cântare astfel încât aruncarea să înceteze atunci când încărcarea maximă a fost atinsă. Se folosește adesea o macara fixă cu braț articulată cu benă tip graifer pentru a descărca și distribui deșeurile în remorci. După încărcare, o acoperire ori o prelată se pune peste partea superioară a remorcii. Aceste stații de transfer sunt eficiente deoarece deșeurile sunt manipulate doar o dată. Totuși ar trebui avute anumite rezerve pentru depozitarea deșeurilor în momentele de vârf sau în perioadele de întrerupere ale sistemului. De exemplu, deșeurile în exces ar putea fi golite și depozitate temporar pe o parte a etajului de basculare. Autorizațiile facilității deseori limitează deșeurile care pot fi stocate pe etajul de basculare (de obicei 24 de ore sau mai puțin).

#### **Stații de transfer fără compactare cu platformă/Siloz**

În stațiile cu platformă/siloz, vehiculele de colectare aruncă deșeurile pe podea sau într-o zonă unde deșeurile pot fi temporar depozitate și, dacă se dorește, sunt sortate pentru reciclare sau nu. Deșeurile sunt apoi împinse în remorci deschise, de obicei cu încărcătoare frontale. Ca și în cazul stațiilor cu descărcare directă, stațiile cu platformă au două nivele. Dacă se folosește și un siloz atunci stația are trei nivele. Un avantaj major al acestor stații este acela că acestea oferă depozitare temporară, care permite ca vârfurile aflului de deșeuri să fie echilibrate pe perioadă mai lungă. Deși costurile unei astfel de stații sunt de obicei mai mari datorită spațiului de depozitare mai mare, abilitatea de a depozita temporar permite achiziționarea a mai puține camioane și

remorci și poate, de asemenea, permite operatorilor să transporte și noaptea sau în alte perioade de trafic redus. Aceste stații sunt de obicei proiectate să aibe o capacitate de depozitare de o zi jumate sau două zile de flux de deșeuri.

### **Stații de transfer cu compactare**

Stațiile de transfer cu compactare folosesc echipament mecanic pentru a compacta deșeurile înainte de a fi transportate. Cele mai obișnuite tipuri de stații cu compactare folosesc compactoare de tip hidraulic pentru a compacta deșeurile. Deșeurile sunt încărcate în compactor printr-un jgheab sau fie direct de la camioanele de colectare sau după folosirea unei siloz intermediar. Berbecele hidraulic al compactorului împinge deșeurile în remorca de transport, care este de obicei legată mecanic la compactor. Se pot folosi și alte tipuri de echipamente pentru a compacta deșeurile.

De exemplu, deșeurile pot fi balotate pentru a fi transportate către un depozit de baloți sau alt tip de instalații de tratare și eliminare. Balotarea se folosește ocazional, în special pentru transportul pe distanțe lungi cu trenul sau camionul.

În mod alternativ, unele compactoare mai noi produc un corp continuu, extrudat de deșeuri, care poate fi tăiat pe orice lungime. Baloții sau deșeurile extrudate pot fi transportate cu autovehicule cu platformă sau cu remorci mai ușoare, deoarece, spre deosebire de un compactor tradițional, pereții laterali ai remorcii nu au nevoie să rețină deșeurile în timp ce berbecele hidraulic le împinge. Stațiile cu compactare sunt folosite când: (1) deșeurile trebuie să fie balotate pentru transport (ex. transport pe calea ferată) sau transport către un depozit de baloți, (2) autovehiculele cu remorci deschise nu pot fi folosite datorită restricțiilor de dimensiune precum autorizațiilor de poduri, și (3) topografia zonei sau traseul nu permite construcția unei clădiri cu mai multe etaje care să permită încărcarea remorcilor deschise. Dezavantajul principal a unei facilități cu compactare este aceea că abilitatea stației de a procesa deșeurile este direct dependentă de operarea compactorului. Selectarea unui compactor de calitate, întreținerea regulată și preventivă a echipamentului și disponibilitatea promptă a personalului de service și a părților de schimb sunt esențiale pentru o operare fiabilă.



**Figura 4 - Exemplu de stație de compostare cu compactare și transport pe distanță mare**

### **Avantajele și dezavantajele tipurilor de stații de transfer**

- Stațiile cu Descărcare Directă – Deșeurile sunt aruncate direct din vehiculele de colectare în camioanele de transfer
  - Avantaje:
    - deoarece nu se folosește prea mult echipament hidraulic, o întrerupere accidentală tehnică este foarte puțin posibilă;
    - minimizează manipularea deșeurilor;
    - costuri de construcție relativ ieftine;
    - organizarea vehiculelor de transfer poate fi făcută ușor;
    - Încărcătura autovehiculelor este mai mare ca în cazul remorcilor compactoare

- Dezavantaje:
  - necesită remorci mai mari decât în cele compactoare;
  - scăparea unor obiecte voluminoase direct în remorci le pot deteriora;
  - micșorează posibilitatea de a recupera materiale
  - numărul și disponibilitatea ușilor de descărcare ar putea să nu fie adecvate pentru a permite descărcarea directă în momentele vârfurilor de flux;
  - necesită construcția pe 2 etaje.
- Stațiile cu platformă sau siloz fără compactare – Deșeurile sunt aruncate într-un siloz sau pe o platformă și apoi încărcate în remorci folosind echipament de manipulare a deșeurilor.
  - Avantaje:
    - se oferă o depozitare convenabilă și eficientă a deșeurilor;
    - deșeurile necompactate pot fi strivite cu un buldozer în siloz sau pe platformă;
    - remorcile cu încărcare superioară sunt mai ieftine decât cele compactoare;
    - vârfurile de flux pot fi gestionate cu ușurință;
    - organizarea vehiculelor de transfer poate fi făcută ușor;
    - simplitatea operațiilor și a echipamentelor minimizează o posibilă întrerupere de funcționare a stației;
    - poate permite recuperarea materialelor reciclabile.
  - Dezavantaje:
    - cost mai mare pentru infrastructură și echipamente, în comparație cu alte alternative;
    - suprafață mai mare de întreținut;
    - necesită remorci mai mari decât cele din stația cu compactare.
- Stație cu Compactare tip Pâlnie – Deșeurile sunt descărcate din autovehiculele de colectare printr-o „pâlnie” și încărcate într-o remorcă închisă cu un compactor.
  - Avantaje:
    - folosește camioane mai mici decât cele pentru stațiile care nu compactează;
    - compactoarele de extrudare pot maximaliza încărcătura în remorci mai ușoare;
    - unele compactoare pot fi instalate în așa manieră încât să elimine nevoia de separare, etaj inferior pentru remorci.
  - Dezavantaje:
    - dacă compactorul se blochează, nu există altă modalitate de a încărca remorcile;
    - greutatea sistemului de evacuare și remorcile închise reduc încărcarea legală;
    - costuri mai mari pentru remorcile cu compactare;
    - capacitatea compactorului s-ar putea să nu fie adecvată pentru vârfurile de flux de deșeuri;
    - costul operării și al întreținerii compactoarelor poate fi ridicat.
- Stație cu Compactare prin Împingere și Siloz – Deșeurile sunt descărcate din camioanele de colectare prin împingere într-un siloz și apoi încărcate într-o remorcă acoperită cu un compactor.
  - Avantaje:
    - Silozul oferă depozitarea deșeurilor în perioadele de vârfuri de alimentare cu deșeuri;
    - oportunitate crescută de a recupera materiale reciclabile din deșeuri;
  - Dezavantaje:
    - costurile pentru echipamentul silozului sunt semnificative;
    - au toate celelalte dezavantaje ale stației de sortare cu compactor tip pâlnie;

## 5. Separarea mecanică a deșeurilor

Separarea mecanică a deșeurilor are ca scop:

- recuperarea deșeurilor reciclabilele;
- pregătirea fluxului de deșeuri pentru tratările ulterioare (termice, fizice, chimice sau biologice);
- îmbunătățirea produselor finale;
- Să înlăture compușii care pot genera probleme din fluxul de deșeuri.

Aceasta se referă în principal la construcția unei facilități de reciclare a materialelor din deșeuri pentru sortarea fracțiilor separate la sursă. Considerând că sursa fracțiilor separate de metale, plastice, sticlă și lemn va fi colectată într-un singur recipient, este nevoia de a le separa înainte de a le trimite către companiile reciclatoare. Aceasta activitate se desfășoară într-o facilitate dedicată precum Facilitate de Reciclare a Materialelor (FRM), unde deșeurile reciclabile amestecate sunt separate (fie manual fie prin metode mecanice), balotate și apoi distribuite către operatorii respectivi pentru procesarea ulterioară și utilizare. Mai mult, separarea mecanică se ocupă de separarea reciclabilelor din deșeurile amestecate care ar putea avea loc într-o facilitate de tratare mecano-biologică, care combină recuperarea materialelor cu tratarea deșeurilor.

Decizia privind complexitatea acestor facilități depinde de:

- fondurile disponibile;
- capacitatea necesară;
- disponibilitatea terenului;
- tipul de colectare separată (ex. câte tipuri de recipiente, etc);
- cererea companiilor de reciclare (piața de materiale reciclabile existentă);
- Țintele județului și cerințele legislației europene, naționale și regionale.

Următorul tabel indică tehnologiile angajate pentru separarea mecanică a deșeurilor:

**Tabel 1: Tehnologiile de bază pentru pregătirea mecanică a deșeurilor și tratare**

Tehnologia	Principiul de operare	Probleme - Restricții
<b>Pregătirea deșeurilor - omogenizare</b>		
<b>Concasor</b>	Deșurile sunt reduse în dimensiune cu ajutorul ciocanelor oscilante	Deteriorări uzuale ale ciocanelor/ pulverizare de sticlă/deșeuri inerte, nepotrivite pentru containerele sub presiune
<b>Mărunțitor Shredder</b>	Cuțite sau discuri rotative, care se rotesc cu viteză mică și cuplu mare. Acțiunea lor taietoare sfâșie sau rupe majoritatea materialelor.	Obiectele mari și dure ar putea distruge cuțitele, nepotrivite pentru containerele sub presiune
<b>Tambur rotativ</b>	Materialele se ridică și se lipesc pe pereții tamburului și apoi cad în centru datorită gravitației. În acest fel se obține amestecul și omogenizarea deșeurilor. Obiectele ascuțite incluse în deșeuri (sticlă, metale) contribuie la reducerea dimensiunii obiectelor moi precum hârtia și fracția biodegradabilă.	Acțiune blândă – mărunțire. Ar putea fi probleme cu deșeurile cu umiditate crescută.
<b>Moară cu bile</b>	Tamburi rotativi cu bile grele care mărunțesc sau pulverizează deșeurile	Deteriorări uzuale ale ciocanelor, pulverizare de sticlă/deșeuri inerte.
<b>Tambur</b>	După adăugarea apei deșeurile creează	Reducere relativ mică a



Tehnologia	Principiul de operare	Probleme - Restricții	
rotativ umed cu cuțite	flocoane mari care sunt apoi mărunțite de cuțitele de pe tamburul rotativ	dimensiunii. Distrugerea potențială a cuțitelor de către obiectele mari și dure.	
Desfăcător de pungi	Poate fi de tipul cuțite rotative (cu distanță crescută între cuțite pentru a rupe pungile dar nu și conținutul acestora) sau poate fi cu lanțuri serate	Nu reduce dimensiunea. Posibilă distrugere de către obiectele mari și dure	
Tratarea mecanică a deșeurilor			
Tehnologia	Atributul folosit pentru separare	Materialul țintă	Probleme - Restricții
Ciur rotativ	Marime și densitate	Voluminoase: hârtie, plastic Mici: organice, sticlă, particule	Curățare
Sortare manuală	Examinare vizuală	Plastic, impurități, voluminoase	Sănătatea și siguranța în muncă, probleme morale
Sortator magnetic	Atribute magnetice	Metale feroase	
Separator cu curenți Foucault	Conductivitate electrică	Metale neferoase	
Flotație	Densitate	plutitoare: plastice, organice Se scufundă: pietre, sticlă	Generează ape uzate
Separatoare cu aer	Greutate	ușoare: plastice, organice grele: pietre, sticlă	Nevoia de a curăța aerul
Separatoare balistice	Densitate și elasticitate	ușoare: plastice, organice grele: pietre, sticlă	
Separatoare vizuale	Atribute vizuale	Pentru plimeri plastici	Eficiență

## 6. Tratarea deșeurilor

### 6.1 Introducere

Cerințele stricte impuse de legislație, creșterea continuă a cantităților de deșeuri, împreună cu modificarea structurii acestora (de exemplu, micșorarea fracției organice, creșterea ponderii deșeurilor de plastic) au dus la dezvoltarea de tehnologii de tratare a deșeurilor ce acoperă întreaga gamă de oportunități privind utilizarea deșeurilor.

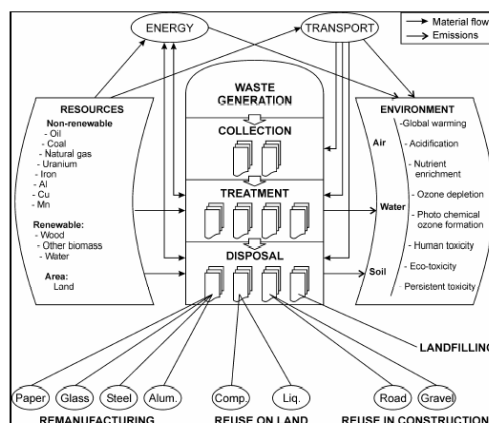


Figura 5: Ciclul de gestionare a deșeurilor

În acest context, la nivel internațional, a fost dezvoltată o gamă largă de tehnologii de tratare (unele bine documentate, altele mai puțin) care urmăresc utilizarea proprietăților și conținutului deșeurilor în cea mai eficientă manieră posibilă.

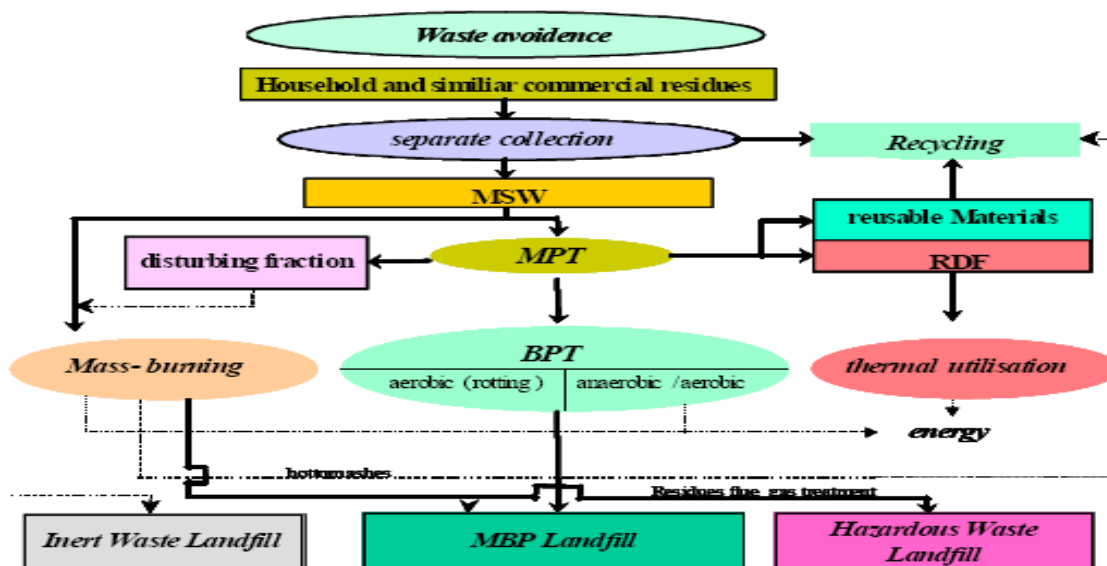
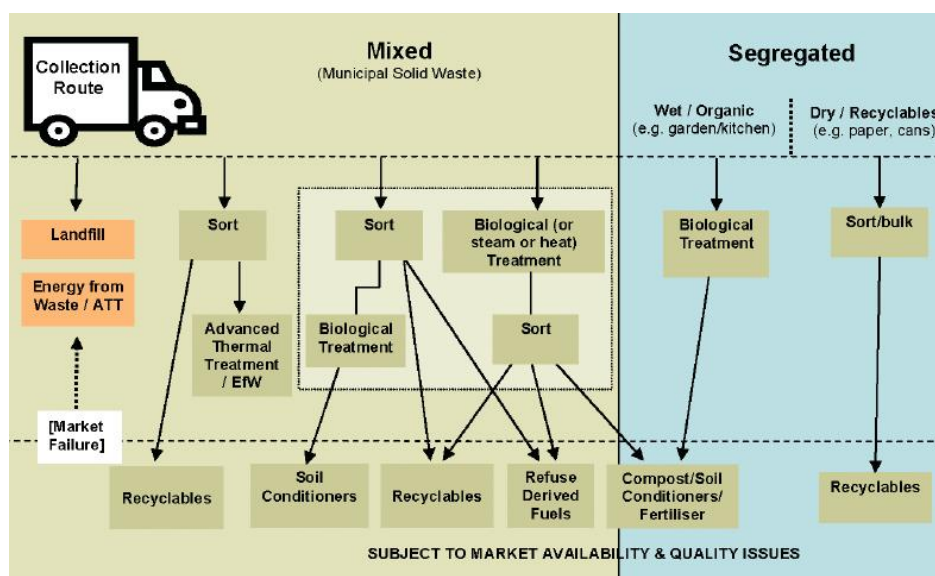


Figura 6: Opțiuni de tratare a deșeurilor

În același timp, datorită tehnologiile utilizate la scară largă, cum ar fi eliminarea prin depozitare a deșeurilor, incinerarea sau compostarea, instalațiile de tratare devin mai complicate și, în consecință mai potrivite pentru mediu.



**Figura 7: Opțiuni privind valorificarea și eliminarea deșeurilor municipale solide**

La acest stadiu, trebuie menționat faptul că nu există cel mai bun răspuns sau singurul răspuns la întrebarea care este cea mai bună tehnologie de utilizat, adică nu există o soluție globală pentru gestionarea deșeurilor.

Selecția tehnologiei de tratare a deșeurilor depinde de caracteristicile specifice ale zonei analizate și trebuie să aibă în vedere următoarele:

- conformarea cu legislația europeană și națională și atingerea țintelor cantitative (atât la nivel național cât și regional);
- menținerea condițiilor de mediu și sociale – dezvoltare sustenabilă;
- implementarea de practici eficiente din punct de vedere al mediului;
- reducerea diminuării resurselor naturale;
- reducerea modificărilor climatice datorate emisiilor de gaze cu efect de seră rezultate în urma practicilor de gestionare a deșeurilor.

Faptul că recenta strategie europeană privind gestionarea deșeurilor a înregistrat o trecere de la abordarea constând în gestionarea deșeurilor la cea constând în gestionarea resurselor și introducerea analizei ciclului de viață în gestionarea deșeurilor întărește, în continuare, nevoia de proiectare și implementare de tehnologii integrate de gestionare a deșeurilor care îmbină:

- reducerea reziduurilor eliminate prin depozitare;
- conservarea resurselor naturale, prin reciclarea produselor secundare, contribuind la o dezvoltare sustenabilă;
- reducerea utilizării combustibililor minerali prin valorificarea energetică a deșeurilor.

Fiecare din parametrii menționați anterior pot reprezenta un motor sau o barieră în ceea ce privește implementarea unei tehnici specifice de tratare a deșeurilor.

În orice caz, criteriile specifice utilizate pentru determinarea metodei adecvate de tratare a deșeurilor includ:

- costuri investiționale și de operare;
- simplitatea tehnologiei;
- referințele fiecărei tehnologii;
- cerințele privind autorizarea amplasamentului;
- date privind deșeurile, atât cantitative cât și calitative;
- produse auxiliare rezultate din tratarea deșeurilor și maturitatea pieței pentru a le absorbi;
- cerințe legislative privind reglementările europene și naționale;
- potențialul de mărire a capacității tehnologiei – cantitate mărită de materie intrată/rezultată;

- sănătatea personalului și cerințe privind protecția;
- evaluarea impactului asupra mediului.

În continuare este prezentată o scurtă descriere a tehnologiilor principale de tratare a deșeurilor municipale. Se subliniază faptul că tehnologiile prezentate sunt tehnologii bine cunoscute, care, în principiu, ar putea fi implementate în județul analizat.

## 6.2 Tratarea biologică

### ❖ Fermentarea aerobă – compostarea

Descompunerea aerobă (utilizată cel mai des sub denumirea de compostare) este procesul controlat, aerob, biologic, de oxidare de biodegradare și stabilizare a fracției organice din deșeuri. Mai exact, este vorba de transformarea materialului organic în reziduu solid, căldură, CO<sub>2</sub> și apă prin respirația microorganismelor în prezența oxigenului. Parametrii de bază care influențează eficiența procesului includ:

- temperatura;
- conținutul de umezeală;
- concentrația de oxigen;
- porozitatea;
- raportul de carbon și azot (C:N)

Sistemele de compostare sunt împărțite în sisteme de compostare în aer liber și sisteme de compostare în spații închise. În cadrul sistemelor de compostare în aer liber procesul de compostare are loc spații deschise sau spații semi-închise. În cadrul sistemelor de compostare în spații închise sunt utilizate bioreactoare sau clădiri închise, prin intermediul cărora sunt ușor de extras și de curățat aerul, precum și mirosurile neplăcute, care reprezintă principalele probleme ale procesului de compostare.

**Tabelul 2: Sisteme de compostare**

Sisteme în spații închise	Sisteme în aer liber
Reactor vertical <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistem dinamic</li> <li>- Sistem static</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grămezi fără mutare</li> <li>- Grămezi cu mutare – ASP</li> <li>- cu evacuarea aerului</li> <li>- cu infuzie de aer</li> </ul>
Reactor orizontal <ul style="list-style-type: none"> <li>- static, cu alimentare periodică</li> <li>- dinamic, cu alimentare continuă</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- cu aerare variabilă (absorbție sau infuzie)</li> <li>- cu infuzie și/sau absorbție de aer împreună cu controlul temperaturii</li> </ul>



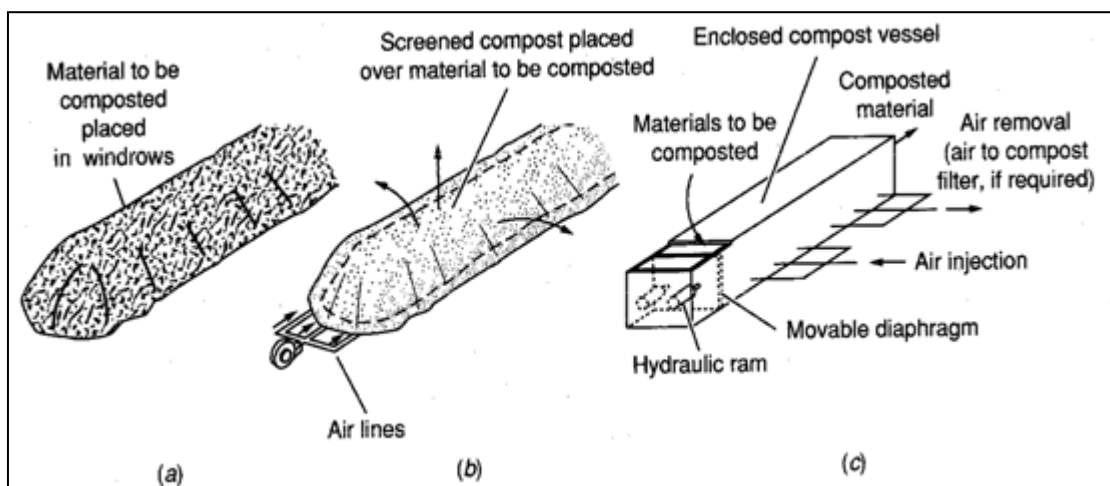


Figura 8: Prezentare simplificată a celor trei sisteme de bază de compostare: ( $\alpha$ ) grămezi cu mutare, ( $\beta$ ) grămezi fără mutare, ( $\gamma$ ) sisteme în spații închise

### Sisteme de compostare în spații închise

Aceste sisteme, caracterizate de aerare dinamică cu sau fără amestecare, asigură o stabilizare bio-chimică a materiei organice. De asemenea, acest proces permite controlul și tratarea mirosurilor neplăcute. Sistemele de bază de compostare în spații închise sunt prezentate în figura următoare.

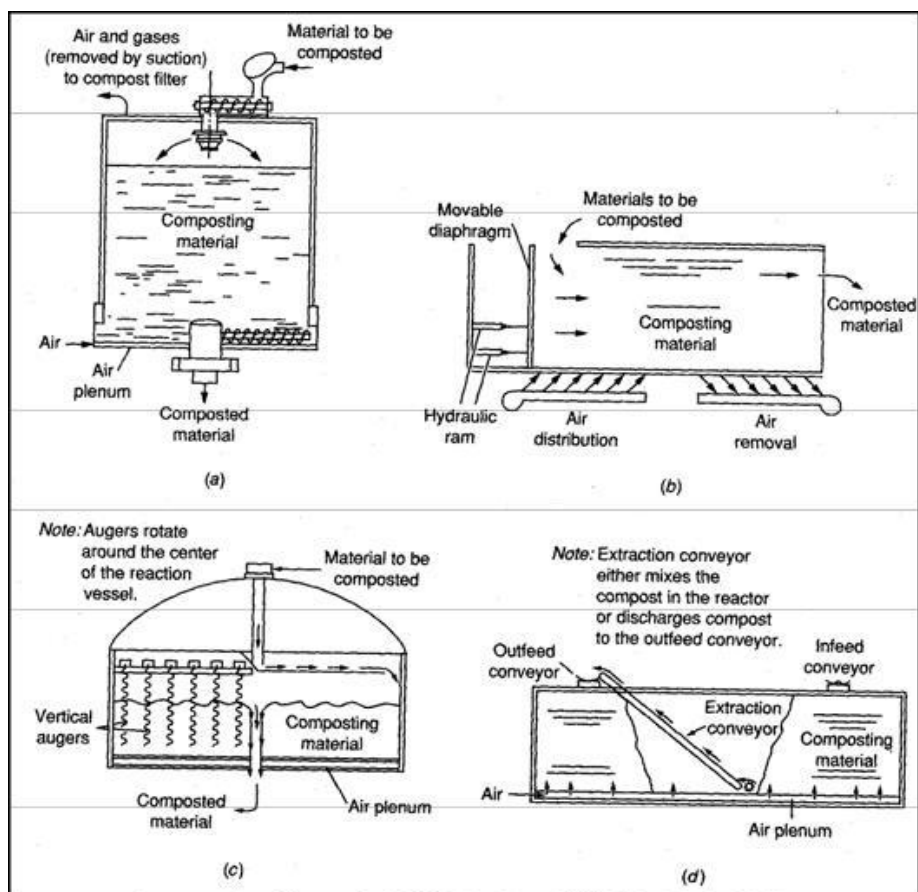
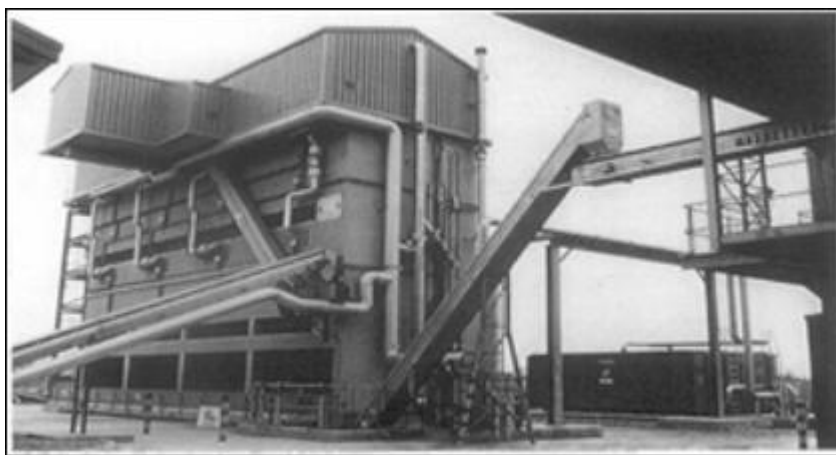


Figura 9: Sisteme de bază de compostare în spații închise (a & c: reactoare verticale, b & d: reactoare orizontale)

### Reactoare verticale

Sistemul vertical fără amestecare (Figura 5.8-a) constă într-un rezervor închis izolat termic (cu o înălțime de cel mult 9 m). Deșeurile sunt introduse prin partea superioară a cilindrului și perioada de staționare este de 2 săptămâni. Masa de deșeurii este aerată în contracurent (de jos în sus). Aerarea este asigurată de un sistem de conducte cu un debit și o presiune constantă. Gradul de umiditate al aerului este controlat în partea superioară și  $\text{CO}_2$  generat este trecut printr-un biofiltru pentru reducerea mirosurilor neplăcute. Produsul secundar este evacuat prin partea inferioară a reactorului.

Un alt sistem vertical, cel cu amestecare (Figura 5.8-c) constă într-un rezervor cilindric vertical cu sisteme rotative de amestecare amplasate în mijlocul rezervorului. Deșeurile sunt introduse în centrul sistemelor de amestecare și sunt împinse spre extremități. Periodic, deșeurile intră în contact cu aerul, în timp ce acestea sunt împinse spre extremități, până sunt extrase prin partea inferioară a recipientului. O mai bună aerare poate fi atinsă prin utilizarea în serie a reactorului vertical, adică deșeurile sunt depuse în straturi egale (până la 6 straturi) de cel mult 3 m înălțime. Deșeurile sunt introduse prin partea superioară și sunt păstrate pentru o anumită perioadă de timp (de exemplu, o zi). Apoi deșeurile sunt mutate în jos, fiecare nivel în parte, fiind apoi evacuate, prin partea inferioară a recipientului după o perioadă de 1 – 2 săptămâni (după ce deșeurile sunt trecute prin toate nivelurile).



**Figura 10: Sistem cu reactor vertical (tip siloz)**

### **Reactoare orizontale**

În cadrul acestor sisteme, procesul durează 15 – 30 de zile și este urmat de o tratare în grămezi deschise pe o perioadă de 4 – 12 săptămâni (faza de maturare). Există o mare varietate de astfel de sisteme, cum ar fi de exemplu compostarea în celule, în tunele, în containere, în hale, în paturi sau cu tambure rotative. Compostarea în celule, tunele sau containere oferă un foarte bun control al procesului pentru că în timpul procesului de compostare, atât temperatura cât și aerarea sunt controlate și menținute constante. Aceste sisteme permit adaptarea volumului de aerului recirculat la rata de aer curat, precum și la debitul de aer din deșeuri. Caracteristica principală este aerarea dinamică aplicată, de obicei, prin introducerea de aer prin partea inferioară a reactorului, în timp ce emisiile de aer sunt îndepărtate în partea superioară. În cadrul acestor sisteme poate fi utilizată o infrastructură permanentă sau temporară cu o mărime de 100 – 1000 m<sup>3</sup> pentru tunele și celule și 20 – 40 m<sup>3</sup> pentru containere.



**Figura 1: Compostare în containere**



**Figura 12: Compostare în tunel**

În cadrul sistemelor de compostare în hale sau paturi, deșeurile sunt introduse în clădiri mari cu spații de depozitare din ciment de mare lungime având formă paralelipipedică, așezate uniform și amestecate (întoarse) periodic.

Deșeurile sunt întoarse gradual de la intrare spre ieșire, prin utilizarea de echipamente specializate, ca de exemplu tamburul rotative. Procesul de tratare a deșeurilor durează, de obicei, între 2 – 3 săptămâni. Pe lângă întoarcerea deșeurilor, de obicei, prin partea inferioară se introduce și aer.



**Figura 134: Hale de compostare**



**Figura 14: Paturi de compostare**

Tamburele rotative sunt bioreactoare de metal de formă cilindrică cu debit continuu. Deșeurile sunt introduse printr-o parte a cilindrului rotativ, sunt tocate, aerate și stabilizate și sunt evacuate prin partea opusă a cilindrului. De obicei, aceste sisteme sunt utilizate pentru prima fază de activitate biologică intensă a procesului de compostare (circa 72 ore), care este urmată de aerare în hale sau paturi sau în sisteme deschise.





**Figura15: Sisteme cu cilindru rotativ**

### **Sisteme de compostare în aer liber**

Potrivit tipului de aerare, sistemele de compostare în aer liber sunt împărțite în două categorii principale, grămezi fără mutare și grămezi cu mutare (ASP).

Sistemele de compostare în aer liber sunt fiind caracterizate de costuri mai reduse decât sistemele de compostare în spații închise.

Grămezile trebuie amplasate pe suprafețe de ciment sau asfalt și trebuie echipate cu sisteme de evacuare a levigatului. Înălțimea optimă a grămezilor este de 1,5 – 3,0 m pentru că:

- în cazul utilizării de grămezi cu înălțimi mai mici apar pierderi de căldură;
- iar în cazul grămezilor mai înalte există riscul de a crea condiții pentru compostarea anaerobă.

De obicei, grămezile au formă triunghiulară.

Pentru alimentarea cu oxigen și controlul temperaturii este necesară întoarcerea grămezilor.

În cazul sistemelor de grămezi fără mutare (ASP), este necesară întoarcerea rară a grămezilor (1 – 2 ori pe durata întregului proces) pentru îmbunătățirea porozității și texturii materialului. Întoarcerea poate fi realizată cu ajutorul unor încărcătoare sau echipamente speciale.

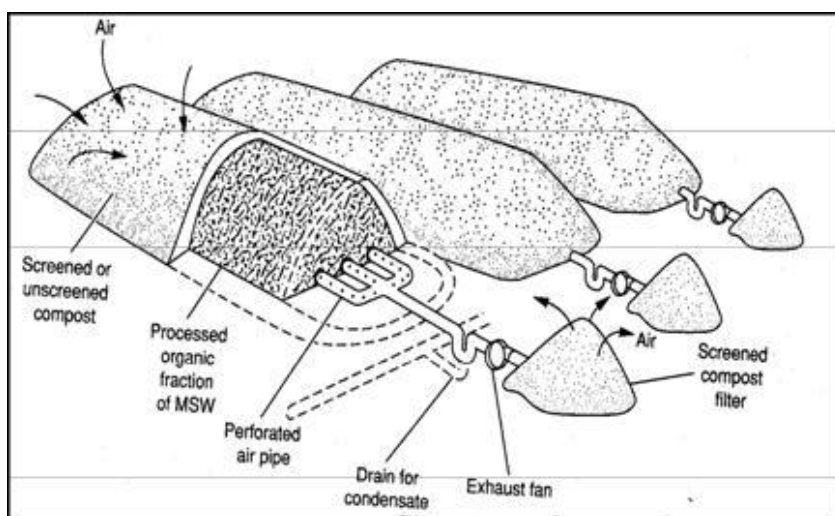
În cadrul sistemelor cu grămezi fără întoarcere (ASP) se utilizează aerarea forțată pentru controlul temperaturii și furnizarea oxigenului.

Aceasta este o metodă care implică costuri reduse, necesită spații reduse și generează cantități mai mici de mirosuri neplăcute și praf.

Aceste sisteme sunt utilizate, în principal, pentru deșeuri de grădină (deșeuri verzi).



**Figura16: Sistem de compostare cu grămezi cu întoarcere**



**Figura 17: Sistem de compostare cu grămezi fără întoarcere (ASP)**

Ca urmare a procesului de compostare, este ca materia rezultată să trebuiască ameliorată pentru a putea fi utilizată pentru fertilizarea solului. Se subliniază faptul că materia ameliorată s-ar putea să nu fie un compost de calitate bună dacă provine exclusiv din deșeuri municipale solide. Termenul cel mai des folosit pentru produsul final ameliorat este cel de material stabilizat biologic (CLO). Dacă se utilizează deșeuri organice colectate selectiv, materia rezultată este un compost de calitate bună și poate fi utilizată pentru îmbunătățirea calității solului, cu toate că orice compost utilizat pentru îmbunătățirea calității solului, rezultat din tratarea deșeurilor, cade sub incidența Regulamentului EC Nr. 1774/2002 privind subprodusele de origine animală care nu sunt destinate consumului uman.

Următorii parametri influențează calitatea materialului stabilizat biologic:

- durata și controlul asupra procesului de compostare (temperatura, conținutul de umiditate, concentrația de oxigen);
- durata perioadei de maturare;
- gradul de ameliorare.

#### ❖ Fermentarea anaerobă (FA)

Fermentarea anaerobă (FA) are ca scop transformarea materialului organic din deșeuri în reziduu solid sau nămol, metan ( $\text{CH}_4$ ), bioxid de carbon ( $\text{CO}_2$ ) și apă, prin fermentare microbiană în absența oxigenului. Fermentarea anaerobă constă în următoarele etape de activitate biologică:

- hidroliză: transformarea compușilor organici în zaharuri solubile, grăsimi și aminoacizi;
- acidogeneză: zaharurile solubile, grăsimile și aminoacizii sunt transformați în acid organic, alcoolii, bioxid de carbon, hidrogen și amoniac;
- acetogeneza: acidul organic, alcoolii, bioxidul de carbon, hidrogenul și amoniacul sunt transformați în acid acetic, bioxid de carbon și hidrogen;
- metanogeneza: acidul acetic, bioxidul de carbon și hidrogenul sunt transformați în metan și bioxid de carbon.

Condițiile optime pentru fermentarea anaerobă a deșeurilor municipale solide includ:

- temperatură mezofilică de 30 – 40 °C și temperatură termofilică de 50 – 65 °C;
- o parte relativ mică de solide din substratul mediu biodegradabil (de ex. hârtie). Pentru deșeurile care se degradează rapid (resturile alimentare) dimensiunea mică este un dezavantaj deoarece acest lucru duce la producerea acizilor care reduc pH-ul și restricționează dezvoltarea bacteriilor sensibile care contribuie la metanogeneză;
- umiditate de până la 95% pentru sistemele tradiționale și umiditate de până la 80% pentru sistemele cu conținut ridicat de solide;

- raportul C/N. Pentru materialele care se biodegradează rapid până la mediu, raportul optim este între 25 – 30 (deșeuri alimentare, hârtie), în timp ce pentru materialele care se biodegradează încet raportul poate fi de până la 40;
- lipsa de compuși toxici în substrat.

Sistemele de fermentare anaerobă pot fi clasificate în funcție de 4 criterii de bază, care definesc tipul de tehnologie:

- concentrația de solide;
- temperatura;
- sistemul de amestecare;
- numărul de faze/reactoare.

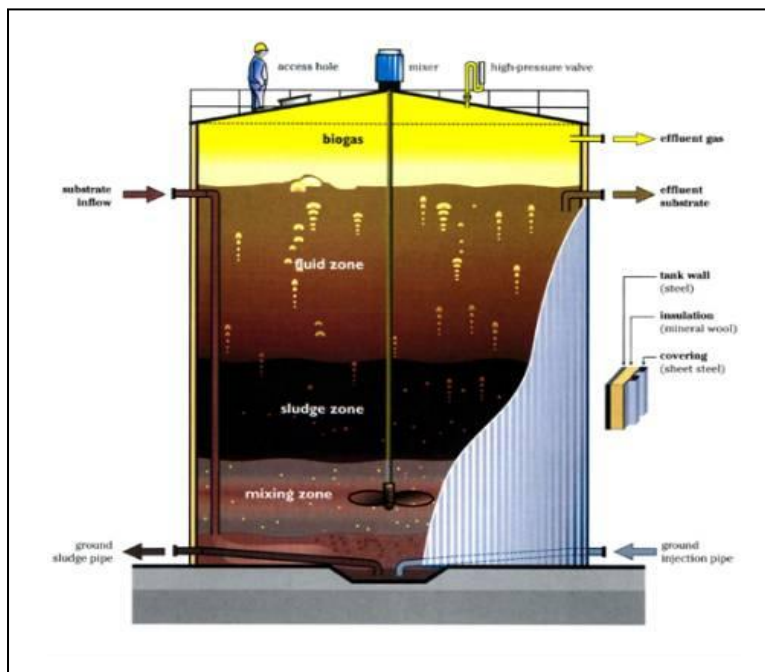


Figura 18: Secțiune indicativă a reactorului de fermentare anaerobă

Tabelul următor prezintă parametrii de bază de funcționare pentru sistemele de fermentare anaerobă:

Tabel 3: Parametrii de operare pentru sistemele de fermentare anaerobă

Temperatura	Concentrația de colide	Sistem de amestecare	Număr de etape
Mezofilică (~35 °C)	Concentrație scăzută de solide (<10%)	Amestecare mecanică	O (1) etapă
Termofilică (~55 °C)	Concentrație medie de solide (10-25%)	Amestecare cu gaze	Etape multiple
	Concentrație ridicată de solide (>25%)	Flux rapid	
		Flux etapizat	

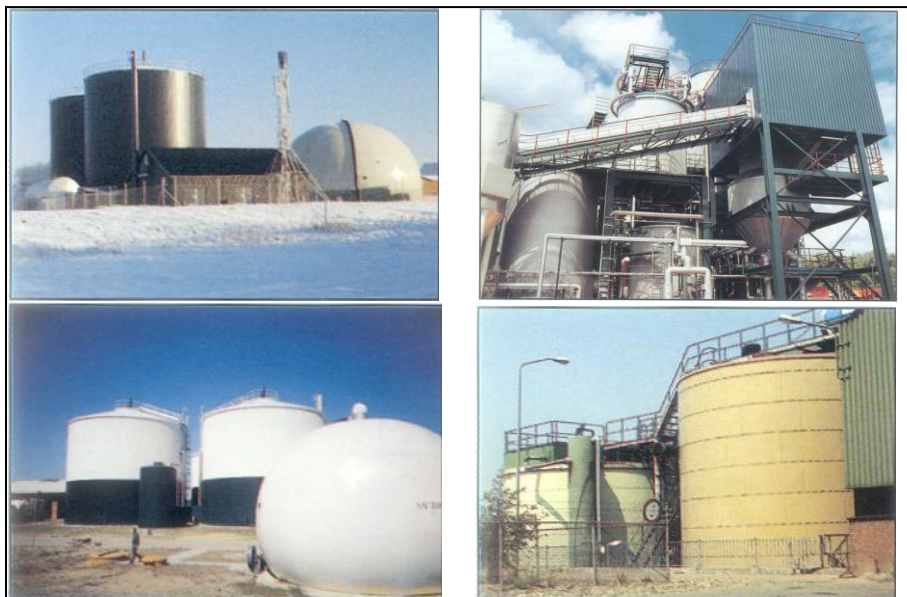
Potrivit clasificării de mai sus, există 2 sisteme clasice de fermentare anaerobă:

#### **Sistem clasic de fermentare anaerobă cu 1 reactor**

Constă dintr-un reactor, cu timp de staționare de mai multe săptămâni, perioadă pe durata căruia conținutul este amestecat. Amestecarea are ca scop evitarea creării de flocoane, ceea ce poate duce la distrugerea microorganismelor active.

#### **Sistem de fermentare anaerobă accelerată**

Aceste sisteme constă în 2 etape și 2 reactoare în linie. Etapa de fermentare are loc în primul reactor și conținutul reactorului este amestec în totalitate (prin adăugare de apă) și timpul de staționare în reactor este de câteva zile. Apoi conținutul primului reactor trece în cel de-al doilea reactor unde fracția solidă se precipită și este separată de fracția lichidă și cea de aer (biogaz), care este colectată în partea superioară a reactorului. Și în cadrul primei etape are loc generarea și colectarea de biogaz.



**Figura 19: Sisteme specifice de fermentare anaerobă a deșeurilor municipale solide**

Parametrii de proiectare de bază fac referire la volumul reactorului și la necesarul de căldură. Ambii factori depind de cantitatea de deșuri, timpul de rezidență, produsele finale, precum și de sistemele de încălzire și recirculare a apei.

Tabelul următor prezintă avantajele și dezavantajele de bază ale proiectării fiecărui sistem de fermentare anaerobă, anume termofilică – mezofilică, cu o etapă – două etape și uscată – umedă.

**Tabel 4: Elemente de bază ale sistemelor alternative de fermentare anaerobă**

Proces de fermentare anaerobă	Avantaje	Dezavantaje
<b>Termofilic</b>	Rapid Performanță bună în ceea ce privește aspectele de sănătate	Necesar mare de energie Infrastructură suplimentară necesară Costuri ridicate
<b>Mezofilic</b>	Costuri scăzute Potrivit pentru încălzirea cantităților mari de deșuri	Proces încet
<b>O etapă</b>	Costuri de capital scăzute Proces ușor de monitorizat	Pentru metanogeneza sunt necesare condiții diferite față de hidroliză și acetogeneză, implementarea acestui proces într-un reactor poate duce la încetinirea procesului
<b>Două etape</b>	Condițiile pot fi optimizate separat Poate crește rata de generare de biogaz	Costuri ridicate de capital Control mai complex al procesului
<b>Uscat</b>	Mai puțină pretratare	Necesită amestecare eficientă a



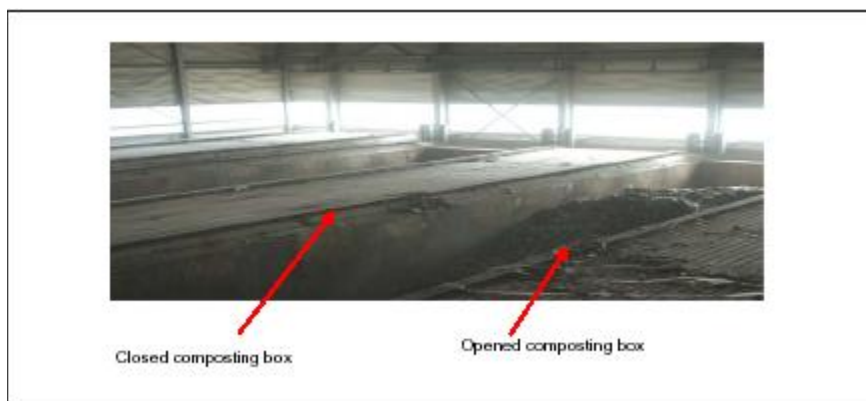
Proces de fermentare anaerobă	Avantaje	Dezavantaje
	Costuri mai scăzute (de capital și operare) Cantitate mai mică de ape uzate	deșeurilor în vederea omogenizării
Umed	Dezvoltat inițial pentru materie cu grad redus de umiditate	Este necesară pretratarea Costuri mai ridicate (de capital și operare) Nevoie mai mare de tratare a apelor uzate Probleme cu sedimentarea, spumarea și flotarea solidelor biodegradabile

Materialul fermentat poate fi deshidratat și compostat în vederea producerii de material stabilizat biologic. Apele uzate generate pot fi reciclate în procesul de tratare a deșeurilor.

În final, biogazul poate fi utilizat pentru generarea de electricitate. Se subliniază faptul că, electricitatea generată din biogaz este considerată energie regenerabilă, fiind astfel promovată de legislația și politica națională și europeană.

#### ❖ Biuscarea

O practică alternativă pentru tratarea deșeurilor după etapa mecanică este uscarea deșeurilor. Acest proces are ca scop îndepărtarea apei din deșeuri în cel mai scurt timp posibil prin dezvoltarea de energie biotermală. Cel mai important parametru care afectează eficiența procesului de biuscare este umplerea omogenă a uscătoarelor. Uscătoarele sunt în general de formă dreptunghiulară (bio-cutii) și sunt etanșe pentru a evita emisiile de mirosuri sau alte gaze.



**Figura 20: Bio-cutii**

Deșeurile rămân în bio-cutii timp de 5 – 14 zile în condiții aerobe. Aerul este introdus prin partea inferioară a cutiei și recirculat de mai multe ori până când  $\text{CO}_2$  depășește valoarea limită. Apoi aerul este introdus într-o unitate regenerativă de oxidare termală (RTO) pentru oxidarea și transformarea compușilor organici mirositori în  $\text{CO}_2$  și vapori.



**Figura 21: Biuscarea deșeurilor municipale solide în unitate regenerativă de oxidare termală**

Biuscarea poate fi efectuată înainte sau după tratarea mecanică. În general, valorificarea materială are loc după tratarea biologică. Umiditatea produsului final este mai mică de 20%. Produsul stabilizat poate fi utilizat pentru producția de energie (ardere) sau poate fi eliminat prin depozitare, deoarece trebuie să fi atins deja niveluri acceptabile de biodegradabilitate scăzută.

#### ❖ Percolarea

Percolarea este un al proces aerob folosit pentru îndepărtarea cu ajutorul apei a conținutului organic biodegradabil din deșeuri.

Prin procesul de percolare se poate obține:

- Reducerea mirosurilor;
- Reducerea masei de deșeuri organice;
- Facilitarea valorificării energetice;
- Spălarea contaminanților din deșeurile organice;
- Omogenizarea fluxului de deșeuri.

În timpul procesului de percolare, deșeurile sunt spălate continuu cu ajutorul apei, la temperatura de circa 37°C, timp de 2 – 7 zile. Materia organică rapid solubilă și materiile anorganice incluse în deșeuri sunt separate și transferate în faza lichidă. În general, deșeurile sunt amestecate în percolator pentru a facilita transferul de masă dintre fazele solidă și lichidă.



**Figura 22: Vedere din vasul percolator**

Faza lichidă, după sedimentare, este trecută, în general, într-un digester anaerob pentru producția și utilizarea de biogaz.

Solidele din percolator, care includ și ele o semnificativă fracție biodegradabilă, pot fi tratate în continuare prin utilizarea tehnici deja descrise (compostare, biouiscare etc.).

### 6.2.1 Observații

Pe baza cantităților specifice, a structurilor și caracteristicilor specifice ale deșeurilor ce urmează a fi tratate, precum și ale produselor specifice care se încearcă a fi produse, pot fi folosite mai multe combinații ale tehnologiilor menționate anterior pentru tratarea deșeurilor solide.

Mai mulți operatori de deșeuri din Europa au dezvoltat combinații alternative ale acestor tehnologii, fiecare cu propriile caracteristici specifice. Totuși, toate aceste tehnologii au la bază conceptele și principiile descrise anterior.

Și tratarea mecano – biologică primește din ce în ce mai multe reacții pozitive din partea publicului și din partea organizațiilor non-guvernamentale (ONG-uri).

Produsele rezultate din tratarea mecano-biologică a deșeurilor includ:

- Material stabilizat biologic (compost de calitate slabă utilizat pentru îmbunătățirea calității solului sau material de acoperire): poate fi folosit doar ca material de acoperire pe depozite sau în timpul reabilitării depozitelor. Cu toate acestea, există un grad ridicat de nesiguranță în ceea ce privește utilizarea de astfel de produse.
- Material biostabilizat pentru depozitare: Poate fi considerat stabilizat însă consumă o mare parte din spațiul de depozitare.
- Biogaz pentru generarea de căldură și/sau electricitate: piața pentru acest tip de energie este bine dezvoltată și a fost sprijinită recent de Directiva privind energia regenerabilă (2001/77/EC) pentru că energia rezultată din biogaz este considerată regenerabilă.
- Combustibil solid valorificat (SRF), care poate fi utilizat în cadrul instalației sau într-o instalație existentă (de exemplu: cuptor de ciment, centrală electrică): utilizarea combustibilului solid valorificat crește costurile de capital și s-ar putea să nu fie fiabilă. Pe de altă parte, utilizarea combustibilului solid valorificat în instalațiile existente va necesita încheierea de contracte pe termen lung în vederea asigurării unei alimentări constante. De asemenea, utilizarea într-o instalație existentă poate necesita plata unei anumite taxe față de operatorul instalației pentru acceptarea combustibilului solid valorificat, taxă ce va depinde în principal de prețurile la nivel internațional ale petrolului și energiei electrice. Aceasta se datorează faptului că arderea acestui tip de combustibil cade sub incidența Directivei privind incinerarea (2000/76/EC), care impune specificații și reglementări stricte în ceea ce privește instalațiile de co-incinerare.
- Reciclabile: în general sunt valorificate doar metalele. Acest lucru este datorat faptului că dacă se urmărește producerea de combustibil solid valorificat, valorificarea deșeurilor de hârtie sau plastic reduce valoarea calorică a combustibilului solid valorificat. De asemenea, metalele sunt considerate materialul reciclat cel mai ușor de comercializat pentru că restul sunt mai greu de absorbit din cauza impurității insuficiente.

Aceste procese sunt bine dezvoltate în Europa și la nivel internațional, fiind utilizate în prezent în multe instalații de tratare peste tot în Europa.

Astfel, avantajele și dezavantajele acestor procese sunt bine stabilite și pot include:

- Avantaje:
  - Metalele valorificate pot fi ușor absorbite de piețele existente;
  - Tehnologii bine demonstrate (cu excepția percolării care este în prezent dezvoltată la scară largă). Acestea au fost implementate cu succes în diferite țări din Europa;
  - Toate procesele sunt modulare și permit dezvoltarea pe segmente;
  - Energia rezultată din valorificarea biogazului este considerată o sursă regenerabilă. De asemenea, energia rezultată din utilizarea combustibilului solid valorificat produs

- în urma tratării mecanice sau biouiscare, sau parte din aceasta, poate fi considerată ca o sursă regenerabilă;
- Reducerea cantității de deșeuri eliminate prin depozitare (în principal fracția biodegradabilă);
  - Cost relativ scăzut (în special în comparație cu incinerarea);
  - Cantități relativ scăzute de ape uzate generate;
  - Emisiile în aer pot fi reduse cu ușurință;
  - Contribuție adusă luptei împotriva schimbărilor climatice;
  - Ușor acceptate de public. Sindromul „Nu În Curtea Mea” (NIMBY) nu se aplică la scară largă;
  - Reziduurile solide se comportă ca solul mai degrabă decât ca deșeuri;
  - Eliminarea prin depozitare a reziduurilor solide generează cantități mai mici de biogaz și levigat;
  - Calitatea materialului stabilizat biologic (CLO) poate fi îmbunătățită dacă este inclusă și fracția organică separată la sursă;
  - Înlocuirea combustibililor minerali cu combustibili secundari poate duce la câștig, prin comercializarea pragurilor de gaze cu efect de seră;
  - Creșterea necesarului de energie și a prețurilor petrolului va deschide piața pentru combustibili secundari;
  - Criteriile privind deșeurile scoase din uz care urmează a fi dezvoltate de CE și de fiecare țară (după cum se specifică în Directiva 2008/98/EC) vor permite probabil utilizarea de combustibil secundar fără a fi nevoie de conformarea cu reglementările Directivei privind incinerarea (2000/76/EC);
  - Dezvoltarea de specificații pentru combustibili secundari va deschide piața pentru absorbția acestora.
- Dezavantaje:
- Piața pentru materialul stabilizat biologic este în continuare nedezvoltată. S-ar putea să fie nevoie de plata unei taxe pentru eliminarea acestuia;
  - Procesul de separare la sursă afectează valoarea calorifică a combustibilului solid valorificat;
  - Combustibilul solid valorificat cade sub incidența Directivei privind incinerarea (2000/76/EC);
  - În general, nu are loc decât valorificarea metalelor;
  - S-ar putea să fie nevoie de plata unei taxe pentru eliminarea combustibilului solid valorificat într-o instalație de ardere existentă;
  - Este nevoie de contracte pe termen lung pentru utilizarea combustibilului solid valorificat în instalații industriale existente;
  - Nu contribuie cu mult la atingerea țintelor stabilite de Directiva privind deșeurile de ambalaje (94/62/EC);
  - Faptul că combustibilul solid valorificat și materialul stabilizat biologic ar putea să nu fie absorbite de piață va crește necesarul privind depozitarea;
  - Energia rezultată din combustibilul secundar nu este considerată încă drept regenerabilă. Astfel, pentru moment, veniturile rezultate în urma comercializării acestui tip de energie sunt scăzute;
  - Criteriile extrem de stricte stabilite de Directiva privind incinerarea (2000/76/EC) pot restricționa absorbția combustibililor secundari.

### 6.3 Incinerarea deșeurilor

Incinerarea face referire la tratarea chimică a deșeurilor care are ca scop:

- Reducerea volumului de deșeuri care vor fi eliminate prin depozitare;
- Stabilizarea fracției de deșeuri care ar putea ajunge să fie eliminată prin depozitare;
- Valorificarea energetică a deșeurilor.

Tabelul următor indică echivalentul energie pentru 1 tonă de deșeuri municipale solide

**Tabel 5: Echivalent energie pentru 1 tonă de deșeuri municipale solide**

1 tonă de deșeuri municipale solide este echivalentul a	2,5 tone de abur (400 °C, 40 bar)
	30 tone de apă fierbinte (la 130 – 180 °C)
	200 kg de petrol
	500 kWh de electricitate

Deșeurile municipale solide pot fi tratate termic colectate în amestec sau neprocesate sau după procesare (de ex. după TMB), ceea ce va duce la producerea unei fracții cu valoare calorică ridicată (combustibil derivat din deșeuri / combustibil solid valorificat) care poate fi utilizată.

Incinerarea (uneori se utilizează termenul de ardere) face referire la arderea deșeurilor în exces de aer.



**Figura 23: Incinerator de deșeuri în Suedia**

Incinerarea implică dezvoltarea de temperaturi ridicate (850 – 1500° C), în prezența flăcărilor pentru oxidarea diferitelor substanțe. Există trei tipuri de tehnologii pentru incinerarea deșeurilor:

- Grătare mobile (sau paturi);
- Paturi fluidizate;
- Cuptoare.

În Europa, peste 90% din incinerarea deșeurilor are loc prin intermediul sistemelor cu grătare mobile.

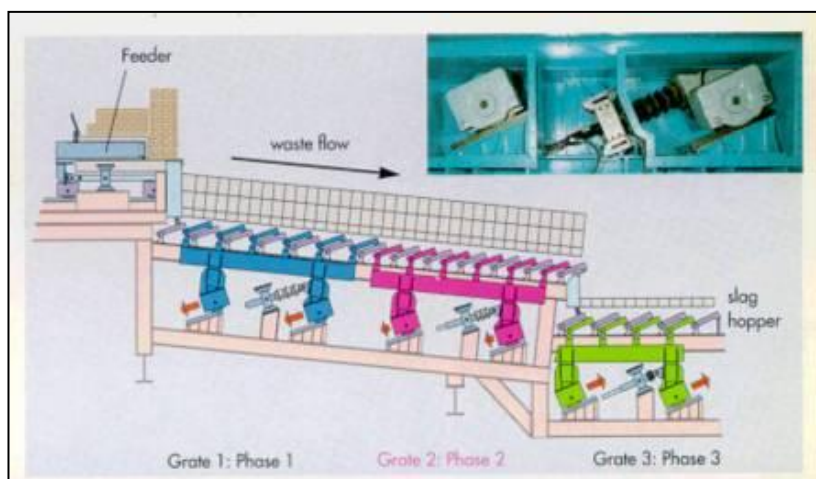
În general, grătarele mobile sunt utilizate pentru incinerarea deșeurilor municipale solide colectate în amestec, neprocesate, paturile fluidizate sunt utilizate pentru incinerarea deșeurilor municipale procesate (combustibil derivat din deșeuri) iar cuptoarele sunt utilizate pentru incinerarea deșeurilor municipale solide cu alt combustibil (de ex. în centrale electrice sau fabrici de ciment).

#### ❖ Sisteme cu grătare mobile

Sistemele cu grătare mobile includ:

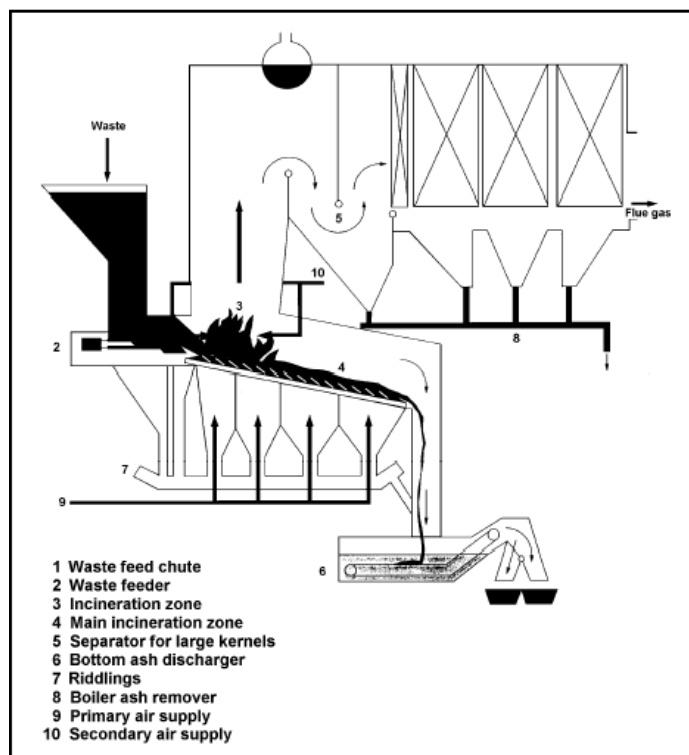
- Grătare oscilante;
- Grătare cilindru;
- Grătare cu alimentare inversă.





**Figura 24: Secțiune transversală a grătarelor mobile**

În general, incineratoarele cu grătar sunt formate din componentele indicate în figura următoare.



**Figura 25: Sistem de incinerare cu grătar mobil**

Timpul de rezidență al deșeurilor pe grătare nu depășește 60 minute. Sursa primară de aer asigură arderea directă a deșeurilor, în timp ce sursa secundară de aer încearcă amestecarea turbulentă a deșeurilor în vederea unei arderi complete. În vederea unei arderi complete a gazelor este necesară atingerea unei temperaturi a gazelor de peste  $850^{\circ}\text{C}$  pentru cel puțin 2 secunde. Efectuarea arderii gazelor este indicată de nivelurile de monoxid de carbon din gazele emise. În general, se utilizează sisteme auxiliare de ardere pentru a menține gazele de ardere la nivelurile de temperatură dorite.

În general, utilizarea căldurii generate (pentru că arderea este un proces exotermic) se face prin generarea de abur sub mare presiune și supraîncălzit de la schimbătoarele de căldură, între

circuitul de gaz de ardere (care absoarbe mare parte din căldura produsă) și circuitul de apă/abur, din boiler.

Aburul sub presiune mare este împins într-o turbină și generator. Conținutul de energie al aburului este transformat în energie kinetică, care este apoi transformată în electricitate prin intermediul unui generator. Căldura în exces din aburul sub presiune mică este transformată în apă fierbinte într-un condensator și este utilizată pentru încălzire în sistem centralizat sau este răcită.

#### ❖ Paturi fluidizate

După cum am menționat anterior, paturile fluidizate sunt des folosite pentru tratarea deșeurilor procesate și divizate fin, cum ar fi combustibilul derivat din deșeuri / combustibilul solid valorificat care sunt produse prin intermediul proceselor de tratare mecano-biologică.

Un pat fluidizat este un pat din particule solide prin care curge gaz pentru a-l lichefia. Principiul de funcționare al paturilor este că particulele dintr-un recipient opun rezistență gazului introdus în recipient. Pe măsură ce crește fluxul de gaz, patul se extinde și rezistența scade până când atinge un nivel la care forța ascendentă a gazului poate sprijini greutatea patului, cauzând turbulențe și amestecând și devenind lichid.

Temperaturile deasupra patului sunt între 850 – 950° C, în timp ce în pat, temperatura ajunge la circa 650° C.

Deșeurile municipale pretratate sunt introduse în pat prin partea superioară sau laterală și sunt menținute acolo pentru o perioadă de timp.

Există mai multe tipuri de paturi fluideizate, și anume:

- Paturi fluidizate cu fierbere în care viteza aerului este suficient de mare pentru a menține tot materialul din pat în stare lichidă;
- Pat fluidizat rotitor în care materialului și deșeurilor din pat li se induce o mișcare de rotație, folosindu-se diferite presiuni ale aerului;
- Pat fluidizat circulant în care fluxul de aer crește până la un punct în care materialul din pat este transferat în afara zonei de ardere. Acest tip de pat este folosit în mod normal în capacităților mari de alimentare.

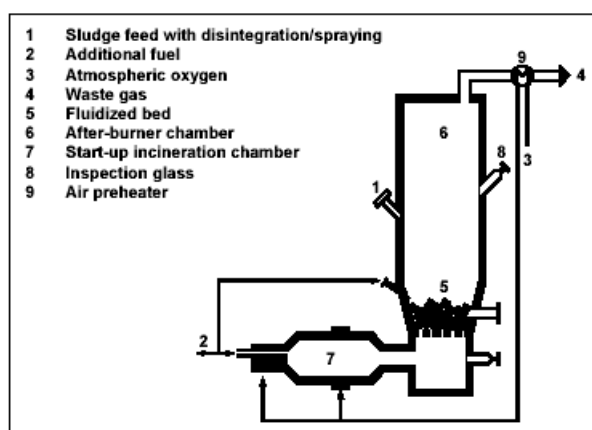


Figura 26: Pat fluidizat cu fierbere

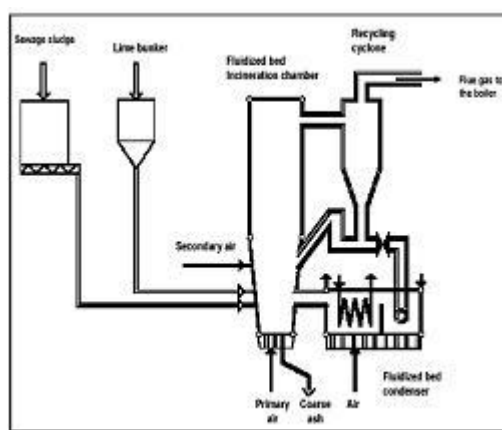


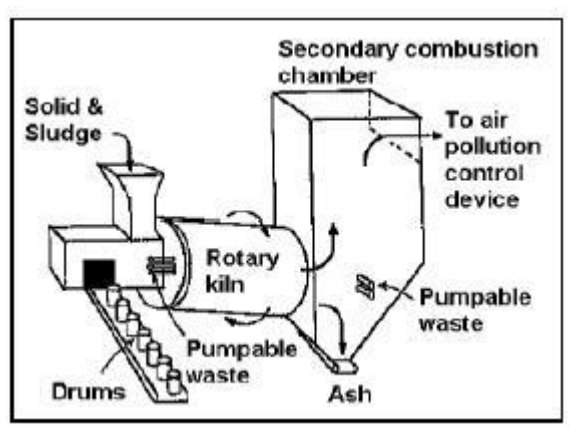
Figura 27: Pat fluidizat circulant

Aerul pentru ardere este furnizat în general de ventilatoare. Aburul este utilizat, după cum s-a menționat anterior, de un boiler pentru operarea unei turbine cu condensatie și a unui generator.

❖ **Cuptoare**

Pentru tratarea deșeurilor municipale solide pot fi utilizate două tipuri de cuptoare: rotative și oscilante. De fapt, în cuptoarele oscilante sunt tratate anumite deșeuri, în timp ce pentru tratarea în cuptoare rotative deșeurile trebuie pretratate.

Cuptorul rotativ este format dintr-un recipient cilindric puțin înclinat.



**Figura 28: Cuptor rotativ**

Pentru arderea deșeurilor se utilizează temperaturi de 500 – 1.450° C iar timpul de rezidență este între 30 – 90 minute. Prin rotația cuptorului, deșeurile sunt mișcate astfel încât toate straturile de deșeuri să fie atinse de căldură și de aerul de ardere. Se subliniază faptul că aceste cuptoare operează la o rată mai mare de exces decât sistemele cu grătare și paturile fluidizate, având o eficiență energetică relativ scăzută.

Și cuptorul oscilant este un cuptor de tip tubular ce realizează o mișcare oscilantă în jurul axului central. Datorită modelului, acest tip de cuptor asigură un timp mai lung de rezidență în zona de ardere. Pentru o bună ardere se utilizează circa 40% din aerul în exces.

❖ **Tratarea gazelor de ardere**

Gazele de ardere constituie cel mai mare neajuns al incinerării deșeurilor din punct de vedere al mediului.

În cadrul Directivei privind incinerarea deșeurilor (2000/76/EC) au fost stabilite valori limită stricte în ceea ce privește emisiile.

Tabelul și figura de mai jos prezintă tehnologiile utilizate pentru tratarea gazelor de ardere rezultate în urma incinerării.

**Tabel 6: Sisteme de reducere a gazelor de ardere**

Parametru	Tehnologie utilizată
Corpuri solide în suspensie	Separatoare
	Filtru electric (pentru purificarea gazelor) (umed – uscat)
	Filtru capsulă
Gaze acide	Sorbție uscată
	Sorbție semi-uscată
	Epuratoare de gaze umede
Oxizi de azot	Reducere non-catalitică selectivă
	Reducere catalitică selectivă

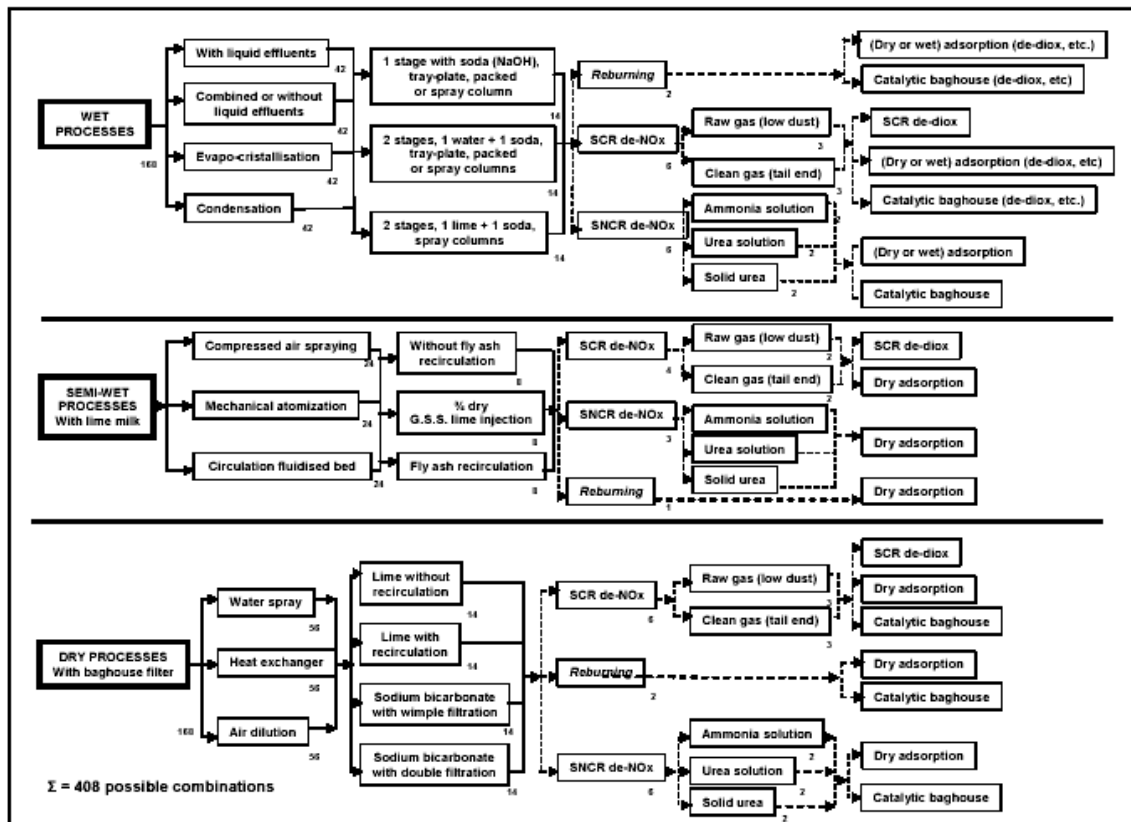


Figura 29: Posibilă combinare a sistemelor de tratare a gazelor de ardere

### 6.3.2 Observații

Incinerarea este cel mai vechi și cel mai des utilizat proces pentru tratarea termică a deșeurilor. Produsele rezultate în urma tratării termice a deșeurilor procesate sau neprocesate includ:

- Energie: piața pentru energie este bine dezvoltată și se estimează că va fi îmbunătățită și mai mult după ce energia rezultată din fracția biodegradabilă de deșeuri municipale solide va fi considerată regenerabilă.
- Reciclabile: doar metalele feroase sunt valorificate din cenușă.

Pe de altă parte, se generează reziduuri solide care includ:

- Cenușă de ardere: produs stabilizat care poate fi utilizată în construcții sau poate fi eliminată prin depozitare ca deșeu nepericulos;
- Cenușă zburătoare: este considerată periculoasă și trebuie tratată ca atare.

Aceste procese sunt bine dezvoltate la nivel european și internațional și, la ora actuală există multe instalații de tratare în operare. Astfel, avantajele și dezavantajele acestor procese sunt bine stabilite și pot include:

- Avantaje
  - Metalele feroase valorificate pot fi absorbite cu ușurință de piețele existente;
  - Incinerarea este o tehnologie bine demonstrată;
  - Reducerea cantității de deșeuri eliminate prin depozitare (în special fracția biodegradabilă);
  - Contribuția la bătaia împotriva schimbărilor climatice;
  - Cantitate mare de energie generată, majoritatea acestuia putând fi comercializată;
  - Se produc reziduuri solide stabilizate;
  - Costuri de operare reduse;

- Dioxinele și praful nu mai reprezintă o problemă datorită Directivei privind incinerarea (2000/76/EC);
- Energia rezultată în urma utilizării deșeurilor, sau o parte din acestea, poate fi considerată ca rezultată dintr-o sursă regenerabilă;
- Înlocuirea combustibililor minerali cu combustibili secundari poate duce la obținerea de profit prin comercializarea pragurilor de emisii de gaze cu efect de seră;
- Creșterea necesarului de energie și a prețurilor petrolului va deschide piețe noi pentru combustibil alternativ;
- Criteriile privind deșeurile scoase din uz care urmează a fi dezvoltate de CE vor permite probabil utilizarea de combustibil secundar fără a fi nevoie de conformarea cu reglementările Directivei privind incinerarea (2000/76/EC);
- Există un potențial mare de ardere a unei game largi de deșeuri;
- Valorile limită stricte impuse de Directiva privind incinerarea deșeurilor (2000/76/EC) poate schimba obiecțiile publicului;
- Dezvoltarea încălzirii centralizate – eficiență termică ridicată.
- Dezavantaje
  - Producerea de reziduuri solide periculoase;
  - Costuri investiționale ridicate;
  - Nivel redus de flexibilitate din cauza costurilor investiționale ridicate;
  - Necesară mare în ceea ce privește reducerea emisiilor în aer;
  - Valori limită stricte în ceea ce privește emisiile în aer, precum și generarea de ape uzate;
  - Procesul de separare la sursă afectează valoarea calorică a combustibilului solid;
  - Se realizează numai valorificarea metalelor;
  - Nu contribuie cu mult la atingerea țintelor stabilite de Directiva privind deșeurile de ambalaje;
  - Incinerarea nu este adecvată pentru cantități de deșeuri anuale mai mici de 100.000 – 150.000 tone;
  - Energia rezultată din combustibilul secundar nu este considerată încă drept regenerabilă. Astfel, pentru moment, veniturile rezultate în urma comercializării acestui tip de energie sunt scăzute;
  - Criteriile extrem de stricte stabilite de Directiva privind incinerarea (2000/76/EC) pot restricționa absorbția combustibililor secundari;
  - Valoarea calorică instabilă a deșeurilor;
  - Opoziția publicului în ceea ce privește conceptul de incinerare a deșeurilor.

## 7. Depozitarea deșeurilor

Depozitul de deșeuri este un amplasament utilizat pentru eliminarea deșeurilor în sau pe pământ. După cum s-a menționat anterior, realizarea și operarea depozitelor de deșeuri este necesară pentru eliminarea reziduurilor. Depozitele se vor realiza în conformitate cu Directiva CE privind depozitarea (1991/31/EC) și legislația națională aferentă. Cea mai importantă decizie privind depozitele de deșeuri se referă în principal la numărul/capacitatea de depozite ce urmează a fi realizate, precum și amplasamentele acestora (ambele aspecte sunt discutate în secțiunile ce urmează).

Tehnologia de depozitare constă în trei etape:

- **Etapa de construcție**, când se realizează barierele și rețelele pentru gestionarea în condiții de siguranță a poluanților (membrane, sisteme de captușire, sistemele de colectare a levigatului și biogazului);
- **Etapa de operare**, când are loc acoperirea zilnică a deșeurilor eliminate, cu monitorizarea impactelor asupra mediului generate de eliminarea deșeurilor;
- **Etapa de închidere și monitorizarea postînchidere**, când se aplică stratul superior de



acoperire pentru reducerea impactelor asupra mediului generate de eliminarea deșeurilor. De asemenea, monitorizarea impactelor asupra mediului are loc de-a lungul a mai multor ani, în timp ce au loc activități de utilizare a terenului (de ex. terenuri de golf, facilități sportive).

De fapt, depozitarea este un proces de tratare biologică în condiții anaerobe.

O concepție des întâlnită este aceea că depozitul este doar o groapă în pământ în care sunt depuse deșeurile. Cu toate acestea, practica modernă necesită un grad semnificativ de inginerie în vederea depunerii deșeurilor, controlului emisiilor și reducerea potențialelor efecte asupra mediului. O bună operare a depozitului depinde de:

- **Amplasament bun:** amplasamentul depozitului de deșeuri trebuie selectat în conformitate cu criteriile tehnice, de reglementare, de politică de mediu și sociale. Amplasamentele potrivite includ terenurile neutilizabile, amplasamentele minelor și terenurile foarte des utilizate.
- **Proiectare și construcție bune:** trebuie avute în vedere toate cerințele legislative:
  - Stratul inferior de căptușire;
  - Sistemul de colectare/tratare a levigatului;
  - Sistemul de colectare/utilizare/ardere a gazului de depozit;
  - Stratul superior de protecție;
  - Măsuri pentru monitorizarea mediului;
  - Măsuri pentru gestionarea apelor pluviale;
  - Instalațiile de pe amplasament.

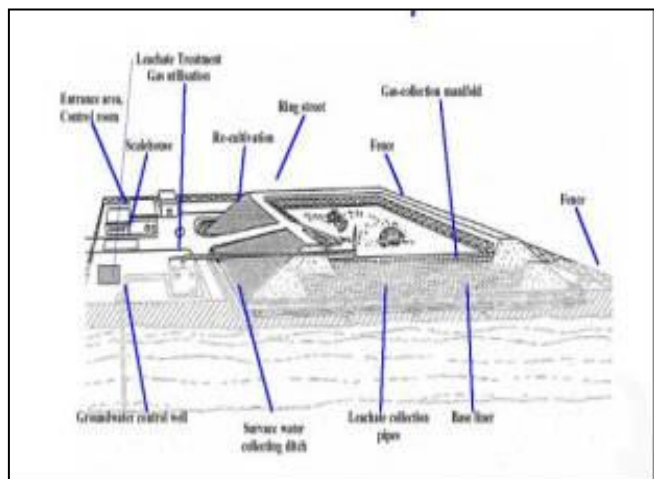


Figura 30: Prezentarea structurii unui depozit

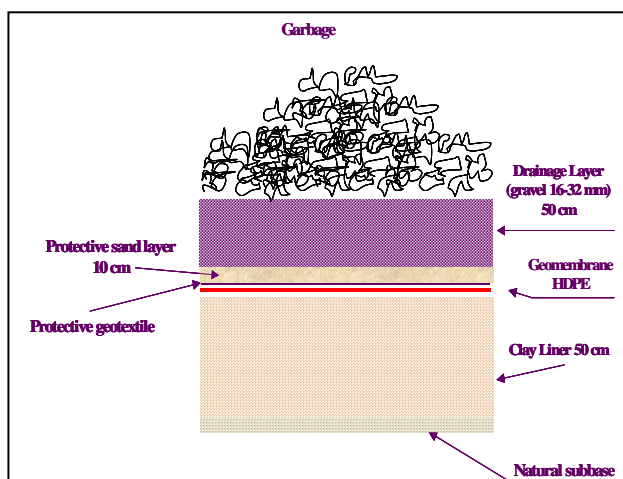


Figura 31: Sistemul inferior de căptușire

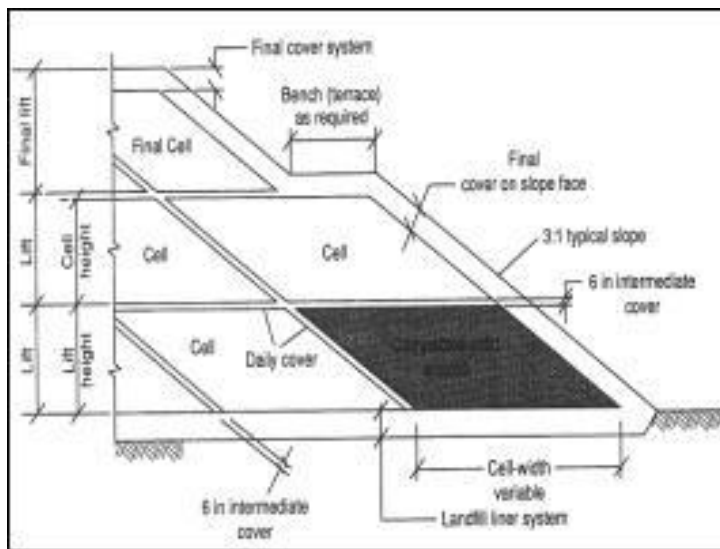


Figura 32: Realizarea unui depozit

- **Bună operare a depozitului:** inclusiv compactarea deșeurilor și acoperirea zilnică a acestora, sistematizarea deșeurilor în celule, precum și monitorizarea parametrilor de mediu, în conformitate cu schema de mai jos.

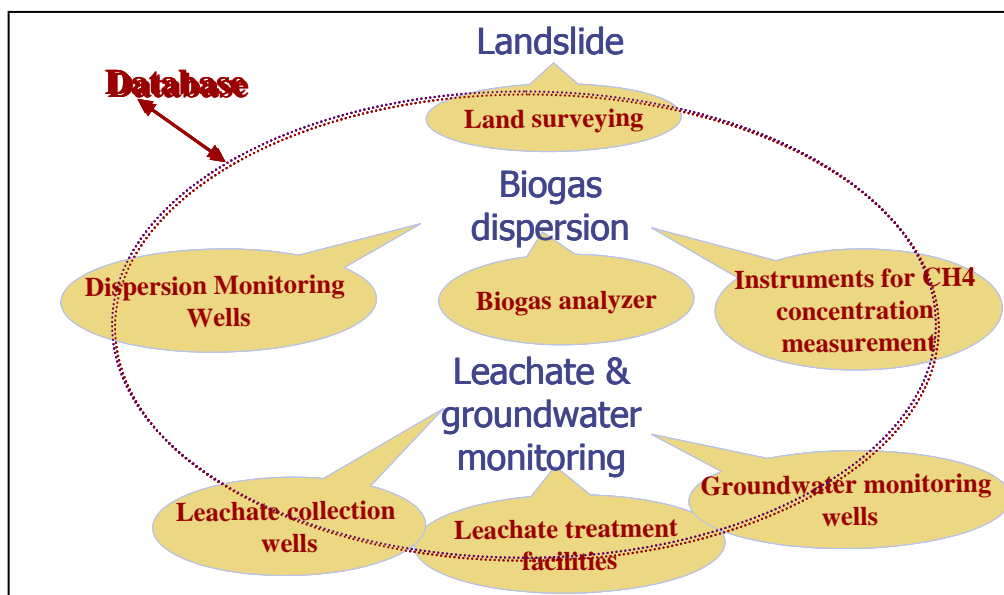
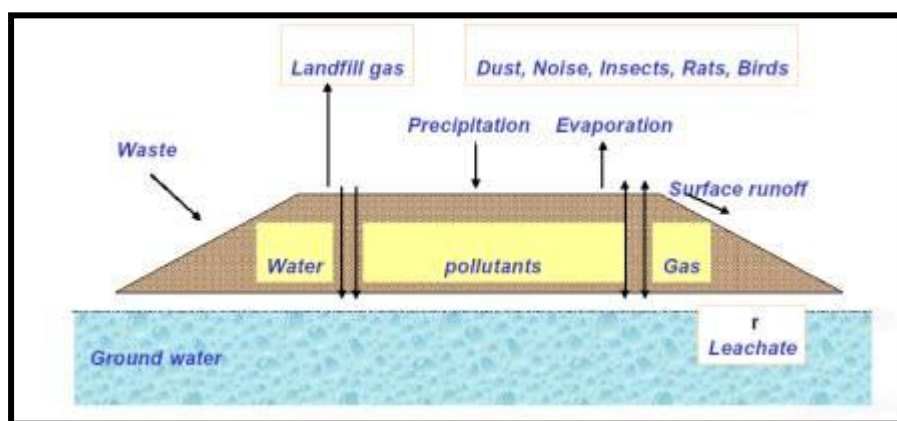


Figura 33: Monitorizarea depozitului din punctul de vedere al mediului

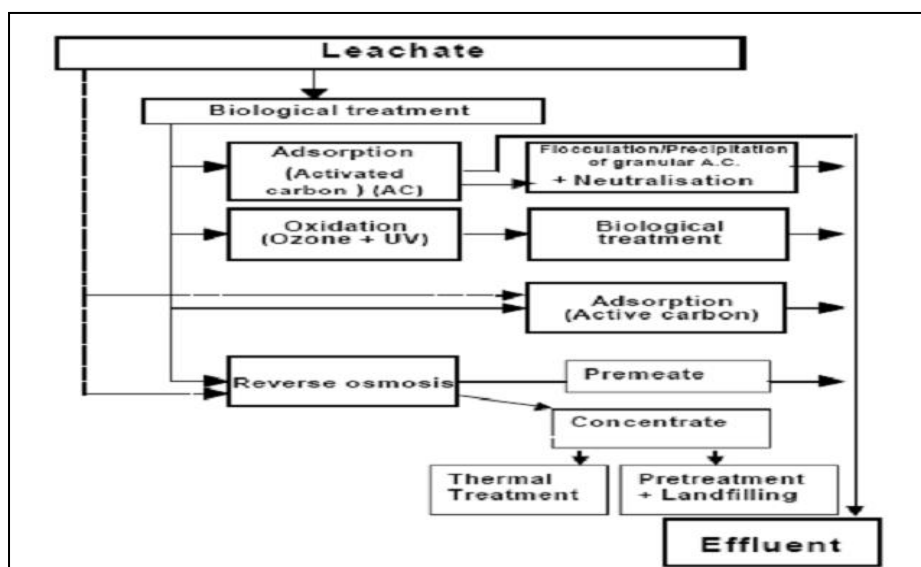
- **Închiderea depozitului și monitorizarea postînchidere:** utilizând metodele următoare:
  - Tehnologia stratului superior de acoperire;
  - Macro – încapsulare;
  - Îngroparea sigură pe teren;
  - Exploatarea depozitelor de deșeurii;
  - Extracție și tratare în afara perimetrului.

Schema următoare prezintă principalele forme de presiuni asupra mediului exercitate de depozite.



**Figura 34: Impacte de mediu generate de depozite**

Trebuie acordată o atenție specială colectării și tratării levigatului și biogazului. Rutele alternative pentru tratarea levigatului includ:



**Figura 5: Tratarea levigatului**

Printre problemele tipice legate de generarea gazului de depozit se numără:

- Metanul contribuie de 21 ori mai mult ori decât bioxidul de carbon la generarea efectului de seră și schimbările climatice;
- Metanul este inflamabil la concentrații între 5 și 15% în aer, ceea ce poate duce la riscuri de incendii și explozii dacă se permite acumularea acestuia în spații închise;
- Gazul de depozit poate acționa ca un asfixiant;
- Gazul de depozit este mirositor și coroziv.

Biogazul poate fi valorificat energetic sau eliminat prin ardere, după cum urmează:

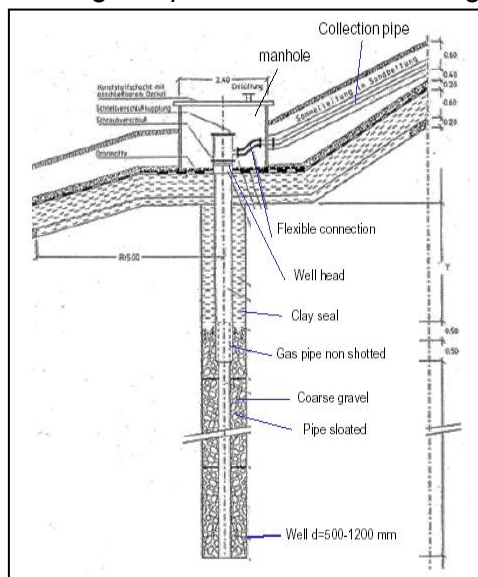


Figura 36: Colectarea biogazului

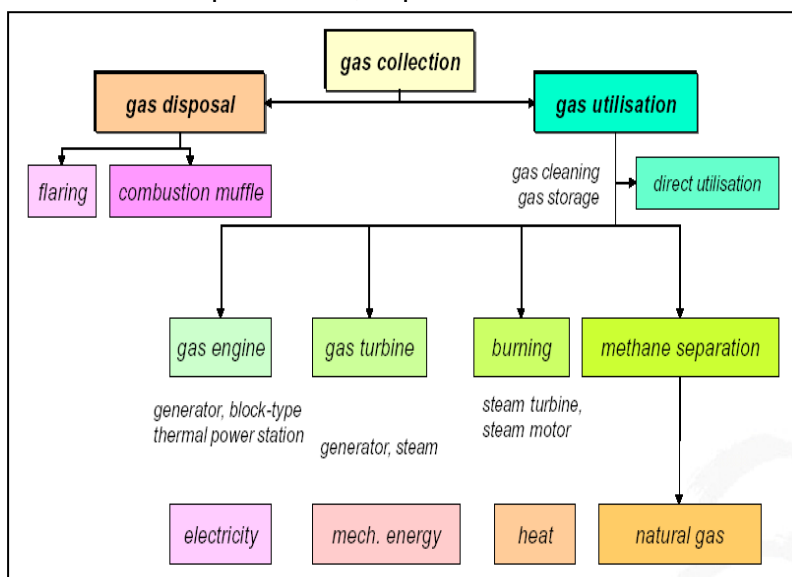


Figura 37: Utilizarea biogazului

Și transportul deșeurilor la depozite cu ajutorul unor vehicule de mare tonaj generează impacte semnificative asupra mediului.