

GESTIONAREA DEȘEURILOR

Colectare. Sortare. Depozitare

DTV II

Renata BRUDAȘCĂ

15 mai 2014

Rezumat

Prin colectarea deșeurilor menajere se înțelege efectuarea operațiilor de strângere, prelucrare și transport a acestor deșeuri în vederea valorificării și neutralizării lor. Operația de colectare și depozitare a deșeurilor urbane revine în sarcina primăriilor, care prin regiile proprii sau prin firme private ce au contracte cu primăriile au sarcina să se ocupe de colectarea, transportul și depozitarea deșeurilor.

1 Noțiuni introductive

Conform legii numărul 211/2011 privind regimul deșeurilor, republicată în 2014 în Monitorul Oficial, Partea I nr. 220 din 28 martie 2014, gestionarea deșeurilor înseamnă colectarea, transportul, valorificarea și eliminarea deșeurilor, inclusiv supervizarea acestor operațiuni și întreținerea ulterioară a amplasamentelor de eliminare, inclusiv acțiunile întreprinse de un comerciant sau un broker.

Înainte de deceniul al zecelea sistemul de colectare și valorificare a deșeurilor era un sistem centralizat, dar destul de bine organizat, în special pentru materialele metalice și hârtie. La nivelul fiecărui județ exista câte o întreprindere de colectare, recuperare și valorificare a materialelor refofosibile.

Astăzi se încearcă creșterea aportului populației, precum și a primăriilor la activitatea de colectare și valorificare a deșeurilor valorificabile. Există elaborat un program de cercetare științifică, dezvoltare tehnologică și de introducere a progresului tehnic, care cuprinde în principal teme și studii privind valorificarea unor materiale refofosibile, dar care încă în prezent nu sunt valorificate la nivelul potențialului existent. Este vorba de exemplu de cercetări în domeniul tehnologiei de măcinare criogenică a anvelopelor cu cord metalic, care nu mai pot fi reșapate, refofosirea polipropilenei provenite de la obiectele de uz casnic, folosirea componentelor din bateriile auto și din bateriile clasice etc.

1.1 Definiții

Autorități competente leg (2011) - autoritățile publice pentru protecția mediului, respectiv autoritatea publică centrală pentru protecția mediului, Agenția Națională pentru Protecția Mediului, agențiile pentru protecția mediului, Administrația Rezervației Biosferei ”Delta Dunării”, precum și alte autorități care potrivit competențelor legale asigură reglementarea și controlul activităților în domeniul gestionării deșeurilor;

Broker leg (2011) - orice întreprindere/operator economic care se ocupă de valorificarea sau eliminarea deșeurilor în numele altor persoane, inclusiv brokerii care nu intră fizic în posesia deșeurilor;

Colectare leg (2011) - strângerea deșeurilor, inclusiv sortarea și stocarea preliminară a deșeurilor în vederea transportării la o instalație de tratare;

Colectarea separată leg (2011) - colectarea în cadrul căreia un flux de deșeuri este păstrat separat în funcție de tipul și natura deșeurilor, cu scopul de a facilita tratarea specifică a acestora;

Deșeu leg (2011) - orice substanță sau obiect pe care deținătorul îl aruncă ori are intenția sau obligația să îl arunce;

Eliminare leg (2011) - orice operațiune care nu este o operațiune de valorificare, chiar și în cazul în care una dintre consecințele secundare ale acesteia ar fi recuperarea de substanțe sau de energie;

Producători de deșeuri leg (2011) - orice persoană ale cărei activități generează deșeuri, producător de deșeuri sau orice persoană care efectuează operațiuni de pretratare, amestecare ori de alt tip, care duc la modificarea naturii sau a compoziției acestor deșeuri;

Reciclare leg (2011) - orice operațiune de valorificare prin care deșeurile sunt transformate în produse, materiale sau substanțe pentru a-și îndeplini funcția inițială ori pentru alte scopuri. Aceasta include retratarea materialelor organice, dar nu include valorificarea energetică și conversia în vederea folosirii materialelor drept combustibil sau pentru operațiunile de umplere;

Reutilizare leg (2011) - orice operațiune prin care produsele sau componentele care nu au devenit deșeuri sunt utilizate din nou în același scop pentru care au fost concepute;

Tratare leg (2011) - operațiunile de valorificare sau eliminare, inclusiv pregătirea prealabilă valorificării sau eliminării;

Valorificare leg (2011) - orice operațiune care are drept rezultat principal faptul că deșeurile servesc unui scop util prin înlocuirea altor materiale care ar fi fost utilizate într-un anumit scop sau faptul că deșeurile sunt pregătite pentru a putea servi scopului respectiv în întreprinderi ori în economie în general.

2 Precolectarea deșeurilor

Premergător operației de colectare a deșeurilor menajere, care se realizează de către regiile locale sau societățile comerciale înființate cu acest scop, există o fază foarte importantă pentru creșterea eficienței activității de valorificare a deșeurilor. Această fază este materializată prin „precolectarea deșeurilor”, operație care se realizează de către locatari sau de către personalul care efectuează operații de curățenie a birourilor, magazinelor, hotelurilor etc.

Deci, precolectarea este operația de strângere și depozitare pe termen limitat a deșeurilor menajere din cadrul caselor, locuințelor, blocurilor de locuințe, magazine, instituții etc.

Precolectarea are două faze:

- precolectarea primară - care constă din strângerea deșeurilor și depozitarea lor în recipiente mici, construiți în mod special sau improvizați, chiar la locul producerii acestora, respectiv la nivelul locuințelor,
- precolectarea secundară - care se referă la adunarea deșeurilor rezultate din precolectarea primară și depozitarea lor în containere, pubele, așezate în camere speciale, spații amenajate, platforme de depozitare etc.

În final, colectarea propriu-zisă este operația de ridicare a deșeurilor de la punctele de precolectare secundară și transportul acestora la centrul municipal de depozitare, valorificare sau neutralizare a acestora.

Pentru colectarea primară a reziduurilor menajere se folosesc diverse metode ce depind de natura și modul de construire a locuințelor, de preocuparea locatarilor pentru gestionarea deșeurilor, de posibilitățile economice ale locatarilor etc.

Astfel în apartamentele, unde preselecția se face de către locatari, ar trebui să existe pubele din materiale plastice cu o capacitate de 15 litri. În cazul în care dorim ca locatarii să facă o preselecție a deșeurilor, atunci este nevoie de mai multe pubele sau de pungii din materiale plastice de diferite culori, care să diferențieze prin culoare conținutul pungii, spre exemplu:

- neagră pentru deșeuri organice (resturi de mâncare, zarzavaturi etc.),
- verde pentru hârtie,
- galben pentru materiale plastice,
- albastru pentru sticle etc.

Pentru colectarea secundară este nevoie de platforme de precolectare. Aceste platforme sau incinte de precolectare trebuie să îndeplinească anumite cerințe din punct de vedere igienico-sanitar, precum și din punct de vedere estetic. Unele din cerințele minimale pentru amenajarea platformelor de precolectare sunt următoarele:

- platformele de precolectare trebuie asociate cu alte spații de utilizare a comunității de locatari, cum ar fi zona bățătoarelor de covoare, a garajelor, a amenajării pentru depozitarea unor materiale re folosibile etc.,
- platformele trebuie înconjurate de arbori, gard viu, garduri din beton sau materiale plastice etc.,
- plasarea acestor platforme trebuie făcută la o anumită distanță minimă de bloc, într-o poziție care să asigure o bună ventilare a spațiului și o dirijare a curenților de aer spre o direcție contrară față de poziția blocului,

- platforma trebuie acoperită împotriva intemperiilor și trebuie să dispună de gură de canal și de o sursă de apă pentru spălarea platformei,
 - platforma trebuie să asigure intrarea ușoară a autogunoierelor,
 - nu se admite ca amplasarea acestor platforme să se facă între blocuri sau lângă spațiile de joacă pentru copii,
 - distanța minimă admisă pentru plasarea unei platforme pentru precolectarea secundară față de bloc este de 15 m și distanța maximă este de 100 m,
 - platforma de precolectare se dimensionează pe baza numărului populației ce este deservită de această platformă și ținând seama de dimensiunea pubelelor și a autovehiculelor speciale ce trebuie să aibă acces.
- Numărul necesar de pubele ce trebuie să deservească o anumită zonă este dată de următoarea formulă:

$$n = \frac{a * N * z}{c * v}$$

Nemeș and V. (2008)

unde:

- n - numărul de containere sau pubele,
- N - numărul populației,
- a - cantitatea medie de deșuri pe om și zi (a este în medie $2 \frac{l}{zi * om}$),
- z - intervalul maxim de timp între două colectări,
- c - coeficientul de umplere al containerului sau pubelei (c = 0,8),
- v - volumul pubelei sau a containerului.

În general astăzi pubelele din metal sunt tot mai mult înlocuite cu "europubele" din polietilenă cu o capacitate de 120 l și 140 l. Aceste "europubele" sunt robuste, au un sistem de prindere mecanizat, fapt ce asigură descărcarea lor mecanizată, în zona solicitată mecanic au perete dublu, sunt realizate din materiale reciclabile, sunt rezistente la coroziune și construcția lor permite introducerea unor saci din material plastic în interior, astfel că se asigură o igienă superioară acestor pubele.

Aceste containere de mari dimensiuni asigură o creștere a productivității muncii societăților de colectare a deșeurilor menajere, dar sunt puțin rezistente la coroziune, se degradează repede și sunt inestetice.

În ultima perioadă de timp au apărut, mai ales în țările vestice dar și în cele din Europa Centrală, containere de dimensiuni medii, confecționate din aliaj de aluminiu sau din tablă de oțel zincată, care rezistă timp mai îndelungat la coroziune, au un sistem de închidere performant, fapt ce împiedică pătrunderea rozătoarelor în aceste containere, precum și reduce eliminarea mirosurilor neplăcute din container. De asemenea aceste containere dispun de roți cu care pot fi deplasate cu ușurință din apropierea blocurilor la zona în care poate acționa cu ușurință autovehiculul special de descărcare.

3 Colectarea deșeurilor

Colectarea și transportul deșeurilor și a materialelor reciclabile reprezintă o componentă importantă în procesul de gestionare a deșeurilor, deși aceasta este de cele mai multe ori subevaluată, ea reprezintă între 60% - 80% din costul total de gestionare a deșeurilor și materialelor reciclabile.

Pentru realizarea eficientă și organizarea optimă a colectării și a transportului deșeurilor se vor avea în vedere anumite caracteristici de referință precum:

- mărirea zonei de colectare;
- structura economică a zonei;
- nivelul de trai al populației;
- condițiile urbanistice;
- cerințele clienților;
- alegerea sistemului adecvat de colectare.

Astfel există 2 moduri de colectare în funcție de „interesul” populației, adică dacă este capabil să își sorteze deșeurile sau nu: colectare selectivă sau în amestec. În localitatea care face subiectul proiectului, există ambele.

3.1 Colectarea în amestec

Colectarea în amestec este cea mai simplă metodă de colectare. Totodată, acest mod de colectare limitează posibilitățile ulterioare de reciclare și tratare a deșeurilor. Colectarea în amestec a deșeurilor nu implică nici un efort din partea generatorului de deșeuri, în ceea ce privește selectarea pe tipuri de deșeuri.

Cantitatea materialelor reciclabile sortate este inferioară după ce acestea au fost amestecate în recipientele autovehiculelor de colectare uneori chiar comprimate sau mărunțite. Materialele reciclabile sortate pot fi murdare sau umede, ceea ce le face greu de procesat sau valorificat în continuare. Preluarea amestecată a tuturor grupurilor de materiale reciclabile a demonstrat că plasticul este greu de sortat în instalații de sortare obținând doar parțial materiale pentru procesul de reciclare.

3.2 Colectarea selectivă

Colectarea selectivă presupune un nivel de educație mai înaltă și un efort depus în plus din partea generatorilor de deșeuri. Colectarea poate fi „din poartă în poartă” sau în centre de colectare, care pot fi atât firme terțe care se ocupă doar cu această operațiune, ori alte instituții care oferă această posibilitate (de exemplu Hypermarketul Cora în România sau Lidl, Rewe, etc. în Germania). Pentru a promova colectarea selectivă, autoritățile competente au introdus un sistem de recompensare a generatorilor de deșeuri, astfel pentru 1 kg de PET returnat într-un centru de colectare este de circa 1,8-3 lei, depinde de culoarea acestuia, respectiv de firma colectoare.

Rusu and Bejan (2006)

4 Transportul

Cele mai mari cheltuieli din cadrul operațiilor de colectare, transport și depozitare a deșeurilor menajere sunt cele cu combustibilul și întreținerea autovehiculelor de transport.

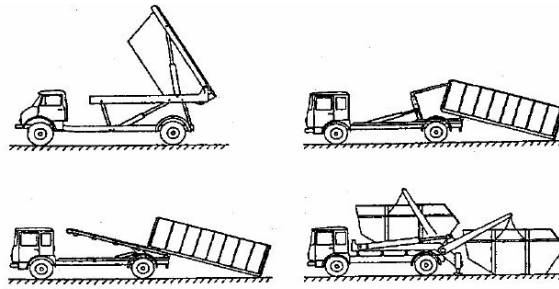


Figura 1: Tipuri de gunoiere fără compactoare
MMGA (2006)

În ceea ce privește transportul containerelor mari, pentru aceasta s-au realizat autovehicule specializate, care realizează atât încărcarea containerului pe șasiul autovehiculului, cât și descărcarea lui. În figura de mai sus sunt prezentate astfel de autovehicule pentru containere mari metalice.



(a) cu încărcare din spate (b) cu încărcare laterală (c) multicompartimentat



(d) cu încărcare frontală în etape (e) cu încărcare frontală

Figura 2: Gunoiere cu compactoare

În majoritatea țărilor din Europa se utilizează pentru transportul deșeurilor menajere autovehicule compactoare, care realizează o dată cu încărcarea

deșeurilor și compactarea acestora. Aceste instalații asigură descărcarea mecanizată în principal a pubelelor și a containerelor.

5 Sortarea deșeurilor

Într-o serie de țări s-a dezvoltat tehnologia de împachetare a deșeurilor. În principiu această tehnologie constă în selectarea deșeurilor pe tipuri de deșeuri:

- deșeuri combustibile
- deșeuri utilizate pentru realizarea compostului pentru agricultură
- deșeuri de hârtie
- deșeuri de materiale plastice

Aceste deșeuri astfel selectate sunt mărunțite și presate în formă cilindrică, cu un diametru de circa 1 m și o masă de circa o tonă. Acești cilindri se învelesc într-o folie din materiale plastice impermeabile și astfel se pot păstra un anumit timp, șase luni până la un an, urmând a fi utilizate după necesități. Astfel deșeurile combustibile din Italia sau Elveția, după împachetare sunt transportate în Germania și arse în perioadele reci ale anului pentru obținerea energiei termice. Alte țări care nu dispun de spații de depozitare a deșeurilor procedează la această împachetare pentru a putea transporta aceste deșeuri mai ușor în alte țări pentru a fi procesate. Prin acest procedeu se micșorează semnificativ volumul deșeurilor. Această tehnologie este un procedeu de conservare pe o anumită perioadă a deșeurilor până la prelucrarea definitivă a acestora.



Figura 3: Sortare manuală
Arad (2007)

Tehnicile și metodele de selectare a deșeurilor depind de natura și structura acestora. În cazul deșeurilor solide, sistemul de selectare cel mai des utilizat la noi în țară este cel manual, dar care nu este bine organizat. Selectarea se face fie la locul de precolectare fie la groapa de gunoi.

Problema principală în acest caz este reducerea poluării activității de selectare, colectare și transport, ținând seama de neetanșeitățile mijloacelor de transport, poluarea produsă de mijloacele de transport, manipularea neglijentă a deșeurilor, lipsa unor containere ecologice etc.

Pe plan mondial s-au încercat diferite soluții pentru eliminarea neajunsurilor mai sus menționate, cum ar fi:

- evacuarea gunoaielor menajere prin rețeaua de canalizare, după o mărunțire prealabilă (ex. Italia, Franța, Anglia),
- evacuarea deșeurilor solide pe cale pneumatică prin conducte speciale (ex. în satul olimpic de la München în 1974),
- arderea deșeurilor chiar la locul de producere (fără rezultate semnificative).

Țările dezvoltate economic, însă au făcut eforturi deosebite pentru realizarea unei colectări preselective. Acest lucru s-a putut realiza numai cu implicarea primăriilor, care au făcut eforturi pentru:

- instalarea în apropierea blocurilor a unor containere speciale pentru diverse deșeuri,
- amplasarea de containere de mari dimensiuni în cartiere, în apropierea zonelor comerciale pentru colectarea sticlelor, hârtiei, materialelor plastice,
- mobilizarea cetățenilor pentru a participa activ la această activitate cu caracter ecologic.

Dintre țările europene care au aplicat cu succes acest procedeu de preselectare menționăm Austria, Germania, Luxemburg și Elveția. Dintre avantajele colectării preselective menționăm:

- recuperarea ușoară a materialelor re folosibile, cum ar fi: hârtia, sticla, metalul, materialele plastice,
- reducerea cantității de deșeuri casnice,
- tratarea mai ușoară prin compostare a deșeurilor,
- reducerea cheltuielilor cu selectarea deșeurilor.

În unele țări, cum ar fi Statele Unite ale Americii s-a impus tehnologia de selectare a deșeurilor după colectare. În acest sens deșeurile sunt colectate centralizat, transportate la o stație de selectare, unde deșeurile sunt depuse pe

benzi transportoare de mari dimensiuni, de unde în mod manual se separă componentele: hârtie, materiale plastice, metale, sticle etc. La sfârșitul benzii transportoare rezultă doar deșeuri de natură organică ce se pot procesa prin compostare sau se pot depozita.

6 Depozitarea

Depozitarea deșeurilor este o problemă cu care se confruntă atât marile orașe cât și comunele mici, ca urmare a faptului că an de an acestea se acumulează și spațiile de depozitare nu mai permit depozitarea acestora.

Cu cât densitatea populației este mai mare cu atât problemele legate de depozitarea deșeurilor sunt mai greu de rezolvat.

Principalele obiective ale gestiunii ecologice a deșeurilor solide sunt:

- protejarea sănătății oamenilor
- protejarea mediului înconjurător
- menținerea curățeniei publice
- conservarea resurselor naturale prin reducerea volumului deșeurilor și reciclarea acestora.

La noi în țară, metoda cel mai frecvent utilizată este depozitarea deșeurilor pe terenuri neproductive. Doar după 1982 s-au făcut demersuri pentru proiectarea și realizarea unor instalații pentru incinerarea deșeurilor.

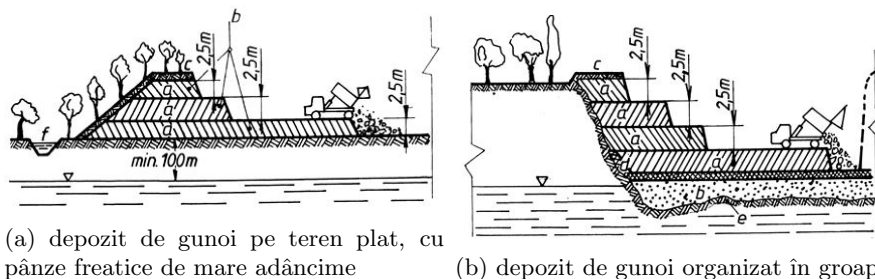
În ceea ce privește depozitarea gunoaielor cel mai utilizat procedeu este depozitarea acestora în apropierea localităților în locuri special amenajate, numite gropi ecologice. Condițiile de amplasare a acestor gropi ecologice sunt foarte riguroase și severe, ca de exemplu:

- distanța minimă de un curs de apă este de 150 m
- înălțimea maximă a unui strat de gunoi este de 1,8 m
- acoperirea straturilor de gunoi zilnic cu un strat de pământ de minim 20 cm
- separarea gropii de gunoi de pânzele freatice
- materialele ce se descompun ușor și sunt periculoase se vor depozita separat și se vor îngropa
- groapa de gunoi se amplasează la o distanță de minim 1 km de orice localitate
- construcția și închiderea definitivă a gropilor de gunoi se face cu respectarea strictă a legislației în vigoare

Aceste restricții ridică mult costurile de depozitare, chiar dacă se accepta sistemul sandwich.

În general, atât la proiectarea, amenajarea, cât și la exploatarea acestor spații de depozitare a gunoaielor, trebuie avute în vedere câteva considerente strict necesare pentru a asigura un minim de siguranță pentru protecția mediului. Astfel, stabilirea amplasamentului pentru depozitarea gunoaielor trebuie făcută cu acordul organelor sanitare, inspectoratelor pentru protecția mediului, Regia Apelor Române, primăriei etc. Este obligatorie respectarea unor condiții de amplasare în raport cu existența unor ape de suprafață, pânze freatice, localități etc.

O atenție deosebită trebuie acordată pregătirii terenului destinat depozitării gunoaielor. Terenul trebuie să asigure imposibilitatea contaminării pânzelor freatice sau a apelor de suprafață. De aceea terenul trebuie izolat de pânzele freatice prin geomembrane.



(a) depozit de gunoi pe teren plat, cu pânze freatice de mare adâncime

(b) depozit de gunoi organizat în groapă

Figura 4: Modalități de amenajare a unor gropi ecologice

După terminarea umplerii depozitului, suprafața trebuie acoperită cu materiale adecvate, de regulă pământ fertil și eventual se pot planta pomi. Depozitul trebuie împrejmuit cu un gard corespunzător pentru a împiedica accesul persoanelor străine în zonă. Terenul astfel acoperit poate fi utilizat pentru realizarea unui parc, pentru diverse activități sportive, sau pentru construcții. Important de reținut este faptul că terenul trebuie însă supravegheat în continuare pentru că există pericolul unor alunecări de teren, se pot produce gaze naturale și poate să apară pericolul unor incendii sau explozii. De asemenea nu se recomandă plasarea de conducte subterane în această zonă întrucât persistă încă mult timp pericolul corodării acestora de către diversele substanțe chimice ce se găsesc în stratul de gunoi.

Legislația europeană recomandă supravegherea gropii de gunoi timp de circa 30 de ani și nu se permite realizarea de construcții pe aceste suprafețe. În țările dezvoltate, gropile ecologice sunt izolate cu geomembrane sintetice pe bază de țesături impregnate, dar existând posibilitatea formării de gaze naturale, sunt prevăzute cu sisteme de captare a acestora. Sistemele de realizare a unor gropi ecologice de gunoi sunt diverse și depind de structura geologică a solului, condițiile naturale, volumul de deșeuri, structura deșeurilor, condițiile meteorologice ale zone, riscul de inundații, distanța de la

localitatea de colectare a deșeurilor etc.

Metodele de colectare a gazelor produse în urma fermentației gunoaielor diferă în funcție de scop. Dacă se dorește evacuarea gazelor (la închiderea unui depozit mai vechi) atunci se realizează o colectare numită pasivă. Scopul acestei colectări este evacuarea în atmosferă a gazelor produse pentru a evita acumularea de gaze combustibile. Acest tip de colectare se practică în cazul unor depozite vechi care nu mai prezintă interes economic. Dacă se dorește colectarea și valorificarea energetică a gazelor produse atunci avem de a face cu un sistem de colectare activă a acestora, ceea ce presupune investiții mai mari.

6.1 Colectarea pasivă a biogazului

Se bazează pe presiunea naturală din groapa de gunoi sau celulele de fermentare.

Un astfel de sistem de colectare activă trebuie să dispună de următoarele componente:

- Puțuri colectoare,
- Conducte de transport,
- Suflantă sau compresor,
- *Sistem de înmagazinare a gazelor captate. (opțional)*

Puțurile pasive sunt amplasate până la adâncimi de 10 - 15 m de la nivelul superior al gunoiului.

6.2 Colectarea activă a biogazului

În principiu, această metodă nu se deosebește semnificativ de cea pasivă, cu precizarea că sistemul de evacuare a gazului format în stratul de gunoi este cuplat la o serie de conducte de colectare centralizată a acestuia și care dispune de un sistem de suflantă sau compresor, care crează o depresiune în sistem și astfel forțează evacuarea gazului din interiorul stratului. În acest caz se pun probleme mai speciale de etanșare a volumului de gunoi și a sistemului de conducte pentru a nu pătrunde aer din exterior în stratul de gunoi. Din aceste considerații în cazul colectării active a gazelor trebuie să se acorde o atenție deosebită etanșeității gropii de gunoi.

Stabilirea distanțelor dintre sonde este dictată de raza de acțiune a unei sonde.

Măsurătorile efectuate pentru a determina distanța de acțiune a unei sonde s-au făcut în situația sistemelor de sonde legate la o suflantă.

Literatura de specialitate din Statele Unite ale Americii recomandă următoarea formulă pentru a determina mai precis raza de acțiune a unei sonde:

$$k = \frac{p_V * R^2 * \ln \frac{R}{r} * \mu_b * \rho_d * Q_b * E_a}{M * (p_b^2 - p_c^2) * \frac{L_c}{h_c}}$$

,unde

$k [cm^2]$ = indice de permeabilitate internă a stratului de gunoi;

$p_V [\frac{m^3}{m^3h}]$ = captarea specifică a volumului de biogaz;

$R [m]$ = raza de acțiune a sondei;
 $r [m]$ = raza interioară a conductei sondei;
 $\mu_b [Pa \cdot sec]$ = vâscozitatea biogazului;
 $\rho_d [\frac{kg}{m^3}]$ = densitatea gunoiului compactat;
 $Q_b [\frac{m^3}{sec}]$ = debitul de producere a biogazului;
 $E_a [\%]$ = eficiența sistemului de colectare a gazelor produse;
 $M [t]$ = capacitatea celulei de fermentare;
 $p_b [\frac{Pa}{m^2}]$ = presiunea biogazului în interiorul celulei de fermentare;
 $p_c [\frac{Pa}{m^2}]$ = presiunea la capul sondei;
 $L_c [m]$ = lungimea zonei de captare a sondei;
 $h_c [m]$ = adâncimea celulei de fermentare.

Nemeș (2006)

Suprafața de acțiune a unei sonde este suprafața cercului cu raza de 20 metri, deci:

$$s = \frac{\pi * d^2}{4} = \frac{3,14 * 40^2}{4} = 1256,6m^2$$

Împărțind suprafața totală a depozitului de gunoi la suprafața de acțiune a unei sonde se obține numărul teoretic de sonde, fără a ține seama de efectul de margine.

Stabilirea dimensiunii unei sonde se face în funcție de grosimea stratului de gunoi, iar deasupra solului înălțimea să fie de minim un metru. Partea superioară a tubului de PCV se curbează pentru a nu pătrunde apa pluvială în stratul de gunoi.

Tubul este prevăzut cu orificii la partea inferioară pentru captarea gazelor și etanșat la sol la partea superioară. Se recomandă ca la realizarea tubului să se utilizeze un material rezistent la coroziune, respectiv PCV sau oțel inoxidabil, iar diametrul tubului se recomandă să fie de 200 mm.

Bibliografie

(2011). Legea nr 211 din 2011 privind regimul deșeurilor. Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 757 din 12 noiembrie 2012.

Arad, V. (2007). Colectarea selectivă a deșeurilor se va face într-o serie de localități din județ.

MMGA (2006). Metode si tehnologii de valorificare a deșeurilor. *INCDPM - ICIM București: Studiu privind metodele și tehnicile de gestionare a deșeurilor.*

Nemeș, O. (2006). *Cursuri Deșeuri și Tehnologii de valorificare II.*

Nemeș, O. and V., S. (2008). *Deșeul - sursă de venit.* U.T.CLUJ.

Rusu, T. and Bejan, M. (2006). *Deșeul - sursă de venit.* Editura MEDIAMAR.