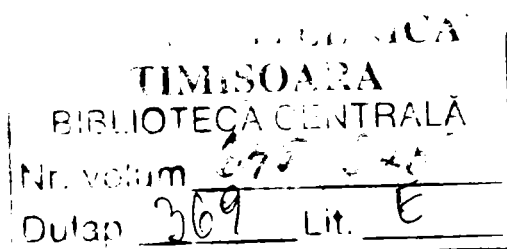

UNIVERSITATEA POLITEHNICĂ TIMIȘOARA
FACULTATEA DE HIDROTEHNICĂ

Ing.Mircea MANCIA

TEZA DE DOCTORAT
DEPOZITE DE DEȘEURİ



Coordonator științific:
Prof.Dr.Ing. Andrei WEHRY

CUPRINS

INTRODUCERE	Pag. 1
CAPITOLUL 1. SITUAȚIA ACTUALĂ A UNOR DEPOZITE DE DEȘEURI DIN ROMÂNIA	3
1.1. Generalități , condiții tehnico – economice și calitative cerute amplasamentului unui depozit	8
1.1.1. Schema generală a unui depozit de deșeuri	8
1.2. Probleme tehnologice și de exploatare aferente prelungirii activității la depozitul de deșeuri Timișoara – Parța	14
1.2.1. Prezentarea situației	14
1.2.2. Măsuri pentru îmbunătățirea gestionării deșeurilor	15
1.2.3. Soluția tehnică pentru drenarea apei din depozitul de deșeuri Parța	24
1.2.4. Concluzii privind depozitul de deșeuri Parța	27
1.2.5. Varianta de construire a unui nou depozit de deșeuri la Parța similar ca la Zagreb	28
1.3. Depozitul de deșeuri Ovidiu	29
1.4. Depozitul de deșeuri A.S.A. Arad	31
1.4.1. Prezentarea generală	31
1.4.2. Bioreactorul anaerob	32
1.4.3. Estimările proiectului pentru depozitul ecologic de deșeuri A.S.A. Arad	35
1.4.4. Concluzii	47
1.5. Depozitul ecologic de deșeuri Oradea	55
1.5.1. Date generale	55
1.5.2. Descrierea obiectivului	55
1.5.3. Date constructive ale depozitului	56
1.5.3.1. Detalii de amplasament, etape de realizare, suprafețe ocupate	56
1.5.3.2. Detalii de stratificații la radier și acoperiș	57
1.5.3.3. Sistemul de monitorizare	60
1.5.3.4. Colectarea, evacuarea levigatului ce se formează la suprafața depozitului, strat de drenaj de suprafață	60
1.5.3.5. Recuperarea, evacuarea și tratarea gazului de depozit	60
1.5.4. Compostarea deșeurilor	61
1.5.5. Hala de sortare deșeuri	62
1.5.6. Surse de poluanți și protecția factorilor de mediu	64
1.5.6.1. Emisii de poluanți în ape și protecția calității apelor	67
1.5.6.2. Emisii de poluanți în aer și protecția calității aerului	67
1.5.6.3. Gospodărirea deșeurilor	67
1.5.6.4. Gospodărirea substanțelor toxice și periculoase	67

1.5.7. Impactul produs asupra mediului înconjurător	67
1.5.7.1. Impactul produs asupra apelor	67
1.5.7.2. Impactul produs asupra aerului	68
1.5.7.3. Impactul produs asupra vegetației și faunei terestre	69
1.5.7.4. Impactul produs asupra solului și subsolului	70
1.5.7.5. Impactul produs asupra așezărilor umane și a altor obiective	70
1.5.7.6. Evaluarea riscului declanșării unor accidente sau avarii cu impact major asupra sănătății populației și mediului înconjurător	70
1.5.8. Măsuri de diminuare sau eliminare a impactului produs asupra mediului	71
1.5.9. Concluzii	75

CAPITOLUL 2. GESTIUNEA DEȘEURILOR

2.1. Introducere	79
2.2. Scurt istoric al dezvoltării activităților de gestiune a deșeurilor	80
2.3. Sisteme de gestiune (management) a deșeurilor solide	81
2.3.1. Obiective și cerințe	81
2.3.2. Necesitatea și cerințele planificării privind deșeurile solide	85
2.3.3. Principii de gestiune	86
2.3.4. Conținutul documentațiilor pentru fundamentarea sistemului de gestiune a deșeurilor	87
2.3.5. Aspecte economice	88
2.3.6. Legislația europeană privind deșeurile	89
2.3.7. Legislația privind deșeurile solide menajere și asimilabile în România	91
2.4. Deșeurile – definiție categorii	94
2.4.1. Deșeuri urbane	94
2.4.2. Deșeuri agricole	96
2.4.3. Deșeuri industriale	96
2.4.4. Deșeuri speciale	96
2.5. Indicatori de mediu pentru deșeuri	97
2.6. Metode de colectare a deșeurilor – colectarea selectivă	99
2.6.1. Sortarea materialelor plastice	101
2.6.2. Sortarea sticlei	101
2.6.3. Sortarea maculaturii	102
2.6.4. Presortarea	102
2.7. Categoriile de deșeuri generate în România	104
2.7.1. Deșeuri urbane	104
2.7.2. Deșeuri biodegradabile	109
2.7.3. Deșeuri industriale	111
2.7.3.1. Deșeuri periculoase	113
2.8. Nămoluri	116
2.9. Tendințe privind generarea deșeurilor	116
2.9.1. Prognoza privind generarea deșeurilor municipale	122
2.9.2. Prognoza deșeurilor de producție	123
2.9.3. Inițiative adoptate pentru reducerea impactului deșeurilor asupra mediului	123

2.10. Managementul și procesarea deșeurilor	126
2.10.1 Depozitarea	128
2.10.1.1. Depozitarea deșeurilor în România	133
2.10.2. Reciclarea	141
2.10.2.1. Valorificarea principalelor grupe de deșeuri în România la nivelul anului 2003	142
2.10.3. Incinerarea	149
2.10.4. Compostarea	152
2.10.4.1. Compostarea aerobă	153
2.10.4.2. Compostarea diferitelor tipuri de deșeuri	163
2.10.4.3. Probleme legate de implementarea facilităților de compostare	165
2.10.5 Tehnologii de utilizarea apelor uzate în agricultură	168
2.10.5.1. Probleme generale ale utilizării apelor uzate la irigarea terenurilor agricole	168
2.10.5.2. Câmpuri de infiltrație	169
2.10.5.3. Câmpuri de irigație	170
2.10.5.4. Stocarea dejecțiilor	172
2.10.5.5. Distribuția dejecțiilor prin galerii cârtiță	173
2.10.5.6. Îmbunătățirea calității managementului deșeurilor	174

CAPITOLUL 3. MATERIALE ȘI INSTALAȚII UTILIZATE ÎN CONSTRUCȚIA DEPOZITELOR DE DEȘEURI

3.1. Materiale geosintetice, elemente constructive, clasificări	179
3.1.1. Geotextile	182
3.1.2. Geomembranele	189
3.1.3. Geogriurile	192
3.1.4. Georețelele	196
3.1.5. Geocompozitele	198
3.2. Geotextile produse în România	202
3.2.1. Geotextile clasice	202
3.2.2. Geotextile speciale	207
3.2.3. Geotextile compuse	208
3.3. Utilizări ale materialelor geosintetice în execuția depozitelor de deșeuri	209
3.4. Punerea în operă a geotextilelor	211
3.4.1. Determinarea formei și dimensiunilor lucrării	212
3.4.2. Debitarea	213
3.4.3. Pregătirea suprafeței	213
3.4.4. Așternerea geotextilului	214
3.4.5. Îmbinarea fâșiilor	215
3.4.6. Fixarea geotextilului în amplasament	216
3.4.7. Încastrarea	216
3.4.8. Protecția finală și acoperire	217
3.4.9. Supravegherea lucrărilor	220
3.4.10. Verificarea și asigurarea calității materialelor puse în operă	220
3.5. Instalații și rețele de captare – drenaj aferente unui sistem de depozitare ecologică	234

CAPITOLUL 4. PROIECTAREA DEPOZITELOR DE DEȘURI

4.1. Variante constructive de alcătuire ale radierului și acoperișului unui depozit de deșuri	245
4.2. Drenajul interior și exterior al depozitelor de deșuri	251
4.2.1. Dimensionarea filtrului de geotextil	251
4.2.2. Dimensionarea unui drenaj cu nisip comparativ cu un geotextil	253
4.2.3. Drenarea acoperișului unui depozit	255
4.2.4. Drenajul depozitului de deșuri în timpul umplerii	255
4.3. Studii și cercetări de laborator asupra materialelor geosintetice	258
4.3.1. Permeabilitatea geotextilelor	258
4.3.2. Determinarea coeficientului de frecare	259
4.3.3. Încercarea la strivire a radierului	261
4.4. Stabilitatea la lunecare a stratelor de materiale geosintetice pe taluze și ancorarea cu geogriile	262
4.5. Calculul de stabilitate al acoperirilor minerale	266
4.5.1. Acțiunea forțelor de greutate ale stratului mineral	267
4.5.2. Acțiunea forțelor date de utilaje de construcții pe șenile	270
4.5.3. Acțiunea forțelor de infiltrație	272
4.5.4. Influența forțelor seismice asupra stabilității	277
4.5.5. Execuția unei berme la baza taluzului	279
4.5.6. Execuția de pante cu grosimi variabile ale stratului de acoperire	279

CAPITOLUL 5. STUDII ȘI DETERMINĂRI DE LABORATOR PENTRU MONITORIZAREA DEPOZITELOR DE DEȘURI

5.1. Prezentare generală	287
5.2. Monitoringul depozitelor de deșuri	288
5.2.1. Controlul eficienței etanșării unui depozit cu aparatura tip GEOLOGGER	289
5.2.2. Controlul eficienței etanșării unui depozit cu aparatura tip LUMBRICUS și TAUPE	290
5.2.2.1. Aparatele LUMBRICUS – TAUPE	291
5.3. Asocierea geocompozit bentonitic – geomembrană	295
5.3.1. Concluzii privind utilizarea geocompozitelor bentonitice ca etanșări la depozitele de deșuri	297
5.4. Asocierea argilă – geomembrană	299
5.4.1. Particularități ale rocilor argiloase cu efecte antipoluante în depozitele de reziduuri menajere	300
5.4.2. Concluzii	303
5.5. Determinări experimentale asupra corelației dintre umiditatea argilei de etanșare și dimensiunile orificiilor accidentale produse de geomembranele acoperișurilor depozitelor de deșuri	303
5.5.1 Modelul fizic și analitic	304
5.5.1.1. Modelul fizic	304
5.5.1.2. Modelul analitic	304
5.5.1.3. Standul de laborator	308
5.5.1.4. Concluzii	310

CAPITOLUL 6. DEPOZITAREA DEȘEURILOR RADIOACTIVE, ȘLAMURI ȘI STERIL DIN INDUSTRIA EXTRACTIVĂ, NĂMOLURI

6.1. Depozitarea deșeurilor radioactive	311
6.2. Depozitarea prafului de minereu	312
6.3. Iaz cu șlamuri de la fosfați	312
6.4. Iaz cu șlamuri de la emulsii bituminoase	313
6.5. Nămolurile	315

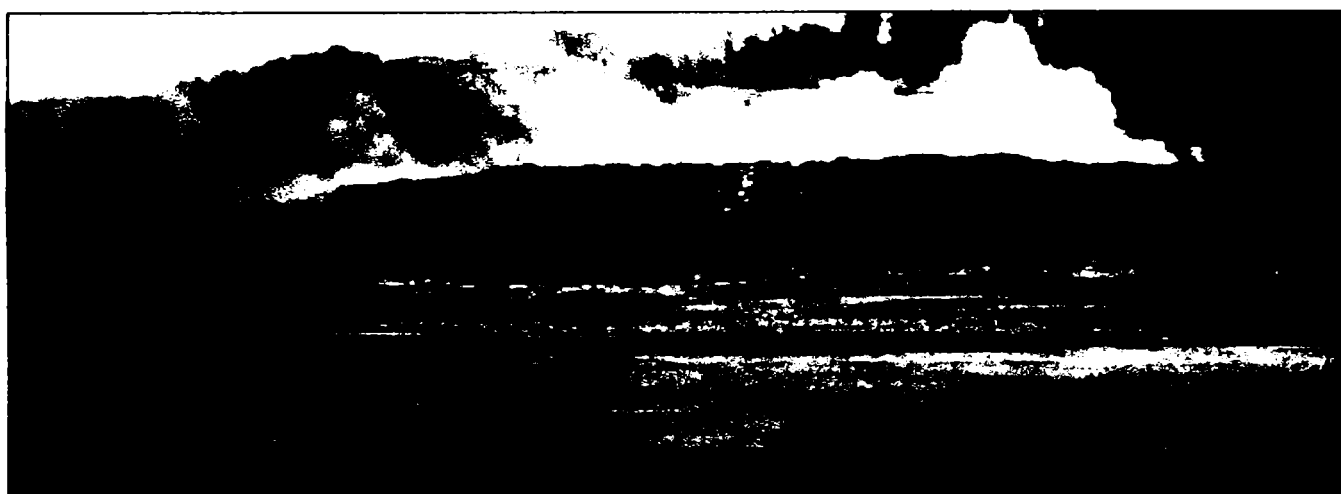
CAPITOLUL 7. ARGUMENTE TEHNICE, ECONOMICE ȘI ECOLOGICE LA ALEGEREA SISTEMULUI DE ETANȘARE LA DEPOZITELE DE DEȘEURI

7.1. Argumente tehnice pentru utilizarea geosinteticelor	318
7.1.1. În terenul de fundare	319
7.1.2. În sisteme de straturi de protecție pentru etanșare	320
7.1.3. În sisteme de colectare a levigatului	321
7.1.4. În sisteme de colectare și evacuare a biogazului	323
7.1.5. În corpul depozitului de deșeuri	324
7.1.6. În sistemul de închidere al depozitului	324
7.2. Argumente economice pentru utilizarea geosinteticelor	325
7.2.1. Factorii semnificativi care influențează elementele de cost	327
7.2.2. Costuri pentru gropi de gunoi cu izolare	328
7.3. Argumente ecologice	330
7.4. Alegerea sistemului de etanșare pentru depozitul de deșeuri menajere al orașului Sighișoara	331
7.4.1. Aspecte legate de folosirea argilelor ca strat de etanșare la depozitele de deșeuri	333
7.4.2. Varianta de amenajare cu argilă	334
7.4.3. Varianta de amenajare cu materiale geosintetice	335

CAPITOLUL 8. CONTRIBUȚII PERSONALE, CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

BIBLIOGRAFIE	339
---------------------	-----

INTRODUCERE



Una dintre cele mai acute probleme legate de protecția mediului, atât pentru România, cât și pentru celelalte țări, este reprezentată de generarea deșeurilor în cantități mari și gestiunea necorespunzătoare a acestora. Dezvoltarea economică din ultimii ani, creșterea producției și a consumului, dar și existența tehnologiilor și instalațiilor deja învechite din industrie, care consumă energie și materiale în exces, au condus, anual, la generarea de cantități mari de deșeurii. Gestiunea necorespunzătoare a deșeurilor conduce la numeroase cazuri de contaminare a solului și a apelor subterane și de suprafață, amenințând totodată și sănătatea populației.

Conform legislației în vigoare și a experienței europene în domeniu, deșeurile pot fi reutilizate de către agentul economic generator, pot fi tratate și reciclate de către reciclatori sau transferate către o stație de tratare (pentru reducerea gradului lor de pericolozitate) sau către un incinerator (pentru reducerea volumului).

Deșeurile nerecuperabile sunt, de obicei, depozitate, dar numai ca ultimă opțiune de eliminare. Fiecare etapă din gestiunea deșeurilor poate prezenta un potențial risc pentru mediu, deoarece diferitele metode de gestionare implica eliberarea de poluanți în mediu. Agricultură, mineritul, industria și activitățile gospodărești sunt surse importante de generare a deșeurilor, atât din punct de vedere cantitativ dar și din punct de vedere al impactului asupra mediului.

Deșeurile în societatea actuală reprezintă produse ce rezultă în cantități din ce în ce mai mari din activitatea umană și care, dacă nu sunt gestionate corespunzător, pot să ducă la poluarea solului, subsolului, apelor și aerului.

Din experiența acumulată în lume rezultă ca deșeurile au un mare potențial de valorificare a unor materii prime și materiale, ceea ce impune acțiuni de recuperare și folosire. Acțiunile operatorilor care se ocupă de colectare, transport, recuperare, folosire, incinerare și depozitare, au efect economic, unii obținând beneficii importante.

Deșeurile solide de proveniență menajeră, stradală, comercială, industrială, din construcții și demolări, nămolurile de la stații de epurare etc. sunt generate în cantități ce cresc, de la an la an, o dată cu dezvoltarea urbană, iar colectarea și tratarea lor a devenit o problemă acută pentru administrațiile locale.

În România, în etapa actuală de preaderare la U.E., se impun eforturi mari pentru dezvoltarea și modernizarea serviciilor de salubritate, contându-se pe stimularea implicării capitalului privat, atragerea fondurilor nerambursabile din străinătate, realizarea programelor de investiții finanțate cu sprijinul statului. În toate localitățile din țară trebuie fundamentate și promovate sisteme integrate de gestiune a deșeurilor care să aibă ca obiective: reducerea cantităților de deșeurii generate, reducerea cantităților de deșeurii depozitate (prin colectare selectivă, urmată de acțiuni vizând reciclarea și re folosirea cât mai avansată a unor componente – hârtie și carton, sticlă, textile, materiale plastice, ș.a.), îmbunătățirea sistemului de colectare și transport a deșeurilor (dotarea punctelor de colectare cu containere și europubele, dotarea cu autogunoiere compactoare, ș.a.), construirea unor depozite ecologice de deșeurii, conștientizarea populației în ce privește gospodărirea deșeurilor la nivelul standardelor europene.

Capitolul 1

SITUAȚIA ACTUALĂ A UNOR DEPOZITE DE DEȘEURI DIN ROMÂNIA

1.1. GENERALITĂȚI, CONDIȚII TEHNICO – ECONOMICE ȘI CALITATIVE CERUTE AMPLASAMENTULUI UNUI DEPOZIT ECOLOGIC DE DEȘEURI

Depozitele de deșeuri, în general, sunt spații de cantonare igienică și ecologică definitivă ale reziduurilor ce nu mai pot fi reciclate sau incinerate, deci spații nepoluante pentru comunitățile umane adiacente și factorii mediului ambiant. În consecință, orice depozit de deșeuri trebuie să asigure:

- 1) fluxurile tehnologice igienice și bine organizate, atât în interior cât și în afara amplasamentului;
- 2) interceptația (colectarea) și evacuarea la nivelul acoperișului a precipitațiilor atmosferice pentru a opri eventualele infiltrații către corpul depozitului;
- 3) colectarea și arderea gazelor rezultate din procesul de descompunere ale deșeurilor;
- 4) colectarea/drenarea infiltrațiilor provenite din umiditatea proprie a deșeurilor (levigatului) pentru a împiedica fluxul acestora spre subteran;
- 5) încadrarea civilizată în contextul general al mediului ambiant.

Aceste funcțiuni se pot obține doar prin adoptarea unei scheme funcționale corespunzătoare a depozitului și prin folosirea la execuția acestora a unor materiale speciale, ușor adaptabile și rezistente în fața unor condiții specifice (agresivitate chimică, umiditate și temperaturi variabile, procese anaerobe, tasări inegale, etc.). Aceste materiale sunt cu precădere, cele geosintetice și granulare.

Clasificare depozitelor de deșeuri conformă legislației românești aliniată normelor C.E. prin SR 13343/96, se face pe baza mai multor criterii. În acest context deosebim:

1) după **natura deșeurilor** depozitate:

- a) depozite de deșeuri **menajere** sau asimilabile acestora;
- b) depozite de deșeuri **speciale**;
- c) depozite **inerte**;
- d) monodeponie;

2) după conținutul în substanțe organice:

- a) depozite de **clasa I**, când materialele (reziduurile) depozitate sunt de natură exclusiv minerală, sau cu un conținut foarte redus de materii organice; din conținutul acestor depozite se produce doar o cantitate nesemnificativă de substanțe poluante pentru factorii mediului ambiant;
- b) depozite de **clasa a II – a**, când deșeurile depozitate sunt cu conținut majoritar în substanțe organice și care în procesul de descompunere generează cantități apreciabile de substanțe poluante (nocive) pentru factorii mediului ambiant; în consecință aceste depozite necesită măsuri speciale de izolare / etanșare pentru protecția mediului;

3) după permeabilitatea stratului superficial (acoperișului):

- a) depozite **deschise**, dacă stratul de acoperire este pe toată suprafața sau pe anumite porțiuni, permeabil pentru apele meteorice (precipitații) și gaze emanate din corpul acestora;
- b) depozite **închise**, dacă a fost asigurată etanșarea față de precipitații și gaze; sunt în fapt depozite de clasa a II – a a căror exploatare s-a încheiat și al cărui amplasament este în continuare obiectul unei supravegheri complete și atente.

Părțile componente ale oricărui depozite de deșeuri sunt următoarele (vezi fig. 1.1.):

- 1) **radierul**, realizat obligatoriu cu taluze pentru sporirea stabilității; din punct de vedere funcțional, radierul trebuie să asigure stabilitatea constructivă a întregului ansamblu și etanșarea prin impermeabilizare și drenaj față de substanțele lichide poluante pentru startul acvifer;

- 2) **corpul**, adică spațiul propriu – zis de depozitare pentru deșeuri; acest volum din rațiuni tehnico – economice și de protecția factorilor mediului ambiant, este recomandabil a fi executat, pe cât posibil, în semi – rambleu (vezi fig. 1.1. b, c);
- 3) **acoperișul**, deci partea superficială, supraterană, realizată de asemenea în taluze (3') cu banchete (3'') și coronament pentru asigurarea stabilității corpului; funcțional, acoperișul trebuie să asigure (atunci când este cazul) oprirea infiltrației precipitațiilor, spre corpul depozitului și concomitent oprirea fluxului către atmosferă a gazelor provenite din procesul descompunerii deșeurilor, deci intercepta și colectarea /arderea acestora; de asemenea acoperișul mai trebuie să asigure o încadrare ecologică (aspect civilizată) în contextul natural al zonei;
- 4) **digurile de compartimentare** (vezi fig. 1.1.) cu rol funcțional de izolare și sporire suplimentară a stabilității și înălțimii (h_d) depozitului.

Condițiile (criteriile) fundamentale cerute amplasamentul oricărui depozit de deșeuri menajere și nu numai, sunt următoarele:

- 1) să permită deservirea depozitării mai multo localități sau mari cartiere (criteriu economic și de folosire intensivă a spațiului alocat);
- 2) să prezinte stabilitate referitor la condițiile de mediu;
- 3) să se afle, pe cât posibil, lângă un versant care să nu prezinte pericolul fenomenelor de alunecare, prezența unor izvoare și relativ aproape de un emisar (râu sau un canal de desecare);

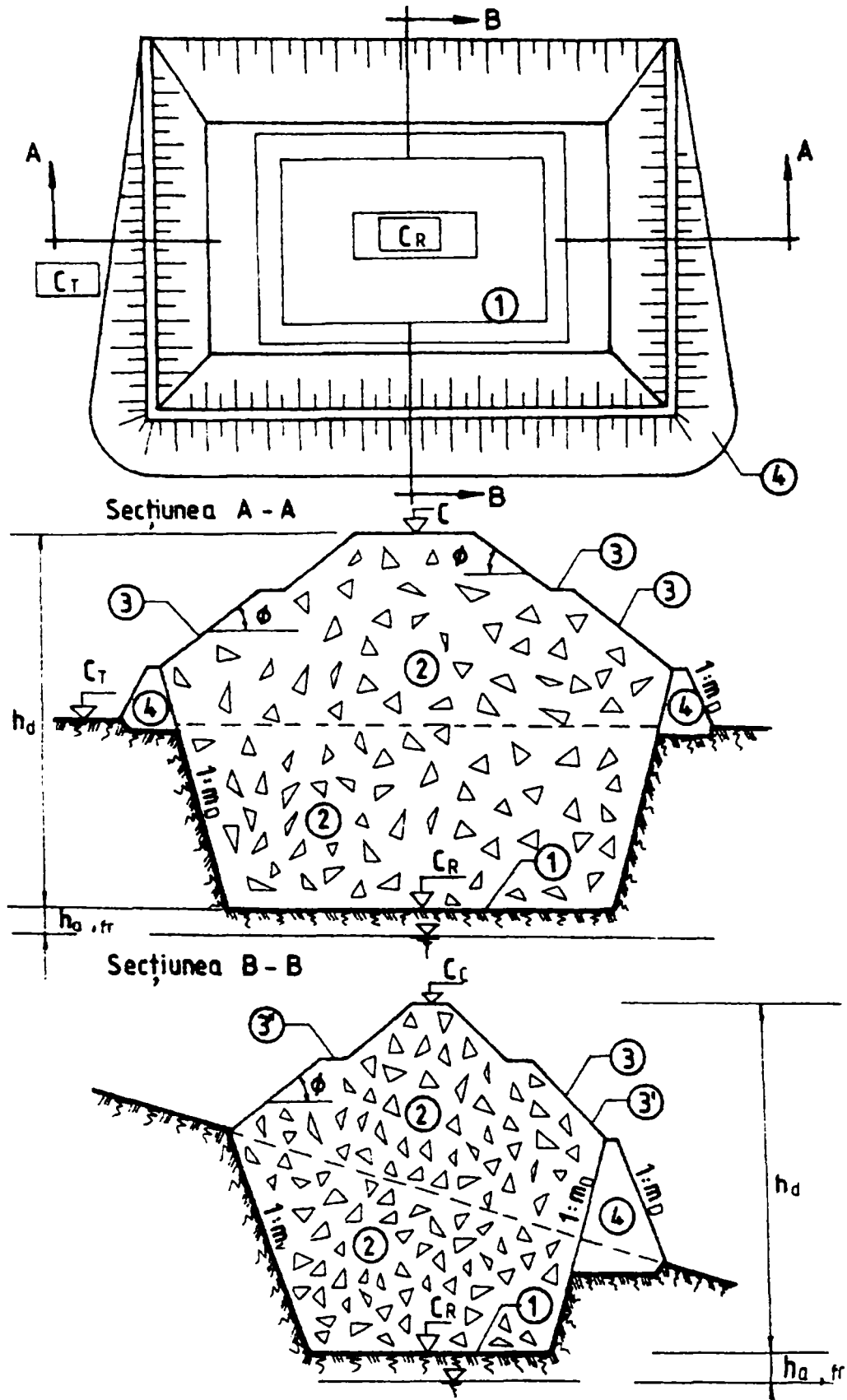


Fig. 1.1. Alcătuirea generală a unui depozit de deșeuri

- 4) structura geologică cu textura pământului sănătoasă, fără falii sau formațiuni carstice de sub amplasament, argiloasă sau predominant argiloasă, iar nivelul apelor subterane față de cota radierului (vezi fig.1.1.) să se afle la o adâncime mai mare de 5,00 m ($h_{a,fr} > 5,00$ m);
- 5) caracteristicile geotehnice să poată permite un gabarit eficient economic ($h_d < 40,00$ m), cu posibilități de execuție 50% în debleu și 50% în rambleu (vezi fig. 1.1.);
- 6) să excludă riscul pericolului inundării sau spălării prin apele de viitură (amplasament în zona apărată);
- 7) să se afle la distanțe mai mari decât cele minim admise prin norme sau standarde față de așezări umane, căi de comunicații, alimentări cu apă, arii protejate (situri și monumente istorice, arheologice sau ale naturii, parcuri și rezervații naturale).
- 8) să evite zone de cabluri subterane (electrice, telefonice) și alte rețele de utilități subterane (conducte de alimentare / canalizare, petrol) sau supraterane (linii electrice de joasă și înaltă tensiune);
- 9) să nu prezinte riscul (pe direcția aval) unor eventuale ruperi ale depozitului spre așezări umane, oglinzi de apă, obiective economice sau militare;
- 10) să prezinte stabilitate față de fenomenele de seismicitate.

Obs.: - pentru amplasamentele care nu îndeplinesc unele dintre aceste criterii se pot aplica corecții constructive și măsuri tehnologice care să completeze deficiențele semnalate prin studiul tehnico – economic întocmit.

- ca amplasamente corespunzătoare pentru depozitele de deșeuri se recomandă cele ale fostelor cariere, mine la zi epuizate, gropi de împrumut, depresiuni naturale, mlaștini, bălți superficiale care nu se mai pot amenaja, asana sau care nu au forme rare de viață, terenuri degradate total, sărăturate, acide sau poluate intens și a căror recuperare este foarte costisitoare.
- Perioada optimă execuției depozitelor de deșeuri este, ca pentru orice altă construcție, cea cuprinsă în intervalul aprilie – octombrie, adică cu precipitații reduse, vânturi de mică intensitate și temperaturi ridicate.

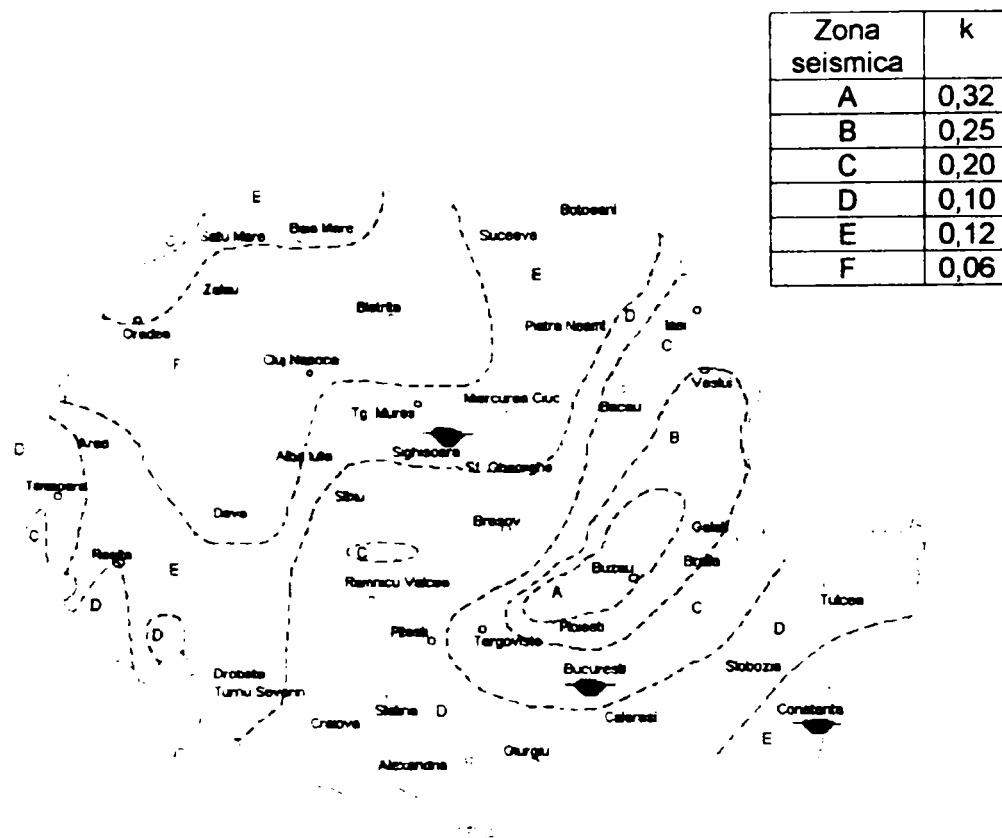


Fig.1.2. Harta cu zonarea seismică a României

1.1.1 Schema generală a unui depozit ecologic de deșeuri, soluții constructive și rolul funcțional al componentelor acestuia

Completând și detaliind cele prezentate în paragraful anterior, alcătuirea generală a unui depozit de deșeuri urbane / menajere, pentru asigurarea unui flux tehnologic complet (referitor la fluxuri igienice, presortare, reciclare, valorificarea energetică, colectare, transport, epurare și evacuare „levigat”, încadrare ambientală civilizată, evaluări cantitative și calitative ale deșeurilor , etc.), trebuie, pe lângă construcțiile principale propriu – zise, să mai cuprindă (vezi fig. 1.3.):

- a) rețea de drumuri de acces și manevră, punct de control – cântărire – înregistrare, platformă tehnologică și rampă de spălare auto;
- b) corp clădiri administrație, stație sortare, magazie pentru materiale colectate selectiv;

- c) grup și rețea proprie de alimentare cu apă și canalizare cu racord spre stația de epurare cu platformă de compostare, punct TRAFU pentru alimentare cu energie electrică;
- d) sistem de monitorizare aferent protecției calității factorilor mediului și activităților din depozit;
- e) teritoriu (zonă) carieră de împrumut pentru strate de acoperire și lucrări de terasamente;
- f) plantație de protecție și izolare (mascare ecologică) și aliniament construcției de împrejmuire.

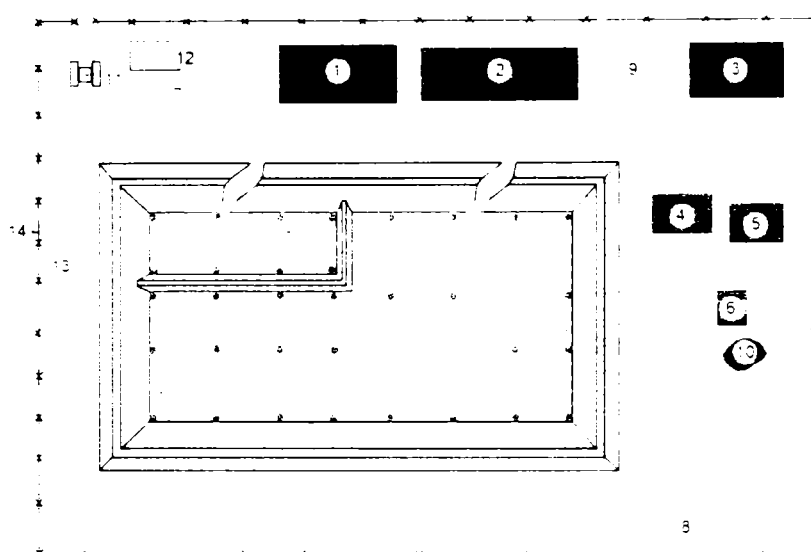


Fig. 1.3. Schema generală de amenajare a unui depozit de deșeuri

Legenda: 1 – Clădire administrativă; 2 – Magazie; 3 – Stație sortare; 4 – Stație de biogaz; 5 – Stație de epurare; 6 – Bazin colector pentru levigat; 7 – Parcare; 8 – Zona de împrumut pentru strate de acoperire; 9 – Platformă tehnologică; 10 – Iaz de mineralizare; 11 – Cabina poartă și platforme pentru cântărire; 12 – Post de TRAFU; 13 – Plantație de protecție; 14 - Împrejmuire.

Geometria depozitelor de deșeuri (forma și dimensiunile în planurile orizontal și vertical) urmărește, cel mai adesea, orografia terenului de amplasament, dar este influențată de hidrogeologia profilului de sub teritoriu (nivelul apelor subterane, pământuri necorespunzătoare sau stâncoase și cu dificultăți față de excavare), stabilitatea în taluz pentru debleu și rambleu, gabaritul maxim posibil, (legat și de unghiul de așezare / stabilitate al deșeurilor), asigurarea stabilității stratelor de etanșare / separare sau drenare și bineînțeles de posibilitățile financiare. Important

de subliniat este faptul, că atunci când depozitul deservește mari zone urbane (volume mari de deșuri rezultate), gabaritul posibil realizat în planul vertical influențează proporțional suprafața necesară a depozitului. Acest aspect este deosebit de important căci activitatea aferentă unui depozit de deșuri este eficientă (rentabilă) dacă permite o exploatare de minim 15 – 20 de ani.

Funcție de toate acestea, soluțiile constructive generale pot fi conforme sau mixte între soluțiile prezentate în fig. (1.4. a,.....,d).

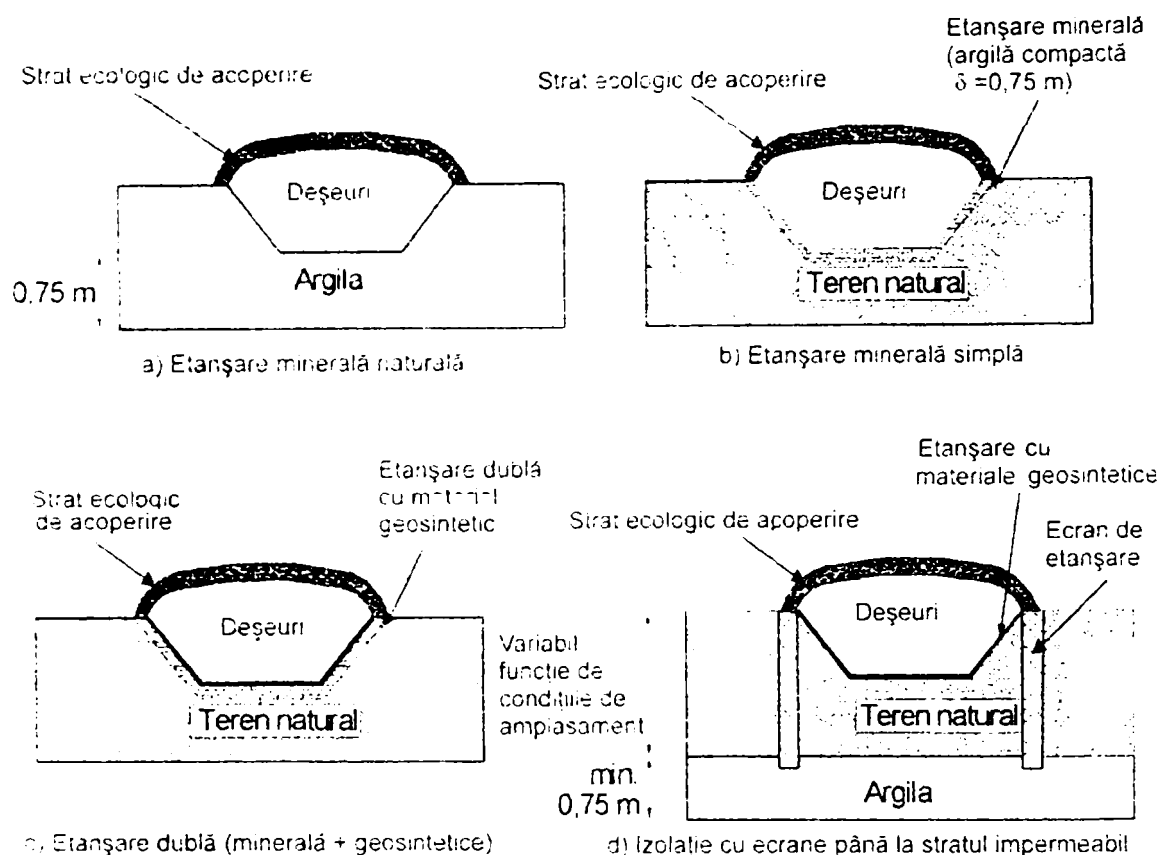


Fig. 1.4. Soluții constructive ale depozitelor de deșuri

Opțiunea pentru schema constructivă din fig. 1.f.a este dependentă de existența stratului natural de argilă necontractilă și foarte greu permeabilă ($K < 1 \cdot 10^{-9} \text{ m/s}$).

Dacă această ultimă condiție (K) nu este îndeplinită sunt necesare măsuri constructive de corecție (barieră de etanșare minerală realizată prin compactare mecanizată) sau să se aleagă una dintre soluțiile prezentate în fig. 1.4.c,d.

La soluția constructivă din fig 1.4.d. se apelează doar în cazul inexistenței la suprafața sau prezenței doar la mare adâncime a stratului argilos. De asemenea se

mai apelează la astfel de soluții când carierele de argilă se află la mari distanțe (nerentabile economic) sau când calitatea acestora este necorespunzătoare.

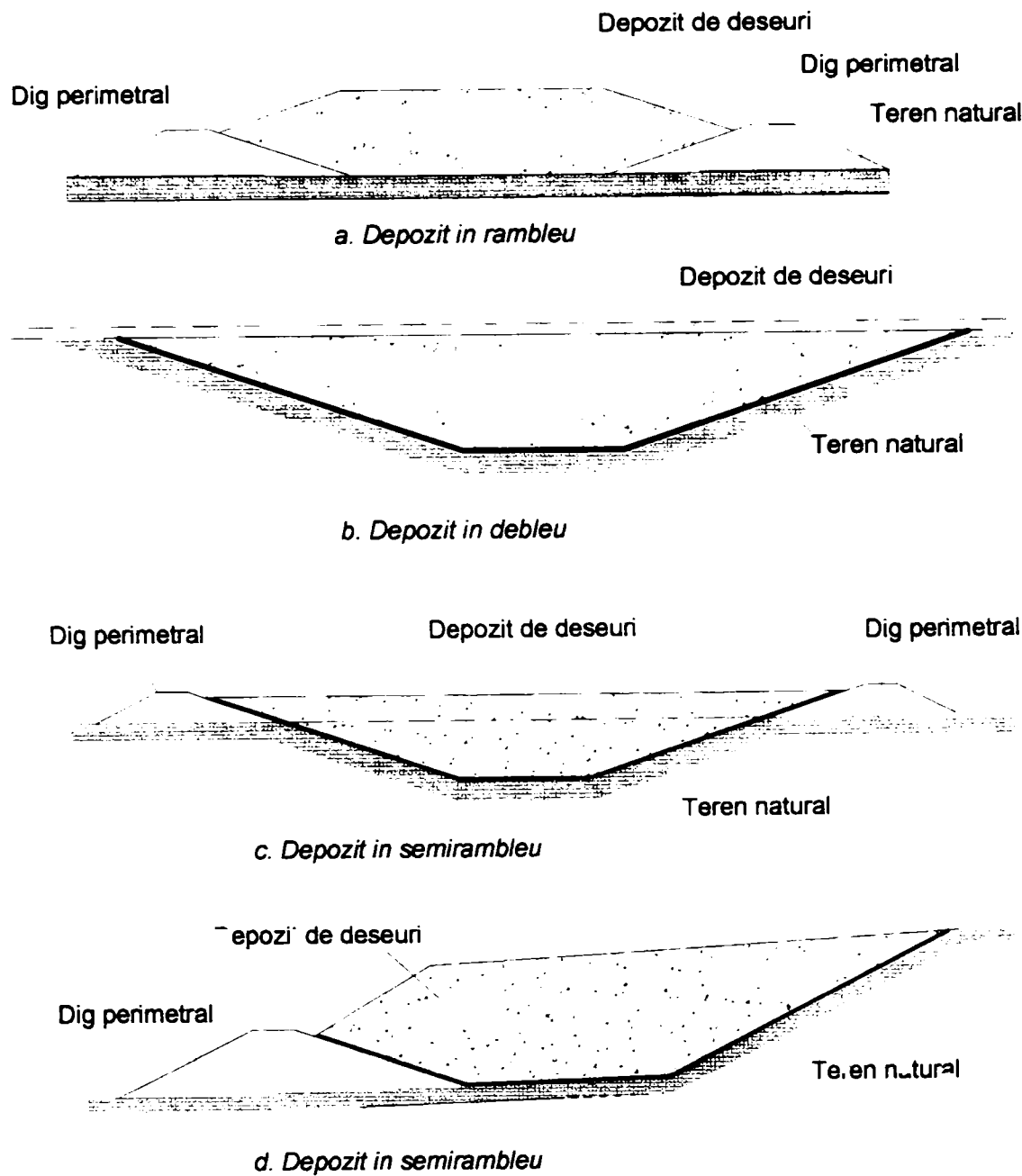


Fig. 1.5. Soluții constructive ale depozitelor de deșeuri

Un alt punct de vedere aferent soluțiilor constructive ale depozitelor de deșeuri, se referă la modul de realizare prin prisma orografiei amplasamentului și al terasamentelor necesare execuției.

În acest context depozitele se pot realiza în următoarele tipuri de scheme constructive (vezi fig. 1.5.):

- 1) depozit în rambleu (a);

- 2) depozit în debleu (b);
- 3) depozit în semirambleu (c;d).

Din punctul de vedere al terasamentelor soluția optimă este cea în semirambleu, limitată însă de cota nivelului apelor freatice și a texturii pământului de sub linia radierului.

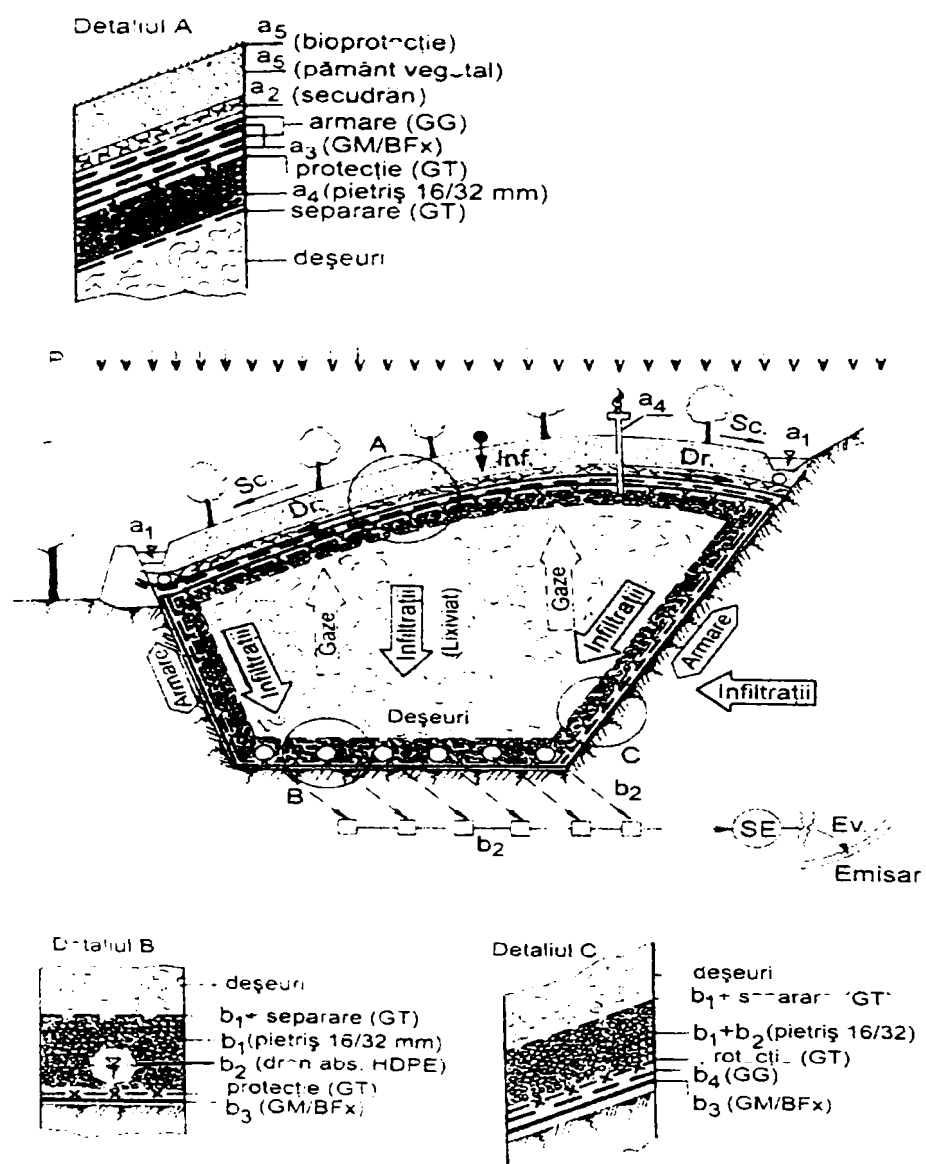


Fig. 1.6. Rolurile funcționale ale acoperișului și radierului unui depozit de deșeuri

Structura depozitului de deșeuri (Schema constructivă)

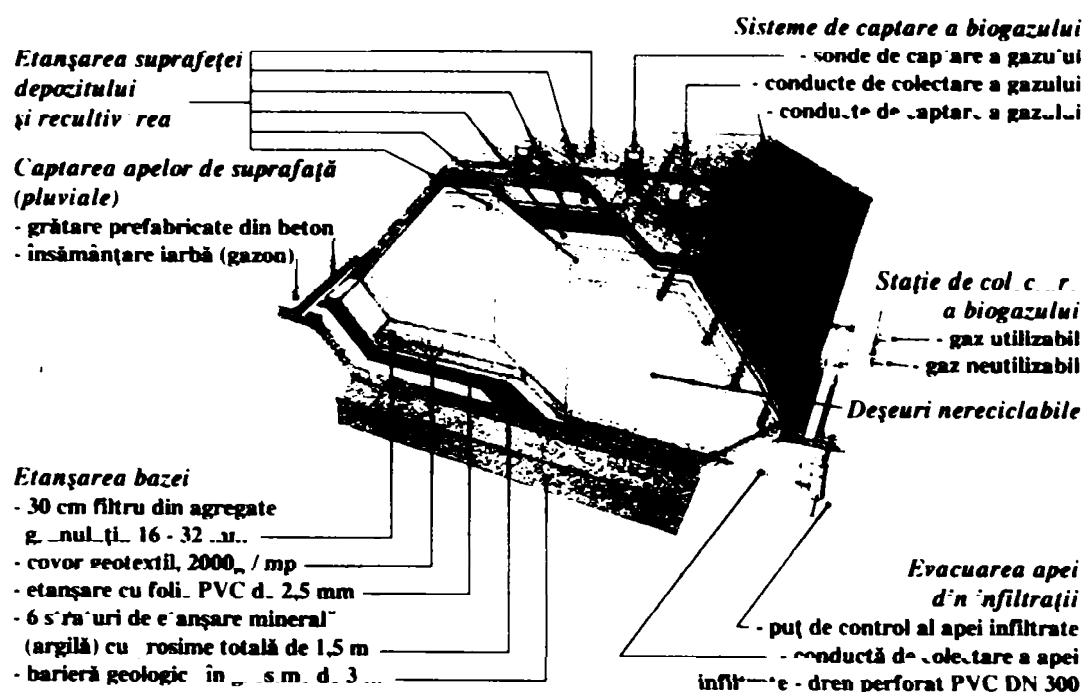


Fig. 1.7. Schema constructivă a unui depozit de deșeuri

Sintetizând cele prezentate anterior, rolurile funcționale esențiale ale celor două componente de bază ale depozitelor de deșeuri, acoperișul și radierul, sunt următoarele:

A. ale acoperișului (vezi fig. 1.6., detaliul A):

- a.1. colectarea și evacuarea în afara perimetrului a scurgerilor de natură pluviometrică;
- a.2. drenajul și evacuarea apelor meteorice, infiltrate prin stratul vegetal superficial;
- a.3. etanșarea și izolarea corpului (conținutului) depozitului;
- a.4. colectarea, stocare sau arderea gazelor de fermentare;
- a.5. încadrarea ecologică în mediul înconjurător al zonei;

B. ale radierului (vezi fig. 1.6., detaliile B și C):

- b.1. filtrarea levigatului provenit din umiditatea proprie a deșeurilor;
- b.2. drenarea, transportul și evacuarea către stația de epurare a levigatului;
- b.3. etanșarea perimetrului acestuia pentru oprirea eventualelor infiltrații ale levigatului către subteran;
- b.4. stabilirea / ranforsarea perimetrului radierului și taluzelor acestuia.

1.2. PROBLEME TEHNOLOGICE ȘI DE EXPLOATARE AFERENTE PRELUNGIRII ACTIVITĂȚII LA DEPOZITUL DE DEȘEURI TIMIȘOARA PARȚA

1.2.1 Prezentarea situației

Municipiul Timișoara se întinde pe o suprafață de 120 km având o populație de 450.000 locuitori.

Gestionarea necorespunzătoare a deșeurilor menajere solide urbane, atât pe plan mondial cât și național, conduce la poluarea mediului și cantitatea lor mare produce mari dificultăți urmare a faptului că:

- aglomerațiile urbane au crescut în mod impresionant;
- deșeurile nu pot fi preluate de un sistem continuu, așa cum ar fi apa de canalizare și dacă nu se iau măsuri rămân pe locul unde au fost produse;
- datorită creșterii volumului de ambalaje unele nedegradabile (plastic, sticlă) și a diseminării comerțului, cantitatea de gunoaie și răspândirea lor în tot arealul orășenesc a devenit un fenomen curent, greu de stăpânit;
- profitând de lipsa unui control riguros, în circuitul deșeurilor menajere au început să fie introduse și deșeurile toxice sau periculoase (industriale, chimice, spitalicești);
- cantitativ deșeurile solide menajere sunt între 0,3 ÷ 1,2 kg/loc.zi, în funcție de nivelul economic social, grad de civilizație și control, specific național în alimentație și consum.

Administrațiile marilor orașe europene au încercat ca pentru blocurile mari să rezolve colectarea primară introducând o „ghenă” tubul metalic care facilitează debarasarea locatarilor de gunoiul pe care îl produc.

Este din păcate și soluția care s-a aplicat în România la toate blocurile înalte de locuințe executate înainte de 1981, care se aplică și în continuare. În mediul rural în România problema deșeurilor menajere nu este reglementată și nici măcar abordată de autorități. Gunoiul este un produs unitar de care este responsabil în primul rând cel ce generează, dar care prin taxe plătite administrației încearcă să debaraseze de el, ne mai asumându-și de obicei nici o altă responsabilitate.

Măsurile care s-au luat în țările avansate economic (SUA, Germania, Franța, Elveția, Anglia, etc.) au evoluat și ele în funcție de dezvoltarea unui sistem instituțional și legislativ prin care s-au introdus norme foarte severe în domeniu.

1.2.2 Măsuri pentru îmbunătățirea gestionării deșeurilor

Un management eficient al deșeurilor se poate sintetiza astfel:

- colectarea de la locuitori, după o prealabilă sortare pe tipuri de deșeuri: sticlă, hârtie – cartoane, plastic, textile, resturi alimentare, resturi vegetale din parcuri și grădini, frunze, etc., ca urmare a unor prevederi normative, unele se vând în scopul reciclării (sticlă, hârtie, carton, plastic), altele merg la compostare pentru îngrășământ agricol natural etc. în scop umanitar, ori în diferite forme specifice. Ceea ce nu se poate recicla se duce la incinerare și doar ce rezultă de aici, adică cenușa se duce la un depozit de deșeuri organizate de municipalități. Ideea fundamentală este că populației îi revine rolul esențial de a reduce masa deșeurilor, iar rolul ghenei se reduce până la dispariția ei;
- administrația va colecta numai deșeurile ce rămân, dar și acestea vor fi colectate în pungi sau pubele de gunoi diferențiat: vegetal propriu zis, metale (doze de aluminiu), sticlă, hârtie – cartoane, plastic, etc.;
- preluarea se face de autogunoiere specializate, după programe zilnice diferențiate, în aceste utilaje realizându-se și o compactare importantă, astfel încât de la o greutate specifică de $3 \div 4 \text{ kN/m}^3$ să se ajungă la $8 \div 10 \text{ kN/m}^3$. Aceste utilaje sunt etanșe astfel că pe traseul lor de colectare să nu se mai producă poluare prin mirosuri, reziduuri căzute, lichide scurse, etc.;
- Presortarea deșeurilor astfel triate, susținute de campania studenților timișoreni din organizația „Tinerii prieteni ai naturii” se face acum în instalații mecanizate specializate pentru: corpuri goale (sticlă, plastic, doze de aluminiu, flacoane cosmetice); deșeuri fibroase (hârtie–cartoane, folii, textile, etc.).

În legătură cu sortarea mecanizată trebuie să avem în vedere următoarele:

- Instalațiile constituite din sisteme de benzi și separatoare presupun și multă manoperă, fiindcă exceptând metalele, restul componentelor se extrag manual;
- Cu cât se face o triere mai avansată cu atât numărul subproduselor crește și deci crește și posibilitatea refolosirii lor directe și a șanselor de a fi vândute unui lanț comercial;
- Nu se poate concepe o selectare mecanizată a gunoaielor așa cum ele sunt „ produse ” (deci fără o prealabilă selectare), căci aceasta ar însemna instalații uriașe cu un consum mare de manoperă, total neeconomice, producând și o poluare suplimentară a mediului;
- Procesarea finală sau reintroducerea în mediu a deșeurilor se poate realiza prin următoarele procedee:

a) Prin îngroparea sau depozitarea în așa zisele depozite ecologice. Aici se pot aduna integral toate deșeurile produse, dar aceasta conduce la volume mari, cu costuri de ocupare a unor suprafețe însemnate și amenajate și numai cu deșeurile care au rămas după operațiile de selectare. Depozitele se amenajează după reguli, norme, standarde severe, pentru a evita practic pentru întotdeauna poluarea mediului, ape subterane, aer, peisaj, etc.

b) Incinerarea fără recuperare de energie presupune arderea gunoaielor, cu adaos de combustibil; ea se folosește pentru deșeurile spitalicești ce trebuie reduse din cauza costurilor foarte mari.

Incinerarea cu producere de energie se poate aplica la toate gunoaiile care au o putere calorică mai mare de 1400 – 1600 Kcal/kg care nu mai presupun arderea de combustibil. Prin ardere se poate produce apă caldă sau energie electrică. Incinerarea trebuie făcută cu o serie de precauțiuni deoarece dacă temperaturile de ardere sunt sub 1400°C, gazele conțin produse toxice și poluează grav atmosfera. Depoluarea gazelor de ardere poate dubla, în condițiile tehnologice actuale costurile instalației în ansamblul ei. Incinerarea nu exclude depozitarea

căci în acest proces rezultă cenușa care este cca. 30% din masa inițială a deșeurilor.

c) Compostarea este cea mai curată formă de procesare, dar ea nu se poate aplica decât la gunoaiile cu peste 90% conținut organic cum ar fi cele stradale (frunze). Prin stropire cu apă și amestecare la 2 ÷ 3 zile pe o perioadă de cca. 3 săptămâni se obține un îngrășământ care se poate utiliza la grădinărit, rezultând o reintegrare totală în mediu.

d) Neutralizarea cu microunde se poate aplica la deșeurile spitalicești obținându – se o sterilizare a lor și deci posibilitatea de a fi introduse în depozitele pentru deșeuri obișnuite.

Concluzionând pentru un management eficient al deșeurilor sunt necesare următoarele acțiuni:

- Participarea populației la acțiunea de sortare prealabilă presupune acțiuni de educație permanentă și cu responsabilizarea necesară, prețuri incitative, amenzi substanțiale, dar și tarife diferențiate.
- Producătorii și segmentul comercial trebuie responsabilizați în ceea ce privește producerea de deșeuri de ambalaje, pentru a fi necesar să fie obligați să și le predea în vederea reciclării sau neutralizării lor. Vor trebui stimulați să vândă produse cu ambalaje reduse la strictul necesar, iar acestea când nu sunt preluate să fie biodegradabile.
- Formarea unui circuit comercial care să preia produsele recuperate reciclabile sau reutilizabile și să le introducă în procesele productive. Se va insista eliminarea „monștrilor deșeurilor”: caroserii auto, frigidere, garaje improvizate și grădini improvizate printre blocuri care poluează estetic.
- Terenurile de construcții cu demolările necesare vor fi atent supravegheate pentru a nu introduce moloz sau resturi de materiale de construcții în gunoiul menajer. Acestea vor fi reciclate prin preocupări și soluții proprii. Cantitatea de reziduuri menajere colectate în Timișoara în medie pe lună de la populație este de cca. 34.000 mc la nivelul anului 1996 sau cca. 408.000 mc/an în creștere continuă,

deoarece în anul 1992 era doar de 345.000 mc/an rezultând o densitate medie a deșeurilor de 0,3 t/mc. Compoziția deșeurilor din Timișoara a crescut la materii organice la 71,54 % la nivelul țării, deoarece s-au luat măsuri de colectare selectată pentru reciclare (sticlă, hârtie – cartoane, plastic) în zone special amenajate. Deșeurile biodegradabile în Timișoara la nivelul lunii februarie 1997 a ajuns la 81%. În cursul anului 1996 (în 10 locuri). Întreprinderea de salubritate, actuala RETIM prin mijloacele descrise a colectat:

Fier vechi	123.305 kg
Fontă	700 kg
Hârtie	1.000 kg
Sticlă	43.000 kg
Anvelope uzate	318 buc.

Reziduurile menajere colectate de la populație și de la agenții comerciali, precum și reziduuri stradale sunt transportate la rampa de deșeurii Parța la aproximativ 10 km distanță de centrul municipiului, în Sud – Vest. Pentru o mai bună cunoaștere a fenomenelor de descompunere care se petrec în interiorul depozitului au fost efectuate două foraje cu scopul preluării de carote și probe de apă. Carotele de deșeurii au fost uscate, mărunțite într-o moară cu bile, cernute printr-o sită cu ochiuri de 1,5 × 1,5 mm, iar apoi fracțiunea fină a fost supusă unor determinări fizico-chimice rezultând din tabelul nr. 1.1.

Caracteristicile deșeurilor din depozitul Parța pentru două foraje

Tabelul nr. 1.1

Foraj adâncime	Greutate uscat (g)	Material nesitat (g)	Material sitat (g)	Substanță minerală (%)	Substanță organică Total (%)	Substanță organică oxidabilă (% S.U.)
F ₁ la 2m	430	230	200	83,39	16,61	5,92
F ₁ la 3m	545	310	235	86,46	13,54	4,80
F ₁ la 4m	705	265	440	83,57	16,43	7,05
F ₁ la 6m	435	250	185	84,92	15,08	6,54
F ₁ la 7m	515	265	250	93,55	6,45	2,58
F ₁ la 7,25m	375	200	175	96,33	3,67	1,35
F ₂ la 3m	435	205	230	84,81	15,19	6,33
F ₂ la 4m	250	130	120	83,39	16,61	0,10
F ₂ la 5m	450	225	225	81,15	18,85	7,21
F ₂ la 6m	550	280	270	81,47	18,53	8,77
F ₂ la 6,5m	370	280	90	89,28	10,72	5,43

În perioadele ploioase, apele care cad pe suprafața depozitului formează ochiuri de apă care bălesc și pot fi observate pe toată suprafața depozitului de la Parța. Apa din precipitații spală deșeurile și se infiltrează în adâncime unde avem un strat acvifer liber, fenomenul este funcție de grosimea stratului de argilă care a mai rămas în vechea groapă de cărămidărie maxim 50 cm și de înălțimea apei suprafreatice din depozit, care creează un gradient de infiltrație prin acest strat semipermeabil.

Principalii factori care influențează calitatea levigatului (apa ce spală deșeurile și se infiltrează în adâncime) sunt:

- **Compoziția deșeurilor.** Natura fracțiunilor organice influențează considerabil degradarea deșeurilor în timpul depozitării. Conținutul în substanțe organice depinde de contactul dintre deșeurile și levigat, ca și de valoarea pH – ului. Majoritatea metalelor sunt solubilizate din masa de deșeurile în mediu acid.
- **pH – ul.** Acesta influențează procesele chimice care sunt de bază în transferul de masă ce se realizează în sistemul deșeu – levigat cum ar fi: precipitarea, dizolvarea, reacțiile redox și de adsorbție. În general, în condițiile acide, care sunt caracteristice fazei inițiale a degradării anaerobe a deșeurilor apare creșterea solubilizării compușilor chimici (oxizi, hidroxizi și carbonați) și scăderea capacității de adsorbție a deșeurilor.

- **Potențialul redox.** Condițiile reducătoare corespunzătoare fazelor ulterioare ale degradării anaerobe influențează solubilitatea nutrienților și a metalelor în levigat.
- **Vârsta depozitului.** Variațiile în compoziția levigatului și calitatea poluanților antrenati din deșeuri sunt adesea atribuite vârstei depozitului. Această tendință este în general aplicabilă compușilor organici, principalilor indicatori de poluare organică ($CCOC_r$, CBO_5), încărcări microbiologice și principalilor ioni organici (metale grele, cloruri, sulfati, etc).

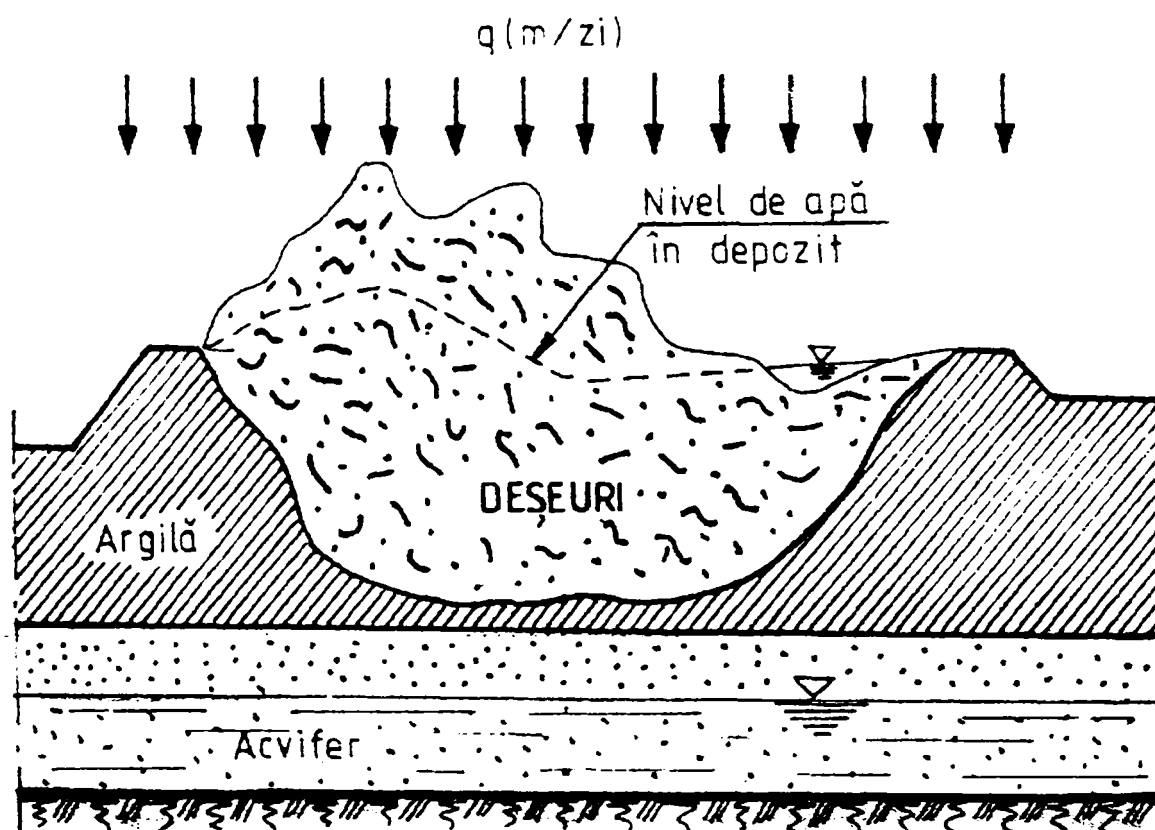


Fig. 1.8. Secțiunea transversală prin depozitul de deșeuri de la Parța

Analizele fizico – chimice efectuate pe proba de levigat în condițiile anotimpului rece (iarna) au dus la valorile date în tabelul

Calitatea levigatului recoltat de pe rampa de deșeuri menajere Parța.

Tabelul nr. 1.2

Indicator	U.M.	Valori determinat în apa de băltire	Valori determinate în apă de fotaș haldă de la 1,5 m adâncime	Condiții de evaluare în apa de suprafață	Valori orientative din literatură
PH	-	5,5	8,7	6,5 - 8,5	5,2 - 8,5
Suspensii solide	mg/dm ³	758	1630	200	-
CCOCr	mg/dm ³	6000			150 - 100.000
CB0 ₃	mg/dm ³		4400	100	
Reziduu fix	mg/dm ³	12.400	2374	-	-
Reziduu calcinat	mg/dm ³	6.400	-	-	-
Cloruri	mg/dm ³	1345	2766	-	30 - 4000
Sulfați	mg/dm ³	1200	1615	-	10 - 2500
Azot total	mg/dm ³	2300	-	-	50 - 5000
Azotați	mg/dm ³	75	16		0,1 - 50
Fosfați	mg/dm ³	310	11,5		0,3-25
Calciu	mg/dm ³	7000			10 - 2500
Fenoli	mg/dm ³	-	0,6	0,6	-
Magneziu	mg/dm ³	560	-	-	50-1150
Sodiu	mg/dm ³	1434	-	-	50 - 4000
Potasiu	mg/dm ³	1000	-	-	10-2500
Fier	mg/dm ³	4,25	-	8	0,4 – 220
Mangan	mg/dm ³	1,28			0,4 – 50
Cadmium	mg/dm ³	0,001	-	0,1	0,5 – 140
Crom	mg/dm ³	1,36	-	-	30 – 1600
Cupru	mg/dm ³	0,43			4 – 1400
Nichel	mg/dm ³	0,06	-	-	20 – 2050
Plumb	mg/dm ³	0,475	-	0,2	8- 1020
Zinc	mg/dm ³	1,485	-	1	0,05 – 170
Germeni totali	UFC/cm ³		370.000		
Bacili coli	nr.tot/cm ³		10.900.000		

Analizând valorile obținute se desprind următoarele concluzii:

- Concentrațiile principalilor indicatori fizico – chimici se înscriu în valorile de referință.
- Levigatul analizat este poluat, conținând substanțe organice expirate ca $CCOC_r = 6.000 \text{ mg/dm}^3$ și substanțe anorganice, respectiv reziduu fix 12.400 mg/dm^3 și reziduu calcinat 6.400 mg/dm^3 .
- Valoarea relativ scăzută a pH – ului de 5,5, concentrațiile ridicate în substanțe organice precum și concentrațiile semnificative ale principalilor anioni (cloruri 1.345 mg/dm^3 , sulfati 1.200 mg/dm^3) și cationi (calciu 7.000 mg/dm^3 , magneziu 560 mg/dm^3 , sodiu 1.434 mg/dm^3 , potasiu 1.000 mg/dm^3) indică desfășurarea primei faze de descompunere anaerobă a deșeurilor menajere.
- Concentrațiile mici de metale grele nu se corelează cu valoarea relativ scăzută a pH – ului și explicabile prin tipurile de deșeuri depozitate (preponderent menajere).

Din analiză rezultă că starea ecosistemului din zona rampei de deșeuri Parța impune de urgență luarea unor măsuri de ameliorarea situației având în vedere că nivelul freatic este ridicat la -2, -3 m. Radierul depozitului este amplasat pe un suport de argilă cu o grosime evaluată la 0,5 m; lipsa informațiilor precise privind acest lucru precum și imposibilitatea cunoașterii exacte a situației (executarea de foraje pentru cunoașterea litologiei radierului nu este indicată deoarece ar conduce la crearea unor căi preferențiale de infiltrare în adâncime a apei poluate din masa deșeurilor) fac această estimare incertă.

Este posibil ca pe alocuri stratul de argilă să fi fost complet exploatat. Înălțimea masei de deșeuri depășește cu $1 \div 1,5 \text{ m}$ cota digului de delimitare și inexistența unui drenaj intern și extern a condus la suprasaturarea masei de deșeuri cu apa provenită din precipitații. Prezența apei împiedică realizarea unei compactări eficiente și conținutul mare de material plastic conduce la ocuparea unui volum însemnat.

În timpul exploatării pot apărea următorii factori de risc:

- spargerea radierului de argilă datorită încărcării cu deșeuri a depozitului și creșterea gradului de contaminare a apei subterane;
- ruperea digului de închidere și deplasarea masei de deșeuri spre șosea și terenurile învecinate (situația s-a mai întâmplat în istoria depozitului);

- autoaprindere și explozii generatoare de incendii;
- contaminarea solului prin scurgerile de suprafață, în special în zona drumului de acces;
- poluarea aerului cu compuși organici clorurați și fluorurați, toxici.

Această stare de lucruri **impune luarea unor măsuri** după cum urmează:

1. Susținerea energică a unei politici de minimizarea deșeurilor depozitate;
2. Drenarea depozitului pentru eliminarea excesului de apă și intensificarea proceselor aerobe de descompunere;
3. Apele drenate cu încărcătură poluantă se vor epura alăturat într-o stație compusă din decantor cu separator de uleiuri și un bazin cu aeratoare rotative la suprafața apei cu evacuarea în Bega prin canalul de desecare existent la vest, similar ca în Glasgow, Scoția;
4. Compactarea deșeurilor, nivelare cu panta spre exterior și acoperirea periodică cu strate intermediare cu material inert;
5. Refacerea digului de centură a depozitului;
6. Realizarea unui sistem de conducte de drenarea gazului spre țevi verticale din oțel unde arde permanent flacăra;

În acest fel activitatea de depozitare mai poate continua 2 ÷ 3 ani, lăsând coronamentul digului de centură liber, taluz de 1 : 3 pentru deșeuri și o cotă maximă de + 4,5 m față de situația actuală după nivelare.

În perioada imediat următoare, trebuie luate următoarele măsuri:

- Alegerea unui amplasament pentru noul depozit;
- Găsirea surselor de finanțare pentru investiție și demararea ei;
- Implementarea unui sistem de monitoring;
- Procurarea unor mijloace de transport și utilaje de compactare mai performante în raport cu normele de protecția mediului;
- Reabilitarea ecologică a zonei, depozitului actual, împrejmuirea și reducerea pentru depozitare a ambalajelor la 10% din volumul actual;
- Închiderea depozitului actual, cu drenaj vertical și acoperire etanșă;
- Redarea suprafețelor ocupate în circuitul economic;
- Monitorizarea după închiderea depozitului (cca. 20 ani);

- Implicarea producătorilor, utilizatorilor și transportatorilor în programul de reutilizare și reciclare a ambalajelor.

1.2.3. Soluție tehnică pentru drenarea apei din depozitul de deșeuri Parța

Ținând seama de acumularea precipitațiilor în groapa de gunoi, aceasta devenind poluantă, a stratului subțire de argilă existent de la fosta cărămidărie, în scopul reducerii presiunii de infiltrare în adâncime este necesar un drenaj. Analizând mai multe posibilități, rezultă că se poate realiza un drenaj vertical (fântână forată în deșeuri până la stratul existent de argilă în depozit). Astfel cu o singură fântână forată în mijlocul depozitului se va refuza apa poluată la stația de epurare proprie, constând dintr-un decantor cu separare de uleiuri și o aerare, după care prin canalul de desecare existent se poate vărsa în Bega.

Calculul drenajului vertical se face în două ipoteze:

a) Alimentare din precipitații

Debitul într-o secțiune curentă este:

$$Q_r = \pi \cdot (r_e^2 - r^2) \cdot q = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot h \cdot K \cdot \frac{dh}{dr} \quad (1.1)$$

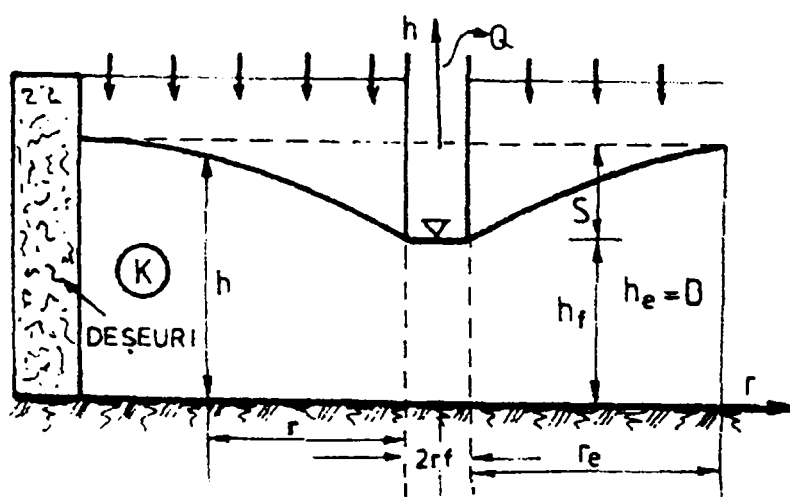


Fig. 1.9. Schema de calcul la o fântână forată alimentată din precipitații

În regim permanent

$$Q = \pi \cdot r_e^2 \cdot q$$

De asemenea

$$Q_r = Q - \pi \cdot r^2 \cdot q \quad (1.2)$$

Egalând cele două forme de scriere a debitului într-o secțiune curentă, avem:

$$2 \cdot \pi \cdot K \cdot h \cdot dh = \left(\frac{Q}{r} - \pi \cdot r \cdot q \right) dr$$

care după integrare devine:

$$Q \cdot \ln r - \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot q \cdot r^2 = \pi \cdot K \cdot h^2 + C$$

cu condițiile de margine:

$$r = r_f \dots h = h_f$$

$$r = r_e \dots h = h_e$$

Rezultă:

$$Q \cdot \ln \frac{r_e}{r_f} - \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot q (r_e^2 - r_f^2) = \pi \cdot K (h_e^2 - h_f^2)$$

neglijând r_f comparativ cu r_e și aproximând $(h_e + h_f)(h_e - h_f) = 2 \cdot DS$ obținem:

$$S = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot K \cdot D} \left(2,3 \cdot \log \frac{r_e}{r_f} - \frac{1}{2} \right) \quad (1.3)$$

Pentru depozitul de deșeuri de la Parța am considerat $q = 2$ mm/zi, $K = 4$ m/zi, $D = 10$ m deci transmisivitatea în deșeuri $KD = 40$ m²/zi, suprafața depozitului este de 16 ha, deci $r_e = 200$ m și $r_f = 0,3$ m .

Avem nevoie de o pompă cu debitul:

$$Q = 0,003 \cdot 3,14 \cdot 200^2 = 250 \text{ m}^3/\text{zi} = 3\text{l/s}$$

care să aspire apa de la adâncimea:

$$S = \frac{250}{2 \cdot 3,14 \cdot 40} \left(2,3 \cdot \log \frac{200}{0,3} - \frac{1}{2} \right) = 6\text{m}.$$

b) Alimentarea din subteran

$$\text{Debitul pompat: } Q = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot K \cdot h \cdot \frac{dh}{dr}$$

$$\frac{2 \cdot \pi \cdot K}{Q} \int_{h_1}^{h_2} h \cdot dh = \int_{r_1}^{r_2} \frac{dr}{r}$$

care după integrare este:

$$\frac{\pi \cdot K}{Q} (h_2^2 - h_1^2) = \ln \frac{r_2}{r_1} \quad (1.4)$$

Dar,

$$h_1 + h_2 \cong 2 \cdot D$$

$$h_2 - h_1 = S_1 - S_2$$

și obținem

$$S_1 - S_2 = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot K \cdot D} \cdot \ln \frac{r_2}{r_1}$$

cu condițiile de margine:

$$r_1 = r_i \dots \dots S_1 = S$$

$$r_2 = r_e \dots \dots S_2 = 0$$

obținem:

$$S = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot K \cdot D} \ln \frac{r_e}{r_i} \quad (1.5)$$

Cu datele anterioare folosite la depozitul de la Parța:

$$Q = 250 \text{ m}^3/\text{zi}, \quad KD = 40 \text{ m}^2/\text{zi}$$

rezultă denivelare în foraj

$$S = \frac{250}{2 \cdot 3,14 \cdot 40} 2,3 \cdot \log \frac{200}{0,3} = 6,4 \text{ m.}$$

Se alege pompa corespunzătoare ca la exemplul precedent.

Realizându-se acest drenaj vertical cu o singură fântână forată la mijlocul depozitului, apa poluată va fi condusă la stația de epurare (două bazine metalice). Adâncimea bazinelor este $1,5 \div 2 \text{ m}$. Soluția de epurare este similară cu cea de la depozitul de deșeuri din Glasgow, Scoția. Această instalație de drenaj și stație de epurare, provizorie urmează să funcționeze 2 – 3 ani până la închiderea depozitului de la Parța.

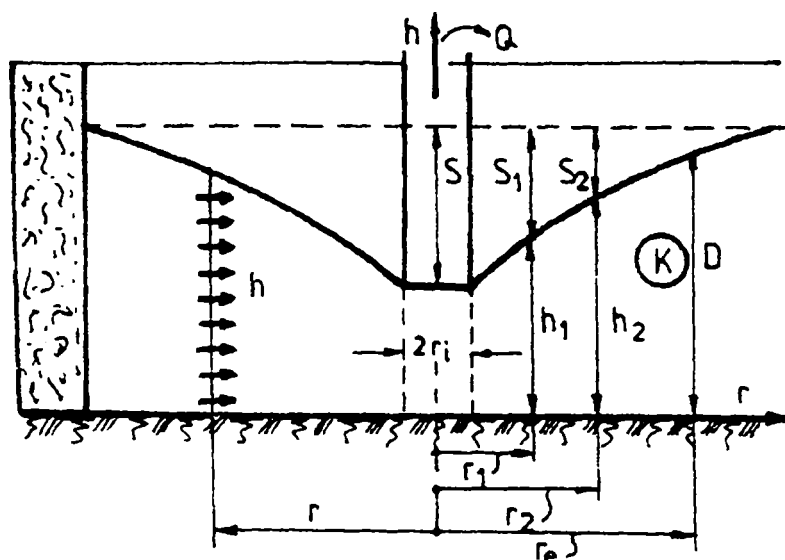


Fig. 1.10. Schema de calcul la o fântână forată alimentată din subteran

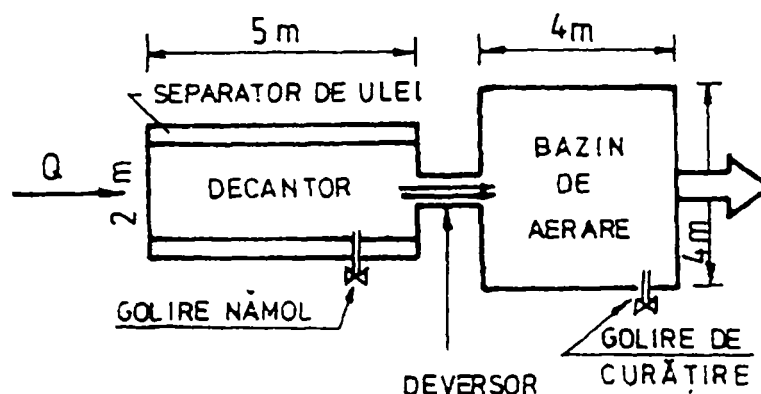


Fig. 1.11. Schema de epurare spre canalul de desecare existent

1.2.4. Concluzii privind depozitul Parța

Pentru prelungirea activității la depozitul de deșeuri Parța cu 2 ÷ 3 ani, până se construiește un nou depozit pentru Timișoara, este necesar:

- susținerea energetică a unei politici de minimizare a deșeurilor depozitate, prin mărirea gradului de reciclare pe baza presortării gunoiului și prin reducerea cantității la sursă;
- drenarea depozitului pentru eliminarea excesului de apă și intensificarea proceselor aerobe de descompunere concomitent cu reducerea infiltrațiilor în adâncime;
- apa drenată cu un foraj (fântână pentru drenaj vertical) să fie condusă la un decantor cu separator de uleiuri, apoi un bazin de aerare și în final evacuată în canalul de desecare existent similar cu linia de epurare a depozitului de deșeuri de la Glasgow, Scoția;
- refacerea digului depozitului la aceeași cotă a coronamentului, cu taluz exterior de 1 : 2;
- nivelarea deșeurilor în depozit cu pantă spre exterior, realizând un taluz de gunoi de maxim 1 : 3, cu acoperirea periodică în straturi intermediare de material inert, în aceste condiții se mai poate înălța depozitarea cu 4 ÷ 5 m;
- realizarea unui sistem de captare a gazului, cu țevi care să conducă gazul la 2 – 3 țevi verticale unde să ardă cu flacără;

- în final trebuie acoperit cu un strat de argilă de 75 cm realizat în trei reprize a 25 cm și apoi pământ vegetal de 1 m grosime și însămânțat cu iarbă;
- monitorizarea factorilor de poluare a mediului care să înceapă imediat și să continue circa 15 – 20 ani și după închiderea depozitului Parța;
- luarea în considerare a unei soluții de proiectare în varianta construirii și extinderii actualului depozit similar cu soluția de la Zagreb, Croația, după principii moderne;
- împrejmuirea zonei depozitului actual pe conturul coronamentului digului refăcut;
- limitarea în fluxul de depozitare a ambalajelor la 10% din volumul actual, cu implicarea producătorilor, utilizatorilor și transportatorilor în programul de presortare și reciclarea ambalajelor;
- realizarea unei stații de compost (pe lângă o fermă zootehnică) pentru gunoiul vegetal colectat selectiv din parcuri, zone verzi, etc.;
- stația de incinerare existentă să fie re tehnologizată, pentru arderea deșeurilor, utilizând energie pentru aceasta, soluție mai economică decât depozitarea.

1.2.5. Varianta de construire a unui nou depozit de deșeuri la Parța, similar ca la Zagreb

După schema prezentată în fig. 1.12. se construiește alăturat un depozit nou, modern, cu radier etanș și drenuri orizontale. Din vechiul depozit se pot transborda unele deșeuri în noul depozit, urmărind realizarea unei cote A pentru vechiul depozit încadrat în peisajul natural. Vechiul depozit se va acoperi etanș și prin drenajul vertical realizat se coboară presiunea datorită conului de depresiune micșorând infiltrațiile levigatului în acvifer, ulterior se acoperă cu pământ vegetal realizându-se o închidere ecologică, cu evacuarea gazului care arde permanent. Depozitul nou se va acoperi conform regulamentului de exploatare din proiect.

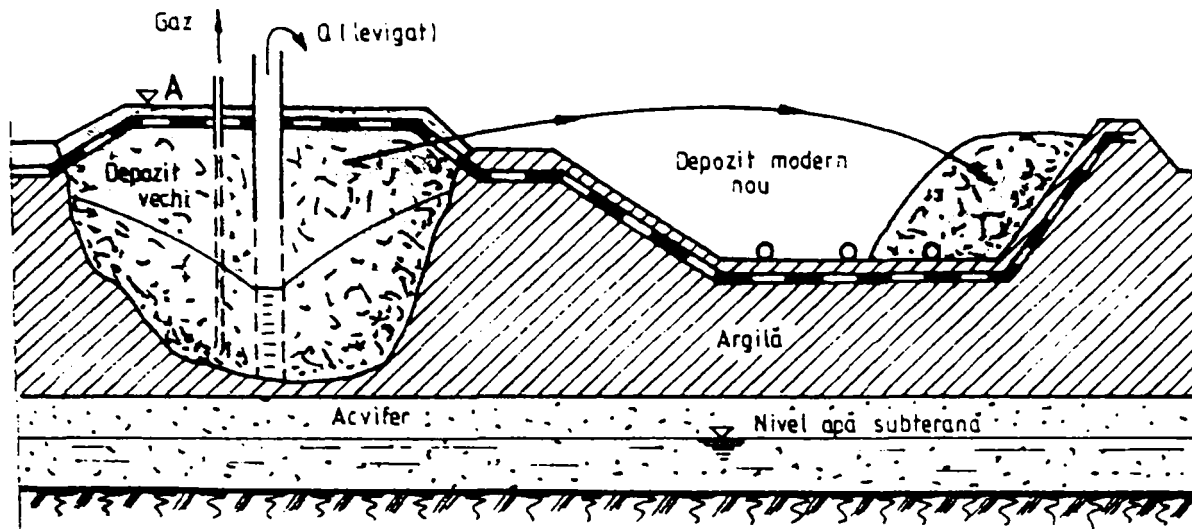


Fig. 1.12. Varianta de realizare a unui nou depozit modern, alăturat celui de la Parța, similar ca la Zagreb

1.3. DEPOZITUL DE DEȘURI DE LA OVIDIU – CONSTANȚA

Depozitul de deșuri de la Ovidiu – Constanța realizat în ultima perioadă de grupul Sater Parachini (Franța) în colaborare cu Consiliile locale Constanța, Ovidiu, Năvodari și preluat în prezent de firma TRACON cu sediul în Brăila.

În figura 1.13. se prezintă digul separativ între celule cu detalii de stratificații.

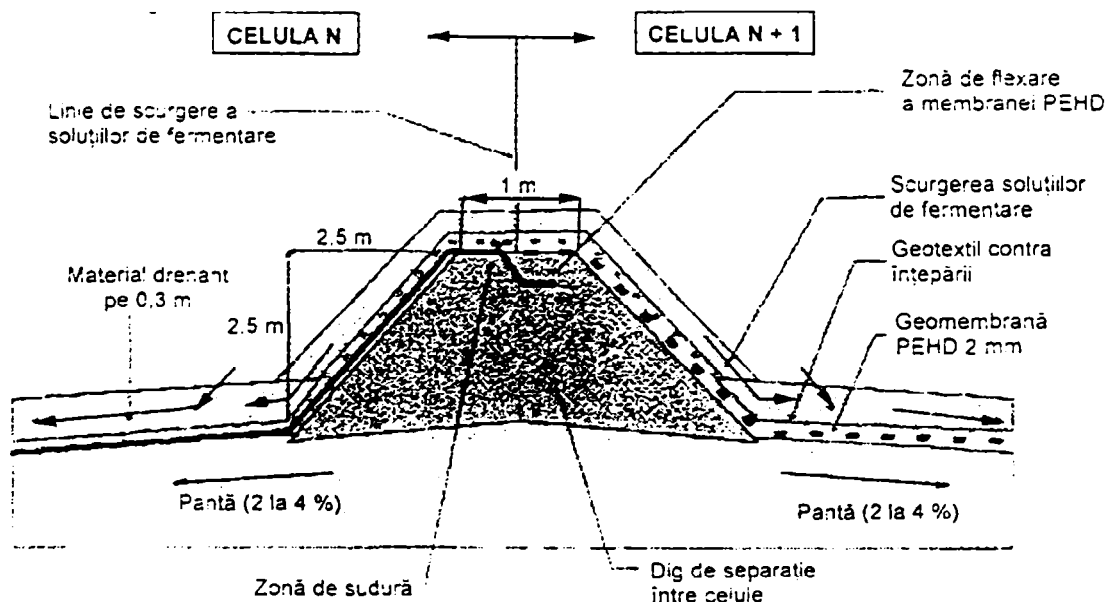


Fig.1.13. Dig separativ între celule

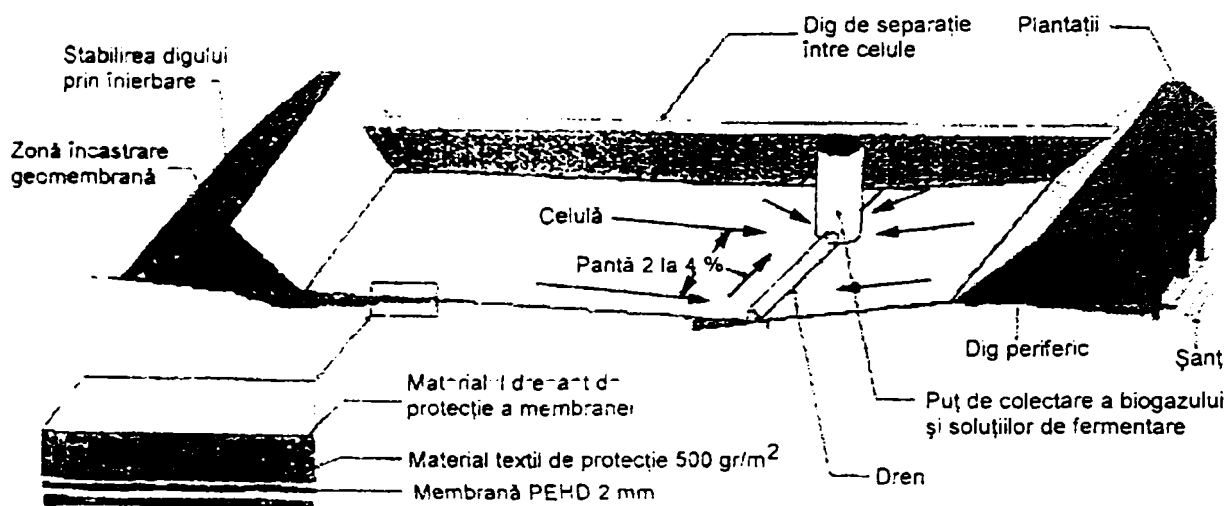


Fig. 1.14. Schema unei celule

Schema de drenarea biogazului cu detaliu de arzător de 3 m înălțime este prezentat în figura 1.15.

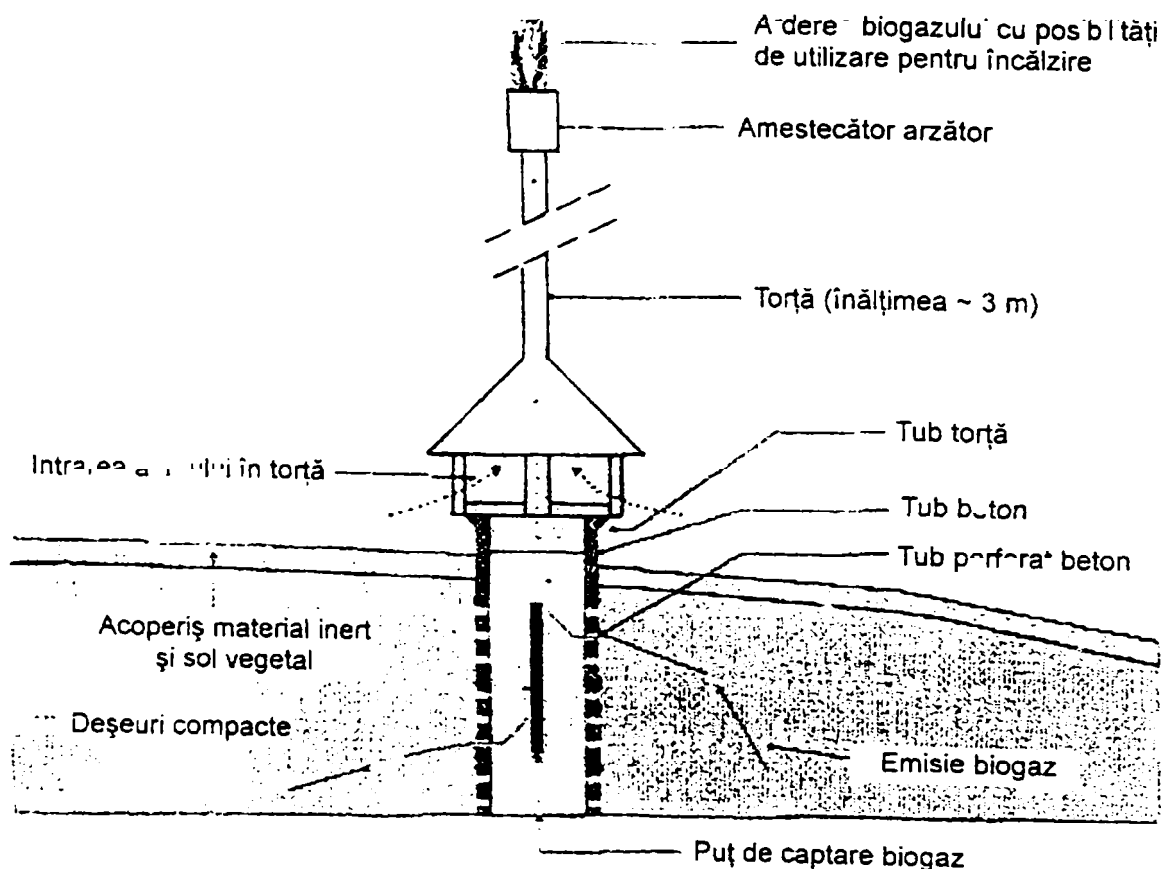


Fig. 1.15. Detaliu de arzător

Fazele de umplere cu deșeuri a depozitului se realizează prin umplerea celulelor de la 1...10 și pe 3 nivele conform fig. 1.17 și 1.18.

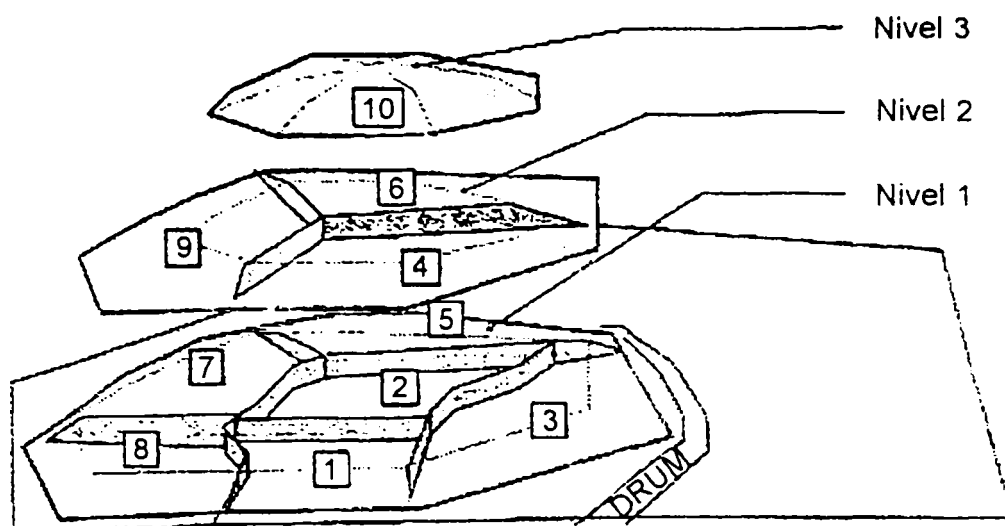


Fig. 1.16. Fazele de exploatarea depozitului

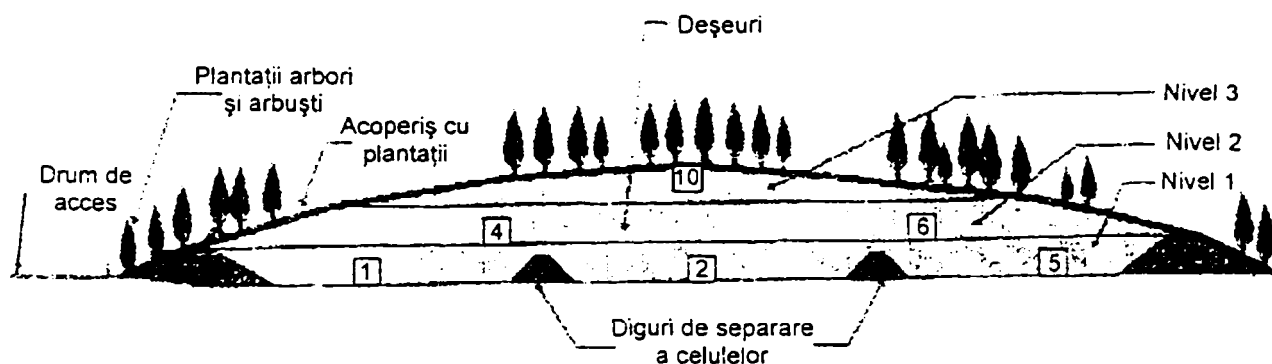


Fig. 1.17. Secțiunea transversală prin depozit la terminare, celule și nivele

1.4. DEPOZITUL DE DEȘEURI A.S.A. ARAD

1.4.1. Prezentare generală

Prin această investiție se realizează o primă piatră de temelie și se face un pas important în direcția implementării unui management modern și sigur al deșeurilor în orașul Arad, asigurând astfel în viitor o depozitare sigură din punct de vedere ecologic a deșeurilor. Operarea rampelor moderne de deșeuri, care sunt realizate conform standardelor U.E., oferă astăzi în întreaga Europa siguranța optimă împotriva efectelor nocive ale mediului și constituie o bază de plecare pentru viitoarea tratare și sortare a deșeurilor.

S.C. A.S.A. Arad Servicii Ecologice S.R.L., are următoarele date de bază:

Amplasament: Teren de 13,45 ha situat în partea de nord a orașului Arad, lângă depozitul de cenușă și zgură al centralei energetice CET – Lignit Arad.

Capacitate: Incinta de depozitare cu o suprafață de cca. 10 ha și o înălțime max. de 30 m are o capacitate totală pentru cca. 1,6 mil. m³ deșeurii și poate cuprinde toate deșeurile orașului Arad și din împrejurimi pentru următorii 30 de ani;

Investiție: Suma investită pentru construcția primei părți a rampei cu infrastructura necesară se ridică la cca. 2,3 mil. euro. Construcția ulterioară a rampei, inclusiv cu recultivarea celulelor deja umplute la intervale de 2 – 3 ani, va însuma investiții ulterioare de câte 1,5 mil. euro pentru fiecare etapă.

Operator: A.S.A. Arad Servicii Ecologice S.R.L. este filiala 100% a A.S.A. International Environmental Services GmbH. Grupul A.S.A. are sediul principal în Austria și are în total cca. 2000 de colaboratori, din care cca. 400 în Austria, cca. 1.600 în țări ca: Republica Cehă, Ungaria, Slovacia, Polonia, Croația și România. A.S.A. operează în țările enumerate mai sus 16 rampe, care sunt toate conduse conform celor mai stricte norme de mediu și a câștigat în ultimii 12 ani o vastă experiență în operarea rampelor conform standardelor U.E. Rampele și instalațiile A.S.A. sunt certificate ISO.

Începerea construcției: 07 iulie 2003

Începerea activității: 04 noiembrie 2000

1.4.2. Bioreactorul anaerob

Studiul întocmit cu privire la „Bilanțul apei în depozitul ecologic de deșeurii A.S.A. – Arad, utilizând tehnologia recirculării levigatului”, autor A. Wehry, a recomandării Comunității Europene nr. 31/26.04.1999 și a Legii pentru depozite de deșeurii nr. 164/10.04.1996 din Republica Austria, au arătat cât de importantă este noua tehnologie a recirculării levigatului în corpul depozitului de deșeurii.

Tehnologia recirculării levigatului în corpul depozitului de deșeurii este aprobată și utilizată pe scară largă în țările avansate din Europa, în scopul obținerii

unor soluții tehnico – economice eficiente a proceselor de reacții chimice necesare în timp.

În figura nr. 1.18. este prezentată schema de funcționare a unui depozit de deșeuri în care levigatul este recirculat (bioreactor anaerob), intrat în funcțiune la A.S.A. Arad în Noiembrie 2003.

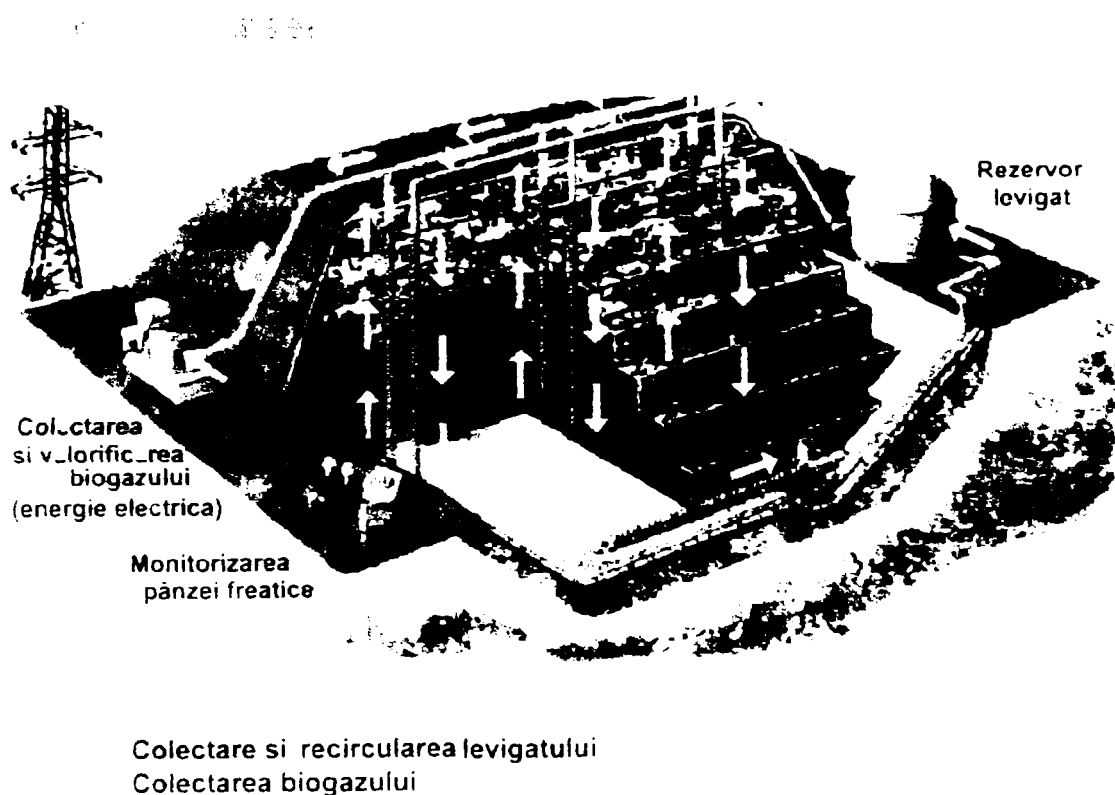


Figura nr. 1.18 Schema de funcționare a unui reactor anaerob

Bioreactorul anaerob are ca scop accelerarea descompunerii deșeurilor prin crearea de condiții optime pentru dezvoltarea bacteriilor anaerobe. În corpul depozitului de deșeuri, bacteriile anaerobe au rolul de a transforma deșeurile organice în acizi organici și, în final, în metan (CH_4) și bioxid de carbon (CO_2). Condițiile anaerobe se dezvoltă, în mod natural, în aproape toate depozitele de deșeuri. În mod normal deșeurile conțin între 10 și 20% apă. Este universal acceptată condiția că pentru a se realiza o degradare anaerobă optimă a deșeurilor, umezeala în interiorul depozitului trebuie să fie 35 – 45%.

Umiditatea din interiorul depozitului de deșeuri este mărită prin adăugare de levigat printr-o serie de sisteme de distribuție. În unele cazuri, cantitatea de levigat produsă și colectată este insuficientă pentru atingerea pragului optim de umezeală în

corpul depozitului de deșeuri. Surse adiționale de umezeală, cum ar fi nămolul de la stațiile de epurare, apa din precipitații sau deșeuri lichide nepericuloase, pot fi adăugate pentru mărirea volumului de levigat.



Figura nr.1.19. Detalii tuburi de drenaj și rezervor de colectare a levigatului

Pe măsură ce cantitatea de apă din corpul depozitului de deșeuri se apropie de valoarea optimă, viteza de degradare a deșeurilor crește. Acest fenomen conduce la o creștere a cantității de biogaz produsă în interiorul depozitului. De asemenea, are loc și o creștere a densității deșeurilor. În timp ce viteza de producere a biogazului într-un depozit cu mediu anaerob poate fi de două ori mai mare decât într-un depozit normal, durata producerii biogazului este semnificativ mai scurtă. Din aceste motive, sistemul de colectare a biogazului trebuie să fie dimensionat pentru un volum maxim mai mare, dar va funcționa o perioadă mai scurtă de timp.

În prezent apele uzate menajere (deci levigatul drenat din depozit) sunt colectate cu tuburi de PVC, cu diametrul de 250 mm, spre un rezervor vidanjabil cu un volum de 25 m³ și periodic sunt transportate la stația de epurare a municipiului Arad. În figura nr. 1.19. sunt prezentate detalii ale unui sistem de drenaj și a unui rezervor pentru levigat, pentru un depozit ecologic de deșeuri deja executat.

În alte depozite ecologice din România acest levigat este condus la o stația de epurare proprie.

În urma procesului chimic de reacție din depozit se realizează biogaz (care este captat), reacție care necesită apă și de aceea în perioadele de secetă trebuie adăugată apă, după următoarea reacție:



Deșeurile (glucide) în reacție cu apa se transformă în metan și bioxid de carbon. Acest proces se realizează numai în prezența apei, apă care se obține din precipitații sau adăugând apă în mod artificial. Din acest se propune recircularea apei drenate (levigatului) obținută la sursă, eliminând astfel construcțiile costisitoare de epurare sau de transport la stația de epurare a municipiului Arad, rămânând a se evacua doar eventualul surplus de levigat, format în special în urma unor ploi torențiale.

Lipsa apei în reacția chimică în urma căreia se obține biogazul are ca efect o prelungire în timp a procesului de descompunere a deșeurilor, în comparație cu, soluția când levigatul colectat se infiltrează în adâncime printr-o rețea de conducte. Distribuția apei pe suprafața depozitului nu se va face prin aspersiune, deoarece prin aceeași metodă s-ar antrena aer, care îngreunează foarte mult procesul de descompunere a deșeurilor și de producere a biogazului; în plus curenții de aer de deasupra depozitului ar putea transporta elementele poluante din levigat spre zonele populate. Tot din acest motiv depozitele de deșeuri se proiectează și se execută cu o înălțime cât mai mare (35 – 40 m), pentru a comprima deșeurile și a elimina aerul. De asemenea, la variațiile presiunii atmosferice depozitul este lăsat să „răsuflă”, prin realizarea doar a unei suprapunerii a geomembranei din acoperișul depozitului și nu se sudează. La fel, rețeaua de drenaj de la radierul depozitului, la colector în căminul din exteriorul depozitului, are evacuarea cu un sifon care nu lasă să pătrundă aerul.

Din motive de stabilitate se preferă un secudran în acoperiș pentru colectarea gazului și a apelor din precipitații, - în loc de piatră rotundă sort 16/32, eliminând geogrila pusă pentru asigurarea stabilității la alunecare a stratelor. De asemenea, la radier, piatra sort 16/32 mm nu are un geotextil de separare cu deșeurile de deasupra, pentru a evita colmatarea.

1.4.3. Estimările proiectantului pentru depozitul ecologic de deșeuri A.S.A. – Arad

Depozitul ecologic de deșeuri de la Arad este clasificat pentru deșeuri inerte și nepericuloase, conform Directivei Consiliului Europei 1999/31/EC și al Ordonanței Ministerului Apelor și Protecției Mediului, articolul 2, privind definirea criteriilor care

trebuie îndeplinite de deșeurile pentru a se încadra pe lista națională de deșeurile acceptate în fiecare clasă de deșeurile.

După umplerea depozitului de deșeurile, acesta se va acoperi cu pământ vegetal, înierbare, plantare de arbori și tufișuri. Zona depozitului de deșeurile include: infrastructura în suprafață de 134.500 m²; corpul depozitului de 96.300 m²; volumul de deșeurile 1.500.000 m³; volumul de pământ pentru reabilitare 177.800 m³; cantitatea totală de deșeurile depozitate anual 57.000 t.

Metoda de impermeabilizare la radier a depozitului este realizată din: două straturi de argilă de 250 mm, care după compactare va avea un coeficient de permeabilitate $k = 10^{-9}$ m/s, urmate apoi de BENTOFIX, acoperite cu o folie PE – HD de 2 mm grosime și având la bază în argilă o rețea de senzori de umiditate.

Reabilitarea continuă a depozitului se realizează prin aspirația activă, prin coborârea nivelului de levigat din puțuri și astfel se aspiră biogazul care se va arde sau va fi folosit la producerea de energie electrică, precum și prin acoperirea treptată cu pământ vegetal a depozitului, odată cu umplerea acestuia.

Apa pluvială colectată din zonele betonate operaționale va fi evacuată prin separatoare de ulei în șanțul periferic.

Levigatul este colectat de rețeaua de drenaj din tuburi perforate de PB – HD, PN 10, cu diametrul de 250 mm și deversat într-un rezervor de formă triunghiulară, cu un volum de 755 m³, având o cameră laterală echipată cu o pompă de mare presiune destinată recirculării levigatului în depozitul de deșeurile. În figura nr. 1.20. sunt prezentate puțurile colectoare și pentru infiltrația levigatului, precum și rezervorul pentru depozitarea levigatului.

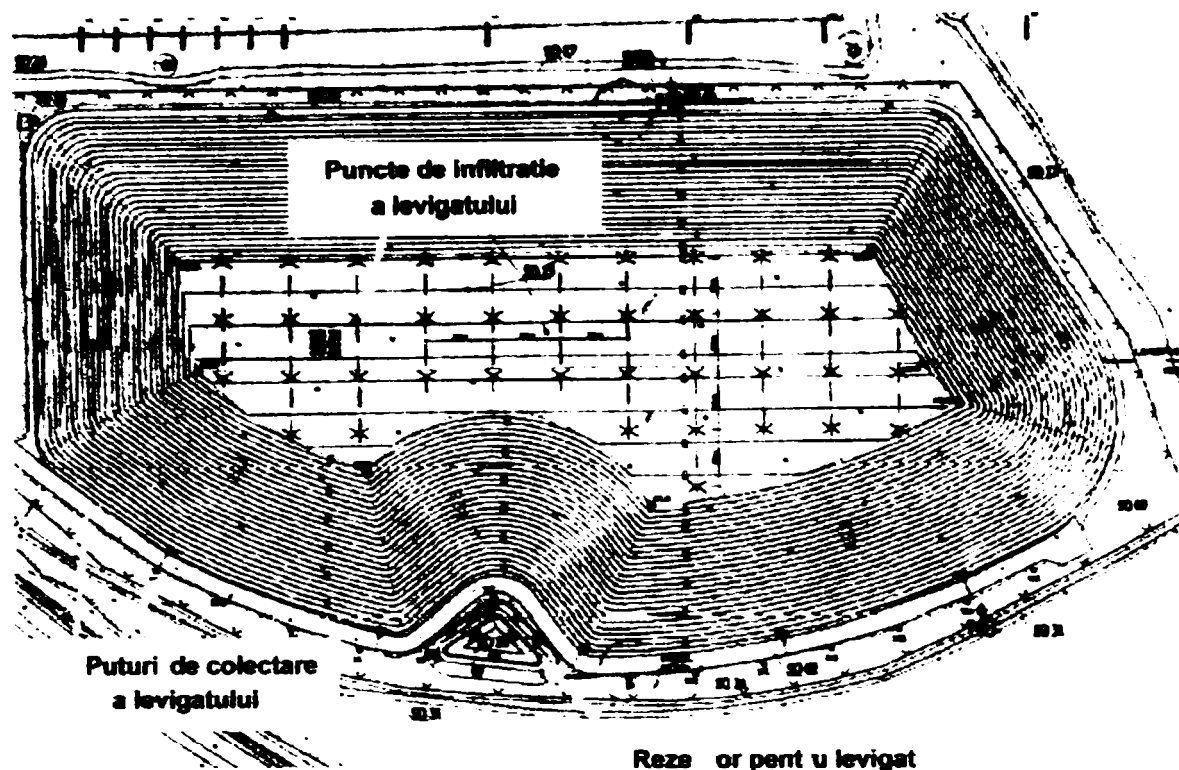


Figura nr.1.20. Schema recirculării levișatului la depozitul de deșeuri A.S.A - Arad

Sistemul de colectare prin aspirație al biogazului, scos din puțurile de colectare din întreaga suprafață a depozitului, permite studierea calității gazului și o sortare corespunzătoare.

Depozitarea deșeurilor va fi efectuată pentru ziua respectivă în așa numita ZONĂ ACTIVĂ în suprafață de 30×60 m, care va fi acoperită înaintea terminării fiecărei zile de lucru cu un strat continuu de pământ. Grosimea recomandată stratului de deșeuri în vederea compactării va fi de până la 0,5 m, iar construcția verticală a corpului de depozit este implementată prin etaje de 2 m înălțime, cu panta maximă pentru deșeurile din interiorul depozitului de 1 : 2,25. Pantele exterioare ale depozitului, în vederea reabilitării cu pământ vegetal și înierbare, vor fi de 1 : 2,5, realizate din diguri de pământ cu înălțimea de 2 m, în vederea prevenirii deplasării deșeurilor necompactate după depozitare și scurgerea controlată a apelor pluviale. Materialele ușoare prezintă risc de alunecare, iar materialele producătoare de praf trebuie acoperite cu deșeuri tehnologice corespunzătoare, în vederea prevenirii curgerii prafului din deșeuri, a unor bucăți urât mirositoare, etc. Prevenirea producerii prafului fin și împiedicarea deplasării acestuia de către vânt este luată în calcul printr-un sistem de bariere mobile și prin umezirea deșeurilor.

Materialul destinat acoperirii imediate a suprafețelor active ale depozitului va fi temporar stocat, în cantitatea solicitată, în interiorul ariei de depozitare. Ariile speciale de stocare vor fi folosite pentru depunerea de pământ destinat acoperirii suprafeței depozitului și formarea de rocă detritică (nisip și pietriș) pentru construirea drumului în interiorul corpului de depozit, cât și pentru zonele de ieșire din aria activă.

Pentru **managementul apei** soluția tehnică a depozitului de deșuri proiectat permite separarea vizibilă a apei curate de suprafața de apă levigată. Cantitatea de apă pluvială se reduce prin scurgerea ei direct în terenul înconjurător. Apa pluvială de pe stațiile pavate din interiorul depozitului, pe care este posibilă contaminarea cu produse uleioase, este trecută printr-un separator de ulei înainte de a fi evacuată în șanțul periferic existent.

Cantitatea de levigat se reduce în faza de construire a primelor trei sectoare ale depozitului prin depășirea acestor sectoare în unități mai mici, folosindu-se digulețe de compartimentare. Această măsură permite dirijarea apei pluviale de la sectoarele curate, fie în terenul înconjurător, fie în șanțul periferic existent. În etapele următoare, crearea unor noi sectoare va duce și la construirea compartimentelor pe întreaga suprafață a depozitului, prin arii deschise.

Levigatul va fi colectat prin drenarea la radier a depozitului și se va scurge în puțurile (cămine) colectoare. Drenurile se termină în aval cu vane și sifoane în cămine colectoare. Levigatul va fi transportat gravitațional în puțul de pompare și apoi în rezervorul de acumulare. Pomparea levigatului se efectuează automat, pe tot timpul anului, cu posibilitatea controlului manual. Pompele sunt cuplate sau decuplate prin intermediul întrerupătorului pârghie, atunci când apa atinge nivelul proiectat. Semnalele pompei de operare vor fi transmise printr-un cablu către operatorul de cântărire, pe cale sonoră și luminoasă, prevăzute cu nivele minime și maxime și/sau sistem de detectare a nefuncționării pompelor.

Nivelul minim al apei din rezervorul de acumulare este menținut prin transportul periodic al levigatului la stația de epurare a municipiului Arad sau se recirculă în depozit. Metoda golirii rezervorului este hotărâtă de șeful turei respective, în baza condițiilor curente de depozitare, cât și a celor de ordin climatic. Dacă acumularea cantității de levigat nu poate fi asigurată din motive climatice (ploi de lungă durată și rezervorul de acumulare plin) atunci vanele drenajului pot fi închise în cămin.

Probele de levigat vor fi prelevate din rezervorul de acumulare și din puțurile individuale de patru ori pe an. Probele vor fi analizate în vederea stabilirii următoarelor elemente caracteristice: pH, CCO-Cr (mg/l), CBO₅, amoniul de nitrogen, nitrați, sulfati, cloruri, metale și alte elemente. După primul an de operare a depozitului de deșeuri și monitorizarea levigatului, se vor stabili parametrii monitorizați (așa numiții contaminanți dominanți).

Rezultatele privind efectul depozitului de deșeuri asupra mediului înconjurător, se vor compara cu condițiile inițiale ale mediului și dacă se depășesc limitele admise, se vor lua măsurile adecvate.

Dezvoltarea, compoziția și cantitatea de biogaz vor fi urmărite prin măsurători la suprafața depozitului și în puțurile de regularizare, iar monitorizarea se va efectua în concordanță cu legislația în vigoare.

După ce se înregistrează o creștere semnificativă a cantității de biogaz și calitatea acestuia, se va lua decizia de folosire a sistemului de degazeificare activă și a posibilei sale exploatare ca și gaz potențial producător de energie.

Minimalizarea efectelor negative ale deșeurilor asupra mediului înconjurător se vor realiza prin următoarele măsuri:

1. Se va specifica aria de lucru pentru ziua respectivă de 30 × 60 m, în care deșeurile vor fi depozitate. Celelalte spații vor fi acoperite cu un strat continuu de material tehnologic (pământ). Această măsură reduce riscul alunecării – spulberării în afara depozitului a unor fracțiuni de deșeuri ușoare, cât și răspândirea mirosului acestora în împrejurimi;
2. Depozitul va fi reabilitat (acoperit) în mod continuu, după posibilități, în urma stabilizării procesului de depozitare. Reabilitarea reduce riscul alunecării – spulberării fracțiunilor ușoare de deșeuri din depozit, cât și împrăștierea mirosului și producerea prafului;
3. Operatorul depozitului de deșeuri va monitoriza eficient efectul depozitării asupra mediului înconjurător, luând toate măsurile pentru îndepărtarea efectelor negative;
4. Biogazul produs de deșeurile depozitate poate fi folosit la generarea de curent electric. Degazificarea la vârful depozitului este o parte din reabilitare;
5. Păsările prădătoare dresate vor fi folosite pentru îndepărtarea păsărilor și pentru a nu răspândi microbi;

6. Apă de suprafață se utilizează la reducerea cantității de praf din depozit, doar pentru aria activă;
7. Curățirea corespunzătoare a vehiculelor care părăsesc depozitul va preveni murdărirea drumurilor;
8. În cazul apariției rozătoarelor se va efectua deratizarea ariei de către firme autorizate;
9. Dezinfecțiile (germicide) ale clădirilor operaționale și administrative vor fi efectuate de agenții de igienă.

Alte măsuri de igienă vor fi executate în spiritul celor stabilite de Autoritatea de Sănătate Publică Locală. În caz de accident, efectele factorilor neacoperiți prin aceste reguli de operare vor trebui preveniți și reduși. Accidentele parțiale pot fi cauzate de explozivi, coroziune, deșeuri infecțioase, containere închise, deșeuri radioactive, etc.

Detectarea deșeurilor menționate, odată cu intrarea lor, înainte de procesul de cântărire, poate duce la returnarea întregii încărcături livrate de către furnizor, fără replică.

Măsurile amintite anterior se aplică de asemenea la detectarea deșeurilor periculoase, pe parcursul depozitării lor:

- dacă încărcătura a fost deja depozitată, aceasta va fi reîncărcată și returnată furnizorului;
- dacă reîncărcarea nu este posibilă, atunci deșeurile trebuie izolate prin plasarea lor într-un container sau prin închiderea sectorului respectiv al depozitului;
- operatorul de deșeuri trebuie să folosească haine de protecție adecvate.

Pentru **bilanțul** apei în depozitul ecologic de deșeuri A.S.A. – Arad, utilizând tehnologia recirculării levigatului, proiectantul prezintă un bilanț al apei levigate pentru trei perioade de timp:

- în situația inițială (tabelul 1.3.)
- după un an de funcționare (tabelul 1.4.)
- la închiderea depozitului (tabelul 1.5.)



Fig. 1.21. Vedere radier, cu pregătirea șanțului de pozare a drenului la depozitul de deșeuri A.S.A. – Arad

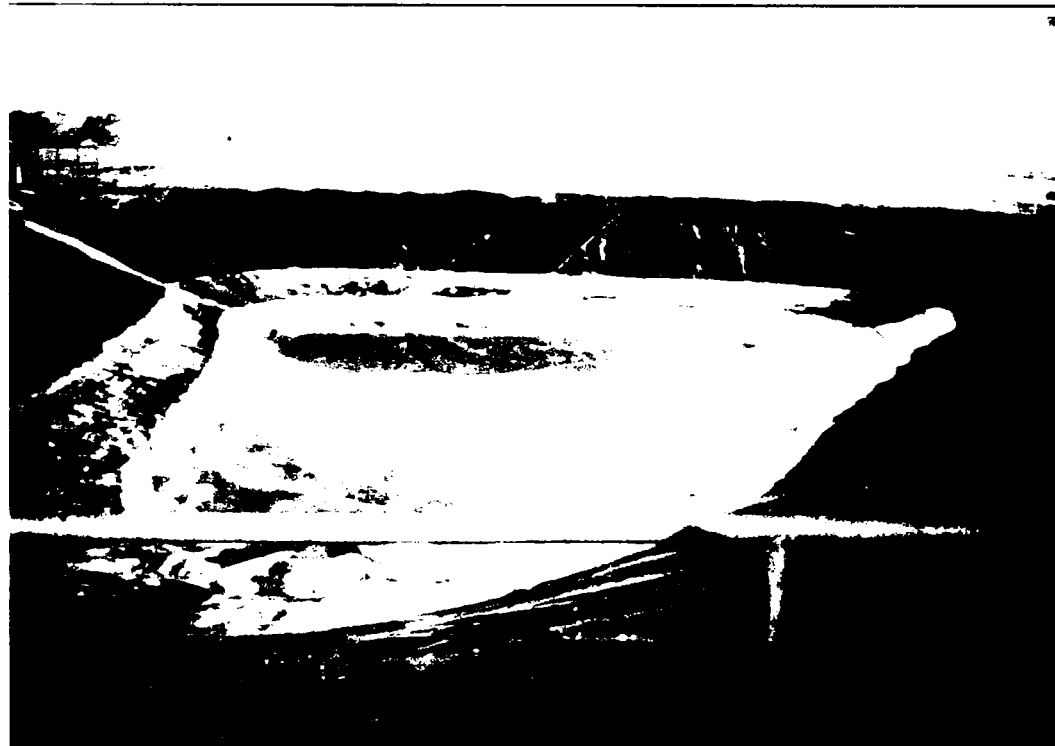


Fig. 1.22. Vedere bazin pentru colectarea levigatului la depozitul de deșeuri A.S.A. – Arad



Fig. 1.23. Vedere drenuri și piatra sort 16/32 la radierul depozitului A.S.A. – Arad



Fig. 1.24. Vedere rampa de spălare auto



Fig. 1.25. Căminul de colectare, levigat din exteriorul depozitului prevăzut cu sifon, pentru neadmiterea aerului în depozit la A.S.A. – Arad

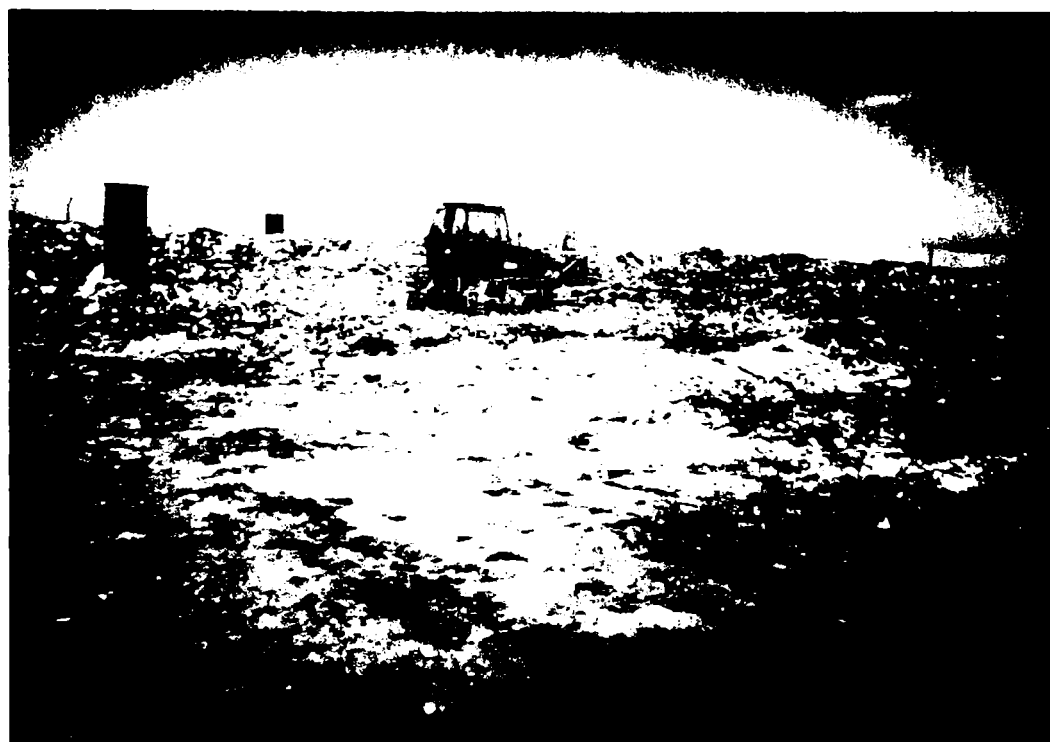


Fig. 1.26. Împrăștierea și compactarea deșeurilor în depozit A.S.A. – Arad

Tabelul 1.3.

PRECIPITAȚII													
LUNA	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ANUAL
mm	35,1	30	35,6	48,1	65,6	81,1	60,3	52,2	44,2	46,6	48,5	45,3	592,60
Suprafata de operare a depozitului												79 705 m ³	
Suprafata activa a depozitului ce trebuie levigata												1 185 m ³	
Suprafata pavata, cu separator de uleiuri												3 899 m ³	
Alte suprafete (infiltrati, scurgeri la suprafata)												74 626 m ³	
Vol. mediu anual de ploaie căzută într-un an												79 705 m ³	
Volumul mediu anual de levigat												1 185 m ³	
Vol. mediu anual de apă căzută la suprafata pavata												3 899 m ³	
Vol. mediu anual de apă din infiltrati, scurgeri												74 626 m ³	
REPARTIȚIA LEVIGATULUI (%)													
Evaporație	40%												
Acumulare în depozit	10%	497 m ³											
Producție de gaz	0	119 m ³											
Evacuare levigat	50%	0											
Acumulat în rezervor		593 m ³											
Prod. de gaz subsidiară		200 m ³											
Producția de levigat		0	393 m ³										
TOTAL balanță apă	100%	1.185 m ³											
Apă pentru angajați (facilități sanitare)													
Numărul de angajați												12	
Consum necesar												100 l/pers/zi	
Volumul anual												300 m ³ /zi	
Apă de băut livrată în sticle													
Numărul de angajați												12	
Consum necesar												1,5 l / om	
Volumul anual												4,5 m ³ /an	
Serviciul de epurare													
Capacitatea de epurare												8m ³	
Frecvența umplerii												8 ori/an	
Nec. anual de reumplere												64 m ³ /an	
Evaporație și pierderi												50%	
Necesar total anual												96 m ³ /an	
Capacitatea de acumulare la sistemul de epurare													
Capacitatea de epurare												13m ³	
Frecvența umplerii												4 ori/an	
Nec. anual de reumplere												52 m ³ /an	
Evaporație și pierderi												50%	
Necesar total anual												78 m ³ /an	

Tabelul 1.4.

PRECIPITAȚII														
LUNA	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ANUAL	
mm	35,1	30	35,6	48,1	65,6	81,1	60,3	52,2	44,2	46,6	48,5	45,3	592,60	
Suprafata de operare a depozitului												79 705 m ³		
Suprafata activa a depozitului ce trebuie levigata												0 m		
Suprafata pavată, cu separator de uleiuri												3 899 m		
Alte suprafete (infiltratii, scurgeri la suprafata)												71 005 m		
VOL. MEDIU ANUAL DE PLOAE CĂZUTĂ ÎNTR-UN AN												4 800 m		
REPARTIȚIA LEVIGATULUI (%)														
Evaporație	0											Apă de băut livrată în sticle	12	
Acumulare în depozit	20%											Numărul de angajați	1,5 l / om zi	
Producție de gaz	80%											Consum necesar	4,5 m ³ /an	
Evacuare levigat	0%											Volumul anual		
Acumulat în rezervor	0													
Prod. de gaz subsidiară	0													
Producția de levigat	0													
TOTAL balanță apă	100%											Serviciul de epurare (idem tab. 1.3.)	Capacitatea de acumulare la sistemul de epurare	
												Serviciul de apă pentru stația de compost	Capacitatea de epurare	13m ³
												Deșeuri biodegradabile	Frecvența umplerii	4 ori/an
												Necesarul de apă	Nec. anual de reumplere	52 m ³ /an
												Necesar total anual	Evaporație și pierderi	50%
													Necesar total anual	78 m ³ /an

Tabelul 1.5.

PRECIPITAȚII													
LUNA	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ANUAL
mm	35,1	30	35,6	48,1	65,6	81,1	60,3	52,2	44,2	46,6	48,5	45,3	592,60
Suprafața de operare a depozitului												79 705 m	
Suprafața activă a depozitului ce trebuie levigată												5 926 m	
Suprafața pavată cu separator de uleiuri												3 899 m	
Alte suprafețe (infiltrate, scurgeri la suprafață)												68 879 m	
Vol. mediu anual de ploaie căzută într-un an												79 705 m	
Volumul mediu anual de levigat												5 926 m	
Vol. mediu anual de apă căzută la suprafața pavată												3 899 m	
Vol. mediu anual de apă din infiltrații, scurgeri												68 879 m	
REPARTIȚIA LEVIGATULUI (%)													
Evaporație	57%			3 378 m ³	Apă pentru angajați (facilități sanitare)			Apă de băut livrată în sticle			Numărul de angajați		12
Acumulare în depozit	20%			1 185 m ³	Numărul de angajați			Consum necesar			1,5 l / om		
Producție de gaz	20%			1 185 m ³	Consum necesar			100 l/pers/zi			zi		
Evacuare levigat	3%			178 m ³	Volumul anual			300 m ³ /zi			Volumul anual		
Acumulat în rezervor	0			200 m ³	Serviciul de epurare			Capacitatea de acumulare la sistemul de epurare			3 m ³		
Prod. de gaz subsidiară	0			0	Capacitatea de epurare			8 m ³			Capacitatea de epurare		
Producția de levigat	178 m ³			178 m ³	Frecvența umplerii			8 ori/an			Frecvența umplerii		
TOTAL balanță apă	100%			5 926 m ³	Nec. anual de reumplere			4 m ³ /an			Nec. anual de reumplere		
					Evaporație și pierderi			50%			Evaporație și pierderi		
					Necesar total anual			96 m ³ /an			Necesar total anual		
											52 m ³ /an		
											50%		
											78 m ³ /an		

- temperature $> 30^{\circ}\text{C}$;
- valoarea pH/lui 6,5 – 8 ;
- potențialul REDOX $< - 300 \text{ mV}$;
- acizi grași inferiori $< 6000\text{mg/l}$.

Din cercetările lui Schoder (1997) la depozitul de la Hessheim, rezultă în figura 1.26 producția de gaz în procente, după adăugare de apă (H_2O) în timp (zile).

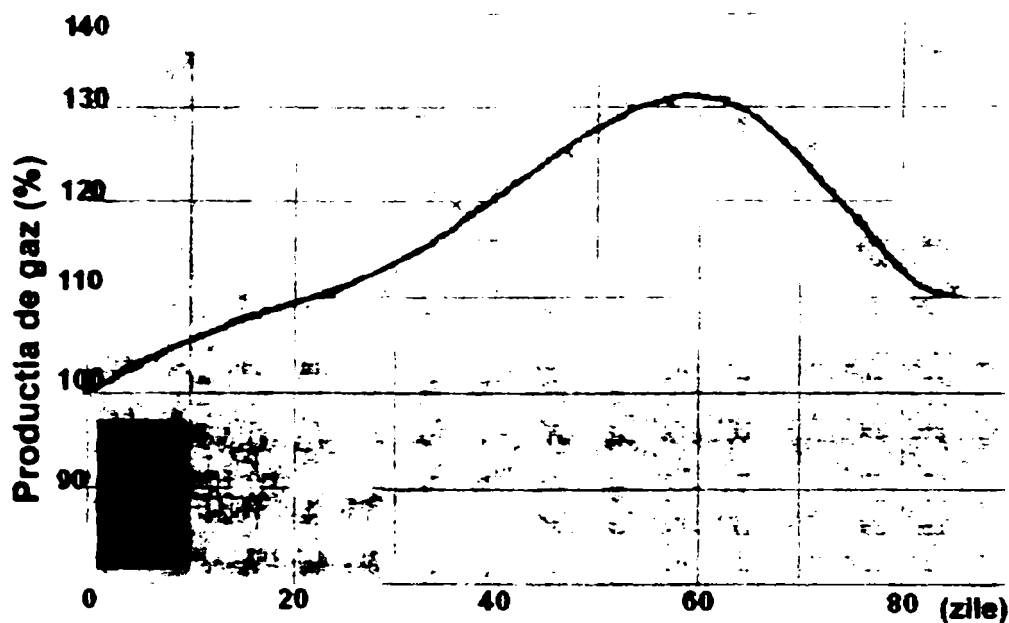


Fig. 1.28. Producția de biogaz după adaosul de apă la depozitul Hessheim

Fazele din depozitul de deșeuri care lucrează ca un reactor, referitoare la levigat sunt prezentate în figura nr. 1.28., cu evoluția diversilor acizi în timp, funcție de acizii grași, pH, respectiv evoluția conținutului chimic de oxigen CCO, conținutul biochimic de oxigen CBO și gazul metan CH_4 obținut în cele patru faze (I – Hidroliză și faza acidă; II – Faza acetogenă și începutul fazei metanogene; III – Faza metanogenă stabilă; IV – Faza de stingere).

Din aceste studii se vede importanța adăugării apei în fazele reacțiilor în timp pentru a obține biogaz în depozitul de deșeuri închis.

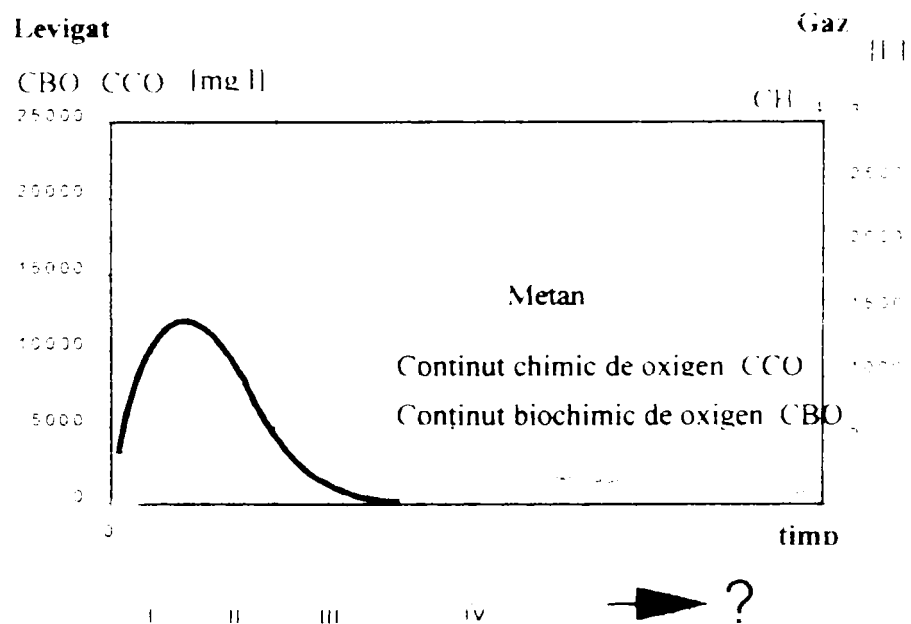
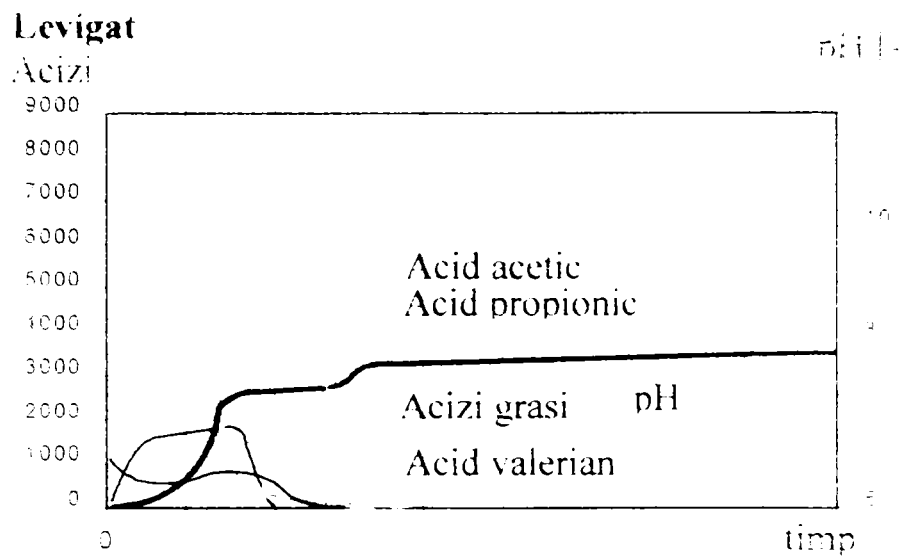


Fig. 1.29. Fazele din reactorul – depozit de deșeuri, referitoare la levigat

Calitatea levigatului în reactoare – depozit de deșeuri este dată în continuare, în conținutul diferiților parametri:

Tabelul nr. 1.7.

Parametru	U.M	Depozite tinere	Depozite vechi
pH	-	4,5 – 4,7	7,5 – 9
CCO	mg/l	6.000 – 60.000	500 – 4.500
CBO ₅	mg/l	4.000 – 40.000	20 – 550
Ca	mg/l	10 – 2.500	20 – 600
SO ₄	mg/l	70 – 1.750	10 – 420
Zn	mg/l	0,1 – 120	0,03 – 45
Substanță uscată	mg/l	50 – 5.000	
NH ₄ -N	mg/l	30 – 3.000	
Cl	mg/l	100 – 5.000	
Pb	mg/l	0,008 – 1,02	
Cd	mg/l	0,0005 – 0,14	
Cu	mg/l	0,004 – 1,4	
Ni	mg/l	0,02 – 2,05	

În continuare ne vom referi la **legile germane, austriece și ale Comunității Europene în domeniul deșeurilor** și a depozitării acestora.

În spațiul european există o rețea complexă supranațională, statală și regională pentru conducerea gospodăririi deșeurilor și micșorarea daunelor de poluare a mediului.

În Germania se găsesc, în acest domeniu, legi și reguli din anul 1996 care au ca scop:

- micșorarea deșeurilor prin schimbarea producției și re folosirea materialelor, cu recâștigarea unor produse;
- utilizarea energetică a deșeurilor;
- siguranța și durabilitatea evacuării deșeurilor;

În Austria încă din 1990 a fost elaborată legea deșeurilor, care presupune:

- minimizarea daunelor produse de deșeuri asupra omului, animalelor și plantelor, asigurând condițiile de bază ale vieții;
- protejarea resurselor materiale și energetice;
- minimizarea volumelor de depozitare a deșeurilor – protecția peisajului natural;

- deșeurile să nu producă la depozitare pericole potențiale pentru generațiile viitoare.

Prescripțiile tehnice pentru depozitarea deșeurilor în Germania (Technische Anleitung Siedlungsabfall - TASI) conțin probleme ce trebuie respectate. După principiul barierelor multiple se asigură prin stratificația multiplă, a micșorării emisiilor din depozit:

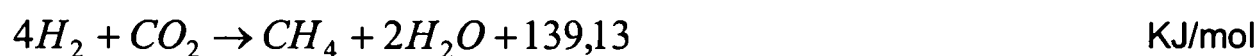
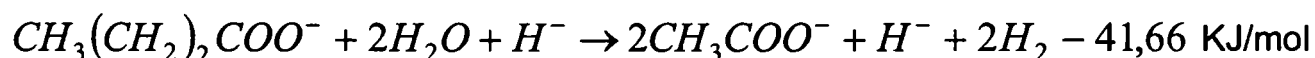
- prima barieră este însăși calitatea deșeurilor;
- bariera geologică este un factor important pentru durabilitatea unui depozit de deșeuri;
- o impermeabilitate la radier și un sistem de drenaj protejează apa subterană și asigură evacuarea levigatului din depozit;
- o impermeabilitate la acoperiș este necesară.

În Austria regulile tehnice sunt prevăzute în DVO - Österreichische Deponieverordnung – au fost inițiate încă din anii 1980 și legiferate în 1996 și conțin:

- valori limită pentru învecinarea cu apă;
- respectarea unor condiții geologice pentru depozit;
- respectarea condițiilor de realizare a depozitului cu un radier impermeabil și un drenaj de evacuare a levigatului;
- respectarea condițiilor la realizarea acoperișului.

Directivele Comunității Europene din 26.04.1999 (1999/31/EC) asupra depozitelor de deșeuri presupun ca principalele condiții (geologia amplasamentului, etanșarea la radier și clasificarea deșeurilor în deșeuri periculoase, nepericuloase și inerte) să fie respectate.

În toate cazurile în diferite depozite, circa 2/3 din deșeurile organice devin acetati și 1/3, împreună cu apă devine metan și CO₂, după relațiile:



Gazul produs în depozitul de deșeuri, dacă nu este folosit în mod controlat, duce la :

- mărirea efectului de seră, prin componentele CH₄ și CO₂;
- pagube asupra vegetației prin deteriorarea aerului de la sol;
- incendii și pericol de explozie.

Situația tehnică actuală a folosirii gazului din depozit poate fi:

- A) **Degazificare activă** când gazul este absorbit din depozit și ars prin flacără;
- B) **Degazificare activă** și utilizarea energetică a gazului din depozit cu un motor de gaz turbină de gaz;
- C) **Degazificare pasivă** când printr-o fereastră de gaz partea de metan se oxidează biologic;
- D) **Degazificare pasivă** când dintre straturile de acoperire a depozitului se captează metanul pentru oxidare biologică.

Concluzionând adaosul de apă în procesul chimic de formare a biogazului este absolut necesară. Această apă este asigurată din precipitații naturale sau scurgerea artificială a apei la suprafața și infiltrarea în adâncime printr-o rețea de conducte. În acest sens recircularea levigatului în depozit în perioadele secetoase este tehnic necesar și economic, deoarece nu mai trebuie epurat cu cheltuielile respective.

Vezi fig. 1.30. și Fig. 1.31.

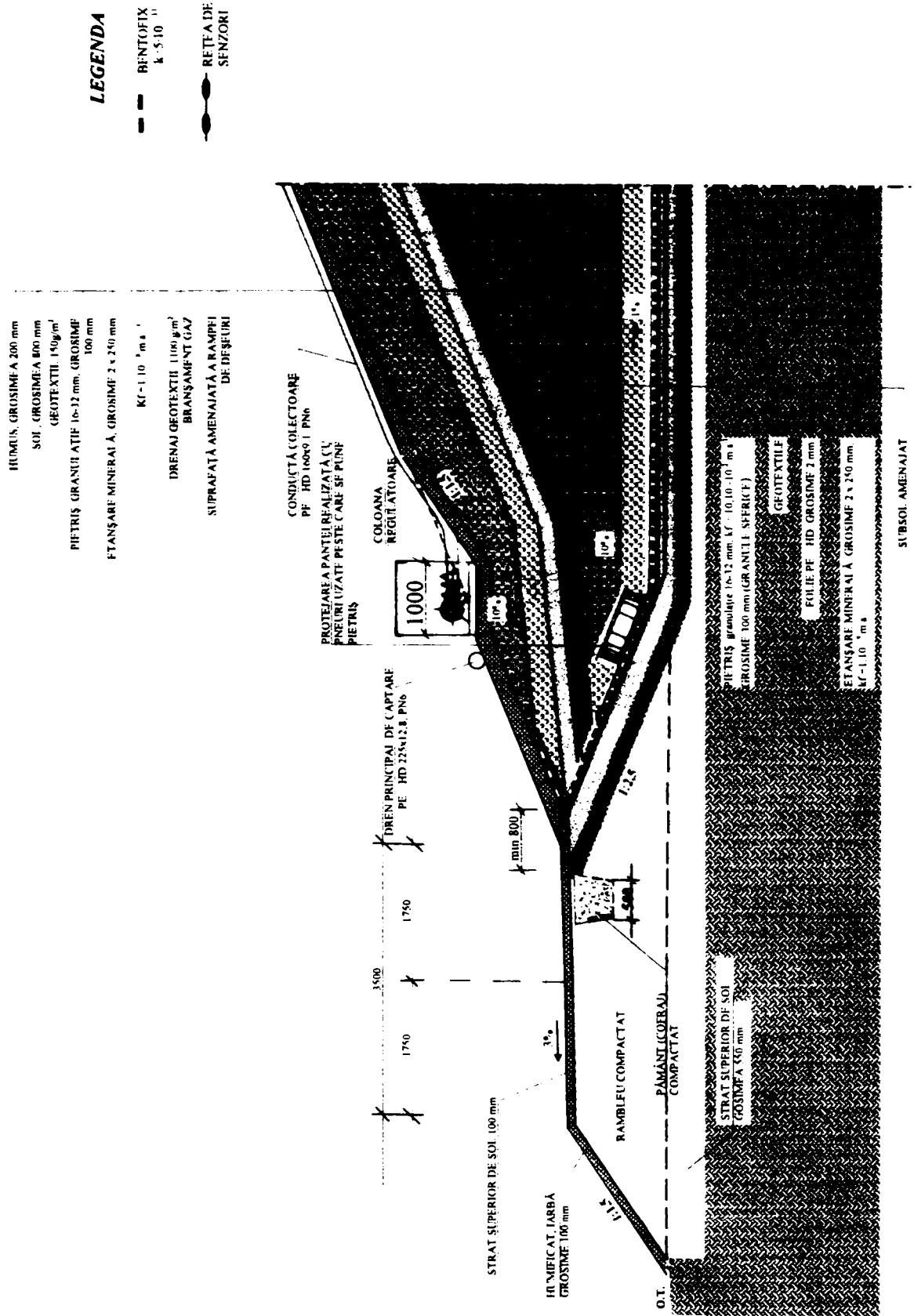


Fig. 1.30. DETALIU DE ETANȘARE LA BIOREACTORUL ASA - ARAD

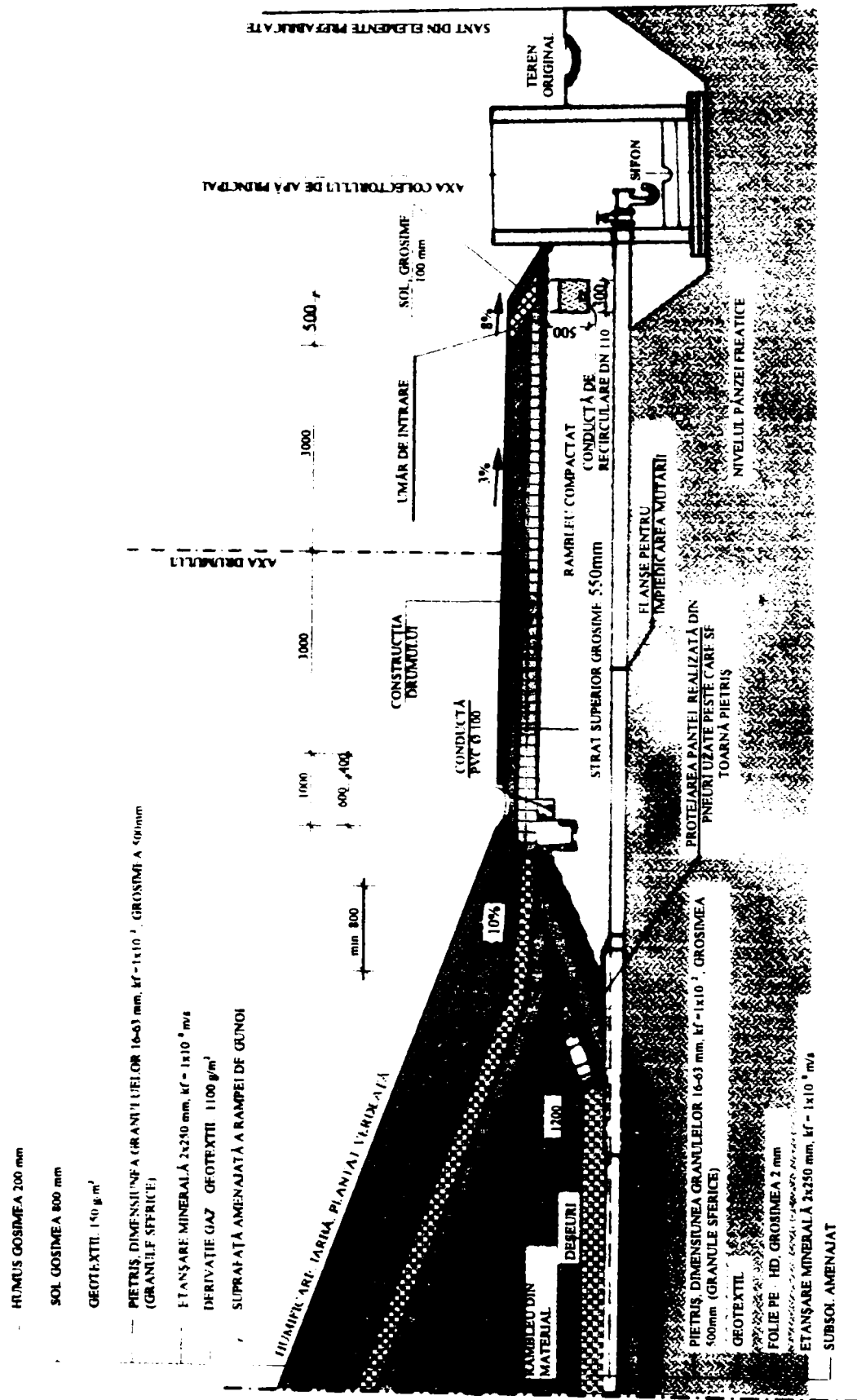


Fig. 1.31. DETALIU DE EVACUARE CU SIFON LA BIOREACTOR

1.5. DEPOZITUL ECOLOGIC DE DEȘEURI ORADEA

Pentru municipiul Oradea realizarea unui depozit ecologic de deșeuri modern este o necesitate deoarece actualul depozit de deșeuri solide nu mai poate funcționa și trebuie închis.

1.5.1. Date generale

Denumirea proiectului: DEPOZIT ECOLOGIC DE DEȘEURI ORADEA

Amplasamentul și adresa: Jud. Bihor, Mun. Oradea, str. Matei Corvin, F.N., nr.cdstr.2145 (fig. 1.32.)

Titularul proiectului: S.C. URBAN PROIECT S.R.L. Oradea

Proiectant general: DEPONIA TECHNICA Kft.Hu Miskolc

Antreprenor General: S.C. KEVIEP DEBRECEN Ungaria Sucursala Oradea



Fig. 1.32. Plan de situație

1.5.2. Descrierea obiectivului

DEPOZITUL ECOLOGIC DE DEȘEURI ORADEA este prevăzut a se realiza conform normelor Europene, cu etanșare a radierului și acoperișului urmând ca levigatul să fie recirculat în scopul obținerii de biogaz, lucrând ca un BIOREACTOR. Obiectivul propus este similar cu cel de la A.S.A. Arad realizat de către specialiștii austrieci și cehi care a intrat în funcțiune în Noiembrie 2003. În România este aprobată această tehnologie a recirculării levigatului aliniindu-se la legislația

Europeană. Toate procesele chimice din bioreactor sunt descrise pe larg în cartea „Reciclarea apelor uzate”, Editura Universitatea Oradea, 2004, autorii A. Wehry și M. Bodog.

Astfel în urma procesului chimic de reacție din depozit se realizează biogaz (care este captat), reacție care necesită apă și de aceea în perioadele de secetă trebuie adăugată apă.

Acest proces se realizează numai în prezența apei, apă care se obține din precipitații sau adăugând apă în mod artificial. Din acest motiv se propune recircularea apei drenate din depozit (levigatul) obținută la sursă, eliminând astfel construcțiile costisitoare de epurare sau de transport la stația de epurare a Municipiului Oradea, rămânând a se evacua doar eventualul surplus de levigat format în special în urma unor ploi torențiale, trecând printr-o stație de epurare. Lipsa apei în reacția chimică în urma căreia se obține biogazul, are ca efect o prelungire în timp a procesului de descompunere a deșeurilor, în comparație cu soluția când levigatul colectat se infiltrează în adâncime printr-o rețea de conducte.

Nu se va face o distribuție a levigatului prin aspersiune, deoarece s-ar antrena aer care îngreunează foarte mult procesul de descompunere a deșeurilor și deci de producere biogaz; în plus curenții de aer de deasupra depozitului ar putea transporta elemente poluante din levigat spre zonele populate. Tot din acest motiv înălțimea depozitelor este de înălțime cât mai mare pentru a comprima deșeurile și a elimina aerul. La fel la rețeaua de drenaj de la radierul depozitului și căminul din exteriorul depozitului, are evacuare cu un sifon care nu lasă să pătrundă aerul.

1.5.3. Date constructive ale depozitului

1.5.3.1. Detalii de amplasament, etape de realizare, suprafețe ocupate

Depozitul de deșeuri este amplasat la N-V de municipiul Oradea și la nord de localitatea Borș.

Depozitul de deșeuri se va realiza în 6 etape.

Obiectivele de deservire și prelucrare ale deșeurilor se vor executa în 2 etape.

Obiectivele realizate în prima etapă, conform proiectului, au fost concepute și amplasate de așa manieră, încât să rămână la dispoziție suficient teren, în vederea dezvoltării ulterioare, iar obiectivele realizate în prima etapă să nu trebuiască să fie modificate.

Obiectivele ce se vor realiza în prima etapă

- depozit regional, etapa I – reprezentând două suprafețe de depozitare, a câte 19.000 mp fiecare (I/A și I/B);
- obiective de deservire – etapa I;
- obiective de infrastructură – etapa I.

Obiective ce se vor realiza în a doua etapă

- Al doilea pod – basculant
- Stația de compostare;
- Stația de sortare de deșeuri.

Amplasamentul pentru depozitul de deșeuri proiectat a fost stabilit – în baza datelor referitoare la cantitățile de deșeuri anexate – pe o perioadă de 20 de ani. Suprafața depozitului proiectat, calculat cu o înălțime de cultivare de 20 m, este de 227.000 m².

Pe această suprafață se pot realiza 6 etape de depozitare cu suprafețe aproximativ egale. Suprafața depunerii realizată în prima etapă este de 38.000 m².

Principalele date geometrice ale depozitului proiectat:

- Lățime (max.): 400,0 m
- Lungime (max.): 560,0 m
- Suprafața totală a depozitului: 22,7 ha

Având în vedere specificul terenului dat, depozitarea deșeurilor s-a proiectat cu tehnologia formării de rambleuri la o înălțime de umplere de 20 m.

Pantele laterale 1:2 ale depozitului se vor recultiva în mod continuu paralel cu depozitarea deșeurilor.

1.5.3.2. Detalii de stratificații la radier și acoperiș

La radier (de sus în jos) (fig 1.33. și fig. 1.34.)

1. deșeuri
2. geotextil de separare 200 g/m², între deșeuri și piatra rotundă sort de 16/32 mm
3. 50 cm strat drenat pietriș rotund sort 16/32 mm în care sunt înglobate tuburile de drenaj din PEHD cu diametrul de 250 mm
4. geotextil de protecție 1.200 g/m²
5. geomembrană (corbofil) PEHD de 2,5 mm etanșare
6. sistem de senzor monitorizare geoelectric

7. bentofix (bentonită cusută între două geotextile) $K \leq 5 \times 10^{-11}$ m/s
8. etanșare minerală (argilă) $K \leq 10^{-8}$ m/s
9. subsol compact

La acoperiș (de sus în jos) (fig 1.33. și fig. 1.34.)

1. strat de pământ vegetal de 1 m grosime
2. geotextil de separare 200 g/m^2
3. strat drenant al apelor curate de precipitații (realizat din piatră 16/32 mm în grosime de 50 cm, sau materiale artificiale cu $K \leq 10^{-4}$ m/s, ex. drenatex)
4. strat impermeabil (geomembrană 2,5 mm) așezat pe un strat din argilă de 50 cm grosime, $K \leq 10^{-8}$ m/s
5. strat filtrant pentru captare de gaze, cu geotextil de separare în caz că avem argilă, apoi strat de piatră, drenaj pentru gaz, 16/32 mm grosime 50 cm sau un drenant artificial cu $K \leq 10^{-4}$ m/s, ex. drenatex
6. strat de uniformizare a deșeurilor

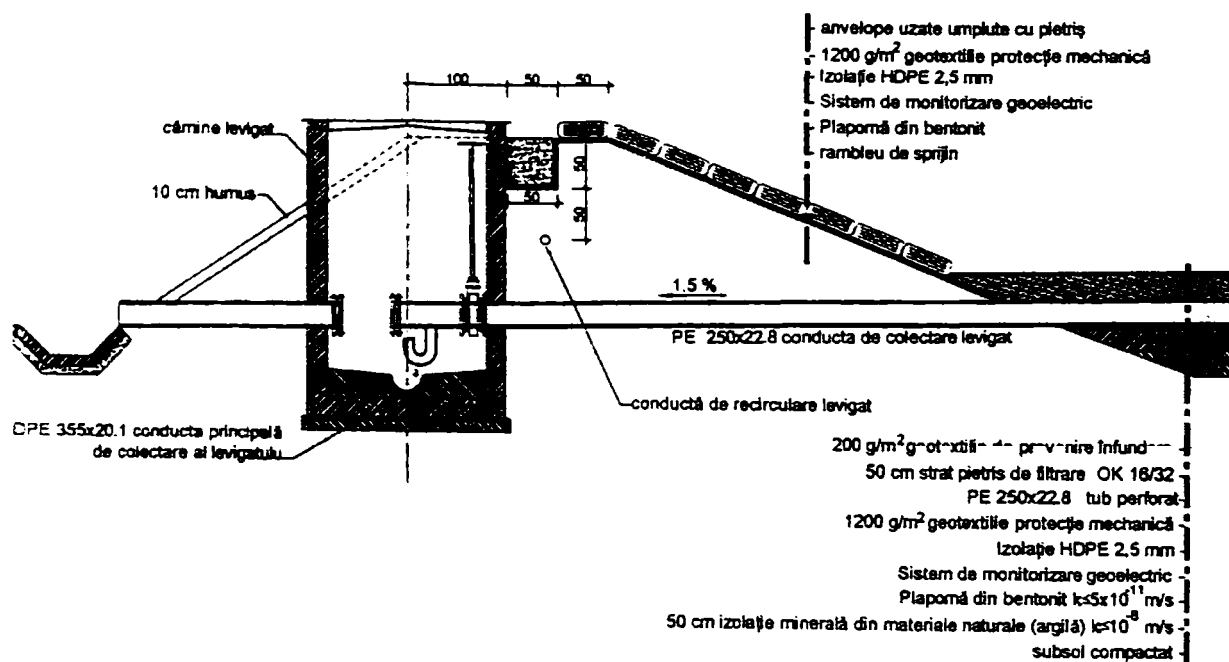


Fig. 1.33. Secțiune transversală – umpluturi și stratificații corp depozit

- 1.**
- 200 g/m geotextile de prevenire înfundare
 - 50 cm strat piatră de filtrare OK 10/32
 - 1200 g/m geotextile protecție mecanică
 - Izolație HDPE 2,5 mm
 - Sistem de monitorizare geoelectric
 - Plăpomi din bentonit $ks \times 10^{-11}$ m/s
 - 50 cm izolație minerală din materiale naturale (argilă) $ks \times 10^{-4}$ m
 - subsol

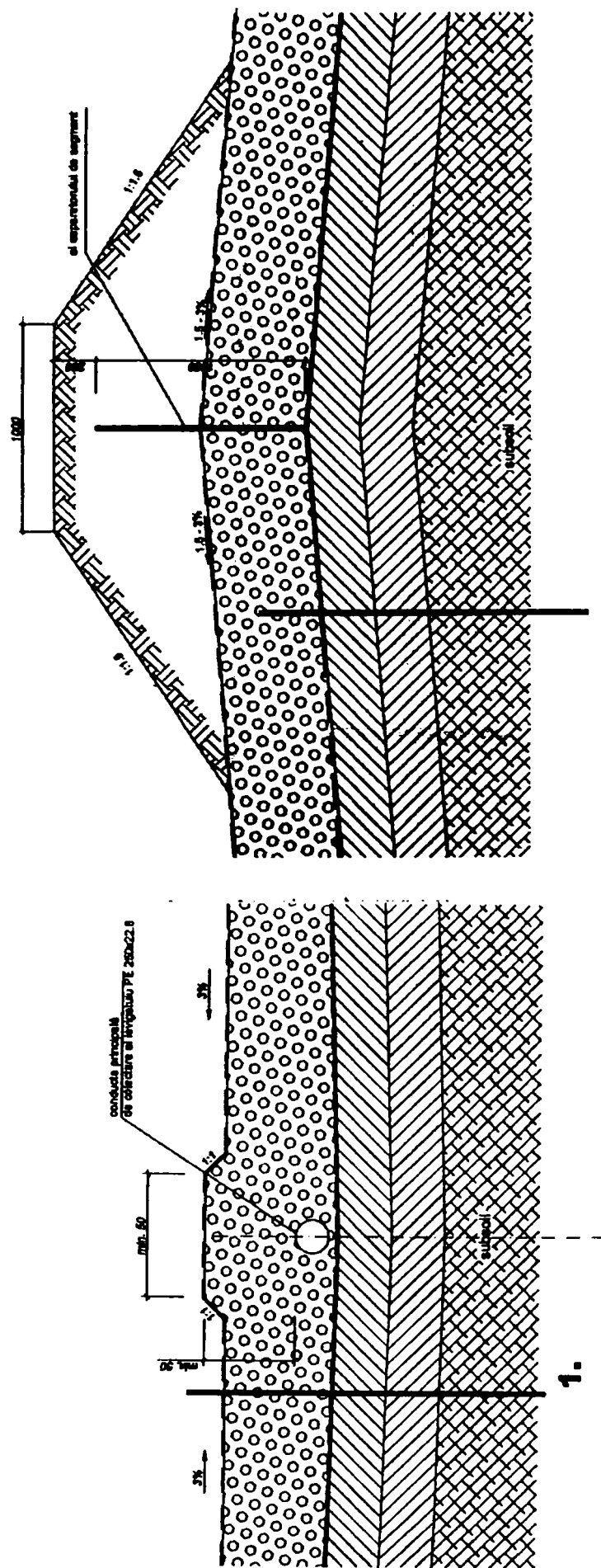


Fig. 1.34. Secțiune transversală la izolație depozit și separatorul de segment

1.5.3.3. Sistemul de monitorizare

Sistem de monitorizare geoelectric

Chiar și în cazul unei execuții foarte atente se poate întâmpla ca geomembrana HDPE să se deterioreze. Punctul critic al execuției depozitului este încorporarea stratului de drenaj de suprafață al levigatului. Experiența arată că majoritatea deteriorărilor izolației se produc în această fază a construcției. În consecință este necesară verificarea calității izolației plastice executate, care trebuie realizată prin măsurare geoelectrică.

Sistemul monitoring constă din sondele de percepție încorporate în conductele prin care acestea se reunesc, tablouri de colectare semnale și sistemul de evaluare pe calculator. Sondele sunt distribuite conform unei rețele proiectate. În stratul de izolație minerală se măsoară rezistența specifică între sonde printr-un câmp electric generat de curent continuu, având în vedere că rezistența specifică dintre sonde depinde de umiditatea și conținutul de sare al stratului. (fig. 1.34.)

Prin intermediul anomaliilor observate în câmpul electric se pot identifica cu precizie de ordinul centimetrilor deteriorările geomembranei HDPE, astfel fiind posibilă repararea ei.

1.5.3.4. Colectarea, evacuarea levigatului ce se formează la suprafața depozitului, strat de drenaj de suprafață

Sistemul de evacuare levigat are ca sarcină colectarea levigatului produs și evacuarea lui. Colectarea levigatului se face prin stratul de drenaj de suprafață 50 cm grosime, format din pietriș sortat compus din granule sferice 16/32, sărac în carbonați, încorporat în scopul protecției mecanice a geotextilei.

Evacuarea levigatului se face prin conductele HDPE 250 × 22,8 (HDPE DK 250 × 22,8) montate în căminele de levigat, în dolii. Panta conductelor de drenaj este de 1,5%. Pentru evitarea deteriorării geomembranei, execuția stratului de drenaj de suprafață, pe lângă asigurarea unei protecții corespunzătoare, trebuie să se facă cu utilaje ușoare și descărcare frontală.

Țeava colectoare de levigat amplasată la fiecare 30 m pe suprafața depozitului conduce levigatul produs în căminele de levigat care se află în umplutura de sprijinire.

Țeava de colectare levigat traversează geomembrana HDPE cu ajutorul unui fitting de trecere prefabricat și verificat în fabrică.

Elementele sistemului de evacuare și tratare levigat în afara suprafeței depozitului sunt următoarele:

- cămine de levigat
- canalul principal de colectare levigate
- cămin pentru ridicarea levigatului
- conductă de presiune pentru levigat
- rezervor de colectare levigat
- sistem de refulare levigat

1.5.3.5. Recuperarea evacuarea și tratarea gazului de depozit

La descompunerea anaerobă a materialelor organice se produce gaz de depozit, care este rezultatul unor procese biochimice și bacterologice complicate.

La baza principiului recuperării active prin vacuum a gazului de depozit stau punctele de control (puțuri de sondaj; gas monitoring wells), (fig. 1.35) care prin structura și amplasarea lor fac posibilă recuperarea gazului de depozit de pe întreaga suprafață a acestuia. Din punctele de control, gazele de depozit, ajung la stația de reglare gaze, prin intermediul conductelor PE montate pe radierul depozitului. Stația de reglare gaze face posibilă punerea în funcțiune etapizată a punctelor de control gaze. Din punctele de control gaze gazele de depozit, prin conductele principale de colectare gaze, ajung în separatorul de apă condens, în restul stațiilor de recuperare, în casa de compresoare și pe făclie.

Asupra utilizării eventuale a gazului de depozit operatorul va decide mai târziu. elementele sistemului de recuperare gaze de depozit sunt următoarele:

- punctele de control gaze
- conducte de colectare gaze
- stație de reglare gaze
- colector principal

- separatorul de condens
- casa de compresoare
- făclie de gaz, utilizare

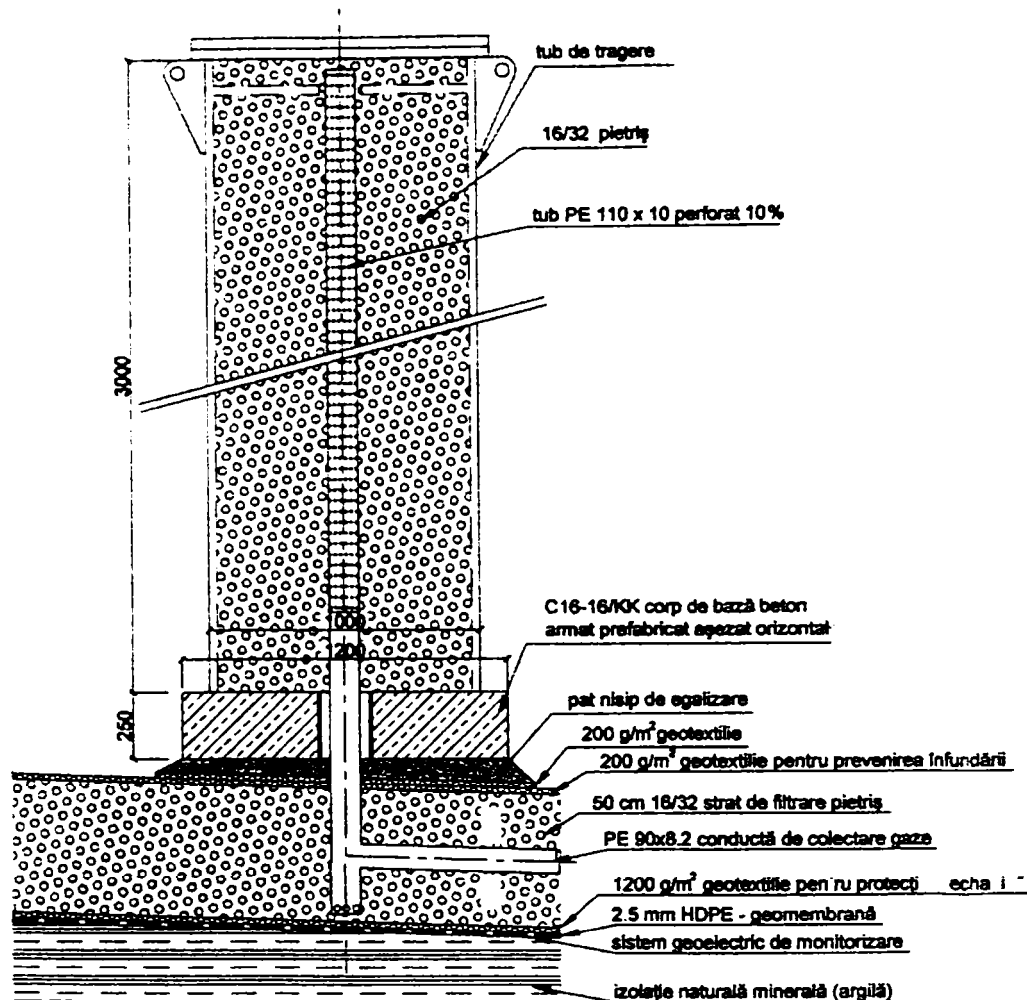


Fig. 1.35. secțiune transversală – plan punct control al gazelor din depozit

1.5.4. Compostarea deșeurilor

Reutilizarea deșeurilor biologice, generate în cursul colectării selective a deșeurilor, se realizează prin compostare aerobă. (fig. 1.36)

În prima etapă compostarea se compune din următoarele operații:

- cântărirea materialului compostabil, care intră;
- pregătirea materialului de compostat (mărunțire, amestecare) pe suprafața îmbrăcată și amenajată pentru acest scop a terenului de compostare;
- așezarea compostorului în prisme de max. 3 m înălțime;
- aerisirea prismelor de compost;

- ciuruirea compostului finit;
- ambalarea și valorificarea compostului rezultat.

În prima etapă se amenajează o suprafață îmbrăcată de 5.400 m², care permite prin utilizarea tehnologiei aeriene, compostarea unei cantități de 5.000 t/an. Conform calculelor noastre, această cantitate corespunde cantității de materiale de compostat, care se generează în primii 10 ani.

În a doua etapă, stația de compostare se va extinde cu o suprafață de 4.500 m², astfel suprafața totală a stației de compostare va fi de 9.900 m², permițând astfel compostarea unei cantități de 52.000 m³/an.

Îmbrăcămintea suprafeței în stația de compostare va avea următoarea structură:

- o 20 cm grosime strat beton; ,
- o 20 cm fundație pietriș nisipos
- o compactarea patului

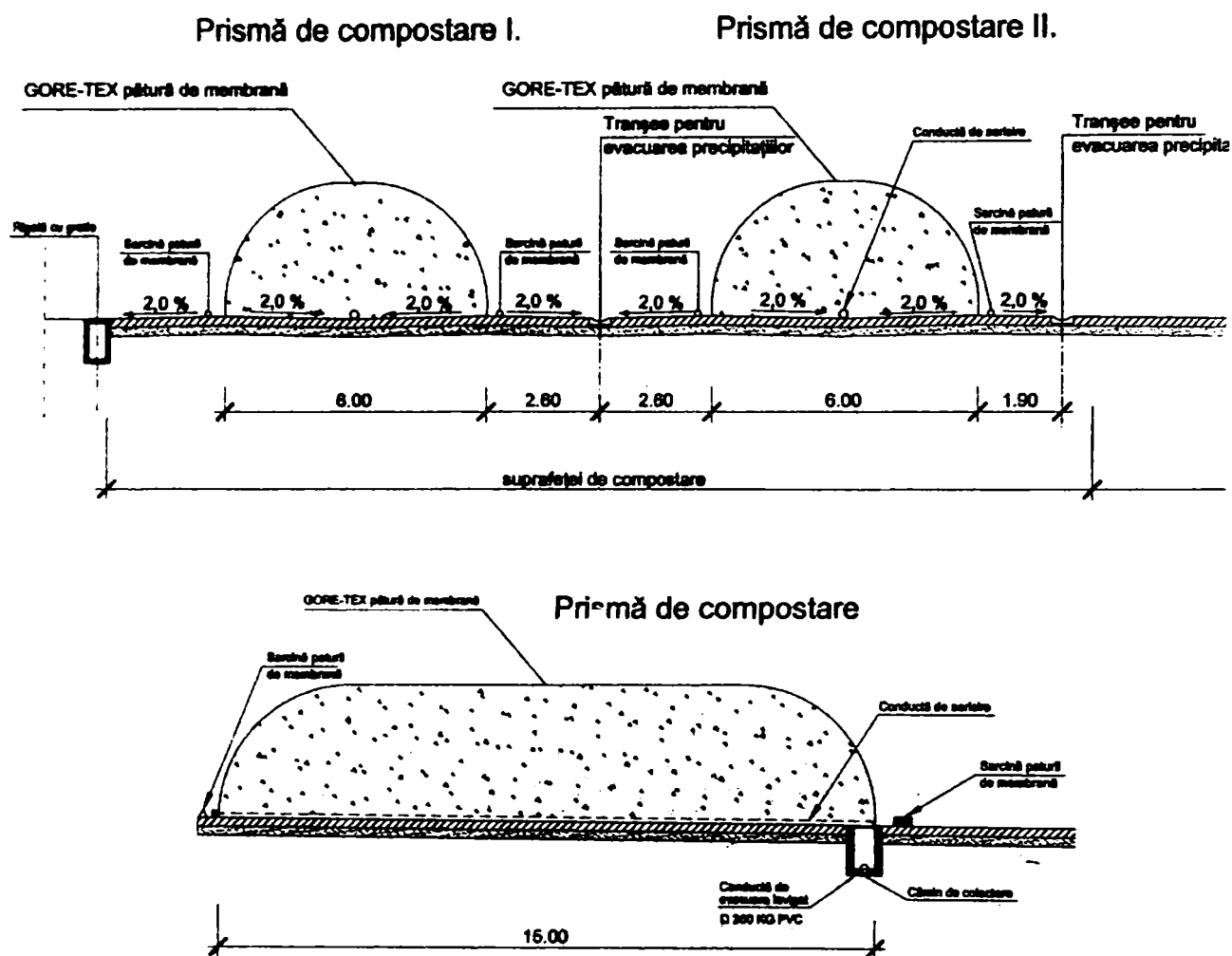
Pe o parte a acestei suprafețe vor avea loc activitățile de pregătire ale compostării (mărunțire, amestecare). Pe de altă zonă a suprafeței betonate, vor fi aranjate prismele de compostare.

Tehnologia de compostare necesită următoarele utilaje:

- o Mașină de mărunțire – amestecare;
- o Utilaj de rotire a prisme de compost;
- o Ciur rotativ.

Utilajele și materialele de bază necesare pentru tehnologia de compostare se vor amplasa în șoproane amenajate.

Levigatul format în cursul procesului de compostare se dirijează printr-un sistem de rigole de scurgere într-un cămin HDPE. De aici levigatul este transportat printr-o conductă gravitațională, în rezervorul de acumulare levigat.



1.36. Tehnologia de compostare

1.5.5. Hala de sortare deșeuri

Hala de selectare deșeuri se va realiza în etapa a doua, după pornirea colectării selective a deșeurilor.

Scopul înființării stației de sortare deșeuri este ca după sortare să se obțină materii prime secundare comercializabile, prin aceasta reducându-se cantitatea de deșeuri depozitată.

În cursul construcției stației de sortare deșeuri se realizează următoarele obiective:

- Hală de sortare deșeuri, cu tehnologie de sortare și balotare,
- Îmbrăcăminti drumuri și spații,
- Cămin de apă pentru stingerea incendiului și ape pluviale (din precipitații).

Selectorul de deșeuri a fost amplasat într-o hală închisă de 25 × 90 m. Hala este acoperită și închisă pe toate cele patru laturi. La capătul halei se construiește un depozit de baloți acoperit cu una din laturi deschisă.

Transportul deșeurilor în hala de sortare și scoaterea materiilor prime secundare generate se realizează prin porți industriale.

În hala de sortare vor lucra 14 – 28 persoane/schimb.

Înainte și după încetarea schimbului muncitorii, se vor schimba și spăla în vestiarul alb – negru amplasat în hala de sortare.

În apropierea cabinei de sortare sunt înființate încăperi de odihnă și masă, birouri și compartimente sociale. Încăperile sociale proiectate lângă cabină deservesc numai muncitorii schimbului.

Pentru protecția sănătății celor care lucrează în cabina de sortare s-a prevăzut un sistem de ventilație. Cei care lucrează în cabina de sortare vor primi haine de protecție.

Utilajele care deservesc hala de sortare sunt următoarele:

- Benzi de transport și predare,
- Mașină de deschidere saci,
- Ciur rotativ
- 2 buc. benzi de sortare manuală, amplasate în cabina de sortare cu 24 poziții de lucru,
- 2 buc. de separatoare magnetice.

Manipularea produselor finite se face cu următoarele utilaje:

- benzi de transport, predare, evacuare,
- mașină de balotat automată.

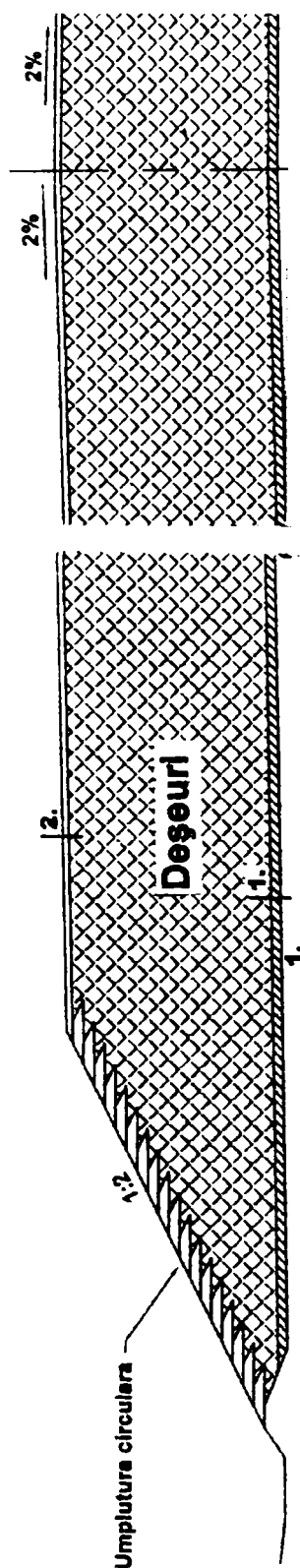
Instalație de purificare aer și sistemul de deservire:

- ventilator,
- filtru de praf,
- instalație de condiționat aer.

Utilajele selectorului de deșeuri sunt următoarele:

- încărcătorul frontal,
- electrocar cu accesorii de prindere baloți.

2. -umplutura perant de min. 1,0 m. grosime (al carui strat superior este bogat in humus pe o grosime de 0,4 m)
- strat filtrant din agregate naturale in grosime de min. 0,5 m. sau din materiale artificiale care au aceleasi caracteristici ($k \leq 10^{-4}$ m/s)
- strat impermeabil natural in grosime de min. 2x0,25 m. sau din alte materiale artificiale care au aceleasi caracteristici ($k \leq 10^{-8}$ m/s)
- strat uniformizare si captare gaze in grosime de min. 0,5 m. (pietris nisipos cu granule de max. 32 mm)



- Deșuri
- 200 g/m² geotextile de prevenire înfundare
- 50 cm strat pietris de filtrare OK 16/32
- 1200 g/m² geotextile protecție mecanică
- Izolație HDPE 2,5 mm
- Sistem de monitorizare geoelectric,¹¹
- Plapomă din bentonit k₅5x10⁻¹⁰ m/s
- 50 cm izolație minerală din materiale naturale (argilă) k₅5x10⁻¹⁰ m/s
- Subsol compactat

Fig. 1.37. Depozit de deșuri Oradea – faza finală

1.5.6. Sursele de poluanți și protecția factorilor de mediu

1.5.6.1. Emisii de poluanți în ape și protecția calității

Acest depozit ecologic de deșeuri realizat după prescripții europene nu permite poluarea apelor în cazul nostru, apele subterane.

Radierul depozitului este realizat în siguranță maximă cu triplă etanșare: geomembrană, bentofix și argilă. Această impermeabilitate va fi monitorizată cu o rețea de senzori electronici care vor identifica zona unde este o săpătură în geomembrană și umectarea straturilor de bentofix și argilă transmisă la un tablou de urmărire. Suplimentarea se va putea monitoriza în puțurile de control care înconjoară obiectivul, prin măsurarea calității apei.

1.5.6.2. Emisii de poluanți în aer și protecția calității aerului

Deșeurile se vor depozita în cele șase etape menționate. Deșeurile se acoperă cu material inert pentru a înăbuși eventualele mirosuri. Este de menționat amplasamentul foarte bine ales, așa încât vântul predominant ca direcție să nu aducă mirosul spre Municipiul Oradea.

Roțile mașinilor care transportă gunoi sunt spălate la ieșirea din depozit pentru a nu infecta așezările omenești.

1.5.6.3. Gospodărirea deșeurilor

Depozitul ecologic de deșeuri realizat de S.C. KEVIEP Debrecen – Ungaria prevede o hală de selectare a deșeurilor.

1.5.6.4. Gospodărirea substanțelor toxice și periculoase

Este prevăzută realizarea unei hale de depozitare a deșeurilor periculoase și toxice în vederea gospodării acestora și depozitării lor conform normelor europene.

1.5.7. Impactul produs asupra mediului înconjurător

1.5.7.1. Impactul produs asupra apelor

Principalul factor de risc asupra apelor datorat depozitelor de gunoi care nu sunt amenajate corespunzător, o reprezintă infiltrațiile în sol și în apa subterană. Infiltrațiile de apă uzată (levigat) provin din precipitațiile care cad pe gunoi

și se scurg pe taluzuri și care percolează deșeurile precum și din umiditatea gunoaielor.

Reglementările interne și internaționale pentru gospodărirea deșeurilor prevăd colectarea și epurarea acestor ape (levigat) sau reciclarea lor (tehnologie aplicată la Depozitul A.S.A. Arad), și apoi impermeabilizarea la radier a depozitului de deșeurii arătată în paragraful 1.5.3.2.

La Depozitul Ecologic de Deșeurii Oradea este prevăzută reciclarea levigatului paragraful 1.5.2. Modul de depozitare a deșeurilor este propus să se efectueze în straturi de 1,5 m înălțime sub forma de trunchi de piramidă cu înălțimea maximă de 27 m. În vederea colectării biogazului se vor monta conducte de colectare ce se vor racorda rețeaua de biogaz amplasată la partea superioară a depozitului.

1.5.7.2. Impactul produs asupra aerului

Evaluarea poluanților evacuați în atmosferă necesită raportarea la limitele de protecție a fiecărui factor sau a unui ecosistem.

Aceste limite (norme) reprezintă concentrațiile maxime admise în atmosferă asociate unui timp mediu de expunere și unui factor de mediu sub care nu apar efecte nocive și care asigură deci integritatea aceluia factor de mediu.

În România sunt standardizate, deci au putere de lege numai norme referitoare la protecția sănătății populației – STAS 12574 – 87. Nu sunt legiferate norme referitoare la protecția vegetației, apei, solului, etc. Riscul major la adresa calității aerului îl constituie degajarea de compuși organici în urma reacțiilor desfășurate în interiorul masei de deșeurii. La suprafață și pe o adâncime redusă (înainte de realizarea acoperișului) transformările biochimice suferite sunt de tip aerob de unde se elimină sub formă gazoasă în principal CO₂. În schimb în interiorul depozitului au loc procese chimice anaerobe degajându-se metan, bioxid de carbon, hidrogen sulfurat, amoniac, compuși ce intră în compoziția gazului de fermentare, care eliminat necontrolat constituie un risc de incendiu (uneori explozie) precum și o sursă de mirosuri neplăcute. Din acest motiv se propune acoperirea parțială a deșeurilor cu material inert.

Chiar dacă direcția preponderentă a vântului nu este spre zone locuite, este necesară evacuarea controlată a biogazului urmând ca acesta să fie ars,

dispersat în aer sau colectat și valorificat. În acest sens se recomandă în proiect instalarea unui sistem pasiv de eliminare controlată a gazelor de fermentare, constituit din coloane verticale perforate, înconjurate cu pietriș.

Datorită evacuării levigatului prin cămine și conducte, se creează o depresurizare în interiorul masei de deșeuri care duce implicit la captarea și evacuarea controlată biogazului.

Aceste cămine se vor înălța pe măsura creșterii grosimii stratului de deșeuri. Pietrișul din jurul acestor cămine are rolul de a proteja și de a preveni obturarea orificiilor prin care este captat biogazul. Numărul acestor cămine este în funcție de suprafața de depozitare recomandându-se un cămin pe hectar, adică cu o rază de influență de 50 m.

În afara gazelor de fermentare alte noxe poluante ale atmosferei sunt pulberile antrenate de curenți de aer din zona depozitului. Acestea pot fi însoțite mai ales în perioada de vară de germeni patogeni. Pentru reducerea impactului acestor noxe asupra aerului se va prevedea stropire pe periodică a suprafeței de lucru a depozitului și plantarea unei perdele vegetale de protecție.

1.5.7.3. Impactul asupra vegetației și faunei terestre

În cazul unei exploatare necontrolate a unui deșeuri, terenul din vecinătatea sa precum și biocenozele vegetale și animale din zonă pot fi afectate datorită scurgerilor de apă contaminată din interiorul depozitului, a migrării lente a biogazului favorizată de prezența unui teren permeabil și a antrenării de către vânt a unor fracțiuni ușoare din masa de deșeuri și depunerea acestora pe sol.

Influența depozitului controlat asupra vegetației zonelor învecinate se va traduce prin schimbarea biocenozelor în sens de ruderalizare respectiv de înlocuire a unor specii caracteristice pajiștilor naturale cu specii caracteristice pentru zonele puternic entropizate și în special poluate.

În consecință se vor înmulți specii ca ciulinii, scaieții, brusturi, pălămidă, urzicile, știrul.

Influența depozitului asupra faunei va fi în general mai evidentă. Apariția șantierului va goni animalele mici care populează zona. Se vor înmulți specii precum ciorile și corbii.

Este de menținut că realizarea depozitului pe amplasamentul propus nu va afecta specii de plante sau animale valoroase sau protejate.

1.5.7.4. Impactul produs asupra solului și subsolului

Judecând prin prisma amplasării depozitului, efectele negative ce pot fi considerate pentru acest factor de mediu sunt:

- poluarea cu diverse substanțe;
- modificarea PH – ului solului datorat infiltrației de gaze provenite din descompunerea materiei organice;
- modificare regimului hidric în zonele învecinate amplasamentului;
- eventualele accidente datorită pierderii stabilității depozitului în cazul fenomenelor seismice, alunecărilor de teren, dar măsurătorile luate de proiectant vor elimina aceste efecte.

1.5.7.5. Impactul produs asupra așezărilor umane și a altor obiective

Posibilele imperfecțiuni în realizarea impermeabilizării depozitului pot conduce la infestarea apei freatică din care se alimentează prin fântâni locuitorii zonei. Măsurile prevăzute în proiect de a realiza trei straturi de impermeabilizare cu geomembrană sudată, bentofix și argilă în grosime de 50 m vor asigura eliminarea riscului de poluare a apei subterane.

Curenții de aer nu afectează așezările umane din zonă. Un alt efect pentru așezările umane din zonă sunt accentuarea traficului datorită vehiculelor ce vor transporta deșeurile, accentuându-se poluarea aerului și poluarea sonoră. Având în vedere că programul de lucru al depozitului preconizat este între 7 – 17 se estimează că nivelul de zgomot nu se va modifica esențial datorită transportului de deșeuri la depozit.

În situația unei organizări și exploatare defectuoase ale depozitului, în sensul că s-ar permite pătrunderea animalelor domestice sau sălbatice în incinta depozitului, acestea se pot îmbolnăvi și transmite la om anumite boli.

1.5.7.6. Evaluarea riscului declanșării unor accidente sau avarii cu impact major asupra sănătății populației și mediului înconjurător

Accidentele sau avariile ce ar putea produce un impact major asupra sănătății populației și mediului înconjurător sunt următoarele:

- accidentele datorate pierderii stabilității depozitului, în cazul fenomenelor seismice, alunecărilor de teren;
- posibilele imperfecțiuni în realizarea impermeabilizării la radier a depozitului pot conduce la infestarea apei freatiche din care se alimentează cu fântâni locuitorii zonei;
- epurarea necorespunzătoare a apelor uzate colectate de pe depozit, cu toate că levigatul se recirculă, dar în cazul unei ploii torențiale apele uzate vor ajunge și la stația de epurare putând provoca și accidente ecologice;
- degajarea de compuși gazoși generați de reacțiile desfășurate în interiorul masei de deșeuri (compuși ce intră în compoziția gazului de fermentare), necontrolat constituie un risc de incendiu (uneori explozie), precum și o sursă de mirosuri neplăcute;
- la ploii torențiale mari sau la topiri bruște ale zăpezilor există pericolul inundării locale a depozitului, situație pentru care trebuie luate măsuri și construirea unei stații de epurare a acestor ape uzate și apoi evacuarea în Crișul Repede.

1.5.8. Măsuri de diminuare sau eliminare a impactului produs asupra mediului

După analiza impactului asupra mediului se propun următoarele măsuri ce pot fi luate în tehnologie sau în activitatea de exploatare, pentru diminuarea impactului ecologic produs de amplasamentul depozitului ecologic de deșeuri menajere:

Pentru stabilirea tehnologiei de impermeabilizare

- proiectantul și executantul să se asigure că radierul depozitului se află deasupra nivelului freatic maxim;
- execuția să se facă la condițiile atmosferice minime, cerute la sudarea geomembranei.

Pentru reducerea impactului asupra factorilor de mediu

- instalarea unor cămine (conducte) perforate și verticale protejate de un inel de pietriș pentru captarea și eliminarea controlată a gazelor de fermentare produse în interiorul masei de deșeuri;

- ținând cont de nivelul ridicat de poluare al levigatului, o condiție esențială a protecției apelor subterane o reprezintă realizarea unei bune etanșeități a conductelor și a pereților. În acest sens conductele de drenaj și transport al levigatului trebuie realizate din polietilenă de înaltă densitate PEHD, material al cărui etanșeități la îmbinări și la agresivitatea levigatului este foarte bună. Realizarea unei rețele de foraje de observație (prevăzute în proiect) pe conturul exterior al depozitului este foarte bună, asigurând o monitorizare a apelor subterane;
- recirculând levigatul în depozit și executând și o stație de epurare în caz de ploi torențiale sau topirea bruscă a zăpezilor este menită să fie pompată sau evacuată gravitațional în Crișul Repede sau direct pompată în rețeaua de canalizare (fără a mai fi epurată), a Municipiului Oradea, respectând condițiile impuse prin normativul NTPA 002/1997.
- Urmărirea eficienței stației de epurare a apelor uzate (levigatul), în caz de ape mari, ținând seama că aceasta nu funcționează în perioada de secetă, deoarece levigatul se recirculă în depozit;
- Evacuarea apelor de precipitație care nu mai intră în depozit, ținând seama de acoperișul impermeabil, care ape sunt convențional curate și trebuie evacuate fără o prealabilă epurare și după închiderea depozitului când acesta este plin pe etape și în final;
- Amenajarea și dotarea unui laborator pentru urmărirea calității factorilor de mediu;
- Montarea la intrare în depozit a unei bariere (inclusiv bazin de dezinfectare a roților vehiculelor de transport a deșeurilor) și a unui panou de avertizare pe care să fie menționate tipul depozitului proprietarul și programul de funcționare;
- Plantarea în afara perdelei de protecție de arbori și tufe de înălțime medie și mică pentru reducerea vizibilității depozitului.

Pentru programul de monitoring

Se va institui pe toată durata exploatării depozitului, cât și după închiderea acestuia, un program de monitoring constituit din două componente:

a) Monitoringul tehnologic

b) Monitoringul calității factorilor de mediu

a) Monitoringul tehnologic va cuprinde verificarea periodică a sării funcționării amenajării depozitului și anume:

- starea drumurilor interioare și de acces;
- funcționarea sistemului de drenaj;
- stabilitatea digurilor și comportarea taluzurilor;
- funcționarea canalelor de colectare, evacuarea apelor din afara depozitului;

depozitului;

- starea acoperirii depozitului pe zonele eliberate de sarcini tehnologice și închise;

- identificarea eventualelor tasări sau „ridicări” ale învelișului datorate acumulărilor de gaze;

- funcționarea sistemelor de colectare a gazelor;

- funcționarea stației de epurare, care funcționează intermitent.

b) Monitoringul calității factorilor de mediu va consta în următoarele acțiuni:

- urmărirea debitului și calității levigatului;

- urmărirea calității apei uzate și epurate în stație;

- urmărirea nivelului și calității apei freactice în zonele învecinate depozitului prin puțuri de observație;

- urmărirea evoluției florei și faunei în zonele învecinate depozitului precum și a dezvoltării perdelei vegetal din jurul depozitului;

- urmărirea calității aerului în zonă.

Stabilirea tipurilor de determinări analitice și a frecvenței acestora se va face de către organele de specialitate, respectiv Agenția Teritorială de Protecția Mediului și Filiala Locală a Apelor Române.

Pentru optimizarea practicilor de colectare și depozitare a deșeurilor:

- Ameliorarea practicilor de gestionare prin colectarea selectivă la sursă. Demararea în acest sens a unui program de educare a populației cu privire la acest sistem;
- Interzicerea depozitării altor tipuri de deșeurii în depozit (industriale, toxice și periculoase, spitalicești, etc.).
- În proiect sunt prevăzute clădiri închise pentru depozitarea controlată a deșeurilor toxice și periculoase produse în zonă, cărora li se va da o maximă atenție.

Pentru reconstrucția ecologică a zonei

După ce spațiul de depozitare a deșeurilor va fi ocupat, se impune închiderea depozitului astfel încât protecția factorilor de mediu să fie asigurată, iar terenul în cauză să poată fi reutilizat în alte scopuri. Pentru aceasta în proiect se prevede că acoperișul depozitului se va etanșa astfel:

- peste deșeurii se va realiza o nivelare cu material inert și acoperit cu geotextil;
- realizarea unui strat de captare a gazului;
- realizarea unei impermeabilizări compusă din acoperirea cu un geotextil de separare, dacă stratul de captare a gazului este piatră rotundă sort 16/32 mm și grosime 40 cm, apoi un strat de argilă de 50 cm grosime, peste care se așterne o geomembrană de 2 mm grosime (din carbofil) și apoi drenajul apelor din precipitații;
- drenajul apelor de precipitații se poate face cu materiale locale (piatră rotundă sort 16/32 mm) sau artificiale de forma drenatexului. Dacă drenajul este realizat din materiale locale, care este funcție de costul acestora, având o grosime de 30 – 50 cm, acesta va fi acoperit cu geotextil de separare ținând seama că se acoperă cu un strat de pământ vegetal de cca. 1 m grosime;
- stratul vegetal se va înierba plantându-se chiar și arbuști pentru a realiza un peisaj natural adecvat.

1.5.9. Concluzii

1. Necesitatea amenajării unui depozit ecologic de deșeuri menajere pentru municipiul Oradea, a rezultat din faptul că actuala rampă constituie un focar de poluare a zonei de amplasament de toți factori de mediu, datorită lipsei oricărui sistem de etanșare, colectare și prelucrare de levigat, lipsa facilităților necesare unei exploatare care să împiedice antrenarea de către vânt a unor materiale depozitate sau reducerea impactului produs de descompunerea organică în aer liber a deșeurilor depozitate.

2. Amplasarea unui depozit ecologic de deșeuri menajere chiar și prin sistemul de depozitare controlată, constituie un impact local asupra mediului, contribuind la reducerea impactului general la nivelul așezării umane Oradea. De modul de realizare și exploatare a depozitului depind în mare măsură efectele asupra mediului.

Principalele dezavantaje pentru mediu ale evacuării deșeurilor menajere în acest depozit de deșeuri sunt:

- riscul potențial de a polua sursele de apă;
- riscul potențial de a polua solul;
- formarea gazelor de fermentare (biogazul);
- potențial risc al sănătății populației din zonă;
- mirosuri, viețuitoare dăunătoare și incendii, fum;
- distrugerea cadrului natural imaculat.

Modul de proiectare, realizare și exploatare trebuie să le reducă la maximum posibil.

3. Suprafața ocupată de depozitul de deșeuri proiectat va avea o durată de timp determinată, iar după expirarea capacității de depozitare, se va proceda la închiderea depozitului pentru care s-au prevăzut următoarele:

- după terminarea depozitării și realizării înălțimii preconizate, totul se va acoperi cu pământ vegetal și se va amenaja în vederea reabilitării zonei;
- instituirea unui sistem de supraveghere și control permanent al depozitului.

4. Măsurile de protecție preconizate pentru apa subterană vor lua în considerație prevederea din proiect a unei rețele de foraje de observație în exteriorul perimetrului pentru stabilirea și urmărirea calității apei subterane.

5. Apele uzate (levigatul) sunt ape foarte încărcate și devin tot mai concentrate în timp. Pentru a stabili calitatea lor, sunt necesare probe și analize periodice.

Cea mai importantă încărcare ce influențează procesul de epurare o constituie încărcarea organică, (CBO₅, consumul de oxigen), urmată de suspensii și substanțe dizolvate.

Ținând seama că levigatul se recirculă în depozit și levigatul va ajunge la stația de epurare numai pe timpul ploilor torențiale, epurarea mecanică nu va putea curăța apa uzată până la nivelul solicitat de N.T.P.A. 002/1998 special în ceea ce privește substanțele organice, azotul amoniacal și fosforul total. Treapta biologică de epurare va atinge eficiența de 99%. La Glasgow în Scoția epurarea levigatului constă dintr-o decantare pentru metale grele și apoi o aerare, evacuând apoi în râu.

6. Riscul major la adresa calității aerului îl constituie degajarea de compuși organici generați de reacțiile desfășurate în interiorul masei de deșeuri. La suprafața și pe adâncime redusă, transformările biochimice suferite sunt de tip aerob de unde se elimină sub formă gazoasă în principal bioxid de carbon, hidrogen sulfurat, amoniac, compuși ce intră în compoziția gazului de fermentare, care eliminat necontrolat constituie un risc de incendiu.

Chiar dacă direcția vântului nu este spre zonele locuite este necesară evacuarea controlată a biogazului urmând ca acesta să fie ars sau colectat și valorificat. În acest sens se recomandă instalarea unui sistem pasiv de eliminare controlată a gazelor de fermentare constituit din coloane verticale (cămine) perforate și înconjurate cu pietriș. Aceste coloane au rolul de a crea o depresiune în interiorul masei de deșeuri și implicit captarea și evacuarea controlată a biogazului, soluție prevăzută în proiect.

7. Realizarea depozitului pe amplasamentul propus nu va afecta specii valoroase sau protejate de plante sau animal.

8. Efectele negative ce pot fi considerate pentru factorul de mediu – sol sunt:
- poluarea cu diverse substanțe;
 - modificarea pH - ului solului datorat infiltrației de gaze provenite din descompunerea materiei organice;

- modificarea regimului hidric în zonele învecinate amplasamentului;
- eventualele accidente datorate pierderii stabilității depozitului în cazul fenomenelor seismice, alunecări de teren, dar modul de realizare a proiectului de către proiectant reduce la maximum apariția unor astfel de riscuri.

9. Impactul amplasamentului asupra așezărilor umane este:

- posibilele imperfecțiuni în realizarea impermeabilizării la radieri care pot duce la infestarea apei subterane din care se alimentează cu fântâni locuitori zonei;
- accentuarea traficului datorită vehiculelor ce vor transporta deșeurile accentuându-se poluarea aerului și poluarea sonoră.

Organizarea și exploatarea defectuoasă a depozitului în sensul că s-ar permite pătrunderea animalelor domestice sau sălbatice în incinta depozitului, pot conduce la transmiterea la om a anumitor boli, de aceea este foarte important modul de exploatare a depozitului cu instrucțiuni clare elaborate de însăși proiectantul lucrării.

Capitolul 2

GESTIUNEA DEȘEURILOR

2.1. Introducere

Deșeurile sunt o consecință inevitabilă a activităților umane, însă în ultimele decenii, gestiunea lor a devenit o preocupare socială majoră datorită mai multor motive:

a) creșterea exponențială cantităților de deșeuri (rata pe locuitor a deșeurilor menajere a crescut cu 60% în perioada 1960-1990);

b) modificări importante ale compoziției deșeurilor (privind mai ales creșterea părții ocupate de compozitele din carton-aluminiu-polietilenă, produse chimice de sinteză ș.a.);

c) reglementări din ce în ce mai stricte privind protecția mediului, constrângerile fiind obligatoriu de respectat de toate țările pentru că poluarea nu recunoaște frontierele dintre țări, pe de o parte, și a evita ca unele regiuni sau țări să devină receptorii deșeurilor din alte țări;

d) creșterea gradului de conștientizare globală privind problemele mediului la toate nivelurile. În această nouă viziune, deșeul este privit ca o risipă în procesul de utilizare a resurselor naturale (care în cea mai mare parte sunt neregenerabile) și, totodată, ca un poluator sau având risc de poluare;

e) intensificarea reacțiilor publice vis-a-vis de proiectele de tratare a deșeurilor, după sindromul **NIMBY (Not in my back yard - nu la mine)**. Este o reacție care exprimă opoziția locuitorilor față de amplasarea unor gropi rudimentare de descărcare a deșeurilor în apropierea locuințelor și care determină poluarea aerului, apelor subterane și solurilor. Ea creează dificultăți crescute la stabilirea

amplasamentelor noilor instalații de tratare a deșeurilor, deși riscurile de poluare a mediului sunt incomparabil mai mici decât în cazul gropilor de deșeuri necontrolate.

2.2. Scurt istoric al dezvoltării activităților de gestiune a deșeurilor

Cercetările arheologice au dovedit că încă de acum 4000 ani, unele localități din valea Indusului aveau servicii de colectare a gunoaielor menajere. Se foloseau căruțe care circulau în tuneluri prevăzute cu puțuri în care se aruncau gunoaiele.

Din gunoaiele menajere se poate obține compost, adică îngrășământ de natură organică, în urma fermentării aerobe a deșeurilor vegetale (frunze, paie, buruieni etc.), în amestec cu substanțe minerale (ex. cenușă), care se poate folosi în agricultură (mai ales în sere și solarii): Țăranii chinezi foloseau această metodă încă de acum 5000 de ani.

În Olanda, în Evul Mediu se folosea compostul obținut prin fermentarea deșeurilor de grădină împreună cu cenușa de lemn, iarbă, gunoiul stradal și dejectiile umane.

Grija pentru îndepărtarea gunoaielor este foarte veche și în orașele din vetul Europei. În Paris, în anul 1348 se emite o ordonanță care solicită locuitorilor urbei să transporte noroiul și gunoaiele în locuri anume stabilite. Ciuma din 1500 și 1522 impulsionează organizarea sistemului de transport a gunoaielor. Autoritățile însărcinează antreprenori care să curețe străzile (în anii 1608, 1621, 1643), cetățenii având obligația să depună gunoaiele în tomberoane, de unde erau preluate periodic. În anul 1800 la Lyon s-a inaugurat sistemul de recipiente metalici în care se depuneau gunoaiele și noroiul de către cetățeni și măturătorii municipali. Acest sistem a fost introdus la Paris în 1883 de prefectul Poubelle (de aici denumirea de pubela).

În țara noastră, activitățile de curățire a orașelor încep în sec. XVI, grija fiind însă redusă, ceea ce este dovedit de o serie de epidemii de holera și ciuma care au bântuit de-a lungul) evului mediu. În 1790, Divanul țării dă poruncă Agiei să oblige locuitorii să curețe străzile și curțile.

Primul regulament complet și modern de salubritate intitulat "Regulament pentru menținerea curățeniei în străzile și piețele capitalei", elaborat de medicii Iacob Felix și Anastasie Tatu, a fost publicat la 11 martie 1866. Pe lângă curățirea străzilor regulamentul se referea la puțuri absorbante pentru evacuarea apelor murdare din gospodării și avea recomandări privind zonele de protecție sanitară pentru puțurile de alimentare cu apă. Deși că promovarea acestui regulament a fost impusă de mirosurile gunoaielor și valurile de insecte care propagau bolile și de posibilitatea de a utiliza materiile organice din gunoaie în calitate de îngrășământ agricol.

În situația actuală în țara noastră, sistemele de gestiune a deșeurilor au intrat într-o perioadă de reformă și îmbunătățire, urmărindu-se apropierea lor de standardele cerute de integrarea în UE

2.3.SISTEME DE GESTIUNE (MANAGEMENT) A DEȘEURILOR SOLIDE

2.3.1. Obiective și cerințe

Gestiunea deșeurilor reprezintă ansamblul de activități, măsuri și prevederi legislative referitoare la deșeuri, inclusiv cele care privesc influența acestora asupra mediului ambiant și aspectele economice legate de acestea (fig.2.1).

Gestiunea este însoțită de monitorizarea deșeurilor care fundamentează activitățile de prevenire (diminuare) a cantității de deșeuri, evacuarea și tratarea deșeurilor.

Structura și ierarhizarea opțiunilor și activităților de gestiune a deșeurilor diferă de la o țară la alta, funcție de nivelul de dezvoltare economică, de compoziția deșeurilor, de nivelul de educație ș.a. Cerințele care trebuie asigurate de sistemul de gestiune sunt:

a) protecția sănătății, oamenilor și a mediului, la un nivel al costurilor care poate fi suportat de localnici

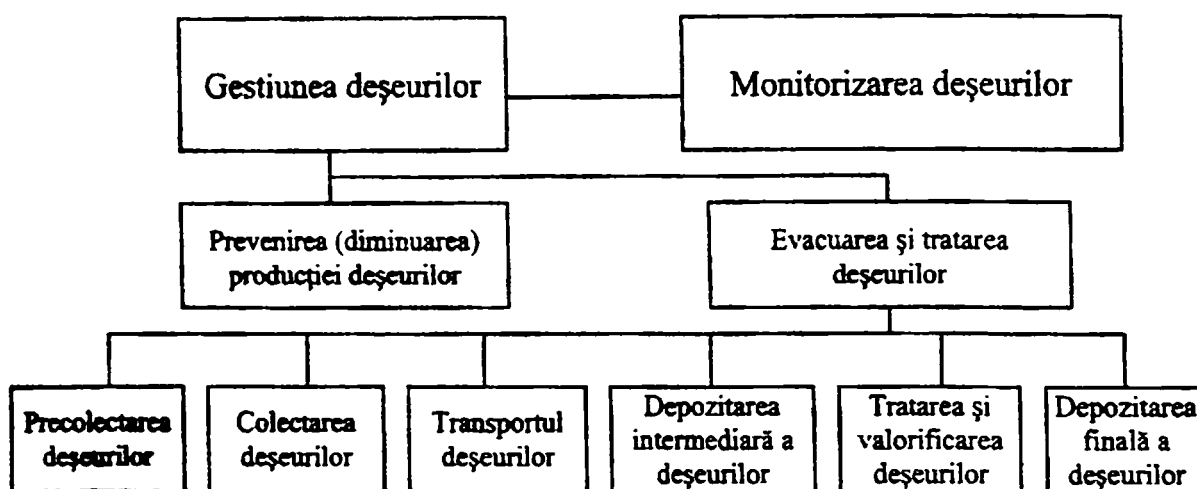
b) sistemul de gestiune să fie fundamentat pe factori climatici, fizici, economici și sociali locali;

e) să se bazeze pe producția locală și în condiții de eficiență a echipamentelor și uneltelor necesare;

d) realizarea unei productivități ridicate a forței de muncă și a echipamentelor, în special al transportului;

e) educația publică

f) formarea profesională pentru gestiunea deșeurilor, la nivel mediu și superior.



Activitățile referitoare la gestiunea deșeurilor

Obiective generale ale gestiunii deșeurilor sunt:

- minimizarea cantității de deșeuri și a nocivității lor;
- recuperarea și reciclarea materialelor, care asigură, pe lângă efecte economice, reducerea cantităților de deșeuri ce urmează a fi depozitate;

- tratarea maximală a deșeurilor rămase după recuperarea materialelor reciclabile, prin incinerare, compostare etc., astfel încât să se limiteze impactul lor asupra mediului;

- depozitarea în depozite ecologice numai a deșeurilor care rămân după
tratare.

În țara noastră în etapa actuală, pe lângă aceste obiective, trebuie

Realizate:

- îmbunătățirea generală a calității mediului urban și igienei publice;

- implementarea colectării selective, eficiente și sustenabile a deșeurilor;
 - închiderea și menținerea în siguranță a depozitelor necontrolate existente;
 - îmbunătățirea stării de sănătate și securitate a muncii lucrătorilor sanitari
- etc.

În sistemele de gestiune moderne, tratamentele și destinațiile finale ale fiecărui tip de deșeurii solide sunt cele arătate în tabelul 2.1.

Tabelul 2.1.

Tratamentele și destinațiile finale pe tipuri de deșeurii

Deșeurii menajere biodegradabile	Compostare	Pentru reabilitarea depozitelor existente
Deșeurii menajere reciclabile	Sortare	Retur în producție
Deșeurii menajere reziduale (care nu sunt nici biodegradabile și nici reciclabile)	Incinerare	Deșeurile finale sunt transportate la depozite controlate
Deșeurii industriale	Sortare, reciclare, recuperare	Retur în producție
Deșeurii de la unități comerciale	Sortare, reciclare, recuperare	Retur în producție

Politica de gestiune a deșeurilor în țara noastră este coordonată de guvern, prin Ministerul Mediului, iar implementarea prevederilor sale la nivel local se efectuează de colectivitățile teritoriale și locale.

Periodic, administrațiile locale și regionale trebuie să revadă sistemele de gestiune a deșeurilor și să facă propuneri de ameliorare a lor, urmărind o concepție globală, sub cel puțin trei aspecte fundamentale:

a) gestiunea să fie mulți - partenerială, adică să antreneze și să asocieze activitatea colectivităților locale apropiate (ex. mai multe comune pot să se asocieze sau un oraș și comunele din apropiere). Administrațiile se vor implica în selectarea la sursă a deșeurilor , ca și în buna utilizare a depozitelor. Asociațiile locale de consumatori sau pentru protecția naturii pot să participe la studii și decizii privind gestiunea deșeurilor , unde pot aduce competența tehnică și să propună

anumite căi de valorificare a produselor recuperate sau a energiei rezultate din incinerare;

b) gestiunea să privească toate categoriile de deșeuri, ceea ce presupune examinarea fluxului tuturor tipurilor de deșeuri din teritoriul considerat (menajere, industriale, comerciale ș.a.), cu excepția deșeurilor industriale speciale. Gestiunea deșeurilor pentru fiecare agent economic este un element al activității economice care influențează eficiența ei în ansamblu, ceea ce îl obligă să fie interesat de a-i găsi o rezolvare normală. Un alt considerent este acela că pentru deșeurile de altă natură decât cele menajere există riscul de a fi descărcate în locuri nepermise; în sfârșit, există unele sinergisme tehnice și economice care impun valorificarea sau tratarea asociată a diferitelor categorii de deșeuri (ex. tratarea deșeurilor spitalicești contaminate se face în condiții mai bune incinerându-le împreună cu deșeurile menajere într-o unitate destinată acestui scop, decât să se facă un tratament independent la fiecare spital sau pentru toate spitalele din oraș).

c) gestiunea să aibă filiere multiple. Complexitatea și diversitatea în privința originii și compoziției deșeurilor, ca și prioritatea ce se dă reciclării și recuperării materialelor, ca și necesitatea ca depozitele să fie rezervate numai "ultimului deșeu", ca și alte rațiuni, impun ca gestiunea deșeurilor să se facă prin filiere diverse. Soluția ideală este de a folosi tehnologii corespunzătoare fiecărei fracții: cele reciclabile să se returneze în industrii, fracțiunea de natură organică să fie compostată sau metanizată, fracțiunile combustibile să fie incinerate, deșeurile contaminate și anumite deșeuri toxice necesită o incinerare specială sau tratamente fizico-chimice adecvate, materialele inerte sunt descărcate în depozite etc. Însa, condițiile locale, în special în privința debușeelor pentru produsele rezultate din reciclarea, recuperarea și tratarea deșeurilor, ca și unele constrângeri economice pot impune aplicarea în practică a unor filiere în detrimentul altora. Desigur că este nevoie de o utilizare combinată a posibilităților de colectare și de tratare care sunt la îndemâna colectivităților locale, urmărindu-se eficacitatea realizării obiectivelor sistemelor de gestiune

2.3.2. Necesitatea și cerințele planificării privind deșeurile solide

Înainte de începerea investițiilor în protecția mediului este necesar să se realizeze o imagine completă a lipsurilor existente în managementul deșeurilor solide. Experiența a arătat că este foarte importantă elaborarea unei proceduri de planificare pentru a asigura investiții sigure din punct de vedere economic și al protecției mediului în managementul viitor pentru deșeuri.

Există un număr de motive pentru inițierea planificării managementului de deșeuri solide:

- Asigurarea coerenței structurilor de tratare a deșeurilor din țară, pentru optimizarea folosirii facilităților corespunzătoare.
- Asigurarea deciziilor optime atât cu privire la recuperarea resurselor cât și la utilizarea măsurilor de protecție a mediului.
- Asigurarea ca responsabilitățile și îndatoririle pentru managementul de deșeuri solide sunt clare la toate stadiile de management pentru deșeuri.
- Asigurarea unor programe de monitoring uniforme și a fluxului de informații necesar.
- Asigurarea că există personal calificat necesar la toate nivelele de management.
- Asigurarea că există instrumente financiare pentru susținerea îmbunătățirilor în managementul deșeurilor solide.

Prin cadrul legal pentru introducerea planificării managementului de deșeuri solide este stabilită interacțiunea dintre autoritățile cu atribuțiuni pe această linie. Planificarea este o activitate care se realizează atât la nivel național cât și local.

Planificarea Națională

Responsabilitatea la nivel național este de a asigura strategia și obiectivele generale. În plus, datoria Autorității Naționale de Planificare a Deșeurilor Solide este de a stabili scopurile specifice pentru tipuri de deșeuri specifice. Mai are datoria de a susține autoritățile locale cu programe de cercetare și dezvoltare

suficiente pentru a ghida aceste autorități în activitățile lor de planificare locală. Un program de acțiune este elaborat la fiecare 4 ani.

Planificarea Locală

Responsabilitatea autorităților locale de planificare în cadrul planului de acțiune național este de a elabora un plan de acțiune local pentru implementarea îmbunătățirilor în managementul deșeurilor solide. Acest plan trebuie pregătit la fiecare 4 ani și dacă autoritățile locale o doresc, poate fi pregătit în cooperare cu mai multe Autorități de Planificare Locale a Deșeurilor Solide. Liniile directoare pentru conținutul planului local sunt date de Autoritatea Națională de Planificare a Deșeurilor Solide.

2.3.3. Principii de gestiune

1. Producătorul este răspunzător de deșeurile generate

Se poate discuta dacă producătorii de deșeuri (cetățenii și agenții economici) trebuie să fie răspunzători de deșeurile produse sau dacă responsabilitatea deșeurilor trebuie să fie în grija autorităților (naționale, regionale sau locale) sau ar trebui să fie responsabilitatea colectorului sau a instalației de tratare.

Avantajul de a plasa responsabilitatea pentru deșeurile produse asupra producătorului de deșeuri este aceea că producătorul este atunci forțat să se gândească la deteriorarea mediului pe care deșeurile ar putea-o cauza. Folosind acest principiu,

producătorul va încerca să reducă cantitatea de deșeuri produse și, dacă sistemul de management de deșeuri este suportat, de exemplu, de instrumente economice pentru încurajarea tratării deșeurilor în scopul prevenirii poluării, principiul va fi o bază satisfăcătoare pentru dezvoltări durabile în sectorul managerial al deșeurilor.

Dacă, pe de altă parte, autoritățile ar avea responsabilitatea deșeurilor produse, nu ar exista stimulente pentru producător să reducă producția de deșeuri sau

să mânuiască deșeurile într-un mod sigur. S-ar putea folosi o argumentație similară dacă colectorii / instalațiile de tratare ar avea responsabilitatea pentru deșeurile produse, deoarece interesul principal al acestora ar fi colectarea / tratarea deșeurilor, fără a se gândi și la deteriorarea care se poate cauza asupra mediului.

Principiul responsabilității producătorilor pentru producția de deșeuri trebuie văzut în strânsă legătură cu cel de-al doilea principiu, referitor la sancționarea poluatorului.

2. Poluatorul plătește

Este un principiu implementat în multe țări.

Consecința introducerii acestui principiu va fi ca fiecare producător de deșeuri va plăti costul total pentru colectarea și tratarea deșeurilor solide, în raport cu cantitatea și natura deșeurilor produse.

2.3.4. Conținutul documentațiilor pentru fundamentarea sistemului de gestiune a deșeurilor

a. Definirea categoriilor de deșeuri și a compoziției acestora de la diferite surse de producere.

b. Stabilirea cantităților de deșeuri.

c. Analiza fluxului actual al deșeurilor, ca și a echipamentelor și facilităților de tratare (inclusiv cele de reciclare), împreună cu un studiu al depozitelor existente.

d. Organizarea și situația financiară a sistemului actual de gestiune.

e. Analiza deficiențelor sistemului de gestiune existent, de ordin tehnic, organizatoric și financiar.

f. Analiza sistemelor alternative de gestiune a deșeurilor. În funcție de situația sistemului existent și a previziunilor privind creșterea producției de deșeuri în viitor, trebuie elaborate planuri privind îmbunătățirea gestiunii deșeurilor, care pot fi cuprinse în 2-3 strategii sau scenarii.

Fiecare strategie sau scenariu poate cuprinde :

- Principii de gestiune a deșeurilor.
- Obiective generale și specifice pentru fiecare tip sau fracțiune de deșeuri.
- Conținutul strategiei de gestiune a deșeurilor solide, care să includă aspecte tehnice, organizatorice și financiare.

Acțiuni de implementare a strategiei:

- acțiuni pentru îmbunătățiri legale și instituționale (pas cu pas);
- acțiuni pentru îmbunătățiri tehnice (privind separarea la sursă, colectarea, transportul și tratarea)
- Evaluarea impactului asupra mediului a planului de gestiune a deșeurilor solide.

2.3.5. Aspecte economice

Strategiile de gestiune a deșeurilor au consecințe directe asupra tarifelor plătite de populație pentru colectarea deșeurilor. În această direcție (A. Găzdaru) propune o structură teoretică a tarifului care se percepe populației diferențiată în trei variante, astfel:

Varianta A:

$$T = Q \cdot (C + T_1)$$

unde: T reprezintă tariful plătit de populație; Q - cantitatea de deșeuri; C - prețul unitar de colectare; T_1 - prețul unitar de transport.

Varianta B:

$$T = (Q - q) \cdot (C + T_1) - R$$

unde: q este cantitatea reciclată sau reutilizată; R - valoarea produselor recuperate sau refolosite (vândute)

Varianta C:

$$T = (Q - q) \cdot (C + T_1) - R - A$$

în care: **A** - suma degrevată din cheltuieli, care poate consta din:

a) subvenții de la buget pentru salubritate publică (ele reprezintă practic transferul unor costuri de la consumatori și de la producătorii de deșeuri la contribuabilii generali ai țării sau zonei);

b) suportarea de la bugetul local a unor investiții pentru depozite finale sau incinerare având în vedere ca acestea asigură un beneficiu social pentru colectivitățile respective;

c) degrevări fiscale pentru operatorii de servicii publice, de salubritate, scutiri de TVA, de taxe sau impozite. Acestea din urmă afectează bugetul național și local, deci în final sunt suportate de toți contribuabilii.

- Varianta C nu scade efectiv costurile pentru deșeuri.

Actualul sistem de tarificare paușal (lei/lună/cetățean) aplicat în țara noastră se propune a fi înlocuit cu un tarif cu o structură binară, compus dintr-o parte care să

țină seama de cantitatea de deșeuri produsă de o colectivitate sau o familie (stabilită prin măsurarea volumului de deșeuri din pubele, sau practic funcție de numărul de pubele umplute) și a doua parte care să țină seama de gradul de sortare a deșeurilor la sursă.

Altă măsură care se studiază în prezent este aplicarea unei taxe pe ambalaj, care să fie introdusă în prețul produsului și care să fie suportată în final tot de consumator. Sumele rezultate ar fi orientate către primării, pentru a subvenționa cu ele operatorii de colectare, transport, depozitare.

2.3.6. Legislația europeană privind deșeurile

Directiva 75/442/CEE din 15 iulie 1975 face următoarele referiri privind deșeurile:

- orice reglementare care privește eliminarea deșeurilor va avea ca obiectiv protecția sănătății oamenilor și protecția mediului;

- statele membre vor lua măsurile corespunzătoare pentru a realiza prevenirea, reciclarea și tratarea deșeurilor pentru a obține materii prime și eventual energie, ca și a oricărei metode care permite reutilizarea deșeurilor;

- deșeurile vor fi eliminate fără a pune în pericol sănătatea omului sau a aduce prejudicii mediului, și în special fără a crea un risc pentru apă, aer, sol, faună și floră, fără a provoca zgomote sau mirosuri, fără a prejudicia peisajul;

- autoritățile competente au obligația de a stabili planuri privind: tipurile și cantitățile de deșeurii care trebuie eliminate, prescripțiile tehnice generale, locurile prevăzute pentru colectare etc.;

Directiva 89/369/CEE din 8 iunie 1989 se referă la prevenirea poluării atmosferice determinată de instalațiile noi de incinerare a deșeurilor municipale.

Directiva 89/429/CEE din 21 iunie 1989 se referă la reducerea poluării atmosferice determinată de instalațiile existente de incinerare a deșeurilor municipale.

Directiva 1999/31/CEE din 26 aprilie 1999 se referă la depozitarea deșeurilor. Ea prezintă scopurile activităților referitoare la protecția mediului și a sănătății umane, detaliază diferitele categorii de deșeurii la care se referă directiva și cele care nu formează obiectul ei, stabilește procedura pentru admiterea deșeurilor în depozite (deșeurile trebuie tratate înainte de a fi descărcate în depozit, și de asemenea, trebuie ca deșeurile periculoase, nepericuloase și inerte să fie dirijate în depozite separate, corespunzătoare fiecărei categorii), precizează deșeurile care nu sunt admise în depozit, (cele lichide, inflamabile, explozive sau carburanți, de la clinici infecțioase și spitale, pneuri uzate și alte tipuri de deșeurii care nu corespund criteriilor de admitere). Directiva prevede procedura de autorizare în vederea exploatării unui depozit, cererea de autorizare trebuind să conțină informații privind: identitatea solicitantului și eventual a celui care exploatează depozitul, descrierea tipurilor de deșeurii și cantitatea totală, capacitatea depozitului, prezentarea sitului, metodele propuse pentru prevenirea sau reducerea poluării, planul de exploatare, supraveghere și control a depozitului, planul cu măsurile de închidere și de gestiune post-închidere, garanția financiară a solicitantului și eventual studiul de impact, conform Directivei 85/337/CEE. Din trei în trei ani statele membre trebuie să prezinte Comisiei Europene un raport asupra aplicării Directivei.

Directiva 270/CEE din 4 decembrie 2000 se referă la incinerarea deșeurilor.

2.3.7. Legislația privind deșeurile solide menajere și asimilabile în România

Cuprinde mai multe legi, ordonanțe și hotărâri guvernamentale care în ultimii ani reflectă efortul de aliniere la legislația europeană. Reglementările privind deșeurile fac obiectul următoarelor acte legislative:

- Legea Mediului nr. 137/1995;

Articolul 22 precizează că autoritățile administrației publice locale, ca și persoanele fizice și juridice care au obligația în acest domeniu, trebuie să asigure amplasarea, amenajarea și supravegherea diferitelor tipuri de depozite de deșeuri, colectarea, tratamentul, neutralizarea și reciclarea deșeurilor, ca și transportul acestora.

În art.24 se menționează obligațiile de depozitare a deșeurilor menajere numai în locuri autorizate, de amenajare și întreținere a depozitelor și de recuperare și reciclare a deșeurilor.

- HG 155/1999

Privește introducerea evidenței gestiunii deșeurilor și a Catalogului European al Deșeurilor. Agenții economici și orice generator de deșeuri, persoane fizice sau juridice, sunt obligați să introducă evidența gestiunii deșeurilor, conform modelelor în anexa hotărârii. Evidența este ținută pe tipuri de deșeuri, cu codul conform Catalogului European al Deșeurilor, pe etape de gestiune (producerea deșeurilor, stocare provizorie, tratarea și transportul, reciclarea și depozitarea definitivă). Catalogul European al Deșeurilor clasifică deșeurile în 18 grupe, fiecare cu mai multe subgrupe, codul fiecărui deșeu fiind un număr de 6 cifre, primele două reprezentând numărul grupei, următoarele două numărul subgrupeii iar ultimele, poziția în cadrul subgrupeii.

- **Ordonanța de urgență a Guvernului, nr.78/2000** privind regimul deșeurilor, aprobată cu modificări prin Legea nr.426/2001;

Reglementează activitățile de gestiune a deșeurilor. Gestiunea deșeurilor se fundamentează pe două principii generale:

a) de a utiliza numai procedeele și metodele care nu pun în pericol sănătatea populației și factorii de mediu;

b) principiul "poluatorul plătește";

c) principiul responsabilității producătorului de deșeurii;

d) principiul utilizării cu randament maxim a mijloacelor tehnice disponibile, de așa manieră încât costurile să nu fie excesive.

În continuare se precizează condițiile generale privind gestiunea deșeurilor, referitoare la măsuri pentru reducerea cantității de deșeurii și valorificarea deșeurilor, ca și implementarea planului național și a planurilor locale de eliminare a deșeurilor, reglementează organismele care realizează și suportă activitățile de colectare, transport și eliminare a deșeurilor, proceduri pentru obținerea autorizațiilor pentru valorificarea deșeurilor, ca și de control. Se detaliază aspectele privind gestiunea deșeurilor periculoase care privesc atât pe producători, cât și pe transportatori, precum și pe cei cu obligații de valorificare și de eliminare a deșeurilor (persoane fizice și juridice). De asemenea se reglementează condițiile de transport internațional al deșeurilor, garanțiile financiare, autoritățile competente și sancțiunile pe linia gestiunii deșeurilor. În anexe sunt cuprinse: un dicționar de termeni folosiți, categoriile de deșeurii, categoriile de deșeurii periculoase, constituenții deșeurilor periculoase, proprietățile acestora, operațiunile de eliminare a deșeurilor și operațiunile de incinerare.

- **HG nr.162/2002** se referă la desfășurarea activității de depozitare;

Stabilește cadrul legal pentru desfășurarea activității de depozitare a deșeurilor (realizarea, exploatarea, monitorizarea, închiderea și urmărirea postînchidere a depozitelor noi, cât și pentru închiderea și urmărirea postînchidere a depozitelor existente), în condiții de protecția mediului și sănătății populației. Secțiunile acestui act legislativ prevăd condițiile generale (clasificarea depozitelor funcție de natura deșeurilor), deșeurile care nu sunt acceptate în depozite, prevederi ale strategiei naționale de reducere a cantităților de deșeurii biodegradabile, reglementează condițiile financiare pentru exploatarea depozitelor, procedura de

emitere a acordului și autorizației de mediu, proceduri de acceptare a deșeurilor în depozite, proceduri de control și urmărire în faza de exploatare, proceduri de închidere a depozitelor de deșeurii, de urmărire post-inchidere a acestora și reglementari privind menținerea în exploatare a depozitelor existente.

Pentru aplicarea acestei H.G. au fost elaborate mai multe acte normative: O.M. nr. 867/2002 - definește criteriile care trebuie îndeplinite de deșeurii pentru a fi conforme cu listele specifice unei depozitări și lista de deșeurii acceptabile pentru fiecare clasă de depozite

O.M. nr. 1147/2002 - cuprinde Normativul Tehnic privind construirea, exploatarea, monitorizarea și închiderea depozitelor de deșeurii.

- **HG 128/2002** privind incinerarea deșeurilor

Reglementează activitățile de incinerare și coincinerare a deșeurilor, ca și măsurile de control și urmărire a instalațiilor. Se reglementează condițiile de lucru și regimul de funcționare, precum și controlul și monitorizarea acestora, ca și valorile limită de emisie a poluanților în aer și apă, modul de calcul al acestor valori, precum și tehnica de măsurare. De asemenea, se reglementează procedura de autorizare pentru activități de incinerare și coincinerare. Acordul sau autorizația de mediu emisă de autoritatea competentă pentru protecția mediului pentru o instalație de incinerare sau coincinerare trebuie să conțină: lista categoriilor de deșeurii care pot fi tratate (conform HG 155/1999, pentru introducerea evidenței gestiunii deșeurilor și a Catalogului European al Deșeurilor), capacitatea nominală de incinerare, procedurile de prelevare a probelor și de măsurare pentru fiecare poluant al aerului și al apei, valorile limită admise pentru concentrații de poluanți în urma proceselor de incinerare sau coincinerare. De asemenea, se reglementează condițiile de acces ale publicului la informațiile privind funcționarea și monitorizarea instalațiilor, sancțiuni pentru nerespectarea prevederilor hotărârii și, în final, se precizează termenele de aplicare etapizată a prevederilor din această hotărâre. Anexele cuprind semnificația termenilor utilizați, norme tehnice privind exploatarea, urmărirea și controlul instalațiilor și proceselor, condiții de lucru, valori limită pentru emisiile în aer, pentru emisiile în apă, controlul și monitorizarea condițiilor de măsurare, factori de echivalență pentru dibenzo-p-dioxine și dibenzofurani, determinarea valorilor limită de emisie în aer pentru coincinerarea deșeurilor, tehnici de măsurare, valori limită de

emisie pentru poluanții din apele uzate și de la spălarea gazelor de ardere ca și valori limită pentru emisii în aer.

2.4. DEȘEURILE – DEFINIȚIE, CATEGORII

În general, deșeurile sunt definite ca resturi de diverse natură (organice, anorganice, substanțe solide, lichide, gazoase), rezultate din diferite procese tehnologice industriale, activități agricole, fluxuri de transport stradal, feroviar sau naval, activități gospodărești și menajere.

Deșeu : reprezintă acele substanțe sau obiecte care nu sunt produse primare pentru cel care le-a generat, nu mai are nici o altă utilizare în scopuri proprii de producție, de transformare sau de consum și pe care dorește să le depoziteze sau are intenția să le depoziteze sau necesită a fi depozitate în conformitate cu prevederile legislative naționale.

În conformitate cu art.1 – Directiva 75/442 C.E. din 15.07.1975, este considerat deșeu orice substanță sau obiect al căror deținător le aruncă, are intenția sau obligația de a le arunca.

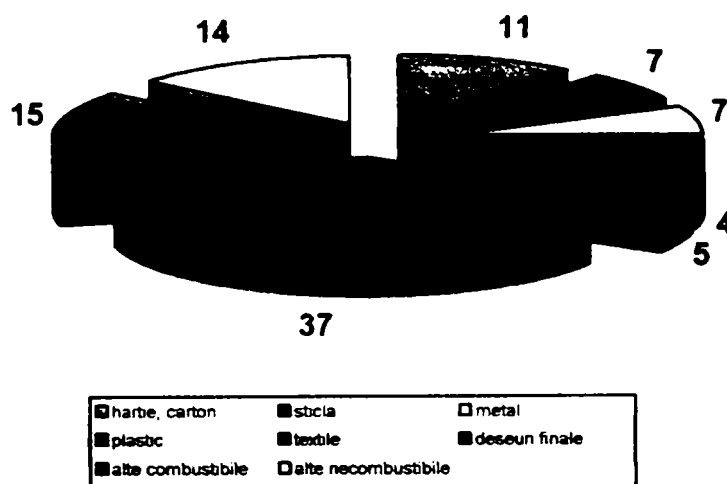
Funcție de proveniență (sursă), clasificarea generală a deșeurilor se face astfel :

2.4.1. Deșeurile urbane

Conțin deșeurile de orice natură și de orice natură și de orice proveniență care se produc și se gestionează în intravilanul unei localități urbane.

Se menționează subcategoriile:

- **Deșeuri menajere** – deșeuri provenite din activități casnice sau asimilabile cu acestea și care pot fi preluate de sistemele de precollectare curente din localități. Principala caracteristică a deșeurilor menajere este aceea că sunt foarte eterogene, cu variații mari de la o localitate la alta, în funcție de anotimp, poziție geografică, mărimea și caracterul localității, frecvența colectării, sistemul de încălzire al locuințelor, modul de viață și nivelul de trai, gradul de educare al populației, etc. În privința materiilor aflate în compoziția acestora:



- ↓ Sticlă – 7% ;
- ↓ Metal – 7% ;
- ↓ Plastic – 4% ;
- ↓ Textile – 5% ;
- ↓ Deșeuri finale – 37% ;
- ↓ Alte combustibile – 15% ;
- ↓ Alte necombustibile – 14%.

O determinare teoretică a puterii calorice a deșeurilor menajere indică următoarele valori :

- Iarna 900 – 1.000 kcal/kg;
- Primăvara 700 – 800 kcal/kg;
- Vara 500 – 600 kcal/kg;
- Toamna 800 – 900 kcal/kg.

- **Deșeuri asimilabile cu cele menajere** – deșeuri provenite din industrie, din comerț, din sectorul public sau administrativ, care prezintă compoziție și proprietăți similare cu deșeurile menajere și care sunt colectate, transportate, prelucrate și depozitate împreună cu acestea.
- **Deșeuri stradale** – deșeuri specifice căilor de circulație, spațiilor verzi, cu conținut ridicat de materiale inerte, în principal nisip, dar și cu conținut de ambalaje deteriorate.
- **Deșeuri de construcții** – deșeuri solide provenite de la construcții noi, de la demolări sau reconstrucția clădirilor

existente și/sau de la structuri de construcții, având ca compoziție preponderent inertă, sticlă, moloz, cărămidă și betoane fărâmițate, lemn, fier beton, plăci de asbest.

- **Deșeuri voluminoase** – deșeuri solide de dimensiuni mari care nu pot fi preluate cu sistemele obișnuite de precolectare sau colectare din localități.

2.4.2. Deșeurile agricole

Sunt deșeurile provenite din unitățile agricole și zootehnice și fiind constituite din dejecții animaliere, deșeuri vegetale – resturi de așternut, cadavre, materiale fitosanitare expirate.

2.4.3. Deșeurile industriale

Sunt deșeurile provenite din activitatea industrială: resturi de materii prime, deșeuri menajere asimilabile, șlamuri, produse petroliere uzate, cenuși, zguri, ambalaje, rebuturi de fabricație, ambalaje deteriorate, resturi de materiale textile, deșeuri rezultate din fazele de prelucrare a pieilor, ș.a.m.d.

2.4.4. Deșeurile speciale

Sunt cele din categoria explozibililor sau cea a substanțelor radioactive, adică diverși izotopi radioactivi rezultați din diverse activități industriale, de cercetare științifică, medicală, agricolă, zootehnică, dar mai ales din centrale atomo-electrice; pericolozitatea acestor reziduuri este dată de natura substanțelor și gradul lor de radioactivitate.

Deșeurile, dar mai ales cele industriale, constituie surse de risc pentru sănătate datorită conținutului lor în substanțe toxice precum metale grele (plumb, cadmiu), pesticide, solvenți, uleiuri uzate.

Problema cea mai dificilă o constituie materialele periculoase (inclusiv nămolurile toxice, produse petroliere, reziduuri de la vopsitorii, zguri metalurgice) care sunt depozitate în comun cu deșeuri solide orășenești. Această situație poate genera apariția unor amestecuri și combinații inflamabile, explozive sau corosive; pe de altă parte, prezența reziduurilor menajere ușor degradabile poate facilita descompunerea componentelor periculoase complexe și reduce poluarea mediului.

Un aspect negativ este acela că multe materiale reciclabile și utile sunt depozitate împreună cu cele nereciclabile; fiind amestecate și contaminate din punct de vedere chimic și biologic, recuperarea lor este dificilă. Colectarea deșeurilor menajere de la populație se efectuează neselectiv; ele ajung pe depozite ca atare, amestecate, astfel pierzându-se o mare parte a potențialului lor util (hârtie, sticlă, metale, materiale plastice).

2.5. INDICATORI DE MEDIU PENTRU DEȘEURI

Conform politicilor actuale de dezvoltare durabilă se impune necesitatea stabilirii unor indicatori de mediu, care să reflecte tendințele stării mediului și să monitorizeze progresele făcute în domeniul respectiv.

Indicatorii de mediu care caracterizează deșeurile (conform cadrului "Driving Force–Pressure–State–Impact–Response") sunt prezentați în tabelul 2.2. iar cei analizați în cadrul capitolului respectiv sunt prezentați în tabelul 2.3.

Indicatori statistici de mediu

CAPITOLELE DIN AGENDA 21	INDICATORII DRIVING FORCE	INDICATORII STARE	INDICATORII RĂSPUNS
Capitolul 21 Managementul deșeurilor urbane și al depozitelor de deșeurii	<ul style="list-style-type: none">♦ Generarea deșeurilor solide industriale și municipale♦ Deșeurii menajere depozitate pe cap de locuitor		<ul style="list-style-type: none">♦ Cheltuieli cu managementul deșeurilor♦ Reciclarea și reutilizarea lor♦ Depozitarea deșeurilor municipale
Capitolul 19 Managementul substanțelor chimice periculoase		<ul style="list-style-type: none">♦ Substanțe chimice ce induc otrăviri acute	<ul style="list-style-type: none">♦ Numărul substanțelor chimice interzise sau strict restricționate
Capitolul 20 Managementul deșeurilor periculoase	<ul style="list-style-type: none">♦ Generarea deșeurilor periculoase♦ Importurile și exporturile de deșeurii periculoase	<ul style="list-style-type: none">♦ Suprafața de teren contaminată cu deșeurii periculoase	<ul style="list-style-type: none">♦ Cheltuieli necesare pentru tratarea deșeurilor periculoase
Capitolul 22 Managementul deșeurilor radioactive în condiții de securitate	<ul style="list-style-type: none">♦ Generarea deșeurilor radioactive		

Indicatori ce caracterizează starea deșeurilor în anul 2002		
Indicatori statistici de mediu	UM	Valoare pentru anul 2002
Deșeurii municipale		
deșeur menajere generate de populație	kg/loc.an	253
deșeur menajere generate de agenți economici	kg/loc.an	121
deșeur menajere totală generate	kg/loc.an	404
rămășișorășeneșc general	kg/loc.an	16
deșeur din construcții demolări	kg/loc.an	29
deșeur municipale generale	kg/loc.an	449
deșeur menajere colectate	kg/loc.an	315
deșeur menajere colectate	%	78
deșeur menajere colectate separat	%	7
ocurilor deservit din mediu urban	%	90
ocurilor deservit total țară	%	48
deșeur biodegradabile depozitate	tone	4900000
deșeur biodegradabile generale	kg/loc.an	253
pondera deșeurilor biodegradabile	%	61
tendința de biodegradabile față de 1995	%	+2
depozite urbane controlate	nr	11
pondera deșeurilor municipale/total deșeur	%	26
Deșeurii industriale*		
deșeur industriale generale	kg/loc.an	1124
deșeur periculoase generate	kg/loc.an	27
pondera deșeurilor periculoase/total deșeur industriale	%	2.5
depozite industriale controlate	număr	16
* cu excepția deșeurilor miniere		

Ministerul Mediului și Gospodării Apelor, prin intermediul Institutului Național de Cercetare Dezvoltare pentru Protecția Mediului - ICIM București, realizează rapoarte anuale privind gestiunea deșeurilor în România.

Ministerul Mediului și Gospodării Apelor organizează, împreună cu Agențiile județene de Protecție a Mediului, anchete anuale pe baza de chestionare, la care răspund atât generatorii de deșeur industriale, cât și gestionarii de deșeur urbane și industriale.

Datele anuale sunt utilizate pentru elaborarea rapoartelor privind gestionarea deșeurilor la nivel județean, regional sau național, atât pentru necesitățile interne de raportare, cât și în vederea elaborării raportărilor pentru EUROSTAT, responsabilul european cu statistica deșeurilor.

În perioada 2003-2004 MMGA, prin Direcția de Gestiune a Deșeurilor și Substanțe Chimice Periculoase, în colaborare cu ICIM, a elaborat Strategia Națională și Planul Național pentru Gestionarea Deșeurilor. Aceste documente s-au bazat pe situația existentă la nivelul anului 2002, dar și pe date privind gestiunea deșeurilor în perioada 1998-2002. Toate aceste date utilizate fac parte din fondul de date privind gestiunea deșeurilor din cadrul ICIM.

2.6. METODE DE COLECTARE A DEȘEURILOR – COLECTAREA SELECTIVĂ

În general sistemele de colectare, transport și depozitare a deșeurilor creează probleme deosebite în ceea ce privește protecția factorilor de mediu, impactul asupra sănătății populației, precum și probleme de natură peisagistică și utilizare rațională a spațiilor destinate depozitării.

În mediul urban colectarea deșeurilor se realizează organizat, deși există probleme de salubritate atât în zona colectării la surse, cât și a transportului în condiții igienice.

Deșeurile menajere rezultate din locuințe, instituții și entități economice diverse (comerț, industrie) sunt precolectate în recipiente de diferite capacități, amplasări în spații special amenajate în acest scop.

Generatorii de deșeurii menajere și firmele de salubritate dețineau în 1999 - la nivelul țării - un număr de peste 480.000 de recipiente de diferite tipuri, astfel:

- europubele - 143720 buc.;
- pubele metalice - 112862 buc.;
- containere - 29914 buc.;
- saci - 149872 buc.;
- alți recipiente - 47480 buc.;

Total - 483848 buc. (Date furnizate de MAPN)

Deșeurile menajere sunt transportate la locurile de depozitare cu utilaje specifice. În 1999 firmele de salubritate erau dotate cu peste 1900 de vehicule transportoare, precum: autogunoiere compactoare, auttransportoare de container, tractoare, autobasculante, autocamioane.

Deșeurile stradale sunt colectate și transportate tot de firmele specializate în salubritatea orașelor, cu ajutorul unor utilaje specifice: automăturători colectoare, autostropitori cu plug și măhuri pentru carosabil. Cea mai mare parte a deșeurilor stradale este însă colectată manual, cu mijloace rudimentare. În marile orașe curățenia stradală este întreținută doar pe arterele principale.

Situația actuală legată de transportul deșeurilor implică mai multe probleme care vizează:

- ◇ Dotarea cu numărul și tipul necesar de mașini de transport autocompactoare și întreținerea corespunzătoare a acestora;
- ◇ Dotarea cu numărul și tipul necesar de autocontainere și întreținerea corespunzătoare a acestora;
- ◇ Realizarea de rampe de igienizare și denocivizare a recipientelor și a mașinilor de transport, cu racordare la rețelele de alimentare cu apă și canalizare orășenești.

Ca obiectiv de primă importanță, în gestionarea deșeurilor, îl constituie implementarea unui sistem de precollectare selectivă a deșeurilor, în toate localitățile, atât la nivelul gospodăriilor populației, cât și în zonele publice, prin asigurarea tipurilor și numărului necesar de recipiente, realizarea unor stații pentru depozitarea temporară a deșeurilor valorificabile selectate în fiecare localitate și asigurarea transportului organizat a deșeurilor reciclabile la centrele zonale de colectare.

Prin colectare selectivă se înțelege colectarea diferitelor tipuri de deșeuri (de exemplu, maculatură, sticlă sau plastic) astfel încât aceste tipuri de deșeu să nu fie amestecate cu alte tipuri de deșeu.

Gestiunea deșeurilor presupune desfășurarea tuturor activităților privind colectarea (separată), transportul, tratarea, reciclarea, reutilizarea, incinerarea și

depozitarea deșeurilor toxice și netoxice, inclusiv întreținerea ulterioară a depozitelor de deșeuri.

Reutilizarea materialelor obținute din deșeuri presupune ca acestea să devină materie primă în procesele economice.

Metodele de colectare practicate la ora actuală în țara noastră, se bazează în foarte mică măsură pe colectarea selectivă și reciclarea materiilor reutilizabile ca: maculatură, sticlă și plastic provenite din deșeurile menajere.

Sortarea deșeurilor la sursă se practică la ora actuală mai ales în țările dezvoltate astfel încât aceste tipuri de deșeuri să nu fie amestecate cu alte tipuri de deșeuri.

Sortarea sticlei sau materialelor plastice recuperabile se face pe grupe, tipuri de obiecte și culori.

2.6.1. Sortarea materialelor plastice

Colectarea de la întreprinderi se face pe loturi omogene, respectiv pe grupe, tipuri de obiecte și culori. Pentru acestea furnizorul atestă și pe avizul de expediție sau pe certificatul de calitate că nu au conținut substanțe otrăvitoare.

Nu se colectează canistre, butoaie, bidoane care au conținut vopsea sau uleiuri care nu au fost spălate și prezintă urme de substanțe remanente, precum nici cele care au conținut substanțe otrăvitoare sau inflamabile.

Materialele plastice trebuie să fie lipsite de impurități metalice, pământ, pietre, lemn, etc.

Materialele plastice recuperabile se depozitează în centre de colectare pe grupe, tipuri de obiecte și culori, în boxe separate sau în containere, în funcție de cantitățile colectate.

2.6.2. Sortarea sticlei

Este recomandat ca să fie sortate sticlele colectate pe diferite calități, cum sunt menționate în Standardul Roman STAS 29224-79. Când este făcută această sortare, calitatea sticlei îndeplinește cerințele fabricilor de sticlă.

2.6.3. Sortarea maculaturii

Este indicat să se separe maculatura colectată prin diferite calități posibile cum este menționat în Standardul Roman STAS 4527-75. Prezentul standard stabilește condițiile de calitate ale maculaturii destinate producerii pastei de maculatură pentru fabricarea hârtiei, cartonului sau mucavalei.

Maculatura poate fi constituită din cărți, cartoane, mucavale uzate, mucava nefolosită, deșeuri rezultate la prelucrarea hârtiei, cartonului sau mucavalei. Maculatura trebuie să fie lipsită de corpuri străine și să nu prezinte degradări datorită putrezirii.

2.6.4. Presortarea

Între măsurile organizatorice privind gestionarea deșeurilor, cea legată de presortare și colectare igienică ocupă un loc de primă importanță, atât pentru protecția tuturor factorilor de mediu, pentru rentabilizarea serviciilor de salubritate, cât și pentru crearea unor fluxuri tehnologice eficiente.

Această activitate, este recomandabil să se organizeze conform modelului practicat deja de mulți ani în țările Comunității Europene. În acest context, se urmărește dotarea punctelor de evacuare - colectare cu pubele sau containere predestinate unor anumite categorii de reziduuri și deșeuri marcate diferențiat prin metode de avertizare vizuală, astfel:

- ◆ depozitarea în pubele de culoare maro a reziduurilor alimentare biodegradabile;
- ◆ depozitare în pubele de culoare verde a deșeurilor de hârtie, cartoane, ziare etc.;
- ◆ depozitarea în pubele de culoare galbenă a deșeurilor din plastic și metalice;
- ◆ depozitarea în containere de culoare albastră a deșeurilor din sticlă;
- ◆ depozitarea în pubele de culoare gri a altor categorii de deșeuri cu precădere cele incinerabile.

Această sortare se poate realiza, în cazul în care nu este posibilă la punctele de producere, și în zona adiacentă depozitului propriu-zis, de către personalul de deservire a societății de salubritate.

De asemenea, colectarea judicioasă a deșeurilor agricole, inclusiv a nămolurilor rezultate din procesele de epurare ale apelor uzate și asigurarea fermentației naturale în condiții de igienă și de protecție a calității solului și apelor de suprafața și subterane, au drept consecință creșterea marcantă a gradului de utilizare a reziduurilor ca nutrienți pentru sectorul agricol vegetal.

În perspectiva anilor 2010 - 2015, datorită optimizării serviciilor turistice, al sistemelor de colectare a deșeurilor provenite din turism și al nivelului educațional crescut al populației, este prognozabilă o eliminare a impactului acestor tipuri de reziduuri asupra factorilor de mediu. Creșterea gradului de valorificare a ambalajelor uzate, în unități specializate, creează premise pentru diminuarea cantităților de deșeuri dispersate haotic și stimularea colectării selective, organizate.

Impactul evoluției pozitive a activităților comerciale în domeniul gospodăririi deșeurilor va crește datorită cantităților sporite de ambalaje și alte reziduuri specifice. Din acest motiv se impune inițierea de măsuri legislative instituționale și educaționale pentru colectarea selectivă a deșeurilor din sectorul comercial și creșterea gradului de valorificare a acestora.

Aplicarea principiilor gospodăririi integrale a deșeurilor și eficiența serviciilor de salubritate în colectarea și valorificarea reziduurilor inerte rezultate din activitățile de construcții, constituie imperative de prim ordin, pentru diminuarea cantităților eliminate prin depozitare și a impactului asupra factorilor de mediu.

Datorită faptului că în România nu se realizează colectarea separată a deșeurilor menajere, se poate afirma că aproximativ 36% din componente, reprezentând materiale reciclabile (hârtie, carton, plastic, sticlă, metale), nu se recuperează, ci se elimină prin depozitare. Se pierde, astfel, mari cantități de materii prime secundare și resurse energetice.

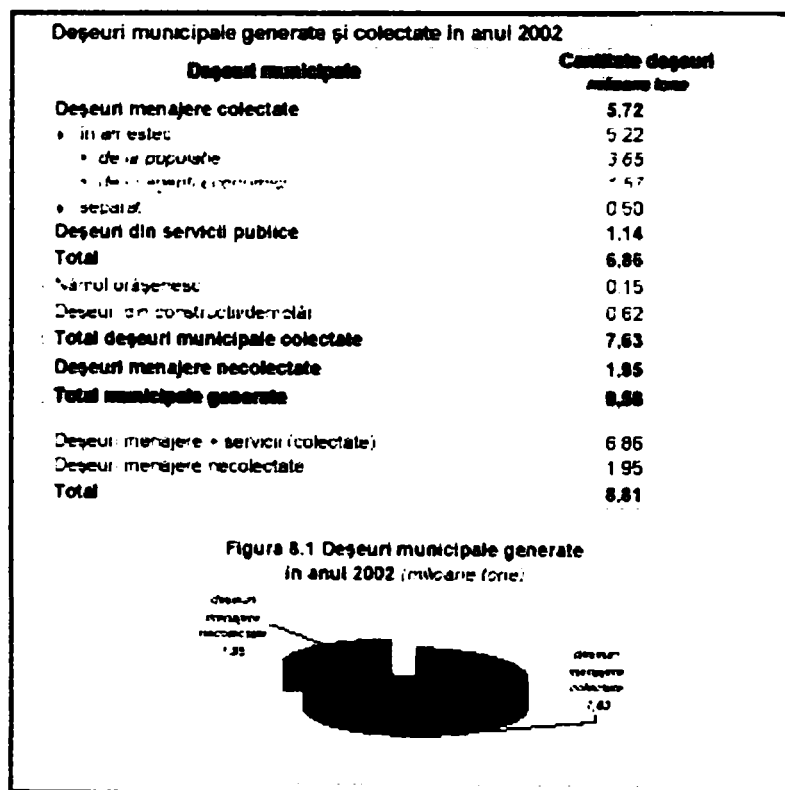
În cursul anului 2002 s-au generat peste **382 milioane tone** de deșeuri, din care aproximativ **3%** reprezintă **deșeuri municipale** iar **97%** sunt deșeuri generate în minerit, industrie, agricultură, construcții etc.

2.7. CATEGORII DE DEȘURI GENERATE ÎN ROMANIA

În decursul anului 2002 s-au generat peste 382 milioane tone de deșuri, din care aproximativ 3% reprezintă deșuri municipale iar 97% sunt deșuri generate în minerit, industrie, agricultură, construcții etc.

2.7.1. Deșuri urbane

În anul 2002, municipalitățile au colectat 7,63 milioane tone de deșuri, atât de la populație cât și agenți economici, cât și din serviciile publice. S-a estimat că în anul 2002 s-a generat o cantitate totală de 9,58 milioane tone deșuri municipale, atât în mediul urban, cât și în cel rural (1,95 milioane tone deșuri necolectate din mediul urban și rural - cantitate estimată) tabelul 2.4. și fig.2.0.



După proveniența lor, deșeurile municipale au inclus (tabelul 2.5. și fig.2.1.

- deșuri menajerie de la populație;
- deșuri menajere de la agenții economici;
- deșuri din servicii municipale (deșuri stradale, din piețe, spații verzi);
- deșuri din construcții, demolări.

În tabelul 2.6. și fig.2.2. se prezintă deșeurile menajere obținute în amestec de la populație și agenții economici.

Tabelul 2.7. prezintă deșeurile generate în anul 2002 iar figura 2.3. prezintă ponderea deșeurilor municipale în totalul deșeurilor generate în România, în anul 2002

Compoziția procentuală a deșeurilor menajere în România, pentru anul 2002, este prezentată în tabelul 2.8.

În tabelul 2.9. este prezentată o comparație între compoziția deșeurilor menajere de la populație în perioada 1998 și 2002.

Colectarea deșeurilor municipale este responsabilitatea municipalităților, direct - prin serviciile de specialitate din cadrul Consiliilor Locale, sau indirect - prin cedarea acestei responsabilități pe bază de contract, către firme specializate în servicii de salubritate. Serviciile de salubritate sunt organizate și operează mai ales în zonele urbane. Se estimează că numai 5% din populația rurală, în anul 2002 beneficiază de aceste servicii (în special localitățile rurale aflate în apropierea orașelor).

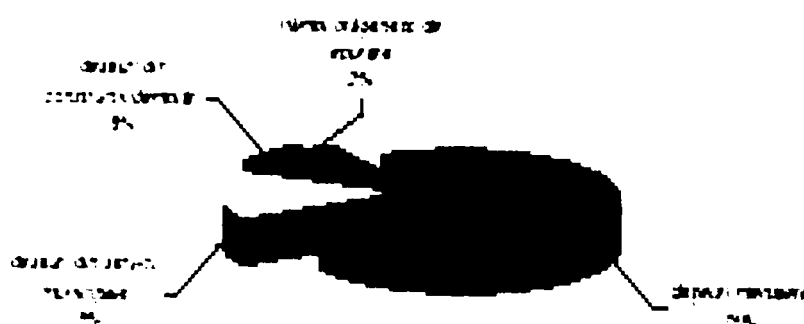
Din datele avute la dispoziție, rezultă că din 1998 a crescut procentul populației urbane care beneficiază de servicii de salubritate, de la 73% la 90% în anul 2002, ceea ce înseamnă o medie de 78% în ultimii 5 ani. Având în vedere procentul scăzut în mediul rural, procentul total de deservire a populației (urban și rural) a crescut de la 40% în 1998 la 48% în 2002 (în medie 43%).

În funcție de aceste date s-a calculat cantitatea de deșeuri municipale necolectate, ținând cont și de indicii de generare a acestor deșeuri în mediile urban și rural. Rezultă astfel o medie de 87% deșeuri colectate din totalul deșeurilor municipale generate în anul 2002.

Deșeuri totale colectate de municipalități în anul 2002

Deșeuri colectate	Cantitate colectată milioane tone	Procent
deșeur menajere	5,72	75%
deșeur din servicii municipale	1,14	15%
deșeur din construcții demolări	0,62	5%
rămășișor de epurare	0,15	2%
TOTAL	7,63	100%

Figura 8.2 Deșeuri municipale colectate în anul 2002



Deșeuri menajere colectate în amestec, de municipalități, în anul 2002

Deșeuri menajere	Cantitate colectată milioane tone	Procent
deșeur menajere de la populație	3,65	70%
deșeur menajere de la agenți economici	1,57	30%
TOTAL	5,22	100%

Figura 8.2 Deșeuri menajere colectate în amestec, de municipalități, în anul 2002



Deșeuri municipale generate în anul 2002

Deșeuri municipale	Cantitatea generată milioane tone	Procent (%)
deșeurii menajere	5,72	
deșeurii din servicii	1,14	
șantier orășenesc	0,15	
deșeurii din construcții demolare	0,62	
total deșeuri colectate	7,63	80
deșeurii necolectate (estimat)	1,85	20
Total deșeuri	9,58	100

Figura 8.4 Deșeurii generate în anul 2002



Compoziția procentuală medie a deșeurilor menajere (populație) în anul 2002

Material	%
Hârtie carton	11,0
Sticlă	5,0
Metale	5,0
Material plastic	10,0
Textile	5,0
Biodegradabile organice	51,0
Altele	13,0
TOTAL	100

Comparatie între compoziția deșeurilor menajere de la populație între anii 1998 și 2002

Componente	1998		2002	
	%	kg/loc.an	%	kg/loc.an
Hârtie carton	13%	34	11%	31
Sticlă	5%	15	5%	14
Metale	5%	13	5%	14
Material plastic	9%	24	10%	28
Textile	6%	15	5%	14
Biodegradabile organice	53%	139	51%	145
Altele	8%	21	13%	37
Total	100%	283	100%	283

Procentul de colectare selectivă a deșeurilor municipale este mic; doar în anul 2001 s-a raportat un procent de 2%, iar în anul 2002 -7% din totalul deșeurilor municipale colectate, reprezentând deșeuri reciclabile colectate separat în cadrul unor proiecte pilot de colectare selectivă, sau în cadrul întreprinderilor, instituțiilor și chiar comerț.

Datorită procentului scăzut de colectare selectivă a deșeurilor de la populație, aproximativ 36% (peste 2,5 milioane tone anual) din componentele deșeurilor menajere, reprezentând materiale reciclabile (hârtie, carton, sticlă, materiale plastice, metale) nu se recuperează, ci se elimină prin depozitare finală împreună cu celelalte deșeuri urbane.

De asemenea, ținând cont de faptul că 90% din populația urbană beneficiază de servicii de colectare a deșeurilor menajere și de faptul că în zonele rurale nu există servicii specializate pentru colectarea și transportul deșeurilor menajere, se poate estima cantitatea de deșeuri menajere necolectate, și anume 1,95 milioane tone în 2002, respectiv cantitatea de deșeuri municipale generate (fără nămol orășenesc și deșeuri din construcții/demolări) 8,81 milioane tone. Din această cantitate, 22% este reprezentată; de cantități de deșeuri necolectate, depozitate ilegal, în locuri interzise acestui proces.

În țara noastră, aproape întreaga cantitate de deșeuri municipale colectate este eliminată prin depozitare. Se apreciază că pentru anul 2002 un procent de -7% din aceste deșeuri este colectat în vederea recuperării sau reciclării.

Tabelul 2.10. prezintă indicii de generare a deșeurilor municipale în perioada 1998-2002.

Anul	deșeuri municipale de la populație (kg/loc an)	deșeuri municipale de la agenți economici (kg/loc an)	total deșeuri municipale (kg/loc an)	nămoluri de la stații de epurare orășenești (kg/loc recordat an)	deșeuri din construcții și demolări (kg/loc an)
1998	137	84	281	13	14
1999	235	101	336	14	18
2000	270	116	386	15	7
2001	258	111	369	16	18
2002	253	121	404	16	29
media	249	107	388	15	17

2.7.2. Deșeurile biodegradabile

În România, materia biodegradabilă din deșeurile municipale reprezintă o componentă majoră. În această categorie sunt cuprinse:

- ◆ deșeuri biodegradabile rezultate în gospodării și unități de alimentație publică;

- ◆ deșeuri vegetale din parcuri, grădini;

- ◆ deșeuri biodegradabile din piețe;

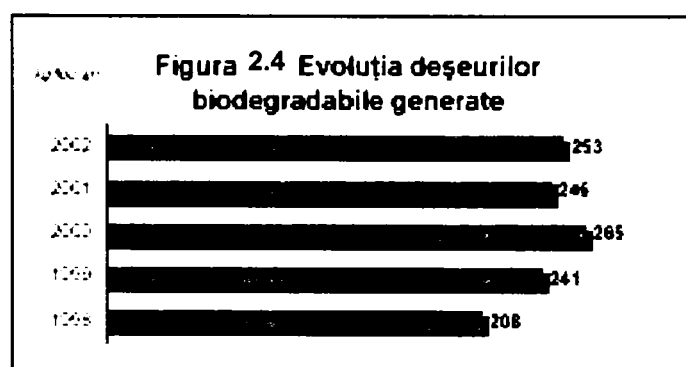
- ◆ componenta biodegradabilă din deșeurile stradale;

- ◆ nămol orășenesc de la epurarea apelor uzate menajere;

- ◆ teoretic, hârtia este biodegradabilă, dar din punctul de vedere al Planului Național de Gestionare a Deșeurilor, hârtia face parte din materialele reciclabile și nu va fi inclusă în categoria biodegradabilelor, excepții e făcând hârtia de cea mai proastă calitate, ce nu poate fi reciclată.

În ultimii 5 ani, procentul de biodegradabile din deșeurile municipale a scăzut de la 72% în 1998 la 61% în 2002, dar cantitatea de materie biodegradabilă pe locuitor/an a crescut în acest interval, deoarece a crescut cantitatea de deșeuri municipale generate, ca și cantitatea de nămol orășenesc generat (media de generare pe ultimii 5 ani fiind de 243 kg deșeuri biodegradabile/locuitor/an) fig.2.4.

Pentru deșeurile biodegradabile, HG 162/2002 privind depozitarea deșeurilor, care preia Directiva europeană privind depozitarea deșeurilor, stipulează necesitatea scăderii cantității de deșeuri biodegradabile depozitate cu 25% față de cantitatea de deșeuri biodegradabile generată în anul 1995, până în anul 2011.



Având în vedere faptul că în 1995 (considerat an de referință pentru deșeurile biodegradabile), cantitatea de deșeuri biodegradabile generată a fost de 4800000 tone (70% din cantitatea de deșeuri municipale generate).

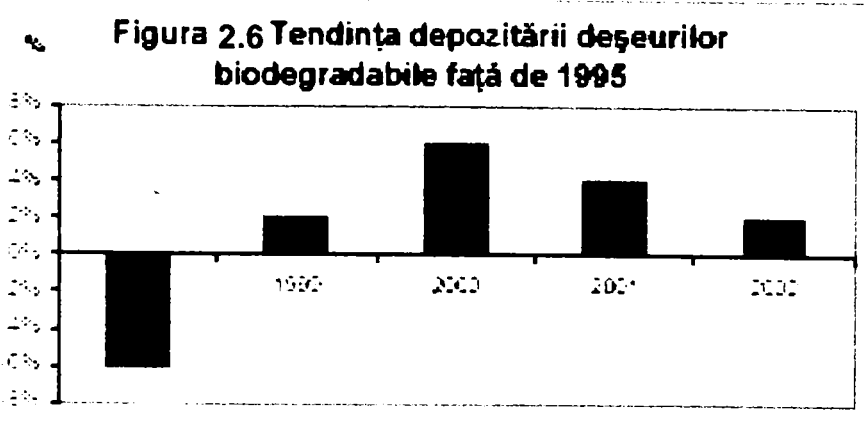
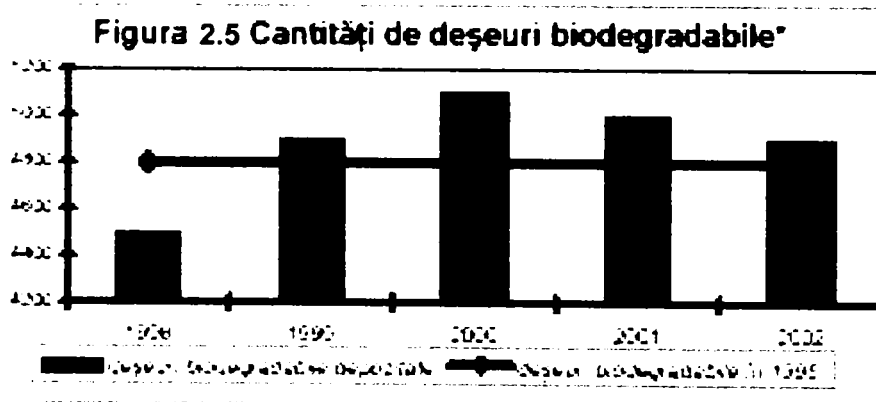
Cantitatea de deșeuri biodegradabile depozitată în perioada 1998 - 2002 a crescut cu 2% în medie, având o tendință de scădere din anul 2000. Tabelul 2.11, fig.2.5., fig.2.6. prezintă evoluția deșeurilor biodegradabile în această perioadă.

Evoluția deșeurilor biodegradabile în perioada 1998 - 2002

Tabel 2.11

UM	1998*	1999	2000	2001	2002	media	
Procent biodegradabil** în deșeur municipale	%	72	70	67	65	51	67
Cantitate biodegradabilă generată	tone/an	4677276	5412432	5942330	5520116	5620779	5414587
Cantitate biodegradabilă depozitată	tone/an	4500000	4900000	5100000	5000000	4900000	4880000
Cantitate depozitată / cantitate generată 1995	%	94%	102%	106%	104%	102%	102%
Tendința față de 1995	%	-6%	+2%	+6%	+4%	+2%	+2%
Biodegradabile generate	kg/loc an	208	241	265	246	253	243

an de referință 1995 cu 4800000 tone deșeuri biodegradabile generate;
 * date incomplete
 ** inclusiv materie biodegradabilă de la deșeurile din grădini și parcuri, deșeurile din piețe, deșeurile stradale și rămășiți din stațiile de epurare orășenești, exclusiv hârtia și cartonul



2.7.3. Deșeuri industriale

În cursul anului 2002, cantitatea de deșeuri generate de minerit, industrie, agricultură și construcții a fost de **372,4 milioane tone**, din care cea mai mare parte (90%) sunt deșeuri rezultate din activitățile de extracție (minerit) – 345 milioane tone, iar 24,5 milioane tone sunt deșeuri de producție din industrie și agricultură (restul de aproximativ 3 milioane tone sunt alte tipuri de deșeuri, care nu fac obiectul Planului Național de Gestiune a Deșeurilor, respectiv dejecții din zootehnie, ape uzate, deșeuri explozibile etc.).

Cea mai mare cantitate de steril minier s-a generat în activitățile de extracție a lignitului, iar județele mari generatoare de steril minier au fost:

Gorj → 273,7 milioane tone;

Vâlcea → 30,8 milioane tone;

Mehedinți → 13,1 milioane tone.

Generatorii de deșeuri din industrie și agricultură au produs, în anul 2002, 24,5 milioane tone de deșeuri de producție.

Din totalul de deșeuri generate de producătorii de deșeuri s-au valorificat peste 33% și s-au eliminat prin diferite moduri (depozitare, ardere) aproximativ 67% Tabelul 2.12.

Activitățile economice în cadrul cărora s-au produs cele mai mari cantități de deșeuri, în anul 2002, cu excepția industriei extractive, au fost:

		milioane tone
● producerea de energie	→	11,7 (42%)
● metalurgie	→	4,8 (17%)
● industria alimentara	→	1,2 (4%)
● industria chimica	→	1,1 (4%)
● alte activități economice	→	33%

Tabelul 2.13. prezintă activitățile economice care au generat deșeuri de producție în anul 2002.

Cantități de deșeurii de producție raportate pentru anul 2002

Tabel 2.12

Regiunea	Cantitate generată (milioane tone)	Cantitate valorificată (milioane tone)	Cantitate eliminată (milioane tone)
Nord-Vest	1.812	1.191	0.621
Nord-Est	1.484	0.895	0.588
Vest	5.655	0.757	4.899
Centru	2.289	0.655	1.631
Sud-Vest	6.781	0.312	6.469
Sud	1.104	0.574	0.530
Sud-Est	5.204	3.667	1.537
București	0.129	0.088	0.041
TOTAL	24.499	8.133	16.328

Cantități de deșeurii de producție pe ramuri de activitate raportate pentru anul 2002

Tabel 2.13

Activitate economica	Cantitate generată (mii tone)	Cantitate valorificată (mii tone)	Cantitate eliminată (mii tone)
Agricultură și zootehnie	161	91	70
Silvicultură și exploatare forestieră	89	83	6
Industria alimentară, bauturi și tutun	1227	401	826
Industria textilă, confecții	271	74	197
Industria pielăriei, încălțăminte	14	2	12
Industria de prelucrare a lemnului	847	746	101
Industria celulozei, hârtiei, cartonului, edituri	505	424	81
Petrochimie, chimie	1131	289	842
Industria cauciucului, mase plastice	30	20	10
Industria altor produse minerale nemetalice	957	732	234
Industria metalurgică	4828	3275	1553
Industria construcțiilor metalice	170	123	47
Industria de mașini și echipamente	486	312	174
Industria mijloacelor de transport	394	217	177
Alte activități neclasificate	534	468	66
Recuperarea deșeurilor	21	20	1
Energie	11749	54	11695
Comerț	201	42	159
Transport și depozitare	771	736	35
Alte activități	73	33	40
TOTAL	24499	8133	16328

Principalele categorii de deșeuri generate și gestionate în cursul anului 2002 au fost:

	<u>milioane lei</u>
● nămol de epurare, alte reziduuri de tratare a deșeurilor chimice →	3,4 (1%)
● deșeuri de la rafinarea petrolului →	3,0 (0,8%)
● deșeuri în construcții, demolări →	3,0 (0,8%)
● deșeuri agricole, alimentare →	2,0 (0,5%)
● deșeuri de la prelucrarea lemnului, hârtiei →	1,5 (0,4%)

Alte tipuri specifice de deșeuri de producție generate în anul 2002 au fost:

- deșeuri metalice 2,4 milioane tone (din care 90% deșeuri feroase);
- cenușă 8,6 milioane tone;
- nămoluri de la epurare 224447 tone;
- deșeuri din sticlă 85498 tone;
- deșeuri din hârtie, carton 50784 tone;
- deșeuri din materiale plastice 12478 tone;
- deșeuri din lemn 992672 tone.

Deșeurile valorificate în cea mai mare măsură au fost:

- deșeuri metalice (feroase și neferoase);
- vehicule și echipamente casate;
- deșeuri din sticlă ;
- deșeuri lemnoase.

2.7.3.1. Deșeuri periculoase

Deșeurile periculoase sunt clasificate în lista de deșeuri în doua categorii de coduri (tabelul 2.13.0)

⇒ coduri absolute (marcate cu *) → reprezintă tipuri de deșeuri periculoase care nu necesită o testare a proprietăților periculoase (de exemplu uleiurile uzate);

⇒ coduri în oglindă → reprezintă grupe de câte 2 coduri succesive de tipuri de deșeuri, care pot conține sau nu substanțe periculoase, în funcție de procesul industrial în urma căruia sunt generate. Pentru încadrarea unui anumit deșeu în unul din

codurile în oglindă este necesară testarea proprietăților și conținutului de substanțe periculoase.

Comparație între cele două clasificări de deșeuri**Tabel 2.13.0**

	Catalogul European de Deșeuri (HG nr. 155/1999)	Lista Europeană de Deșeuri (HG nr. 856/2002)
Capitole (cod 2 cifre)	20	20
Subcapitole (cod 4 cifre)	111	111
Deșeuri (cod 6 cifre)	645	839
din care periculoase	237	405*

**inclusiv aproximativ 180 coduri în oglindă*

De exemplu
nămoluri de la tratarea fizico-chimică
190205* → cu conținut de substanțe periculoase
190206 → fără conținut de substanțe periculoase

Faptul că noua clasificare a deșeurilor periculoase conține mai multe tipuri de deșeuri decât vechea clasificare a condus la obținerea unei cantități mai mari de deșeuri periculoase pentru anul 2002.

În România au fost identificate, în anul 2002 utilizând noua listă a deșeurilor, peste 260 de tipuri de deșeuri periculoase, din totalul de 405 înscrise în listă (tabelul 2.14.).

**Cantități de deșeuri periculoase
raportate pentru anul 2002**

Tabel 2.14

Regiunea	Cantitate generată (mii tone)	Cantitate valorificată (mii tone)	Cantitate eliminată (mii tone)
Nord-Vest	85,4	42,6	42,8
Nord-Est	97,9	12,6	85,3
Vest	17,1	6,5	10,6
Centru	87,2	63,2	2,4
Sud-Vest	69,9	40,2	29,7
Sud	122,1	77,3	44,8
Sud-Est	98,7	43,6	55,1
București	3,4	2,3	1,1
TOTAL	581,7	288,3	293,4

Deșeurile periculoase generate, în anul 2002, în cantitate de peste 2,5 milioane tone, au reprezentat 1% din totalul deșeurilor generate, respectiv:

- deșeuri periculoase din minerit 1,9 milioane tone;
- deșeuri periculoase din deșeuri de producție 0,6 milioane tone.

Majoritatea deșeurilor periculoase (88%) au fost eliminate prin depozitare, coîncinerare sau încinerare în instalațiile proprii ale generatorilor.

Principalele tipuri de deșeuri periculoase raportate în anul 2002, incluzive în minerit, au fost:

- deșeuri periculoase din activități extractive: 1905401 tone;
- deșeuri anorganice din chimie: 134986 tone;
- deșeuri periculoase din metalurgie: 125963 tone;
- uleiuri uzate: 117456 tone;
- deșeuri periculoase de la rafinarea petrolului: 77969 tone;
- soluții uzate și nămoluri de la galvanizare: 47847 tone;
- nămoluri periculoase de la epurare: 38241 tone;
- deșeuri organice din chimie: 23195 tone;
- deșeuri periculoase de la tratarea lemnului: 14948 tone;
- deșeuri periculoase de la vehicule uzate: 12682 tone;
- baterii și acumulatori uzați: 2897 tone.

Cele mai importante activități economice în cadrul cărora s-au generat deșeuri periculoase au fost:

- extracția minereurilor neferoase;

- metalurgie;
- fabricarea îngrășămintelor chimice;
- metalurgie;
- transport

2.8. Nămoluri

Analiza datelor, avute la dispoziție din raportarea anuală privind deșeurile, indică faptul că, în cursul anului 2002, s-au generat peste 220 mii tone de nămoluri de la epurarea apelor uzate, din totalul de peste 2,6 milioane tone de nămoluri reziduale totale, clasificate conform Listei Deșeurilor (tabelul 2.15.).

Nămoluri reziduale generate, în anul 2002

Tabel 2.15

Tip de nămol	Cantitatea generată (tone)
nămoluri de producție	748083
nămoluri de la prelucrare lemn și producere hârtie	323173
nămoluri din industria alimentară	214287
nămoluri din procese termice	116600
diverse nămoluri	94023
nămoluri de la tratarea reziduurilor și epurarea apelor	1026313
nămoluri din industria minieră	865378
TOTAL	2639774

2.9. Tendințe privind generarea deșeurilor

Producerea deșeurilor este indicatorul care ilustrează cel mai bine măsura interacțiunii dintre activitățile umane și mediu. Generarea deșeurilor urmează, de obicei, tendințele de consum și de producție. De exemplu, generarea deșeurilor menajere (cantitate/locuitor) crește odată cu creșterea nivelului de trai. Creșterea producției economice, de asemenea, conduce la generarea de cantități mai mari de deșeuri. Dar deșeurile mai sunt și rezultatul gestionării ineficiente a energiei și materialelor în procesele de producție.

2.9.1. Prognoza privind generarea deșeurilor municipale

În România, populația este în continuă scădere, conform evoluției pe ultimii 5 ani și conform recensământului din martie 2002. Astfel, pornind de la o populație de 21600000 pentru anul 2003 și considerând o scădere de 0,25 % pe an până în 2007 și de 0,20% pe an până în 2022 rezultă datele prezentate în tabelul 2.16.

Prognoza evoluției populației României			Tabel 2.16
Anul	2005	2007	2013
Populația (locuitori)	21.492.135	21.384.809	21.087.159

Pentru realizarea unei prognoze cât mai detaliate și corecte, în ceea ce privește generarea deșeurilor s-a realizat o separare pe medii locuite în funcție de tipurile de localități. Acestea se prezintă astfel: mediul urban dens reprezintă localitățile cu un număr de locuitori mai mare de 50000, mediul urban reprezintă localitățile urbane cu un număr de locuitori mai mic de 50000, iar mediul rural reprezintă toate localitățile rurale (sate și comune) – tabelul 2.17.

Prognoza populației pe tip de medii locuite			Tabel 2.17
Anul	2003	2007	2013
Mediul urban dens	7.992.000	7.805.455	7.538.659
Mediu urban	3.348.000	3.314.645	3.268.510
Mediu rural	10.260.000	10.264.708	10.279.990
Total populație	21.600.000	21.384.809	21.087.159

În România, conform datelor oficiale, indicele mediu de generare a deșeurilor municipale (calculat în funcție de numărul de locuitori din mediul urban și din mediul rural, respectiv de indicii de generare a deșeurilor menajere corespunzători), a avut în perioada anilor 1995 - 2000, o valoare medie de 293 kg/locuitor/an, respectiv 0,80 kg/locuitor/zi (în comparație cu alte țări din Uniunea Europeană, aceste valori sunt cu cca. 40% mai mici).

Pentru realizarea prognozei s-au considerat următoarele:

- ◆ tipurile de localități;

- ◆ distribuția populației pe tipuri de localități în anul 2002:
 - mediu urban dens → 37,0%;
 - mediu urban → 15,5%;
 - mediu rural → 47,5%.

 - ◆ cantități de deșeuri menajere estimate pentru anul 2003:
 - 370 kg/locuitor/an în zone urbane dens populate;
 - 290 kg/locuitor/an în zone urbane;
 - 150 kg/locuitor/an în zone rurale;

 - ◆ cantități de deșeuri municipale estimate pentru anul 2003:
 - 628 kg/locuitor/an în zone urbane dens populate;
 - 488 kg/locuitor/an în zone urbane;
 - 256 kg/locuitor/an în zone rurale;

 - ◆ scăderea numărului populație în zonele intens populate și creșterea populației din zonele rurale;

 - ◆ rezultatele unor studii de caz realizate până în prezent privind cantitățile și compoziția deșeurilor produse în unele localități din România;

 - ◆ prevederile din Strategia Națională de gestionarea deșeurilor
- Prognoza generării deșeurilor municipale pe tipul de mediu locuit este prezentată în tabelele 2.18-2.20 și fig. 2.7. ; 2.8.;

Mediu urban dens

Tabel 2.18

Anul	2003	2007	2013
Evoluția populației (%)	37%	36.5%	35.8%
Evoluția populației (număr locuitori)	7.992.000	7.805.455	7.538.659
Cantitatea de deșeuri menajere generate (kg/locuitor.an)	370	371	400
Cantitatea de deșeuri municipale generate (kg/locuitor.an)	628	648	680

Mediu urban

Tabel 2.19

Anul	2003	2007	2013
Evoluția populației (%)	15.5%	15.5%	15.5%
Evoluția populației (număr locuitori)	3.348.000	3.314.645	3.268.510
Cantitatea de deșeuri menajere generate (kg/locuitor.an)	290	299	314
Cantitatea de deșeuri municipale generate (kg/locuitor.an)	488	504	528

Mediu rural

Tabel 2.20

Anul	2003	2007	2013
Evoluția populației (%)	47.5%	48.0%	48.8%
Evoluția populației (număr locuitori)	10.260.000	10.264.708	10.279.990
Cantitatea de deșeuri menajere generate (kg/locuitor.an)	150	154	162
Cantitatea de deșeuri municipale generate (kg/locuitor.an)	256	264	277

Figura 2.7 Evoluția deșeurilor municipale pe tip de mediu locuit

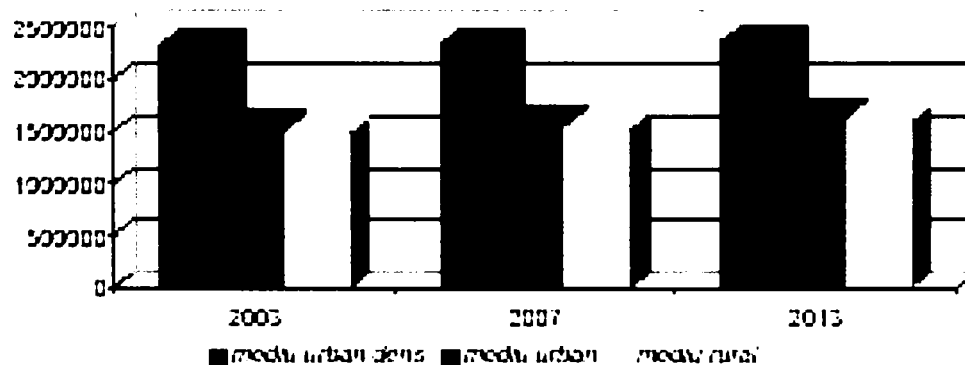
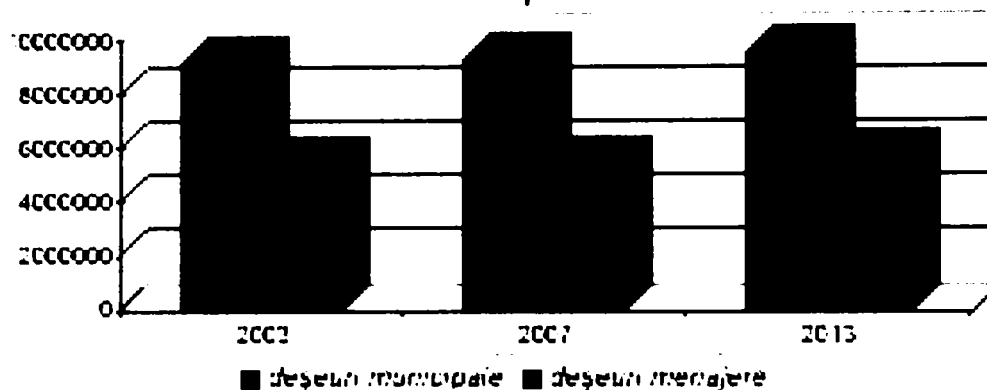


Figura 82.7 Evoluția deșeurilor menajere și municipale



Cantitatea de deșeuri municipale generate crește în această perioadă datorită creșterii consumului de bunuri la populație, creșterea fiind estimată la 0,8% pe an.

Pentru cantitatea de nămoluri de la stațiile de epurare orășenești generate s-a luat în considerare populația racordată la sistemele de alimentare cu apă și canalizare și s-a prognozat o creștere medie de 25% pe an a populației racordate, astfel crescând proporțional și cantitatea de nămol generată.

Pentru cantitatea de deșeuri din construcții și demolări s-a stabilit, de asemenea, o creștere medie de 0,8% pe an în ceea ce privește generarea.

Pornind de la cantitățile de deșeuri estimate a fi generate și ținând seamă de obiectivele stabilite privind extinderea sistemului de colectare și implementarea colectării selective, au fost estimate cantitățile de deșeuri care vor fi colectate, precum și cantitative de deșeuri care urmează a fi colectate separat. Pentru realizarea estimărilor s-au utilizat următoarele ipoteze privind evoluția anuală a extinderii colectării și a implementării colectării selective:

- Pentru mediul urban dens coeficientul de colectare a deșeurilor municipale și asimilabile este de 100%;

■ Pentru mediul urban este de 90%, care se estimează ca va rămâne constant până în 2007, după care va crește cu 2% pe an până în anul 2012, când se va ajunge la o colectare de 100%;

■ Pentru mediu rural, coeficientul de colectare în prezent este de circa 10%, estimându-se o creștere de 1% pe an până în anul 2007 și de 7-8% între anii 2008 - 2012, după care creșterea va fi de 10% pe an până în anul 2013, moment în care se va ajunge la 60%.

Din punct de vedere al populației de la care se colectează - per total la nivel național, s-a considerat un coeficient de 56% pentru anul 2003 și s-a prognozat un coeficient de creștere de 0,24% până în anul 2007, după care coeficientul va fi de 4% până în anul 2012 și de 5% până în anul 2013, moment în care atinge un procent de 84% (populație deservită de serviciile de colectare a deșeurilor) – tabelul 2.21.

An	2003	2007	2013
Procent colectare deșeuri (% populație deservită)	56%	58%	84%

Figura 2.9 Evoluția colectării deșeurilor municipale și asimilabile

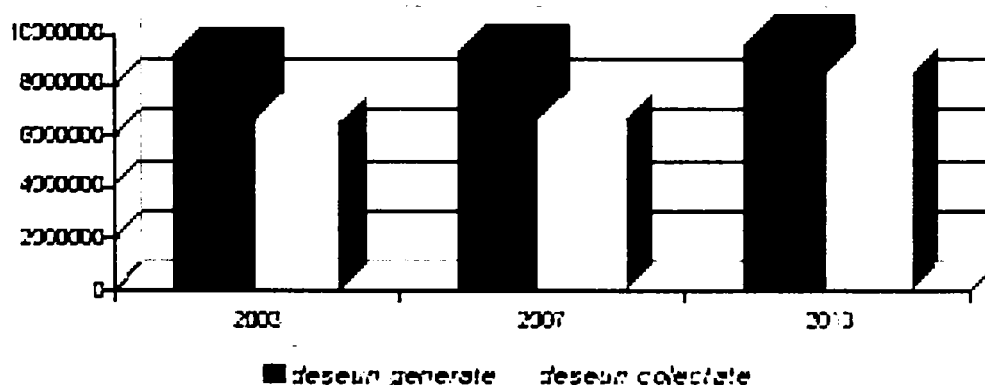
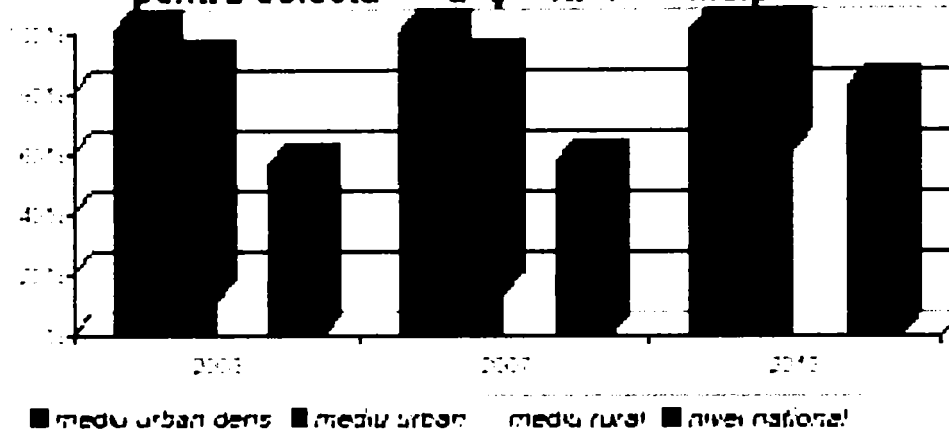


Figura 2.10 Populația care beneficiază de servicii pentru colectarea deșeurilor municipale



Această estimare a prognozei reprezintă o schițare în linii mari a evoluției deșeurilor pentru următorii 10 ani, bazându-se pe datele și cunoștințele existente în ceea ce privește generarea deșeurilor municipale și sistemele de colectare ale acestora.

2.9.2. Prognoza generării deșeurilor de producție

Cantitățile de deșuri de producție generate variază de la an la an. Această variație neuniformă are mai multe cauze, dintre care cele mai importante sunt:

- variația din punct de vedere cantitativ a activităților industriale generatoare de deșuri de producție;
- re tehnologizările, utilizarea tehnologiilor curate și creșterea preocupării pentru minimizarea cantităților de deșuri generate;
- cercetarea statistică este exhaustivă, procentul de răspuns variază aleator de la an la an, iar agenții economici care răspund chestionarelor anuale sunt uneori diferiți; astfel transmiterea într-un an a chestionarelor completate de unii agenți economici mari generatori de deșuri și netransmiterea datelor pentru anul următor creează variații relativ importante ale cantităților de deșuri de la an la an;
- diferențele înregistrate între anul 2001 și 2002 au în plus și o altă cauză obiectivă și anume schimbarea raportării conform noii liste a deșeurilor

conform HG nr. 856/2002 care a înlocuit raportarea pe baza vechiului Catalog European al Deșeurilor.

Având în vedere faptul ca unitățile economice utilizează tehnologii foarte diferite ca tip și performanțe economice, nu se poate realiza o estimare a cantităților de deșeuri de producție generate, în funcție de tipul de activitate și numărul de angajați în sectorul productiv.

Din această cauză, la care se adaugă și condițiile specifice ale situației economice actuale din România, nu se poate realiza o prognoză a cantităților de deșeuri de producție generate pentru următorii ani.

Totuși, se poate estima că generarea anumitor tipuri de deșeuri va urma o curba descendentă, ca urmare a necesității respectării noilor cerințe legislative (Directiva IPPC transpusă în legislația națională), care implică utilizarea tehnologiilor curate și intensificarea activităților de prevenire și minimizare a deșeurilor.

2.9.3. Inițiative adoptate pentru reducerea impactului deșeurilor asupra mediului

În ultimii ani, România și-a concentrat eforturile pe câteva direcții importante în protecția mediului, printre care se număra și problematica deșeurilor. Astfel, Ministerul Mediului și Gospodăririi Apelor, prin Direcția de Gestiune a Deșeurilor și Substanțelor Chimice Periculoase, a urmărit armonizarea legislației românești cu cea europeană în domeniul deșeurilor și a inițiat adoptarea unei strategii naționale și implementarea unui plan național de gestiune a deșeurilor industriale și urbane.

În domeniul legislativ, în cursul anului 2002 au fost adoptate următoarele reglementări în domeniul gestiunii deșeurilor:

- ◆ Hotărârea de Guvern nr. 128/2002 privind incinerarea deșeurilor,
- ◆ Hotărârea de Guvern nr. 162/2002 privind depozitarea deșeurilor,
- ◆ Ordin MAPM nr. 867/2002 privind definirea criteriilor care trebuie îndeplinite de deșeuri pentru a se regăsi pe lista specifică a unui depozit și pe lista națională de deșeuri acceptate în fiecare clasă de depozit de deșeuri;

- ◆ Hotărârea de Guvern nr. 349/2002 privind gestionarea ambalajelor și deșeurilor de ambalaje;

- ◆ O Min MAPM nr. 1190/2002 privind procedura de raportare a datelor referitoare la ambalaje ,si deșeuri de ambalaje;

- ◆ Hotărârea de Guvern nr. 856/2002 privind evidența gestiunii deșeurilor și aprobarea listei cuprinzând deșeurile, inclusiv deșeurile periculoase.

Pentru reducerea impactului deșeurilor asupra mediului este necesar ca legislația să încurajeze reducerea cantitativă a deșeurilor la sursă, reutilizarea și reciclarea acestora. De asemenea, este necesar ca reglementările să asigure stocarea, tratarea și depozitarea deșeurilor în condiții de siguranță pentru mediu, ca și activarea inițiativelor de refacere a terenurilor contaminate de deșeuri.

Pentru stabilirea strategiei de gestionare a deșeurilor se va ține cont de principiile de bază și anume:

- principiul prevenirii la sursă;
- principiul “poluatorul plătește” (costurile legate de tratarea și eliminarea deșeurilor sunt suportate de generatorii de deșeuri);
- principiul precauției (măsurile luate trebuie să anticipeze efectele negative ale acestora asupra mediului);
- principiul proximității (deșeurile trebuie gestionate cât mai aproape de sursa de generare).

Toate măsurile posibil a fi luate pentru o gestionare corespunzătoare a deșeurilor trebuie să țină cont de principalele opțiuni pentru gestionarea deșeurilor, cu următoarea prioritate:

1. minimizarea/reducerea deșeurilor;
2. re folosirea, recuperarea, reciclarea deșeurilor;
3. tratarea deșeurilor;
4. depozitarea deșeurilor.

Strategia națională a deșeurilor și Planul Național de Gestionare a Deșeurilor elaborate de Ministerul Mediului și Gospodăririi Apelor, ca și toate recomandările privind gestionarea corespunzătoare a deșeurilor, vor avea in vedere următoarele opțiuni de politică a deșeurilor:

⇒ reducerea deșeurilor (reproiectarea produselor, reformularea proceselor tehnologice, înlocuirea unor materii prime, restricții privind unele produse și ambalaje);

⇒ refolosirea materialelor, recuperarea, reciclarea deșeurilor (închiderea bilanțurilor de materiale, colectarea separată pe tipuri de deșeuri, utilizarea celor mai bune tehnici Best Available Techniques - în procesele tehnologice);

⇒ elaborarea planurilor de gestionare integrată a deșeurilor, de la nivel de unitate, nivel local, regional, până la nivel național;

⇒ impunerea unor restricții la depozitarea deșeurilor, utilizarea celor mai bune tehnici la tratarea deșeurilor, impunerea unor limite la emisiile rezultate de la incinerarea deșeurilor, obligativitatea monitorizării depozitelor de deșeuri;

⇒ reducerea transportului transfrontalier de deșeuri periculoase prin respectarea condițiilor Convenției de la Basel și altor directive europene în același domeniu (Shipment Regulation);

⇒ respectarea tuturor reglementarilor cu referire la gestionarea deșeurilor.

În urma analizei tuturor datelor existente și prognozate, a rezultat că numărul optim de depozite pentru deșeuri nepericuloase necesar României pentru

următorii 20 de ani este 50. La acest număr de depozite se va ajunge prin realizarea investițiilor .

⇒ finalizarea construcției în conformitate cu prevederile Directivei nr. 99/31 și darea în funcțiune a celor 3 depozite aflate în construcție, în 2002-2003;

⇒ condiționarea celor 11 depozite de deșeuri care îndeplinesc în cea mai mare măsură cerințele Directivei nr. 99/31;

⇒ extinderea celor 9 depozite care nu îndeplinesc cerințele Directivei nr. 99/31, prin realizarea pe amplasamentele respective a unor depozite zonale conforme;

⇒ elaborarea documentațiilor, găsirea surselor de finanțare, construirea și darea în exploatare a depozitelor care se află în Planul Național de Acțiune pentru Protecția Mediului (proiecte ISPA în diferite faze de pregătire, proiecte

prioritare, proiecte din Planul Național de Gestionare a Deșeurilor, alte proiecte cu finanțare internațională).

2.10. Managementul și procesarea deșeurilor

În țările Comunității Europene și S.U.A., deși este unanim adoptată în prezent ideea că (principiul) depunerea deșeurilor pe sol sau îngroparea acestora în subsol este soluția cea mai puțin acceptabilă, totuși este încă prioritar utilizată (70 % în Europa, 60 % în SUA și 38 % în Japonia). În situația în care locurile de depozitare acceptabile sunt tot mai puține, sau condițiile privitoare la deșeuri devin tot mai restrictive, din ce în ce mai multe țări renunță la metoda clasică a depozitării și acceptă soluția unui management ecologic și rentabil al deșeurilor. În acest context recuperarea - reciclarea, tratarea fizico-chimică, compostarea sau incinerarea sunt metode de procesarea deșeurilor la ordinea zilei în majoritatea țărilor lumii. Aceste măsuri sunt destinate atât protecției factorilor mediului ambiant cât și pentru o exploatare rațională și eficient economică a acestei activități. Într-un top pozitiv al acestor preocupări din ultimul deceniu se află tari ca Austria, Danemarca, Germania, Olanda. În plus, îngrijorarea crescândă față de pericolul emisiilor toxice generate de stațiile de incinerare a determinat țări ca Germania și Olanda să adopte noi programe pentru prevenirea (reducerea cantitativă) și reciclarea deșeurilor.

Metoda optimă pentru procesarea deșeurilor este dependentă de compoziția acestora, de posibilitățile financiare, legislație, gradul de educație, condițiile (facilitățile) colectării selective, posibilitățile de reutilizare ale materialelor colectate selectiv, și de facilități aferente spațiilor de depozitare. Oricare dintre metodele de procesare a deșeurilor este destinată cu prioritate reducerii volumelor de depozitare sau altfel spus a folosirii cu maximum de eficiență a amplasamentelor, deci a prelungirii duratei de exploatarea depozitelor. Managementul deșeurilor cu cele mai consacrate, deci și mai utilizate metode de procesare cuprinde:

- 1) Depozitarea;
- 2) Presortarea/ sortarea și reciclarea;
- 3) Incinerarea;
- 4) Compostarea.

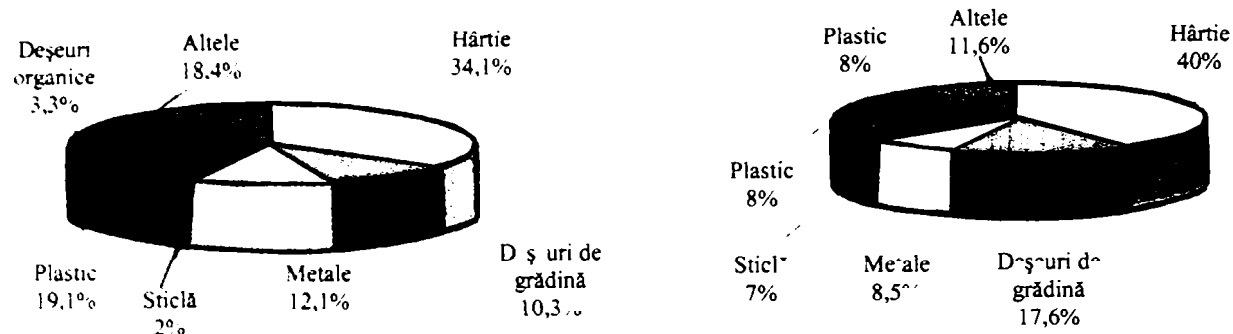
Preocupările în acest sens diferă de la țară, la țară, în conformitate cu legislația existentă, posibilitățile aferente depozitării, a resurselor financiare și ale tehnologiilor aferente. În acest context datele prezentate în histograma din fig.2.11. și tabelul nr. 2.22. sunt sugestive.

În completare, se prezintă în tabelul nr.1.5.,situația globală (%) pentru țările din CE, la nivelul anului 1990, a posibilităților de procesare, pentru deșeurile municipale și periculoase (î

Tabelul 2.22

Austria	2500	50 – 75	10 – 25	10 – 25	10 – 25
Belgia	3082	25 – 50	-*	10 – 25	10 – 25
Cehia	2600	>75	-	<10	<10
Danemarca	2430	25 – 50	<10	50 – 75	<10
Elveția	3000	10 – 25	-	>75	<10
Finlanda	1300	>75	10 – 25	<10	<10
Franța	20320	25 – 50	<10	25 – 50	<10
Germania	27958	>75	-	10 – 25	<10
Grecia	3000	>75	-	<10	<10
Luxemburg	170	25 – 50	-	50 – 75	<10
Norvegia	2000	>75	10 – 25	10 – 25	<10
Olanda	7430	25 – 50	<10	25 – 50	<10
Polonia	12806	>75	-	-*	<10
Slovacia	1901	>75	-	<10	<10
Spania	12546	50 – 75	-	<10	10 – 25
Suedia	3200	25 – 50	10 – 25	25 – 50	<10
Ungaria	4900	>75	-	-	<10
U.K.	20000	50 – 75	-	10 – 25	-

Obs. -*) nu există informații
- datele prezintă informații colectate după anii1980



Tabelul 2. 23.

Nr. crt.	Metoda de procesare	Deșeurii municipale (%)	Deșeurii periculoase (%)
1.	Depozitare	60	68
2.	Recuperare – reciclare sau alte metode	14	4
3.	Compostare	4	-
4.	Incinerare	19	18
5.	Tratamente fizico-chimice	3	10

2.10.1. Depozitarea

Este încă metoda cea mai uzuală de procesare a deșeurilor în majoritatea țărilor lumii, în ciuda marilor probleme pe care acestea le creează. În medie, municipalitățile țărilor membre ale OECD, în anul 1989 au alocat spații de depozitare pentru mai mult de 60 % din deșeurile municipale și pentru aproximativ 70% din totalul deșeurilor întâmplătoare.

De la o țară la alta însă situația este diferită, așa după cum se poate observa din datele prezentate în fig. 2.12. Pentru țări ca Grecia, Irlanda sau România, depozitarea, constituie unică o soluție utilizată în prezent. La polul opus se situează Elveția unde numai 20 % din deșeurii se depozitează (de regulă cenușa

rezultată de la incinerare), urmată de Danemarca și Suedia cu 30 % deșeuri depozitate și de Franța cu un procent de 48 %.

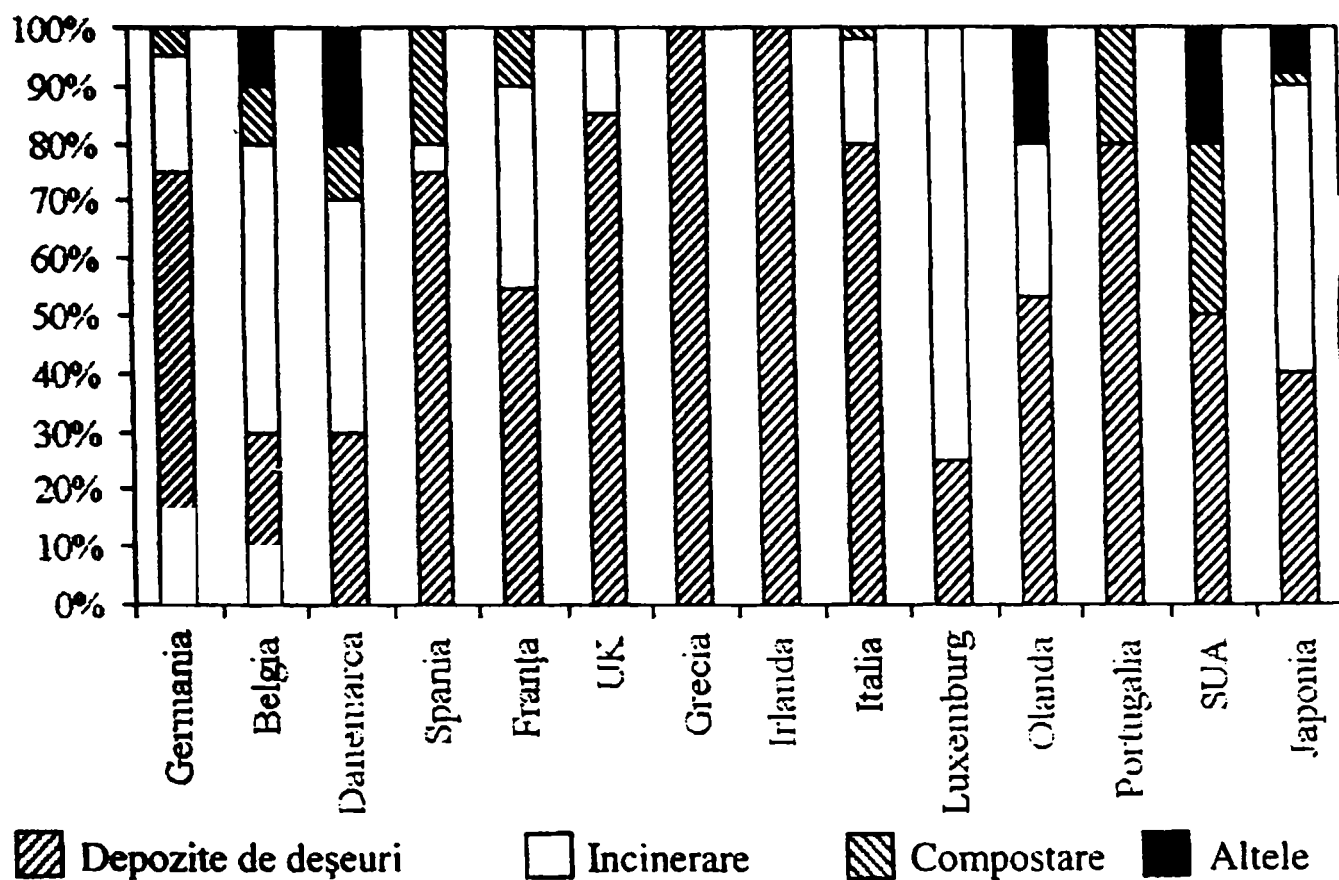


Fig. 2.12. Metode de procesare în diferite țări, 1990

Situația specifică fiecărei țări față de această metodă este prezentată în tabelul nr.2.24

Tabelul nr. 2.24.

Țara	Anul	Numărul de așezări cu depozite	Capacitatea totală (mii tone)
Austria	1990	160	3216
Belgia	1990	30	-
Croația	1990	350	1342
Cehia	1990	844	-
Estonia	1991	250	-
Finlanda	1990	750	25000
Franța	1990	484	16000
Germania	1987	10400	-
Italia	1991	1463	33681
Lituania	1990	504	-
Luxemburg	1990	4	150
Moldova	1990	1353	-
Olanda	1990	373	-
Norvegia	1990	500	-
Polonia	1990	13813	79298
Portugalia	1990	303	821
Slovacia	1992	7200	-
Slovenia	1991	56	3502
Spania	1990	94	9376
Suedia	1990	282	7500
Elveția	1990	60	20000
Ucraina	1990	2760	250000
U.K.	1990	4193	-

Referitor la primul avantaj, costul pentru execuția și exploatarea unui depozit de deșeuri menajere este cuprins între (8-27) \$/t de deșeuri depozitat, în timp ce incinerarea are costuri între (40-100) \$/t de deșeu incinerat, la care se mai adaugă (6-7) \$/t pentru depozitarea cenușii rezultate în urma arderii. Din costul total aferent depozitării (60-70)% reprezintă costul cu lucrările necesare protecției factorilor mediului ambiant și mronitoring.

Al doilea avantaj, cel al producției de metan, este favorizat de faptul că în toate depozitele de deșeuri au loc procese fizico-chimice și biologice de descompunere, în urma cărora se formează gaze de fermentare (CH_4 - metan, CO_2 - dioxid de carbon, și alți compuși organici nonmetanici - CONM - fig. 2.13.

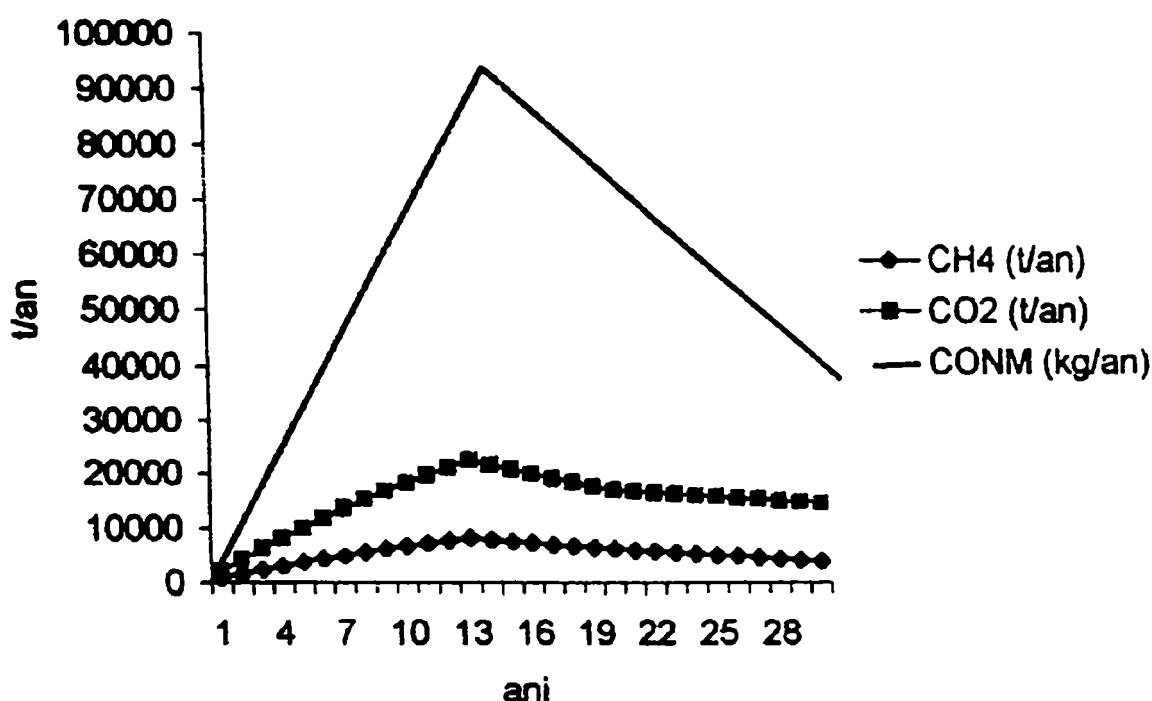


Fig.2.13. Evoluția emisiilor gazoase de la depozitul de deșeuri menajere al municipiului București - Chitila, sectorul I

Funcție de compoziția deșeurilor, de umiditate, de puterea calorică a acestora, de mărimea depozitului, de metoda de depozitare, de utilajele folosite pentru compactarea deșeurilor, metanul se poate forma mai rapid sau mai lent și într-o cantitate mai mare sau mai mică. Cantitatea minimă de deșeuri ce trebuie depozitată pentru ca investiția de recuperare și utilizare a metanului să fie rentabilă este de (150-

200) t/zi. Gradul de umiditate, peste 80 %, compoziția deșeurilor, colectarea lor de-a valma și puterea calorică mică (< 800 kcal/kg) fac nerentabilă această metodă de eliminare pentru deșeurile românești. Este posibil însă ca depozitele municipale vechi, cu vârste cuprinse între (20 - 30) ani să aibă producții de metan care să justifice o investiție menită colectării și utilizării acestui gaz.

Un exemplu în acest sens este depozitul de deșuri menajere al municipiului București de la Glina.

Între cele mai importante dezavantaje ale acestei metode de procesare se numără:

1. riscul poluării cu levigat a apelor freactice (determinat de lipsa sau execuția necorespunzătoare a barierei de etanșare a radierului), cunoscute fiind caracteristicile acestuia (tabelul nr.2.25).

2. riscul exploziilor ca urmare a acumulărilor de metan, in cazul când prizele de captare – aerisire sunt insuficiente, necorespunzător executate și exploatate;

3. identificarea și alocarea de noi spații corespunzătoare este din ce în ce mai problematică.

Tabelul nr.2.25.

Caracteristici	Depozit		Date din literatura de specialitate	NTPA 002
	CONSALUB	TG.MURES		
CBO ₅ (mg/l)	4.000	389	1.000 - 3.000	300
CCO (mg/l)	15.000	1.410	1.000 - 5.000	500
pH	8,5	8,0	5,0 - 7,5	-
Materii în suspensie (mg/l)	660	226	-	300
Cloruri (mg/l)	2.400	2.435	100 - 2.000	1
Substanțe extractibile (mg/l)	1.258	-	-	20
Reziduu fix (mg/l)	14.783	7.430	-	-

Obs.: Semnificația notațiilor din tabel este:

CBO₅ - consumul biochimic de oxigen în 5 zile;

CCO - consumul chimic de oxigen;

NTPA - norme tehnice aferente limitelor admisibile pentru diverși poluanți ce urmează a fi evacuați într-un emisar.

2.10.1.1. DEPOZITAREA DEȘEURILOR IN ROMÂNIA

a) Depozite de deșeuri urbane

În România depozitarea reprezintă principala opțiune de eliminare a deșeurilor municipale. Din totalul deșeurilor municipale generate, aproximativ 95% sunt depozitate în fiecare an. În fiecare localitate urbană există cel puțin un depozit pentru deșeuri.

Conform HG nr.162/2002 privind depozitarea deșeurilor, care preia Directiva nr. 1999/31/EC, depozitele de deșeuri se clasifică în:

- depozite de clasa "a" special amenajate pentru deșeuri periculoase;
- depozite de clasa "b" special amenajate pentru deșeuri nepericuloase, inclusiv municipale;
- depozite de clasa "c" special amenajate pentru deșeuri inerte.

Toate depozitele municipale din zona urbană, existente în inventarul depozitelor realizat de ICIM, au fost clasificate ca depozite de clasa "b" (nepericuloase), dar neconforme cu prevederile Directivei nr.1999/31/EC.

În anul 2002 erau înregistrate **262 depozite de deșeuri municipale** aparținând orașelor și municipiilor. Acestea reprezentau 17% din totalul depozitelor de deșeuri din țară. Depozitele municipale ocupă sub 1000 hectare, ceea ce reprezintă aproximativ 25% din totalul suprafețelor.

Din totalul depozitelor inventariate, la nivelul anului 2002 :

⇒ 11 depozite de deșeuri sunt noi, autorizate înainte de intrarea în vigoare a HG nr.162/2002 și care necesită îmbunătățirea activităților de operare și monitorizare pentru conformarea totală (table 2.26, fig.2.14 – 2,15). Aceste depozite vor fi conforme până la începutul anilor 2007.

⇒ 251 depozite de deșeuri municipale au capacități libere variabile, care nu îndeplinesc cerințele directivei nr.99/31/EC și HG nr.162/2002 (depozite neconforme). Aceste depozite se vor închide etapizat, astfel:

- 150 depozite municipale cu o suprafață totală de 517 ha și cu capacități libere foarte limitate, se vor închide până în 2009;

• 101 depozite municipale se vor închide în perioada 2009-2017 (pentru aceste depozite, România cere perioadă de tranziție de 8 ani pentru implementarea Directivei nr. 1999/31/EC.

Depozite noi de deșuri municipale la nivel național Tabel 2.26

Nr	Județ	Nume depozit	An deschidere	An estimat de închidere
1	Constanța	Depozit mixt Ovidiu	1997	2025
2	Neamț	Depozit orășenesc Piatra Neamț	1999	2005
3	București	Depozit IRIDEX - Chiajna	2000	2019
4	Brăila	Depozit ecologic Tracon - Brăila	2001	2031
5	Ilfov	Depozit orășenesc Gлина	2001	2005
6	Ilfov	Depozit ecologic Vidra	2001	2023
7	Mureș	Depozit orășenesc Sighișoara	2002	2020
8	Prahova	Depozit ecologic Băicoi	2002	2012
9	Prahova	Depozit ecologic Boldești-Scăieni	2002	2014
10	Prahova	Depozit mixt Câmpina-Bănești	2002	2012
11	Sibiu	Depozit ecologic Cristian	2003	2034

Poziționarea noilor depozite de deșuri municipale

Figura 2.14

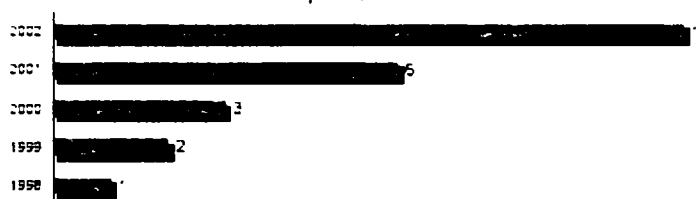


Depozite municipale care urmează a fi puse în funcțiune

Tabel 2.27

Nr	Județ	Nume depozit	An deschidere	An estimat de închidere
1	Brașov	Depozit ecologic Brașov	2003	2028
2	Buzău	Depozit ecologic Buzău	2004	2024
3	Arad	Depozit ecologic Arad	2004	2037

Figura 8.9 Evoluția depozitelor municipale controlate, în funcțiune, în anul 2002



În România există 2686 comune. Fiecare comună deține câte un depozit de deșuri ce provin de la populație, neorganizat și neconform cu Directiva nr. 1999/131/EC. Aceste depozite rurale vor fi ecologizate până în anul 2009.

Cele mai multe depozite de deșuri municipale sunt mixte (60%), acceptând pentru depozitare atât deșuri de tip menajer, cât și deșuri de construcții și demolări, dar și deșuri industriale nepericuloase. Circa 30% din depozitele orășenești sunt depozite municipale simple, acceptând spre depozitare numai deșuri provenite din activități domestice. Doar 10% din depozitele municipale de deșuri sunt autorizate de către Agențiile teritoriale de Protecție a Mediului. Aproximativ 80% dintre depozite ocupă suprafețe relativ mici (între 0,5 și 5 ha), restul de 20% fiind depozite orășenești mari, care ocupă suprafețe de la 5 la peste 20 ha.

În privința gradului de amenajare a depozitelor orășenești peste 40% nu beneficiază de nici un fel de facilități pentru protecția mediului. Mai mult de 45% dintre depozite au doar împrejmuire cu gard.

Desfășurare activității pe depozite este deficitară. Pe lângă deșeurile menajere, stradale, comerciale, în depozitele orășenești sunt acceptate în mod ilegal și deșeurile industriale periculoase. Amestecul acestor tipuri de deșuri conduce la producerea unui levigat încărcat cu substanțe nocive, care prin infiltrare, poluează apele de suprafață și subterane sau solul, și implicit afectează starea de sănătate a populației din zonă.

Toate aceste considerente conduc la concluzia că gestionarea deșeurilor necesită adoptarea unor măsuri specifice, adecvate fiecărei faze de eliminare a deșeurilor în mediu. Respectarea acestor măsuri trebuie să facă obiectul activității de monitoring a factorilor de mediu afectați de prezența deșeurilor.

b) Depozite de deșuri industriale

Depozitarea deșeurilor pe teren descoperit reprezintă calea cea mai utilizată pentru eliminarea deșeurilor industriale în România, peste 70% din deșeurile generate fiind depozitate în fiecare an. Astfel, în decursul anilor, s-a acumulat o cantitate foarte mare de deșuri în depozitele existente.

Deșeurile industriale generate de societățile comerciale sunt depozitate în depozite proprii (bataluri, iazuri, halde, platforme). Aceste spații de depozitare nu au fost realizate ținând cont de cererile HG nr. 162/2002, nici din punct de vedere al deșeurilor admise la depozitare (lichide, inflamabile, corosive etc.) și nici din punct de vedere constructiv.

Agenții economici care nu intră sub incidența cerințelor Directivei IPPC vor trebui să se conformeze cerințelor Directivei nr. 1999/31/EC privind depozitarea deșeurilor, până în anul 2007, astfel încât depozitele proprii de deșuri să-și înceteze activitatea și unitățile să realizeze închiderea și reabilitarea zonei. Costurile de închidere și reabilitare vor fi suportate de agenții economici, care au în proprietate sau în administrare acele depozite.

În prezent, în România sunt înregistrate aproximativ 169 depozite industriale, exclusiv cele din minerit, care ocupă aproximativ 2765 ha. Clasificarea depozitelor industriale conform HG nr. 162/2002 este următoarea:

- 59 depozite clasa "a°- industriale periculoase, care ocupă 378 ha;
- 908 depozite clasa "b" - industriale nepericuloase, care ocupă 2384 ha;
- 2 depozite clasa "c" - industriale inerte, care ocupă 3 ha.

Dintre acestea, majoritatea nu sunt conforme cu Directiva nr. 1999/31/EC și trebuie închise etapizat, astfel:

- 16 depozite sunt conforme, inclusiv 4 de clasa "a" (ocupă 72 ha);
- 54 depozite sunt neconforme și se vor închide până în 2007 (ocupă 611 ha);

- 41 depozite sunt neconforme, intră sub incidența Directivei IPPC și se închid până în 2007 (ocupă 580 ha);

- 58 depozite sunt neconforme, intră sub incidența Legii nr. 645/2002; pentru fiecare dintre ele se cere perioadă de tranziție (ocupă 1502 ha).

Doar 30% din depozitele industriale dețin autorizație de funcționare. Restul funcționează fără autorizație, deși multe dintre acestea sunt amplasate necorespunzător și nu sunt depozite controlate.

Printre cele mai extinse depozite industriale nepericuloase se numără:

- haldele de zgură și cenușa de la Electrocentrale Turceni (360 ha);
- haldele de zgură și cenușă de la CET I și II Ișalnița (300 ha);
- iazurile de decantare de la UZINELE SODICE Govora (168 ha);
- halda de zgură și cenușă de la Electrocentrale Rovinari (130 ha);
- halda de zgura și cenușă de la Electrocentrale Craiova (120 ha);
- halda de zgură de la ISPAT SIDEX SA Galați (111 ha);
- halda de zgură și cenușă de la Electrocentrale Mintia Deva (101 ha);
- iazurile de decantare de la UPSOM SA Ocna Mureș (92 ha).

c) Depozite de deșeuri periculoase

Conform datelor pentru anul 2002, există **59 de depozite de deșeuri industriale periculoase**, ce care ocupă 378 ha, ceea ce reprezintă aproximativ 14% din totalul suprafețelor ocupate de depozitele de deșeuri industriale. Dintre acestea, 4 depozite sunt conforme cu Directiva nr. 1999/31/EC privind depozitarea deșeurilor, restul se vor închide etapizat, până în 2007, sau conform perioadei de tranziție pentru implementarea Directivei 96/61/EC privind prevenirea și controlul integral al poluării (Directiva IPPC).

Cele mai mari suprafețe de teren sunt ocupate de următoarele depozite de deșeuri periculoase:

- haldele de șlam roșu alcalin de la CEMTRADE SA Oradea (106 ha);
- batalul de fosfogips de la TURNU SA Tr. Măgurele (52 ha);
- depozitul de deșeuri de la Lafarge Romcim SA Medgidia (40 ha);
- batalul de nămoluri chimice de la AZOMUREȘ SA Târgu Mureș (30 ha);
- halda de zgură și cenușă de la SOMETRA SA Copșa Mică (19,6 ha);

- haldele de deșeuri chimice de la SINTEZA SA Oradea (17 ha);
- halda de fosfogips de la SOFERT SA Bacău (16 ha).

Alte depozite industriale de deșeuri periculoase sunt închise, dar ocupă în continuare suprafețe mari (zone contaminate):

- depozitul de fosfogips de la ROMFOSFOCHIM SA Valea Calugăreascaă (90 ha);
- halda de zgură de la SIDERURGICA SA Hunedoara (80 ha);
- batalurile de fosfogips, cenuși piritice și nămol acid de la MARWAY FERTILCHIM SA Năvodari (48 ha);
- iazurile de decantare de la DOLJCHIM SA Craiova (15,8 ha).

Conform Planului Național pentru Gestiunea Deșeurilor și a Planului de Implementare a Directivei nr.1999/31/EC, începând cu anul 2007 deșeurile periculoase vor fi tratate anterior depozitării. Depozitarea se va realiza doar în capacități noi amenajate conform Directivei, ce vor avea o capacitate medie de 200000 tone/an. Prima instalație de acest gen se va construi în perioada 2007-2009.

d) Impactul depozitelor de deșeuri industriale și urbane asupra mediului

Actualele practice de colectare/transport/depozitare a deșeurilor urbane sunt necorespunzătoare, generând un impact negativ asupra factorilor de mediu și facilitând înmulțirea și diseminarea agenților patogeni și a vectorilor acestora. Deșeurile, în special cele industriale, constituie surse de risc pentru sănătate și mediu datorită conținutului lor în substanțe toxice, precum metale grele (plumb, cadmiu), pesticide, solvenți, produse petroliere.

Ca urmare a lipsei de amenajări și a exploatarea deficitară, depozitele de deșeuri se numără printre obiectivele recunoscute ca generatoare de impact și risc pentru mediu și sănătatea publică.

Principalele forme de impact și risc determinate de depozitele de deșeuri orășenești și industriale, în ordinea în care sunt percepute de populație, sunt:

- modificări de peisaj și disconfort vizual;
- poluarea aerului;
- poluarea apelor de suprafață;

- modificări ale fertilității solurilor și ale compoziției biocenozei pe terenurile învecinate;

- participare la generarea efectului de seră și a modificărilor climatice.

Poluarea aerului cu mirosuri neplăcute și cu suspensii antrenate de vânt este deosebit de evidentă în zona depozitelor orășenești actuale, în care nu se practică exploatarea pe celule și acoperirea cu materiale inerte.

Scurgerile de pe versanții depozitelor aflate în apropierea apelor de suprafață contribuie la poluarea acestora cu substanțe organice și suspensii.

Depozitele neîmpermeabilizate de deșeuri urbane sunt deseori sursa infestării apelor subterane cu nitrați și nitriți, dar și cu alte elemente poluante. Atât exfiltrațiile din depozite, cât și apele scurse pe versanți influențează calitatea solurilor înconjurătoare, fapt ce se repercutează asupra folosinței acestora.

Scoaterea din circuitul natural sau economic a terenurilor pentru depozitele de deșeuri este un proces ce poate fi considerat temporar, dar care în termenii conceptului de "dezvoltare durabilă", se întinde pe durata a cel puțin două generații, dacă se însumează perioadele de amenajare (1-3 ani), exploatare (15-30 ani), refacere ecologică și postmonitorizare (15-20 ani).

În termeni de biodiversitate, un depozit de deșeuri înseamnă eliminarea de pe suprafața afectată acestei folosințe a unui număr de 30-300 specii/ha, fără a considera și populația microbiologică a solului. În plus, biocenozele din vecinătatea depozitului se modifică în sensul că:

- în asociațiile vegetale devin dominante speciile ruderale specifice zonelor poluate;

- unele mamifere, păsări, insecte părăsesc zona în avantajul celor care își găsesc hrana în gunoaie (șobolani, ciori).

Deși efectele asupra florei și faunei sunt teoretic limitate în timp (la durata exploatării depozitului), reconstrucția ecologică realizată după eliberarea zonei de sarcini tehnologice nu va mai putea restabili echilibrul biologic inițial, evoluția biosistemului fiind ireversibil modificată.

Problema cea mai dificilă o constituie materialele periculoase (inclusiv nămolurile toxice, produse petroliere, reziduuri de la vopsitorii, zguri metalurgice), care sunt depozitate în comun cu deșeurile solide orășenești. Această situație poate genera apariția unor amestecuri și combinații inflamabile, explozive sau corozive. Pe

de altă parte prezența reziduurilor menajere ușor degradabile poate facilita descompunerea componentelor periculoase complexe și reduce poluarea mediului.

Un aspect negativ este acela că multe materiale reciclabile și utile sunt depozitate împreună cu cele nereciclabile; fiind amestecate și contaminate din punct de vedere chimic și biologic, recuperarea lor este dificilă. Problemele cu care se confruntă gestionarea deșeurilor în România pot fi sintetizate astfel:

- depozitarea pe teren descoperit este cea mai importantă cale pentru eliminarea finală a acestora;

- depozitele existente sunt uneori amplasate în locuri sensibile (în apropierea locuințelor, a apelor de suprafață sau subterane, a zonelor de agrement);

- depozitele de deșeuri nu sunt amenajate corespunzător pentru protecția mediului, conducând la poluarea apelor și solului din zonele respective;

- depozitele actuale de deșeuri, în special cele orășenești, nu sunt operate corespunzător; nu se compactează și nu se acoperă periodic cu materiale inerte în vederea prevenirii incendiilor, a răspândirii mirosurilor neplăcute; nu există un control strict al calității și cantității de deșeuri care intră pe depozit; nu există facilități pentru controlul biogazului produs; drumurile principale și secundare pe care circulă utilajele de transportat deșeuri nu sunt întreținute, mijloacele de transport nu sunt spălate la ieșirea din depozite; multe depozite nu sunt prevăzute cu împrejmuire, cu intrare corespunzătoare și panouri de avertizare;

- terenurile ocupate de depozitele de deșeuri sunt considerate terenuri degradate, care nu pot fi utilizate în scopuri agricole; la ora actuală; în România, peste 12000 ha de teren sunt afectate de depozitarea deșeurilor menajere sau industriale;

- colectarea deșeurilor menajere de la populație se efectuează neselectiv; ele ajung pe depozite ca atare, amestecate, astfel pierzându-se o mare parte a potențialului lor util (hârtie, sticlă, metale, materiale plastice).

Toate aceste considerente conduc la concluzia că gestiunea deșeurilor necesită adoptarea unor măsuri specifice, adecvate fiecărei faze de eliminare a deșeurilor în mediu. Respectarea acestor măsuri trebuie să facă obiectivul activității de monitoring a factorilor de mediu afectați de prezența deșeurilor.

2.10. 2. RECICLAREA

Activitatea de **reciclare și reutilizare** a materialelor re folosibile conținute în deșeurile urbane, reprezintă o acțiune deosebit de utilă atât pentru reducerea impactului produs de amplasamentele depozitelor asupra mediului ambiant, pentru creșterea duratei de exploatare a acestora, cât și pentru reduceri ale cererilor de materii prime și energie. Acest lucru este posibil pentru că majoritatea deșeurilor urbane, și nu numai, conțin semnificative cantități de materiale ce pot fi recuperate și re folosite în procesele tehnologice industriale sau în alte activități economice. O încercare estimativă referitoare la posibilele economii ce pot fi realizate prin această activitate, aferentă energiei recuperate, a reducerii (procentuale) poluării aerului, apei și cantităților de deșeuri miniere, este prezentată în tabelul nr.2.28.

În prezent, cantitatea totală de materiale recuperate în Europa nu este cunoscută. Pe baza datelor OECD, este posibilă estimarea că (30 - 40) % din deșeurile municipale produse în țările europene ale OECD sunt prelucrate în scopul recuperării materialelor și energiei. Recuperările materialelor din deșeurile urbane au crescut substanțial între 1975-1985, dar a rămas constantă între 1985 și 1990. Ca și în celelalte cazuri cantitățile procesate diferă sensibil de la o țară la alta după cum se poate constata din informațiile prezentate în fig.2.16.

Tabelul nr. 2.28.

Materialul Reduceri	Aluminiu	Oțel	Hârtie	Sticlă
Energia utilizată	90 - 97	47 - 74	23 - 74	4 - 32
Aerul poluat	95	85	74	20
Apa poluată	97	76	35	-
Deșeuri miniere	-	97	-	80
Apa uzată	-	40	58	50

Printre materialele recuperate se numără hârtia și cartonul (20-60%), aluminiul (aprox. 30 %) și sticla (8 - 60 %). În plus, între 20 - 25 % din partea organică a deșeurilor urbane este incinerată pentru recuperarea energiei.

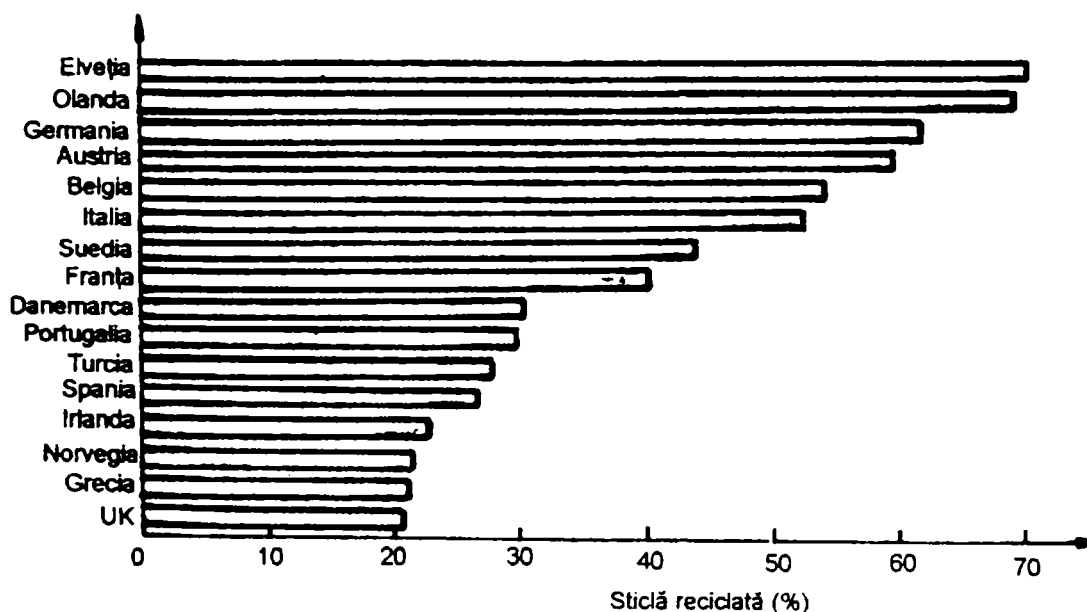


Fig. 2.16. Reciclarea sticlei în diverse țări europene după 1980

2.10.2.1. VALORIFICAREA PRINCIPALELOR GRUPE DE DEȘEURI ÎN ROMÂNIA LA NIVELUL ANULUI 2003

a) Deșeurile feroase

Referitor la situația actuală privind colectarea și valorificarea deșeurilor în țară se menționează că în ceea ce privește deșeurile metalice, acestea se colectează în vederea reciclării neridicând probleme deosebite deoarece filiera: GENERATOR (agenți economici sau persoane fizice) - COLECTOR - PRELUCRĂTOR – RECICLATOR, este deja creată.

Există, în România, capacități suficiente de reciclare a deșeurilor metalice atât feroase cât și neferoase, care pot absorbi întreaga cantitate de deșeurii metalice potențial colectabile. În prezent, siderurgia românească cuprinde 33 de unități de producție din care 8 unități integrate. Capacitatea de elaborare oțel este de cca. 8.000.000 t./an.

Combinatele siderurgice:

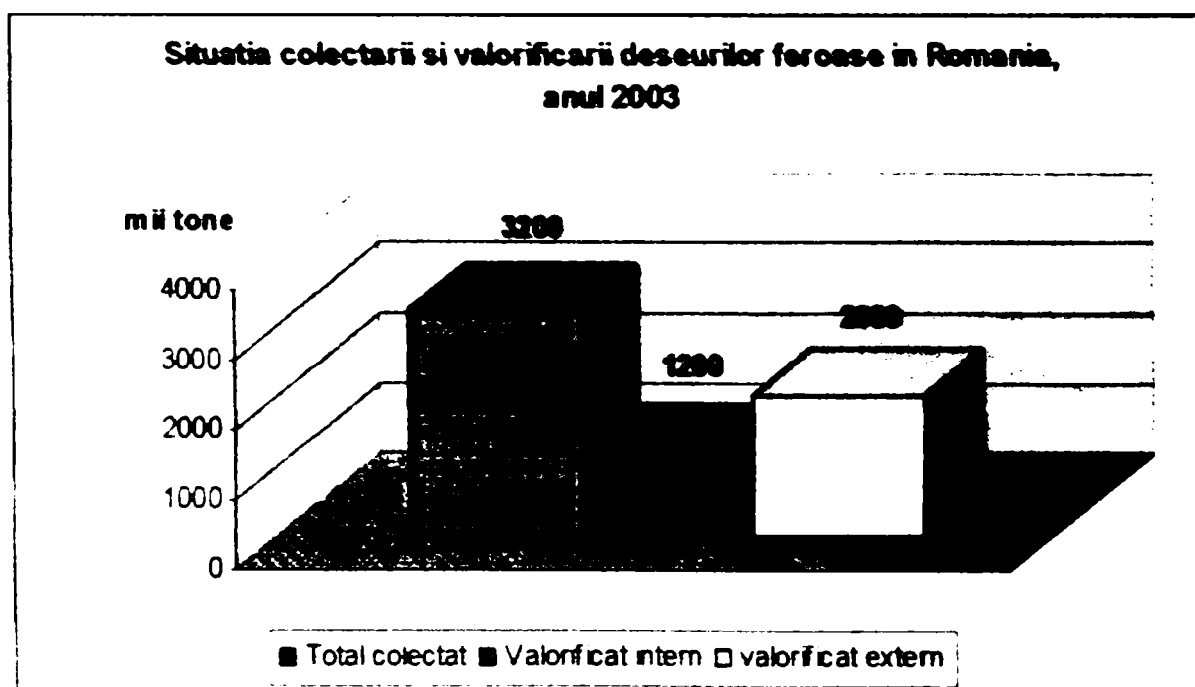
- ⇒ DONASID Călărași
- ⇒ INDUSTRIA SÂRMEI Câmpia Turzii
- ⇒ GAVAZZI STEEL Oțelu Roșu
- ⇒ METALURGICA Aiud
- ⇒ ISPAT SIDERURGICA Hunedoara
- ⇒ PETROTUB Roman și
- ⇒ COCS Târgoviște

dispun de oțelării electrice și utilizează ca materie primă fier vechi pregătit, în timp ce SIDEX Galați dispune de oțelării cu convertizoare care utilizează ca materie primă fonta de furnal - cca. 80% și fier vechi pregătit - cca. 20%.

Sunt autorizate pentru valorificarea deșeurilor metalice feroase peste 270 societăți comerciale, care în anul 2003 au colectat și prelucrat peste 3.200.000 tone.

Combinatele metalurgice au consumat din această cantitate cca. 1.200.000 tone, iar diferența și-au asigurat-o din reciclările proprii.

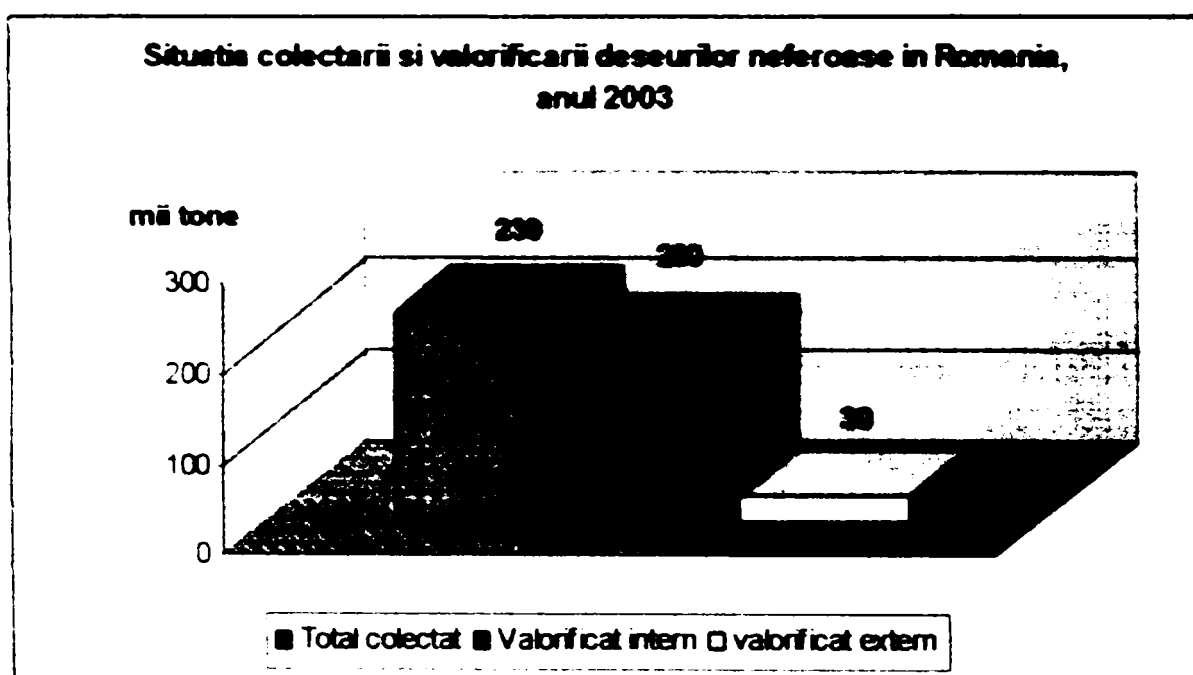
În jur de 2.000.000 tone au fost exportate.



b) Deșeurile neferoase

Aliajele și metalele neferoase pot fi obținute din metale primare sau din metale secundare (deșeuri), în funcție de nivelul admis al conținutului de impurități.

Sunt autorizate peste 200 societăți care colectează deșeuri neferoase de la agenții economici (colectarea de la populație fiind interzisă până la 31 decembrie 2005), le prelucreză prin sortare, dezmembrare, tăiere, topire, turnare și apoi le livrează consumatorilor interni sau externi. S-au colectat și prelucrat peste 230.000 tone deșeuri neferoase din care industria românească a consumat cca. 204.000 tone, iar diferența de 30.000 tone a fost exportată.

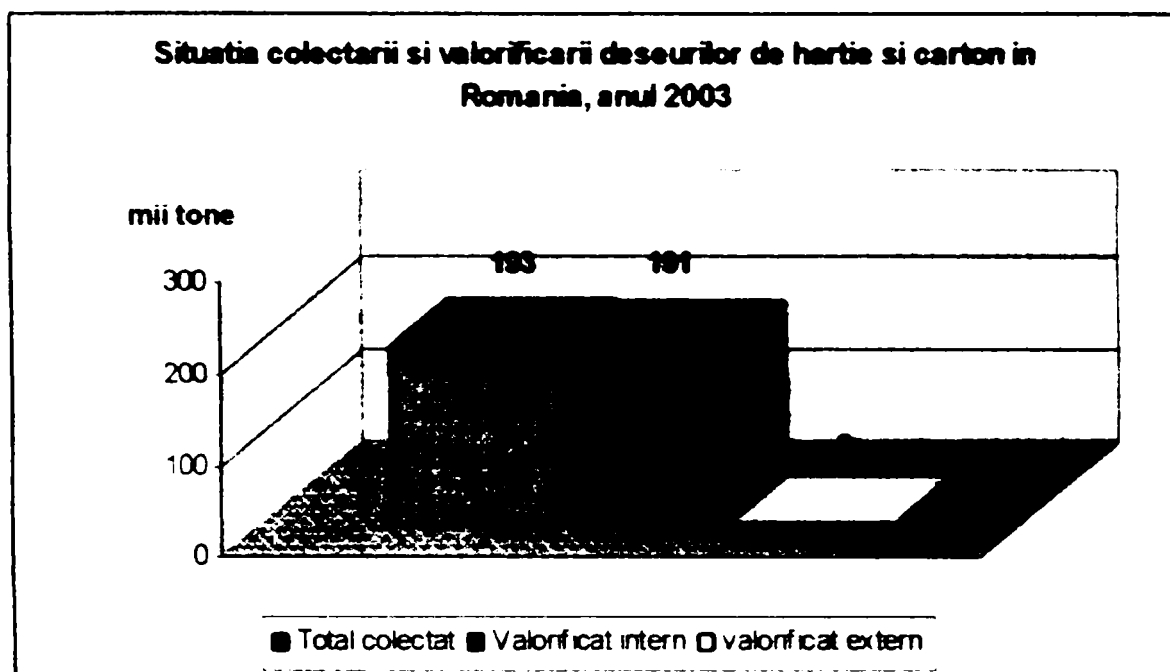


c) Deșeurile de hârtie și cartoane

În România, deșeurile de hârtie și cartoane se utilizează ca materie primă secundară pentru obținerea următoarelor tipuri de ambalaje: confecții din carton, carton ondulat, hârtie de ambalaj.

În prezent, în România funcționează 12 fabrici de hârtie care utilizează ca materie primă secundară deșeurile de hârtie și carton, însumând o capacitate de prelucrare a acestora de peste 300.000 tone.

Colectarea și valorificarea deșeurilor de hârtii și cartoane se realizează prin 135 societăți autorizate care în anul 2003 au colectat și valorificat cca. 193.000 tone și care au fost livrate în proporție de 99% la intern (191.000 tone), restul de 2000 tone fiind livrate la extern.



d) Deșeurile de mase plastice

Sunt autorizate pentru colectarea și valorificarea deșeurilor de mase plastice cca. 130 de societăți care în anul 2003 au colectat și reciclat, o cantitate totală de 13.000 tone deșeurii de mase plastice din care peste 2.000 tone de ambalaje din PET.

În prezent, în România, pentru deșeurile de ambalaje din PET există instalații de reciclare cu o capacitate de peste 16.000 tone/an, în care acestea sunt supuse operațiilor de prelucrare prin măcinare și spălare, obținându-se în principal, fulgi din PET.

Principalele firme care colectează și prelucrează deșeurii din PET sunt: GREEN TECH Buzău, GENIAL COMPANY Oltenița și HANS & ELENA INTERNAȚIONAL Brașov, care realizează prelucrarea prin măcinare și spălare cu obținere de futgi și/sau granule și POLIMERI EST IMPEX Câmpina, TODPLAST

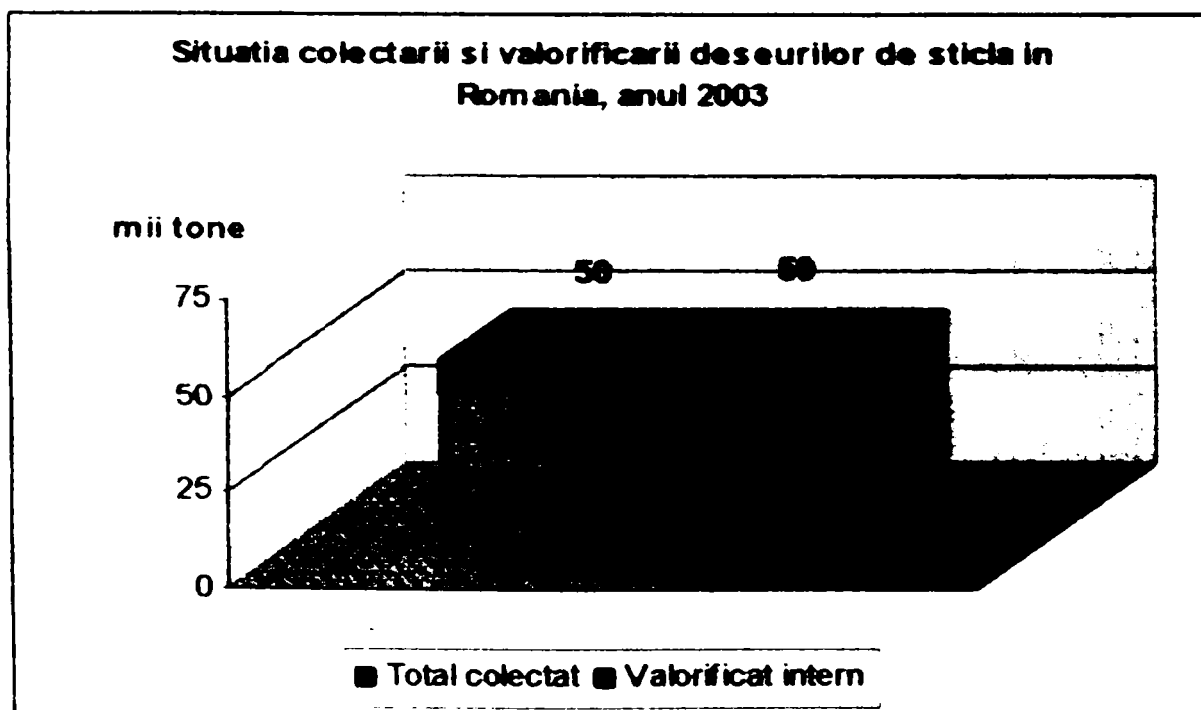
Oradea, REBU București, URBAN Rm. Vâlcea - Filiala București, REMAT Harghita, ATRA ECO Chiajna, AGLA Ovidiu, societăți care prelucrează prin balotare.

e) Deșeurile de sticlă

Utilizarea cioburilor de sticlă în industria sticlei. este determinată de calitatea acestora (gradul de impurificare) și de cererea pieței interne pentru produsele de sticlă alba și colorată, rezultate prin folosirea acestora.

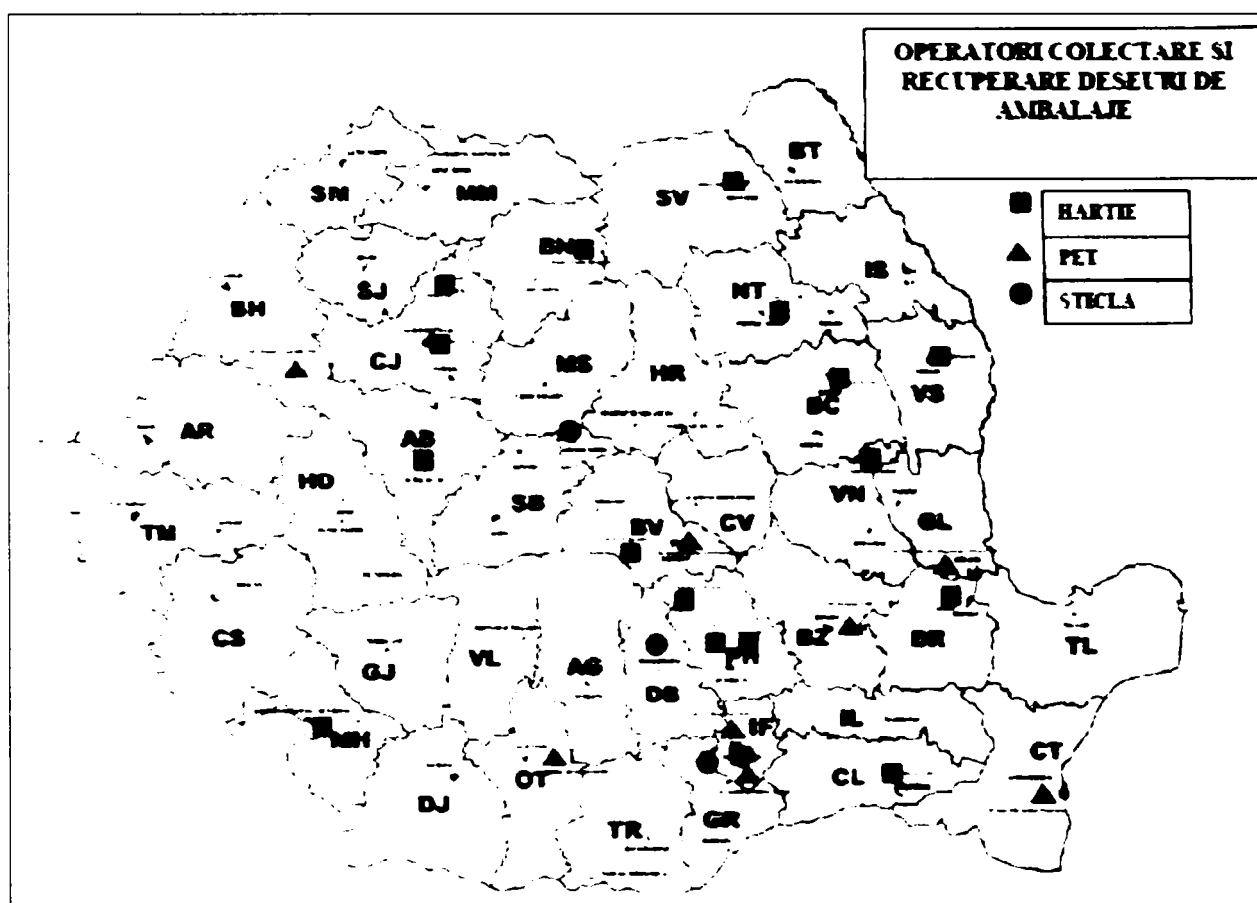
În anul 2003, s-a realizat o producție de 306.500 tone de sticlărie de ambalaj și geamuri, din care sticlăria de ambalaj produsă s-a situat la nivelul a 135.000 tone.

Cantitatea de cioburi de sticlă colectată și reciclată, prin cele 40 de societăți autorizate de către Comisia Națională pentru Reciclarea Materialelor, în anul 2003 a fost de cca. 50.000 tone.



Principalii consumatori de cioburi de sticlă rămân în continuare societățile STIROM București și STIMET Sighișoara. La aceștia se adaugă micii

producători de sticlărie decorativă, pentru care deșeurile de sticlă constituie materie primă secundară dar în cantități mai mici.



f) Deșeurile de cauciuc

Deșeurile de cauciuc, prin cantitățile care se generează anual, reprezintă o categorie importantă de deșeuri și totodată reprezintă o sursă de materii prime secundare și de combustibil alternative.

Aportul cantitativ cel mai mare la sursa de deșeuri de cauciuc îl au anvelopele uzate.

Deșeurile de cauciuc, respectiv anvelopele uzate pot fi valorificate atât material prin transformare în pudră de cauciuc regenerat, cât și termoenergetic prin coincinerare în fabricile de ciment.

A început valorificarea termo-energetică a deșeurilor de anvelope uzate în fabricile de ciment prin procesarea a 5.000 tone de astfel de deșeuri.

În prezent, în România, există 5 producători de ciment autorizați în valorificarea deșeurilor din cauciuc prin co-incinerare, respectiv: LAFARGE ROMCIM sucursala Hoghiz, GRUPUL HEIDELBERG, CASIAL Deva, MOLDODM Biczaz. ROMCIT Fieni.

g) Deșeurile textile

Deșeurile textile pot fi clasificate după proveniența în două categorii:

- ◆ deșeuri textile tehnologice - provenite din procesele de prelucrare textilă: filare, preparția firelor, țesere, tricotare, confecționare etc.

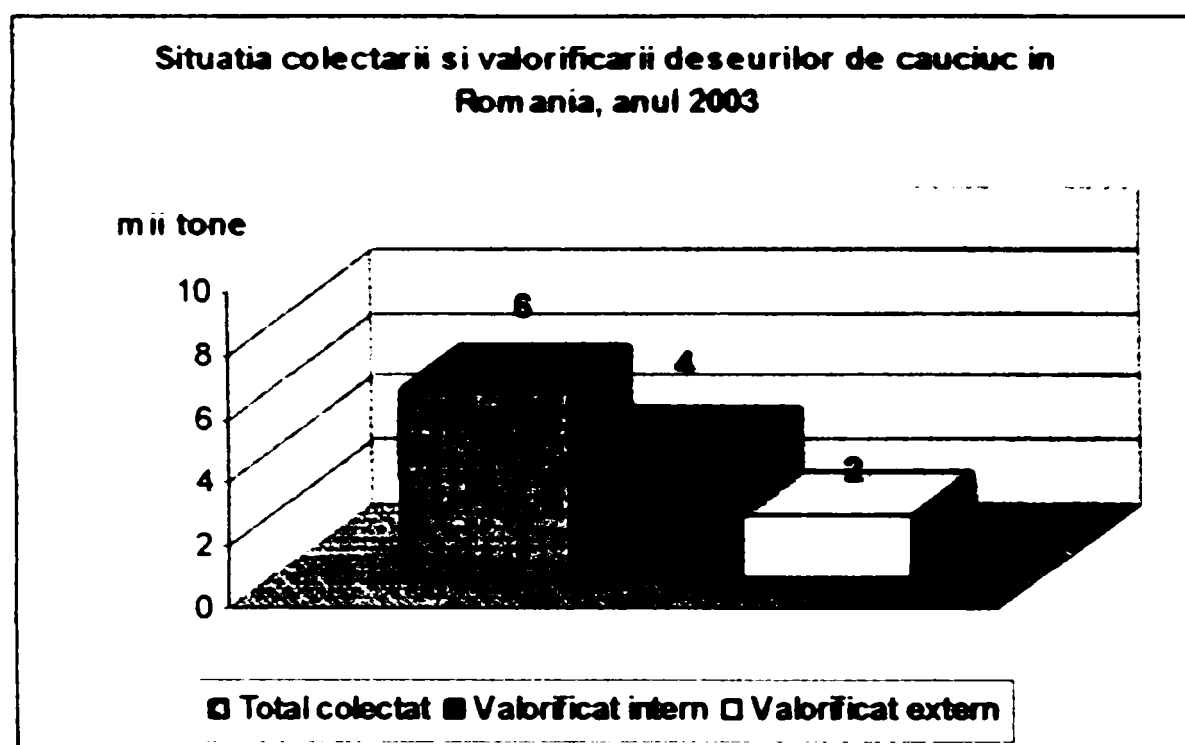
- ◆ deșeuri textile uzate - colectate de la populație sau de la instituții, ca urmare a uzurii fizice și morale după un anumit timp de folosire ca articole textile.

Deșeurile textile tehnologice sunt utilizate în producția de produse textile în proporție de cca. 20% obținându-se textile neșesute, fire, plăci termorezistente, geotextile etc.

Textilele uzate sunt valorificate în industria materialelor de construcții prin obținerea materialelor termo, fono și hidroizolante.

La nivelul anului 2003, cantitatea de deșeuri textile colectate de la agenții economici a fost de cca. 6.000 tone prin cca. 50 de societăți autorizate.

Din cantitatea totală de deșeuri textile colectate au fost reciclate în țară, în industria textilă și a materialelor de construcții cca. 4.000 tone. iar diferența, adică 2.000 tone, au fost livrate la export sub formă de baloți.



Concluzionând, se poate spune că s-a creat o nouă industrie și anume cea a reciclării, care reprezintă cheia succesului pentru o dezvoltare durabilă a României, asigurându-se astfel și păstrarea rezervelor naturale și economisirea materiilor prime.

Datorita faptului că în România nu se realizează colectarea separată a deșeurilor menajere, decât în foarte mică măsură, se poate afirma că aproximativ 36% din componente, reprezentând materiale reciclabile (hârtie, carton, plastic, sticlă, metale), nu se recuperează, ci se elimină prin depozitare. Se pierde astfel, mari cantități de materii prime secundare și resurse energetice.

2.10.3 INCINERAREA

Este o metodă relativ nouă de procesare a deșeurilor, nu este încă aplicată pe scară largă. Eficacitatea metodei este influențată de compoziția deșeurilor și posibilă dacă partea combustibilă reprezintă cel puțin 60 % din cantitate, dacă puterea calorică depășește 1400 kcal/kg, umiditatea este sub 40 % și dacă se poate asigura la incinerator o cantitate minimă de (50-100) t/zi.

Aceste cerințe tehnologice minimale cât și costurile destul de ridicate (40 - 100 \$/t), fac din incinerare o metodă izolat practică, ocolită chiar de țări ca

Japonia care are terenuri disponibile pentru depozitare reduse, unde reducerea depozitării cu 23 % s-a realizat de abia în 13 ani.

Chiar dacă are marele avantaj al reducerii semnificative ale volumelor de depozitare (doar cenușa rezultată în urma arderii), sau cel al recuperării energiei, și în țările OECD din Europa rata medie de incinerare a deșeurilor municipale este doar de 19 %, iar a celor întâmplătoare de 8%

Tabelul nr. 2.29.

Tara	Anul	Incinerarea capacitatea/an (mii tone)	Energia recuperată (%)
Germania	1993	9500	-
Franța	1990	8700	68
Olanda	1990	2850	94
Elveția	1990	2300	91
Italia	1991	1912	-
Suedia	1990	1800	97
Ucraina	1990	880	-
România	1990	757	-
Spania	1990	606	61
Slovacia	1992	398	-
Austria	1990	370	100
Luxemburg	1990	150	100
Finlanda	1990	50	100
Croația	1990	5	40

Doar câteva țări nordice și vestice au pus o bază reală pe capacitatea de incinerare, elaborând tehnologii și tratamente eficiente economic și foarte puțin poluante, e drept și cu niște costuri pe măsură. În tabelul nr.2.29 regăsim țările europene ce aplică incinerarea ca metodă de procesare, capacitățile anuale de prelucrare, și energia astfel recuperată.

Este important de semnalat faptul că incinerarea practică fără responsabilitate, fără o tehnologie puțin poluantă și sub un control sever devine

periculos de poluantă pentru factorii mediului ambiant (în special aerul) prin emansiunile de gaze toxice rezultate în urma arderii, gaze care conțin acizi, metale,

oxid și dioxid de carbon etc.(tab.nr.2.30 și 2.31). Acesta este un alt motiv (dezavantaj) interpus aplicării pe scară mai largă incinerării ca metodă de procesare a deșeurilor urbane în principal.

Tabelul nr.2.30.

Substanța	Cantități aferente gazelor nefiltrate (% vol/mg/m ³)
H ₂ O	(10 - 18)%
CO ₂	(6 - 12) %
O ₂	(7 - 14) %
CO	(50 - 600) mg
HCl	(400 - 1500) mg
HF	(2 - 20) mg
SO ₂	(200 - 800) mg
Nox	(200 - 400) mg
Praf	(2000 - 15000) mg

Tabelul nr.2.31.

Reziduul	Cantități specifice (în stare uscată) (kg/to deșeuri)	
cenușă depusă	250-300	
praf filtrat	20-40	
reziduuri (depuneri) de la procesele de filtrare ale gazului		
- procese umede	fără praf 8 - 15	inclusiv praful 30 - 50
- procese semiuscate	15 - 35	40 - 65
- procese uscate	25 - 45	50 - 80

Valorile limită admise pentru emisiile cu poluanți în urma incinerării (1992) pentru țările comunității Europene sunt prezentate în tabelul 2.32.

Tabelul nr.2.32.

Poluanți	Propunere pentru C.E. (mg/m ³)	Germania (mg/m ³)	Olanda (mg/m ³)
Praf	5	10	5
Negru de fum (C)	5	10	10
Acid clorhidric (HCl)	5	10	10
Acid fluorhidric (HF)	1	1	1
Dioxid de sulf (SO ₂)	25	50	40
Monoxid de carbon (CO)	50	50	50
Cadmiu	0,05	0,05	0,05
Thaliu	0,05	0,05	-
Mercur	0,05	0,05	0,05
Alte metale grele	0,50	0,50	1,00
Dioxizi și furani	0,1 ng/m ³	0,1 ng/m ³	0,1 ng/m ³

2.10.4. COMPOSTAREA,

Compostarea este o metodă ecologică de procesare a deșeurilor agricole, dar și menajere, deoarece nu produce noxe în procesul tehnologic. Prin acest procedeu se obțin îngrășăminte organice concentrate, utilizabile în agricultură, horticultură sau grădinărit. Compostarea are următoarele avantaje:

- 1) produsul final este un concentrat în totalitate de natură organică, care se obține dintr-un produs voluminos inițial, deci altfel greu și costisitor de transportat și depozitat;
- 2) compostul este un produs în totalitate de natură organică, care poate înlocui mari cantități de îngrășăminte chimice;
- 3) elimină poluarea produsă de depozitele de nămol ale stațiilor de epurare;
- 4) este un procedeu tehnologic cu un consum energetic redus.

Cu toate acestea, doar într-un număr limitat de țări europene, câteva procente din cantitatea totală de deșuri organice municipale sunt

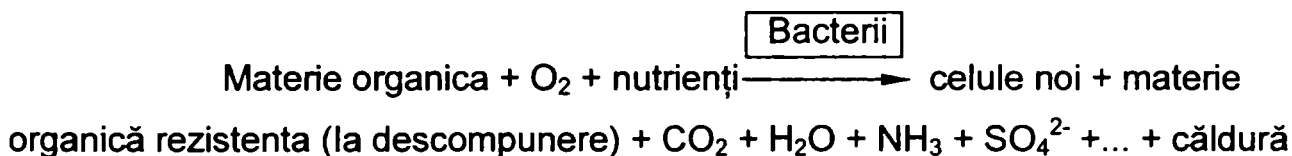
compostate (Spania 21 %, Portugalia 10 %, Danemarca 9 %, Franța 6 % și foarte limitat Olanda, Germania și Italia). Explicația principală constă în dificultatea de a găsi piețe de desfacere pentru aceste produse. Compostarea are tradiție și largă răspândire doar în SUA, unde compostul este intens utilizat în grădinărit (legumicultură). Pentru România, din studiile efectuate până acum, a rezultat că nu există o piață de desfacere aferentă compostului, datorită în principal, dificultăților financiare cu care se confruntă agricultorii (fermierii) români.

2.10.4.1. Compostarea aerobă

a) Descrierea procesului de compostare aerobă

Fracțiunea organică a deșeurilor solide municipale este compusă din proteine, aminoacizi, lipide, hidrați de carbon, celuloză, lignină și cenușă. Dacă sunt supuse descompunerii microbiologice aerobe, produsele finale care rămân în urma activității microbiologice constituie un material denumit **compost**.

Procesul poate fi descris de ecuația:



Din această ecuație, se observă că noile celule produse devin parte a biomasei active implicată în conversia materiei organice iar cele care în cele din urmă mor, devin o parte a compostului.

Obiectivele generale ale compostării sunt:

- de a transforma materialele organice biodegradabile într-un material stabil din punct de vedere biologic, reducându-se astfel și volumul inițial al deșeurilor;
- de a distruge patogenii, ouăle de insecte și alte organisme nedorite, ca și semințele de buruieni existente în deșeuri;
- de a reține cantitatea maximă de elemente nutritive (în special azot, fosfor și potasiu);
- de a obține un produs care poate fi folosit pentru creșterea plantelor și ca amendament al solului.

Caracteristicile fizice și chimice ale compostului variază în funcție de natura materialului inițial, condițiile în care se efectuează compostarea și gradul de descompunere. Compostul are câteva proprietăți care-l distinge de alte materiale

organice: culoare brună - brună închisă, raportul C/N este redus, își modifică caracteristicile în timp datorită activității microorganismelor, are o capacitate mare de schimb cationic și de absorbție a apei.

Ca amendament pentru soluri poate asigura o textură mai favorabilă pentru solurile grele, îmbunătățește textura solurilor nisipoase, mărește capacitatea de reținere a apei a multor soluri.

b) Instalații de compostare

Prima operație de compostare cunoscută în literatură a fost realizată în 1930 de Howart în India în localitatea Indore. Procesul, denumit Indore, în forma cea mai simplă presupune săparea unei gropi de 80-100 cm în care se așează în straturi succesive materialele putrescibile ca deșeuri solide, îngrășăminte organice (bălegar de la animale), pământ și paie. Materialul era întors de 2 ori pe durata procesului de cel puțin 6 luni. Lichidul rezultat din descompunerea deșeurilor era recirculat sau adăugat la alte deșeuri mai uscate, care urmau a fi supus compostării. Din cauza mobilizării limitate, se presupune că în masa de deșeuri procesul de compostare era anaerobic. Procesul indore a fost îmbunătățit în timp, în sensul ca întoarcerile materialelor sunt mai frecvente pentru a menține condiții aerobice, a accelera procesul și a reduce perioada de compostare.

Tehnologia modernă de compostare comporta 3 trepte:

- a) preprocesarea deșeurilor solide municipale;
- b) descompunerea fracției organice a deșeurilor și maturarea compostului
- c) pregătirea și marketingul produsului final.

Fluxul tehnologic al procesului de compostare este arătat în fig.: 2.17.

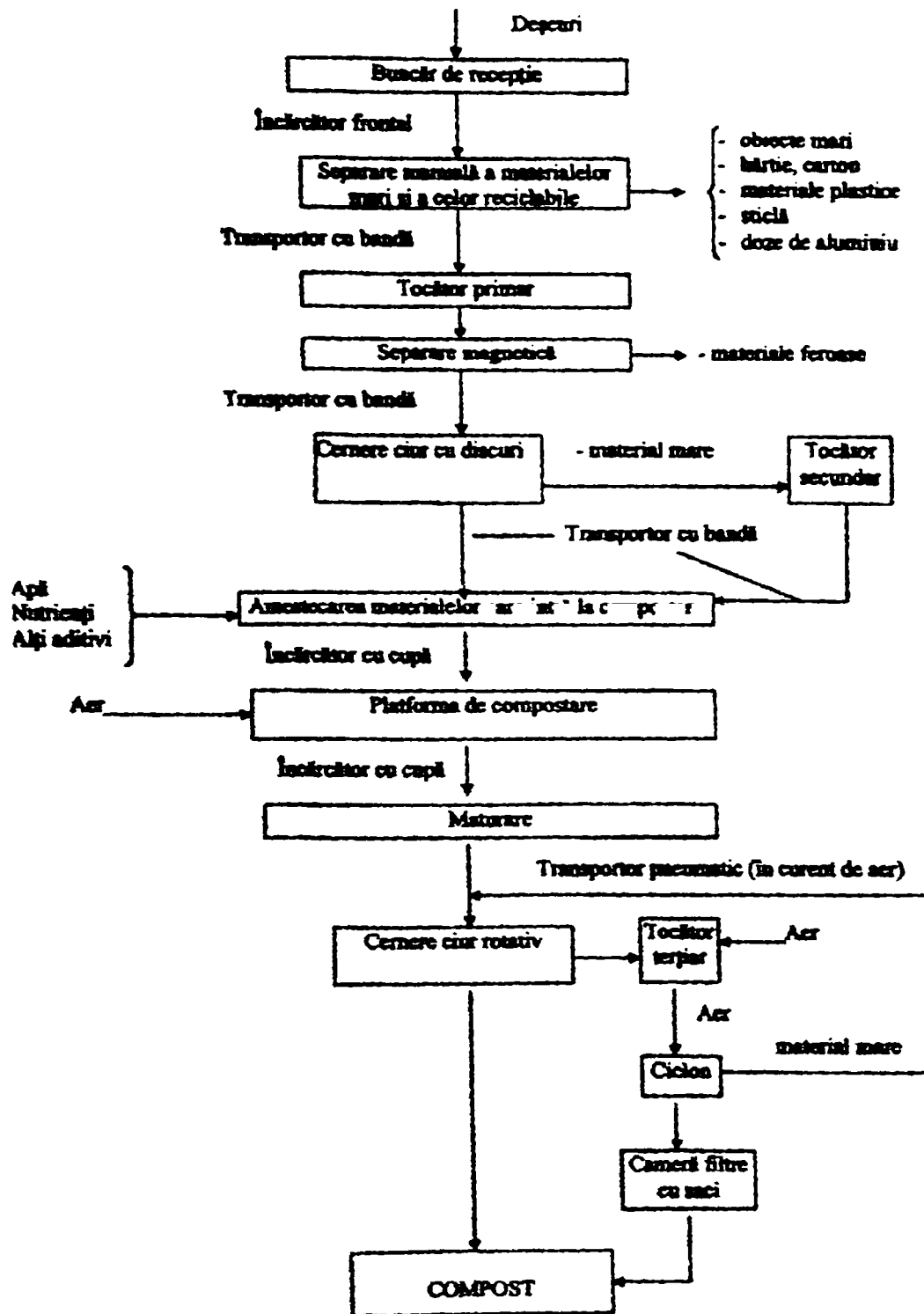


Fig.2.17. Fluxul tehnologic al procesului de compostare pentru deșuri menajere nesortate

Treapta de preprocesare cuprinde operațiile de recepție a deșeurilor, selectarea materialelor recuperabile, reducerea dimensiunilor și îmbunătățirea

caracteristicilor deșeurilor (ex. raportul C/N), adăugarea de apă și nutrienți. Gradul de preprocesare depinde de particularitățile procesului de compostare folosit și de specificațiile privind calitatea compostului ca produs final.

Pentru **treapta de fermentare** există diferite tehnici, cum sunt compostarea în halde sau grămezi statice și în recipiente. În cazul compostării în halde, de exemplu, deșeurile solide preprocesate sunt așezate în halde în aer liber. Acestea sunt întoarse o dată sau de două ori pe săptămână, în decursul unei perioade de compostare care durează 4-5 săptămâni. În această perioadă, partea biodegradabilă a fracției organice a deșeurilor este descompusă de o varietate de microorganisme, care utilizează materia organică ca sursă de carbon. Activitatea metabolică a microorganismelor alterează compoziția chimică a materiei organice inițiale, reduce volumul și greutatea deșeurilor și mărește temperatura materialului care se compostează.

Prin întoarcerea periodică a compostului se asigură oxigenul pentru procesul de descompunere și totodată este controlată temperatura materialelor care sunt compostate. Când se termină descompunerea materialului ușor biodegradabil, se reduce activitatea bacteriană iar temperatura materialului care se compostează începe să scadă, ceea ce marchează terminarea primului stadiu al procesului de compostare (fig.) 2.18.

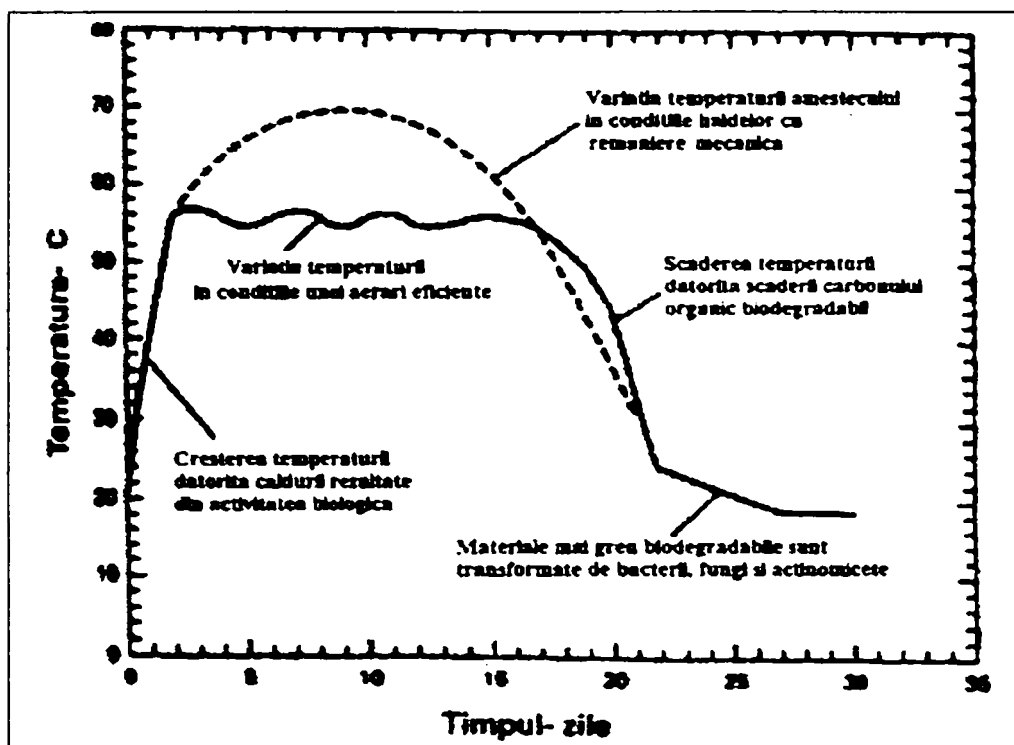


Fig.2.18. Variația temperaturii în timpul procesului de compostare

Al doilea stadiu constă în aceea că materialul compostat este uzual păstrat pe o perioadă de încă 2-8 săptămâni în halde în aer liber pentru a-i permite o stabilizare completă.

A treia treaptă - **pregătirea și marketingul compostului** - începe din momentul când compostul s-a stabilizat. În această fază se poate include: mărunțirea fină, cernerea, sortarea în curent de aer, amestecarea cu diferiți aditivi, granularea, punerea în saci, depozitarea temporară, încărcarea și, în unele cazuri desfacerea directă către cumpărători.

Proiectarea și realizarea procesului sunt etape destul de complexe. Variabilele importante ale procesului în proiectare și exploatare cuprind: mărimea particulelor materialelor de compostat, distribuția după mărime a particulelor, cerințele de întoarcere (afânare), programul de realizat efectiv, cerințele totale de oxigen, conținutul de umiditate, temperatura și controlul acesteia, raportul C/N al deșeurilor care se compostează, pH-ul, gradul de descompunere și controlul patogenilor.

c) Tehnici de compostare

Metodele principale de compostare se clasifică în statice și dinamice. La cele dinamice, materialul de compostat este agitat periodic pentru a introduce oxigen, a controla temperatura și a amesteca materialul în vederea obținerii unui produs cât mai uniform.

Dintre metodele statice, cele mai comune sunt: în halde și respectiv în grămezi.

1. Compostarea în halde

Este una din cele mai vechi metode. În forma cea mai simplă, un sistem de compostare în halde se realizează prin așezarea materialului compostabil în halde de 2,5-3 m înălțime și 6+7,5 m lățime la bază (fig.2.19).

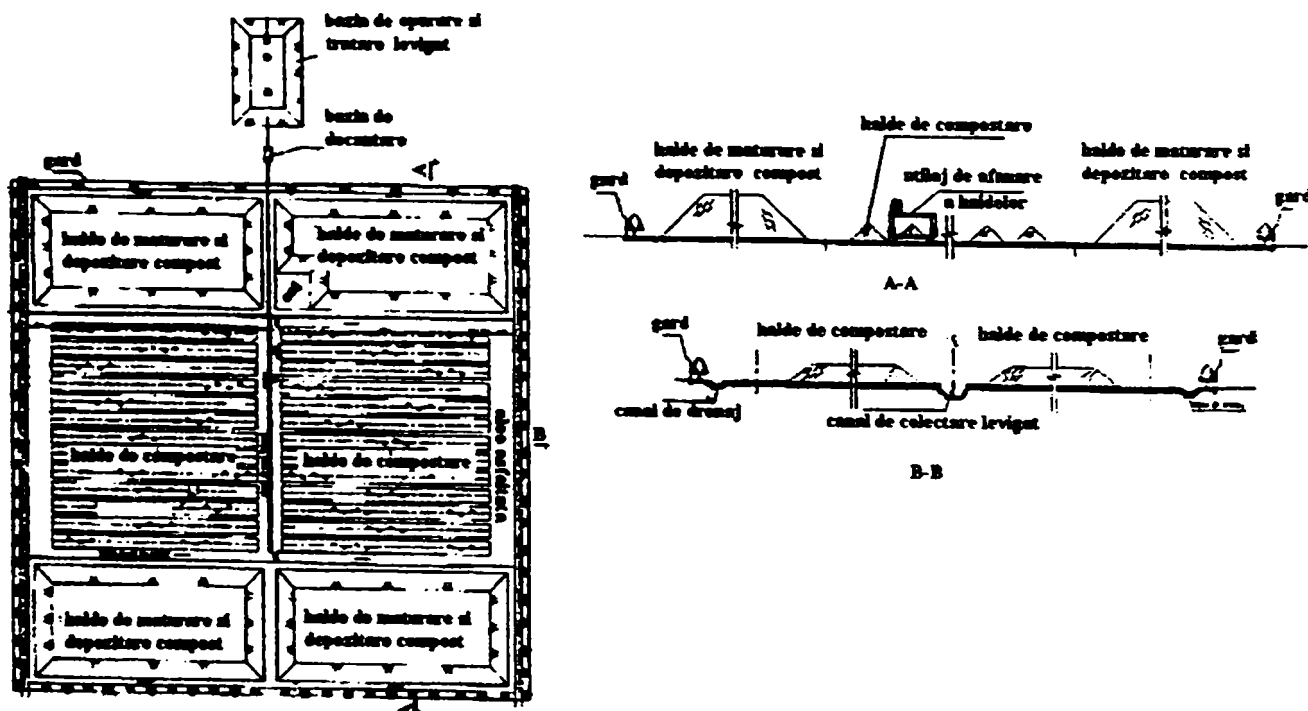


Fig.2.19. Schema unei stații de compostare în halde cu remanieră mecanică

Un sistem minimal ar putea folosi un încărcător frontal cu cupa pentru a aerisi materialul o dată pe an, în acest caz fiind necesar un timp de 3-5 ani pentru

realizarea mineralizării complete. Dezavantaje: mirosuri, pentru că procesul este parțial anaerob (în condițiile unei aerări insuficiente).

În sistemul de compostare cu halde cu remaniere (răscolire) de intensitate mare se folosesc halde cu o secțiune transversală mai redusă, de obicei 1,8-2 m înălțime și 4-5 m lățime. Dimensiunile haldelor sunt funcție de tipul de echipament care va fi folosit pentru remanierea deșeurilor. Înainte de așezarea în halde, materialul este mărunțit și cernut iar umiditatea este reglată la 50-60%. Sistemul cu remaniere cu intensitate mare presupune două operații/săpt. astfel ca temperatura să fie menținută puțin peste 55°C. Totuși în timpul efectuării acestor operații se produc mirosuri puternice. În acest procedeu, compostarea completă este realizată în 3-4 săptămâni, iar după această perioadă se mai lasă 3-4 săptămâni pentru maturare, timp în care materialele organice nedescompuse vor fi reduse de fungi și actinomicete.

2. Compostarea în gospodării (pentru volume mici de deșuri)

Deșeurile care se introduc în proces sunt: gazon cosit, frunze, buruieni, flori, crenguțe, dejecții de la vaci și cai, resturi de legume și fructe. Nu se compostează carne, oase, produse lactate, mâncăruri cu grăsimi, plante (otrăvitoare, bolnave sau stropite cu pesticide) sau plante lemnoase și nici deșuri de la câini și pisici.

Compostul se poate pregăti într-o ladă așezată pe un suport de lemn sau blocuri de beton sau într-un recipient special pentru compost (din tablă, plastic, lemn) prevăzut cu capac, ușă laterală pentru scoaterea (extragerea) materialului fermentat și orificii în placa de fund necesare pentru aerare. Capacul este necesar pentru a preveni răspândirea mirosurilor, dăunătorilor, germenilor patogeni.

Tehnologia procesului:

- Se amplasează lada sau recipientul într-un loc umbrat.
- Se amestecă materialele uscate bogate în carbon (iarbă, frunze, fân, ace de pin și rumeguș) cu materialele verzi, bogate în azot, cum sunt resturile vegetale de la bucătărie, iarbă cosită recent și dejecții de animale. Amestecul acestor două categorii de materiale se face în proporții aproximativ egale. Apa se adaugă atunci când este nevoie, astfel ca materialul să fie reavăn (jilav) dar nu să mustească. După câteva zile, mijlocul recipientului devine fierbinte și degajă aburi, semn că procesul evoluează normal.

Se va uda și lopăta materialul în fiecare săptămână, pentru ca tot materialul să fie expus la temperatura ridicată din zona centrală a recipientului.

Dacă se vor respecta proporțiile de materiale verzi și uscate, cantitatea corectă de apă, amestecarea adecvată și se mențin temperaturile ridicate (o condiție este să se evite perioadele cu temperaturi exterioare scăzute), compostul se obține în mai puțin de o lună de zile. De obicei procesul durează însă câteva luni. Compostul este gata când are o culoare brună, consistentă normală, sfărâmicios și are un miros plăcut de pământ. Înainte de utilizare este bine să fie trecut printr-un ciur.

Problemele care pot surveni în timpul compostării, cauzele și soluțiile de remediere sunt redate în tabelul 2.33.

În unele orașe din SUA pentru compostare se folosesc viermi roșii (red wiggler worms) care sunt deosebiți de râmele de grădină și care sunt utili în special pentru transformarea resturilor alimentare. Cultura lor se poate face și în gospodărie. Pentru aceasta, într-un vas de material plastic se practică găuri în fund, se așează pe fund mușchi de turbă ori ziere mărunțite ca așternut pentru viermi, se introduc 1/4 kg de viermi. Se hrănesc cu hrană specială cca. O săptămână apoi se începe hrănirea cu resturi alimentare. Viermii trebuie separați la câteva luni.

Probleme care pot interveni în timpul compostării în gospodărie

Tabel 2.33.

Simptome	Cauza	Soluția
Nu se realizează compostarea	<ul style="list-style-type: none">• prea uscat• prea multe materiale „brune” sau „verzi”• temperatura materialului în interiorul recipientului nu este suficient de ridicată• recipientul este prea mic	<ul style="list-style-type: none">- Se umezește ușor.- Se echilibrează raportul între cele două tipuri de materiale.- Se acoperă recipientul cu plastic negru pentru a ridica temperatura și se adaugă materiale „verzi”.- Începeți cu un recipient de 30x30x30 cm pe care-l umpleți la început, după care se adaugă deșeurii pe măsură ce volumul materialului se reduce
Recipientul miroase urât	<ul style="list-style-type: none">• Fie că materialul este prea umed sau nu este suficient aerat sau este prea mult material „verde”	<ul style="list-style-type: none">- Se adaugă materiale uscate (frunze, rumeguș etc.).
Recipientul atrage prea multe muște	<ul style="list-style-type: none">• În recipient există resturi alimentare	<ul style="list-style-type: none">- Nu folosiți resturi alimentare sau mențineți acoperit recipientul sau resturile să fie acoperite cu material deja fermentat.

3. Compostarea în grămezi statice aerate

Conceput inițial pentru compostarea aerobă a nămolului din ape uzate, procesul tehnologic poate fi folosit pentru a composta o varietate largă de deșeuri organice, inclusiv cele provenind din grădini sau deșeuri solide menajere sortate. Procedeu (fig.2.20) constă dintr-un sistem de aerare peste care este așezată fracția organică în grămezi.

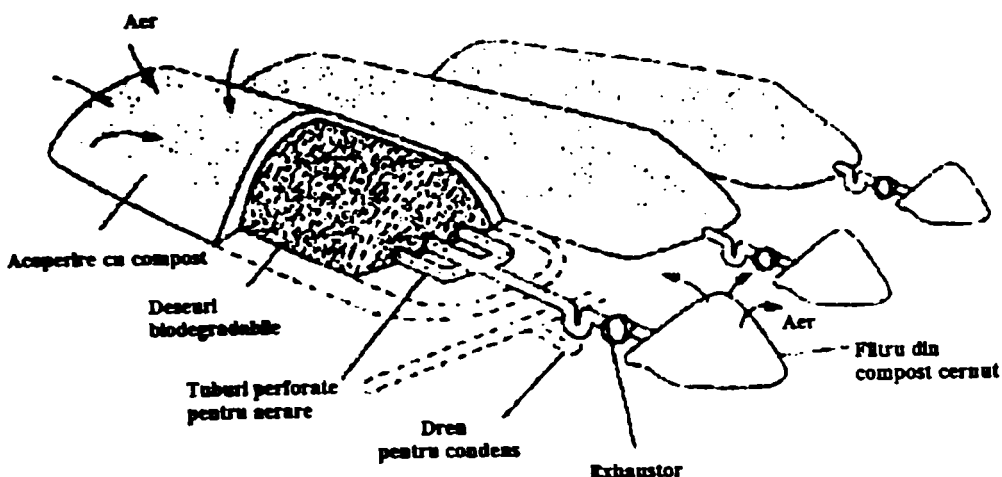


Fig.2.20. Schema sistemului de compostare în halde aerate

Înălțimea grămezilor este de 2-2,5 m. De obicei deșeurile menajere de procesat se învelesc cu un strat de compost trecut prin ciur (pentru izolare și controlul mirosurilor). Sistemul de aerare este prevăzut cu un ventilator (exhaustor) racordat la o rețea de conducte corugate, din plastic. Acestea asigură necesarul de aer pentru conversia biologică și totodată controlează temperatura în interiorul grămezii. Compostarea durează o perioadă de 3-4 săptămâni, după care materialul este lăsat pentru stabilizare pe durata a 4 săptămâni sau mai mult. După aceasta, se face mărunțirea și trecerea prin ciur a compostului ca să se asigure o calitate mai bună.

În unele amenajări noi, toate părțile importante ale sistemului sunt acoperite sau sunt amplasate în spații închise (cu atmosfera controlată), pentru a îmbunătăți procesul și a controla mirosurile.

4. Compostarea în recipiente

Se face în containere închise sau în recipiente, ca: cilindri verticali, tancuri orizontale, rectangulare sau circulare.

Aceste sisteme sunt de două categorii: a) fără amestecare; b) cu amestecare.

În sistemele de tip a) relațiile între particule în masa compostabilă rămân aceleași în tot timpul procesului încât sistemul operează pe principiul "primul intrat, primul ieșit" (fig. 2.21.a.b.). În sistemele de tip b) materialul de compostat este amestecat mecanic pe durata procesului (fig.2.21.c.d.).

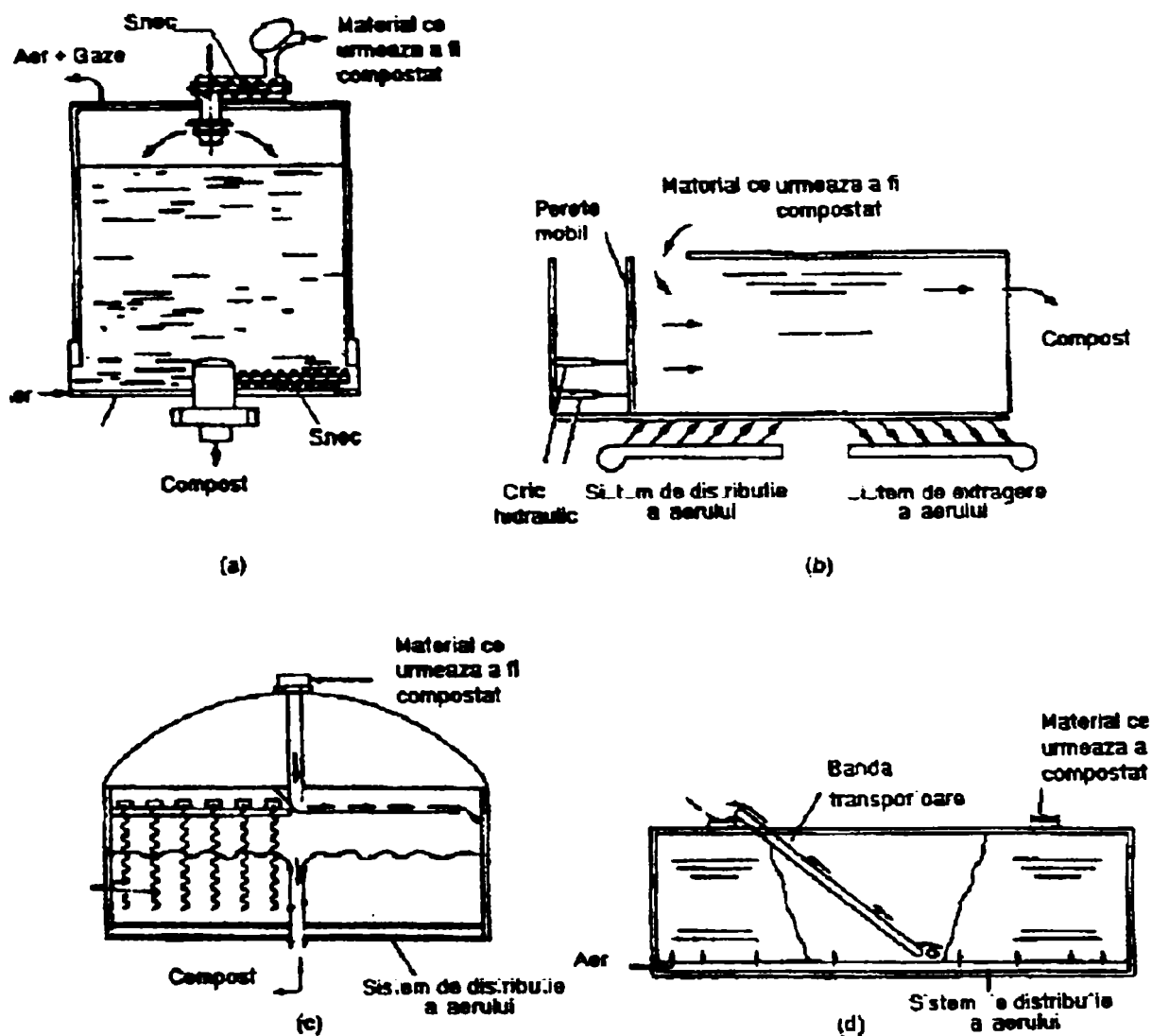


Fig.2.21. Sisteme de compostare in recipiente:
a), b) fără amestecare; c),d) cu amestecare

Sistemele mecanice sunt proiectate pentru a minimiza mirosurile și durata procesului prin controlul parametrilor procesului ca: debitul de aer, temperatura, concentrația de oxigen.

Avantajele sistemului de compostare în recipiente sunt: controlul mirosurilor, rapiditate de procesare, cheltuieli de manoperă mai reduse, cerințe de

suprafețe necesare mai mici. Timpul de rămânere a deșeurilor în acest sistem (perioada de exploatare activă) variază de la 1-2 săptămâni, însă aproape toate sistemele au nevoie de 4-12 săptămâni pentru maturizarea compostului, după perioada activă de compostare

2.10.4.2. Compostarea diferitelor tipuri de deșeuri

Principalele tipuri de deșeuri recomandate pentru compostare sunt: a) deșeurile de grădină; b) fracțiunea organică a deșeurilor solide menajere; c) deșeuri solide menajere presortare parțial procesate și d) fracția organică a deșeurilor solide menajere împreună cu nămolul din ape uzate.

1. Compostarea deșeurilor din grădină colectate separat

Deșeurile formate din frunze, iarbă, resturi provenite de la tăieri de arbuști sunt cele mai comune. Lemnul și crengile sunt de asemenea compostabile, dar după ce au fost tocate. Se folosesc 5 nivele de tehnologii (tab.2. 34)

Tehnologii de compostare și parametri de exploatare pentru diferite nivele de compostare a deșeurilor de grădină

Tabel 2.34.

Nivelul tehnologic	Descrierea procesului	Dimensiuni (m)		Frecvența de întoarceri	Timpul necesar pentru obținerea produsului finit (luni)
		înălțime	lățime		
Minimal	Presupune realizarea de șiruri mari care sunt întoarse o dată pe an cu un încărcător frontal. Procesul de compostare durează 18÷36 luni	3÷3,6	6÷7,2	1 dată / an	24÷36
Redus	Pentru a limita mirosurile se fac șiruri mai mici iar întoarcerile sunt mai frecvente. Șirurile, două câte două se pot uni după o primă fază a activității microbiene (cca. 1 lună). După 10÷11 luni se face o altă amestecare după care se formează grămezi pe marginea suprafeței pe care este organizată pentru faza de stabilizare a compostului. Se eliberează astfel suprafața pentru a se realiza noi grămezi de compostare	1,5÷2,1	3,6÷4,2	De 3÷5 ori / an	14÷18
Nivel intermediar	Similar cu nivelul tehnologic redus, cu excepția faptului că șirurile sunt întoarse săptămânal cu o mașină specială. Utilizarea acestei mașini limitează dimensiunile grămezilor, și din această cauză se mărește suprafața necesară pentru compostare	1,5÷2,4	3,6÷5,4	Săptămânal	4÷6
Nivel ridicat	Se folosește aerarea forțată pentru a optimiza procesul de compostare. De obicei, aerarea forțată este asociată metodei cu grămezi statice. Sufianta este controlată de un sistem cu feedback ce are în vedere reglarea temperaturii. Când temperatura în grămezile de deșeuri atinge o valoare predeterminată suflanta pornește, răcind grămada și eliminând vaporii de apă	2,4÷3	4,8÷6	Grămezi statice aerate (*)	3÷4
Nivel ridicat în recipiente	Sistemele mecanice sunt proiectate încât să minimizeze mirosurile și durata procesului, prin controlul parametrilor mediului (debitul de aer, temperatura și concentrația de oxigen în masa deșeurilor)	-	-	-	2÷2,5(**)

(*) Aerarea forțată este folosită pentru 2÷10 săptămâni, după care suflantele sunt oprite iar grămezile sunt amestecate periodic

(**) Compostarea în recipiente durează de la 8 ore la 20 zile, depinzând de proces. Materialul compostat este apoi pus în grămezi deschise, pentru stabilizare pe o durată de 6÷8 săptămâni

Colectarea deșeurilor de grădină și altor deșeuri verzi se face în SUA în container speciale, prevăzute cu orificii în capac și în fund, astfel realizându-se circulația aerului și uscarea materialului în timpul așteptării colectării. Deșeurile de acest tip sunt colectate o dată la 2 săptămâni în autovehicule echipate special.

2. Compostarea fracției organice a deșeurilor solide municipale

Calitatea produsului final este cheia acceptării lui, de aceea mulți operatori ai sistemelor de compostare municipale își bazează eforturile pe deșeuri sortate. Acolo unde se folosesc mijloace mecanice pentru separarea materialelor necompostabile de cele compostabile, compostul rezultat este adesea inacceptabil, din cauza contaminării cu metale și prezenta urmelor de deșeuri casnice periculoase. De aceea, astăzi se recunoaște că un compost de calitate superioară se obține din materiale sortate la sursă.

3. Compostarea nămolurilor de la stațiile de epurare a apelor uzate, împreună cu fracțiunea organică a deșeurilor solide municipale

Compostarea nămolului de la stațiile de epurare a început dinaintea de 1970 dar compostarea împreună a nămolurilor și fracției organice a deșeurilor este relativ recentă. Amestecul este benefic pentru că nu mai necesită o deshidratare avansată a nămolurilor iar concentrația totală de metale va fi mai redusă (față de compostarea singură a nămolului). Nămolurile au 3-8% apă. Se recomandă ca proporția deșeuri/nămol = 2 pentru faza de pomire. S-au încercat atât sisteme de compostare fără amestecare cât și cu amestecare. Experiența în acest domeniu este încă redusă.

2.10.4.3. Probleme legate de implementarea facilităților de compostare

Principalele probleme legate de utilizarea proceselor de compostare sunt:

- Producerea mirosurilor. Este o problemă serioasă, dacă nu se asigură un control riguros al proceselor, în special la compostarea în grămezi. De aceea este necesar să se dea atenție amplasării stației de compostare, proiectării proceselor și gestiunii mirosurilor.

- Prezența patogenilor.
- Prezența metalelor grele.

- Definirea a ceea ce constituie un compost acceptabil.

Până nu se rezolvă aceste probleme, compostarea nu poate fi o tehnologie viabilă Alegerea și amplasarea stației de compostare. Trebuie să corespundă condițiilor locale de microclimat care să disperseze mirosurile, să fie la distanță acceptabilă de receptorii de mirosuri (zone rezidențiale, industriale, comerciale), să fie folosite zone tampon. De asemenea, să se utilizeze locuri diferite pentru operațiile de compostare și cele de maturare.

Proiectarea și exploatarea judicioasă. Este o condiție esențială pentru preîntâmpinarea mirosurilor. Pentru aceasta se cere să se acorde atenție specială următoarelor probleme: preprocesarea, condițiile de aerare, controlul temperaturii și condițiile de amestecare. O bună compostare implică o amestecare completă și efectivă și aditivi ca: nutrienți, inoculări de bacterii (dacă se folosesc) și umiditate. Echipamentul de aerare să asigure cerințele (debitele) maxime de vârf, cu o marjă de siguranță. În cazul metodei de compostare statică în grămezi aerate, echipamentele de aerare trebuie să asigure volumul de aer necesar pentru răcirea materialului. Controlul temperaturii trebuie bine instrumentat. Echipamentele de amestecare să fie eficiente în privința asigurării oxigenului și controlului temperaturii în masa de material de procesat. Astfel, în compostul neamestecat se dezvoltă procese de descompunere anaerobă care determină degajarea de mirosuri. Pentru a interveni trebuie să existe echipamente de rezervă, gata oricând să intre în funcțiune.

Gestiunea biologică a mirosurilor. Deoarece degajările ocazionale de mirosuri sunt imposibil de eliminat, trebuie dată atenție specială condițiilor biologice pentru dezvoltarea lor. Cauzele pot fi și amestecarea slabă (insuficientă). De ex. în compostul neamestecat și fără controlul temperaturii, centrul haldei poate să fie piroliza iar mirosurile eliberate sunt extrem de puternice. În instalații de compostare închise, pentru controlul mirosurilor se folosesc filtre biologice, filtre de compost, pulverizatoare etc.

Probleme de sănătate publică. Dacă operația de compostare nu este bine condusă, există posibilitatea ca organismele patogene să supraviețuiască. Deși controlul patogenilor poate fi realizat ușor printr-o exploatare atentă a procesului, nu toate operațiile și parametrii de compostare sunt controlați precis, în măsura de a obține compost fără patogeni. În general multe organisme patogene din deșeurile

solide menajere și alte materiale organice care sunt compostate se distrug la temperaturi și durate de expunere funcție de specie și varietate (tab.2.35.)

Temperatura și durata de expunere necesare pentru distrugerea celor mai comuni patogeni și paraziți

Tabel 2.35.

Organismul	Observații
Salmonella typhosa	Peste 46 ⁰ C nu se dezvoltă, moare în 30 minute la temperatura 55 ⁰ C și în 20 minute la 60 ⁰ C
Salmonella Sp.	Moare la o oră la temperatura de 55 ⁰ C și în 15÷20 minute la 60 ⁰ C
Shigella Sp.	Moare la o oră la temperatura de 55 ⁰ C
Escherichia coli	Moare la o oră la temperatura de 55 ⁰ C și în 15÷20 minute la 60 ⁰ C

Toxicitatea metalelor grele. Există această posibilitate, în special acolo unde se folosesc concasoare mecanice. Dacă metalele din deșeuri sunt concasate, particulele de praf metalic se prind de materialele ușoare iar după compostare ajung în sol. Multe metale sunt toxice (ex. cadmiul). În general, conținutul de metale grele este ridicat dacă compostul provine din nămol de la stațiile de epurare, și mai mic, dacă provine din fracția organică a deșeurilor solide menajere.

Compostarea amestecului de nămol cu fracția organică din deșeuri solide este o metoda de a reduce concentrația metalelor în procesul final.

Calitatea compostului. Poate fi definită prin: conținutul de nutrienți (N, P, K), conținutul de parte organică, pH, textura, alcătuire granulometrică, umiditate, capacitate de înmagazinare a apei, prezența unor materiale străine, concentrația sărurilor, miros rezidual, gradul de stabilitate sau maturizare, prezenta organismelor patogene și concentrația în metale grele.

Din păcate, în prezent nu există un acord universal privind valorile pe care să le aibă acești parametri și aceasta împiedică asupra realizării unui compost uniform. Pentru ca aceste produse să aibă o largă acceptare, trebuie să se rezolve în satisfăcător problemele de sănătate publică.

2.10.5. TEHNOLOGII DE UTILIZAREA APELOR UZATE ÎN AGRICULTURĂ

2.10.5.1. Probleme generale ale utilizării apelor uzate la irigarea terenurilor agricole.

Apele uzate colectate de la centrale populate, complexele agrozootehnice și de la unele industrii alimentare pot constitui surse importante de apă pentru irigarea culturilor de pe terenurile agricole.

Evacuarea apelor uzate pe terenurile agricole se poate face numai după o epurare prealabilă a acestora în stații de epurare corespunzător amenajate.

Epurarea apelor uzate și evacuarea lor pe terenurile agricole are implicații sociale, economice și tehnice legate în special de protecția mediului înconjurător. Sub aspect social, întreaga acțiune de colectare și de epurare sistematică a apelor uzate are o importanță deosebită pentru salubritatea și sănătatea aglomerațiilor de oameni atunci când aceste ape sunt descărcate în cursurile naturale de ape sau când acestea sunt utilizate pentru irigarea terenurilor agricole.

Din punct de vedere economic se consideră, în primul rând, posibilitățile de utilizare a apelor uzate pentru fertilizarea terenurilor agricole. Apele uzate menajere și în mod deosebit cele provenite de la unitățile și complexele agrozootehnice conțin importante cantități de materii organice, organisme sau resturi de organisme și microorganisme care îi conferă sistemului de utilizare în lucrările de irigații chiar eficiență economică proprie. Capacitatea fertilizantă mare a apelor uzate lipsite de acțiuni nocive nu trebuie exagerată dar trebuie luată în considerare prin acțiuni sistematice și prin interacțiunile factorilor sanitari, economici și sociali.

Sub aspect tehnic, calitatea apei epurate trebuie controlată îngrijit și cu mare răspundere, astfel încât să nu constituie un factor de poluare a mediului înconjurător.

Stațiile de epurare sunt lucrări extrem de costisitoare motiv pentru care multe din fermele agrozootehnice nu-și pot realiza, astfel de instalații.

În vederea reducerii sau chiar a eliminării cheltuielilor de epurare a apelor uzate provenite în special de la fermele zootehnice se impune o analiză atentă a procedeelelor cunoscute până în prezent cât și a tehnologiilor recomandate în viitor la utilizarea acestor ape în agricultură.

Apele uzate de la fermele agrozootehnice având în general debite mici se pot utiliza în agricultură fie pentru completarea deficitului de umiditate, fie pentru fertilizarea sau uneori pentru distribuția lor directă pe terenurile agricole.

Distribuția directă a apelor uzate pe terenurile agricole asigură o bună fertilizare a solului iar apa în exces filtrată natural putându-se colecta în rețeaua de drenaj sau de canale și evacuată în emisari ca apă convențional curată.

2.10.5.2. Câmpuri de infiltrație

După o prealabilă epurare mecanică (grătar, deznisipator și separator de grăsimi) apa este condusă permanent prin pompă la câmpurile de infiltrație, (fig.2.22.) realizate sub forma unor parcele de 1-3 ha îndiguite cu digulețe de 50 cm înălțime. Aceste parcele au un strat de nisip de circa 50 cm la bază căruia sunt dispuse drenuri de colectarea apei filtrate, care sunt apoi vărsate în rețeaua de desecare.

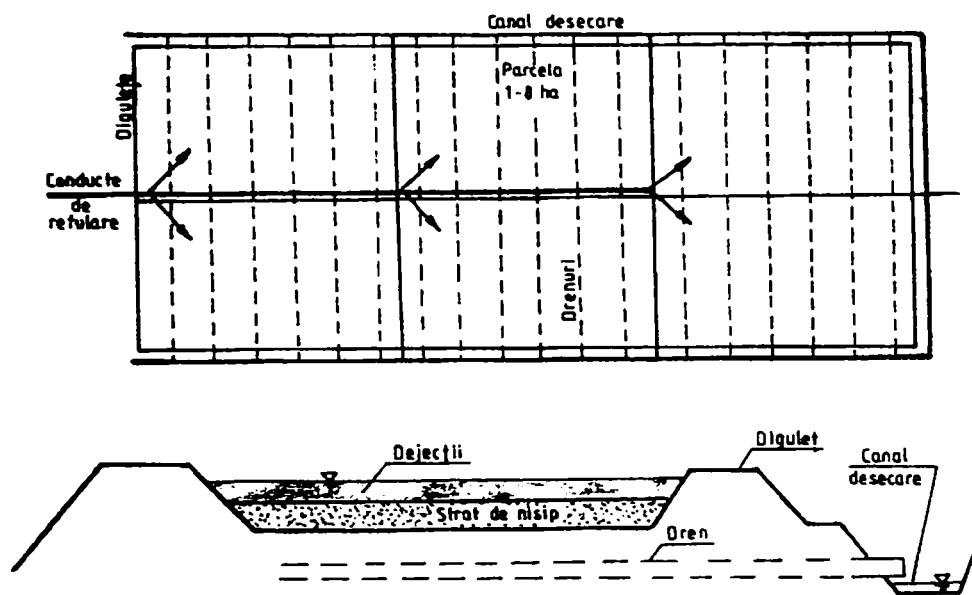


Fig.2.22. Schema câmpului de infiltrație: a) vedere în plan; b) secțiune transversală prin parcela de infiltrație.

Dejecțiile se infiltrează separându-se suspensiile care rămân să se usuce în platformă-parcelă iar apa filtrată este condusă la emisar. Parcelele se umplu pe rând urmând fiecare ciclul de filtrare și uscare. Numărul parcelelor este funcție de debitul instalat. După uscarea nămolului acesta se colectează, se macină și se distribuie ca îngrășământ sub formă de pulbere pe terenurile agricole. Periodic nisipul se îmborsătează (completează) pentru a rămâne stratul de grosimea prevăzută. La câțiva ani nisipul este scos complet și distribuit pe terenuri agricole cu textură grea și în parcela se reface stratul cu nisip curat. Amenajarea se face în apropierea albiei râului unde transportul nisipului este ieftin. O asemenea amenajare există în localitatea Modjice lângă Barno (1966) R.S. Cehoslovacia

2.10.5.3. Câmpuri de irigație

Se distribuie permanent apa uzată pe terenurile agricole cultivate sau necultivate, chiar și pe zăpadă; desigur în urma epurării mecanice care precede fiecare tehnologie de folosire a apelor uzate în agricultură.

Astfel în țara noastră se aplică tehnologii diferite la ferme de vaci comparativ cu ferme de porci.

a) Pentru ferme de vaci

Apa uzată colectată de la grajduri (fig.2.23) spre un cămin unde o pompă cu tocător mărunțește dejecțiile și le refulează într-un bazin unde se amestecă cu apă curată la diluția necesară pentru a nu arde plantele (dacă se face aspersiune pe fâneată sau lucernă) și de aici o pompă cu melc de presiune mare care face și rolul de amestecare în bazin, refulează la mari distanțe pe conductă supraterană demontabilă la un singur aspersor în funcțiune cu duză cu diametru mare și realizată din cauciuc. Întreaga instalație de pompă cu tocător - pompă cu - melc- conducte-aspersor se fabrică în țară și metoda este utilizată în multe unități zootehnice. Distribuția prin aspersiune se face pe parcele unde este organizat păscutul vacilor în ciclurile de distribuție a dejecțiilor dezvoltarea vegetației - păscut.

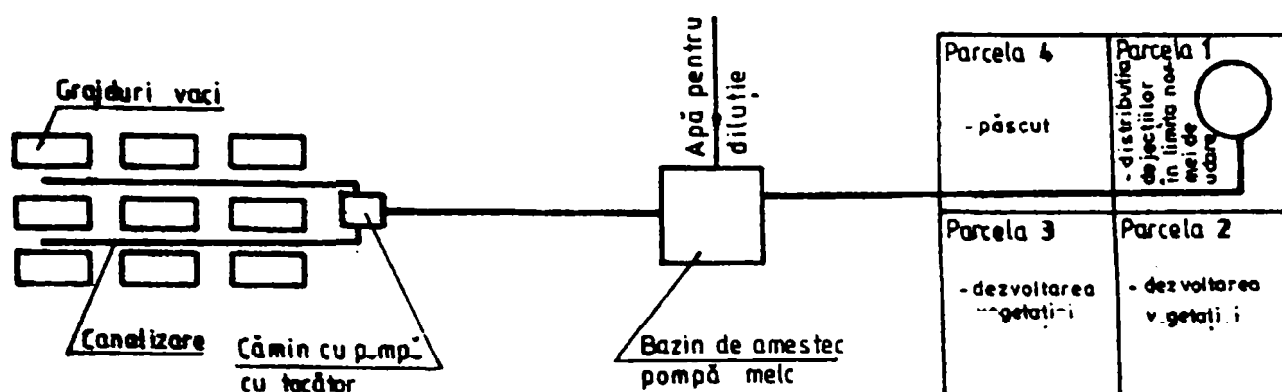


Fig.2.23. Câmp de irigație la fermă de vaci

La IAS Banloc jud.Timiș metoda este folosită din 1974, lucrarea de modernizare a fermei a permis o proiectare a canalizării interioare, grajd și asigurarea apei de diluție (1 :20 = 1 :40) necesară în perioada de vegetație.

Dacă norma de distribuție trebuie să fie mai mare decât norma de udare necesară se impune ca toată amenajarea să fie prevăzută cu drenaj subteran.

În loc de a distribui prin aspersione se poate adopta și distribuția cu EUBA pe brazde cultivate sau necultivate (iarna) având toată zona amenajată cu drenaj subteran.

b) Pentru ferma de porci

În urma epurării mecanice dejecțiile sunt refulate în parcele (batal) îndiguite (fig. 2.24) prevăzute cu stăvilare (batardouri) care menține apa la diferite nivele lăsând să deverseze doar apa limpezită care în amestec cu apa curată (1 :20 = 1 :40) poate fi distribuită prin aspersione sau nediluată poate fi distribuită pe brazde. Scândurile batardoului (stavilei) se scot pe rând funcție de decantare și adâncimea din ce în ce mai mică a dejecțiilor în parcelă.

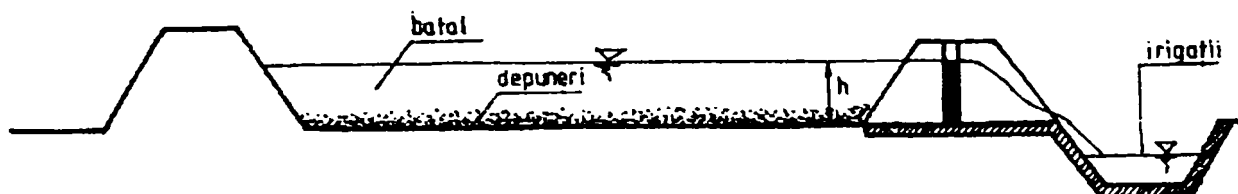


Fig.2.24. Secțiune prin parcela de decantare

Amenajarea se pretează pe terenuri grele unde dejecțiile din batal să nu se infiltreze în adâncime și să polueze apa freatică. Tehnologia este folosită la Beregsău, jud. Timiș, urmând ca la 2 ani depunerile să se usuce se ară parcela și se cultivă cu porumb. Numărul de parcele se stabilește funcție de debitul canalizării. Până în prezent exploatarea este mulțumitoare, observându-se însă urme de poluare a apei subterane, ceea ce impune micșorarea adâncimii h inițiale a dejecțiilor în parcela < 50 cm.

Apele deversate nu pot fi evacuate în emisari naturali, având obligația ca în mod continuu toate anotimpurile să se facă distribuție pe terenuri agricole drenate.

2.10.5.4. Stocarea dejecțiilor

Este metoda cea mai răspândită în prezent aplicată la majoritatea crescătoriilor de porci și constă în stocarea dejecțiilor timp de 6 luni pentru a putea fi folosite la irigații în perioada de vegetație a culturilor (fig.2.25.).

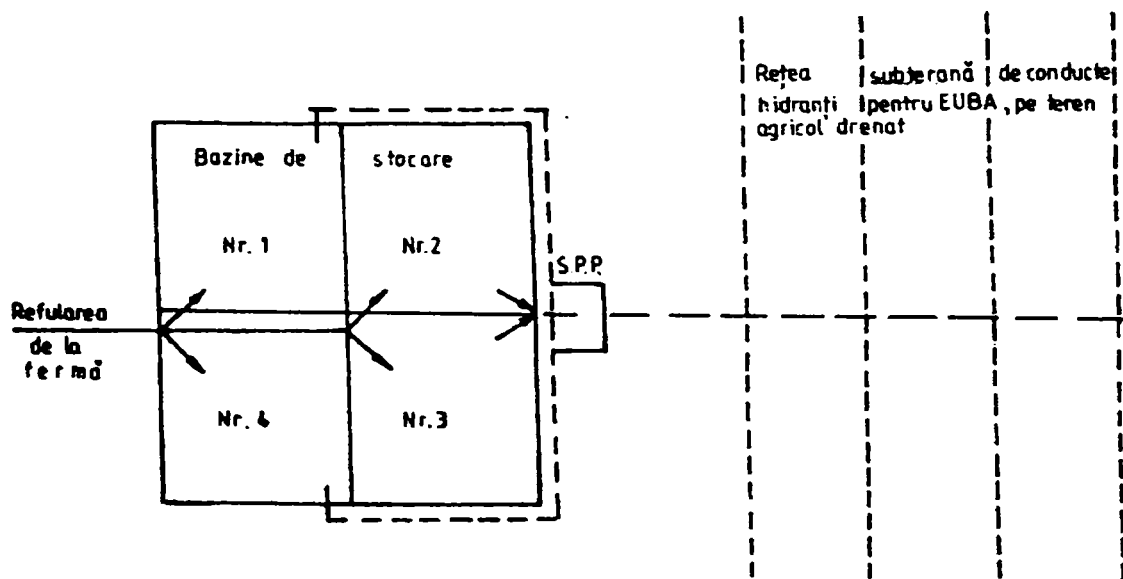


Fig.2.25.Schema amenajării cu stocarea dejecțiilor

În jud.Timiș aceste amenajări realizate de curând la unitățile COMTIM Timiș, la Beregsău, Pădureni, Grabăț, Clarii Vii etc. vor trebuie urmărite în privința fenomenelor biologice și depunerilor din bazinele de stocare, împotmolirea rețelei de conducte subterane, randamentul irigației pe brazde, calitatea apei drenate de pe terenul agricol, etc.

Constructiv bazinele de stocare trebuie să rețină apa fără a polua suprafața agricolă și terenurile din jur ceea ce impune o bună impermeabilizare.

2.10.5.5. Distribuția dejecțiilor prin galerii cârțiță

După epurarea mecanică se pot distribui dejecțiile în mod continuu în toate anotimpurile prin galerii cârțiță. Astfel se umple galeria cârțiță cu dejecții până la capacitatea totală după care rețeaua de drenaj tubular realizată la partea inferioară sub galeriile cârțiță colectează apa în surplus peste capacitatea de câmp, și o va evacua filtrată spre rețeaua de canale de desecare, în sol vor rămâne sărurile nutritive sub formă de suspensii care vor fi folosite de sistemul radicular al plantelor. Metoda de amenajare:

a) Schema gravitațională

În care prin rigolă (brazde) trasate la 20 m distanță se distribuie dejecțiile din conducta de refulare de la crescătoria de porci.

Perpendicular pe aceste rigole (fig.2.26) sunt trasate galerii cârțiță la cca. 1-2 m distanță. Sub aceste galerii cârțiță există prevăzute drenajul tubular. Metoda este aplicată cu succes în Ungaria apa din rigolă înaintând după o lege de avans, se infiltrează în galeria cârțiță prin fanta lăsată de cușitul drenor.

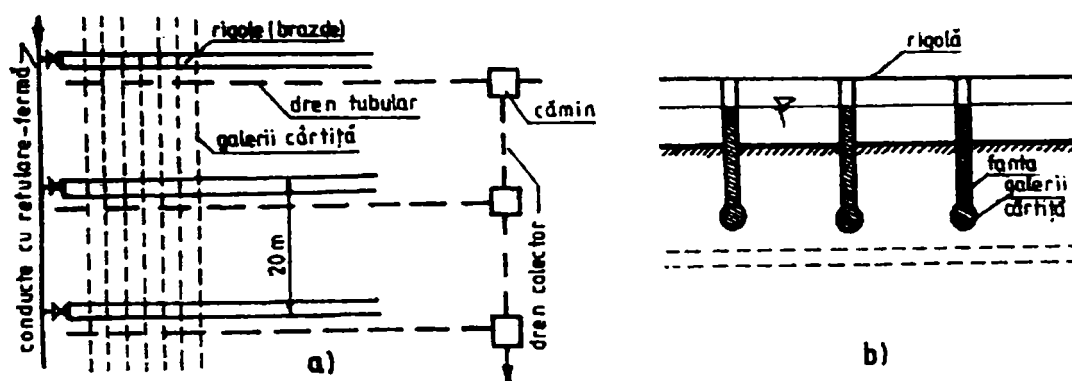


Fig.2.26. Distribuția gravitațională a dejecțiilor prin rigole și galerii cârțiță:
a) vedere în plan; b) secțiunea transversală prin galerii cârțiță.

Această metodă în curs de experimentare și în țara noastră trebuie urmărită în continuare pentru a lămurii toate problemele legate de tehnologia de execuție a câmpului de distribuție a dejecțiilor la culturile agricole, lucrările agrotehnice necesare, probleme de exploatare și întreținere.

b) Schema sub mică presiune

Pentru a folosi presiunea cu care sosesc dejecțiile prin conducta de refulare pe terenul agricol, prin intermediul unui furtun flexibil \varnothing 100 mm apa este introdusă direct în fiecare galerie cârțiță de către un muncitor. Umplerea galeriei se face până la refuz, adică până ce se observă că dejecțiile ies la suprafața terenului (fig.2.27).

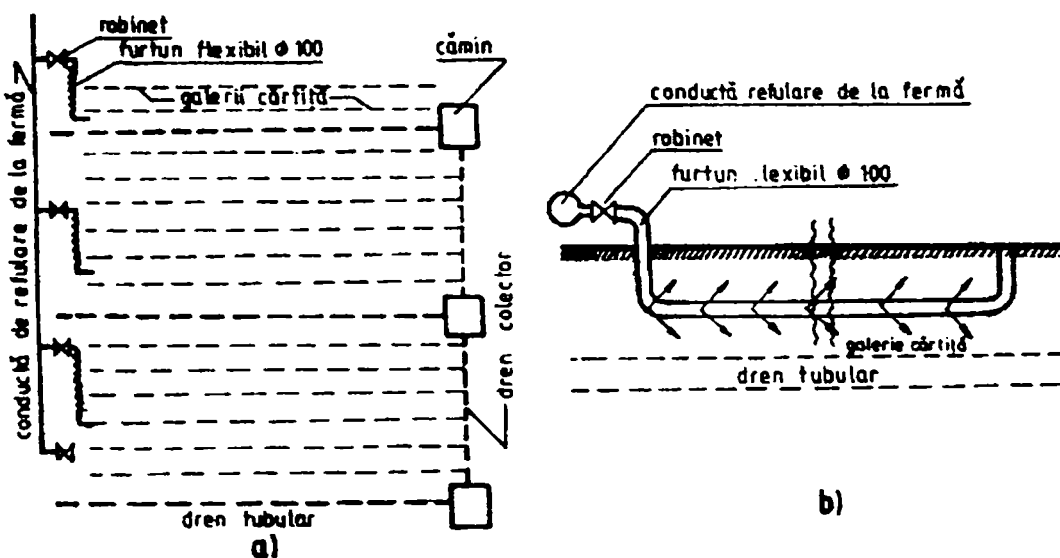


Fig.2.27. Distribuția sub mică presiune a dejecțiilor în galerii cârțiță: a) schema amenajării; b) detaliu de introducerea dejecțiilor în galeriile cârțiță.

Această ultimă schemă tehnologic este în curs de experimentare la Beregsău, jud.Timiș.

2.10.5.6.Îmbunătățirea calității managementului deșeurilor

Aplicarea unui sistem durabil de gestionare a deșeurilor implică schimbări majore ale practicilor actuale. Implementarea acestor schimbări va necesita participarea tuturor segmentelor societății - persoane individuale în calitate de consumatori, dar și întreprinderi, instituții social-economice, autorități publice.

În general, responsabilitatea guvernului va fi limitată la:

- a stabili obiective strategice și condiții pe care să le îndeplinească sistemele de gestionare a deșeurilor
- a elabora cadrul general pentru luarea deciziilor în mod unitar de către toți factorii implicați;

- a introduce măsurile de politică și utilizare a instrumentelor corespunzătoare pentru a încuraja și a susține schimbările necesare;
- a asigura cadrul propice în care toți factorii implicați să înțeleagă responsabilitățile ce le revin pentru punerea în practică a strategiei de gestionare a deșeurilor.

Sarcina transpunerii și aplicării legislației și standardelor europene reprezintă o provocare majoră. Ținând cont de reglementările europene actuale, se poate considera că cerințele Directivelor referitoare la depozitarea deșeurilor, respectiv la deșeurile de ambalaje, vor fi cele mai dificil de realizat.

O altă restricție în gestionarea deșeurilor o constituie faptul că, suprafețele de teren disponibile pentru gestionarea deșeurilor vor constitui, în viitor, o resursă limitată.

Orice sistem sau orice tehnologie propusă pentru gestionarea deșeurilor trebuie să aibă un nivel înalt de fiabilitate și siguranță; de aceea, este indicat a fi luate în considerare numai tehnologiile și/sau procesele care s-au dovedit a funcționa cu performanțe constante, timp îndelungat. De asemenea, este important să se dezvolte un sistem care să aibă un grad cât mai mare de flexibilitate.

Unul dintre aspectele cele mai importante de care trebuie ținut cont în schimbarea modului de gestionare a deșeurilor îl reprezintă costurile atât cele de investiție, cât și cele de operare.

Alt factor economic foarte important este legat de piețele locale pentru desfacerea materialelor reciclate și a produselor recuperate din deșeuri. Cu excepția pieței pentru metale feroase și neferoase și a celei pentru hârtie și carton, potențialul local pentru valorificarea acestor materiale recuperate este foarte mic.

De aceea, este posibil ca multe dintre materialele recuperate să fie exportate, mai ales în cazul în care costurile implicate pentru tratare și transport intern vor fi mai mari decât valoarea lor de pe piața externă.

Ținând cont de aceste considerente, Planul Național pentru Gestionarea Deșeurilor propune următoarele alternative pentru gospodărirea eficientă și în condiții corespunzătoare a deșeurilor.

- utilizarea instalațiilor pilot-demonstrative pentru a cumula cunoștințele și experiența necesară pentru implementarea unui sistem integrat de gestionare a deșeurilor;

- dezvoltarea unor campanii de informare a populației pentru a realiza obiectivele legate de gestionarea deșeurilor municipale și pentru a obține acceptul public necesar unor investiții ulterioare;

- prevenirea reprezintă principalul pas într-un sistem integrat de gestionare a deșeurilor, pe termen lung; de aceea trebuie introdusă în viitoarele planuri de dezvoltare economică; prevenirea reprezintă principala obligație /responsabilitate a tuturor consumatorilor de bunuri;

- utilizarea întregii game de containere disponibile pentru colectarea deșeurilor, în special a celor municipale; asigurarea volumului necesar al containerelor de colectare a deșeurilor pentru toate gospodăriile private; asigurarea serviciului de colectare regulată la nivel național;

- transportul deșeurilor se va dezvolta și va acoperi mai multe sectoare; sunt necesare măsuri pentru a minimiza distanțele de transport și a reduce impactul ecologic al acestuia;

- crearea inițială a unor stații de sortare manuală a deșeurilor menajere, urmând a se îmbunătăți acest sistem prin implementarea unor instalații mecanice și automate;

- dezvoltarea unor programe economice speciale pentru a stimula industriile în vederea recuperării și/sau reciclării deșeurilor de ambalaje;

- construirea de capacități de compostare pentru 680.000-1.000.000 t/an deșeuri biodegradabile; realizarea, pentru început, de stații demonstrative de compostare; realizarea unor proiecte de testare a pieței și de "utilizare" a compostului înaintea integrării stațiilor de compostare în sistemul de gestionare a deșeurilor

- cantitatea de deșeuri din construcții și demolări va crește substanțial, deoarece la nivel național, construcțiile vor avea o pondere din ce în ce mai mare; deșeurile din demolări vor fi utilizate ca o sursă alternativă de materiale de construcții; materialele reciclabile utilizate trebuie să nu genereze impact asupra solului și apei subterane;

- reducerea importantă a componentelor nedorite din nămoluri; impunerea de controale specifice pentru calitatea nămolurilor orășenești atunci când acestea sunt utilizate în agricultură; investigarea altor metode de tratare sau eliminare a nămolului;

- colectarea separată a deșeurilor de echipamente electrice și electronice de către municipalități; reciclarea și recuperarea va fi realizată de către industria responsabilă;

- implementarea unui sistem de colectare a vehiculelor uzate; încurajarea societăților ce desfășoară operațiuni de dezmembrare a acestora; valorificarea fracției ușoare și reciclarea materialelor reciclabile rezultate în urma dezmembrării vehiculelor uzate;

- implementarea unui sistem de colectare a anvelopelor uzate; încurajarea reciclării și valorificării materiale a anvelopelor uzate; valorificarea energetică a anvelopelor uzate se va realiza numai în cazul în care nu este posibilă valorificarea materială; interzicerea depozitării anvelopelor uzate de la intrarea în vigoare a Hotărârii de Guvern modificată privind depozitarea deșeurilor;

- colectarea selectivă a biodegradabilelor în zonele cu densitate mică a populației; colectarea selectivă a 120-145 kg/locuitor/an deșeuri biodegradabile;

- reducerea cantității de biodegradabile cu 25% până în 31 decembrie 2011; reducerea cantității de biodegradabile cu 50% până în 31 decembrie 2015; reducerea cantității de biodegradabile cu 65% până la 31 decembrie 2016.

Aceste obiective pot fi realizate în unele regiuni prin colectarea separată și compostarea materiei biodegradabile. În zonele urbane dense aceste obiective se pot atinge doar prin incinerarea deșeurilor menajere. Pentru toate regiunile unde compostarea nu este acceptată și pentru toate regiunile unde deșeurile conțin un procent mai mare de materie biodegradabilă, este posibilă și recomandată tratarea mecano-biologică. Tratarea mecano-biologică este una din tehnicile de bază pentru reducerea cantităților de materie biodegradabilă și producerea de combustibili alternativi obținuți din deșeuri; pentru început se vor realiza câteva stații pilot de tratare mecano-biologică.

- toate incineratoarele de deșeuri, fie că sunt industriale, medicale sau municipale, trebuie să îndeplinească obiectivele din legislația europeană și națională; în paralel, incineratoarele trebuie să îndeplinească și condițiile privitoare la recuperarea energiei din deșeuri, adică recuperarea căldurii și altor forme de energie rezultate în urma incinerării deșeurilor;

- vor fi utilizate pe cât posibil instalațiile existente capabile de coincinerare și care se pot conforma cu legislația europeană; acestea se potrivesc în

general pentru deșeuri industriale și pentru deșeurile cu putere calorică mare "rezultate" din stațiile de tratare mecanobiologică;

- va fi nevoie să se treacă la o nouă abordare de tip regional a construirii depozitelor municipale, astfel încât fiecare regiune să rezolve problema gestiunii și eliminării deșeurilor în funcție de condițiile regionale specifice și luând în calcul toate aspectele privind eficiența economică, acoperirea costurilor de investiție și operare, a costurilor de închidere, monitorizare post închidere, precum și gradul de suportabilitate a costurilor de operare de către cetățeni.

Percepția publicului, manifestată uneori printr-o opoziție puternică la unele schimbări necesare în domeniul gestiunii deșeurilor, cum ar fi modificarea practicilor de colectare sau dezvoltarea unor noi facilități, poate constitui un obstacol important în aplicarea unei strategii de gestionare integrată geografic și tehnologic.

În unele cazuri, opoziția este generată de lipsa de informații și/sau de înțelegerea fenomenului. Ca urmare, procesele de evaluare și selecție a tipurilor de instalații și a amplasamentelor pentru deșeuri se vor baza pe principiul "cele mai bune opțiuni aplicabile" ("Best Practicable Environmentat Option - BPEO").

Ținând cont de aceste considerente, trebuie recunoscută importanța dezvoltării și implementării unui program de comunicare și consultare a publicului și a tuturor factorilor implicați.

Capitolul 3

MATERIALE ȘI INSTALAȚII UTILIZATE ÎN CONSTRUCȚIA DEPOZITELOR DE DEȘEURI

Dacă avem în vedere gradul ridicat al agresivității chimice ale unor deșeuri sau potențialul poluator al altora, de pe o parte și rolurile funcționale necesare a fi îndeplinite de elementele componente ale depozitelor de deșeuri, pe de altă parte, se poate ajunge la concluzia că materialele și instalațiile necesare realizării construcției acestora trebuie să aibă rezistențe și caracteristici specifice, sensibil diferite de cele destinate altor tipuri de construcții (civile, industriale, hidrotehnice, hidroedilitare etc.). Elasticitate, etanșeitate, rezistență la tasări diferențiate, la agresivitate chimică și biologică, masă și volum redus etc. sunt caracteristici evident necesare unei bune comportări în timp a construcției și concomitent pentru protejarea (nepoluarea) factorilor mediului ambiant.

În acest context, materialele care răspund cel mai bine cerințelor menționate sunt materialele geosintetice și instalațiile fabricate din polimeri.

3.1. MATERIALELE GEOSINTETICE, ELEMENTE INTRODUCATIVE, CLASIFICĂRI

Geosinteticele sunt materiale obținute din polimeri, cu o largă utilizare în lucrările de construcții, în general, și în cele de terasamente și filtrare-drenaj în special. Debutul utilizării acestor materiale în construcții s-a produs în anul 1950.

Proprietățile materialelor geosintetice, avantajele pe care acestea le au, prin comparație cu materialele clasice, le-au dat o largă aplicabilitate în lucrări de:

- terasamente la consolidări de taluze, maluri, diguri, baraje de pământ (armări);

- drenaj;
- filtrație și filtrație - drenaj;
- infrastructuri de drumuri și piste;
- depozite de deșuri industriale și menajere.

Principalele **avantaje** ale geosintetelor față de materialele clasice (materialele granulare, betonul, fierul beton etc.), sunt următoarele:

1. se pot proiecta și apoi realiza pentru un grup de funcțiuni sau o funcțiune specifică într-o anumită construcție
2. înlocuiesc mari volume și mase de materiale clasice, la performanțe egale
3. nu reacționează chimic cu apa și pământul, putând fi folosite în medii cu agresivitate ridicată
4. uniformitatea proprietăților garantate pe întreaga suprafață a acestora
5. reduc impactul lucrărilor de construcții asupra mediului ambiant
6. sunt ușor de pus în operă, cu tehnologii simple, fără utilaje speciale, costuri și manopere reduse
7. pot fi puse în operă pe timp de ploaie și la temperaturi de (-5°C) fără a influența durata de execuție
8. pot fi puse sub sarcină imediat după montare
9. aduc importante economii de materiale și energie
10. prețul de cost este comparabil cu cel al materialelor clasice.

Dintre **dezavantajele** materialelor geosintetice se pot aminti:

1. nu pot îndeplini decât rolul constructiv pentru care au fost concepute, solicitate sau încercate, în caz contrar putând fi ușor deteriorate, datorită structurii specializate;

2. sunt materiale subțiri, cu masă redusă în general și sensibile la contactul cu materialele clasice (grele și dure);

3. sunt, cel mai adesea, sensibile la radiațiile ultraviolete;

4. sunt mai expuse fenomenului de îmbătrânire decât materialele clasice (în conformitate cu cercetările, fiabilitatea materialelor GS este de aproximativ 100 ani).

Materialul de bază pentru realizarea geosintetelor îl constituie **polimerii**,

sau pentru diversificarea caracteristicilor și proprietăților, din **polimeri aditivați** cu

diverși componenți. Principalii polimeri folosiți pentru obținerea GS, sunt:

- polietilena (PE) de joasă, medie și înaltă densitate (HDPE);
- polipropilena (PP);
- poliesterul (PS);
- poliamida (PA);
- policlorura de vinil (PVC).

Ținând seama de cea mai importantă funcțiune ce poate fi îndeplinită, geosinteticele se clasifică în următoarele categorii:

1. **Geotextile (GT)**, care au drept principală funcțiune filtrarea și drenajul; pentru folosințe speciale există și GT biodegradabile, deci cu durată de viață limitată;

2. **Geomembranele (GM)**, care prin principala lor proprietate pot asigura o etanșare avansată;

3. **Geogrițele (GG) georețelele (GR)**, utilizate cu prioritate pentru armare și consolidare (ranforsare);

4. **Geocompositele (GC)**, care pot îndeplini una sau mai multe funcțiuni, fiind în consecință, combinații între primele trei grupe, sau cu alte materiale. Amploarea utilizării și consacrarea utilizării acestor materiale pe plan mondial, a determinat nomenclaturizarea lor în grupe de standarde. În România nu există standarde pentru utilizarea GS, ci doar norme ("Norme tehnice privind utilizarea geotextilelor și geomembranelor la lucrările de construcții", indicativ C - 227 - 88, publicat în Buletinul Construcțiilor vol.3/1989.

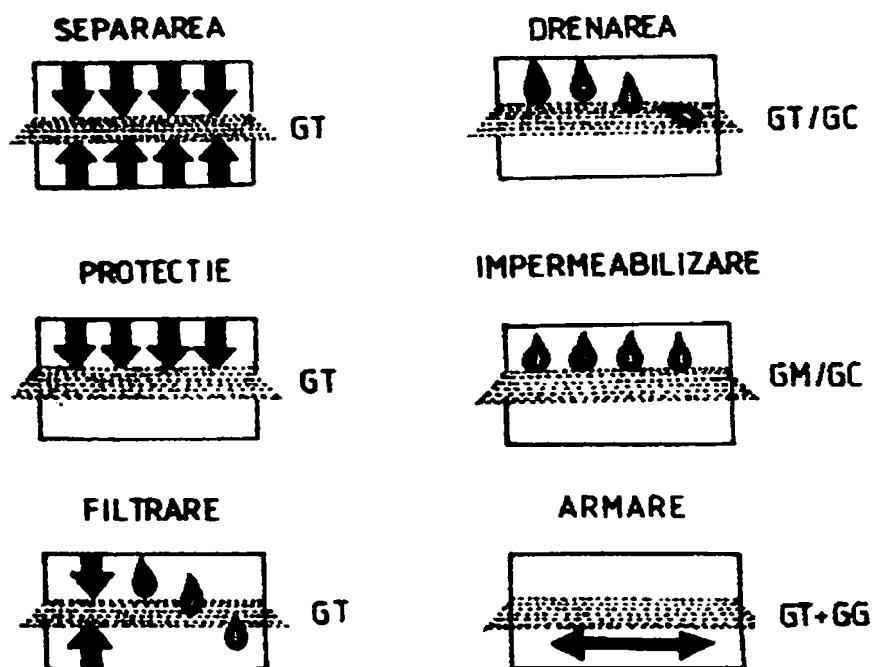


Fig.3.1. Roluri funcționale ale materialelor geosintetice (GS)

În paragrafele următoare se prezintă caracteristicile și domeniile de utilizare ale celor patru tipuri de GS menționate anterior.

3.1.1. Geotextilele (GT)

Geotextilele sunt materiale textile permeabile realizate din polipropilenă sau poliesteri și mai rar din poliamidă și polipropilenă. Sunt prezentate sub formă de pături sau straturi textile simple și rezistente cu grosimi de până la $\delta = 1$ cm. lățimi de $l = (3/6/10)$ m și lungimi mari și sunt livrate în baloturi.

Materia primă (PP, PES) în procesul de fabricație este prelucrată; sub formă de:

- filamente (fire continui obținute prin extinderea directă a polimerului adus prin topire sau dizolvare în stare de fluid vâscos, urmată de solidificare prin răcire în aer) folosite independent pentru fabricarea geotextilelor neșesute;
- fibre, obținute din tăierea filamentelor la lungimi de (40...100)mm și diametre $\Phi = (13...30)$ μm ; sunt folosite pentru producerea GT neșesute sau pentru realizarea firelor prin filare (toarcere);
- fire, obținute prin asocierea filamentelor sau prelucrarea fibrelor; au grosimi $\Phi = (10...20)$ μm .

Obs.:

1) asocierea filamentelor pentru obținerea firelor (fir multifilamentar) se fac prin răsucire, iar firele se obțin din fibre prin filare;

2) caracteristicile filamentelor, fibrelor și firelor sunt finețea și rezistența la solicitări mecanice.

Clasificarea GS, se face după mai multe criterii.

După **criteriul modului de fabricație**, deosebim:

- GT** - clasice;
- speciale;
- compuse.

După **criteriul textil** (tipul textilului)

- GT** - nețesute;
- țesute;
- tricoturi;
- alte categorii (speciale și compuse);

După **criteriul materiei prime** se deosebesc următoarele categorii:

a) după tipul elementelor constituate:

- produse realizate din fibre:
 - continue (filamente),
 - tăiate (pentru cele nețesute);
- produse realizate din fire:
 - monofilamentare,
 - multifilamentare,
 - filate,
 - fibrilate (specifice pentru țesături, tricoturi, plase etc.);
- produse realizate din folii sau plăci, specifice pentru geotextilele speciale și compuse;

b) după natura polimerului:

- produse realizate dintr-un amestec de polimeri sintetici;
- produse realizate dintr-un amestec de polimeri sintetici și naturali;

c) după **proveniența materiei prime**:

- materiale la prima întrebuințare;
- materiale recuperabile și refolosite.

După **criteriul tehnologiei de fabricație**:

- tehnologii textile pentru grupa GT clasice și o parte din cele speciale și compuse.
- alte tipuri de tehnologii pentru o parte din GT speciale și compuse.

După **criteriul funcționalității**:

- filtrante, drenante, de separație;
- de protecție, de ranforsare (consolidare);
- alte funcții ca, funcția antierozională, de suport, container, sau de glisare.

Obs.: dacă un GT îndeplinește mai multe funcțiuni, încadrarea într-o anumită grupă se face în raport cu cea principală (cu menționarea și a funcțiilor secundare).

După **criteriul durabilității**: (durata de viață/biodegradabilitatea)

- produse cu durabilitate mare, adică toate geotextile sintetice);
- produse cu durabilitate limitată, aici încadrându-se toate geotextilele realizate în amestec din polimeri sintetici și naturali.

Caracteristicile de identificare (proprietățile) ale GT stabilite prin normele de standardizare, se referă la:

1) caracteristicile **fizice**:

- masa unitară (ρ);
- grosime (δ pentru GT livrate în balot și Φ pentru fire / fibre);
- volumul unitar (γ);
- finețe;
- lungimea (pentru fire și fibre);

2) caracteristicile **mecanice**:

- compresibilitate;
- rezistența la întindere;

- rezistența la sfâșiere inițială;
- rezistența la impact;
- rezistența la puansonare;

- rezistența la plesnire;
- rezistența la frecare;
- rezistența la smulgere;
- rezistența cusăturii;
- suplețe;

3) caracteristicile **hidraulice**:

- permeabilitatea transversală sau normală (K) pe planul GT;
- transmisivitatea (KD / KT);

4) caracteristicile de **anduranță**:

- alungirea sub sarcină (fluajul);
- oboseala textilelor;
- colmatarea;

5) caracteristicile referitoare la **degradarea GT**:

- degradarea la temperatură;
- degradarea biologică;
- degradarea produsă de razele solare;
- îmbătrânire.

PRODUSE	FUNCȚIUNI
————— GEOTEXTILE	————— Filtrantă
- - - - - GEOTEXTILE ȚESUTE	————— Separare
~~~~~ GEOTEXTILE NETESUTE	~~~~~ Reparație
<b>COMBINATII DE FUNCȚIUNI</b>	
- - - - - Filtrare și separare	+++++ Ranforsare
- - - - - Separare și ranforsare	~>>>>>>>>>>>>>>> Microranforsare
~>>>>>>>>>>>>>>> Suport și frecare intensă	Antierozională
~>>>>>>>>>>>>>>> Suport și frecare redusă	xxxxxxx Suport de amortizare
Strat de frecare	+++++ Strat de frecare intensă
(intensă deasupra și redusă dedesupt)	~>>>>>>>>>>>>>>> Strat de frecare redusă

Fig.3.2. Semne convenționale pentru GT și funcțiile lor (după IGS News)

**Funcțiunile** tehnice ale GT, asigurate de proprietățile acestora, sunt următoarele:

1. **filtrantă, drenantă**;
2. de **separare** (între strate cu funcțiuni diferite) de protecție (între strate cu

texturi sau duri diferite), de **ranforsare** (consolidare);

3. **antierozională**, ca variantă a funcțiilor de protecție sau ranforsare;

4. de **suport**, ca variantă a funcțiilor de protecție sau separare;

5. de **container**, ca particularizare a asocierii funcțiilor ranforsare de suprafață-filtrare;

6. de **glisare**, ca variantă aleasă în anumite categorii de lucrări pentru funcțiunea asociată de separare-protecție.



Fig.3.3. Geotextilul B E N T O F I X (Naue Fasertechnik)

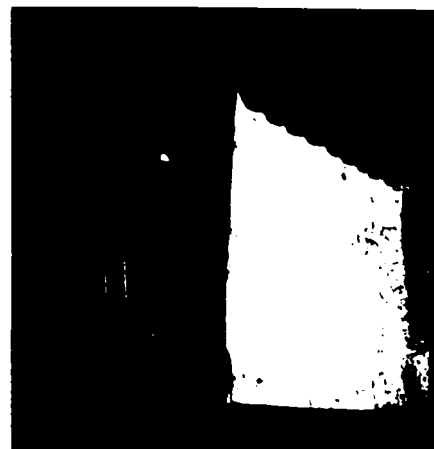
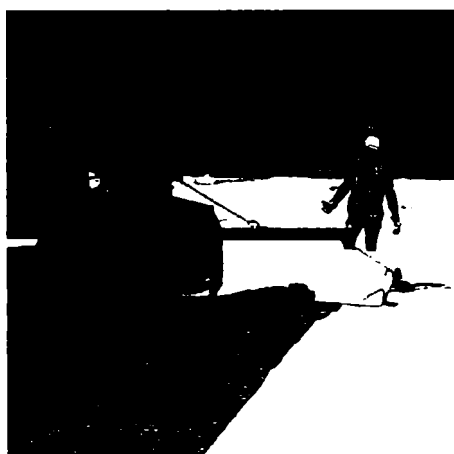
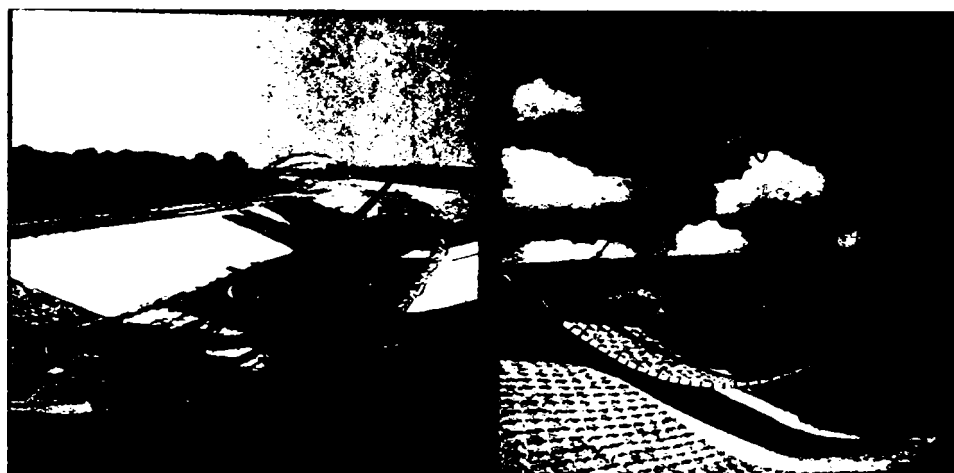


Fig.3.4. Aspecte de șantier



**Fig.3.5. Geotextilul D E P O T E X (Naue Fasertechnik)**



**Fig.3.6. Aspecte de șantier**

Larga aplicabilitate practică a GT în toate domeniile construcțiilor a condus la dezvoltarea rapidă a producției de serie a acestor materiale în toate țările lumii.

Cele mai reprezentative tipuri de GT produse în lume (majoritatea dintre acestea fiind diversificate în mai multe variante, conforme cerințelor specifice domeniului de aplicabilitate), sunt următoarele:



GERMANIA - secutex, terrafix, depotex, filter KB 1, warzener banvlies, monofelt;

S.U.A - filter x, monofilter, poly-filter, mirafi, nicolou;

ANGLIA - terram, typar, parawels, geojute, lotrac, greenfix, tensar MAT;

OLANDA - stabilenka, colbond, armater, enkamat;

ITALIA - terbond, eurogrim pA, italmat.

### **3.1.2. Geomembranele (GM)**

Geomembranele sunt materiale geosintetice impermeabile (etanșe) obținute cu prioritate din polietilenă (PE). Principala lor proprietate le conferă aplicabilitate practică ca elementele constructive de etanșare. În consecință principalele proprietăți ale GM sunt următoarele:

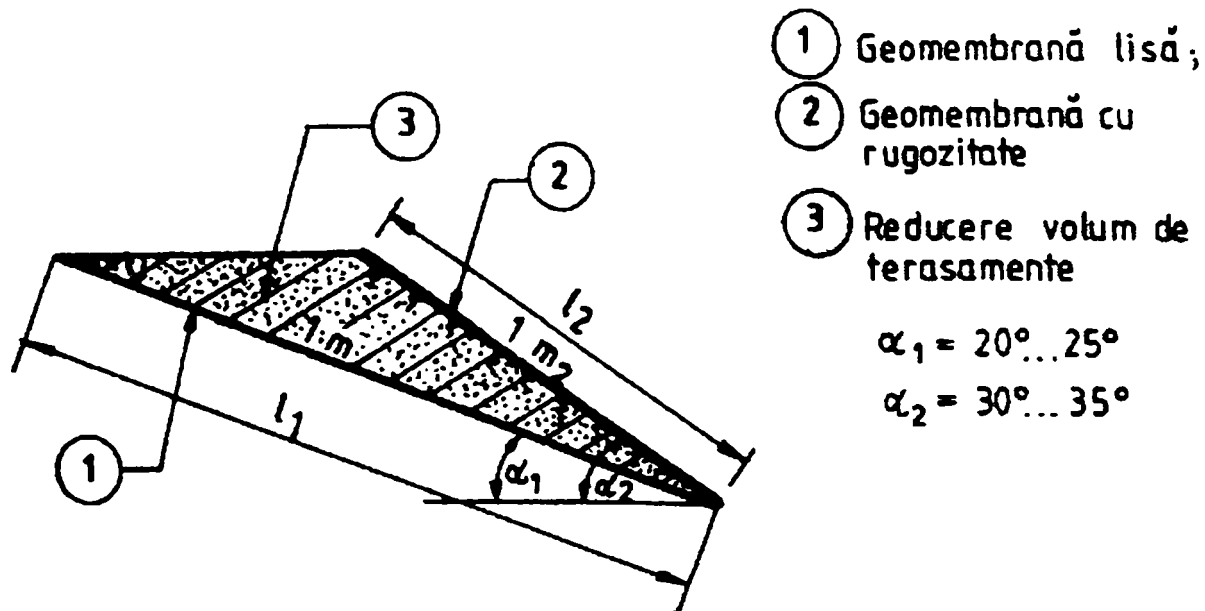
- etanșeitate practic absolută;
- se pot aplica pe orice forme de suprafețe;
- rezistență chimică ridicată față de acizi și baze;
- rezistențe mecanice mari;
- masă specifică redusă ( $m_s = 0,75...5,0 \text{ kg/m}^2$ ).

Sunt fabricate din polietilenă de înaltă densitate sub formă de folii, cu grosimi  $\delta = (0,50...5,00) \text{ mm}$ , lățimi  $l = (5,0...10,0) \text{ m}$  și lungimi cât mai mari  $L = (100...200) \text{ m}$ . În consecință, sunt livrate, ca și GT, în baloturi rulate.

Constructiv, principalele tipuri de geomembrane sunt următoarele:

1. **GM-HDPE clasice** (HDPE - polietilenă de înaltă densitate), care au ca principală calitate, etanșeitatea ridicată (de 100 de ori mai ridicată decât cea oferită de folia realizată din policlorură de vinil)

2. **GM-HDPE cu rugozitate** (pe una din fețe sau pe ambele); sunt concepute pentru mărirea aderenței foliei GM pe taluzele protejate; prezența rugozității permite mărirea unghiului ( $\alpha$ ) taluzului protejat de la valori  $\alpha_1 = 20^\circ...25^\circ$  (pentru cazul foliei lise) la  $\alpha_2 = 30^\circ...35^\circ$ , și în consecință, realizarea diminuării suprafeței necesare de protejat și a volumului de terasamente ( fig.3.7)



- ① Geomembrană lisă;
  - ② Geomembrană cu rugozitate
  - ③ Reducere volum de terasamente
- $\alpha_1 = 20^\circ \dots 25^\circ$   
 $\alpha_2 = 30^\circ \dots 35^\circ$

Fig.3.7. Avantajul tehnico-economic al GM cu rugozitate GM-HDPE, cu strat conductiv electric, astfel concepute încât după instalare (punere în operă), să permită depistarea eventualelor zone cu defecțiuni (perforații sau lipiri imperfecte între folii), deci a zonelor de întrerupere a etanșeității (monitorizarea calității lucrării): această calitate este conferită de amplasarea pe fața inferioară a GM a unui strat electric conductiv (fig.3.8); depistarea este realizată cu ajutorul unui dispozitiv (măsurarea diferenței de potențial) simplu de utilizat și rapid în obținerea rezultatelor (viteză de testare  $v \approx 500 \text{ m}^2/\text{h}$ );

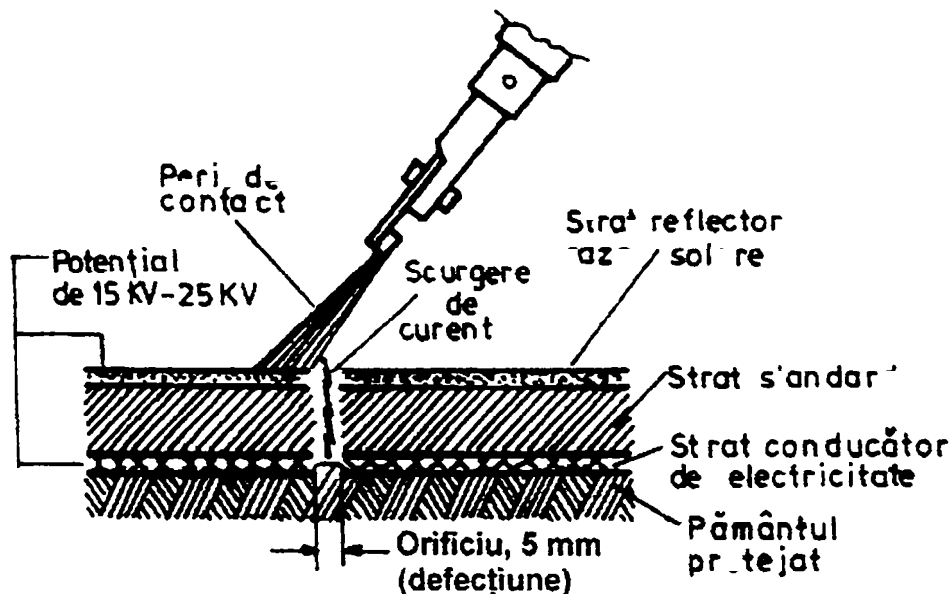


Fig.3.8. GH cu strat electroconductiv, dispozitivul pentru depistarea defecțiunilor

4. **GM-HDPE cu strat reflectorizant**, realizată din două straturi, unul inferior propriu-zis evident de culoare neagră și celălalt deasupra de culoare albă pentru reflectarea razelor solare; se realizează astfel o diminuare a supraîncălzirii datorate radiației solare de la  $\Delta t = + 20^{\circ}\text{C}$  (GM clasică) la  $\Delta t = + 7^{\circ}\text{C}$ .

Principala prioritate a geomembranelor, adică etanșeitatea absolută, le recomandă ca eficient utilizabile pentru lucrările de etanșare-izolare. Între acestea, radierele și acoperișurile depozitelor de deșuri industriale și menajere, se detașează prin marile lor suprafețe de dezvoltare. Cum lățimea maximă de producție a foliilor de GM este de 10 m, se pune problema îmbinării acestora și evident asigurarea etanșeității în aceste zone. Îmbinarea foliilor se poate realiza prin:

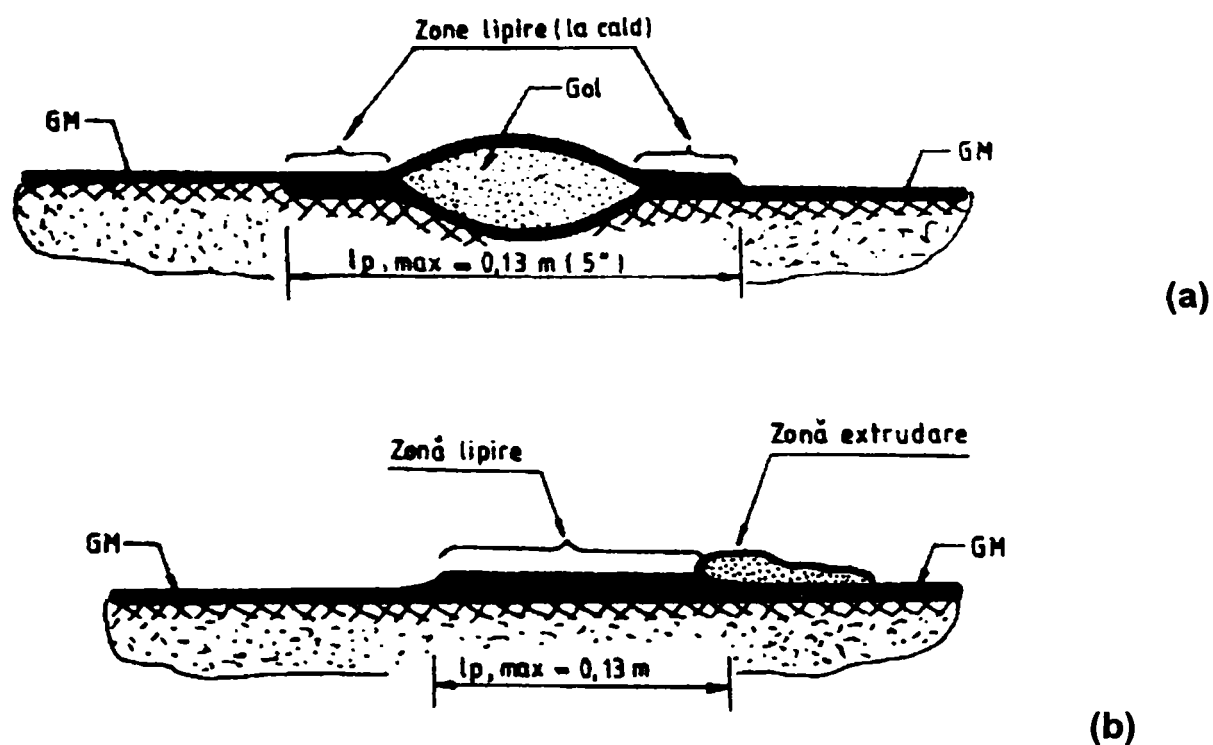
- **simplică suprapunere**, metodă care pentru asigurarea unei minime etanșeități conduce la consumuri nejustificate de material;

- **coasere locală**, metodă ce elimină dezavantajul metodei anterioare și în plus conferă continuitate mecanică; este totuși necorespunzătoare, deoarece nu asigură gradul de etanșare cerut;

- **lipire** cu adezivi, oferă continuitatea și etanșeitatea, dar prezintă dezavantajul riscului dezlipirii în timp sau al dizolvării;

- **sudare** prin procedee termice (încălzire), care deși mai scumpă exclude toate dezavantajele metodelor anterioare; în plus oferă avantajul siguranței etanșeității continue și al unei productivități de realizare mult ridicată, productivitate asigurată de utilaje (dispozitive) performante din punct de vedere tehnologic; sudarea are două variante de realizare:

- simplă sudare (fig.3.9.a.);
- sudare plus extrudare (fig.3.9.b.).



**Fig.3.9.a-b Soluții de îmbinare etanșă a foliilor de GM**

Chiar dacă funcțional, geomembranele sunt concepute în principal ca elemente de etanșare, tipurile lor sunt foarte diversificate pe plan mondial. Între acestea pot fi menționate datorită căutării lor pe piața românească cele de tip UPSUPLAST sau CARBOFOL produse de firma NAUE FASERTECHNIK (Germania), diversificate și ele la rândul lor prin grosimi, dimensiuni în plan ale foliei, rezistențe mecanice, chimice, destinație constructivă.

### 3.1.3. Geogrițele (GG)

Geogrițele sunt produse utilizate în lucrările de terasamente, având ca principal rol constructiv preluarea eforturilor de întindere (armarea pământurilor). Utilizarea lor conferă construcțiilor (cu precădere terasamentelor) rezistențe și fiabilitate sporite, economii la alte materiale, costuri tehnologice și manoperă.

Sunt executate evident din polietilenă de înaltă densitate sau polipropilenă și prezentate sub forma unei rețele de forme diverse. cu goluri mari (dimensiuni  $l/L = 10... 140$  mm). Au lățimi mari și lungimi cât mai mari, la fel ca și GM, deci sunt comercializate (livrate) în baloturi rulate.

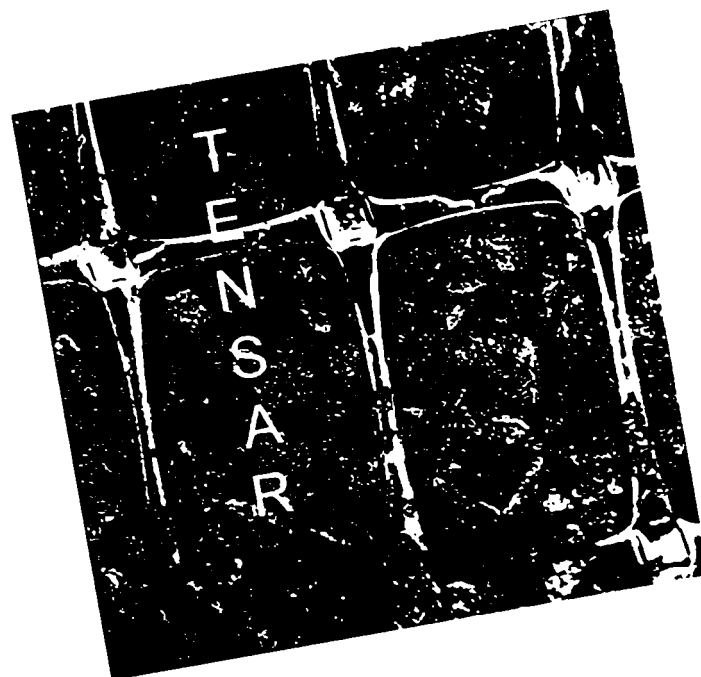


Fig.3.10. GG tip T E N S A R



Aspecte de șantier

Golurile rețelilor, funcție de destinația tehnică pot avea următoarele forme (fig.3.11).

1. pătrate;
2. dreptunghiulare;
  - 2.1. dreptunghiulare propriu-zise;
  - 2.2. dreptunghiulare alungite;
  - 2.3. dreptunghiulare alungite groase;
3. romboidale.

Sunt obținute prin:

a) sudarea (la cald sau cu ultrasunete) firelor sau platbenzilor de PHDE (GG. tip SECUGRID produse de firma NEUE FASERTECHNIK);

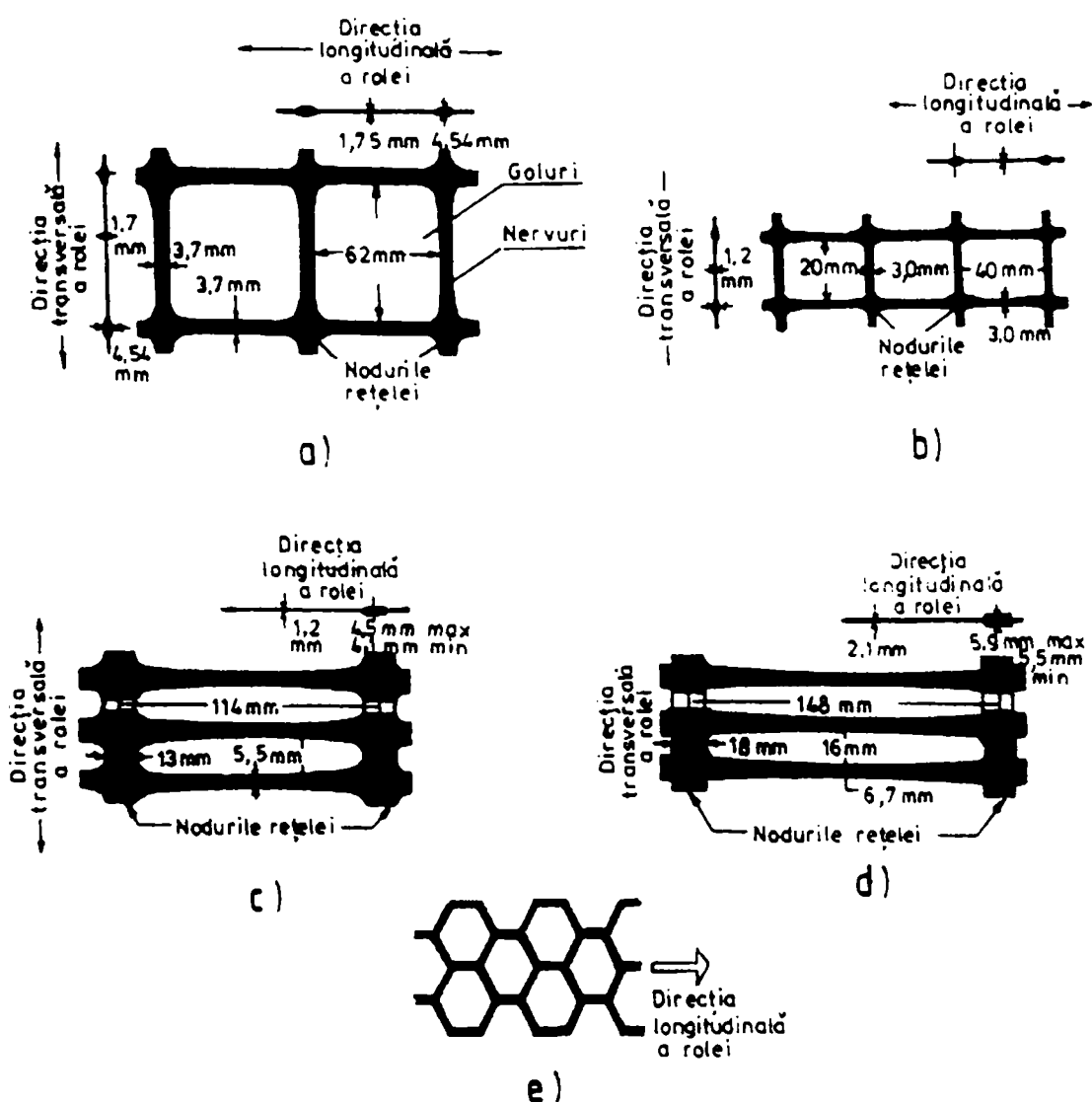


Fig.3.11. Tipuri / forme ale rețelilor de GG

b) practicarea unor fante în folia de polimer urmată de etirare bidirecțională la o temperatură controlată; etirarea se execută mai întâi în sens longitudinal apoi transversal astfel încât să se evite fracturarea structurii moleculare (GG. Tip TENSAR).

Indiferent de tipul lor, GG au următoarele caracteristici:

- suprafața golurilor este foarte mare prin comparație cu cea a nervurilor; în noduri grosimile sunt de 2-3 ori mai mari în nervuri;
- rezistențele transversale sunt superioare celor longitudinale;
- preiau forța de întindere din pământ prin intermediul forțelor de frecare dintre rețea și pământ, efect la care se mai adaugă încheștarea mecanică generată între acestea, evident de încărcările de compresiune.

Datorită masei specifice reduse punerea în operă a GG este simplă. Legătura dintre plase (rețele) se face prin coasere sau legare. Nu sunt sensibile la granulele mai mari din straturile de umplură, au flexibilitate ridicată și sunt inerte chimic.

### Procesul TENSAR

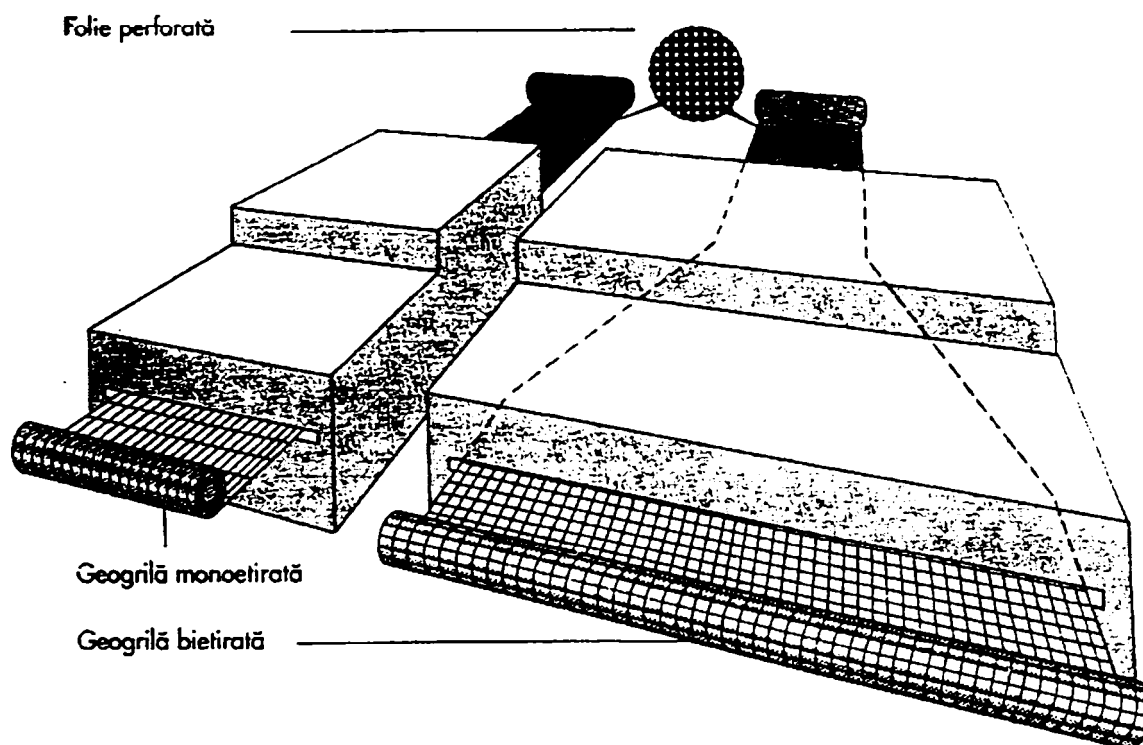


Fig.3.12. Prezentare schematică a tehnologiei de realizare a GG

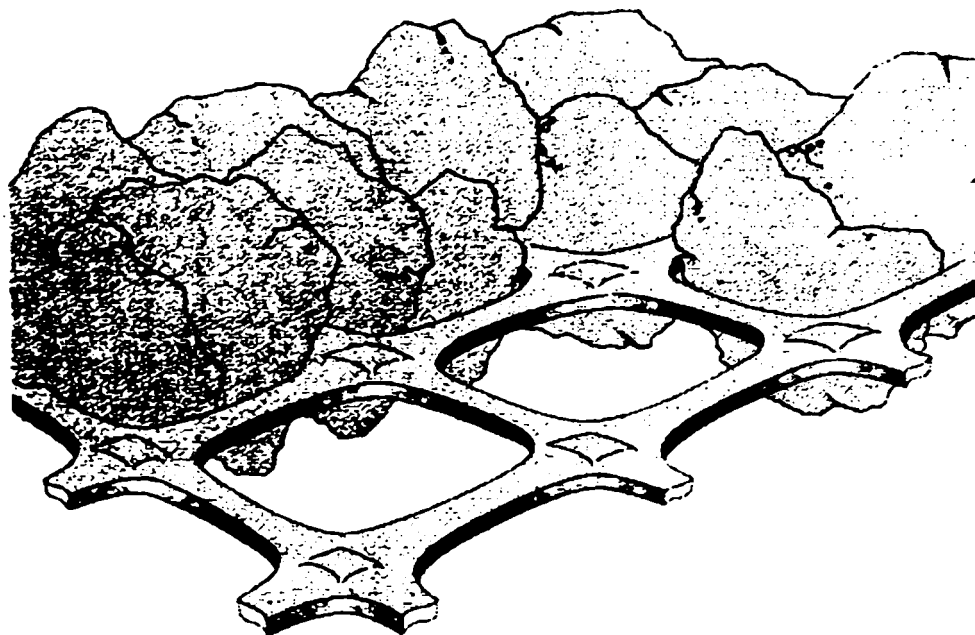


Fig.3.13. GG mecanismul de încleștare

#### **3.1.4. Georețelele (GR)**

Georețelele sunt produse geosintetice cu următoarele proprietăți principale:

- permeabilitate și transmisivitate ( $KD < m^2/zi >$ ) ridicată;
- mare suplețe și flexibilitate;
- masă redusă (adeseori «  $1 \text{ kg}/m^2$ ):
- necorodabile, inerte chimic și microbiologic;
- foarte rezistente la eforturi de întindere și tasări neuniforme.

Toate aceste proprietăți (calități) le recomandă ca elemente filtrant-drenante și de suport antierozional tridimensional.





Fig.3.14. GR tip S E C U M A T (Naue Fasertechnik)



Fig.3.15. Aspecte de șantier

Sunt obținute din polietilenă simplă sau cu adaos (1-2) % negru de fum și

realizate:

a) cu structură plană din;

• folii de PE ștanțate sau folii ștanțate și supuse apoi unei extensii plane la o temperatură controlată (etirare);

• fire de PE termosudate (plase);

b) cu structură spațială, (tridimensională); realizate prin termosudura firelor de PE (tip SECUMAT- Germania sau TENSAR MAT Anglia).

Sunt livrate (comercializate) ca și GT, GM sau GG în baloturi rulate (roluri) cu lățimi  $l = (1,5 \dots 6,0)$  m și lungimi  $L = (30 \dots 100)$  m, funcție de tipul (structura) acestora.

### **3.1.5. Geocompozitele (GC)**

Alături de GT, GM, GG și GR, geocompozitele sunt GS cu largă aplicabilitate în mai toate domeniile construcțiilor. În fapt, GC sunt realizate din diverse combinații între materialele anterior prezentate, și în consecință îmbină proprietăți și funcțiuni ale acestora. Sunt produse sub forma unor sandvișuri / structuri de GS, îndeplinind funcțiuni comasate sau extinse, în raport cu cele ale materialelor din alcătuire.

Principalele tipuri de GC sunt următoarele:

1) Compozite GT cu miez de materiale profilate drenante; sunt utilizate pentru îmbunătățirea calităților filtrant-drenante, a rupe bariera capilară în pământ deasupra geotextilului și a asigura circulația apei în planul drenului:

2) compozite geotextile - geomembrane; sunt utilizate pentru a mări frecările dintre GM și stratul suport sau cel de acoperire (variantă a GM cu rugozitate), pentru a proteja GM de la degradări mecanice, pentru drenaj și sub bariera de etanșare sau asigurarea protecției față de subpresiuni;

3) compozite geomembrane - georețele; sunt utilizate pentru mărirea frecării și rezistenței elementului de etanșare (variantă a GM cu rugozitate);

4) compozite geotextile - geogriile; sunt utilizate pentru armarea asfaltului;

5) compoziție cu miez de material plastic puternic drenant, de tipul unor tuburi sau alveole, acoperite pe ambele fețe cu GT; se obține astfel un strat filtru - dren cu

grosime „ $\delta$ ” de până la 10 cm, rezistent și cu care se pot consolida rapid terenurile mocirloase.

Între cele mai importante tipuri de GC, importanță conferită de calitățile funcțiilor îndeplinite și de frecvența utilizării lor în practica construcțiilor / căutare, pe piață, se numără:

**BENTOFIX-ul**, este alcătuit din două straturi de GT între care se intercalează pudră de bentonită; (vezi fig.3.3.) supus acțiunii apei (umectare) acest produs se gonflează obținându-se un strat (barieră) cu grad foarte ridicat de etanșare ( $K \leq 5 \cdot 10^{-11} \text{ m/s}$ ) sau foarte scăzut de permeabilitate ( $\leq 5 \cdot 10^{-9} \text{ S}^{-1}$ ), valori caracteristice bentofixului BFG 5000 produs de firma NAUE FASERTECHNIK (Germania); pentru cazul în care se dorește un grad foarte ridicat de siguranță se poate apela la un geocompozit format dintr-un strat de bentofix alipit unei folii de GM; se livrează în baloturi rulate (roluri)

**SECUDRĂN-ul** este alcătuit din două straturi e GT între care se amplasează o georețea de tip spațial (SECUMAT vezi fig. 3.16); se obține astfel un element drenant extrem de eficient, ușor și suplu; este livrat de asemenea în roluri lățimi mari și lungimi foarte mari.

**TERRAFIX-ul** este un element filtrant deosebit de eficient datorită caracteristicilor sale generale și realizat prin intercalarea unui strat de nisip între două straturi de GT (vezi fig.3.18).

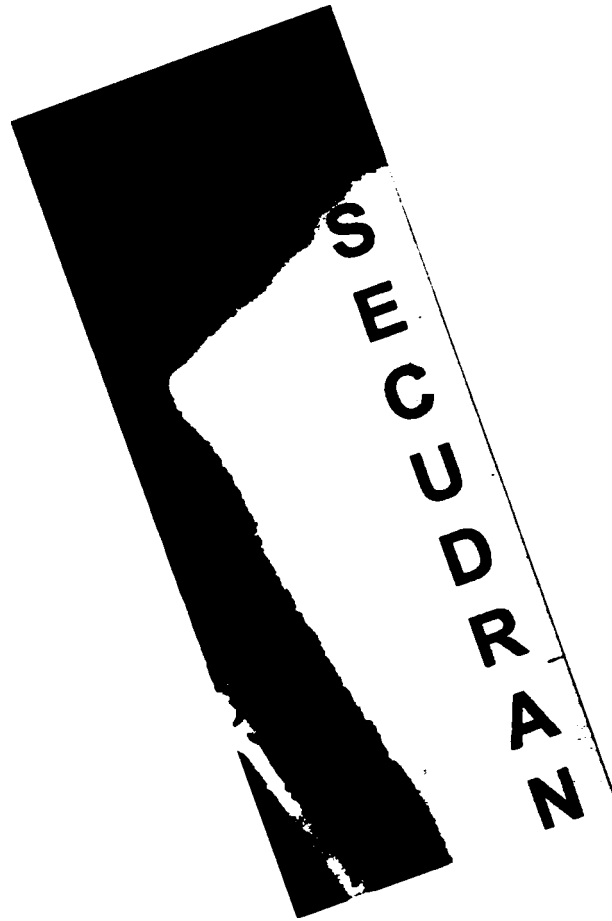


Fig.3.16. GC tip S E C U D R A N (Naue Fasertechnik)

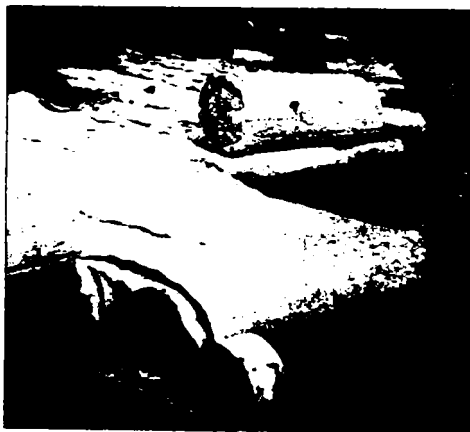


Fig.3.17. Aspecte de șantier

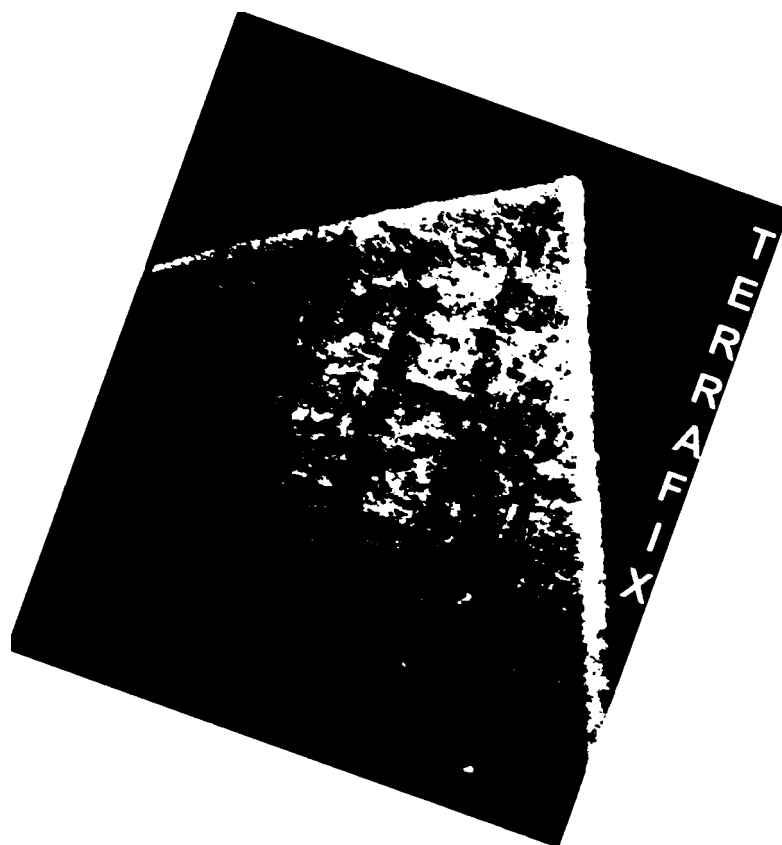


Fig.3.18. GC Tip T E R R A F I X (Naue Fasertechnik)



Fig.3.19. Aspecte de șantier

**GEOCELULE-le**, sunt materiale cu structură tridimensională, în formă de fagure, obținută prin tehnologie de fabrică; sunt utilizate pentru mărirea capacității portante a terenurilor slabe, supraînălțarea corpurilor depozitelor de deșuri (fig.3.20), sau chiar pentru combaterea eroziunii și fixarea solurilor.

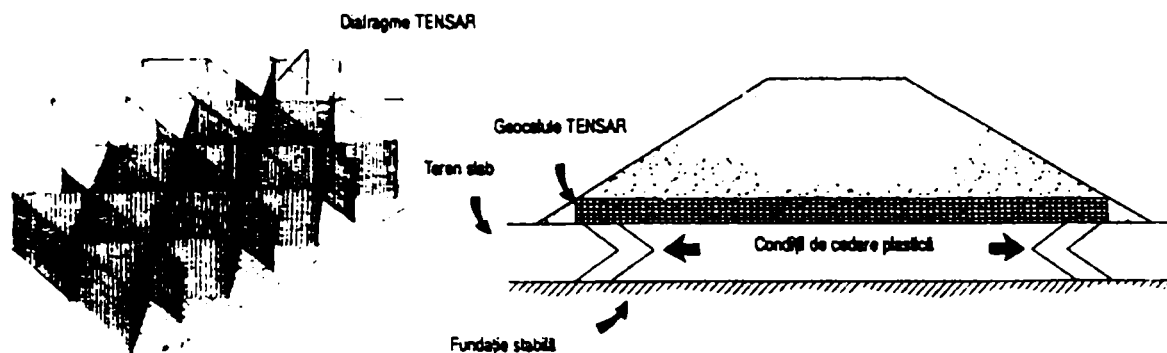


Fig.3.20. Geocelulele, modul de lucru, prezentarea tehnologiei de realizare

**BIOSALTELE-le**, sunt produse specializate, fabricate din fibre naturale (paie) în amestec cu fibre sintetice prinse între două grile; au aceeași aplicabilitate tehnică cu geocelulele, la care se mai poate adăuga domeniul regularizărilor de râuri.

### 3.2. GEOTEXTILE PRODUSE ÎN ROMÂNIA

Industria textilă românească a avut în fabricație curentă o gamă variată de geotextile. Producția era orientată, în special, pe geotextilele clasice nețesute. Au fost concepute și realizate însă și geotextile compuse.

Materialele realizate, cu principalele lor elemente de definiție, condiții de livrare și producător, sunt înscrise în tabelul 3.1.

#### 3.2.1. Geotextile clasice

În grupa geotextilelor clasice s-au produs cinci tipuri de materiale: patru nețesute, MADRIL, TERASIN, MADRITEX și NETESIN și unul țesut, ALFA.

**Madril.** Seria geotextilelor nețesute clasice Madril cuprindea cinci tipuri de produse ( $P_{es D}$ ,  $P_{M}$ ,  $P_{v}$ ,  $M$ ,  $V$ ). Caracteristic pentru toate este că erau obținute din

fibre tăiate, după procedeul "needlepunched". Ele se diferențiază în raport cu tipul polimerului (poliester sau polipropilenă) și fibrei (proveniență, finețe și lungime). Fiecare tip de geotextil se realizează în 3-4 variante sortimentale.

Produsele MADRIL sunt recomandate pentru utilizarea ca elemente filtrante, filtrant-drenante, de separare și ranforsare, acoperind întreg domeniul de utilizări în care pot fi avute în vedere geotextilele clasice neșesute.

**Terasin** - Geotextilele Terasin sunt neșesute realizate dintr-un amestec aleatoriu de fibre din poliester, polipropilenă, poliamidă și poliacrilonitril, provenite în cea mai mare parte - 70% - din refibrarea unor deșuri din fibre din poliester. Ca urmare, masa fibroasă este compusă preponderent din fibre relativ scurte (rupte prin procesul de refibrare), necalibrate și din diverși polimeri, în amestec necontrolat, depinzând de natura deșeurilor textile care intră în procesul de fabricație. De asemenea, conține în proporție de până la 10% fibre naturale vegetale și animale aflate inerent în compoziția produselor textile uzuale din care provin deșeurile. Fibrele refibrate din deșeurile din fire sunt mai lungi și îmbunătățesc caracteristicile masei fibroase.

Tabel 3.1.

GEOTEXTILE CLASICE ȘI SPECIALE CE S-AU PRODUS ÎN ȚARĂ

Specificația	Nr. crt.	Geotextilul	Variante sortimentală		Tipul țesut	Tipul polimerului	Tipul fibrelor-fibrului	Tehnologii de realizare (ptr. neșesute procedeu de consolidare)	Lățime de livrare (m)	Producător
			Nr.	Var.						
Geotextile ce au fost în producție curentă	1		4	5	6	7	8	9	10	11
	1.	MADRIL Pes D	3	300	neșesut	PES	fibre tăiate recuperate de la industria chimică	interșesere	2,4	NETEX Bisuzija
				400						
				500						
	2.	TERASIN I	4	200	neșesut	(1) PES+PP+PA+PNA+ (2) materiale naturale;	fibre tăiate refibratate din materialele recuperate și fibre recuperate de la ind. chimică	interșesere și chimică	2,0	MINET Rm. Vâlcea
				400						
				600						
	3.	TERASIN N	4	200	neșesut	amestec în proporție (1)=90% (2)=10%		interșesere	2,0	MINET Rm. Vâlcea
400										
600										
4.	MADRITEX	3	300	neșesut	PES	fibre tăiate	interșesere	2,0	MINET Rm. Vâlcea	
			400							
			500							
5.	NETESIN	2	300	neșesut	(1) PES+PP+PA+PNA+ (2) materiale naturale în amestec în proporția: (1)=80% (2)=20%	fibre tăiate refibratate din materialele recuperabile	coasere - tricotare	2,0 1,6	FINITEX	
			550							
Durată de viață limitată	6.	TERAZON	1	neșesut	(1) PES+PP+PA+PNA+ (2) materiale naturale în amestec în proporția: (1)=25% (2)=75%	fibre tăiate refibratate din deșuri textile	interșesere	2,2	SC MINET Rm. Vâlcea	
				neșesut						
				neșesut						
7.	NETEZON	1		neșesut			coasere- tricotare	2,2		
8.	TIFON MALIMO	1		tricot	PP(60%)+celofibră(40%)	fir	tricot	1,4	FINITEX	



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Geotextile ce s-au produs în stația pilot sau la comandă specială	9.	MADRIL PM	4	300 400 500 600	nețesut	PES	fibre tăiate 4 den/60 mm	interțesere	2,4	NETEX Bistrița și Stația Pilot CERTEX București
	10.	MADRIL PV	4	400 500 600 700	nețesut	PES	fibre tăiate 8 den/60 mm	interțesere	2,4	
	11.	MADRIL M	4	300 400 500 600	nețesut	PP	fibre tăiate 6 den/60 mm	interțesere	2,4	
	12.	MADRIL V	4	400 500 600 700	nețesut	PP	fibre tăiate 18 den/100mm	interțesere	2,4	
	13.	MADRIL S	1	500	nețesut structu- rat	PP; PES	fibre tăiate 6 den/60 mm + 18 den/100 mm	interțesere	1,6	
14.	MADRIL-FOR	3	400 600 700	compus nețesute	(1) 100% PES sau 50% PES + 50% destrămkătură PNA (2) 100% PES	fibre tăiate + fibre monofilamentare sau filate	interțesere	1,6		
15.	ALFA	3	U M G	țesut	PP	fir fibrilat	țesere	1,2	Stația Pilot TEROM Ieși	

den-denier

În seria TERASIN s-au produs două tipuri de materiale, diferențiate în raport : cu tehnologia de consolidare: TERASIN 1, consolidat prin două procedee, unul primar, prin interțesere și altul secundar, chimic, prin impregnare cu Romacril și TERASIN N, consolidat numai mecanic, prin interțesere. Fiecare dintre acestea se realizau în câte 4 variante sortimentale.

Lungimea relativ mică a fibrelor limitează intensitatea consolidării prin procedee mecanice (interțesere). Ca urmare, produsele TERASIN au rezistențe mecanice mici (inferioare produselor similare realizate din fibre mai lungi).

Geotextilele TERASIN sunt recomandate pentru utilizare în toate categoriile de lucrări în care pot îndeplini funcții filtrante, fiitrant-drenante, de separare și de ranforsare.

**Madritex.** Geotextilele MADRITEX sunt nețesute ce s-au realizat din fibre din poliester consolidate mecanic prin interțesere după procedeul "needlenpunched". Ele se produceau în trei variante sortimentale cu masa de 300, 400 și 500 g/m². În studiu se mai aflau încă șase variante având materia primă în amestec cu fibră obținută prin refribrarea materialelor textile recuperate. Domeniul de utilizare al geotextilelor MADRITEX este larg, acoperind întreaga gamă de lucrări în care geotextilele nețesute pot fi recomandate.

**Netesin.** Produsele NETESIN sunt materiale nețesute cu o compoziție fibroasă asemănătoare ca natură și proveniență cu a produselor TERASIN. Ele sunt consolidate mecanic, prin coasere - tricotare, cu fire din poliamidă. Cusătura este de tip "malimo" și realizează o consolidare eficientă, însă susceptibilă la degradare prin ruperea firului de coasere și deșirarea cusăturii. Prin natura consolidării, materialele au o structură poroasă, cu fibrele orientate în planul geotextilului, ceea ce o deosebește de a produselor nețesute consolidate prin interțesere (MADRIL și TERASIN), la care fibrele sunt reorientate și încâlcite. Produsele se realizau în două variante sortimentale: NETESIN 300 și 500.

Datorită susceptibilității lor la degradare prin ruperea cusăturii, sub acțiunea solicitărilor mecanice sau secționării materialului și mai ales datorită faptului că

degradarea se propagă cu ușurință prin deșirarea acesteia, geotextilele din seria NETESIN au domeniul de utilizare limitat. Ele sunt recomandate numai în lucrări în care nu sunt expuse la degradări de felul celor specificate și pot îndeplini numai funcții filtrante sau filtrant-drenante.

**Alfa.** Sunt geotextile țesute ce s-au realizat din fire fibrilate din polipropilena. Schema de țesut este de tip pânză. Materialul se obține în trei variante sortimentale, în raport cu finețea firelor și desimea acestora în urzeală și bătătură: ALFA U, M și G astfel:

<i>Varianta sortimentală</i>	<i>Finețea firului (dtex)</i>		<i>Desimea (nr. fire/10cm)</i>		<i>Masa unitară g/m²</i>
	<i>urzeală</i>	<i>bătătură</i>	<i>urzeală</i>	<i>bătătură</i>	
ALFA U	2293	3616	41	61	246
ALFA M	2293	2293	56	55	241
ALFA G	2688	2688	100	55	393

Sunt recomandate pentru utilizare ca filtre, elemente de ranforsare și ca material de confecție pentru realizarea unor prefabricate.

### 3.2.2. Geotextile speciale

**Terazon.** Este un geotextil nețesut cu durată de viață limitată (0,5-2,0 ani). În masa lui produsul are înglobate semințe de graminee perene și este destinat utilizării ca protecție antierozională temporară, aplicată pe taluzurile construcțiilor și pante ale terenului până la dezvoltarea vegetației ce rezultă din sămânța încorporată în material. Materialul este consolidat prin interțesere, cu un grad de împâslire redus, pentru a permite creșterea plantelor. În compoziția lui fibroasă, 75% din material este biodegradabil și 25% nedegradabil (din amestec de polimeri sintetici). Materia primă provine din refibrarea deșeurilor textile.

**Netezon.** Este tot un geotextil nețesut, înșămânțat, cu durată de viață limitată, având o compoziție fibroasă și conținut de semințe asemănător cu al produsului TERAZON. Produsul NETEZON este însă consolidat prin coasere-tricotare. La fel ca și produsul TERAZON, materialul se utilizează ca protecție antierozională temporară.

**Tifon malimo.** Este un tricot cu o structură deschisă, realizat din fire al căror conținut este de 60% polipropilenă și 40% celofibră. Având un conținut ridicat de material biodegradabil (celofibră), produsul are o durată de viață limitată. Se recomandă în lucrări antierozionale, ca protecție temporară. Utilizarea lui este asociată cu o înșămânțare prealabilă a terenului, geotextilul având rolul să asigure protecția numai până la dezvoltarea covorului vegetal înșămânțat.

### **3.2.3. Geotextile compuse**

**Madril S.** Este un geotextil nețesut, structurat, realizat din trei strate fibroase de tip Madril: unul central, din fibră mai groasă, care conferă produsului o permeabilitate mai pronunțată și două marginale, din fibre subțiri. Consolidarea se execută într-un singur flux, prin interțesere. Datorită alcătuirii, produsul are o capacitate de drenaj mai mare decât a altor geotextile nețesute omogene, de aceeași masă și grosime, fiind destinat utilizării în lucrări în care funcția filtrant-drenantă a produsului este esențială.

**Madri-for.** În această grupă sunt incluse o serie de materiale nețesute cu inserții din țesături care s-au produs în mai multe variante sortimentale. Partea nețesută poate fi de tip MADRIL P_M, Pes D sau de tip TERASIN. Inserțiile sunt din țesături rare din fire multifilamentare sau fire filate, din poliester.

Materialele din această grupă sunt concepute pentru lucrări de ranforsare a pământurilor.

**Benzi drenante prefabricate.** Sunt benzi drenante prefabricate alcătuite dintr-un miez profilat din PVC plastifiat, învelit cu geotextil TERASIN I 200. Produsul s-a realizat în două variante sortimentale: tipul A, cu miez având un profil trapezoidal, și tipul B cu miez cu nervuri longitudinale. Benzile drenante prefabricate sunt destinate lucrărilor de accelerare a consolidării terenului.

Din cauza unor posibilități tehnice limitate, geotextilele românești s-au produs până în anul 1993 cu lățimi de maximum 2m. Aceasta a constituit un mare handicap, în special față de produsele străine, întrucât presupuneau un mare consum de manoperă la instalare și pierderi de material din cauza petrecerilor, care sunt de minim 30 cm.

Având în vedere necesitatea realizării de produse cu lățimi mai mari, IRIDEX Group SRL și MINET S.A, au importat și instalat la fabrica din Râmnicu-Valcea, o mașină de cusut industrială. În acest fel se cos benzile de geotextile de 2 m lățime obținându-se produse de 4 și 6 m lățime, sau la comenzi speciale, la dimensiunile solicitate de utilizator.

Desigur că aceasta constituie o etapă de tranziție, până când vor începe să se producă și în România, geotextile de lățimi mari - până la 10 m - și în conformitate cu normele și standardele internaționale.

### 3.3. UTILIZĂRI ALE MATERIALELOR GEOSINTETICE ÎN EXECUȚIA DEPOZITELOR DE DEȘURI

Pentru execuția elementelor constructive ale depozitelor ecologice de deșuri menajere sau industriale utilizarea materialelor GS este obligatorie. Aceasta, datorită proprietăților și calităților lor superioare materialelor clasice (argila, nisipul, pietrișul, betonul etc.), calități și proprietăți deja prezentate,

Argumentele utilizării lor sunt de natură:

- tehnică;
- economică;
- ecologică.

Argumentele de **natură tehnică** sunt susținute de funcțiunile pe care

trebuie să le îndeplinească elementele componente ale depozitelor ecologice de deșuri și de calitățile / proprietățile materialelor GS.

Astfel pentru funcțiunea de etanșare se pot utiliza cu foarte mare eficiență (în locul argilei) geomembranele și bentofixul:

- la nivelul radierului și acoperișului pentru oprirea infiltrației levigatului către stratul acvifer și respectiv ale apelor meteorice către corpul depozitului;
- la nivelul acoperișului pentru izolarea și captarea gazelor provenite din descompunerea deșeurilor.

Pentru funcțiunea de **drenaj**, utilizarea altor materiale decât drenurile absorbante din polietilenă de înaltă densitate, secudranul sau a GC geotextil - geogrilă este aproape de neconceput. Utilizarea lor la nivelul radierului este necesară pentru colectarea și evacuarea levigatului în exteriorul depozitului, iar la cel al acoperișului pentru colectarea apelor meteorice infiltrate prin stratul de pământ vegetal.

Funcțiunea de filtrare cu ajutorul geotextilelor, utilizată complementar celei de drenaj este deosebit de eficientă atât la nivelul radierului cât și la cel al acoperișului.

Pentru **protecția** unor straturi sensibile la impact / poansonare alăturate celor de pietriș sau **separarea** unor straturi în zone diferite funcționale (cu precădere pe conturul corpului alăturat radierului și acoperișului) utilizarea geotextilelor este o soluție foarte potrivită.

Funcțiunea de **ranforsare** (consolidare) în variantele:

- **macroranforsare**, necesită utilizarea GC - geotextil - geogrilă;
- **microranforsare**, se realizează cu ajutorul fibrelor / firelor de PE,
- **ranforsare** de suprafață, necesită folosirea geogriurilor și geotextilelor alăturat geomembranelor.

Este necesară pentru sporirea stabilității taluzelor radierului și acoperișului, a capacității portante a terenului de fundare sau la reducerea compresibilității acestuia (pentru situația în care nu pot fi evitate terenurile cu capacitate portantă insuficientă sau compresibilitate ridicată, ori cazul construcției noului DD peste corpul unuia existent).

**Obs.:** detalii grafice aferente utilizării acestor materiale sunt prezentate detaliat în capitolele următoare ale acestui curs.

Argumentele **economice**, sunt sprijinite:

1 ) cu prioritate de economia spațiului (volumului) util obținut prin utilizarea materialelor GS față de cele clasice: spre exemplificare bariera de etanșare realizată cu GM are grosimi  $\delta_{GM} = (1,5 \dots 2,5)$  mm în timp ce folosirea argilei necesită o grosime eficientă  $\delta_{AG} = (0,45 \dots 0,75)$ m. diferența care conduce la o rentabilizare a investiției inițiale cu (18-20) %.

2) de cheltuielile evident inferioare celor aferente transportului, punerii în operă. tehnologiei de execuție, utilajelor și consumurilor energetice:

3) de durata de punere în operă și calitatea execuției lucrărilor

4) de fiabilitate

Argumentele **ecologice** oferite de utilizarea materialelor GS pentru execuția depozitelor ecologice de deșeuri provin din:

1 ) dezavantajul adeseori prezent al structurii geologice necorespunzătoare a amplasamentului (lipsa structurii argiloase pe adâncimea minimă necesară), dezavantaj care necesită "importul" de argilă dintr-o carieră, import care evident creează prejudicii mediului ambiant din zonă);

2) afectarea factorilor mediului ambiant, afectare determinată de condițiile necesare carierelor de argilă sau balastierelor (cazul materialului filtrant);

3) disconfortul creat riveranilor de exploatarea și transportul marilor volume cerute de barierele de etanșare sau filtrante realizate din materiale granulare (zgomot, praf, noroi, noxe etc.).

#### 3.4. PUNEREA ÎN OPERĂ A GEOTEXTILELOR

Tehnologia de realizare a lucrărilor cu geotextile este o etapă esențială, deoarece foarte multe defecțiuni constatate cu ocazia dezvelirii acestor produse pentru control, au arătat că cele mai multe degradări și distrugereri de tipul unor ruperi locale, sfâșieri, discontinuități la îmbinări, s-au produs printr-o punere în operă neglijentă.

Tehnologia în ansamblul ei, presupune și alte măsuri, pentru fazele următoare ale construcției, ca de exemplu: viteza de lucru (de depunere a stratelor), etape intermediare de probe și verificări, racordarea cu alte elemente ale construcției,



finisarea așa încât tehnologia în ansamblul ei trebuie bine precizată prin documentația de execuție și caietul de sarcini.

În continuare se face referire la faza tehnologică de punere în operă. Chiar dacă în această fază geotextilele nu presupun o mână de lucru foarte calificată, esențial este ca operațiunea să fie urmărită permanent de cadre tehnice care cunosc bine concepția lucrării și în special caracteristicile și particularitățile geotextilelor, pentru a nu se produce greșeli iremediabile legate de necunoașterea modului de lucru cu un material – nou de obicei pe șantier - sau prin nerespectarea unor detalii – ne semnificative poate la materialele clasice , dar esențiale în cazul geotextilelor.

Pe parcursul execuției lucrărilor este necesar să se asigure și asistență tehnică de către producător, pentru o bună aplicare și evitarea unor eventuale neconformități.

Fazele premergătoare punerii în operă sunt: recepția geotextilelor conform buletinelor de calitate ce trebuie în mod obligatoriu să le însoțească: prelevarea de probe martor ce vor fi încercate înainte sau după o anumită perioadă de la punerea în operă; depozitarea corectă conform prescripțiilor fabricantului.

Punerea în operă propriu-zisă presupune determinarea amplasamentului, respectiv a formei și dimensiunilor lui, pentru a permite o debitare exactă a geotextilelor; pregătirea suprafeței de pământ sau a elementelor suport; aștemerea propriu-zisă; realizarea îmbinării la rosturi, execuția zonei de încastrare; protecția finală și acoperirea.

#### **3.4.1. Determinarea formei și a dimensiunilor lucrării**

Forma pe care o au suprafețele pe care se aplică geotextilele este în general plană, orizontală, înclinată sau verticală. Chiar dacă variază mult conturul, măsurarea dimensiunilor în acest caz nu ridică probleme deosebite și se realizează cu mijloace clasice utilizând atât măsurători directe, cât și cele optice sau cu laser, la suprafețe importante.

În cazul unor suprafețe spațiale (foto 3.21): excavații pentru rezervoare și canale, domurile depozitelor, ramblee înalte etc., problema este mai complicată.



Tehnici moderne utilizând aparatura G.P.S-Geodetic Positioning System - care recepționează impulsurile transmise de la minimum 4 sateliți geodetici specializați, pot efectua o retrointersecție spațială, cu ajutorul unui soft existent în aparatul terestru. În acest fel se obține imaginea spațială a suprafeței excavației sau umpluturii, ce trebuie acoperită cu geotextil și apoi tot cu ajutorul calculatorului se pot trasa suprafețe cât mai apropiate de un plan, după care se debitează produsul ce va fi utilizat.

#### **3.4.2. Debitarea**

Debitarea, tăierea produsului se face din rolele furnizate de fabrică, cu foarfeci, cuțite bine ascuțite, cu flacără oxiacetilenică sau alte instrumente recomandate de fabricant pentru zonele cu clinuri, triunghiuri, trapeze, cercuri sau alte forme este recomandat să se amenajeze o masă de trasare (platformă betonată), care să asigure acuratețea dimensiunilor și formelor.

O atenție deosebită se va da marginilor: la geotextilele țesute se va împiedica destrămarea prin tratare termică (chiar la tăierea cu flacără), iar la cele nețesute, muchiile vor fi protejate până la punerea în operă.

În cazul unor suprafețe plane, de dimensiuni mari, debitarea este bine să se facă direct, la fața locului îndată după așternere.

#### **3.4.3. Pregătirea suprafeței**

Pentru terasamente ea constă într-o nivelare corespunzătoare cu utilaje clasice: buldozere, autogredere, screpere, la toleranțele admise pentru lucrările de nivelare. Urmărirea se va face cu mijloace topografice clasice sau prin nivelment cu laser.

În cazul necesității unei compactări a suportului, aceasta se va realiza concomitent cu nivelarea (foto 3.22 )

Pentru materialele granulare necoezive de genul filtrelor inverse nivelarea se va face cu utilaje pe pneuri.

În final trebuie să rezulte o suprafață fără făgașe adânci (maxim 2 cm), multiple denivelări locale sau discontinuități. Acestea pot induce în geotextil după acoperire, eforturi suplimentare de întindere, destrămări etc.

Pentru a evita perforarea geotextilului de pe suprafața de pozare se vor îndepărta cu grijă orice materiale ascuțite, colțuroase sau de dimensiuni mari ce pot produce concentrări de eforturi: rădăcini, crăci, agregate cu muchii vii, bolovani mari.

Înainte de începerea operațiilor de finisare a suportului se va întocmi un plan cu sensurile acestei operații și ale celor de așternere, coasere și acoperire, cu detalierea drumurilor de acces și circulație, tipul de utilaje și mijloacele de transport ce se vor utiliza, măsuri de protecție și de intervenție.

Pentru alte suprafețe - beton, mixtură bituminoasă - se va urmări asigurarea compatibilității geotextil-suport, respectându-se aceleași exigențe.

La încorporarea geotextifelor în betoane sau masticuri bituminoase la cald, se va corela temperatura acestora cu limita de temperatură pe care o poate suporta produsul, definită de furnizor.

#### **3.4.2. Așternerea geotextilului**

Așternerea geotextilului se face după un plan de trasare care va cuprinde: dispunerea relativă a benzilor de geotextil și deci modul de debitare a lor; poziția lor; ordinea de așezare în lucrare; graficul și etapele de acoperire.

Orientarea fâșiilor va ține seama de direcția solicitărilor ce vor apărea în geotextil, astfel încât rezistențele maxime ale produsului să coincidă cu sensul acțiunilor maxime.

De asemenea, sensul suprapunerii benzilor va avea în vedere sensul de întindere a materialului de acoperire: direcția de curgere a apei; fenomenul de șiroire în caz de ploi până la acoperire; pantele locale; îmbinările de colț (între trei sau mai multe fâșii, de exemplu).

La așternere se vor asigura rezerve suficiente la marginea geotextilelor, pentru suprapuneri, contactul cu alte elemente din construcție, încadrarea la mușea superioară a taluzului etc.

Așternerea în sine se va face:

- Pe suprafețe mari continue prin simpla derulare a rolelor manual (foto 3.23; 3.24) sau mecanizat (foto 3.25; 3.26; 3.27). Se va urmări în ambele cazuri o bună întindere care să asigure contactul continuu cu suportul, evitarea formării de încrețituri. Această operație se realizează la capăt de fâșie de obicei manual (foto 3.28; 3.29).

- Pe suprafețe cu curbura sau restrânse, unde derularea nu este posibilă, se vor utiliza fâșii tăiate anticipat. La suprafețe curbe nu se admite așternerea geotextilelor direct din rulouri, situație în care se pot forma văluriri locale.

- Pe suprafețele verticale, cum este cazul în lucrările de drenaj din spatele zidurilor de sprijin, fundații, căptușeli de tuneluri, așternerea geotextilului se face prin derulare de jos în sus, cu apăsare energetică pe suport. Pentru îmbinarea fâșiilor adiacente, dat fiind specificul solicitărilor ce pot apărea în această situație, este suficientă o suprapunere a lor pe 10-20cm.

În anumite situații, cum este cazul rambleelor pe pământuri cu capacitate portantă scăzută, din cauza accesului dificil, geotextilul poate fi așternut direct pe terenul natural, aceasta constituind uneori singura soluție de acces. Geotextilul va trebui astfel ales (în special când se folosește într-o soluție definitivă) încât să aibă rezistențele mecanice corespunzătoare pentru a nu se degrada prin poansonare, strivire, întindere sau sfâșiere, precum și suplețea necesară mulării lui pe un teren care nu poate fi bine nivelat.

În cazul geotextilelor ce trebuie așternute sub apă se ține seamă că multe sunt flotante, chiar saturate cu apă și vor trebui lestate. Întotdeauna se va proceda la asamblarea unor suprafețe cât mai mari de geotextil, pe mal, după care vor fi lansate de pe un ponton dinspre apă spre mal, sau direct de pe mal cu un echipament adecvat (foto 3.30). Îmersarea geotextilului trebuie urmată întotdeauna de lestarsă, iar în cursul operațiilor pe apă este necesar să se țină seama de curenții locali, valuri și circulația pe râu sau canal.

#### **3.4.4. Îmbinarea fâșiilor**

Îmbinarea fâșiilor se realizează prin simpla suprapunere, prin coasere (foto.3.31) sau, mai rar prin termosudare.

Suprapunerea se aplică în toate cazurile în care funcțional geotextilul nu urmează să preia eforturi de întindere. La suprapunere petrecerea trebuie să fie de ordinul a 30-50cm pentru a prelua și eventualele deplasări ce se pot produce la acoperire, sau prin circulația utilajelor.

Îmbinarea prin coasere se recomandă întotdeauna când, funcțional, geotextilul trebuie să preia eforturi de întindere. Coaserea se realizează cu mașini de cusut portative. Zona cusută trebuie să aibă pe cât posibil o rezistență echivalentă cu cea a

geotextilului. Acest lucru exprimă eficiența cusăturii și se determină prin teste preliminare. Pentru coasere se recomandă o cusătură cu fir dublu, care evită desprinderea în cazul ruperii firului. Marginile prinse în cusătură sunt de 3-5cm la cusături simple și cca. 10 cm la cusăturile tighel.

În funcție de lucrare și geotextil pot fi utilizate și alte moduri de îmbinare: prindere cu agrafe metalice inoxidabile; termo-sudare directă sau cu adaosuri de polimeri.

#### **3.4.6. Fixarea geotextilului în amplasament**

În perioada dintre așternerea geotextilului și protecția finală trebuie să se asigure o fixare provizorie a geotextilului în scopul evitării deplasării acestuia sub acțiunea vântului sau operațiunii de acoperire. Fixarea provizorie pe teren se poate realiza prin simpla lestarsă cu material granular mare amplasat local (foto 3.32). La capete, pentru o asigurare mai bună geotextilul se poate fixa cu țărugi sau prin îngroparea într-un șanț. Pentru suprafețe orizontale o lestarsă foarte eficientă se poate obține folosind pneuri uzate (foto 3.33).

Pentru suprafețe foarte înclinate, verticale sau la tavane, bolți, fixarea temporară a geotextilelor până la acoperirea definitivă se va stabili anticipat, prin proiect, cu detaliile constructive adecvate.

#### **3.4.7. Încăstrarea**

Încăstrarea când geotextilul se aplică pe taluzuri și anume la partea superioară a acestora, de obicei pe o banchetă orizontală, printr-o fixare simplă, dar rezistentă prin care să se evite apariția de eforturi concentrate.

De asemenea, la contactul cu alte construcții se asigură o petrecere și legătură corespunzătoare a geotextilului cu acestea (foto 3.34). Aici trebuie lăsate și anumite rezerve de produs pentru ca în caz extrem, când apar întinderi suplimentare pe taluz să se reducă tensiunile prin derularea de geotextil. Încăstrarea prin îngropare este cea mai sigură și simplă metodă, cu toate că uneori trebuie folosite și ancorări pe elemente rigide: pereți sau grinzi de contur ale construcției, partea superioară la zidurile de sprijin sau la elemente din alte materiale decât pământul.

**3.4.8. Protecția finală și acoperire**

Punerea în operă a stratului acoperitor trebuie să se facă imediat după așternerea geotextilului. Suprafața de instalat nu trebuie să fie mai mare decât cea care poate fi acoperită într-un schimb de lucru, în general cel din ziua următoare. Aceasta pentru a evita degradarea la acțiunile antropice, ale factorilor climatici și ale razelor solare.

La volume mari, de determinare acoperirea se face de obicei mecanizat. Nu este permisă circulația utilajelor, în special a celor terasiere, direct pe geotextil. Dacă totuși condițiile de lucru impun o circulație provizorie de acest fel trebuie să se țină seama de aceasta la alegerea geotextilului. Este interzisă cu desăvârșire circulația direct pe geotextil a utilajelor pe șenile, a cilindrilor compresori cu came sau a celor care pot perfora, poansonare sau tăia geotextilele.

Materialele pământoase coesive sau necoesive se pun în operă prin înaintarea peste geotextit, în sensul în care acesta a fost derulat, pentru a nu se produce strângerea lui sub acoperire (foto 3.35; 3.36; 3.37). Utilajele circulă în acest caz pe stratele depuse, care se nivelează tot prin înaintare cu buldozerul. Materialele de acoperire trebuie să fie curate, fără incluziuni colțuroase, cu muchii ce pot perfora sau străpunge, iar cele granulare trebuie să aibă o granulometrie continuă, care să le asigure o alunecare corespunzătoare și particule cu  $d_{max} < 100$  mm, într-o proporție redusă (10-15%)

Compactarea, dacă este cazul, se face numai pe un strat de acoperire, gros de minim 30-50 cm și care să aibă o suprafață mare.

În cazul în care se utilizează pentru acoperire, anrocamente sau balasturi grosiere (foto 3.39) trebuie să se aibă în vedere că în procesul de basculare acestea pot să cadă de la înălțimi de peste 1 m (foto 3.40) și să producă perforarea geotextilului. În asemenea situații este indicat să se utilizeze geotextile cu rezistențe mari la impact și poansonare sau să se aștearnă un geotextil intermediar suplimentar ori un material granular cu dimensiuni până la 3 cm.

Când protecția este constituită din dale din beton turnate pe loc, în special pentru geotextilele care au funcțiuni filtrant drenante, se impune interpunerea unui strat de hârtie Kraft, care să împiedice contaminarea cu lapte de ciment.

O protecție eficientă se poate realiza și din dale din beton cu goluri care se umplu cu balast sub nivelul normal de retenție, sau de curgere a apei. Peste acest nivel, până la buza superioară a taluzului, dalele cu goluri se umplu cu pământ, ce se înierbează, astfel încât se obține un aspect agreabil, care să asigure concordanța cu mediul înconjurător.

Protecția din dale de beton prefabricate mari sau saltele se realizează prin așezarea acestora cu ajutorul macaralelor (foto 3.41) pe un strat subțire de 5-10 cm, din material granular fin, chiar nisip, iar în cazul dalelor mici manual (foto 3.42).

Trebuie evitate acoperirile accidentale ale geotextilelor așternute și neacoperite, cu noroi rezultat prin șiroirea pământului de pe taluzurile lucrării sau de pe versanți, ca urmare a unei ploi torențiale.

În asemenea cazuri, singura soluție este scoaterea din lucrare a geotextilelor contaminate și eventuala lor recuperare prin spălare energetică.

Prevederea unor șanțuri de gardă pentru interceptarea apelor de ploaie, pe bema superioară a taluzurilor, sau la baza teraselor, în cazul unor suprafețe mari de acoperit, este o soluție recomandată și mult mai puțin costisitoare decât eventualele remedieri ale lucrărilor.

Pe suprafețele înclinate, acoperirea și așternerea geotextilelor vor trebui astfel conduse încât să se asigure scurgerea apelor din precipitații imediat după căderea acestora.

În perioadele când este previzibilă căderea de zăpezi nu se lasă geotextilele descoperite, deoarece zăpada odată intrată în ele, nu mai poate fi evacuată și produce efecte negative imprevizibile.

O categorie aparte de lucrări o constituie execuția șanțurilor sau tranșeelor drenante. Acestea se execută prin învelirea unui volum de material granular cu geotextil (foto 3.43.). Pentru aceasta, geotextilul trebuie să acopere perimetrul șanțului, ceea ce se realizează prin pozarea unor fâșii tăiate la dimensiunea necesară. De asemenea, în timpul operațiunii de turnare a materialului granular trebuie să se asigure menținerea geotextilului pe pereții verticali prin lestare, prindere de țărugi sau ancorarea materialului la suprafața terenului.

La partea superioară a prismului de material granular, acoperirea acestuia se face cu o petrecere a marginilor geotextilului pe 10-20 cm lățime, astfel încât să fie bine asigurată protecția corpului drenant.



Tehnologia de execuție a șanțurilor drenante se desfășoară în următoarea succesiune de operațiuni: lansarea geotextilului în șanț și fixarea marginilor la suprafața terenului; turnarea materialului granular; acoperirea părți superioare a volumului de material granular cu geotextil și umplerea șanțului.

În funcție de dimensiunile șanțului sau tranșeei, pozarea geotextilului se face:

- prin derularea sulurilor de geotextil în lungul șanțurilor și lansarea acestora în șanț atunci când lățimea materialului asigură învelirea volumului de material granular;
- prin lansarea unor fâșii tronsonate de geotextil așternute transversal pe șanț, atunci când lățimea materialului este insuficientă pentru a înveli volumul de material granular.

În cazul dispunerii fâșiilor transversal pe tranșee, îmbinarea lor se face prin petrecerea marginilor pe 10 cm lățime, în sensul de curgere al apei.

Când dispunerea geotextilului se face longitudinal pe tranșee, îmbinarea se face fie prin petrecere, fie, mai bine, prin coasere, ceea ce asigură continuitatea în operațiunea de lansare pe distanțe lungi.

Pentru realizarea sistemelor de drenaj orizontale (foto 3.44), sau vertical cu tuburi, montarea filtrelor din geotextile constă în învelirea cu material a unor tuburi perforate, flexibile sau rigide, de diferite diametre și lungimi. Operațiunea este concepută în totdeauna ca o prefabricare a elementelor drenante.

În cazul drenurilor orizontale, echiparea cu filtru este continuă, pe lungimi foarte mari. Învelirea tuburilor de drenaj riflate și flexibile se face mecanizat, cu un utilaj specializat care asigură, în flux continuu, învelirea lor cu geotextil și prinderea acestuia de tub, cu fretă. Învelirea cu geotextil se face cu o petrecere a marginilor geotextilului pe 2 cm (foto 3.45). Pozarea drenurilor în teren se realizează cu combina de drenaj care sapă tranșee, lansează tubul și apoi îl acoperă.

În cazul drenurilor verticale sau forajelor de drenaj, echiparea cu filtru din geotextil se realizează pe lungimi limitate, de ordinul metrilor. Învelirea tuburilor cu geotextil constă din îmbrăcarea acestora cu un ciorap din geotextil confecționat prin coasere. Geotextilul se fixează apoi pe tub prin matisare, solidarizarea lui de extremitatea inferioară și superioară a acestuia fiind obținută prin lipire și legare strânsă în continuarea matisării cu firul respectiv.

Pentru execuția sistemelor de drenaj vertical cu benzi drenaje, tehnologia de execuție a lucrărilor constă în pozarea prin înfigere în teren a unor elemente

refabricate. Operațiunea se execută cu un utilaj specializat care introduce drenul sub protecția unei lănci la adâncimea dorită. Deoarece montarea sistemului de drenaj se face într-o rețea, de regulă deasă, organizarea lucrărilor presupune o schemă care să cuprindă și traseul parcurs de utilajul de înfigere.

Pozarea drenurilor în teren se realizează prin procedeul cu cap pierdut și comportă în fiecare punct, următoarele operațiuni: poziționarea utilajului, montarea capului pierdut; înfigerea lăncii cu elementul drenant; extragerea lăncii și tăierea elementului drenant la 20-30 cm deasupra suprafeței terenului.

Geotextilele pot constitui un produs excelent pentru situații de intervenție la drumuri de acces în zone mlăștinoase, cu capacități portante reduse, pentru piste, chiar cu scopuri militare (foto 3.46) în aceste cazuri trebuie reținut însă că ele se vor degrada în mod cert într-o anumită proporție și că deși își vor îndeplini rolul o perioadă de timp, efectul lor nu poate fi permanent.

#### **3.4.9. Supravegherea lucrărilor**

Supravegherea execuției lucrărilor se realizează continuu dar ea trebuie controlată în următoarele etape care în conformitate cu prevederile legale, trebuie să constituie faze determinante:

- pregătirea terenului suport
- așternerea fâșiilor și lestarea lor provizorie
- îmbinarea fâșiilor
- așezarea protecției finale.

#### **3.4.10. Verificarea și asigurarea calității materialelor puse în operă**

În toate situațiile în care se utilizează geotextile trebuie asigurată verificarea calității produselor aprovizionate precum și condiții corespunzătoare de manipulare și depozitare a lor, astfel încât să nu se degradeze.

Condițiile de livrare de la producător prevăd ca baloturile de geotextil să fie etichetate având marcate: numărul lotului, caracteristicile de identificare și elementele dimensionale ale sulurilor. Uneori marcarea tipului de geotextil se poate



face și direct pe acesta . De asemenea, fiecare lot de produse va fi însoțit de un certificat de calitate.

Recepția pe șantier comportă două etape:

- Verificarea corespondenței dintre elementele marcate pe etichete și cele din certificatul de calitate cu prevederile din contractul încheiat;

- Verificarea prin încercări efectuate prin sondaj a unor caracteristici de bază, care funcțional sunt esențiale în lucrările respective. Natura și numărul acestor încercări se stabilesc după caz, ținând seama de volumul și particularitățile lucrărilor.

Încercările de verificare și control se fac în laboratorul de șantier sau în laboratoare specializate.

În majoritatea cazurilor geotextilele sunt livrate sub formă de suluri. În funcție de dimensiunile și masa lor, sulurile pot fi manipulate manual sau cu utilaje de ridicare și transport.

Condițiile de depozitare a geotextilelor trebuie să asigure păstrarea calității și integrității materialului până la punerea în operă. În acest sens, se va evita umezirea, înghețul, expunerea la lumină precum și impurificarea materialelor cu praf sau noroi. O depozitare pe platforme special amenajate și acoperite, sau în magazii închise, asigură toate aceste deziderate.

La punerea în operă este necesar să se supravegheze atent stocarea la punctul de lucru unde, cele mai frecvente neajunsuri sunt date de degradarea materialelor prin murdărire și colmatare cu noroi. De asemenea se va evita derularea cu mult înainte de așternere a geotextilelor în amplasamentul lucrărilor.

În situațiile în care materialul a fost afectat de degradări prin depozitare sau manipulare necorespunzătoare, porțiunea respectivă va fi îndepărtată.



Fig.3.21. Forma complexă a unei suprafețe ce trebuie protejată



Fig.3.22. Compactarea suprafeței pe care se va așeza geotextilul

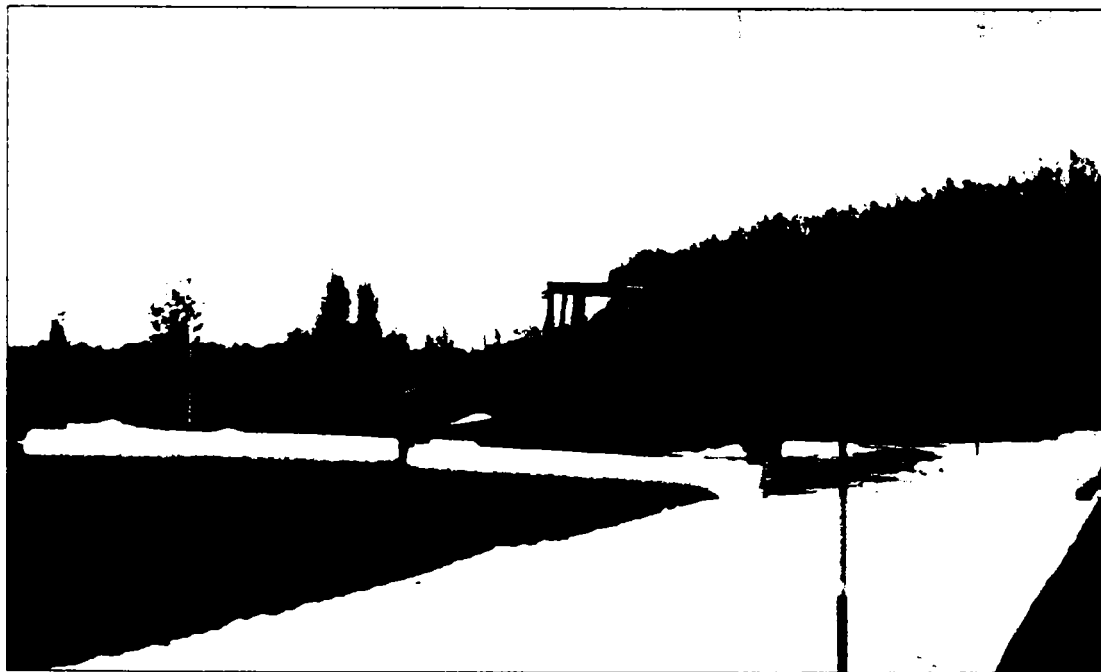
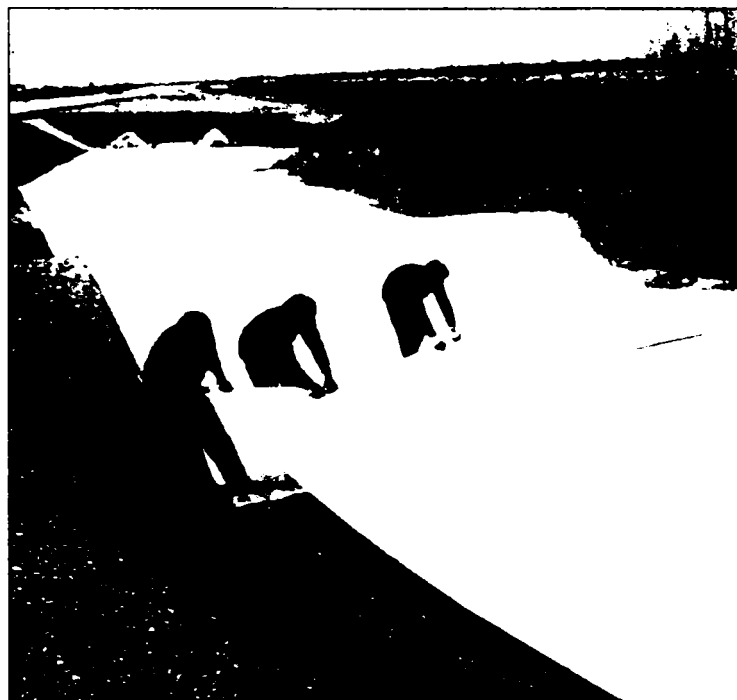
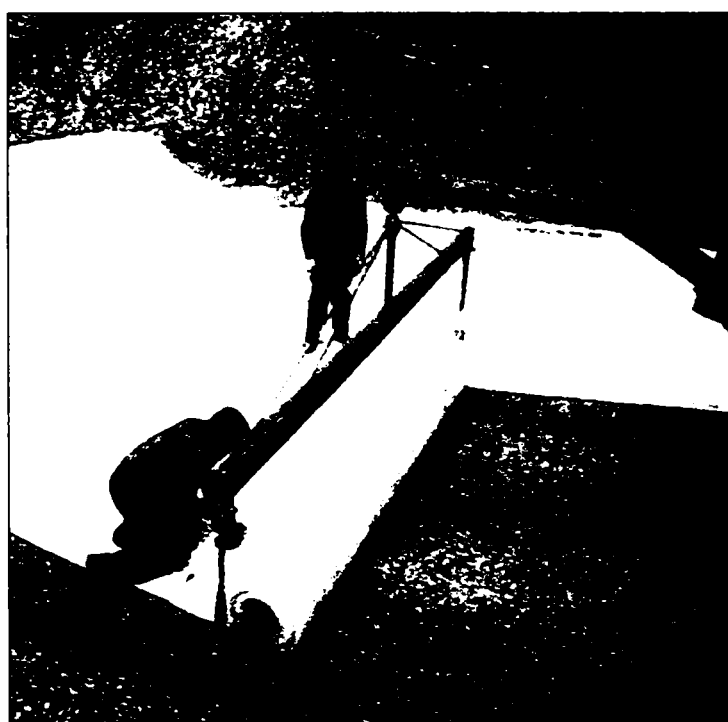


Fig.3.23. Așternerea manuală a geotextilelor



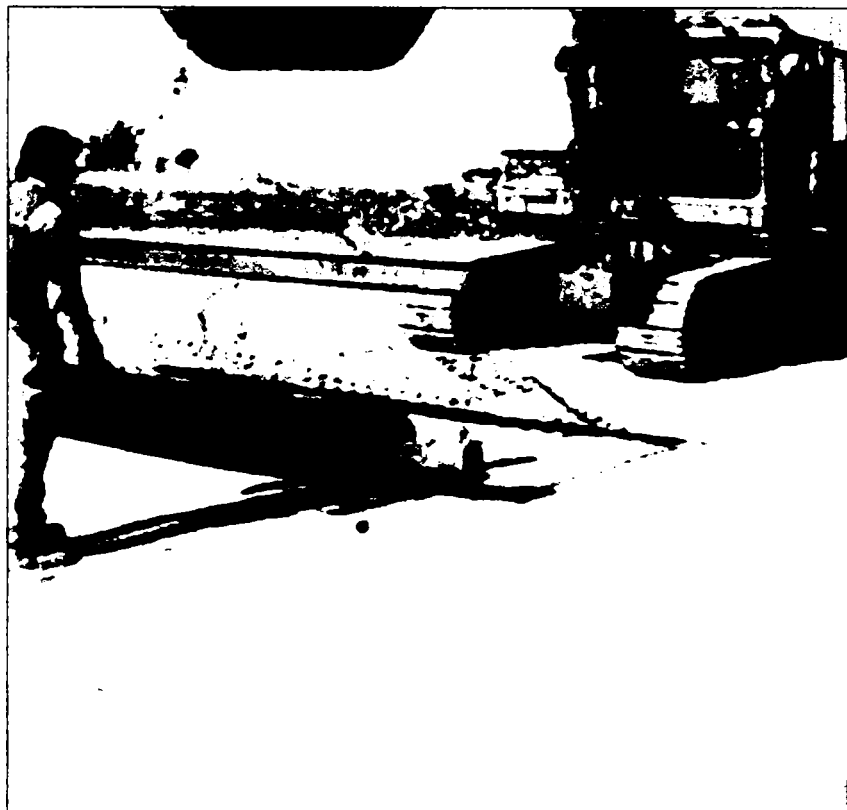
**Fig.3.24. Așternerea manuală a geotextilelor**



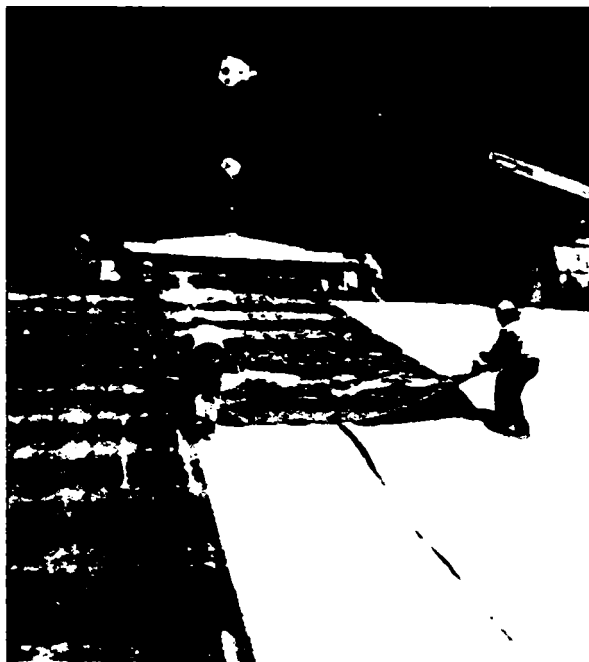
**Fig.3.25. Așternerea mecanizată  
a geotextilelor**



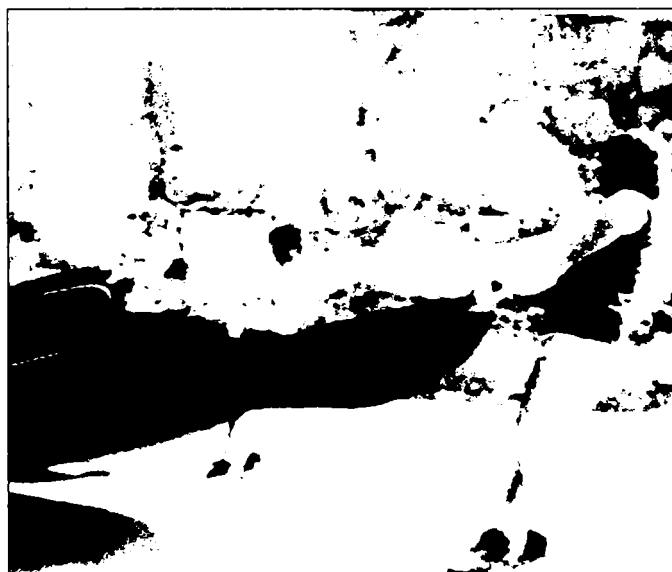
**Fig.3.26. Așternerea mecanizată  
a geotextilelor**



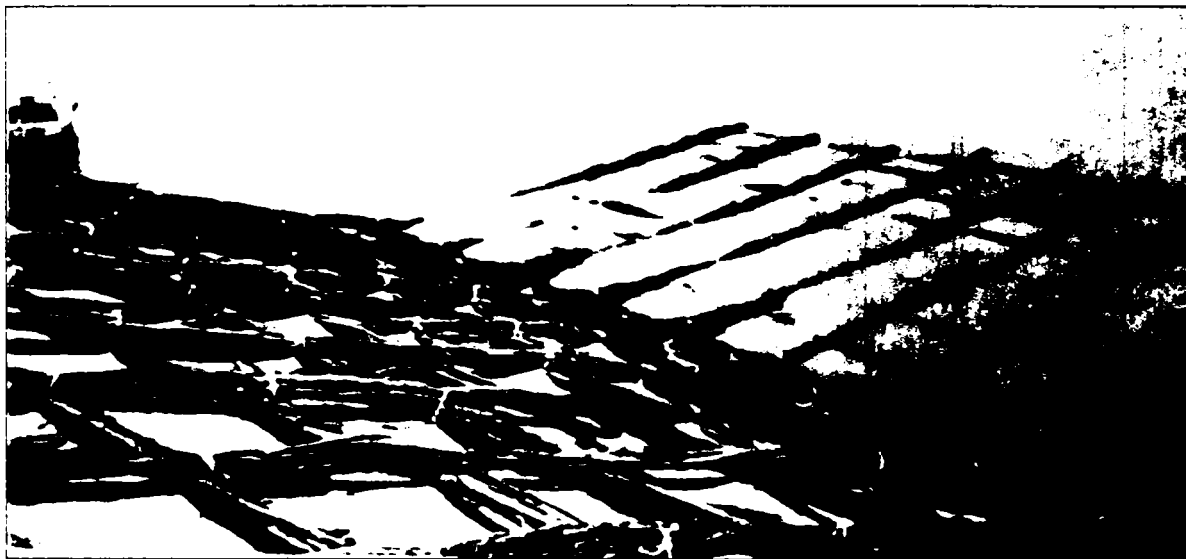
**Fig.3.27. Așternerea mecanizată  
a geotextilelor**



**Fig.3.28. Întinderea manuală a geotextilelor**



**Fig.3.29. Întinderea manuală a geotextilelor**



**Fig.3.30. Saltea de geotextil cu fascine ce trebuie lestată**



**Fig.3.31. Coaserea geotextilelor la îmbinare**

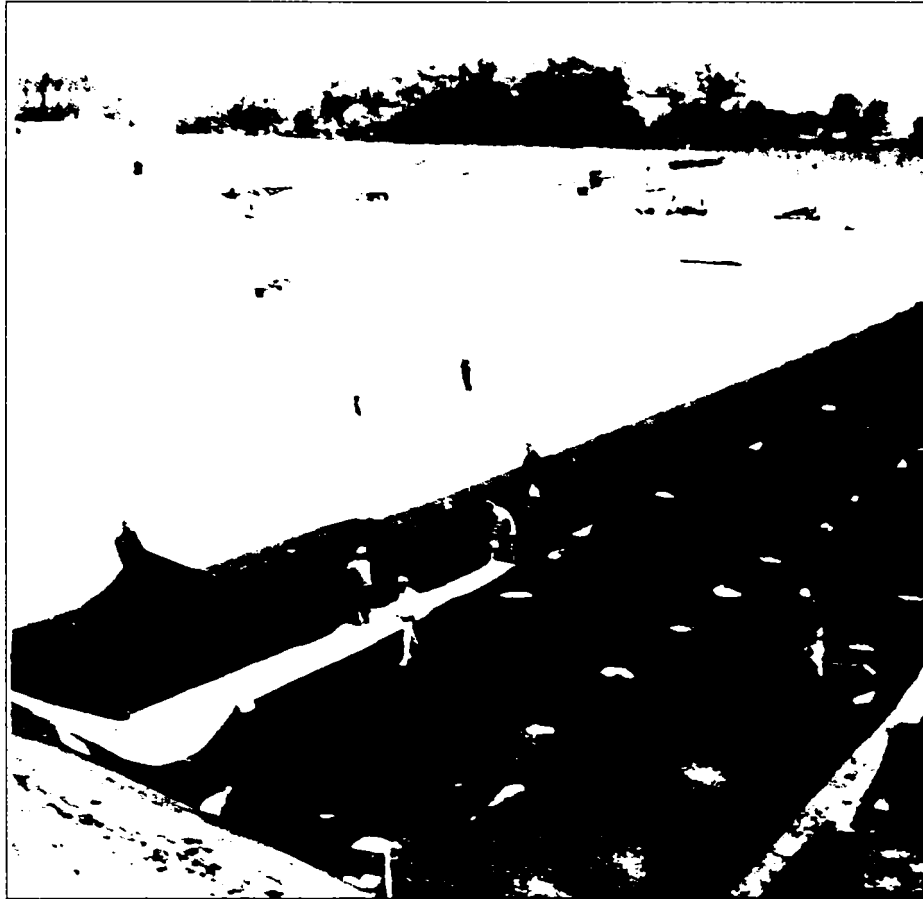
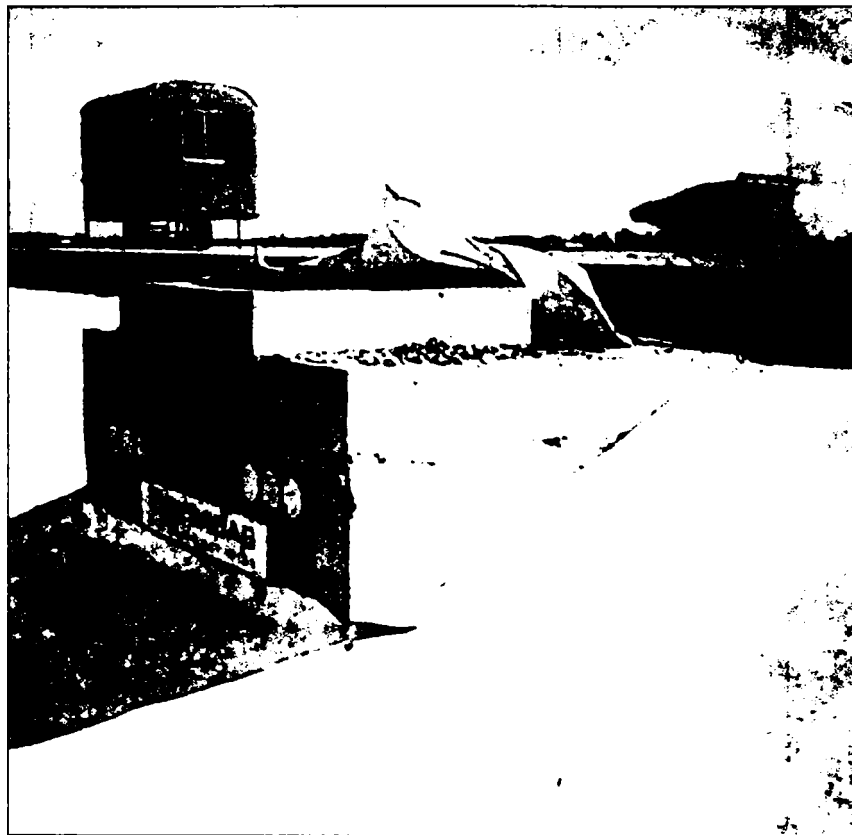


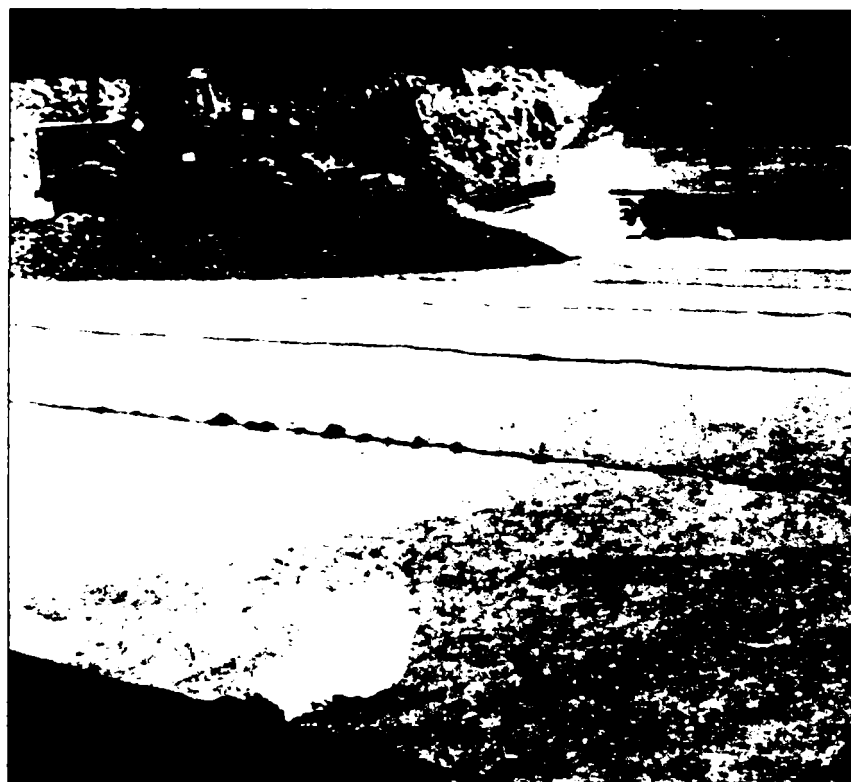
Fig.3.32. Legarea provizorie a geotextilelor cu material granular



Fig.3.33. Lestarea provizorie a geotextilelor cu pneuri uzate



**Fig.3.34. Legătura dintre geotextil și alte elemente de construcții**



**Fig.3.35. Protecția geotextilelor prin depunerea mecanizată de material granular**





Fig.3.36. Protecția geotextilelor prin depunere mecanizată de material granular



Fig.3.37. Protecția geotextilelor prin depunere mecanizată de material granular



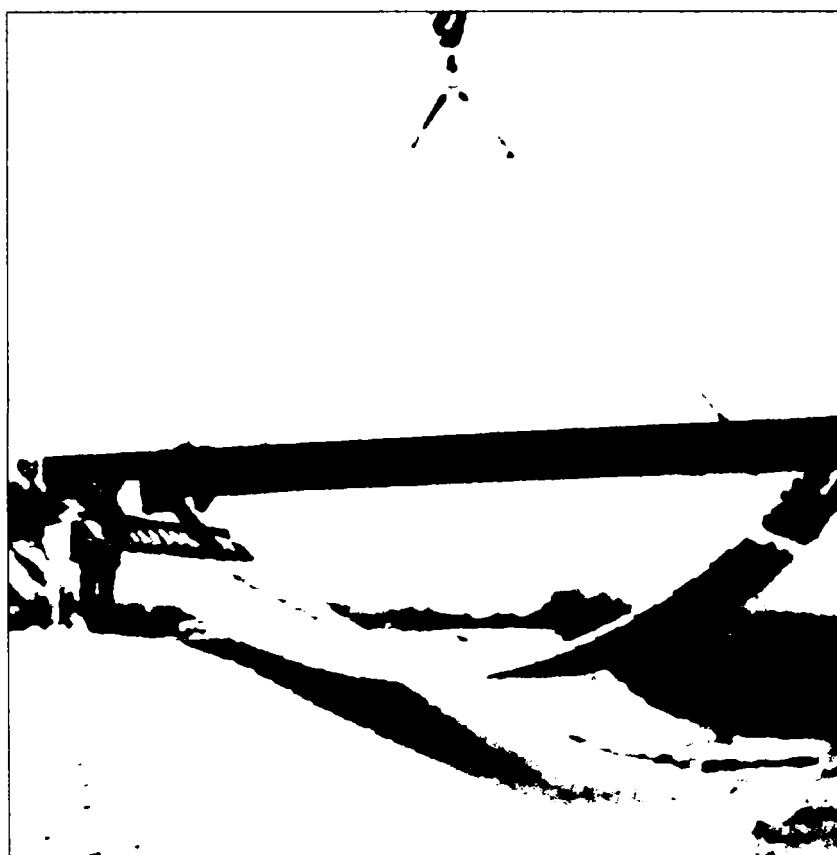
**Fig.3.38. Protecția geotextilelor cu date din beton cu goluri**



**Fig.3.39. Protecția geotextilelor cu anrocamente**



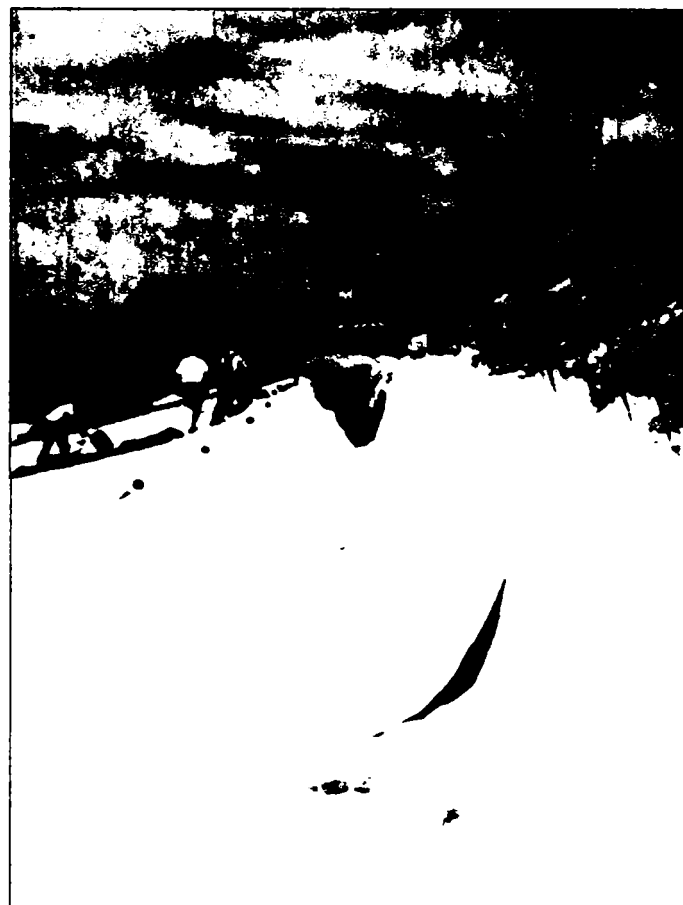
**Fig.3.40. Deversarea anrocamentelor din basculante**



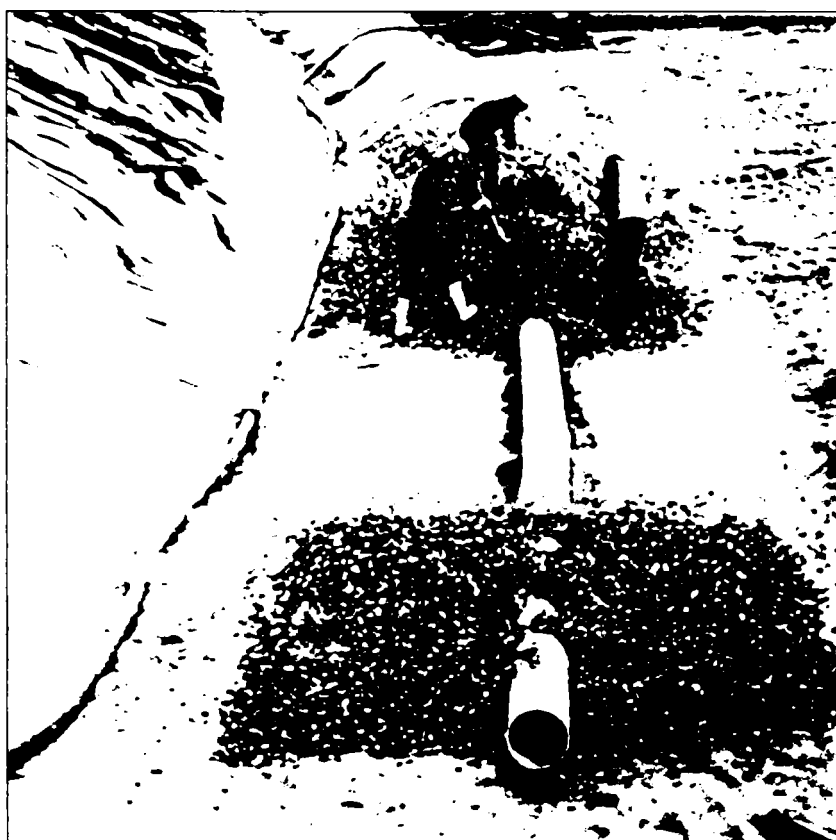
**Fig.3.41. Protecția geotextilelor cu dale din beton, montate mecanizat**



**Fig.3.42. Protecția geotextilelor cu dale din beton mici, montate manual**



**Fig.3.43. Șanțuri drenate cu geotextil**



**Fig.3.44. Realizarea unui sistem de drenaj orizontal cu geotextile și tub de dren**



**Fig.3.45. Învelirea unui tub din material plastic riflat cu geotextil**



**Fig.3.46. Realizarea unui drum de intervenție, prin așternerea pe un pământ neamenajat a unui geotextil**

### 3.4. INSTALAȚII ȘI REȚELE DE CAPTARE-DRENAJ AFERENTE UNUI SISTEM DE DEPOZITARE ECOLOGICĂ

Schema constructivă a unui depozit ecologic de deșuri necesită o serie de componente și instalații care să asigure o funcționare ireproșabilă (controlată) a întregului sistem, atât în perioada exploatării, cât și după închidere. Aceste instalații trebuie să-și îndeplinească rolurile funcționale fără a crea zone de discontinuitate în elementele de etanșare, filtrare sau de protecție ale radierului și acoperișului. Din acest motiv, cât și pentru avantajele deja menționate în paragrafele anterioare, materialele de execuție ale instalațiilor și componentelor anexe sunt tot geosinteticele. Rezumativ, rolurile funcționale ale acestora sunt următoarele:

1) colectarea apelor pluviale, captate de sistemul de drenaj al acoperișului și evacuarea lor în afara teritoriului depozitului;

2) colectarea și evacuarea gazelor de fermentație spre un recipient de stocare pentru utilizare (energie termică sau pentru incinerarea deșeurilor nebiodegradabile și nereutilizabile) sau pur și simplu pentru ardere;

3) colectarea (drenarea) lixiviatului la nivelul radierului și, evacuarea acestuia spre stația de epurare a depozitului;

4) îmbinarea etanșă și rezistența la încărcările specifice a elementelor componente (stratelor) acoperișului cu cele ale radierului.

Infiltrația precipitațiilor prin stratul de pământ vegetal de la suprafața acoperișului oricărui depozit de deșeuri este un fenomen inevitabil. În schimb, infiltrarea acestora spre corpul depozitului (deșeuri) este interzisă cu desăvârșire. De aceea, în alcătuirea stratificației este necesară prevederea unui drenaj plan (cu nisip sau geo- compozit tip Secudran) și a unei bariere de etanșare (GM sau bentofix - vezi fig.3.6.). Apele colectate de stratul drenant plan, sunt preluate, transportate și evacuate în afara teritoriului depozit de deșeuri de către rețeaua perimetrală de drenuri colectoare din HDPE. Aceste ape nu necesită nici un fel de epurare înainte de evacuare, deoarece sunt convențional curate. Drenajul perimetral este necesar prevenirii alunecării taluzurilor acoperișului și ale digurilor perimetrare, deci o măsură constructivă suplimentară de îmbunătățirea stabilității corpului depozitului.

Captarea și evacuarea gazelor provenite din procesul descompunerii deșeurilor (biogazului) din perioada exploatarei, dar mai ales după închiderea depozitului, este de asemenea, un obiectiv funcțional important. Se realizează cu ajutorul puțurilor de captare a căror alcătuire este prezentată în (fig.3.48) . La execuția acestor instalații o atenție deosebită trebuie acordată modului de realizare a trecerii prin cele două bariere de etanșare ale acoperișului (argilă / bentofix și geomembrană). În caz contrar (etanșare imperfectă) nu se mai poate vorbi de o depozitare ecologică / controlată, în plus poate apare oricând pericolul incendiilor, iar investiția nejustificată. O altă variantă de captarea biogazului este prezentată în (fig.3.47).

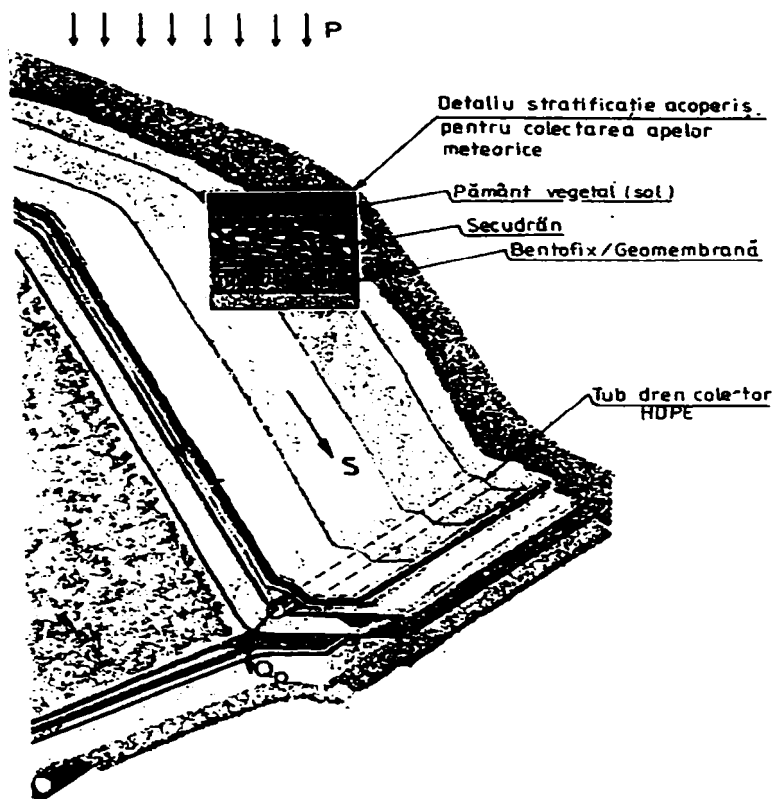


Fig.3.47. Drenajul acoperișului unui depozit de deșuri și drenajul colector perimetral

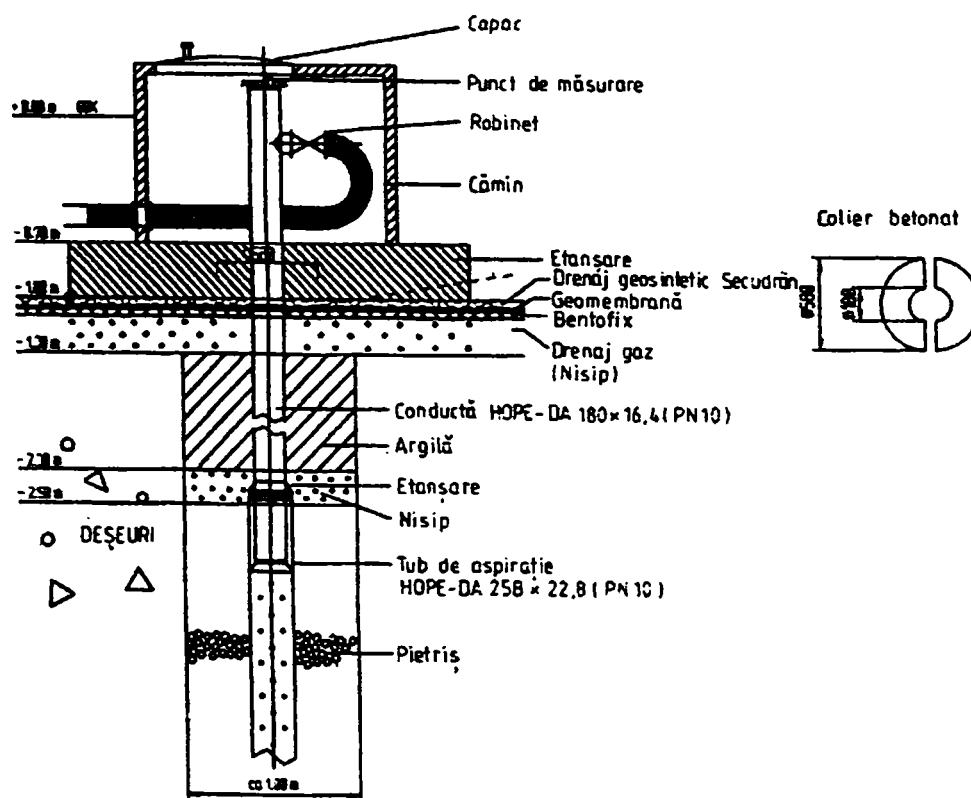


Fig.3.48. Detaliu constructiv al unui puț pentru captarea gazelor de fermentație (biogazului)



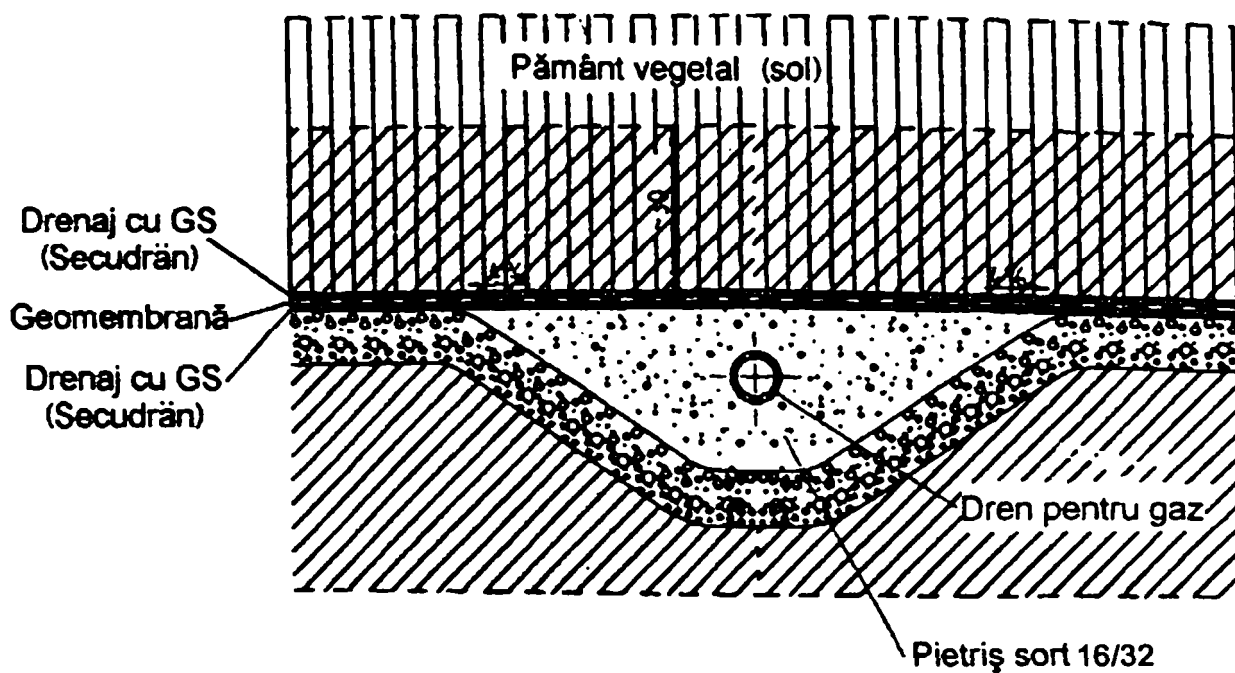


Fig.3.49. Detaliu de realizare a rețelei de drenaj orizontal pentru captarea biogazului.

Drenajul lixiviatului este un obiectiv obligatoriu. Acesta se colectează la nivelul radierului cu ajutorul rețelei de drenuri absorbante HDPE ( $D_n=300$  mm) prevăzută cu un strat filtrant de pietriș, sort 16/32 mm (fig.3.50).

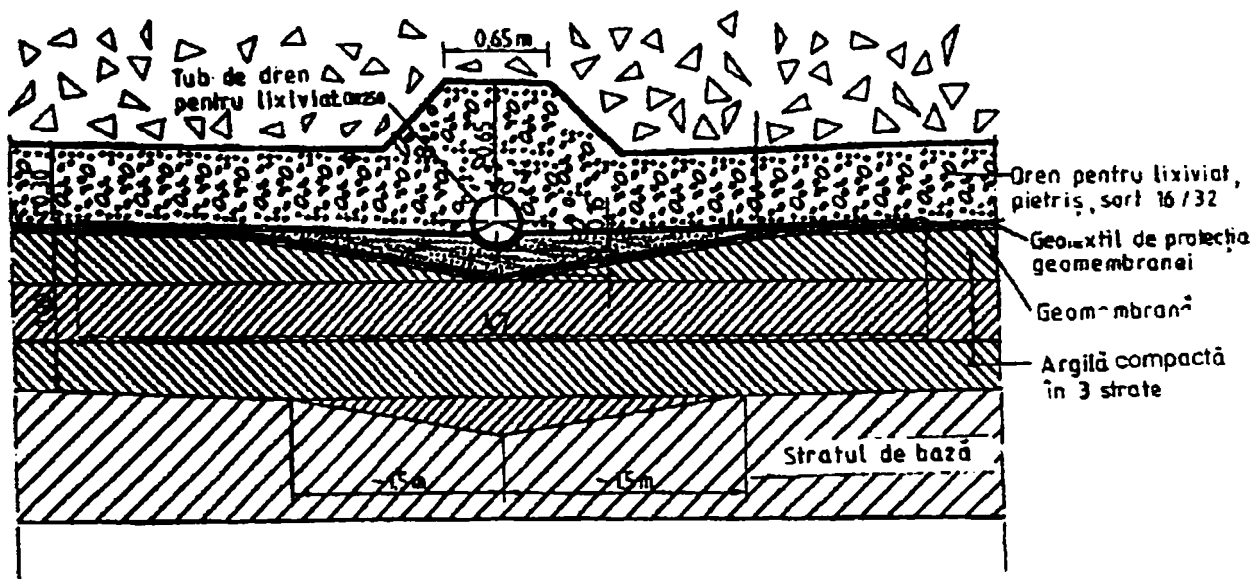


Fig.3.50. Detaliu drenaj la radier

Funcțional stratul de pietriș realizează o prefiltrare a materialului suspensiv transportat de lixiviat, îmbunătățește condițiile hidraulice la intrarea în drenurile absorbante și mărește fiabilitatea rețelei prin reducerea substanțială a colmatării.

Lixiviatul drenat de rețeaua drenurilor absorbante, este colectat și evacuat din incinta D.D. de către drenul colector cu cămine de control (fig.3.51) spre stația de epurare, de unde tratate corespunzător sunt evacuate spre un emisar.

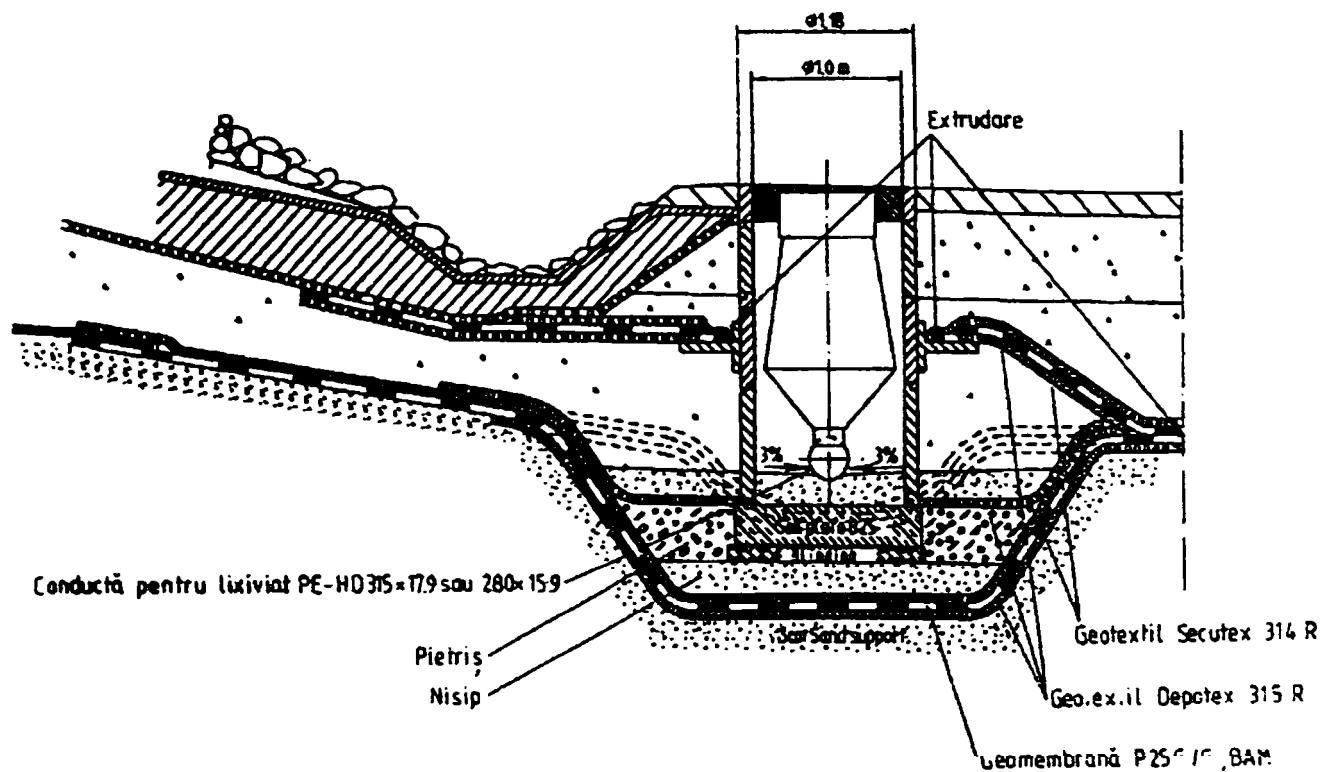


Fig.3.51. Cămin de colectare și control lixiviat

Pentru sporirea gradului de siguranță (intervenție / reparațiile ulterioare depozitării deșeurilor nu mai sunt posibile), mai ales în cazul deșeurilor cu grad ridicat de toxicitate, se poate apela la soluția drenajului dublu / de siguranță.

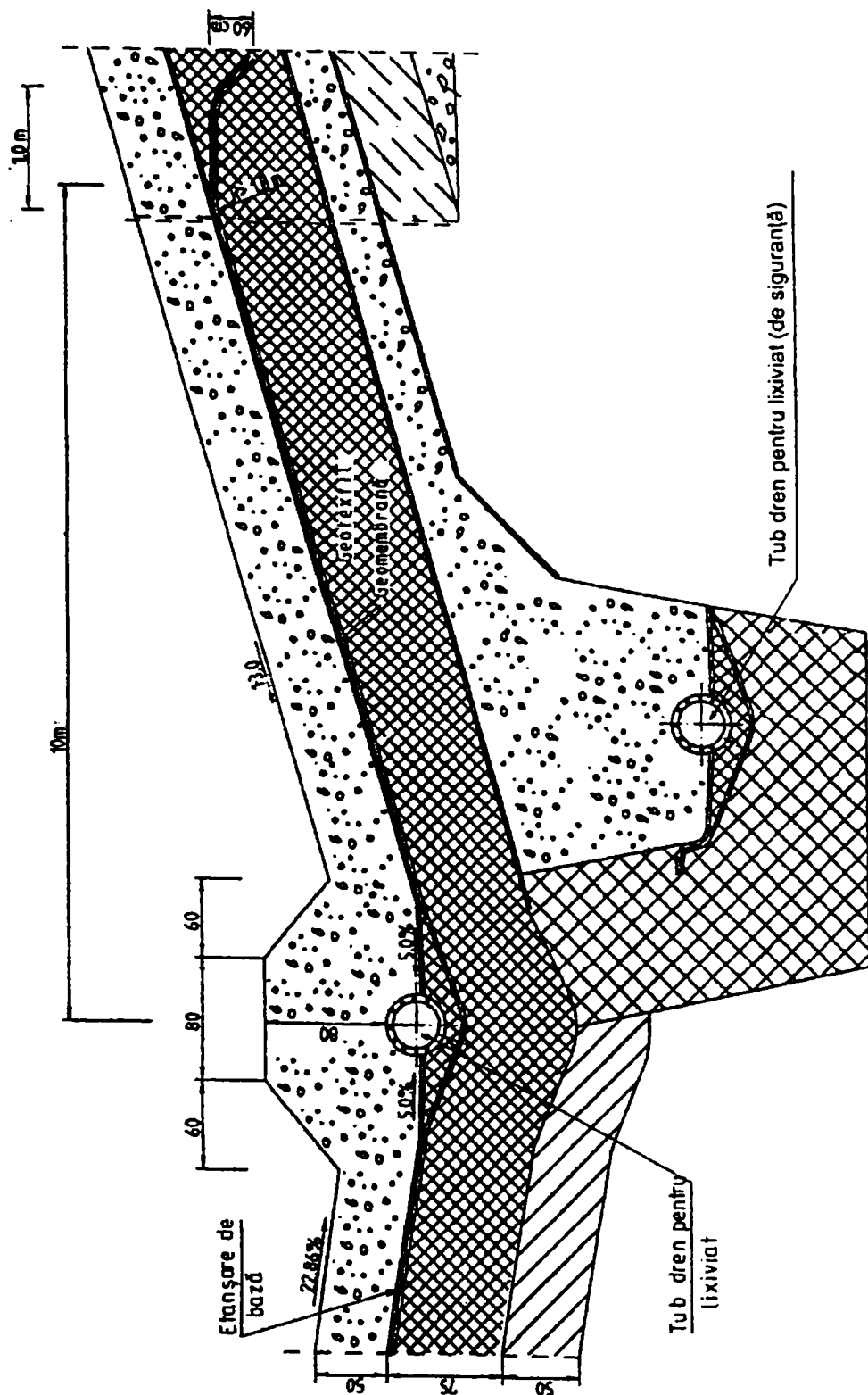


Fig.3.52. Drenajul dublu (de siguranță) al radierului

Trecerea (străpungerea) drenurilor absorbante prin sistemul de etanșare al acoperișului sau radierului în vederea realizării racordului cu sistemul de colectare și evacuare al biogazului respectiv lixiviatului trebuie astfel executată încât

etanșeitatea continuă asigurată de geomembrană să nu fie întreruptă. Detaliile tehnice aferente execuției acestor treceri etanșe sunt prezentate în (fig.3.53; 3.54).

Racordul dintre elementele stratificației acoperișului și cele ale radierului trebuie astfel realizat, încât funcțiunile celor două elemente de bază ale depozitului să nu fie întrerupte / compromise. Modul de racordare ale acelor tipuri de stratificații, pentru asigurarea condiției anterior menționate este prezentată în (fig.3.55).

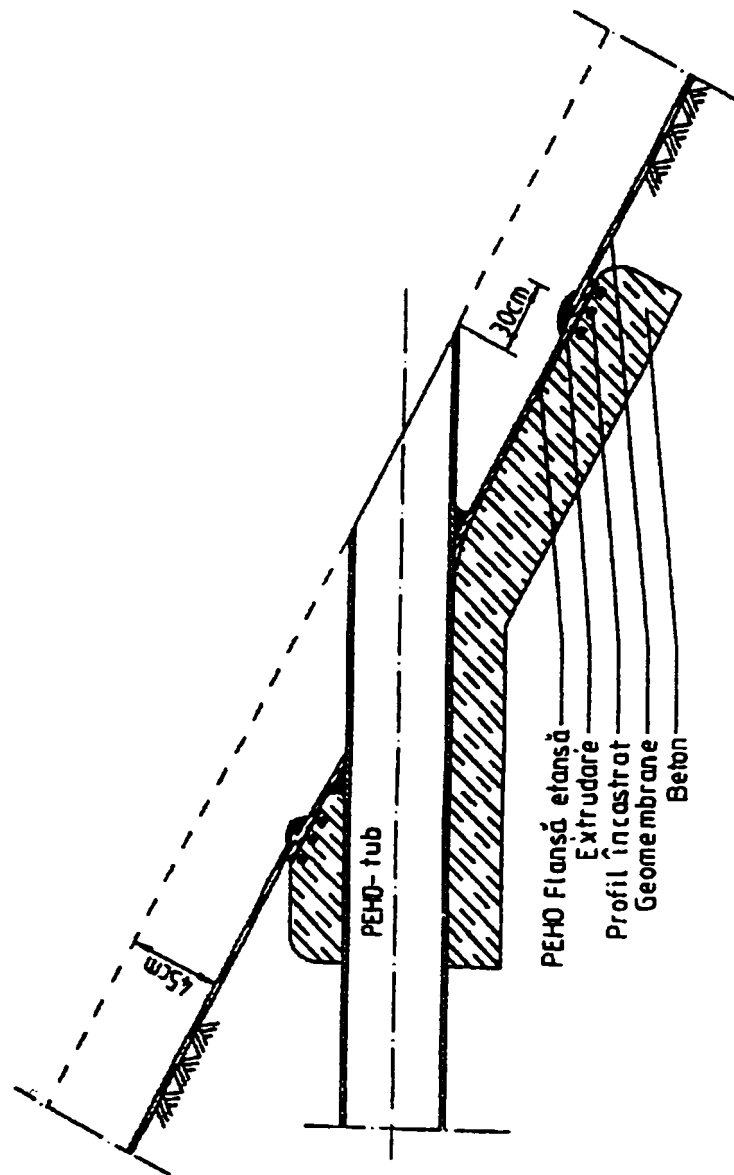


Fig.3.53. Trecerea etanșă a drenului absorbant prin sistemul de etanșare al acoperișului

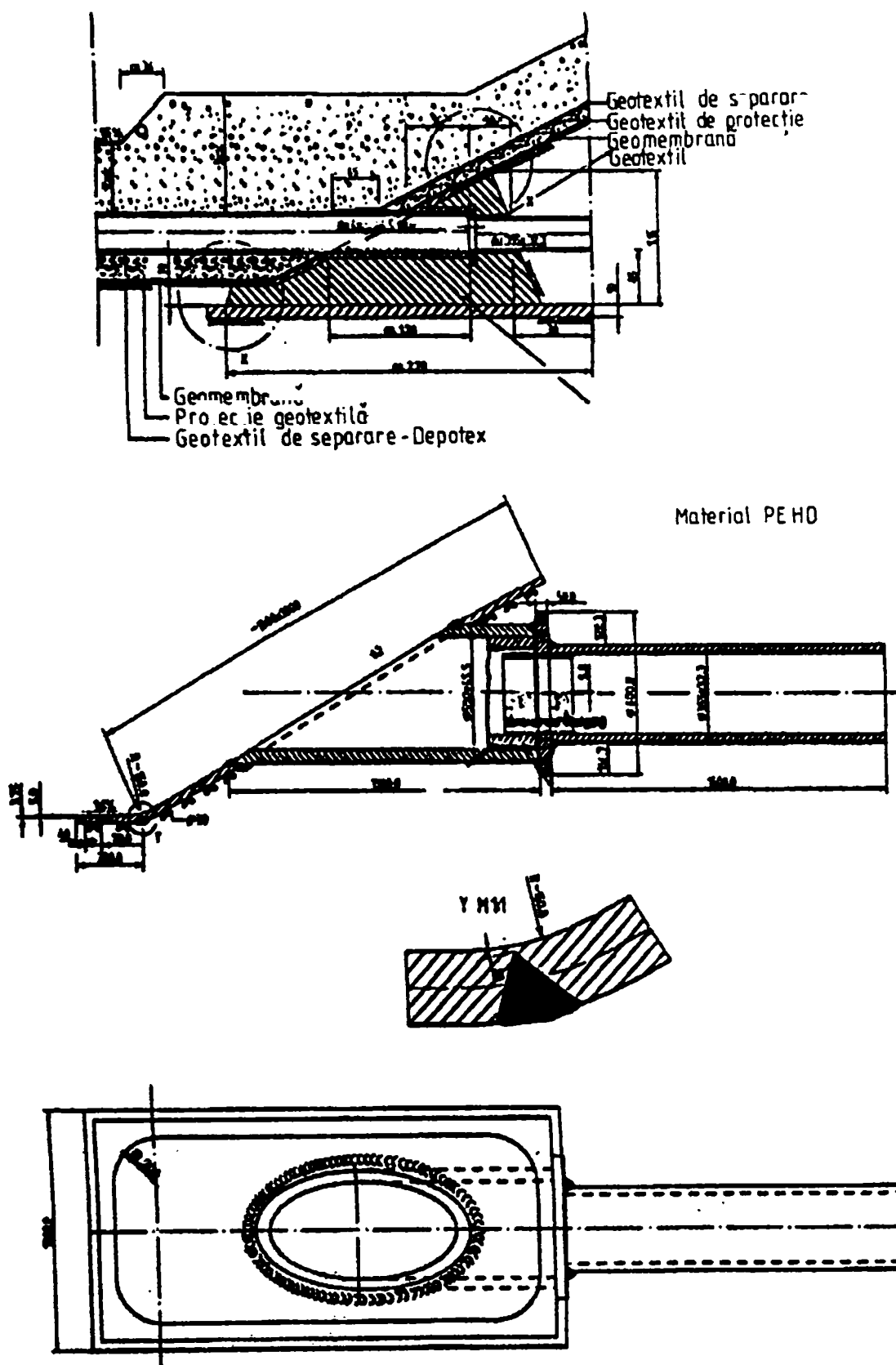


Fig.3.54. Trecerea etanșă a drenului absorbant prin straturile de etanșare a radierului

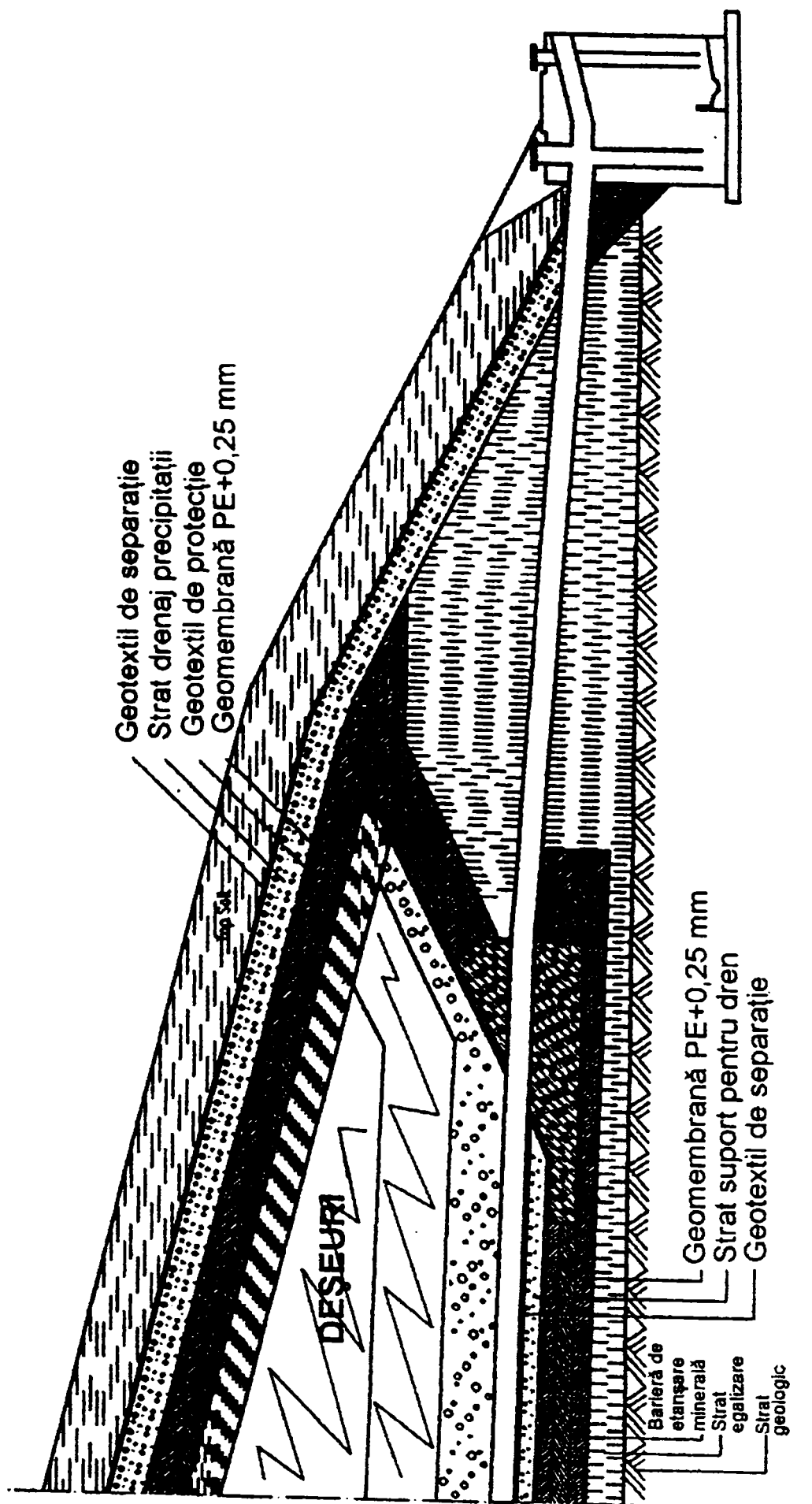


Fig.3.55.Schema de îmbinare (detaliu racord) între stratificațiile acoperișului și radierului

## Capitolul 4

### PROIECTAREA DEPOZITELOR DE DEȘEURI

Elementele componente ale oricărui depozit de deșeuri, cu precădere radierul și acoperișul, trebuie astfel concepute și proiectate încât să-și îndeplinească cu eficacitate toate funcțiunile cerute de legislația protecției factorilor mediului ambiant (standarde vest europene).

Multitudinea funcțiunilor care trebuiesc îndeplinite și solicitările la care sunt supuse radierul și acoperișul D.D., determină o eterogenitate inevitabilă a alcătuirii lor constructive. Această eterogenitate ridică în fața proiectării și execuției o serie de probleme, care trebuie corect și eficient rezolvate.

Încărcările care solicită componentele D.D., adică:

- precipitațiile (ploi, zăpezi), radiația solară;
- greutatea mijloacelor de transport și utilajelor de construcții pentru execuție-exploatare;
- greutatea proprie și a deșeurilor;
- eventualele tendințe de lunecare ale zonelor în taluz ,
- încărcările hidrodinamice și hidrostatice cauzate de apele de infiltrație și lixiviat;
- transferul de caldură;
- mișcarea ascensională a gazului (biogazul), determină producerea unor solicitări și deformații, cum ar fi:
  - tensiuni de lunecare; și tensiuni de forfecare; și tasari;
  - contracție - dilatare;

■ variații de umiditate etc. ( fig.4.1), cărora materialele din alcătuirea lor trebuie să le facă față timp îndelungat.

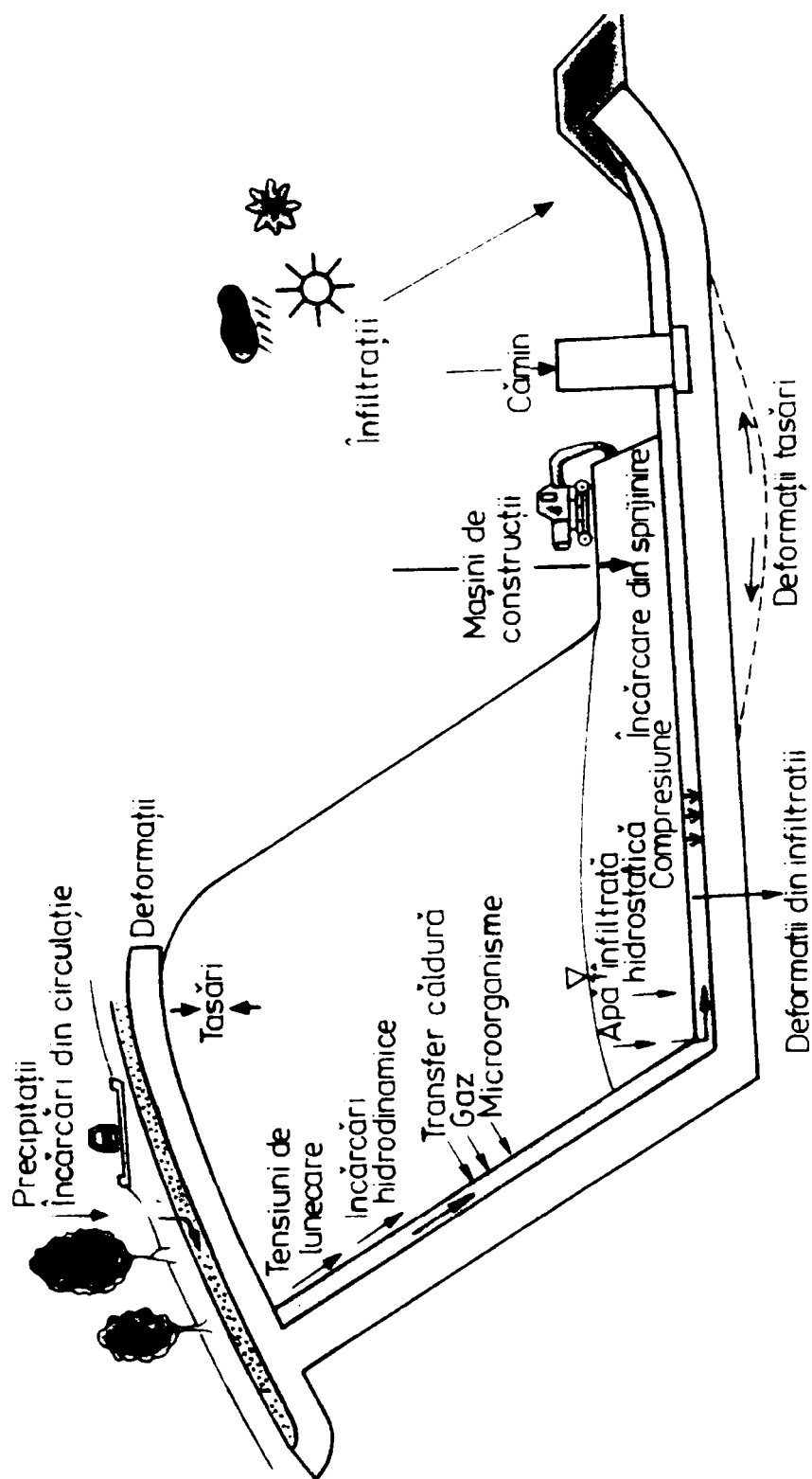


Fig. 4.1. Încărcări și deformații critice produse asupra corpului unui D.D.



### 4.1. VARIANTE CONSTRUCTIVE DE ALCATUIRE ALE RADIERULUI ȘI ACOPERIȘULUI UNUI DEPOZIT DE DEȘEURI

În conformitate cu rolurile funcționale menționate, radierul unui depozit ecologic de deșeuri trebuie să asigure:

1. stabilitatea terenului de fundație (inclusiv a zonelor de taluz) asupra căruia transmite încărcările;

2. etanșeitate pe întreaga suprafață de contact cu terenul de fundație ( $K=0$ );

3. drenajul, adică colectarea, transportul și evacuarea lixiviatului.

În consecință, pentru alcătuirea constructivă a radierului, este necesară utilizarea după caz a următoarelor materiale: 1. geocelule plus piatră de râu sau piatră spartă, biosaltele, geogriile, geomembrane cu rugozitate, geotextile (rol separativ sau de protecție);

2. argilă compactată (în trei straturi), geomembrană, bentofix;

3. drenuri absorbante HDPE, piatră de râu sort 16/32 mm, geocompozite (secudran), geotextile (rol filtrant).

Alcătuirea (stratificația/tipurile de materiale) radierului unui D.D. este dependentă în primul rând de compoziția deșeurilor, de gradul lor de toxicitate, dar și de disponibilități referitoare la posibilitățile de procurare ale unor anumitor tipuri de materiale.

Așa după cum am mai menționat, conform criteriului gradului de toxicitate, deșeurile de impart în două clase.

**Clasa I**, aferenta deșeurilor obișnuite, care conțin un procent foarte redus sau deloc substanțe toxice (menajere, agricole biodegradabile).

**Clasa II**, aferentă deșeurilor cu grad mediu sau mare de toxicitate, deci cu potențial ridicat de poluare a solurilor și apelor subterane (miniere, industriale, zootehnice).

Conform acestei clasificări, și alcătuirea constructivă a stratificației radierului se

împarte în două clase I. și II. ( I. cu bariera simplă de etanșare și II. cu bariera dublă de etanșare), fiecare dintre ele cu două sau mai multe variante, conform posibilităților tehnico-economice (fig.4.2 și 4.3).

Rolurile functionale impuse acoperișului unui depozit ecologic de deșeuri, și anume:

- 1) bararea infiltrațiilor rezultate din precipitații (ploi, zăpezi), colectarea și evacuarea acestora în afara perimetrului depozitului;
- 2) captarea, transportul și colectarea gazelor rezultate din procesul descompunerii deșeurilor (biogazului);
- 3) încadrare ecologică în mediul înconjurător al zonei.

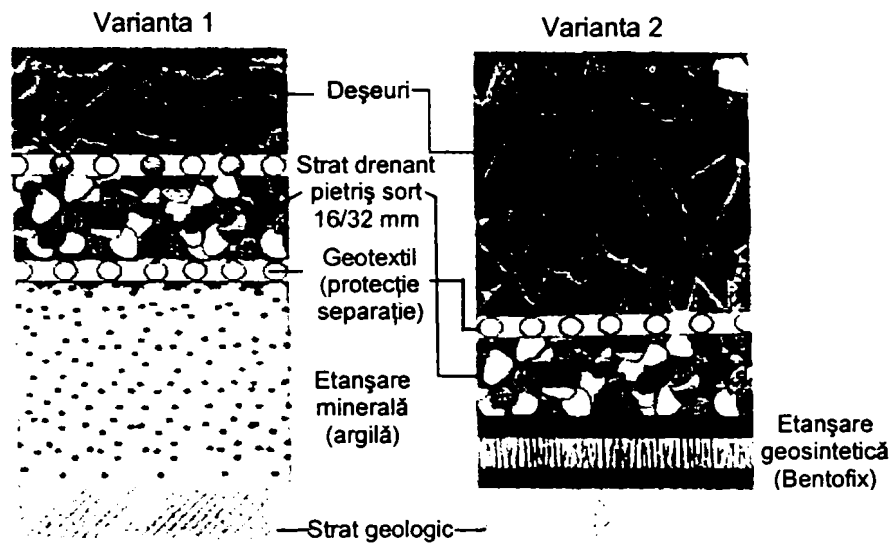
În consecință, pentru alcătuirea constructivă a stratificației acoperișului, se recomandă după caz, utilizarea următoarelor tipuri de materiale și instalații:

- 1) geomembrane, bentofix, argilă compactată, pietriș sort 16/32 mm, geocompozite (secudran, terrafix), drenuri absorbante HDPE;
- 2) pietriș sort 16/32 mm, nisip, geocompozite (secudran), puțuri absorbante, geomembrane, bentofix;
- 3) pământ vegetal, materiale biologice de protecție (iarbă, arbuști).

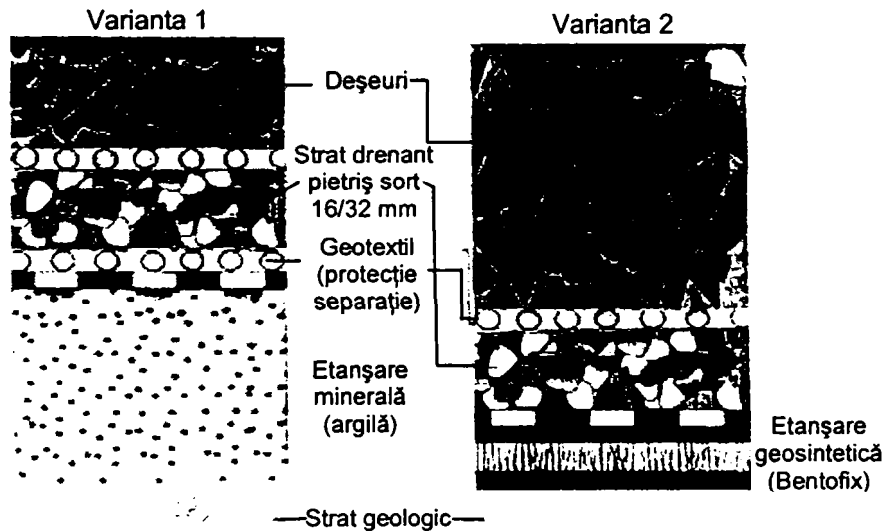
Spre deosebire de radier, acoperișul necesită întotdeauna două bariere de etanșare, una pentru etanșare la precipitații, iar cealaltă pentru izolarea și captarea eficientă a biogazului. De asemenea, se recomandă evitarea pe cât posibil a folosirii argilei ca material de execuție a uneia dintre barierele de etanșare ale acoperișului. Aceasta, pentru ca cel mai adesea argilele prezintă inconvenientul contractilității, deci riscul formării fisurilor / crăpăturilor, inconvenient care evident compromite funcțiunea de etanșare, fără a mai aminti și de inconvenientul reducerii volumului util al depozitului.

Variante posibile de alcătuire a stratificației acoperișului sunt prezentate în fig. 4.4. și 4.5.

STRATIFICAȚIE RADIER – CLASA I



STRATIFICAȚIE RADIER – CLASA II



**Fig 4.2. Tipuri de stratificații ale radierelor depozitelor de deșeuri**

Eterogenitatea stratificației atât a acoperișului cât și a radierului, este adeseori cauza instabilității zonelor în taluz ale acestora (lunecări între straturi), mai ales în perioadele cu umiditate variabilă. Pentru rezolvarea unor astfel de situații se recomandă intercalarea între straturile critice a geogriurilor sau utilizarea geomembranelor cu rugozitate.

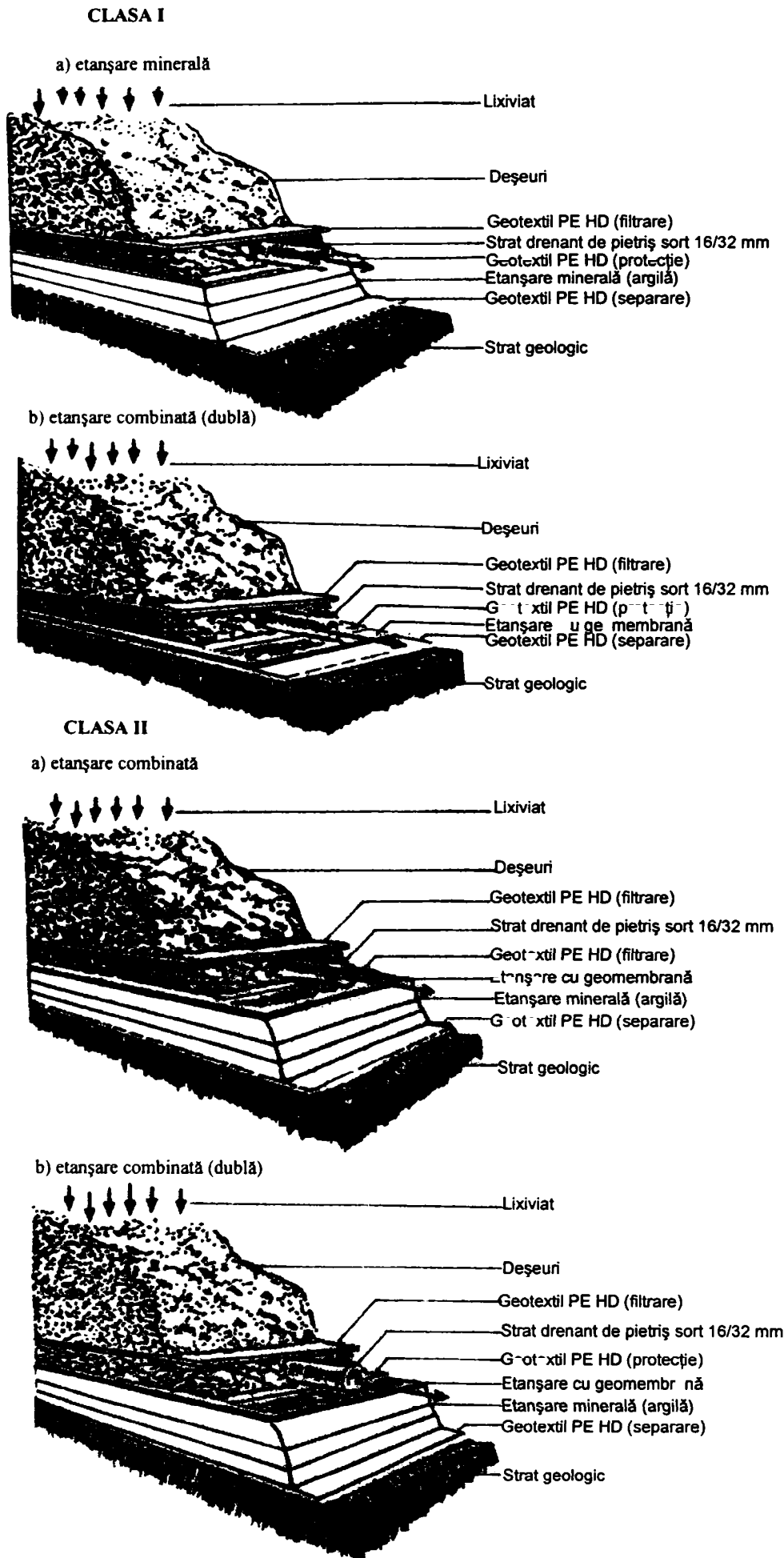
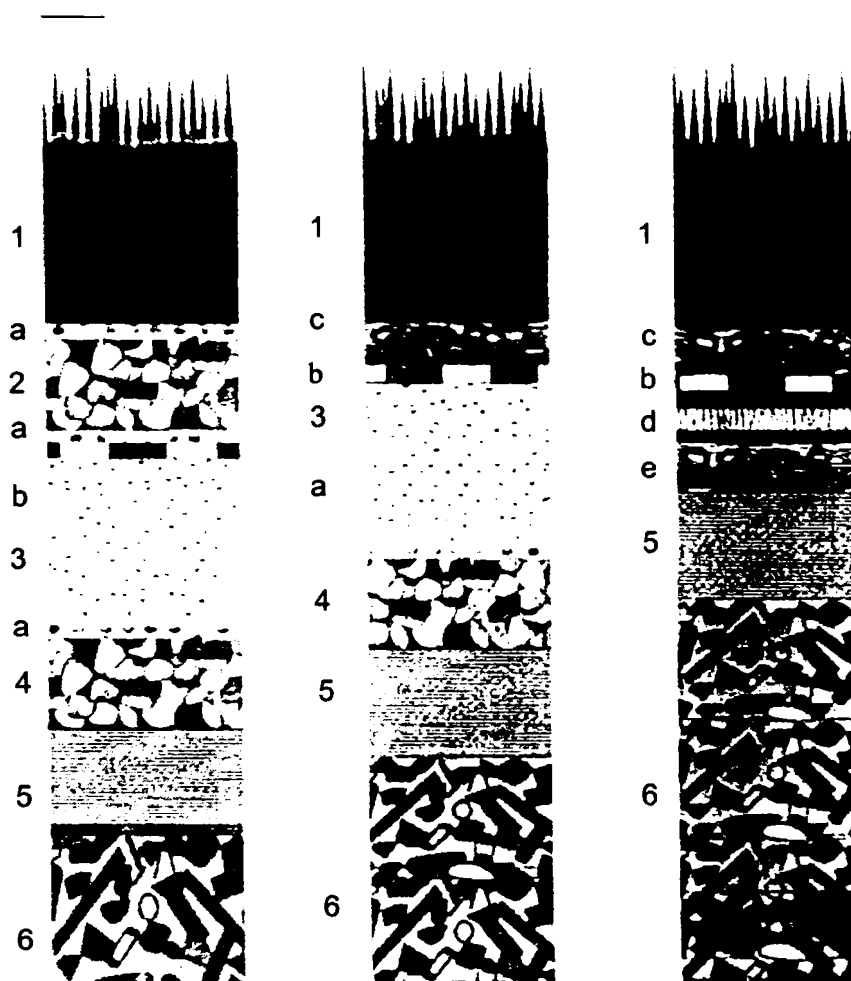


Fig.4.3. Stratificații tip ale radierelor depozitelor de deșeuri

De asemenea, în cazul unei capacități stabile, a terenului de fundație se recomandă utilizarea geocelulelor în stratificația radierului (la baza acestuia).

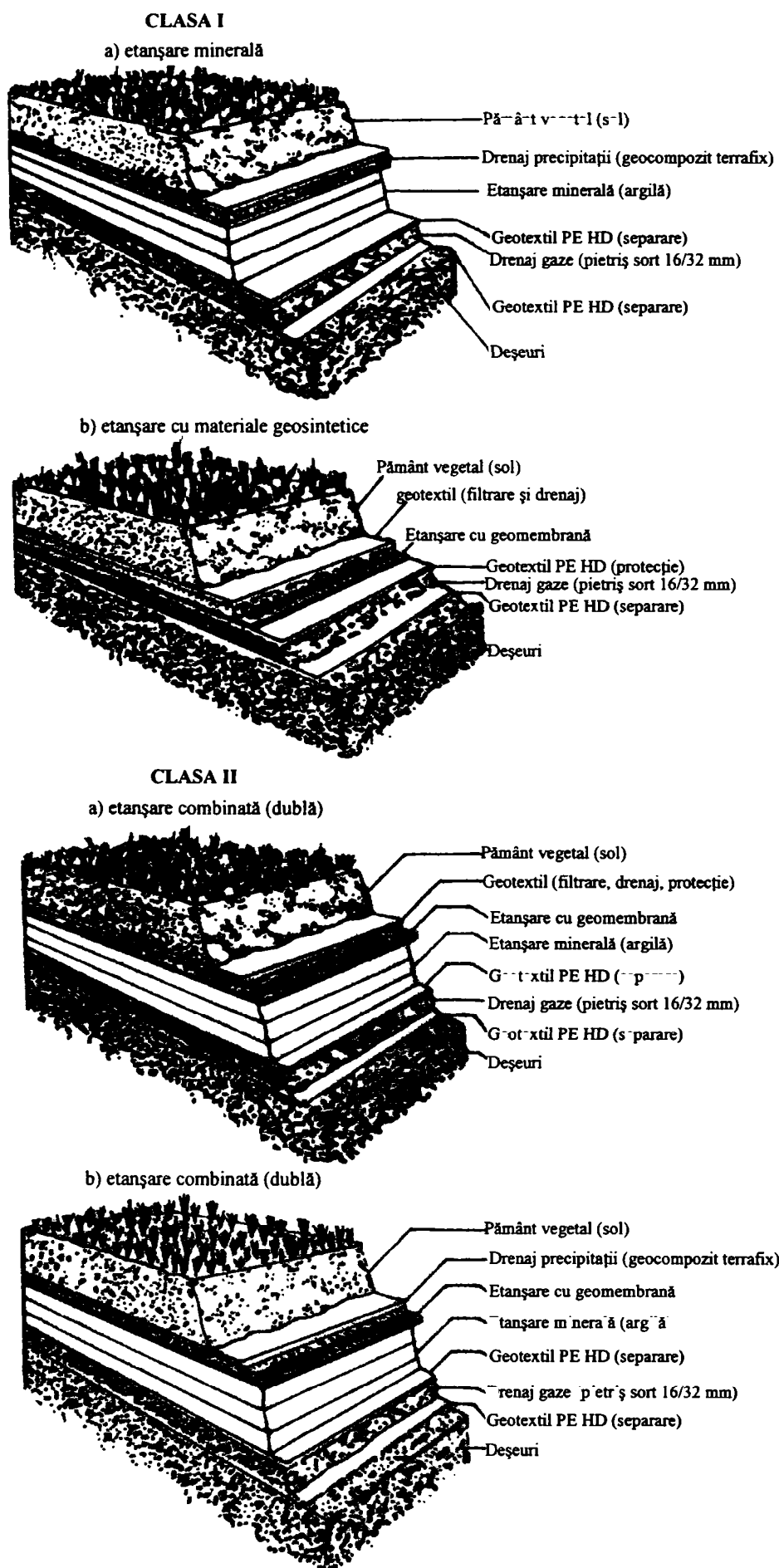
Dat fiind specificul acestor două situații, poziționarea >GG, GM cu rugozitate și a geocelulelor nu a fost prezentată în descriere în fig. 4.2 - 4.5



- 2. pământ vegetal
- 3. strat de pietriș  
pentru drenajul apei din  
precipitații
- 4. strat de argilă
- 5. strat pietriș pentru  
colectare (drenaj) gaz
- 6. strat de separare și  
nivelare
- 7. deșeuri

- a. separare și protecție cu Secutex
- b. geomembrană
- c. drenaj geosintetic, Secudran
- d. Bentofix
- e. drenaj geosintetic. Secudran

**Fig. 4.4. Stratificații tip ale depozitelor ecologice de deșeuri**



**Fig. 4.5. Variante de alcătuire ale stratificației acoperișului depozitelor ecologice de deșeuri**

4.2. DRENAJUL INTERIOR ȘI EXTERIOR AL DEPOZITELOR DE DEȘEURI

4.2.1. Dimensionarea filtrului de geotextil

Alegerea și dimensionarea filtrului trebuie făcută folosind curba granulometrică a solului care urmează a fi drenat. O asemenea curbă granulometrică este prezentată în fig. 4.6 și pentru aceasta, se exemplifică măsura în care particulele de sol urmează a fi protejate cu geotextil.

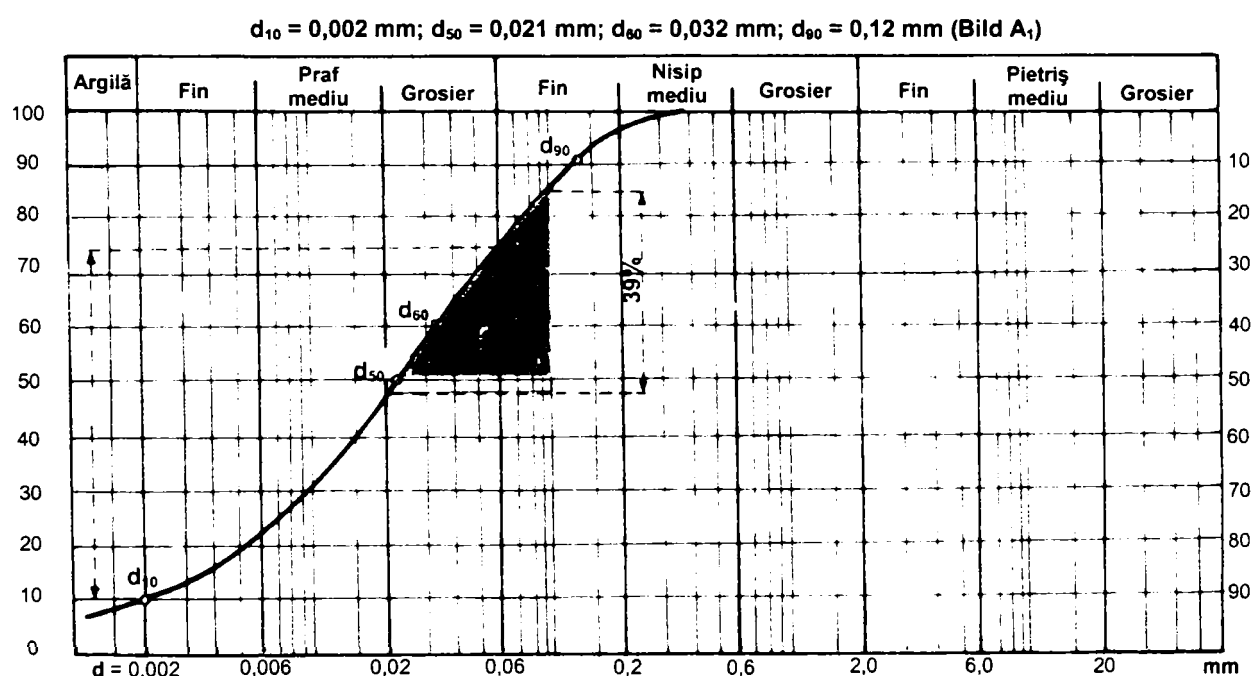


Fig. 4.6. Curba granulometrică a solului care urmează a fi drenat

Conductivitatea hidraulică a acestui sol, de tip loess-argilos de  $K = 1 \cdot 10^{-9} \text{ m/s}$  încărcat cu sarcină hidrostatică;  $d_{10} = 0,002 \text{ mm}$ ,  $d_{50} = 0,021 \text{ mm}$ ,  $d_{60} = 0,032 \text{ mm}$ ,  $d_{90} = 0,12 \text{ mm}$ , rezultă că acest sol după DVWK se încadrează la granulometria A, adică  $d_{40} < 0,06 \text{ mm}$ , se aplică 3 criterii care dacă sunt satisfăcute, cel puțin unul dintre ele, solul are o mare mobilitate a particulelor și necesită un geotextil pentru reținerea lor.

Criteriul 1: Pentru mărimea particulelor  $< 0,06$  mm este necesar ca  $d_{60}/d_{10} < 15$ , calculându-l din curba granulometrică rezultă:  $-\frac{0,032 \text{ mm}}{0,002 \text{ mm}} = 16$ , deci criteriul nu este satisfăcut.

Criteriul 2: Particulele cuprinse între  $0,02 \text{ mm} < d < 0,1 \text{ mm}$  să fie peste 50 %, din curba granulometrică rezultă doar 39 %, figura 4.6, deci criteriul nu este satisfăcut.

Criteriul 3: Plasticitatea solului din studiile de laborator, are indicele  $I_p < 15$  și, în 10% funcție cu raportul:

$$\text{argilă praf} = \frac{10\%}{63\%} = 0,16 < 0,5, \text{ deci criteriul este satisfăcut.}$$

Din criteriul 3. rezultă că acest loess-argilos are o mare mobilitate a particulelor și este necesar un filtru din geotextil.

Pentru aceste soluri, cu o mare mobilitate a particulelor, care vor fi protejate cu un geotextil, trebuie respectate condițiile pentru coeficientul de încărcare hidrostatică CH care trebuie să fie:  $CH < 10 \cdot d_{50}$ ; calculând, rezultă  $0,21 \text{ mm}$  - și:  $CH < d_{90}$  - care este  $0,12 \text{ mm}$ .

Pentru siguranță alegem o valoare mai mică cu  $0,8 - 1$ , rezultând:  $CH = (0,1 = 0,12) \text{ mm}$ , corespunzându-i valoarea  $0,1 \text{ mm}$ .

Grosimea necesară a geotextilului este:  $(25 \cdot 50) CH$ , deci:  $d = 50 \cdot 0,1 = 5 \text{ mm}$ .

Se alege un geotextil tip GT800, cu următoarele caracteristici:

- ◇ grosimea 6 mm;
- ◇ densitatea 1,38 g/cm³;
- ◇ proporția porilor  $n = 0,9$ ;
- ◇ permeabilitatea  $K_f = 3,6 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$  la o încărcare de 2 kPa.

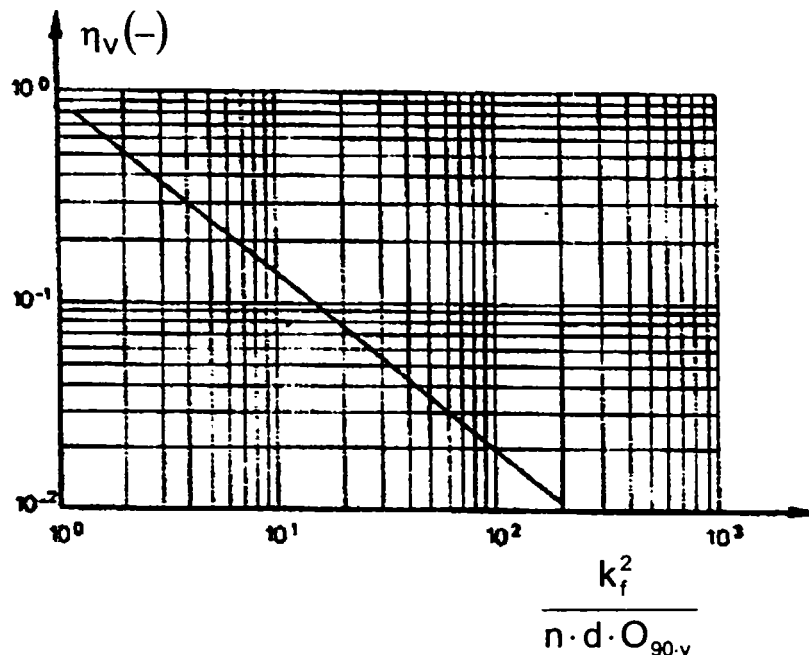
Confirmarea eficienței filtrului din geotextil se face calculând produsul  $n \cdot d \cdot CH = 0,9 \cdot 6 \cdot 0,1 = 0,54 \text{ mm}^2 = 5,4 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2$  și raportul:



$$\frac{k_f^2}{n \cdot d \cdot CH} = \frac{(3,6 \cdot 10^{-3})^2}{5,4 \cdot 10^{-7}} = 2,4 \cdot 10 \cdot \frac{1}{s^2}$$

rezultând din diagrama 4.7:

$$\eta = 6 \cdot 10^{-2} = 0,06$$



**Fig. 4.7. Diagrama factorului  $\eta$  al permeabilității filtrului de geotextil**

Eficiența geotextilului este asigurată dacă:

$$\eta \cdot k_f > k_{sol}$$

$0,06 \cdot 3,6 \cdot 10^{-3} \geq 1 \cdot 10^{-9} \text{ m/s}$ ;  $2,16 \cdot 10^{-4} \geq 1 \cdot 10^{-9}$ , deci geotextilul ales este bun pentru acest tip de sol.

#### 4.2.2. Dimensionarea unui drenaj cu nisip comparativ cu un geotextil

Pentru un drenaj ca în figura 3.8 se propune, pentru drenarea apei din precipitații  $q$  (m/zi) un strat de nisip cu conductivitatea hidraulică  $K=10,4 \text{ m/s}$  și care suportă o încărcare  $a = 20 \text{ KPa}$ . Transmisivitatea necesară se realizează cu o grosime a stratului filtrant de nisip  $d_s = 0,3 \text{ m}$ . Deci, transmisivitatea:

$$T_n = k \cdot d_s = 10^{-4} \cdot 0,3 = 3 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s} \quad (4.1.)$$

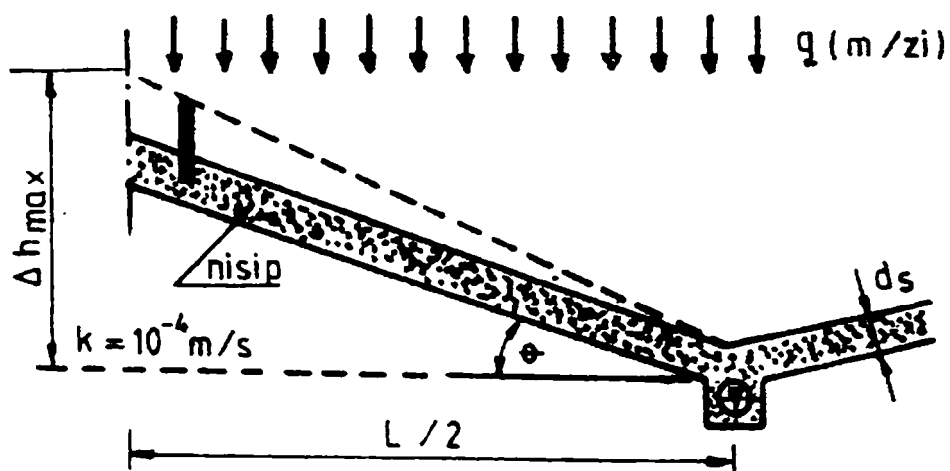


Fig.4.8. Schema de calcul al drenajului la radierul depozitului

Gradientul hidraulic este  $i = \frac{h}{L/2}$  și se impune ca drenul să nu intre sub presiune, adică  $\Delta h_{\max} \leq 0,3 \text{ m}$ .

Vom verifica, ca pentru un  $q$  dat, să folosim și alternativa unui geotextil de grosime  $d$ , punând condiția ca  $\Delta h_{\max, \text{geotextil}} \leq d$ . Se alege un geotextil GT₂₀ care are o încărcare  $\sigma = 20 \text{ kPa}$  și de grosime  $d = 1,5 \text{ cm}$ , cu o transmisivitate  $T_g = 9 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 / \text{s}$ , deci este mai mare decât cea a drenului de nisip.

Se verifică dacă geotextilul are un drenaj liber (dacă linia piezometrică se încadrează în grosimea geotextilului  $d$ ).

Pentru un metru lățime de drenaj, debitul va fi:

- pentru geotextil:

$$Q_g = T_g \cdot i_g \quad (4.2)$$

- pentru nisip:

$$Q_n = T_n \cdot i_n \quad (4.3.)$$

Pentru a fi comparate, trebuie descărcat același debit și rezultă:

$$\Delta h_{\max, \text{geotextil}} = \frac{T_n}{T_g} \cdot \Delta h_{\max, \text{nisip}} = \frac{3 \cdot 10^{-5}}{9 \cdot 10^{-3}} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

adică  $0,1 \text{ cm}$ , care este mai mic decât  $d = 1,5 \text{ cm}$ , și geotextilul ales, așezat orizontal funcționează liber și mult mai eficient ca un drenaj realizat dintr-un strat de nisip.

### 4.2.3. Drenarea acoperișului unui depozit

Acoperișul unui depozit de deșeuri cu panta  $i = 0,08 = 8 \%$  poate fi realizat cu un strat filtrant SECUDRAN.- 3 1 6. DS₈₀₀ 316, care are transmisivitatea  $T_s = 1,3 \cdot 10^{-2}$ /s la o încărcare cu pamant veșetal de  $20 \text{ KN/ m}^2$ , cu lungimea de drenare în proiecție orizontală de 276 m a acoperișului.

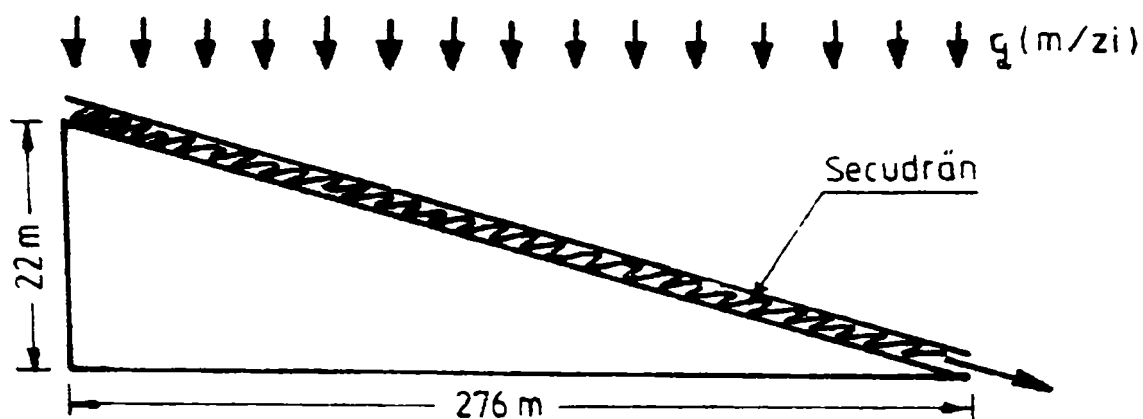


Fig.4.9. Schema de calcul al drenajului la acoperișul depozitului

Debitul capabil este:

$$Q_c = T_s \cdot i = 1,3 \cdot 10^{-2} \cdot 0,08 = 1,04 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{s} / \text{m}$$

Ploaia de calcul are valoarea:  $q = 30 \text{ l/s}$

Debitul de ploaie infiltrat este:

$$Q_p = q \cdot L = 30 \text{ l/s/ha} \cdot \frac{10^{-3}}{10.000} \cdot 276 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} = 8,28 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 / \text{s} / \text{s}$$

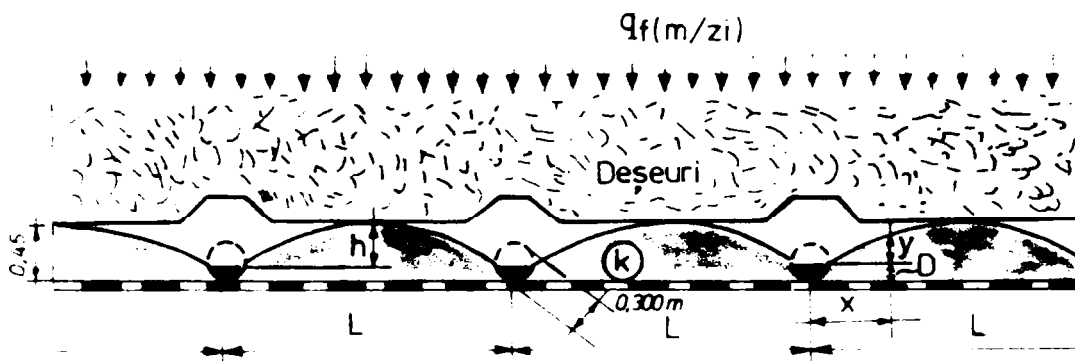
Rezultă un coeficient de siguranță:  $\frac{10,4}{8,28} = 1,25$ , care este satisfăcător.

### 4.2.4. Drenajul depozitului de deșeuri în timpul umplerii

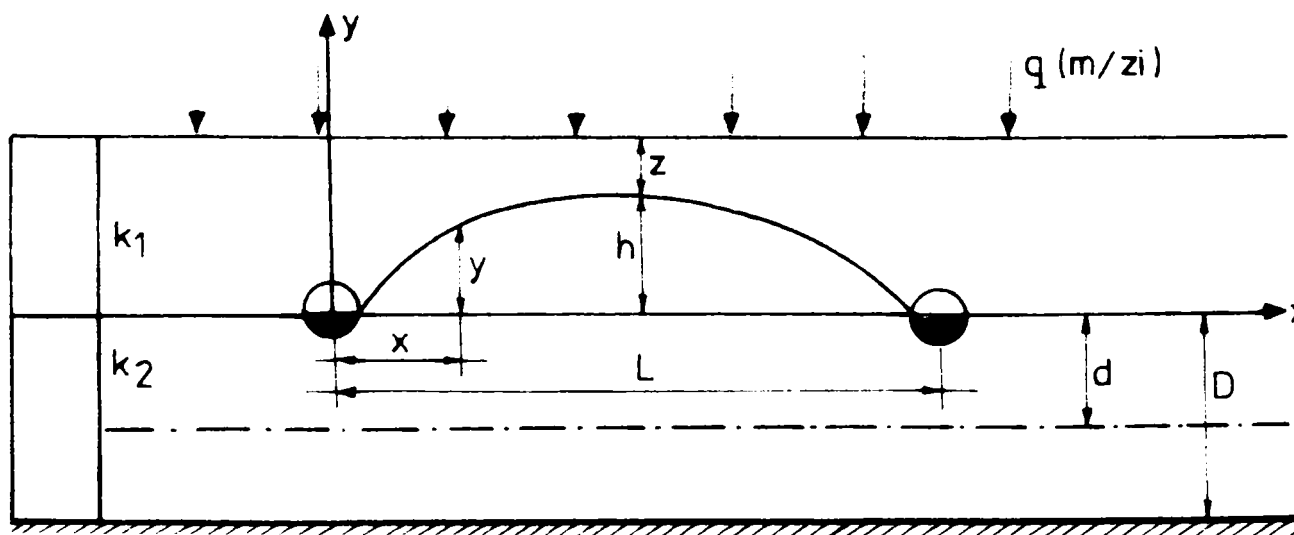
Figura 4.10 prezintă schematic, radierul depozitului etanș, peste care sunt așezate tuburile de drenaj cu diametrul de 300 mm, perforate pe jumătatea superioară. realizate din polyetilenă de densitate mare. Peste drenuri se așterne un

strat de pietriș sort 16/32, pe o înălțime de 45 cm. Condiția de drenaj impune ca linia curbei de depresiune să se înscrie în limita stratului de pietriș drenat, adică pierderea de sarcină  $h = 0,3$  m.

Cunoscând conductivitatea hidraulică a stratului de pietriș drenat,  $K = 550$  m/zi,  $D = 0,15$ , rezultă, din formula lui Hooghoudt, distanța între tuburile de drenuri;



**Fig. 4.10. Schema drenajului la radierul depozitului**



**Fig. 4.11. Schema de calcul a drenajului după Hooghoudt**

$$q \cdot \left( \frac{L}{2} - x \right) = k_2 \cdot d \cdot \frac{d_y}{d_x} + k_1 \cdot y \cdot \frac{d_y}{d_x} \quad (4.4)$$

$$q \cdot \left[ \frac{L}{2 \cdot x} - \frac{x^2}{2} \right]_0^{L/2} = k_2 \cdot d \cdot y_0^h + k_1 \cdot \left[ \frac{y^2}{2} \right]_0^h \quad (4.5)$$

$$q \cdot \frac{L^2}{8} = k_2 \cdot d \cdot h + k_2 \cdot \frac{h^2}{2} \quad (4.6)$$

$$L_2 = \frac{8 \cdot K_2 \cdot d \cdot h}{q} + \frac{4 \cdot k_1 \cdot h}{q} \quad (4.7)$$

Pentru profil omogen  $K_1 = K_2 = K$  și  $d = D$  obținem:

$$L_2 = \frac{8 \cdot K \cdot D \cdot h + 4 \cdot K \cdot h^2}{q} \quad (4.8)$$

Pentru  $q = 0,25 \text{ m/zi}$ , se obține:

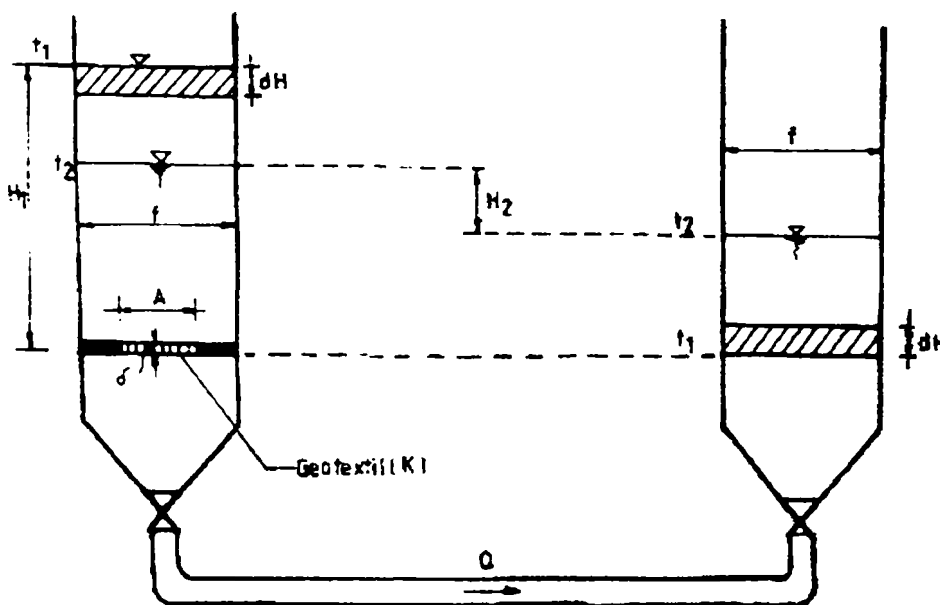
$$L_2 = \frac{8 \cdot 550 \cdot 0,15 \cdot 0,3 + 4 \cdot 550 \cdot 0,3^2}{0,25}$$

rezultă  $L = 40 \text{ m}$  - *Distanță curentă pentru proiectele realizate în Europa.*

**4.3. STUDII SI CERCETARI DE LABORATOR ASUPRA MATERIALELOR GEOSINTETICE**

**4.3.1. Permeabilitatea geotextilelor**

În rolul geotextilelor, de separare, drenare, filtrare și protecție, o importanță deosebită o prezintă permeabilitatea  $K$ . Ea se determină în laborator într-un permeametrul cu nivel variabil, în două tuburi cilindrice transparente și gradate fig. 4.12 pentru  $H_1 = 1$  m și  $\Delta t = t_2 - t_1$ .



Debitul: 
$$Q = f \frac{dH}{dt} = K \cdot A \cdot \frac{H}{d} \quad (4.9)$$

Integrând: 
$$\int_{H_1}^{H_2} \frac{dH}{H} = \frac{k \cdot A}{f \cdot d} \cdot \int_{t_1}^{t_2} dt \quad (4.10)$$

$$|\ln H|_{H_1}^{H_2} = \frac{K \cdot A}{f \cdot d} \cdot (t_2 - t_1) \quad (4.11)$$

Rezultă:

$$k = \frac{f \cdot d}{A \cdot \Delta t} \cdot \ln \frac{H_1}{H_2} \quad (4.12)$$

Nr. crt.	Denumire material	Permeabilități la încărcările			Transmisivități la încărcările		
		2	20	200	2	20	200
1.	Secudrăn 316 DS.600.316	5,6	1,3	0,15	0,11	0,012	0,00047
2.	Secudrăn 316 DS 800.316	3,4	1,3	0,13	0,065	0,013	0,00046

Obs. Produse ale firmei NAUE FASERTECHNIK

Secutex la o încărcare de 2 KN/m² are o permeabilitate de 6·10⁻³m/s.

#### 4.3.2. Determinarea coeficientului de frecare

În standul de încercări fig.4.13. se determină coeficientul de frecare spre exemplu, între un geotextil și o geomembrană.

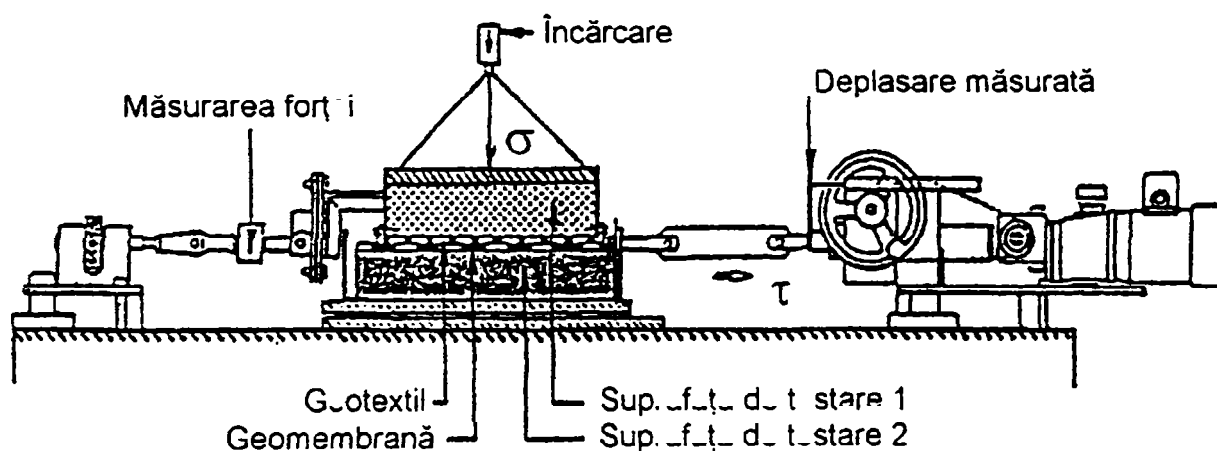


Fig.4.13. Stand pentru determinarea coeficientului de frecare

Pe verticală se încarcă cu greutate, obținând un efort normal  $\sigma$  cu un dispozitiv se trage partea superioară (geotextil) peste partea inferioară (geomembrana) obținându-se efortul tangențial  $\tau$ , suprafața de contact fiind cunoscută.

Încercările se fac pentru trei valori ale efortului normal  $\sigma$  și anume  $\sigma_1 = 100$  KPa,  $\sigma_2 = 50$  KPa și  $\sigma_3 = 20$  KPa, deplasand partea superioară pe orizontală pe o lungime de 30 mm, și se obține diagrama din fig.4. 14 în sistemul  $\tau (\sigma)$ .

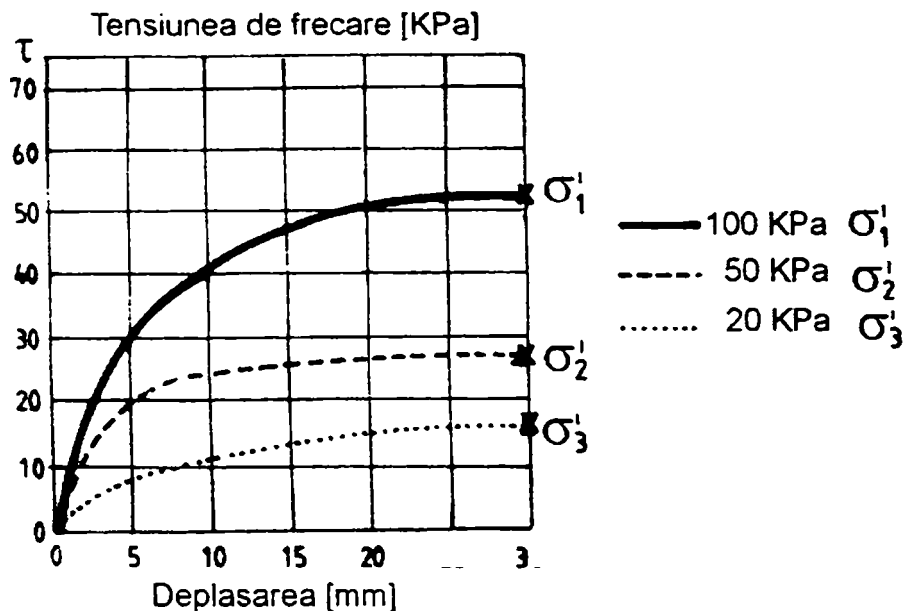


Fig.4.14. Diagrama de încercări pentru determinarea tensiunii de frecare în funcție de deplasare

Valorile extreme pentru  $\delta$  la 30 mm, ale funcției  $\delta(\tau)$  le reprezentăm într-un nou sistem  $\tau (\sigma)$  în fig. 4.15, obținând o dreaptă trasată prin cele 3 puncte, și preluând-o până la ordonată se obține valoarea lui  $\tau$  pentru  $\sigma = 0$  care este desigur efortul de adeziune  $a$ , iar  $\sigma$  este unghiul față de orizontală și reprezintă unghiul de frecare.



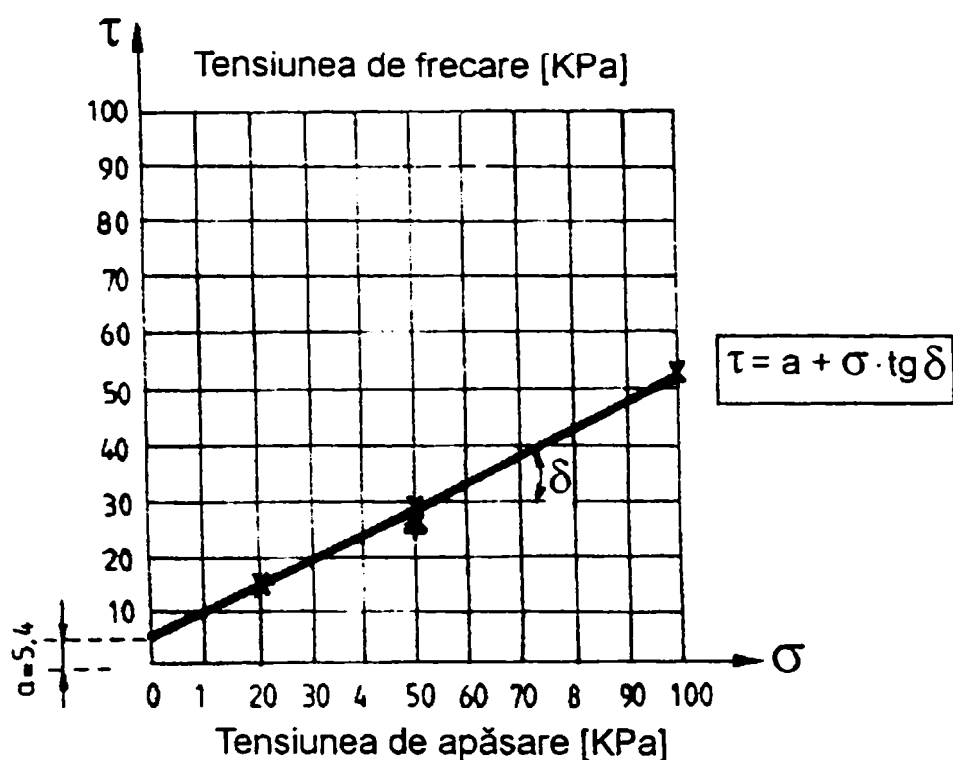


Fig.4.15. Diagrama τ(σ)

Din fig. 4.15 ecuația dreptei în sistemul σ și τ este:

$$\tau = a + \sigma \cdot \operatorname{tg} \delta \quad (4.13)$$

Pentru Secudran și geomembrană rezultă  $a = 5,4 \text{ kPa}$  și  $\delta = 24,9^\circ$  și expresia tensiunii de frecare devine:

$$\tau = 5,4 + \sigma \cdot \operatorname{tg} 24,9^\circ \quad (4.14)$$

Coeficientul de frecare va fi:

$$f = \operatorname{tg} \delta \quad (4.15)$$

### 4.3.3. Încercarea la strivire a radierului

Datorită drenajului la radier realizat din piatră rotundă sort 16/32 mm, greutatea deșeurilor cu înălțimi până la 40 m, produce o deformare locală a geomembranei. Încercările de laborator prezentate în fig.4.16 constau prin introducerea într-un cilindru de oțel a probei, care la baza are o tablă de oțel peste care se așterne un strat de elastomer apoi o tablă moale, geomembrana, protecție cu

un geotextil (Depotex) stratul de piatră sort și sus un geotextil gros, nisip și o placă de oțel, care se încarcă de la o presă cu forța necesară. După încercare se desface proba și urmele lăsate de pietre nu au voie să depășească 1 mm pe ambele axe.

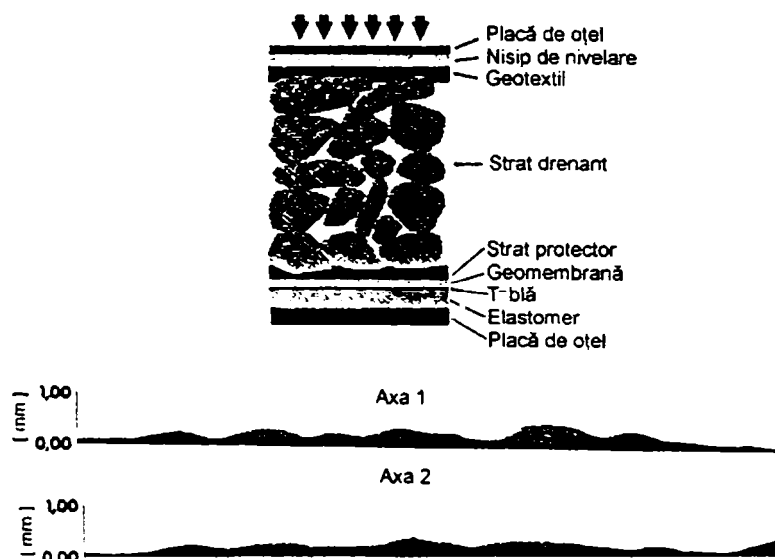


Fig.4.16. Schema încercării de strivire

#### 4.4. STABILITATEA LA LUNECARE ALE STRATELOR DE MATERIALE GEOSINTEICE PE TALUZE ȘI ANCORAREA CU GEOGRILE

Considerând acoperișul pe lungimea  $l$  între două banchete avem forțele:

$$G = \gamma \cdot l \cdot d \cdot 1m$$

$$N = G \cdot \cos \beta \tag{4.16}$$

$$T = G \cdot \sin \beta = \gamma \cdot l \cdot d \cdot \sin \beta$$

Notând cu  $\delta$  unghiul de frecare între secudrân și geomembrană și cu  $a$  adeziunea între ele, rezultă **forța de frecare** care se opune alunecării:

$$t_f = N \cdot \operatorname{tg} \delta + a \cdot l = \gamma \cdot l \cdot d \cdot \cos \beta \cdot \operatorname{tg} \delta + a \cdot l \tag{4.17}$$

unde  $f = \operatorname{tg} \delta$  este **coeficientul de frecare**.

**Coeficientul de siguranță** la alunecare a straturilor este:

$$\eta = \frac{\text{forte care retin}}{\text{forte care actioneaza}} = \frac{T_f + Z}{T + S_\omega} \quad (4.18)$$

în care  $S_\omega$  este forța care acționează la alunecare provenită din apa din filtrată din precipitații – componentă tangențială,

$$S_\omega = \gamma_\omega \cdot h_\omega \cdot l \cdot \sin \beta \quad (4.19)$$

Iar  $Z$  este forța dată la reținerea alunecării de către geogrilă, ancorată în partea superioară.

De exemplu, pentru geogrilă **Tensar SS₄₀** avem :

$$Z = 14 \text{ kN/m}$$

cu 2% întindere a geogrilei și

$$Z = 14 \text{ kN/m}$$

cu 5% deformație la întindere.

Se obține:

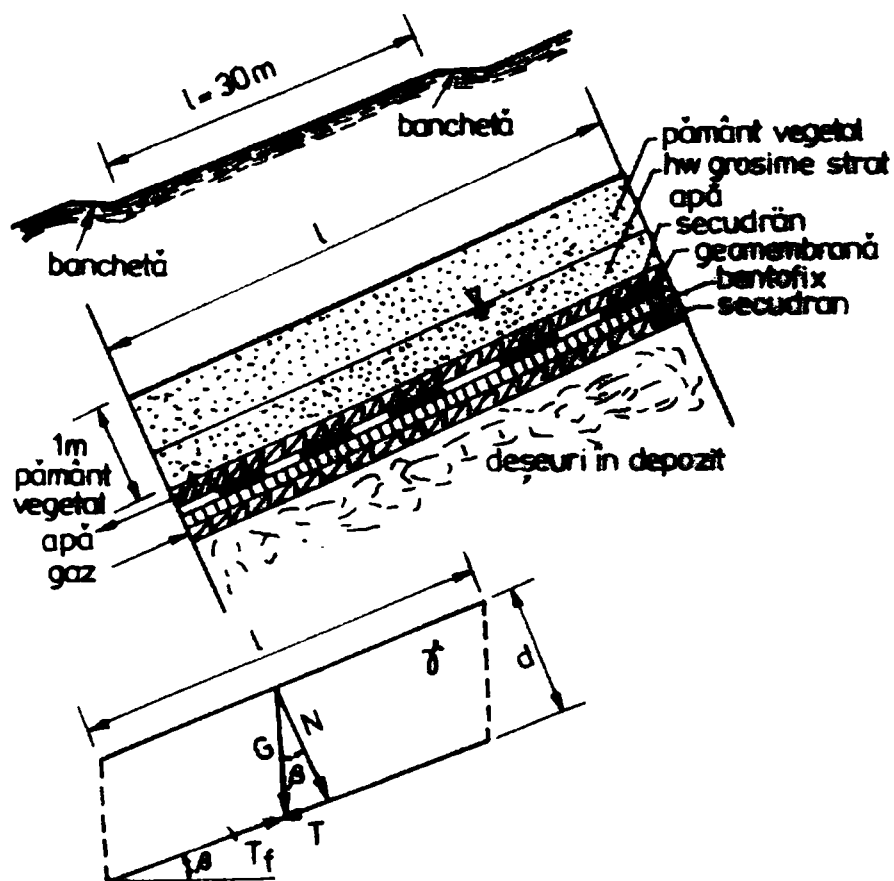
$$\eta = \frac{\gamma \cdot l \cdot \cos \beta \cdot \text{tg } \delta + a \cdot l + z}{\gamma \cdot l \cdot d \cdot \sin \beta + \gamma_\omega \cdot \sin \beta} \geq 1,3 \quad (4.20)$$

În calcule se neglijează acoperitor adeziunea  $a$ .

Calcululele se efectuează, la început, fără geogrilă și se verifică dacă **coeficientul de siguranță este  $\eta \geq 1,3$** .

Dacă nu este îndeplinită condiția, se ia valoarea limită  $\eta \geq 1,3$  și se calculează geogriila necesară.

$$Z = \eta \cdot (T + S_\omega) \cdot T_f \quad (4.21)$$



În cele ce urmează, este prezentat un **exemplu numeric** pentru o grosime de pământ vegetal  $d = 1$  m, la care se propune utilizarea de secudră 354 DS₈₀₀ și o geomembrana de 2,5 mm P₂₅ R/R. BAM și Bentofix D₃₀₀, verificându-se stabilitatea la alunecare între **secudră** și geomembrana cu  $\delta = 25^\circ$  și între geomembrana și bentofix cu  $\delta = 24^\circ$ .

Verificarea se face pentru unghiul mai mic și pentru siguranță redus cu 10%, se obține **coeficientul de frecare**:

$$f = \text{tg}\delta = \frac{\text{tg}\beta}{1,1} = \frac{\text{tg} 24^\circ}{1,1} = 0,405$$

care corespunde la  $22^\circ$ .

Depozitul are două variante de unghiuri  $\beta$ :

- Varianta 1:  $\beta = 17,2^\circ$
- Varianta 2:  $\beta = 18,4^\circ$

De asemenea:

$$l = 30 \text{ m}, h_w = 1 \text{ cm}; \gamma = 19 \text{ kN/m}^3; \gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$$

Tabelul 4.2.

VALORILE Z (KN/M) PENTRU CÂTEVA DINTRE GEOGRILELE DE POLIPROPILEN

Nr. crt.	Denumire geogrilă	Forța preluată de geogrilă			
		Deformație 2%		Deformație 5%	
		în lungime	în lățime	în lungime	în lățime
1.	Tensar SS ₁	4,5	6,0	9,5	15
2.	Tensar SS ₂	7,0	12,0	14,0	23,0
3.	Tensar SS ₃	7	8	14	15
4.	Tensar SS ₂₀	7	7	14	14
5.	Tensar SS ₃₀	10,5	10,5	21	21
6.	Tensar SS ₃₅	8	10	20	24
7.	Tensar SS ₄₀	14	14	28	28
8.	Tensar SR ₈₀	27	-	48,5	-
9.	Tensar SR ₁₁₀	40,5	-	72	-
10.	Tensar GM ₄	4,5	5	8	9
11.	Tensar SR ₅₅	19	-	33,5	-
12.	Tensar AR-G	7	8	-	-
13.	Tensar AR-1	7	8	-	-
14.	Tensar ER-1000	11	-	21	-
15.	Tensar ER-2000	22	-	42	-
16.	Tensar 55RE	15	-	31	-
17.	Tensar 80RE	22	-	45	-
18.	Tensar 120RE	33	-	67	-
19.	Tensar 160RE	44	-	90	-

Obs. Fabricate de Netlon U.K.

Pentru varianta 1 cu  $\beta = 17,2^\circ$  și fără geogrilă:

$$T = \gamma \cdot l \cdot d \cdot \sin \beta = 19 \cdot 30 \cdot 1 \cdot \sin \beta = 168,6 \text{ kN/n}$$

$$T_f = \gamma \cdot l \cdot d \cdot \cos \beta_1 \cdot \text{tg} \delta = 19 \cdot 30 \cdot 1 \cdot \cos 17,2^\circ \cdot \text{tg} 22^\circ = 220 \text{ kN/m}$$

$$S_\omega = \gamma_\omega \cdot \sin \beta_1 \cdot h_\omega \cdot 1 = 10 \cdot \sin 17,2^\circ \cdot 0,01 \cdot 30 = 0,89 \text{ kN/m}$$

$$\eta = \frac{220}{168,6 + 0,89} = 1,3$$

deci stabilitatea este asigurată fără geogrilă.

Pentru varianta 2 cu  $\beta = 18,4^\circ$

$$T = \gamma \cdot l \cdot d \cdot \sin \beta_1 = 19 \cdot 30 \cdot 1 \cdot \sin 18,4^\circ = 179,92 \text{ kN/n}$$

$$T_f = \gamma \cdot l \cdot d \cdot \cos \beta_2 \cdot \text{tg} \delta = 19 \cdot 30 \cdot 1 \cdot \cos 18,4^\circ \cdot \text{tg} 22^\circ = 218,52 \text{ kN/m}$$

$$S_\omega = \gamma_\omega \cdot \sin \beta_1 \cdot h_\omega \cdot 1 = 10 \cdot \sin 18,4^\circ \cdot 0,01 \cdot 30 = 0,95 \text{ kN/m}$$

$$\eta = \frac{218,52}{179,92 + 0,95} = 1,2$$

deci nu se verifică.

Se calculează geogrila necesară care trebuie dispusă între aceste strate:

$$Z_{nec} = 1,3 \cdot (179,92 + 0,95) - 218,52 = 16,6 \text{ kN/m}$$

deci este necesar o geogrilă Tensar SS₄₀.

#### 4.5. CALCULUL DE STABILITATE AL ACOPERIRILOR MINERALE

În tehnologia etanșării cu materiale geosintetice a depozitelor, lunecările acoperirilor minerale amplasate pe materialele geosintetice, este favorizată de pantele abrupte ale taluzelor, de faptul ca straturile minerale au grosimi mici de 0,40 - 0,50 m, materialul din care este realizată etanșarea inferioară are în general o interfață cu rezistența la forfecare scăzută față de stratul mineral plasat deasupra, etanșarea este orientată în direcția lunecării potențiale, planele de lunecare potențiale sunt de regulă liniare și neîntrerupte în lungul pantei, levigatul nu își poate continua curgerea spre partea inferioară datorită prezentei în secțiune transversală a materialului din etanșare. Stabilitatea acoperirilor minerale este dificil de asigurat în două cazuri: când stratul de colectare a levigatului este plasat deasupra unei geomembrane geosintetic bentonitic și/sau argila compactată, pe taluzele unui depozit înainte de a începe depozitarea deșeurilor și în cazul acoperirilor minerale finale, plasate deasupra unei geomembrane, geosintetic bentonitic și/sau argila compactată pentru închiderea depozitului, după ce înălțimea de deșeuri depozitate a

ajuns la cota proiectată. Lunecarea straturilor minerale pe căptușelile geosintetice pot fi provocate în principal de următoarele situații: acțiunea forțelor gravitaționale, acțiunea forțelor suplimentare date de echipamentele de execuție, forțele hidrodinamice datorate infiltrațiilor, acțiunea forțelor seismice.

#### **4.5.1. Acțiunea forțelor de greutate ale stratului mineral**

Calculul propus pentru situația unei pante de lungime finită și unghi  $\Psi$ , acoperită cu un material de etanșare peste care se așterne un strat mineral de grosime constantă este propus de Koerner și Hwu - 1991 . Se adoptă ipoteza simplificatoare ca la baza pantei există o pană pasivă formată de stratul mineral, iar la partea superioară a pantei o fisură datorată forțelor de întindere (Fig.4.1 ). Există și alte calcule comparabile ale lui Giroud și Beech -1989, McKelvey și Deutsch -1991, Ling și Leshchinsky -1997 și alții.

Notațiile folosite în figura 4.18 sunt următoarele:

$G_a$  - greutatea totală a penei active;

$G_p$  - greutatea totală a penei pasive;

$N_a$  - forța efectivă, normală pe planul de cedare, a penei active;

$N_p$  - forța efectivă, normală pe planul de cedare, a penei pasive;

$\gamma_{sat'd}$  - greutatea volumică a stratului mineral de acoperire;

$h$  - grosimea stratului mineral de acoperire;

$L$  - lungimea pantei măsurate de-a lungul geomembranei;

$\Psi$  - unghiul pantei dedesubtul geomembranei;

$\varphi$  - unghiul de frecare internă al stratului mineral;

$\delta$  - unghiul de frecare la interfață strat mineral /geomembrana;

$C_a$  - efortul secțional de adeziune dintre pământul din pană activă și geomembrană;

$c_a$  - efortul unitar de adeziune dintre pământul din pană activă și geomembrana;

$C'$  - efortul secțional de coeziune al penei pasive, în lungul planului de cedare;

$c'$  - efortul unitar de coeziune al penei pasive; coeziunea stratului mineral;

$E_a$  - împingerea activă datorită penei pasive;

$E_p$  - rezistența pasivă datorită penei active;

$C_s$  - coeficient de stabilitate pentru lunecarea stratului mineral pe geomembrană.

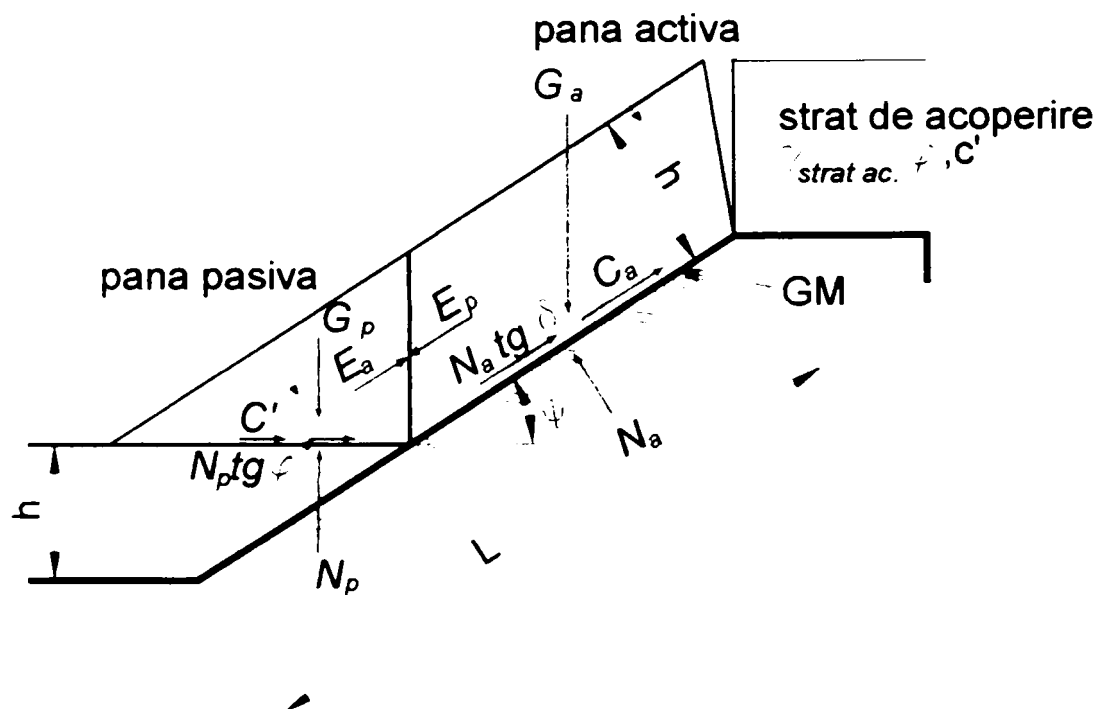


Fig.4.18. Echilibrul la limita al forțelor de calcul pentru stabilitatea unui taluz de lungime finită, pentru o acoperire de grosime constanta

Daca se considera pana activa

$$G_a = \gamma_w h^2 \left( \frac{L}{h} - \frac{1}{\sin \beta} - \frac{\text{tg} \psi}{2} \right) \quad (4.22)$$

$$N_a = G_a \cos \psi \quad (4.23)$$

$$C_a = c_a \left( L - \frac{h}{\sin \psi} \right) \quad (4.24)$$

Scriind echilibrul forțelor pe verticala, rezulta



$$E_a \sin \psi = G_a - N_a \cos \psi - \frac{N_a \operatorname{tg} \delta + C_a}{c_s} \sin \psi \quad (4.25)$$

De aici, forța de interacțiune de pe pană activă este

$$E_a = \frac{c(G_a - N_a \cos \psi) - (N_a \operatorname{tg} \delta + C_a) \sin \psi}{c_s \sin \psi} \quad (4.26)$$

Pană pasivă poate fi tratată în același mod

$$G_p = \frac{\gamma h^2}{\sin 2\psi} \quad (4.27)$$

$$N_p = G_p + E_p \sin \psi \quad (4.28)$$

$$C' = \frac{c'h}{\sin \psi} \quad (4.29)$$

Scriind echilibrul forțelor pe orizontală, rezultă

$$E_p \cos \psi = \frac{C' + n p \operatorname{tg} \phi}{c_s} \quad (4.30)$$

De unde forța de interacțiune de pe pană pasivă rezultă

$$E_p = \frac{C' + G_p \operatorname{tg} \phi}{c \cos \psi - \sin \psi \operatorname{tg} \phi} \quad (4.31)$$

Punând condiția  $E_a = E_p$ , ecuația rezultată poate fi aranjată într-o formă de tipul

$$Ax^2 + Bx + C = 0$$

care devine, dacă utilizăm  $c$

$$Ac^2 + Bc + C = 0 \quad (4.32)$$

unde,

$$A = (G_a - N_a \cos \psi) \cos \psi$$

$$B = -[(G_a - N_a \cos \psi) \sin \psi \operatorname{tg} \phi + (N_a \operatorname{tg} \delta + C_a) \sin \psi \cos \psi + \sin \psi (C' + G_p \operatorname{tg} \phi)]$$

$$C = (N_a \operatorname{tg} \delta + C_a) \sin^2 \psi \operatorname{tg} \phi \quad (4.33)$$

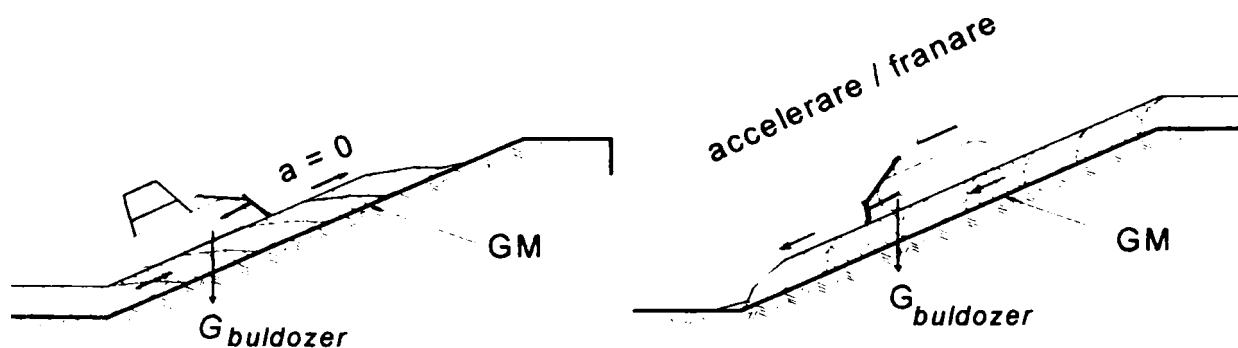
Valoarea coeficientului de stabilitate,  $c_s$  este obținută cu relația

$$c_s = \frac{-B + \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A} \quad (4.34)$$

Valoarea minimă a coeficientului  $C_s$ , trebuie să fie supraunitară pentru a fi compatibilă cu noțiunea de stabilitate,

#### 4.5.2. Acțiunea forțelor date de utilaje de construcții pe șenile

Punerea în operă a unei acoperiri minerale pe o pantă cu o rezistență la forfecare mică, de exemplu o geomembrană trebuie realizată totdeauna de la baza spre vârf. Figura 4.19.a ilustrează metoda recomandată pentru punerea în operă a acoperirii minerale. Avantajul metodei constă în compactarea straturilor puse în operă, de la baza taluzului prin forțele gravitaționale date de stratul mineral și prin cele date de echipamentul în mișcare. Fiecare strat executat lucrează ca un suport pentru stratul următor și se constituie într-o pană pasivă, în timp ce stratul nou aplicat constituie o pană activă.



a. Utilaj in lucru de jos in sus

b. Utilaj in lucru de sus in jos

Fig. 4.19 Utilajul de executie, in lucru pentru punerea in opera a stratului mineral de acoperire pe un taluz captusit cu materiale geosintetice

În cazul în care punerea în operă a stratului mineral se face de sus în jos atunci pană activă nu beneficiază de un suport inferior stabil și în plus trebuie preluat efortul dinamic din buldozer (Fig. 4.5.2.b).

b. Calculul echilibrului la limită în cazul forțelor suplimentare date de utilaje

Buldozerul dezvoltă o forță la contactul cu stratul mineral. Această forță este disipată prin stratul mineral până la geomembrană. Calcule sunt de tip Boussinesq, conform Poulos și Davis - 1974.

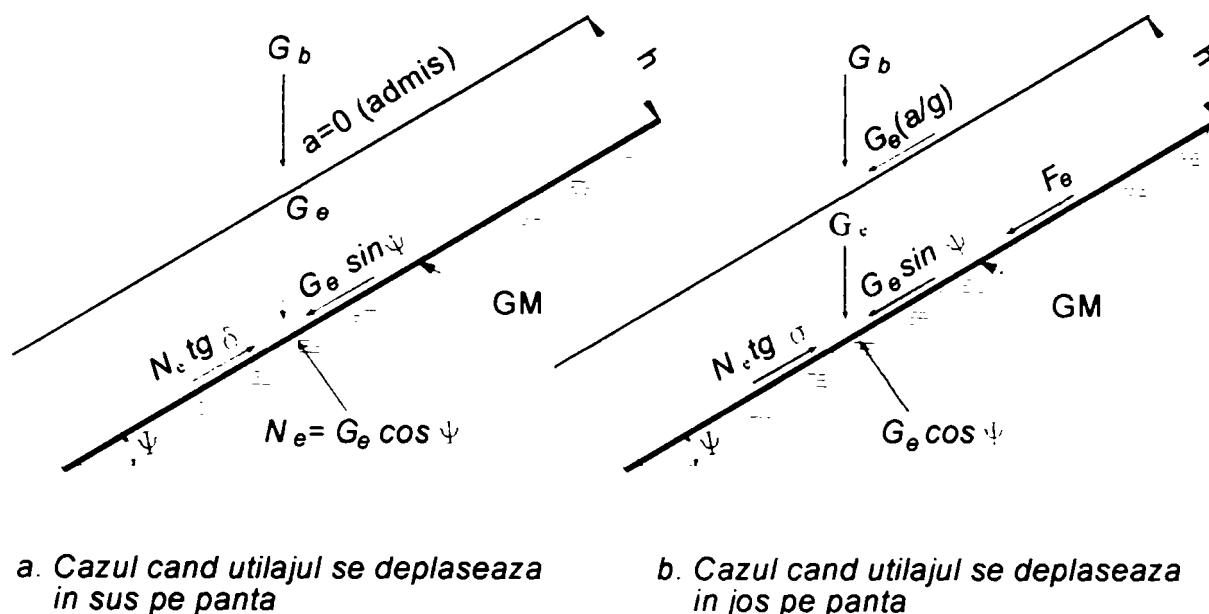


Fig. 4.20 Echilibrul limita al forțelor suplimentare datorate deplasării utilajului

Utilajul în mișcare pe pantă, în sus, adaugă un termen suplimentar,  $G_e$  forței  $G_a$  din ecuația (4.19). Aceasta implică dezvoltarea unei forțe de rezistență, de aceea se consideră că efectul creșterii forței destabilizatoare este oarecum neutralizat.

Calculul prezentat se consideră a fi acoperitor, întrucât nu sunt luate în considerație forțele de accelerație/frânare.

**Cazul deplasării în josul pantei**

La contactul dintre stratul mineral și geomembrană, utilajul va dezvolta o forță

$$F_e = G_e \frac{a}{b_b} \tag{4.37}$$

$F_e$  - forța dinamică pe unitatea de lățime, paralelă cu taluzul, la interfața cu geomembrana;

$B$  - unghiul pantei taluzului;

- $a$  -acceleratia buldozerului;  
 $g$  -acceleratia gravitacionala.;

Din echilibrul forțelor pe directia paralela cu taluzul rezulta

$$E_a + \frac{(N_e + N_a)tg\delta + C_a}{c_s} = (G_a + G_e) \sin \psi + F_e \quad (4.38)$$

in care forta efectiva a utilajului normala la planul de cedare al penei active este

$$N_e = G_e \cos \psi \quad (4.39)$$

Forța de interaciune de pe pana activa poate fi exprimata astfel

$$E_a = \frac{c_s [(G_a + G_e) \sin \psi + F_e] - [(N_e + N_a)tg\delta + C_a]}{c_s}$$

Pana pasiva poate fi tratata in acelasi mod. Rezulta urmatoarea expresie pentru forta de reactiune de pe pana pasiva

$$E_p = \frac{C' + G_p tg\phi}{c \cos \psi - \sin \psi tg\phi} \quad (4.40)$$

Scriind egalitatea dintre  $E_a$  si  $E_p$ , ecuatia rezultata poate fi pusa sub forma (4.11), in care  $A$ ,  $B$ ,  $C$  sunt

$$\begin{aligned} A &= [(G_a + G_e) \sin \psi + F_e] \cos \psi \\ B &= -\{[(N_e + N_a)tg\delta + C_a] \cos \psi + [(G_a + G_e) \sin \psi + F_e] \sin \psi tg\phi + (C' + G_p tg\phi)\} \\ C &= [(N_e + N_a)tg\delta + C_a] \sin \psi tg\phi \end{aligned} \quad (4.41)$$

### 4.5.3. Acțiunea forțelor de infiltrație

Infiltrațiile de apă favorizează apariția lunecărilor în acoperirilor minerale peste geosintetice prin:

- straturi minerale de drenaj cu permeabilități prea scăzute pentru condițiile amplasamentului;
- capacitate de drenaj inadecvată la baza pantelor, unde cantitatea de apă acumulată este maximă;

- particulele fine din balast fie au colmatat stratul de drenaj, fie s-au acumulat la baza pantei și au scăzut permeabilitatea în timp;
- înghețarea stratului de drenaj la baza pantei, în timp ce stratul de pământ din vârful pantei se dezgheață, ceea ce duce la apariția de forțe hidrodinamice pe pana de gheață de la bază.

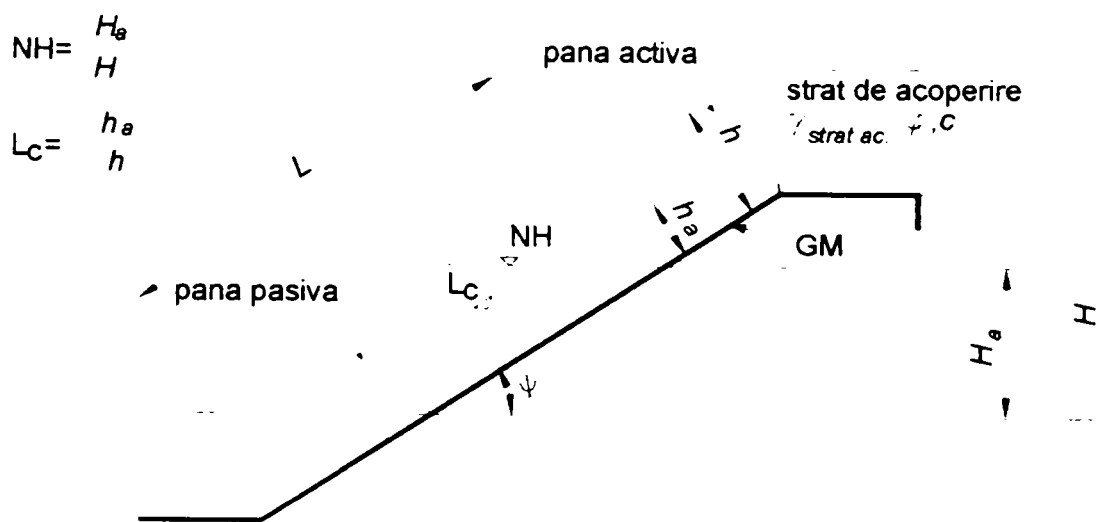


Fig. 4.21 Secțiune transversală printr-o acoperire de grosime uniformă pe o geomembrană, după Soong și Koerner

În cazul unei acoperiri minerale de grosime uniformă peste o geomembrană, pe o pantă de unghi  $\psi$ , se poate constata existența unei zone saturate pe o zonă sau pe întreaga grosime. Infiltrația se poate produce în două moduri: pe verticală de la baza în sus sau ridicare dinspre exterior, paralelă cu panta.

### Cazul 1. Ridicarea infiltrației pe verticală, începând de la bază

Ridicarea pe verticală a apei se poate produce când baza pantei este colmatată datorită capacității inadecvate de scurgere, contaminarea sau colmatarea fizică a golurilor sau orificiilor tubului de dren sau înghețării acestora.

Forțele de interacțiune pe pana activă pot fi exprimate astfel:

$$G_a = \frac{\gamma_{sat} d h (2H_a \cos \psi - h)}{\sin 2\psi} + \frac{\gamma_t h (H - H_a)}{\sin \psi} \quad (4.42)$$

$$U_n = \frac{\gamma_w h \cos \psi (2H_a \cos \psi - h)}{\sin 2\psi} \quad (4.43)$$

$$U_h = \frac{\gamma_w h^2}{2} \quad (4.44)$$

$$N_a = G_a \cos \psi + U_h \sin \psi - U_n \quad (4.45)$$

Forța de interacțiune de pe pana activă este

$$E_a = G_a \sin \psi - U_h \cos \psi - \frac{N_a \operatorname{tg} \delta}{c} \quad (4.46)$$

Pana pasivă se calculează în același mod și rezultă următoarele expresii

$$G_p = \frac{\gamma_{sat} d h^2}{\sin 2\psi} \quad (4.47)$$

$$U_v = U_h \operatorname{ctg} \psi \quad (4.48)$$

Forța de interacțiune de pe pana pasivă poate fi exprimată sub forma

$$E_p = \frac{U_h c_s - (G_p - U_v) \operatorname{tg} \phi}{\sin \psi \operatorname{tg} \phi - c \cos \psi} \quad (4.49)$$

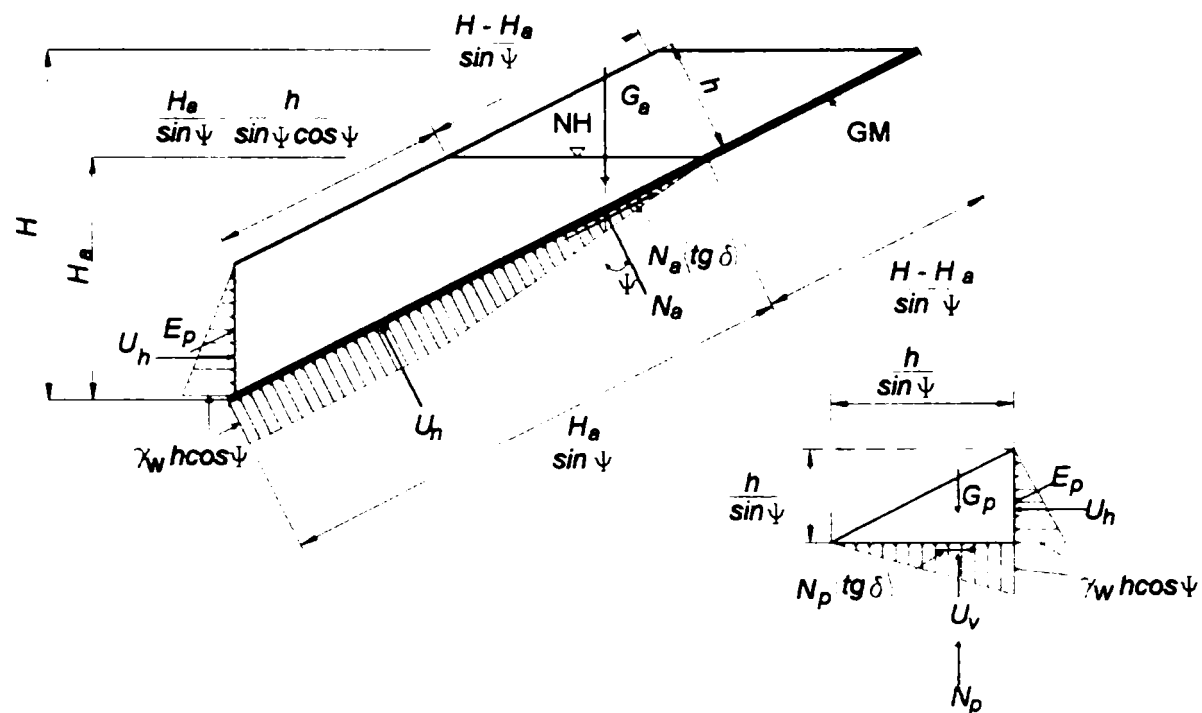


Fig. 4.22 Echilibrul limita al forțelor pentru o panta de lungime finita, cu o acoperire de grosime uniforma, cu ridicare pe orizontala a apei infiltrate

- $\gamma_{sat'd}$  -greutatea volumică în stare saturată a stratului mineral;
- $\gamma_1$  -greutatea volumică totală a stratului mineral;
- $\gamma_w$  -greutatea volumică a apei;
- $H$  -înălțimea taluzului, măsurată de la bază;
- $H_a$  -înălțimea suprafeței libere a apei, măsurată de la bază;
- $U_h$  -rezultanta presiunii interstițiale ce acționează pe suprafețele dintre pene;
- $U_n$  -rezultanta presiunii interstițiale ce acționează perpendicular pe pantă;
- $U_v$  -rezultanta presiunii interstițiale verticale ce acționează pe pana pasivă.

Se considera  $E_p = E_a$ , ecuația care rezulta poate fi pusă sub forma

$$Ax^2 + Bx + C = 0$$

care în acest caz este

$$Ac^2 + Bc + C = 0 \tag{4.50}$$

unde

$$\begin{aligned} A &= G_a \sin \psi \cos \psi - U_h \cos^2 \psi + U_h \\ B &= -G_a \sin^2 \psi \operatorname{tg} \delta + U_h \sin \psi \cos \psi \operatorname{tg} \delta - N_a \cos \psi \operatorname{tg} \delta - (G_a - U_v) \operatorname{tg} \delta \\ C &= N_a \sin \psi \operatorname{tg} \delta \operatorname{tg} \delta \end{aligned} \tag{4.51}$$

Soluția se obține utilizând formula (4.13).

**Cazul 2. Ridicarea infiltrației paralel cu panta taluzului**

Această situație poate să apară când stratul mineral plasat deasupra geomembranei are inițial o permeabilitate prea scăzută sau aceasta devine prea scăzută datorită colmatării în timp a straturilor aflate deasupra, care nu au un filtru. În acest caz  $h_a$  este definit ca înălțimea suprafeței libere a apei măsurată perpendicular pe taluz.

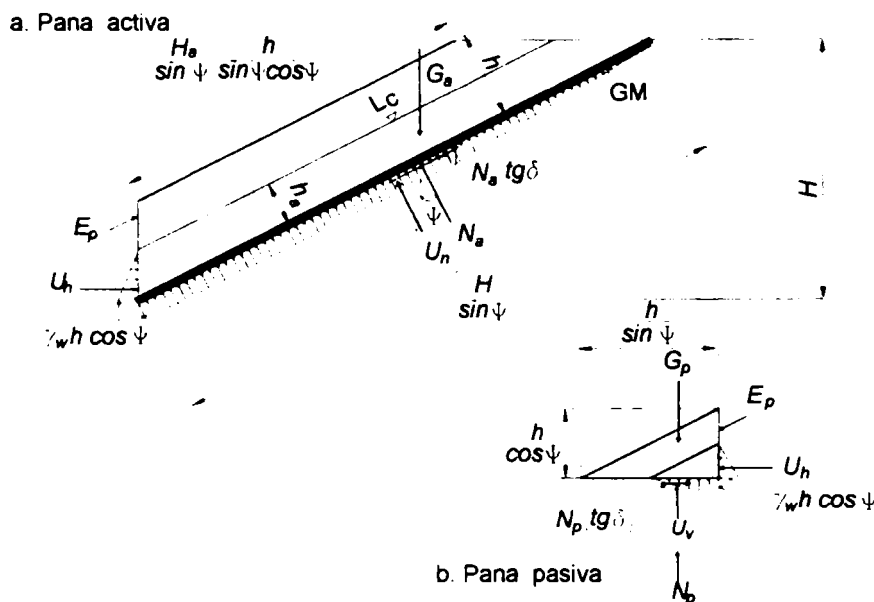


Fig. 4.23 Echilibrul limita al forțelor pentru o panta de lungime finita, cu acoperire de grosime uniforma si ridicare a nivelului de apa paralel cu taluzul



4.5.4. Influența forțelor seismice asupra stabilității

Calculul seismic al acoperirilor minerale peste căptușeli geosintetice implică două etape: calculul stării de echilibru utilizând o metodă pseudostatică prin adăugarea unei forțe orizontale în centrul de greutate al secțiunii stratului de pământ și calculul deformațiilor permanente, prin completarea echilibrului de forțe.

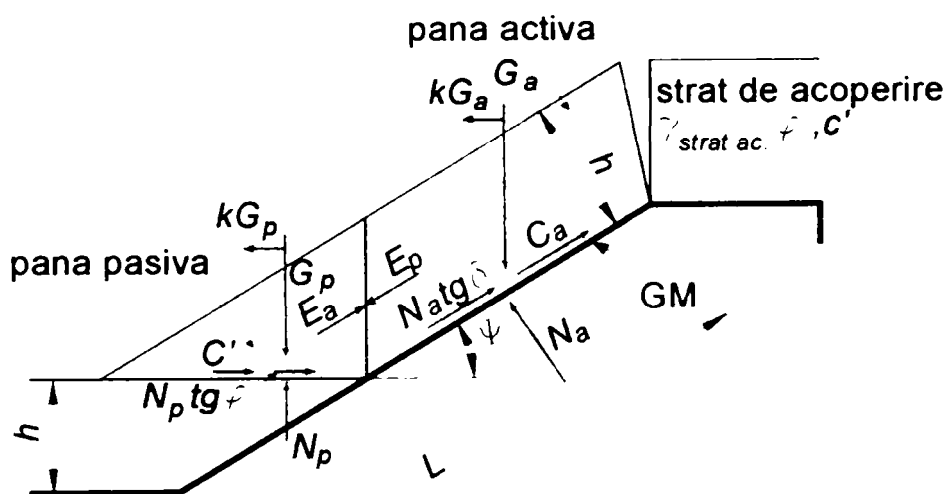


Fig. 4.24. Echilibrul limita al forțelor pentru analiza pseudostatica utilizand un coeficient de intensitate seismica

Pentru prima etapa din echilibrul forțelor pe orizontala pentru pana activa rezulta:

$$E_a \cos \psi + \frac{(N_a \operatorname{tg} \delta + C_a) \cos \psi}{k} = kG_a + N_a \sin \psi \quad (4.55)$$

Deci, forta de interactiune de pe pana activa este

$$E_a = \frac{c_s (kG_a + N_a \sin \psi) - (N_a \operatorname{tg} \delta + C_a) \cos \psi}{c_s \cos \psi} \quad (4.56)$$

Pana pasiva este tratata intr-o maniera similara

$$E_p \cos \Psi + kG_p = \frac{C' + N_p \operatorname{tg} \varphi}{c_s} \quad (4.57)$$

De unde rezulta forta de interactiune de pe pana pasiva

$$E_p = \frac{C' - G_p \operatorname{tg} \varphi - kG_p c}{c_s \cos \Psi - \sin \Psi \operatorname{tg} \varphi} \quad (4.58)$$

Din nou, egaland  $E_p$  si  $E_a$  ecuatia care rezulta poate fi pusa sub forma

$$Ax^2 - Bx - C = 0$$

unde

$$\begin{aligned} A &= (kG_a + N_a \sin \Psi) \cos \Psi - kG_p \cos \Psi \\ B &= - \left[ (kG_a + N_a \sin \Psi) \sin \Psi \operatorname{tg} \varphi + (N_a \operatorname{tg} \delta + C_a) \cos^2 \Psi + (C' + G_p \operatorname{tg} \varphi) \cos \Psi \right] \\ C &= (N_a \operatorname{tg} \delta + C_a) \cos \Psi \sin \Psi \operatorname{tg} \varphi \end{aligned} \quad (4.59)$$

$k$  -coeficientul de intensitate seismică; este adimensional și reprezintă raportul dintre accelerația stratului de bază și accelerația gravitațională.

### **Exemplul de calcul nr. 1**

Se consideră o pantă cu înclinarea 1:3 lungă de 30 m, acoperită cu un strat mineral cu grosime uniformă  $h = 0,30\text{m}$ , având o greutate volumică  $\gamma = 18 \text{ kNm}^3$ . Stratul mineral are un unghi de frecare  $\varphi = 30^\circ$ , coeziunea  $c' = 0$  și este saturat pe 50 % din grosime și este plasat direct pe geomembrană. Acesta este pus în operă cu ajutorul unui buldozer care se deplasează în primul caz de jos în sus, iar în al doilea caz de sus în jos. În acest al doilea caz se consideră viteza de deplasare a buldozerului  $v=20 \text{ km/h}$ , timpul necesar pentru atingerea acestei viteze fiind  $t = 3\text{s}$ , accelerația buldozerului de  $0,15 \text{ g}$ . Din încercările de forfecare directă a rezultat că unghiul de frecare pe interfața pământ / geomembrană  $\delta = 22^\circ$  și adeziunea  $C_a = 0$ . Interfața pământ / geomembrană are accelerația limita de  $g=0,075\text{m/s}^2$  și  $k=0,10$ . Utilizând ecuațiile (4.12), (4.13), (4.15) au rezultat pentru coeficientul de siguranță valorile înscrise în tabelul 4.1, în situația influenței factorilor menționați.

4.5.5. Execuția unei berme la baza taluzului

O practică obișnuită de stabilizare a taluzelor este execuția unei berme, la baza pantei. Astfel, se realizează o susținere pasivă și rezistența care are efecte stabilizatoare (Fig. 4.25).

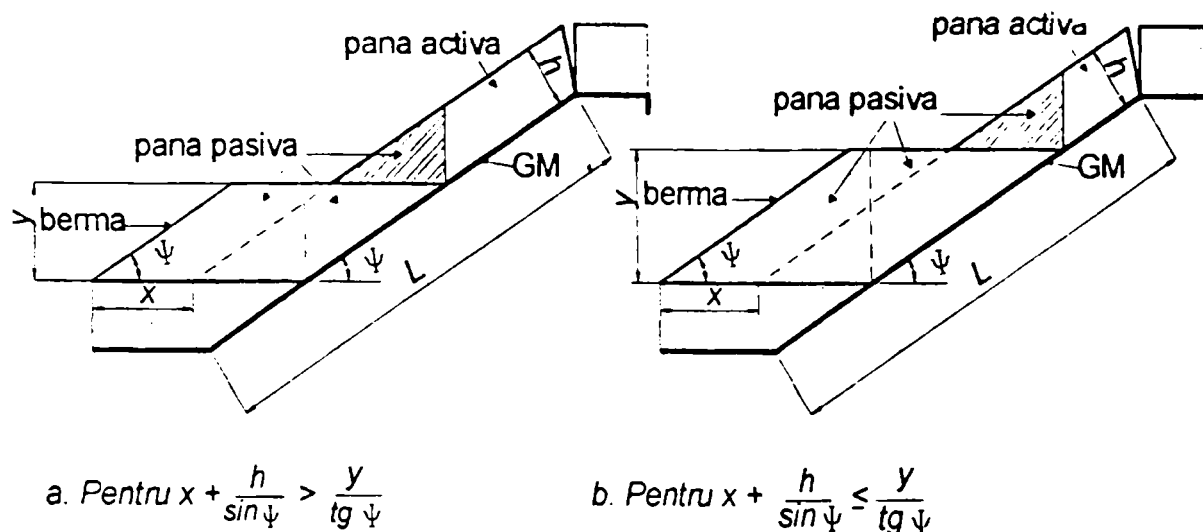


Fig.4.25. Dimensiunile bermei amplasata la baza taluzului care actioneaza ca o pana pasiva marind stabilitatea stratului mineral

4.5.6. Execuția de pante cu grosimi variabile ale stratului de acoperire

În acest caz se presupune existența unei fisuri la partea superioară a pantei, al unui unghi constant  $\omega$  al suprafeței superioare a acoperirii și o orientare a forțelor de împingere a pământului pe o direcție medie între suprafața de unghi  $\omega$  și panta taluzului, adică forțele E au o înclinare de  $(\omega + \Psi)/2$

Se consideră pană activă:

$$G_a = \gamma \left[ \left( L - \frac{h}{\sin \psi} - h_c \operatorname{tg} \psi \right) \left( \frac{\gamma \cos \psi}{2} + h_c \right) + \frac{h_c^2 \operatorname{tg} \psi}{2} \right] \quad (4.40)$$

unde,

$h$  - grosimea acoperirii la baza depozitului, măsurată perpendicular pe etansarea de baza;

$h_c$  - grosimea acoperirii la varful pantei, măsurată perpendicular pe panta;

$y$  - ca în figura 4.9.

$$y = \left( L - \frac{h}{\sin \psi} - h_c \operatorname{tg} \psi \right) (\sin \psi - \cos \psi \operatorname{tg} \omega)$$

$\omega$  - unghiul fetei superioare a acoperirii,  $\omega < \psi$ .

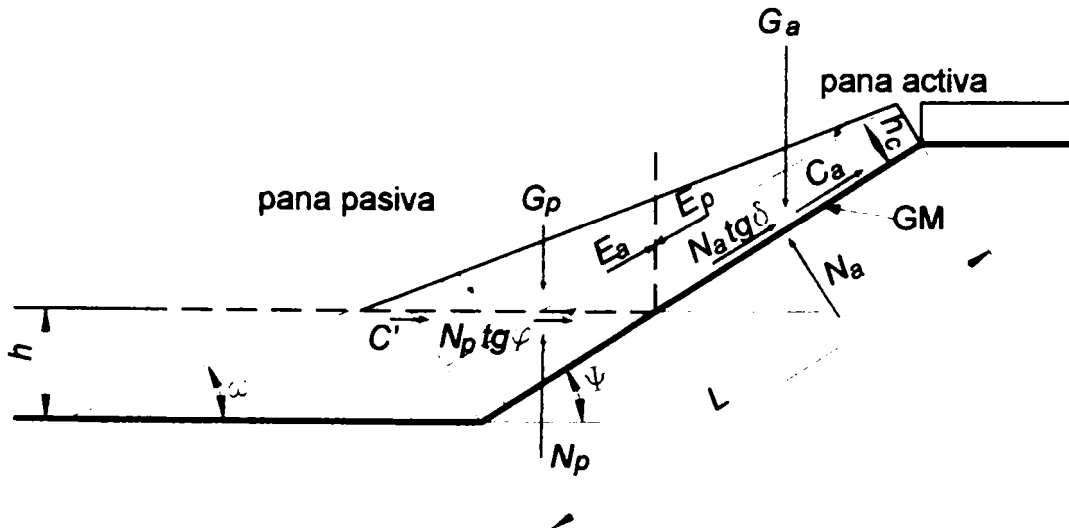


Fig. 4.26 Echilibrul limita al fortelor în cazul unei pante de lungime finită cu acoperire minerală de grosime variabilă

Scriind echilibrul forțelor pe verticala, rezulta următoarea expresie

$$E_a \sin\left(\frac{\omega + \psi}{2}\right) = G_a - N_a \cos \psi - \frac{N_a \operatorname{tg} \delta + C_a}{c} \sin \psi \quad (4.63)$$

De unde rezulta ca reacțiunea de pe panta activa este

$$E_a = \frac{c(G_a - N_a \cos \psi) - (N_a \operatorname{tg} \delta + C_a) \sin \psi}{c \sin \frac{\omega + \psi}{2}} \quad (4.64)$$

Pana pasiva este tratata similar

$$G_p = \frac{\gamma \operatorname{strat.ac.}}{2 \operatorname{tg} \omega} \left[ \left( L - \frac{h}{\sin \psi} - h_c \operatorname{tg} \psi \right) (\sin \psi - \cos \psi \operatorname{tg} \psi \omega) + \frac{h_c}{\cos \psi} \right]^2 \quad (4.65)$$

$$N_p = G_p + E_p \sin \frac{\omega + \psi}{2} \quad (4.66)$$

$$C' = \frac{\gamma \operatorname{strat.ac.}}{\operatorname{tg} \omega} \left[ \left( L - \frac{h}{\sin \psi} - h_c \operatorname{tg} \psi \right) (\sin \psi - \cos \psi \operatorname{tg} \psi \omega) + \frac{h_c}{\cos \psi} \right] \quad (4.67)$$

Scriind echilibrul forțelor pe orizontala rezulta:

$$E_p \cos \frac{\omega + \beta}{2} = \frac{C' + N_p \operatorname{tg} \phi}{c_s} \quad (4.68)$$

De unde reacțiunea de pe panta pasiva este egala cu

$$E_p = \frac{C' + G_p \operatorname{tg} \phi}{c \cos \frac{\omega + \psi}{2} - \sin \frac{\omega + \psi}{2} \operatorname{tg} \phi} \quad (4.69)$$

Punand conditia  $E_a = E_p$ , ecuatia care rezulta se scrie sub forma

$$Ax^2 + Bx + C = 0$$

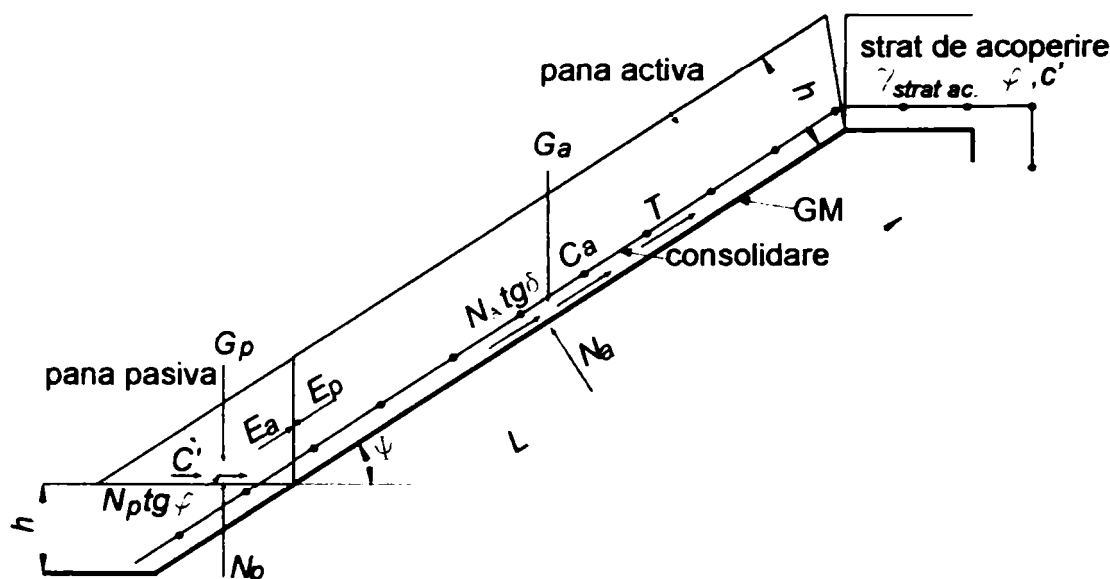
care in acest caz este

$$Ac^2 + Bc + C = 0 \quad (4.70)$$

unde,

$$\begin{aligned}
 A &= (G_a - N_a \cos \psi) \cos \frac{\omega + \psi}{2} \\
 B &= - \left[ (G_a - N_a \cos \psi) \sin \frac{\omega + \psi}{2} \operatorname{tg} \varphi + (N_a \operatorname{tg} \delta + C_a) \sin \psi \cos \frac{\omega + \psi}{2} + (C' + G_p \operatorname{tg} \varphi) \sin \frac{\omega + \psi}{2} \right] \\
 C &= (N_a \operatorname{tg} \delta + C_a) \sin \psi \sin \frac{\omega + \psi}{2} \operatorname{tg} \varphi
 \end{aligned}
 \tag{4.71}$$

*g. Consolidarea acoperirilor minerale*



*Fig. 4.27. Echilibrul limita al forțelor în cazul unei pante de lungime finită și a unei acoperiri minerale de grosime uniformă, consolidată*

Prin includerea unor geogriile sau geotextile cu rezistența mare în stratul de acoperire se realizează consolidarea cu scopul de a mări stabilitatea stratului mineral. În funcție de tipul și de dispoziția materialelor de consolidare se preiau forțele active din acoperirile minerale, ceea ce determină o mărire a coeficientului de stabilitate. Așa cum rezultă din figura 4.10 se introduce o forță suplimentară, T, ce acționează paralel cu taluzul, care îmbunătățește stabilitatea. Această forță, acționează doar pe pana activă.

Luând în considerare schema de încărcare pe pana activă și pana pasivă se poate deduce expresia coeficientului de stabilitate. Toate notățiile folosite în figura 4.10 au fost definite, cu excepția  $T = T_{\text{admisibil}}$ , rezistența admisibilă pe termen lung, a materialelor geosintetice de consolidare.

Scriind echilibrul forțelor pe verticala și luând în considerare pana activă, rezulta

$$E_a \sin \beta = G_a - N_a \cos \psi - \left( \frac{N_a \operatorname{tg} \delta + C_a}{c_s} + T \right) \sin \psi \quad (4.72)$$

De unde rezulta reacțiunea de pe pana activă

$$E_a = \frac{c_s (G_a - N_a \cos \psi - T \sin \psi) - (N_a \operatorname{tg} \delta + C_a) \sin \psi}{c_s \sin \psi} \quad (4.73)$$

Punând din nou condiția  $E_a = E_p$ , conform ecuației (4.10) pentru expresia lui  $E_p$ , ecuația care rezulta poate fi pusă sub formă obișnuită, unde termenii A, B și C sunt definiți astfel

$$\begin{aligned} A &= (G_a - N_a \cos \psi - T \sin \psi) \cos \psi \\ B &= -[(G_a - N_a \cos \psi - T \sin \psi) \sin \psi \operatorname{tg} \varphi + (N_a \operatorname{tg} \delta + C_a) \sin \psi \cos \psi + (C' + G_p \operatorname{tg} \varphi)] \\ C &= (N_a \operatorname{tg} \delta + C_a) \sin^2 \psi \operatorname{tg} \varphi \end{aligned} \quad (4.74)$$

Valoarea  $c_s$  se obține din formula (4.13).

Așa cum a fost precizat, valoarea  $T = T_{\text{admisibil}}$  care este mai mică decât rezistența de fabricație a materialului geosintetic. Considerând valoarea de fabricație ca fiind  $T_{\text{ultim}}$  această valoare trebuie redusă ținând cont de factori ca: degradarea în timpul punerii în operă și degradări pe termen lung. Dacă există suduri, trebuie inclus și un coeficient de siguranță corespunzător, conform Koerner 1998.

$$T_{\text{admisibil}} = T_{\text{ultim}} = \frac{1}{RF_{ID} RF_{CR} RF_{CBO}} \quad (4.75)$$

unde:

- $T_{\text{admisibil}}$  -valoarea admisibilă a rezistenței consolidării;
- $T_{\text{ultim}}$  - valoarea ultimă, de fabricație, a rezistenței consolidării;
- $RF_{ID}$  -coeficient de reducere pentru degradarea la punerea în operă;
- $RF_{CR}$  -coeficient de reducere pentru fluaj;
- $RF_{CBO}$  -coeficient de reducere pentru degradarea chimică și biologică pe termen lung.

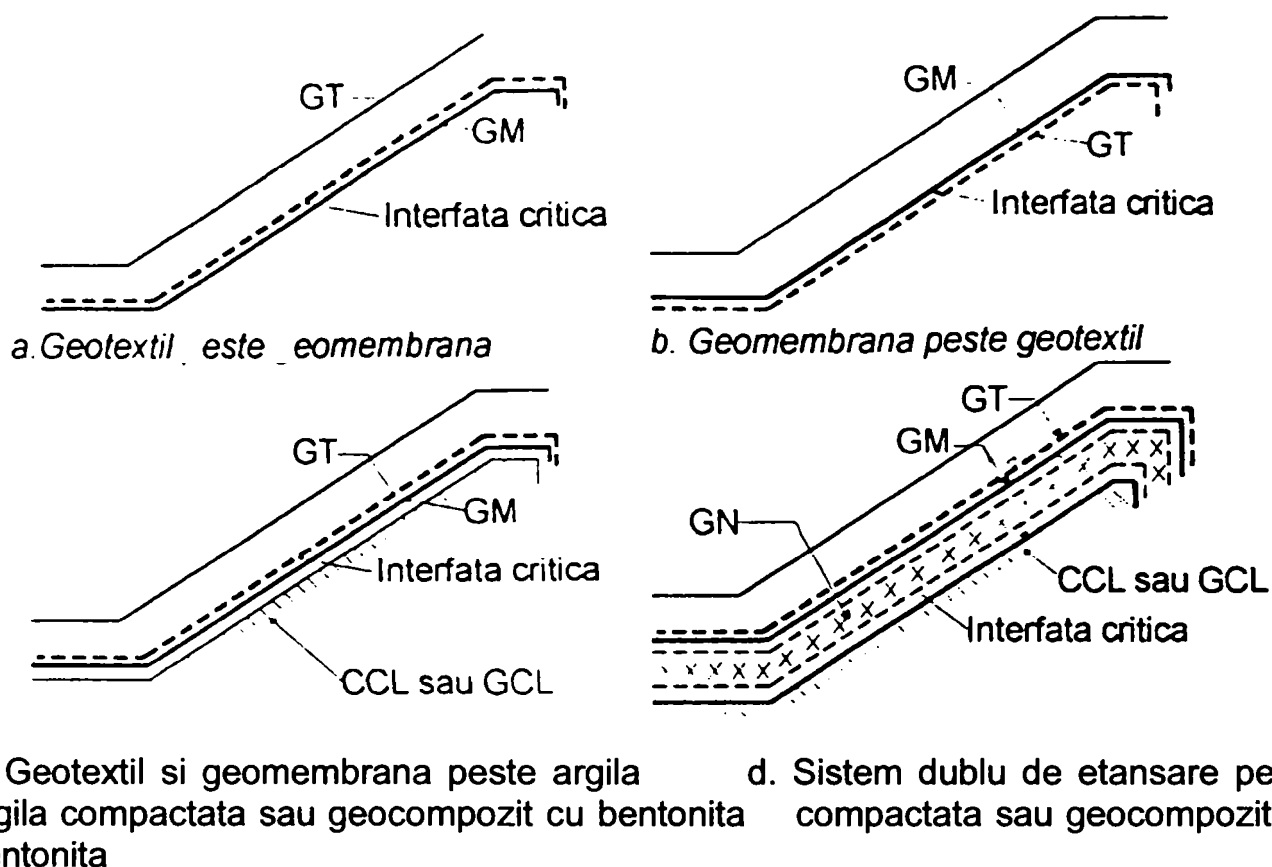


Fig. 4.28. Diferite situații neintenționate de consolidare a căptușelii

Consolidarea poate fi și neintenționată, ca în figura 4.28., când se realizează un sistem de etanșare multistrat în care o interfață cu rezistență scăzută la forfecare este plasată sub un material geosintetic. În acest caz, materialul geosintetic acționează ca material de consolidare. O geogrilă și / sau un geotextil de mare rezistență determină o creștere notabilă a valorii  $c$ , pe când un geotextil de protecție sau alt geotextil cu rezistență la forfecare mică nu modifică substanțial valoarea  $c$ .

### Exemplul de calcul nr. 2

Se consideră taluzul din exemplul 1 pentru următoarele situații: berme de marimi diferite cu valori  $x = 1, 2, 3$  și cu valori crescătoare ale lui  $y$ , o acoperire cu grosime variabilă,  $0,15 \text{ m}$  la vârf și crescătoare spre baza cu un unghi  $\alpha = 16^\circ$ ; consolidarea cu o geogrilă care are rezistența la întindere admisibilă de  $10 \text{ kN/m}$ ; luarea în considerare a rezistenței la întindere a geosinteticelor din tabelul 4.3.



Tabel 4.3. Valori utilizate pentru calculul coeficientului de stabilitate în cazul consolidărilor neintenționate

Tipul pantei Figura	Rezistența geotextilului ² kN/m	Rezistența geomembranei ³ kN/m	Rezistența geocompozitului ⁴ kN/m
4.11.a	25	-	-
4.11.b	-	15	-
4.11.c	25	13	-
4.11.d	25	13 + 13	36

Notă:

1. Rezistențele sunt diferite în funcție de produs;
2. Geotextil neșesut de 540 g/m²;
3. Geomembrana HDPE de 1,0 mm grosime;
4. Geocompozit din georețea bietirată cu două geotextile neșesute, de 2000 g/m² termosudate pe fiecare parte.

Tabel 4.4.

Valorile coeficientului de stabilitate

Exemplul de calcul nr.	Situatii care conduc la:		Valori ale coeficientului de stabilitate
	creșterea coeficientului de stabilitate	scăderea coeficientului de stabilitate	
1	Forte gravitationale	-	1,25
1	Utilaj în lucru de jos în sus	-	1,24
1	Utilaj în lucru de sus în jos	-	1,03
1	Strat saturat 50 %	-	0,93<1
1	Forte seismice	-	0,94<1
2	-	Berma la baza taluzului	1,35 – 1,40
2	-	Acoperire cu grosime variabila	1,57
2	-	Consolidare intenționată	1,57
2	-	Consolidare neintenționată	
		a	1,15
		b	0,82<1
		c	2,45
		d	>10

Deoarece coeficientul de stabilitate în cazul influenței forței seismice a rezultat subunitar, este necesară o a doua etapă de calcul în care se iau în considerație deformațiile pentru interfața cu rezistența la forfecare cea mai mică. Cunoscând că interfața pământ / geomembrană are accelerația minimă  $0,075 \text{ m/s}^2$  și utilizând abacele de calcul ale lui Makdisi și Seed 1978, se obține o valoare a deformației permanente cumulate de 54 mm.

Această valoare trebuie privită în funcție de deformația limita acceptată de acoperirea de pământ de deasupra interfeței considerate. De notat, că limitele curente folosite în practica pentru astfel de deformații variază între 100 și 300 mm, funcție de condițiile specifice ale amplasamentului, Richardson și alții.

### Concluzii

- Un utilaj cu o presiune de contact mică care se deplasează de jos în sus cu forțe de accelerație / frânare neglijabile, nu produce o scădere substanțială a coeficientului de stabilitate;

- Deplasarea în josul pantei a buldozerului ca și frânarea prezintă un potențial pericol pentru producerea lunecării straturilor;

- Înfiltrațiile în stratul mineral au o influență mobilă asupra stabilității acestuia. Cu cât procentul de saturare al stratului este mai mare cu atât coeficientul de stabilitate scade. Este necesar să se asigure un drenaj bun deasupra căptușelii, pe termen lung;

- Evaluarea implicațiilor deformațiilor este subiectiva, ele putând fi repede atinse în zone cu seismicitate mare;

- La evaluarea stabilității stratelor de acoperire minerale trebuie luate în considerare și fenomenele secundare de eroziune;

- Pentru obținerea unui coeficient de stabilitate adecvat este necesar ca geometria pantei să fie aleasă corespunzător: realizarea de berme la baza taluzului, grosimi diferite ale stratului de acoperire la baza și la vârf, consolidări;

- Nu sunt recomandate pante mai abrupte de 1:3 ale taluzelor, deoarece conduc la o interfață cu materialul de etanșare potențial slabă, orientată pe direcția unor posibile lunecări.

## Capitolul 5

### STUDII ȘI DETERMINĂRI DE LABORATOR PENTRU MONITORIZAREA DEPOZITELOR DE DEȘEURI

#### 5.1. PREZENTARE GENERALĂ

Problematika deșeurilor, de orice natură ar fi ele, în contextul poluării factorilor mediului ambiant este peste tot în lume bine cunoscută și îndelung discutată, cu precădere, în ultimele două decenii. De asemenea, binecunoscut este și faptul că rezolvarea acestei probleme constă în:

închiderea ciclului tehnologic, reciclarea și rezolvarea deșeurilor;

- rezultate, pe cât posibil chiar în cadrul sectorului sursă ,
- reciclarea și procesarea deșeurilor;
- depozitare ecologică;
- management integrat corespunzător.

Între acestea, depozitarea ecologică gândită printr-o proiectare ireproșabilă și executată cu materiale de înaltă calitate (materiale geosintetice) nu reprezintă suficiența realizării nepoluării mediului ambiant. Aceasta, pentru că depozitarea ecologică este în egală măsură dependentă și de calitatea execuției lucrărilor barierelor de etanșare, sau de condițiile particulare (specifice) din teren, condiții nu o dată diferite de cele standard din laboratoarele de încercări. În acest context, controlul calității execuției lucrărilor și urmărirea comportării acestora în timp (monitoringul) reprezintă în egală măsură elemente de maximă importanță.

**Etanșările** (barierele de etanșare), funcție de clasa de încadrare a deșeurilor pot fi realizate ca simplă barieră din materiale minerale (argilă) sau din materiale geosintetice (geomembrane, bentofix), respectiv din combinații ale acestora, cu dublă barieră, pentru radieră și întotdeauna ca dublă barieră pentru acoperișuri.

Materialele geosintetice s-au impus în domeniul etanșărilor printr-o serie de avantaje și calități față de cele realizate din materiale granulate.

Cu toate acestea, așa cum am mai menționat, și în cazul utilizării acestor materiale controlul de calitate mai ales în procesul punerii în operă, joacă un rol primordial și condiționează performanțele ulterioare dorite.

Defectele ce pot apărea la punerea în operă a geomembranelor, după Manjoie ș.a. ( 1992) sunt:

◇ defecte de sudura, care conform experienței acumulate în domeniu arată că atunci când nu există un control riguros, frecvența medie a defectelor este de 1 m la 10 m de sudură, cu un diametru al defectului  $d = (1...3)$  mm (Giroud ș.a., 1989);

◇ defecte în zonele de racordare a geomembranei cu construcțiile anexe:

◇ defecte datorate elementelor granulare (pietriș) sau circulației utilajelor, al căror diametru poate fi cuprins între limitele  $d = ( 1 ...10)$  mm.

Aceste defecte relativ des întâlnite, evident accidentale (nedorite), apar cu precădere, în faza de execuție a depozitului sau de exploatare, alăturată închiderii parțiale a unui corp. Ele pot fi evitate doar printr-un control riguros în faza execuției și o monitorizare performantă.

## 5.2. MONITORINGUL DEPOZITELOR DE DEȘEURI

Din punct de vedere tehnic, un depozit de deșeu este etanș numai dacă este controlabil. Suprafețele plane de geomembrană din radier și acoperiș cât și taluze trebuie să fie urmărite în timp.

Argumentele unei urmăriri permanent a unui depozit de deșeu sunt următoarele:

- îmbunătățirea siguranței etanșărilor;
- îmbunătățirea cunoștințelor asupra pierderilor sistemelor de etanșare;
- schimbarea legilor în gospodărirea apelor;
- cunoștințe pentru protejarea mediului ambiant;
- acceptarea propunerilor populației.

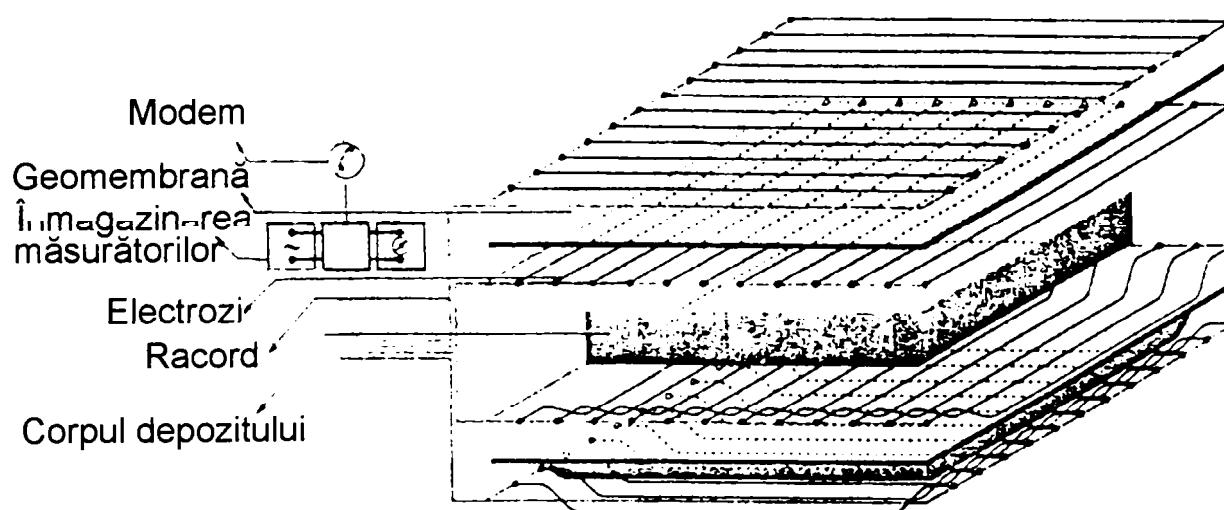
Pentru un sistem de control permanent al etanșărilor la depozite de deșeuri trebuie să se asigure:

- durată de funcționare cel puțin atât cât rezistă în timp etanșarea;
- simplitate în funcționare;
- siguranța sistemelor de măsurare cu toate componentele;
- control nemijlocit al etanșărilor;
- sistemul de control să fie independent.

În Germania se cunoaște sistemul GEOLOGGER pentru urmărirea etanșărilor, care poate localiza defecțiunea în geomembrană și sistemul TAUPE.

### 5.2.1. Controlul eficienței etanșării unui depozit cu aparatură tip GEOLOGGER

Sistemul GEOLOGGER (fig.5.1.) cuprinde o rețea de electrozi în stratul de argilă din radier și alta după ambele direcții rectangulare, pe acele fețe ale geomembranei. Dacă geomembrana este bună (intactă) în circuit nu apare curent electric și invers.



**Fig.5.1. Schema sistemului de control al etanșărilor GEOLOGGER**

Sistemul de electrozi se introduce în construcția depozitului la execuția lui, conform instrucțiunilor.

În exploatare dacă apare vreo defecțiune, rețeaua de electrozi poate localiza foarte precis coordonatele unde trebuie să se intervină pentru o posibilă reparație în acoperiș. Dacă defecțiunea este în radier măsurile de remediere sunt mai dificile, urmărindu-se poluarea posibilă a mediului.

### 5.2.2. Controlul eficienței etanșării unui depozit cu aparatură tip LUMBRICUS și TAUPE

Controlul riguros în faza execuției și monitorizarea eficienței etanșării după închidere pot fi realizate doar dacă geomembrana este echipată cu o rețea de senzori (cabluri), rețea amplasată pe fața inferioară a acesteia, și evident în interiorul celeilalte bariere de etanșare (argila, bentonita), care să semnalizeze (detecteze) posibilele defecte. Alături de această rețea, este necesară existența unei aparaturi electronice care să preia semnalele de la rețea, să interpreteze informațiile primite și să localizeze defectele. Între aparaturile cunoscute și deja consacrate, aparatura tip LUMBRICUS asociată cu sistemul de calibrare TAUPE, realizată și testată în cadrul "Centrului de cercetări din Karlsruhe - tehnici și mediu ambiant", este capabilă să detecteze planimetric și valoric umiditățile barierelor de etanșare testate, umidități variabile / influențate și întreținute de apele meteorice infiltrate prin zonele cu defecte accidentale ale , geomembranelor. Umiditatea argilei (procente din volum) se poate stabili prin măsurarea constantei dielectric E și apoi calculând:

$$U = (0,043 \cdot \varepsilon^3 - 5,5 \cdot \varepsilon^2 - 292 \cdot \varepsilon - 530) \cdot 10^{-4} \quad (5.0)$$

Cartogramele de umiditate astfel stabilite (fig.5.2) pot oferi doar informații legate de valorile umidității, și prin interpretare informații planimetrice referitoare la amplasamentul defectului / defectelor, nu și informații valorice aferente acestuia/acestora (suprafața defecțiunii, volume / debite tranzitate spre corpul depozitului).

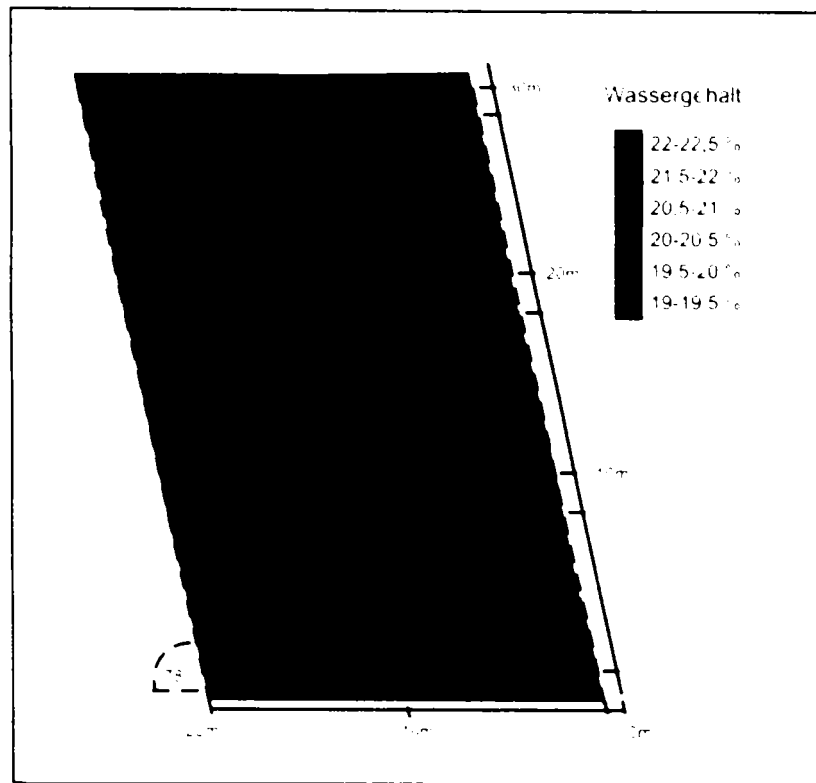


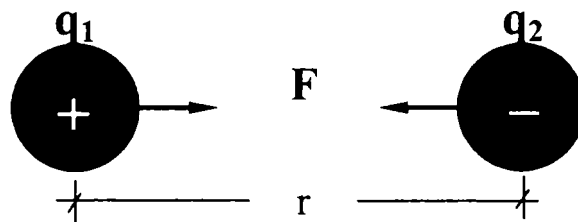
Fig.5.2.Măsurători în Sîtu cu instalația electrică TAUPE

#### 5.2.2.1. Aparatele LUMBRICUS și TAUPE

Se bazează pe legea Charles Augustes Coulomb (1736 – 1806)

$$F = q_1 \cdot q_2 / 4\pi\epsilon \cdot r^2 \quad (5.1)$$

unde:  $\epsilon$  = constanta dielectrică (permitivitatea fiecărui mediu)



$$\text{În vid : } F_0 = 1/4\pi \cdot \epsilon_0 \times q_1 \cdot q_2 / r^2 \quad (5.2)$$

$$\epsilon_0 = 8,856 \cdot 10^{-2}$$

$\epsilon = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r$  (F/m) constantă dielectrică absolută

$$\text{În S.I. : } F_0 = 1/4\pi \cdot \epsilon_0 = 1/4 \cdot 3,14 \cdot 8,856 \cdot 10^{-12} = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$$

Substanța	$\epsilon_r$	Substanța	$\epsilon_r$
Aer	1,00059	Porțelan	4 – 5
Petrol	2 – 2,3	Mică	4 – 8
Hârtie	2 – 2,5	Glicerină	43
Ebonită	3 – 4	Apă	81
Sticlă	2 – 12	Ceramică	până la 8000

Aceste aparate se bazează pe reflectometria într-un timp dat (Andre Mermoud "Elemente de fizica solului", Tempus 1998) "Time Domain Reflectometry" pe scurt TDR, și constă în - determinarea timpului de propagare a unui semnal electromagnetic în sol. Acest timp este dependent de constanta dielectrică a mediului prin care se propagă unda.

Constanta dielectrică " $\epsilon_r$ " relativă a apei este foarte diferită de cea a mineralelor și a solului uscat (între 2 - 5 ) față de solul umed când este 5 - 40.

Constanta dielectrică a solului este obținută măsurând timpul de parcurgere al unui impuls electromagnetic trimis de-a lungul unei linii de transmisie alcătuită din două tije metalice introduse în sol .

Impulsul de înaltă frecvență se propagă după o undă plană de-a lungul dielectricului format de solul situat între și în jurul tijelor.

Fiecare discontinuitate în linia de transmisie și materialul înconjurător (și deci fiecare variație de impedanță) provoacă o reflexie parțială a impulsului. La extremitatea liniei de transmisie, practic tot impulsul electromagnetic rămas este reflectat și returnat la sursă. Timpul "t" necesar undei pentru a parcurge lungimea "L" a tijelor este măsurată prin analiza semnalului reflectat , ceea ce permite deducerea valorii constantei dielectrice  $\epsilon$ . Viteza "V" de propagare a undei este dată de următoarea expresie:

$$V = C / \sqrt{\epsilon} \text{ de unde } \epsilon = C^2 / V^2$$



$$C = \text{viteza luminii} = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$V = L/t \text{ de unde : } \varepsilon = (c \cdot t / L)^2$$

Cunoscând  $t$  și  $L$  se poate determina  $\varepsilon$

În final trebuie stabilită relația dintre valoarea constantei dielectrice a solului și umiditatea solului " $\theta$ ", procente de volum.

Topp și alții au propus relația:

$$\theta = (80,043 \cdot \varepsilon^3 - 5,5 \cdot \varepsilon^2 - 292 \cdot \varepsilon - 530) \cdot 10^4 \quad (5.3)$$

care este, se pare, puțin dependentă de natura solului, de temperaturi și conținutul în sare.

Sonda este alcătuită din :

- un generator de impulsuri cuplat la un osciloscop (se face frecvent apel la testorul cablu conceput inițial pentru detectarea ruperii cablurilor electrice);
- osciloscopul permite detectarea, vizualizarea și analiza deplasării unde de-a lungul tijelor .
- două tije (uneori mai multe) de câțiva mm în diametru, din oțel inox depărtate la câțiva cm (2 la 5 cm) și de lungime variabilă după adâncimea pe care se dorește efectuarea măsurătorii. Tijele sunt legate la aparatul de măsură printr-un cablu coaxial de impedanță constantă.

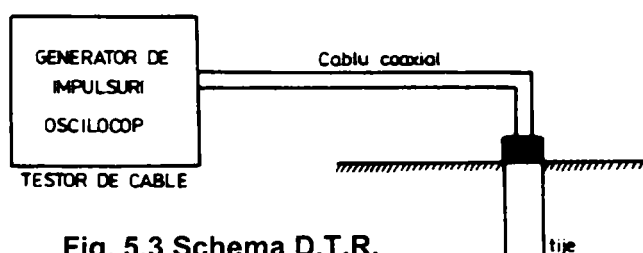


Fig. 5.3 Schema D.T.R.

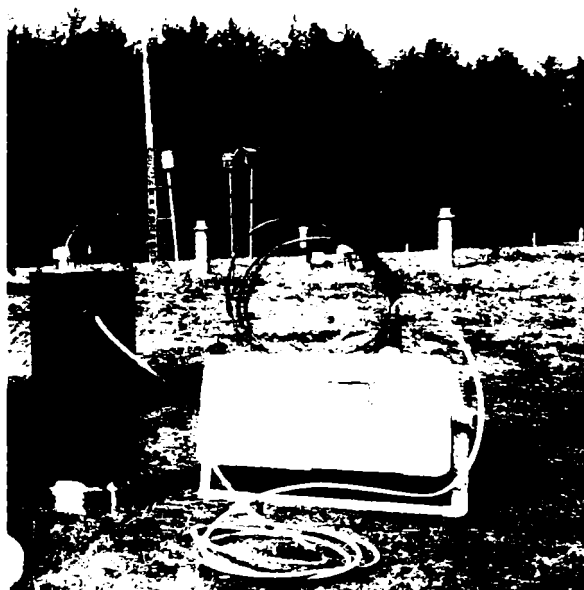


Fig. 5.4 Aparatura LUMBRICUS



Montare cablaj Sistem TAUPE la depozitul Karlsruhe West – Germania

Operațiunea măsurării umidității se face în principal într - un cilindru de axă pozițională la egală distanță între tije și de diametru egal cu 1,4 ori distanța dintre tije.

Atenuarea semnalului este mult mai puternică în soluri cu granulometrie fină decât în cele grosiere, deci în solurile foarte argiloase; lungimea tijelor este limitată la valori mici (sub 1 m), pe când tijele lungi pot fi utilizate în soluri nisipoase.

Atunci când tijele sunt instalate vertical, aparatul indică umiditatea medie pe lungimea tijelor. Dacă se dorește detectarea variațiilor de umiditate în adâncime se pot introduce tijele orizontal la diferite adâncimi în peretele săpat pe profilul de sol: Principala sursă de erori este legata de prezența aerului între sol și tije (punere defectuoasă în poziție, fenomene de gonflare-contrație).

### 5.3. Asociația geocompozit bentonitic – geomembrană

O astfel de asociere oferă avantajul combinării a două elemente cu proprietăți complementare: prezența geomembranei asigură reducerea sarcinii hidraulice de pe geocompozit, iar dacă geomembrana prezintă un defect, geocompozitul a preluat o parte din debit, reducând și suprafața influențată de acest defect.

Curgerea printr-o membrană defectuoasă se face pe de o parte prin percolarea secțiunii intacte (foarte redusă) și prin defect (majoritară). Din punct de vedere al curgerii prin defect, pot fi luate în considerare mai multe situații :

- dacă geomembrana este amplasată între materiale foarte permeabile (drenate georețea, material granular), curgerea prin defect nu este împiedicată. În acest caz, curgerea poate fi considerată ca o curgere liberă printr-un orificiu și debitul va depinde în principal de dimensiunea orificiului și de sarcina hidraulică.

- dacă geomembrana este amplasată peste un strat puțin permeabil (cazul geocompozitului bentonitic), acesta va limita curgerea.

În ceea ce privește dimensiunile defectelor, **Giroud și alții (1989)** recomandă adoptarea următoarelor valori în calcul :

- $1\text{cm}^2$  pentru evaluarea scurgerilor maxime în scopul dimensionării drenajului și a sistemului de detecție a scurgerilor;

- $3,1\text{ mm}^2$  pentru evaluarea debitului minim prin geomembrană.

Unul din factorii cei mai importanți în ceea ce privește eficiența asociației geomembrana - geocompozit bentonitic este calitatea contactului. Un contact bun corespunde unei geomembrane puse în opera cu minimum de pliuri pe un strat de permeabilitate scăzută, bine compactat, având o suprafață netedă. Contrarul corespunde, evident, unui contact imperfect (Giroud și alții). Calitatea contactului depinde și de tipul de geomembrană.

Contactul perfect nu există în realitate.

În cazul utilizării unui geocompozit bentonitic, acest contact poate fi îmbunătățit datorită faptului că în zona pliului bentonita se va umfla sub efortul normal scăzut

și va umple acest gol (Stark 1997;). Un alt element care influențează contactul în cazul particular al geocompozitelor bentonitice este aplicarea unui efort normal suficient pe geomembrană, existând astfel posibilitatea ca bentonita să poată ieși prin deschiderile geotextilului .

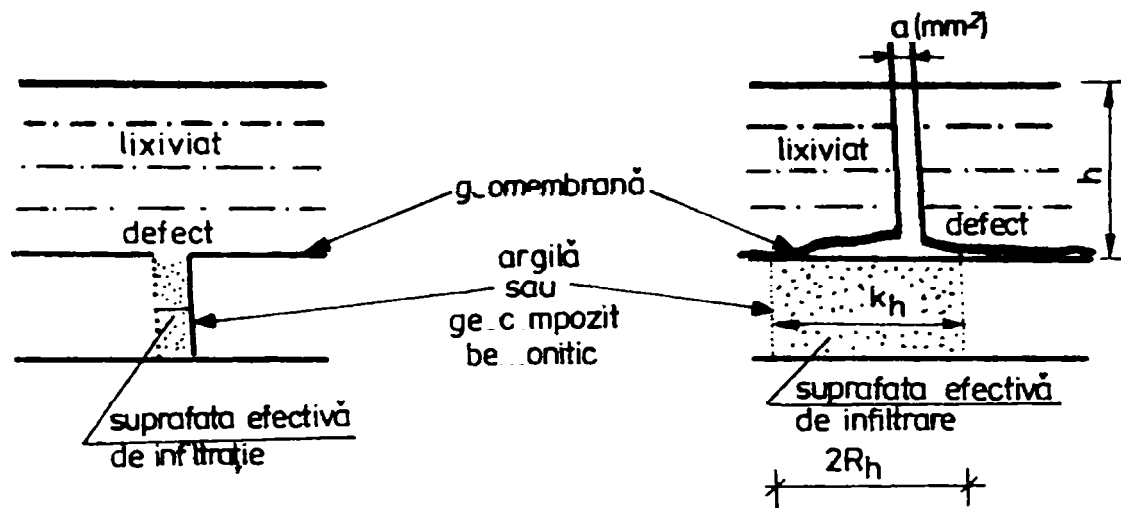


Fig.5.5. Calitatea contactului dintre o geomembrană și un strat mineral

În cazul unui geocompozit bentonitic ce se află sub o geomembrană defectuoasă și peste un strat foarte permeabil, relativ uscat (deci, singura sursă de hidratare a bentonitei este lichidul care trece prin defect) Giroud și alții (1997) au pus la punct formule care permit evaluarea suprafeței geocompozitului care este influențată de defect. Ei propun următoarea ecuație care descrie hidratarea bentonitei :

$$W_h = (1 + W_0) \cdot \rho_w \cdot t_h / \mu_0 - \rho_w / \rho_s \quad (5.4)$$

unde :  $W_h$  - umiditatea bentonitei hidratate,

$W_0$  - umiditatea inițială a bentonitei,

$\rho_w$  - densitatea apei ,

$t_h$  - grosimea bentonitei în stare hidratată ,

$\mu_0$  - masa inițială de bentonită pe unitatea de suprafață,

$\rho_s$  - densitatea scheletului bentonitei.

Această ecuație, împreună cu altele dezvoltate în lucrarea citată, oferă o bază și pentru estimarea umidității bentonitei pornind de la valoarea grosimii sale, știut fiind faptul că performanțele sale hidraulice depind de umiditatea sa în momentul contactului cu lixiviatul.

Pentru raza suprafeței udate a geocompozitului bentonic ce face parte dintr-un sistem de etanșare compus, Giroud și alții (1997) propun următoarea ecuație în condițiile realizării unui contact bun:

$$R_h = 0,26 \cdot a^{0,05} \cdot h^{0,45} \cdot k_h^{-0,13} \quad (5.5)$$

unde:

$R_h$  = raza suprafeței udate (m),

$a$  = suprafața defectului ( $m^2$ ),

$h$  = sarcina hidraulică pe geomembrană (m)

$k_h$  = permeabilitatea geocompozitului (m/s)

În cazul unui defect circular de diametru  $d$ , ecuația de mai sus devine:

$$R_h = 0,257 \cdot d^{0,1} \cdot h^{0,45} \cdot k_h^{-0,13} \quad (5.6)$$

Cunoscând frecvența de apariție a unui defect în geomembrană,  $F$ , se poate calcula cu fracțiunea din suprafața geocompozitului afectată de defecte (hidrotată prin acestea),  $\lambda_h$ :

$$\lambda_h = F \cdot \pi \cdot R_h^2 = 0,212 \cdot F_a^{0,1} \cdot h^{0,9} \cdot k_h^{-0,26} \quad (5.7)$$

sau pentru cazul defectului circular de diametru  $d$ :

$$\lambda_h = F \cdot \pi \cdot R_h^2 = 0,207 \cdot F \cdot d^{0,2} \cdot h^{0,9} \cdot k_h^{-0,26} \quad (5.8)$$

### **5.3.1. Concluzii privind utilizarea geocompozitelor bentonitice ca etanșări la depozitele de deșuri**

Analizând caracteristicile deja cunoscute ale geocompozitelor bentonitice și aspectele abordate în paragrafele precedente se pot trage următoarele concluzii privind ; utilizarea geocompozitelor bentonitice la depozite de deșuri:

- reprezintă o alternativă viabilă pentru etanșările pe bază minerală, ca și un complement util pentru acestea sau pentru geomembrane.

- prezintă valori scăzute ale permeabilității, care se păstrează, în general, și în condiții de atacuri, moderate, deformații datorate tasărilor diferențiate sau în dreptul suprapunerilor;

- utilizate în asociație cu o geomembrană oferă un contact mai bun decât în cazul argilei, reducând totodată substanțial debitul infiltrat printr-un eventual defect al geomembranei ;

- o umiditate relativ scăzută a bentonitei la fața active la trecerea lixiviatului ;

- punerea în operă se face simplu, la fel și controlul de calitate care este în general vizual și nu necesită personal foarte calificat ;

- se comportă mai bine la îngheț/dezghet și la cicluri de umezire/uscare decât argilele;

- sunt mai puțin sensibile la poansonare și, deci, la calitatea stratului suport, decât geomembranele.

Argila, etanșarea tradițională pentru depozitele de deșeuri, pare a nu mai răspunde în totalitate noilor cerințe privind realizarea depunerilor ecologice de deșeuri. Problemele legate de calitatea compactării, de variabilitatea spațială a caracteristicilor sale, de controlul de calitate laborios, etc., au făcut ca ea să fie asociată sau înlocuită cu produse geosintetice mai performante, cum ar fi geomembranele sau geocompozitele bentonitice.

Geomembranele au intrat deja în practica curentă și ele se dovedesc foarte eficiente cu condiția luării tuturor măsurilor de precauție necesare pentru a împiedica apariția defectelor de sudură sau a poansonării accidentale. Utilizarea lor, pentru lucrările importante de depozitare de deșeuri, împreună cu etanșarea tradițională pe bază de argilă sau cu un geocompozit bentonitic pare a fi soluția cea mai eficientă la ora actuală.

Geocompozitele bentonitice sunt cele mai recente dintre cele trei prezentate în acest capitol. Reticențele legate de folosirea lor la depozitele de deșeuri erau legate de grosimea lor redusă, de comportarea la atacurile chimice, de stabilitatea pe pantă sau de contactul cu materialele granulare. Experiența acumulată și cercetările efectuate pe plan internațional au demonstrat că aceste produse reprezintă o alterna-

tivă viabilă pentru etanșările deja cunoscute. Ele pot fi utilizate și singure, ca etanșări simple, pentru lucrări de mică importanță sau în asociere cu geomembrane, permițând astfel reducerea substanțială a debitului ce poate traversa prin eventualele defecte ale acestuia din urmă și, deasemenea, asigurand și o protecție suplimentară pentru geomembrană. Totodată, ele pot fi utilizate în asociere cu etanșări pe bază de argilă, suplinind astfel eventualele neconcordanțe ale acesteia cu normele prevăzute.

#### **5.4. Asocierea argilă – geomembrană**

Utilizarea în măsură din ce în ce mai mare a metalelor grele - plumb, cupru, zinc, etc. industrie și gospodărie conduce la regăsirea acestora în cantități importante în reziduurile industriale și menajere. Pătrunderea lor în sol, apă freatică sau în surse de alimentare cu apă poate avea consecințe nedorite asupra sănătății populației.

Argila, este un material ce poate fi utilizat la realizarea radierului și acoperișului depozitelor de reziduuri menajere, purtând denumirea și de deponii, având în principal rol de impermeabilizare.

Spre deosebire de alte materiale utilizate la realizarea deponiilor, cum sunt spre exemplu geosinteticele, care sunt inerte față de materialul depozitat, argila este activă având posibilitatea fixării cationilor metalelor grele, cu efect de diminuare a poluării mediului înconjurător.

Dacă în țările dezvoltate, cum este și Germania, strategia gospodăririi deșeurilor menajere prevede valorificarea maximă a acestora și renunțarea la realizarea de noi depozite, deocamdată la noi în țară, din cauza valorificării reduse a acestora, se impune realizarea de depozite ecologice.

În acest sens, trebuie să se urmărească reducerea la minim a pericolului de poluare a mediului înconjurător prin luarea unor serii de măsuri printre care se înscrie și conceperea și realizarea corectă și adecvată a radierului și acoperișului depozitelor.

Atât acoperișul cât și radierul deponiilor trebuie să cuprindă materiale impermeabile care să nu permită infiltrarea apelor meteorice, respectiv exfiltrarea apelor din depozit și materiale drenate care să asigure circulația apei și a gazelor emenate de reziduurile de natură organică. Fie că argila este folosită ca atare sau în combinație cu materialul geotextil, rolul său principal este de a asigura un strat de protecție



impermeabil, care implicit prin proprietățile mineralelor argiloase constituie și un potențial absorbant al cationilor metalelor grele.

#### **5.4.1. Particularități ale rocilor argiloase cu efecte antipoluante în depozitele de reziduuri menajare**

Rocile argiloase de origine sedimentară sunt depozite pelitice în compoziția cărora există peste 60 % particule de dimensiuni coloidale reprezentate în principal prin minerale argiloase, care imprimă acestor roci, încadrate în categoria pământurilor, proprietăți fizice și mecanice specifice.

Astfel, au permeabilitate foarte redusă, putând fi considerate practic impermeabile, prezintă coeziune, plasticitate, deformabilitate în timp ș.a. Majoritatea acestor caracteristici au la bază existența în jurul particulei de mineral argilos a complexului de adsorbție format din molecule de apă și cationi ce provin din mediul ambiant.

Mineralele argiloase sunt alumino - silicați hidratați, au structura cristalină în care se întâlnesc două sisteme de cristalizare de bază: sistemul tetraedric pentru dioxidul de siliciu și tetraedric pentru hidroxidul de aluminiu. Prin asocierea mai multor tetraedri sau octaedri se formează un strat, iar prin asocierea straturilor tetraedrice cu cele octaedrice se formează lamele structurale sau pachete în exteriorul cărora, la unele minerale argiloase, sunt reținuți cationi schimbabili, datorită unor sarcini electrice neechilibrate

Suprapunerea diferențiată a straturilor tetraedrice și octaedrice conduce la individualizarea unor grupe structurale de minerale argiloase.

Cele mai întâlnite minerale argiloase sunt caolinitul, care face parte din grupa caolinit serpentină, la care sarcini electrice libere apar în mod accidental, illitul la care se manifestă un deficit de sarcină electrică anihilată de prezența cationilor interstratali de KT ce pot fi parțial schimbați montmorillonitul făcând parte din grupa smectitelor, cu comportare mai complexă.

Substituțiile din rețeaua mineralelor smectitice au creat posibilitatea existenței în structura lor a cationilor interstratali, care datorită ușurinței cu care pot fi schimbați la contactul minereului cu diferite soluții apoase, au fost denumiți cationi schimbabili.



Structura reticulară a mineralelor smectitice este completată prin prezența moleculelor de apă interstratală. Spațiul bazal variază între limite largi în funcție de natura cationilor interstratali, care reprezintă factorul determinant în legarea și orientarea moleculelor de apă.

Mineralele argiloase de dimensiuni coloidale se rup ușor, acolo unde rețeaua cristalină este întreruptă apar sarcini electrice neechilibrate. Neechilibrarea electrică se manifestă în momentul în care granula minerală vine în contact cu apa.

Datorită unor fenomene de suprafață fizice și electrochimice în jurul particulelor se formează complexul de adsorbție, fig. 5.6, compus din molecule de apă adsorbită și cationi hidratați.

Intensitatea acestor fenomene depinde de suprafața specifică și natura chimică a particulelor minerale, natura chimică a ionilor cantonați în apa din pământ, sau în cazul analizat, în depozitele de reziduuri menajere.

Valoarea suprafeței specifice este strâns legată de dimensiunile și forma granulelor minerale. Fenomenele de suprafață cresc în intensitate cu cât granulele sunt mai mici și de forme mai diferite de cea sferică. S-a apreciat că suprafața specifică este de 600...800 m²/g pentru montmorillonit, 65...100 m²/g pentru illit și 5...30 m²/g pentru caolinit. Este normal atunci ca ordinea descrescătoare a capacității de reținere a apei și a unor cationi să fie montmorillonit illit - caolinit.

În apa cantonată în pământ se găsesc electroliți proveniți din sărurile care s-au disociat. Granula argiloasă încărcată cu sarcini negative va căuta să atragă din mediul ambiant cationi care o vor înconjura ca un nor. Câmpul electric depinde de constanta dielectrică a celor două medii, potențialul său numit termodinamic are valoarea maximă la suprafața granulei minerale. Forțele de atracție se manifestă și asupra moleculelor de apă, care prin structura lor sunt niște dipoli. Tot datorită polarității apei cationii sunt hidratați.

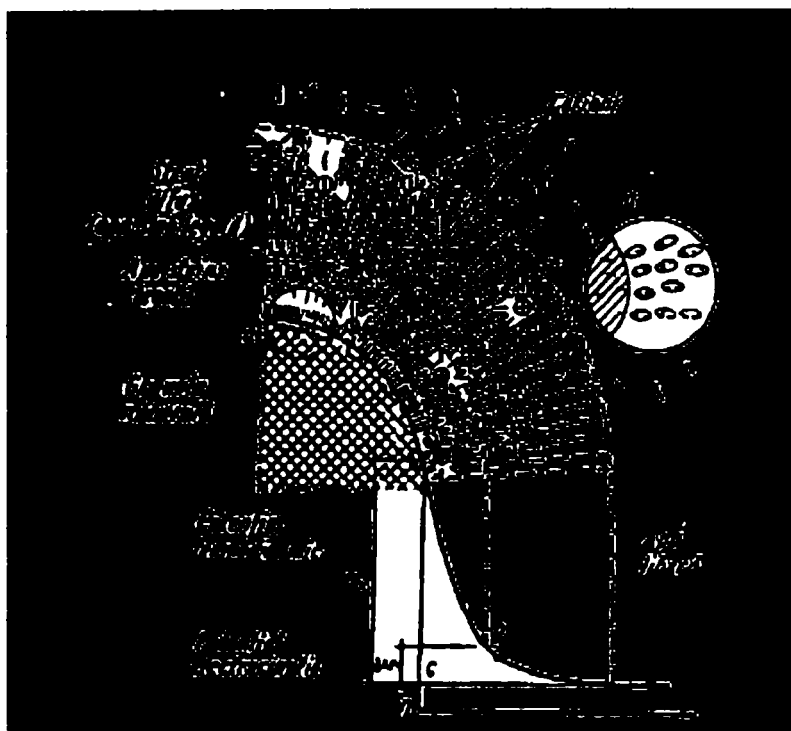


Fig.5.6.

Așa cum apa este strâns legată în apropierea granulei minerale, (fig.5.6), tot așa sunt și cationii strâns legați formând stratul fix de contraioni, care consumă o mare parte din energia granulei făcând să scadă potențialul până la nivelul celui electrocinetic. Acest potențial disponibil atrage la rândul său alți cationi și alte molecule de apă, formând stratul difuz de ioni și apa slab legată. Spațiul dintre granula argiloasă și limita până la care se resimt forțele de atracție, poartă denumirea de atmosferă ionică, care împreună cu apa formează complexul de adsorbție.

Cantitatea de ioni absorbiți determină grosimea atmosferei ionice, ea fiind dependentă de pH-ul mediului de dispersie, natura ionilor absorbiți și originea geologică a argilei.

În condițiile unui pH ridicat este accelerată trecerea în soluție a ionului  $H^+$  din grupa hidroxil contribuind la încărcarea negativă a particulelor de argilă. Cu cât cationii au valența mai mare cu atât grosimea atmosferei ionice este mai mică. În

cea ce privește influența naturii mineralului argilos asupra cantității de ioni absorbiți șirul este cel prezentat anterior, respectiv montmorillonit - illit - caolinit.

În cazul unui lichid conținând atât cationi monovalenți cât și bivalenți, argila concentrează selectiv cationii bivalenți; chiar dacă sunt într-o proporție mai mică în

apa liberă. Cum cationii metalelor grele sunt, în general, bivalenți ei vor fi fixați cu prioritate în complexul de adsorbție a argilelor.

#### **5.4.2. Concluzii**

Din cele prezentate se desprind următoarele aspecte principale:

- argilele sunt indispensabile în alcătuirea acoperișului și radierului deponiilor având rol de impermeabilizare și de adsorbție a cationilor metalelor grele;

- mineralele argiloase care intră frecvent în compoziția argilelor sunt caolinitul, illitul și montmorillonitul, cel din urmă având cele mai importante calități atât sub aspectul impermeabilizării cât și a alierii cationilor;

- pătrunderea moleculelor de apă în structura reticulară a montmorillonitului conduce la mărirea substanțială a volumului acestuia, avantaj când roca argiloasă este în contact permanent cu apa, dar dezavantaj când umiditatea scade, apărând fenomene de contracție și posibilitatea apariției discontinuităților sub formă de fisuri;

- dintre mineralele argiloase montmorillonitul are cea mai mare suprafață specifică, ceea ce determină activitatea maximă în raport cu fenomenele de suprafață, precum adsorbția cationilor;

- bentonitul, care în compoziția sa are bentonită, rocă argiloasă foarte bogată în montmorillonit, constituie un material deosebit de valoros în realizarea depozitelor ecologice.

Lucrarea de față își propune să facă o legătură între aspectul calitativ și cantitativ al problemei, legătura posibilă prin apelarea modelului analitic oferit de o relație tip, stabilită de Giroud și colaboratorii în 1997.

#### **5.5. DETERMINĂRI EXPERIMENTALE ASUPRA CORELAȚIEI DINTRE UMIDITATEA ARGILEI DE ETANȘARE ȘI DIMENSIUNILE ORIFICIILOR ACCIDENTALE PRODUSE ÎN GEOMEMBRANELE ACOPERIȘURILOR DEPOZITELOR DE DEȘEURI**

Prin studiile teoretice și experimentale pe care le-am efectuat, mi-am propus să determin mărimea unei defecțiuni în geomembrană la acoperișul unui depozit de

deșeuri, funcție de conductivitatea hidraulică ( $K_h$ ) făcând legătura între modelul analitic oferit de Giroud pentru bentonită, aplicat la argila de Oradea.

### 5.5.1. Modelul fizic și analitic

#### 5.5.1.1. Modelul fizic

Modelul fizic ( fig.5.7) al problemei studiate, în ordinea manifestării acesteia, este cel al:

- scurgerii prin orificii parțial obturate (orificii cu scurgeri în medii poroase);
- infiltrației apei în medii poroase parțial saturate.

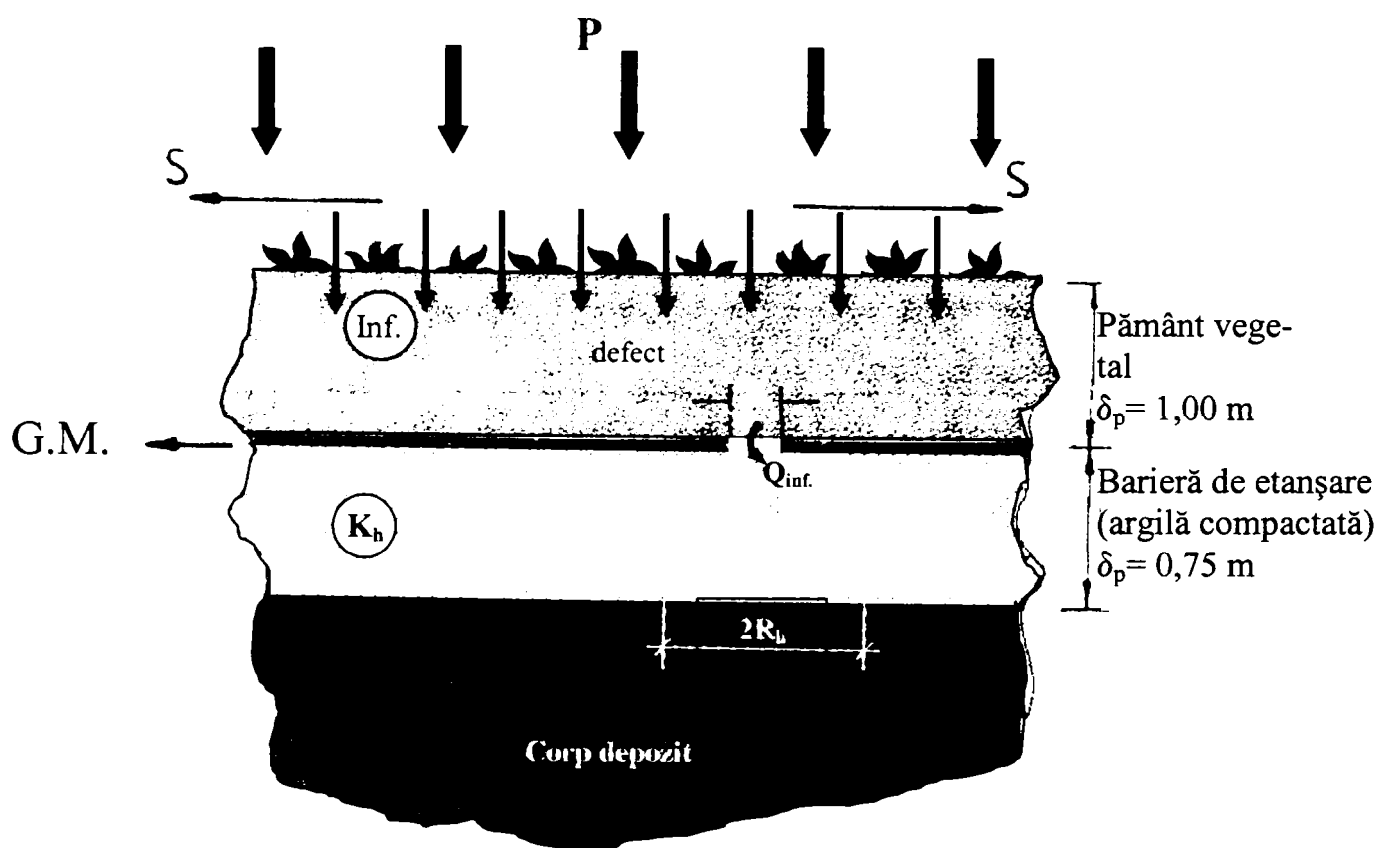


Fig.5.7. Schema unei defecțiuni în acoperișul unui depozit

#### 5.5.1.2. Modelul analitic

Este în consecință dat, respectiv de:

- relația debitului orificiilor

$$Q = \mu \cdot a \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \quad (\text{m}^3/\text{s}) \quad (5.9)$$

- relația debitului infiltrat prin medii poroase nesaturate (legea lui Darcy):

$$Q = \pi \cdot R_h^2 \cdot K_h \quad (5.10)$$

$$q = -H_h \cdot (\theta) \cdot gradh$$

dată de o lege neliniară, dependentă de capacitatea de reținere pentru apă ( $\theta$ ) și de sarcina hidraulică ( $h$ ), este descrisă de expresia lui van Genuchten (1980) bazată pe modelul Maulem (1976):

$$H_h = K_5 \cdot \theta^k \cdot \left[ 1 - \left( 1 - \theta^{1/m} \right)^m \right]^2 \quad (5.11)$$

- relația tip Giroud și colab. 81977), prezintă în literatura românească de specialitate pentru prima dată de dr. Ing. Loreta Batali (1999):

$$R_h = 0,26 \cdot a^{0,05} \cdot h^{0,45} \cdot K_h^{-0,13} \quad (5.12)$$

**obs:**

1) semnificația mărimilor fizice  $R_h$  ( $m$ ),  $a$  ( $m^2$ ),  $h$  ( $m$ ), și  $K_h$  ( $m/s$ ) ce alcătuiesc relația (5.12) este explicată în fig.5.7.

2) între valorile coeficientului și exponenților acestei relații singurul care prezintă particularitate (specific valoric) este cel al conductivității hidraulice  $K_h$  a barierei de etanșare, situată sub geomembrana (geocompozit bentonitic în acest caz).

În conformitate cu cele menționate la obs.2, rezultă evident faptul că pentru cazul în care materialul de execuție al barierei de etanșare de la baza acoperișului este altul decât bentonita ( bentofixul ), sunt necesare cercetări experimentale pentru determinarea valorii exponentului conductivității hidraulice ( $K_h$ ) . Aceasta, pentru că din condiții mai ales economice se preferă adeseori argila ca material de execuție a barierei amintite. Și cum caracteristicile argilei sunt foarte diferite de la o carieră de extracție la alta (condiții locale), iar cele ale barierei astfel realizate dependente de performanțele tehnologiei de execuție, aceste cercetări în contextul tematicii propuse devin evident deosebit de utile.

Deducerea relației de calcul a acestui exponent pornește de la ecuația de continuitate a fluxului determinat de accidentul produs în geomembrană ( $Q_{inf} = Q_{or}$ ).

Considerăm spărtura în geomembrană Fig. 5.7. cu suprafața de „ $\alpha$ ”, înălțimea apei care creează sarcina orificiului „ $h$ ” ( $m$ ). Raza cilindrului de argilă umectată este  $R_h$  ( $m$ ) și conductivitatea hidraulică a argilei  $K_h$  ( $m/s$ ).

Debitul infiltrat prin spărtura „ $\alpha$ ” din geomembrană se consideră ca la un orificiu (din hidraulică), adică:

$$Q = \mu \cdot a \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \quad (\text{m}^3/\text{s}) \quad (5.13)$$

Care conform ecuației de continuitate să fie egal cu debitul infiltrat în mediu poros nesaturat (argila) pe o suprafață circulară, adică:

$$Q = \pi \cdot R_h^2 \cdot K_h \quad (\text{m}^3/\text{s}) \quad (5.14)$$

Egalând cele două forme de exprimare a debitului, rezultă:

$$\pi \cdot R_h^2 \cdot K_h = \mu \cdot a \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

și explicând pe  $R_h$  rezultă:

$$R_h^2 = \frac{\mu}{\pi} \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot a \cdot h^{0,5} \cdot \frac{1}{K_h}$$

sau

$$R_h = \sqrt{\frac{\mu}{\pi} \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot a^{0,5} \cdot h^{0,5} \cdot \frac{1}{K_h^{0,5}}}$$

considerându-se că  $\sqrt{2 \cdot g} = 4,43$ , coeficientul de debit al orificiului spărturii  $\mu = 0,05m$ , rezultă:

$$R_h = \sqrt{\frac{0,05}{3,14} \cdot 4,43 \cdot a^{0,5} \cdot h^{0,25} \cdot K_h^{-0,5}}$$

calculăm :

$$\sqrt{\frac{0,05}{3,14} \cdot 4,43} = \sqrt{0,0705} \cong 0,26$$

Înlocuind în formulă, rezultă:

$$R_h = 0,26 \cdot a^{0,5} \cdot h^{0,25} \cdot K_h^{-0,5} \quad (5.15)$$

Deci am obținut același coeficient (**0,26**) ca și Giroud, rezultând că raționamentul hidraulic este corect.

Analizând relația de mai sus se constată că față de formula lui Giroud mai trebuie să umblăm la cei trei exponenți pe care îi considerăm variabili și atunci relația devine:

$$R_h = 0,26 \cdot a^{0,5 \cdot x} \cdot h^{0,25 \cdot y} \cdot K^{-0,5 \cdot z} \quad (5.16)$$

având trei necunoscute (x,y și z) și o singură ecuație.

Pentru a ieși din impas considerăm ca și Giroud condițiile geometrice ale spărturii „a” la o aceeași formă de spărtură și atunci  $x = 0,1$  pentru a obține același exponent a lui „a” ca și Giroud, adică (0,05). La fel pentru condițiile hidraulice, adică presiunea (sarcina orificiului) „h” la același exponent ca și Giroud ( $y = 1,8$ ) rămânând de determinat necunoscuta „z” pentru care Giroud a făcut experiențe pe bentofix, iar eu pentru argila de Oradea. Deci trebuie să experimentăm în standul de laborator.

Deci până în această fază avem relația:

$$\frac{R_h}{0,26} = a^{0,05} \cdot h^{0,45} \cdot K_h^{-0,5 \cdot z} \quad (5.17)$$

în care necunoscuta este „Z” caracteristică pentru argila de Oradea.

Pentru determinarea lui „Z” logaritmăm relația și obținem:

$$\log \frac{R_h}{0,26 \cdot a^{0,05} \cdot h^{0,45}} = Z \cdot \log \sqrt{\frac{1}{K_h}}$$
$$Z = \frac{\log \frac{R_h}{0,26 \cdot a^{0,05} \cdot h^{0,45}}}{\log \sqrt{\frac{1}{K_h}}} \quad (5.18)$$

Pentru determinarea lui Z (5.17) în standul conceput conform fig.5.8 s-au efectuat măsurători experimentale pentru 10 valori ale unei spărturi în geomembrana ( $a = \pi \cdot d^2 / 4$ ) așezate pe o argilă bine compactată, la umiditatea optimă de compactare și un strat de apă drenat, existent liber deasupra geomembranei, pentru două sarcini de apă (h) cu valori de la 0,02 m la 0,05 m.

**Valoarea  $K_h = 7 \cdot 10^{-6}$  m/s a fost determinată anterior în laborator.**

Astfel pentru două sarcini de apă  $h = 0,02$  m și  $h = 0,05$  m, zece mărimi de ori-  
ficii "a" s-au măsurat valorile " $R_h$ " adică raza bulbului de argilă umectată.

Pentru argila de Oradea au fost efectuate 20 de măsurători a punctelor con-  
form fig. 5.9.

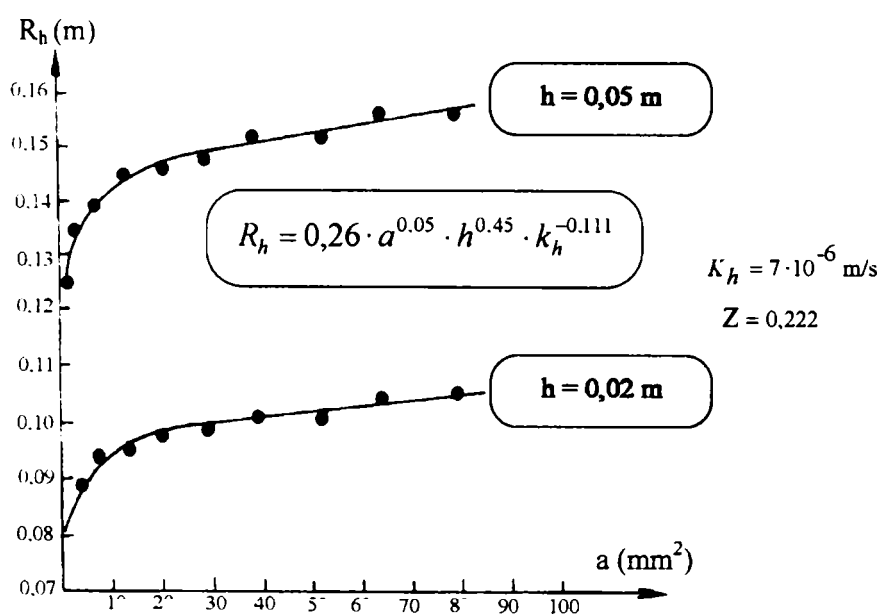


Fig.5.9. Rezultate experimentale

### 5.5.1.3. Standul de laborator, rezultatele determinărilor experimentale

Programul experimental aferent determinării valorii exponentului „Z” al  
conductivității hidraulice, exponent dependent valoric de caracteristicile locale ale ar-  
gilei (condiții de carieră) și de tehnologia de execuție a barierei de etanșare a necesi-  
tat conceperea unui stand de laborator cu alcătuirea prezentată în fig.5.8.



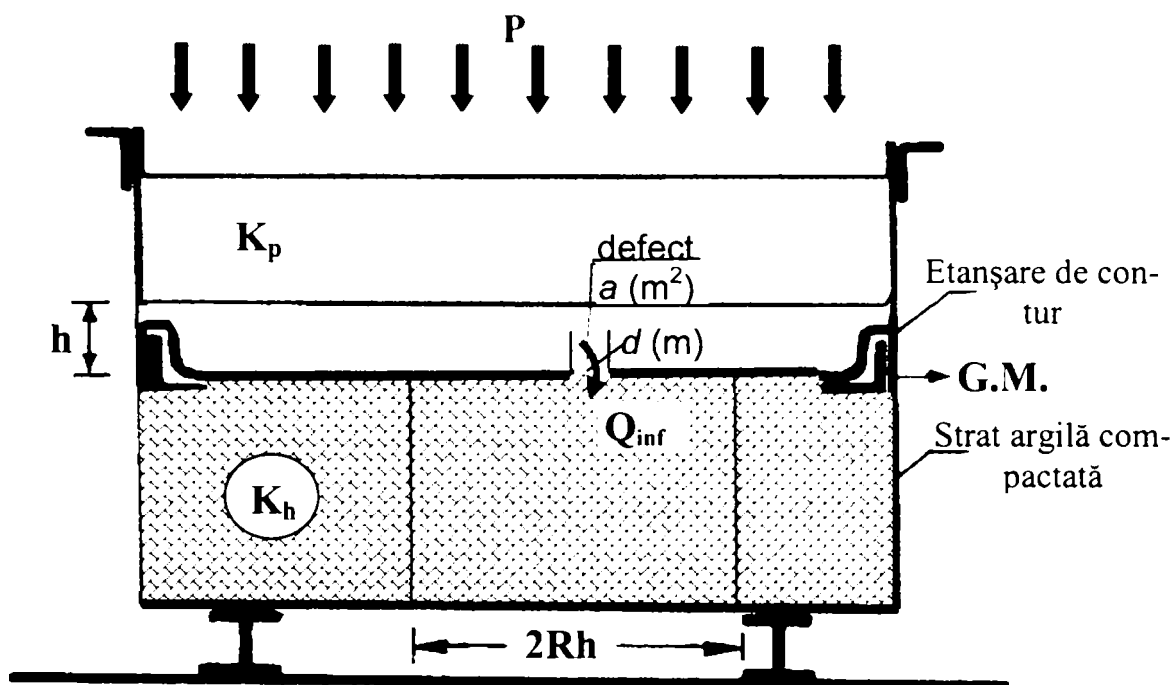


Fig.5.8. Schema stand de laborator

Acest program a necesitat următoarea organizare:

- 1) execuția barierei de etanșare ( $\delta = 0,40\text{m}$ ) în interiorul cuvei prin compactarea manuală a patru straturi intermediare întreținute la umiditate optimă; colectarea de probe pentru determinarea valorii  $K_h$  și refacerea suprafeței; montarea și etanșarea pe conturul cuvei a barierei superioare de etanșare (geomembrana), în care s-a practicat un orificiu (cu diametrul ( $d$ ) / aria ( $a$ ) dorit), orificiu care simulează un defect;
- 2) simularea stratului de infiltrație alimentat de precipitații prin acoperișul depozitului (asigurarea sarcinii orificiului accidental,  $h = (0,02\dots 0,05\text{ m})$ );
- 3) măsurarea diametrului ( $2R_h$ ) cilindrului / bulbului de umectare din bariera de argilă, după încheierea procesului de infiltrație.

Se calculează valoarea lui „Z” pentru fiecare pereche de valori „a” și „ $R_h$ ”, pentru  $K_h = 7 \cdot 10^{-6}\text{ m/s}$  cunoscută și la valori de presiune (sarcină hidraulică) de la 0,02 la 0,05m.

Urmare a calculelor efectuate s-a obținut pentru „Z” valoarea medie  $Z=0,222$  și introducând în relația 5.17 obținem pentru argila de Oradea relația:

$$R_h = 0,26 \cdot a^{0,05} \cdot h^{0,45} \cdot K_h^{-0,111} \quad (5.19)$$

similară cu cercetările efectuate de Giroud.

#### **5.5.1.4. Concluzii**

Sintetizând cele prezentate în paragrafele anterioare și din experiența cercetărilor întreprinse, importante de subliniat sunt următoarele:

1. corelarea datelor oferite de aparatura electronică de monitorizare (Lumbricus Taupe) cu rezultatele analitice ale relației de tip Giroud, poate pune la dispoziția personalului specializat în întreținerea depozitului informații atât calitative, cât și cantitative (localizare, intensitatea fluxului infiltrațiilor spre corpul depozitului, amploarea dimensională a defecțiunii ivite); sunt oferite astfel informațiile necesare legate de gradul de urgență și amploarea cerută lucrărilor de remediere aferente;

2. Cercetările întreprinse și rezultatele obținute pun în evidență rolul de necontestat al cercetării experimentale de laborator și în situ, ca singura metodă la dispoziție care oferă informații complete și corecte legate de caracteristicile materialelor utilizate, caracteristici determinate de particularitățile locale ale carierelor de argilă; numai astfel se poate realiza o monitorizare eficientă spre protecția eficace a factorilor mediului ambiant.

Studiile și determinările de laborator efectuate, au fost publicate încă în anul 2000 în revista Hidrotehnica nr.9, autori **A. Wehry, M. Orlescu; M. Manciu**; în cartea "Reciclarea și depozitarea ecologică a deșeurilor" autori **A. Wehry, M. Orlescu**, p.112-118, publicații trecute la bibliografie și reprezintă **esența de originalitate a tezei mele de doctorat.**

## CAPITOLUL 6

### DEPOZITAREA DEȘEURILOR RADIOACTIVE, ȘLAMURI ȘI STERIL DIN INDUSTRIA EXTRACTIVĂ, NĂMOLURI

#### 6.1. DEPOZITAREA DEȘEURILOR RADIOACTIVE

În perioada 1950-1964 în zona Ștei-Băița, la 850 m.d.m., s-a făcut o intensă exploatare de uraniu de către fosta URSS. Roca extrasă avea până la 70 % uraniu și prin concasare s-a extras minereu de uraniu. În valoare estimată de actualele servicii de exploatare, la 22 mld.\$. Roca a fost separată în funcție de conținutul de uraniu și bucăți de rocă se văd în noii munți creați în zonă.

În prezent activitatea este sistată, se extrage foarte puțin deoarece conținutul de uraniu a scăzut la 2-3% și se trimite la fabrici speciale care extrag uraniul. Deșeurile nucleare rezultate din industria nucleară se depozitează în această zonă în galeriile rămase de la extracție (fig.6.1).

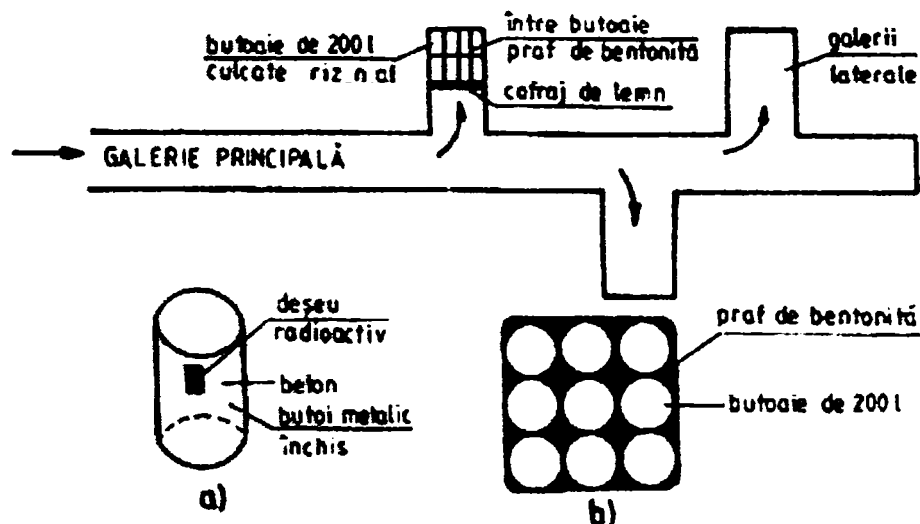


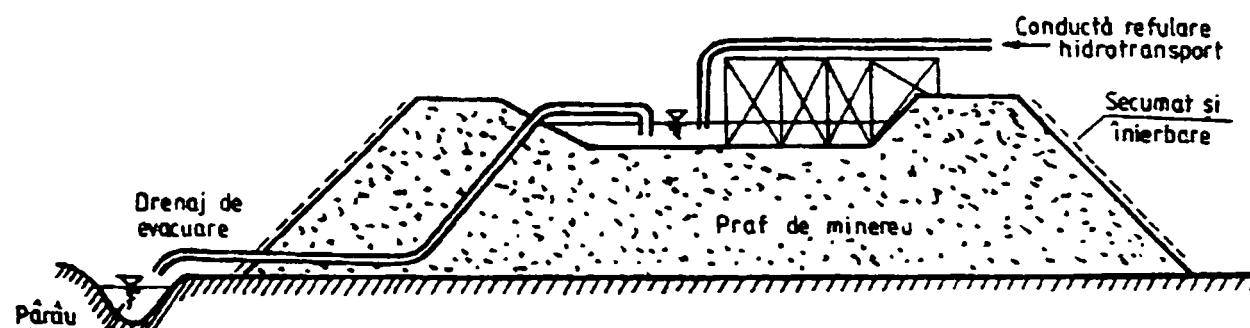
Fig.6.1. Schema depozitării deșeurilor radioactive la Ștei-Băița jud.Bihor

În fig. 6.1.a se poate vedea un butoi de 200 l unde deșeurul radioactiv are câțiva cm³ și restul este beton. Butoaiele se așează pe orizontală, la capăt

se realizează un cofraj de lemn și între butoaie se introduce praf de bentonită, care datorită umezelii se transformă într-o pastă etanșă (fig.6.1 .b).

## 6.2. DEPOZITAREA PRAFULUI DE MINEREU

În industria extractivă de aur, cupru etc. roca excavată se concasează și apoi se macină. Se separă metalele și praful de rocă rămas se transportă cu ajutorul apei (hidrotransport) prin conducte la zona de depozitare (fig.6.2). Se realizează un depozit cu acest praf, de obicei în rambleu cu taluze înierbate și protejate cu secumat. În partea superioară unde o estacadă de lemn susține această conductă de refulare pentru hidrotransport, se tot înalță cu creșterea depozitului. Se realizează o decantare a prafului de minereu și apa este evacuată-drenată cu o conductă în sifon. Protecția taluzelor prin înierbare este necesară ca vântul să nu spulbere acest praf. În zona Stei-Băița-aval se poate vedea un asemenea depozit (fig.6.2).



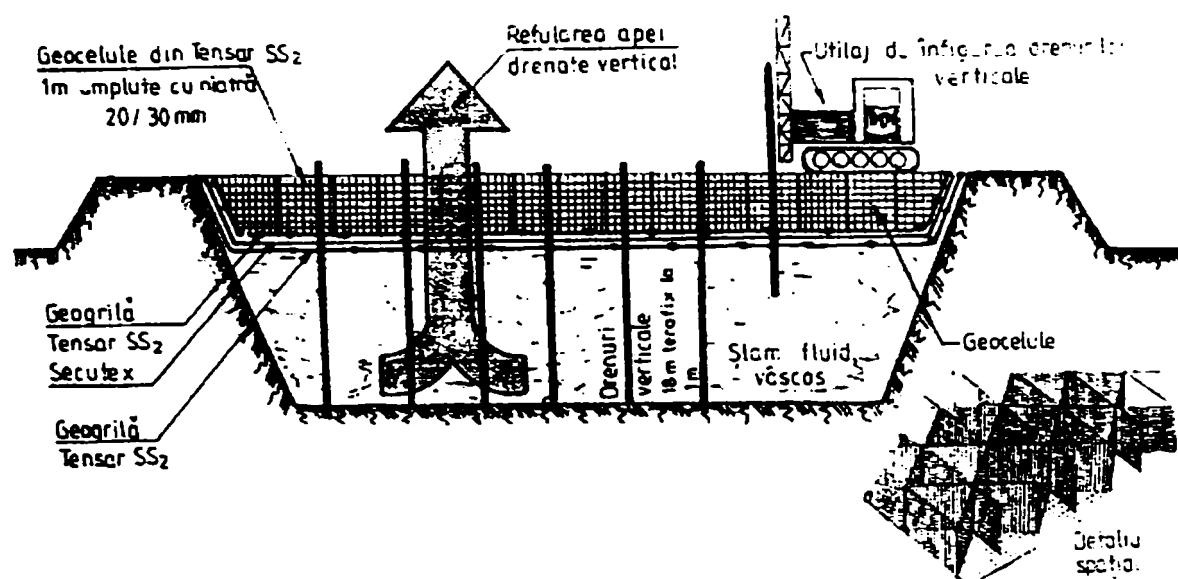
6.2. Schema unui depozit pentru praf de minereu

## 6.3. IAZ CU ȘLAMURI DE LA FOSFAȚI

În industria extractivă de cărbune din cariere de suprafață sau alte minerale, în procesul tehnologic apare flotația (spălarea cu apă), rezultând un lichid rezidual care se depozitează în bazine de pământ naturale (sau special săpați)

Pentru exemplificare se prezintă o soluție de folosirea materialelor geosintetice în scopul asanării unui asemenea iaz, cu consolidările necesare și din folosirea lui, pentru construirea unui depozit de deșeuri în regiunea Ruhr Germania (fig.6.3).

Peste oglinda de șlam se derulează în față unui muncitor sulul de geogrilă Tensor SS₂ călcând pe el fără să se înfunde. Apoi se derulează tot în față un geotextil (secutex 351-4) și în final încă o geogrilă Tensor SS₂. Peste acest strat elastic se construiește o rețea de geocelule de 1 m înălțime umplute cu piatră sort 20/30 mm (care să nu treacă prin goluri) geogrilă Tensor SS₂. Cu un utilaj pe șenile se înfig 18 m adâncime drenuri verticale din fibre verticale ca la secumat protejate, de un geotextil, drenurile în plan orizontal sunt la 1 m distanță pe ambele direcții. Se obține o drenare verticală a apei filtrată concomitent cu coborârea stratului de geocelule.



**Fig.6.3. Schema asanării unui iaz de șlam în vederea constituirii pe același loc a unui depozit de deșeurii**

Se obține astfel o fundație de structură elastică de 1 m, din aceste geocelule umplute cu piatră. În acest debleu se poate construi un depozit ecologic de deșeurii, concomitent cu asanarea iazului de șlam, încadrându-se estetic în natură după închiderea depozitului de deșeurii.

#### 6.4. IAZ CU ȘLAMURI DE LA EMULSII BITUMINOASE

Deponia "Neue Sorge" din Rositz la Altenburg se numără printre cele mai mari iazuri de deșeurii lichide negre bituminoase vechi din landul Thüringen, Germania. Din evacuările producției de emulsii bituminoase din Rositz a început din anul 1935 să se creeze un iaz (lac) cu o suprafață de 25.000 m² numit lacul negru

(Teerse).

În perioadele calde se emană gaze cu miros de nesuportat și o acoperire urgentă a fost necesară.



**Fig. 6.4. Închiderea iazului de emulsii bituminoase Teerse**

Firma "Naue Fasertechnik" din Germania a elaborat un concept de acoperirea acestui IAZ cu scopul de a micșora emisia de gaze. Se propune astfel un acoperiș plutitor realizat din: geogrilă Tensar SS₄₀ așezat pe un geotextil (ca un geocompozit) peste care se așterne Secutex 30I.GRK.4 și apoi Secudrân R.354.D5.801.R.354 pentru drenarea gazului și apoi pentru etanșare o geomembrană, Carbofol de 1,5 mm. Ploile și scurgerile de apă care ajung pe această suprafață impun ca geomembrana să fie bine sudată și ancorată în maluri. S-a conceput astfel o instalație plutitoare de sudarea geomembranei de carbofol (fig.6.4). Lucrarea s-a terminat în anul 1997, prin realizarea unei rețele de colectare a gazelor de 20 m x 20 m și utilizat la încălzirea unei sere. În final toată suprafața este acoperită cu pământ vegetal și recultivată.

## 6.5. NĂMOLURILE

Acestea provin din stațiile de epurare a apelor comunale sau industriale și trebuie să fie deshidratate.

- Nămolul nedeshidratat nu se poate utiliza în cazul combustiei, compostării și ca rezerve pentru scopuri agricole.
- Costurile de transport ridicate pentru depozitarea nămolului, cer material deshidratat cu un conținut cât mai ridicat de substanță uscată.

În prezent soluția problemei este deshidratarea continuă a nămolului. Stația de epurare Târgu Mureș obține nămol deshidratat cu umiditate de 80 % cu proveniența și cantitatea anuală totală 28.669 m³/an în anul 1998 (tabelul nr.6.1 ).

Tabelul nr.6.2.

### Nămoluri la stația de epurare Târgu Mureș

Nr. Crt.	Denumire	Proveniența	Volum m ³ /an
1.	Suspensii grosiere	Grătare	1263
2.	Nisip	Desnisipatoare	2190
3.	Grăsimi	Separator de grăsimi	208
4.	Nămol fermentat	Instalații de fermentare	20000

De asemenea mai aduc la stația de epurare, cu cisternă întreprinderile (tabelul nr.6.2.)

Tabelul nr.6.2.

### Nămoluri aduse cu cisterna la stația de epurare Tg.Mureș

Nr. Crt.	Denumire	Societatea	Volum m ³ /an
1.	Deșeuri lichide	ISECO	272
2.	Deșeuri lichide	TAM	788
3.	Deșeuri lichide	MANPEL	3940



Toate acestea sunt prelucrate tehnologic cu instalația HUBER – ROTAMAT conform schemei din fig.6.5.

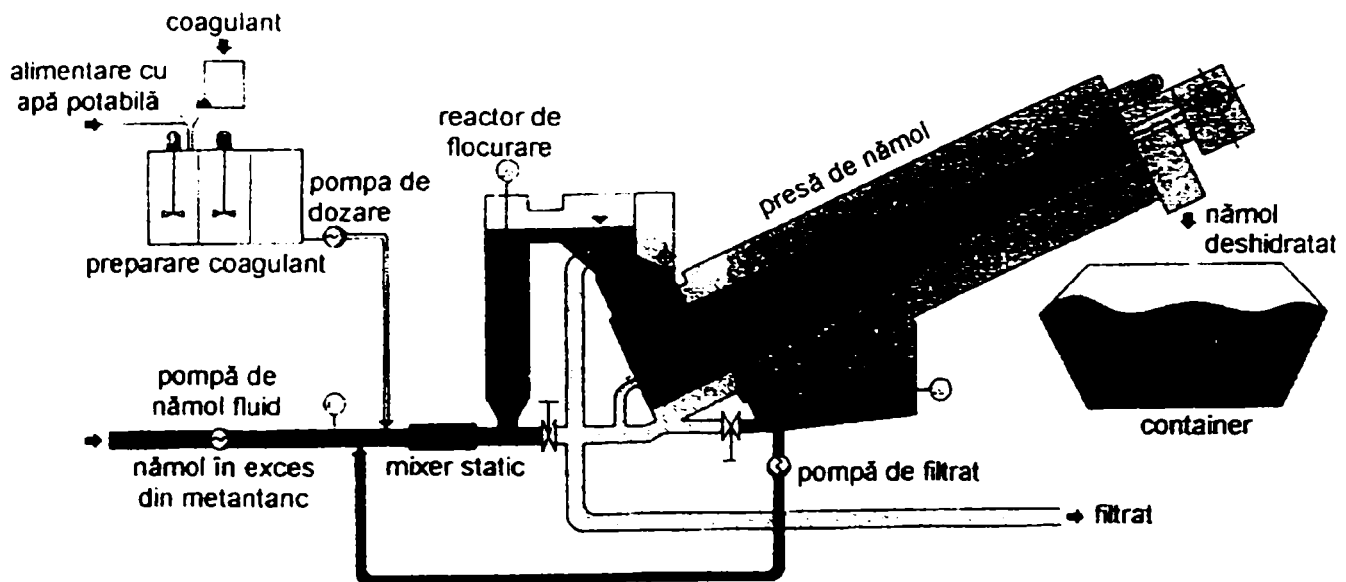


Fig.6.5. Schema fluxului tehnologic a instalației HUBER ROTAMAT pentru deshidratarea continuă a nămolului

Noul fluid este transportat în reactorul de floclare, prin intermediul unei pompe de nămol. Coagulatorul necesar este preparat continuu într-un utilaj automat și adăugat nămolului.

Mixerul static din conducte de nămol garantează o amestecare intensivă a nămolului. Reactorul de floclare are peretele din sită specială, astfel încât are loc o primă deshidratare prin presiune hidrostatică (utilizând polielectrilot 20 kg/zi).

În presa de nămol intră nămolul nedeshidratat și, prin creșterea presiunii continue în melc, acesta se deshidratează. Prin rotația melcului și transportul nămolului suprafața de filtrare este continuu eliberată, realizându-se deshidratarea la presiune scăzută.

Reintroducerea în circuit a unei părți din filtrant garantează calitatea optimă a filtrantului.



## **Capitolul 7**

### **ARGUMENTE TEHNICE, ECONOMICE ȘI ECOLOGICE LA ALEGEREA SISTEMULUI DE ETANȘARE LA DEPOZITELE DE DEȘEURI**

Gestiunea rațională a deșeurilor are în vedere patru direcții principale:

- prevenire a producerii de deșeuri,
- reciclarea și reutilizare,
- optimizarea eliminării finale și a depozitării,
- acțiuni curative.

Depozitarea controlată a deșeurilor menajere face posibilă realizarea ultimelor obiective.

Aprobarea standardului SR 13343 / iunie 1966 privind Salubritatea localităților - deșeuri urbane, a Legii 137/1996 - Legea Protecției Mediului, a Ordinului 125/1996 privind procedura de reglementare a activităților economice și sociale cu impact asupra mediului înconjurător, a Legii 107/1996 - Legea Apelor, a Ordinului 720/1 996 al MAPPM privind normativul de conținut al documentațiilor tehnice necesare obținerii avizului de gospodărire a apelor, precum și obligativitatea respectării Directivei C.E. 96/C 59101 privind depozitele de deșeuri, au impus trecerea la o depozitare ecologică, în condiții de producție a tuturor factorilor de mediu, inclusiv a sănătății oamenilor.

Principalele elemente structurale care formează un depozit de deșeuri menajere includ (începând de la bază): terenul de fundare, sistemul de straturi de etanșare (de fund și laterale), sistemul de colectare a levigatului, sistemul de colectare și evacuare a biogazului, corpul deșeurilor, terasamentele de ranforsare (unde este cazul), digul de închidere și stratele de acoperire.

### 7.1. Argumente tehnice pentru utilizarea geosinteticelor

Geosinteticele îndeplinesc într-un depozit de deșeuri menajere numeroase funcții: de etanșare, separare, protecție, ranforsare, drenaj. Acesta este un prim argument care le recomandă. Ele sunt apte să răspundă rolului pe care îl au în structura prin caracteristicile de referință și de performanță demonstrate de aceste materiale în timpul transportului, punerii în opera și exploatării. Înșușirile lor fizice, mecanice și de anduranta, adecvate în raport cu cerințele față de un sistem de depozitare controlată, reprezintă un alt argument tehnic deja acceptat, testat și recunoscut (fig.7.1).

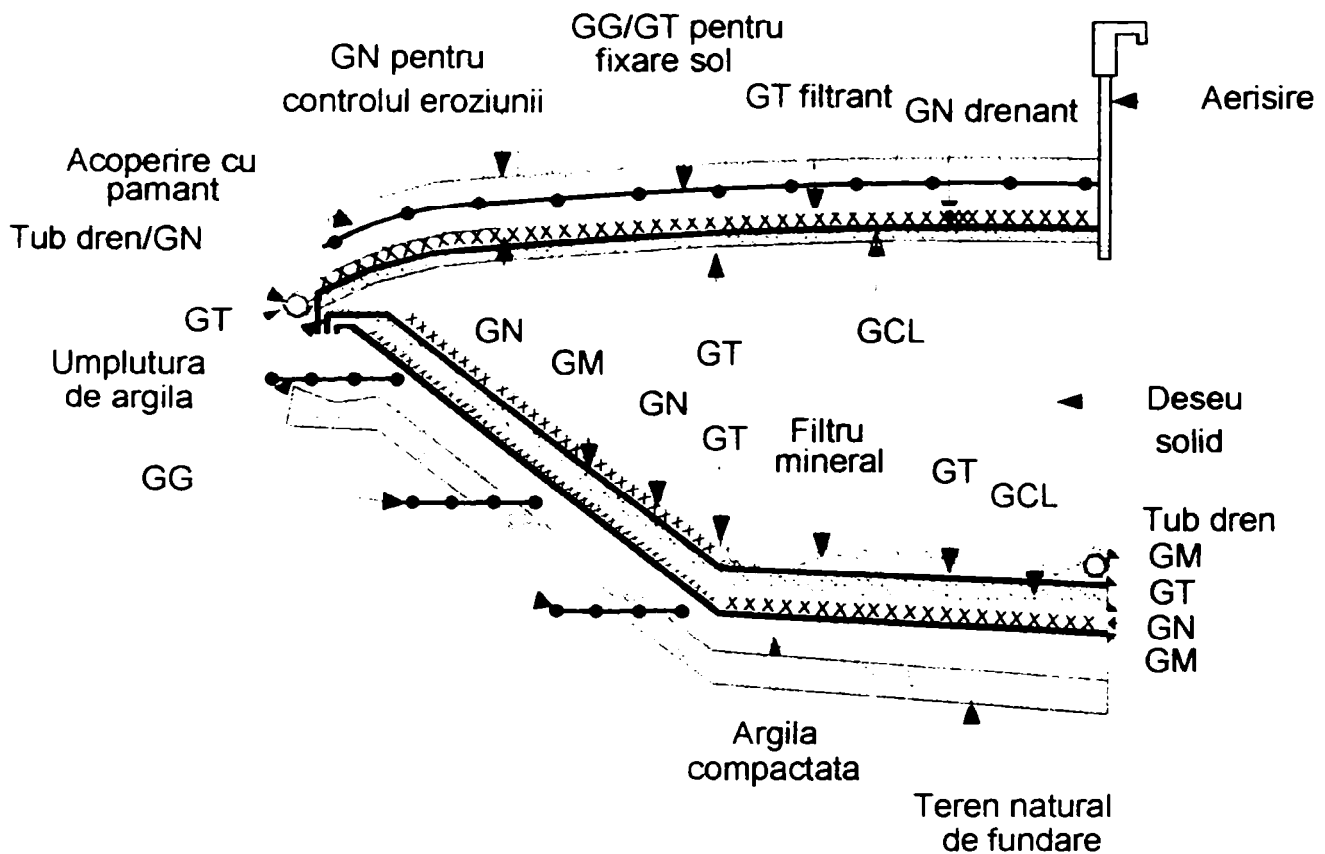


Fig. 7.1 Utilizarea geosinteticelor la căptușirea depozitelor de deșeuri

### **7.1.1. În terenul de fundare**

• Principalele condiții pe care trebuie să le îndeplinească un teren pentru a putea realiza o fundație sănătoasă pentru un depozit de deșeuri menajere sunt:

- să constituie o barieră hidraulică naturală pentru levigat;
- să aibă o capacitate portantă suficientă și o compresibilitate scăzută.

Este dificil de găsit terenuri care să satisfacă în mod natural aceste condiții și atunci utilizarea geosinteticilor este necesară.

Sunt numeroase exemple în lume, de ruperi ale bazei depozitului cauzate de fundarea pe terenuri cu coeziuni scăzute sau din cauze neprevăzute (ruperi de diguri, tensiuni, scufundări, cavități din dizolvare, sau din depresiuni cauzate de sedimentarea diferențială).

De aceea, se recomandă în aceste cazuri armarea fundației, având ca scop omogenizarea sedimentării, reducerea presiunilor în geomembrană și creșterea capacității portante.

O soluție pentru rezolvarea acestei probleme o constituie utilizarea unei geogrilă HDPE sau, alternativ, ranforsări din geocompozit sau straturi de geogrilă bietirată ca element de armătură în combinație cu pietrișuri.(fig.7.2).

Probleme similare sunt întâlnite atunci când depozitul nou se ridică peste un depozit vechi, necontrolat.

Funcția esențială a sistemelor de straturi este să se comporte ca o barieră împotriva levigatului, protejind de poluare apa freatică.

Toate aceste cerințe pot fi satisfăcute numai prin utilizarea sistemului multistrat, folosind atât materiale naturale cât și o combinație de diferite geosintetice, în conformitate cu strategia de proiectare avută în vedere.

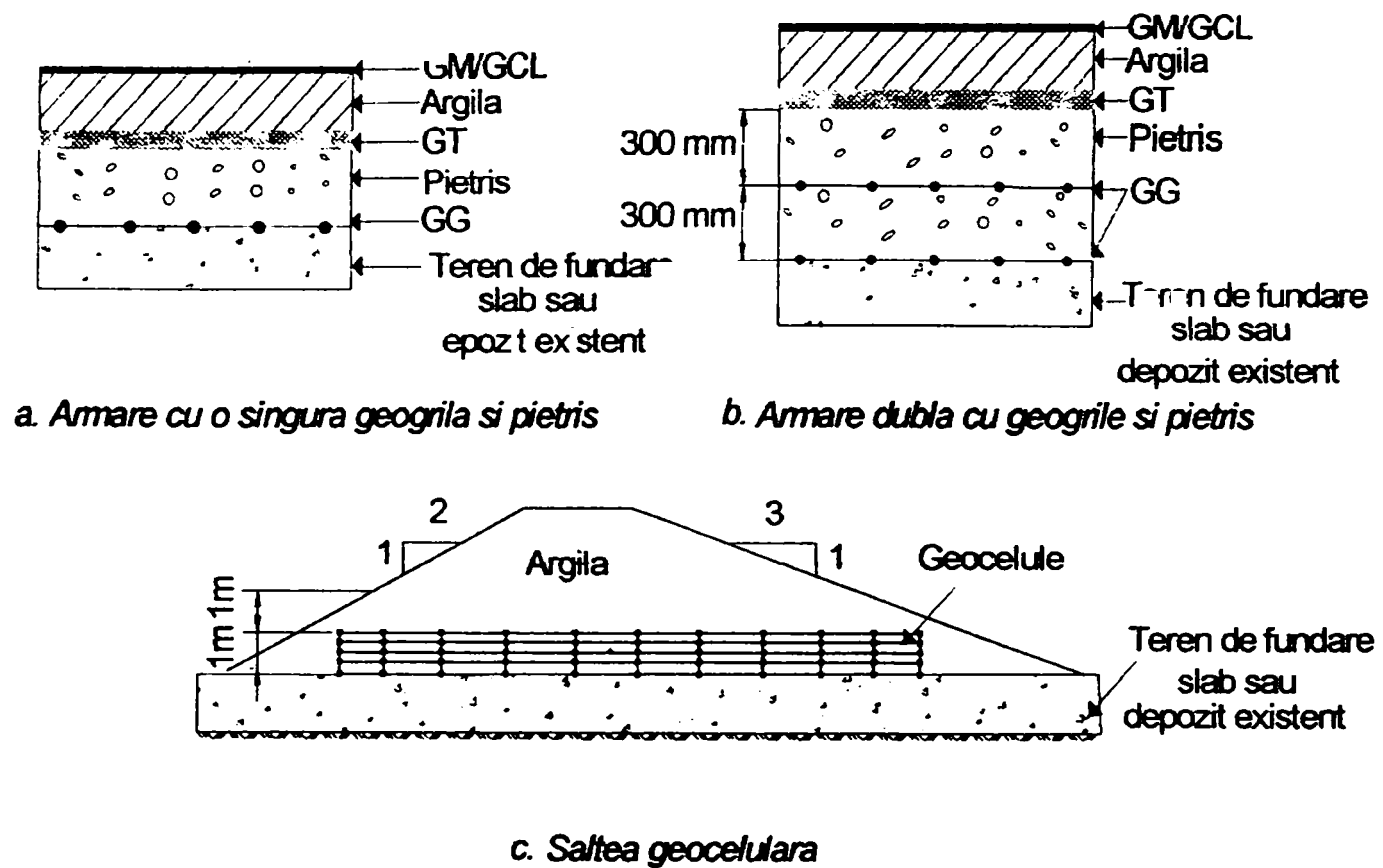


Fig. 7.2. Utilizarea geogrilelor la armarea fundațiilor

### 7.1.2. În sisteme de straturi de protecție pentru etanșare

În figura 7.3. se arată câteva sisteme de etanșare.

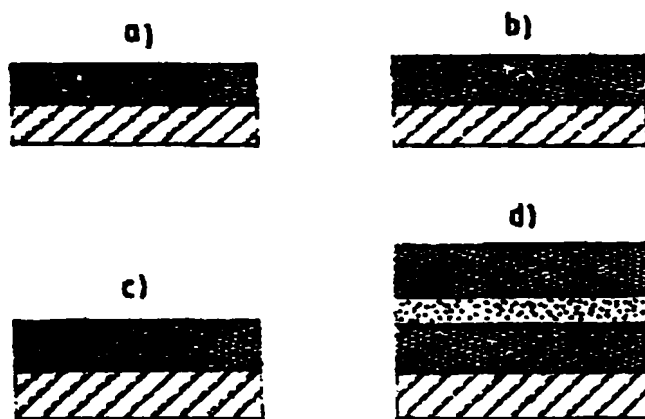


Fig.7.3. Tipuri de sisteme de etanșare (după Cossu 1995): a) un singur strat de argilă; b) un singur strat de geomembrană și o geomembrană; c) sandwich cu două geomembrane și un strat de argilă; d) sistem cu două geocompozite și un strat de drenaj de control.

Cel mai simplu sistem este constituit dintr-un strat compact de argila în prezența unor bariere naturale(fig.7.3.a).

Utilizarea singulară a unei geomembrane nu prezintă siguranță și nu este folosită.

Cel mai utilizat sistem este constituit dintr-un strat de pământ argilos și o geomembrană.

Pentru a mari avantajele compozitului, geomembrana trebuie poziționată în contact direct cu stratul mineral, evitând interpunerea vreunui strat de drenaj între stratul sintetic și cel mineral (fig.7.3.b).

Punctul de vedere este adesea controversat și un strat de control al levigatului este impus de legislația unor țări, aceasta ca o consecință care consideră straturile sintetice "total imprevizibile" (Cossu 1995).

Alți autori avertizează împotriva unui asemenea fel de bariere, ce pot favoriza scurgerea lichidelor poluante în subsol (Fratolocchi 1995).

Un singur strat sandwich de compozit (fig.7.3.c) crește nivelul de siguranță și poate preveni deshidratarea și ruperea stratului mineral.

Stratul dublu de compozit (fig.7.3.d) exploatează din plin posibilitatea unui control intermediar al scurgerilor.

Pentru straturile sintetice cel mai larg utilizate sunt materialele HDPE cu o grosime minimă de 1,5 mm, dar cel mai adesea folosite în alae țări de 2 - 2,5 mm.

Recent s-a propus LDPE datorită flexibilității mai mari.

Pe taluze realizarea sistemului de captușeală trebuie făcută în aceleași condiții. Din cauza dificultăților în așezarea corespunzătoare a straturilor de argilă compactată se recomandă utilizarea produselor prefabricate cu geomembrană, captușeală din argilă geocompozită sau captușeala din membrane geocompozite.

Aceste sisteme de etanșare permit prin proprietățile de etanșare ale bentonitei, să închidă ermetic orice fisură sau gaură formată în geomembrană.

### **7.1.3. În sisteme de colectare a levigatului**

Acest sistem este necesar în toate depozitele moderne-ecologice, o bună funcționare a filtrului fiind definită de permeabilitatea și transmisivitatea în plan. Pentru performanțe pe termen lung și pentru a nu fi susceptibil la colmatare este necesar ca materialul filtrant să aibă o stabilitate internă bună, să fie rezistent la chimicale și temperaturi înalte. Stratul de pietriș filtrant poate fi înlocuit cu o georeșea acoperită cu un geotextil filtrant și pământ de protecție. Geotextilele pot fi folosite atât ca filtru, cât și ca separator de strate. Colectarea și evacuarea levigatului se face cu

un sistem de conducte prevăzut cu cămine de vizită și accesorii, toate din HDPE.(fig.7.5).

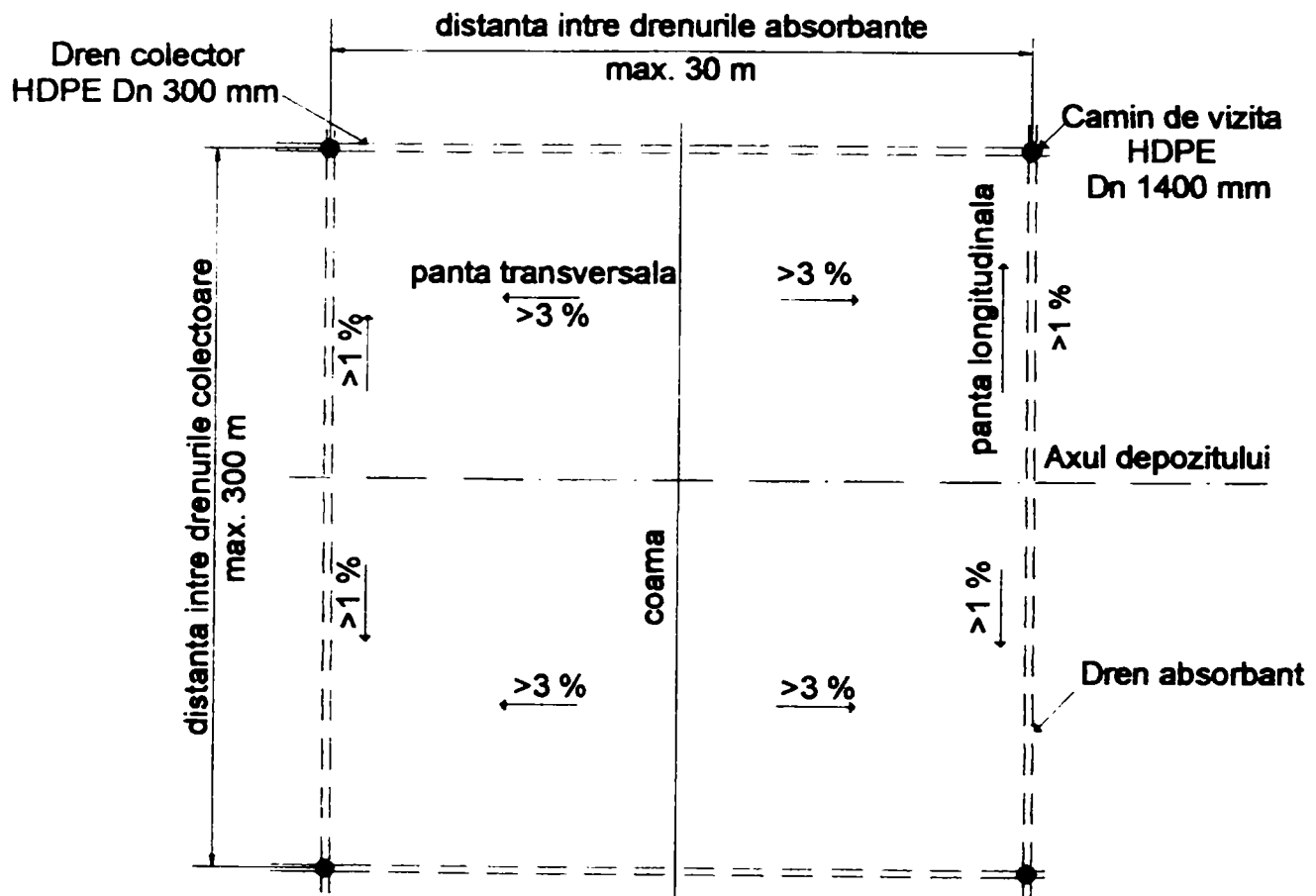


Fig. 7.4. Amplasare drenuri. Vedere în plan

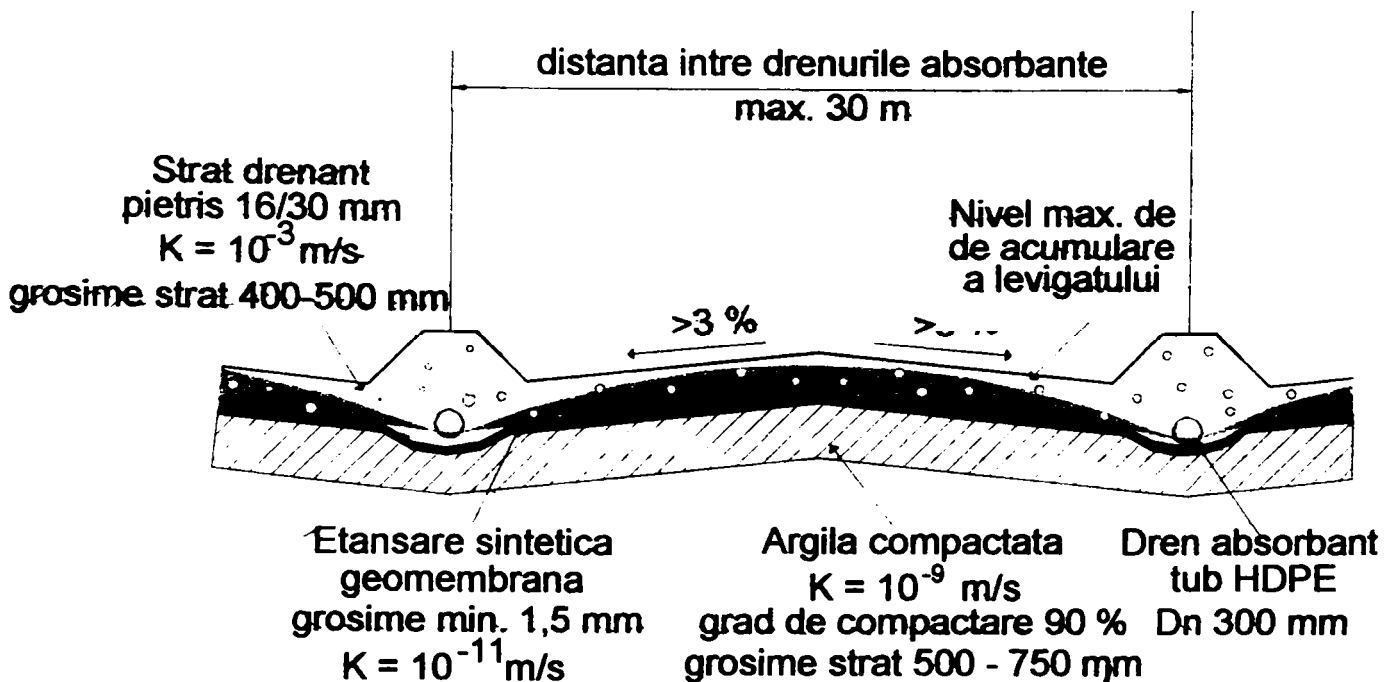


Fig. 7.5. Amplasare drenuri. Secțiune transversală

#### 7.1.4. În sistemul de colectare și evacuare a biogazului

Geosinteticele au o largă aplicație și în realizarea acestui sistem, după cum urmează:

- Utilizarea conductelor din HDPE pentru diferite elemente de colectare și evacuare, atât verticale cât și orizontale;
- Utilizarea geonetului HDPE în materialul granular din jurul conductelor orizontale perforate;
- Utilizarea geocompozitelor cu bentonită la etanșarea porțiunilor exterioare ale puțurilor de extracție a gazelor.

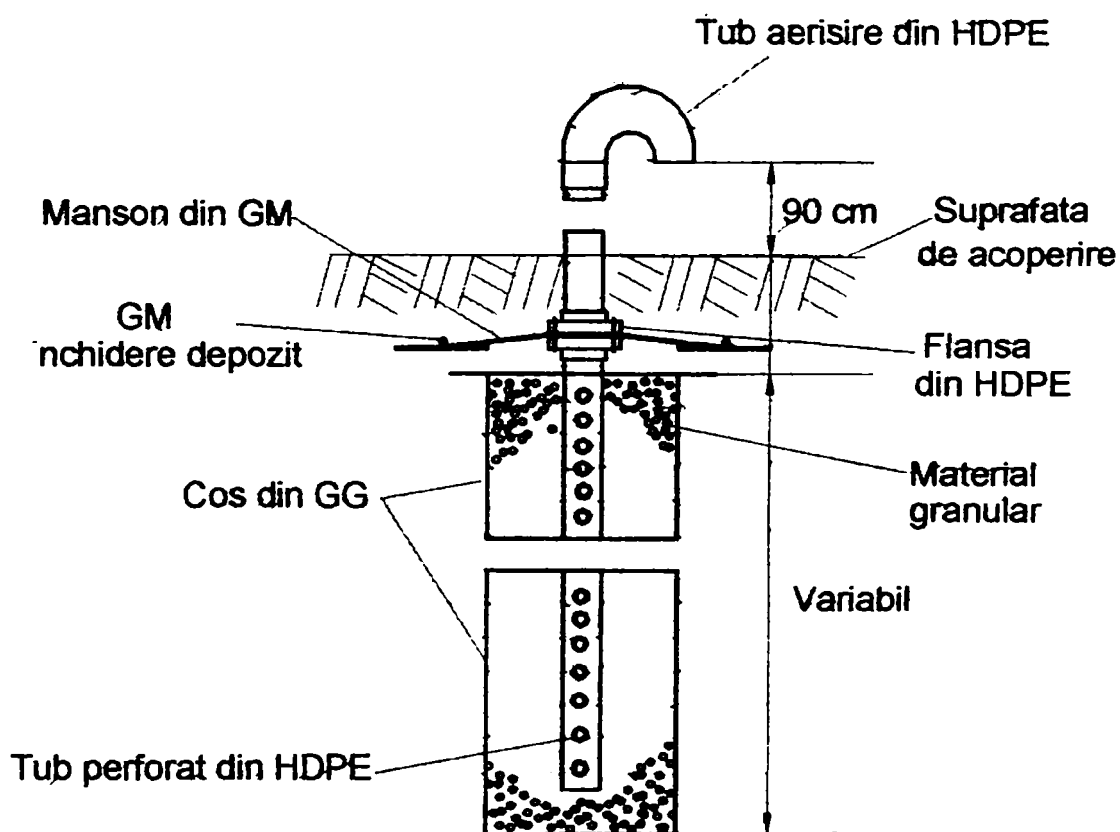


Fig. 7.6. Secțiune prin instalația de colectare și evacuare a gazelor de fermentare

### 7.1.5. În corpul depozitului de deșeuri

Cînd stabilitatea internă și externă a depozitului de deșeuri nu este satisfăcută, este necesară armarea orizontală cu geogrilă.

De cele mai multe ori la piciorul taluzului de deșeuri se construiește un dig din pământ, cu scopul de a conferi stabilitate pantei depozitului.

Această soluție a fost adoptată în cazul depozitului din Sighișoara, ceea ce a permis o creștere a volumului de deșeuri ce pot fi depozitate, în condițiile protejării factorilor de mediu.

### 7.1.6. În sistemul de închidere a depozitului

Sistemul de închidere are rolul de a izola deșeurile de mediul înconjurător, de a controla infiltrațiile de apă de precipitații, de a asigura evacuarea biogazului. Elementele componente sunt arătate în fig.7.7.

Aplicațiile geosinteticelor includ:

- geotextile cu funcție de protecție și / sau support;
- geonet cu rol de drenaj în stratul filtrant;
- geomembrane (HDPE sau GCL) cu rol de etanșare.

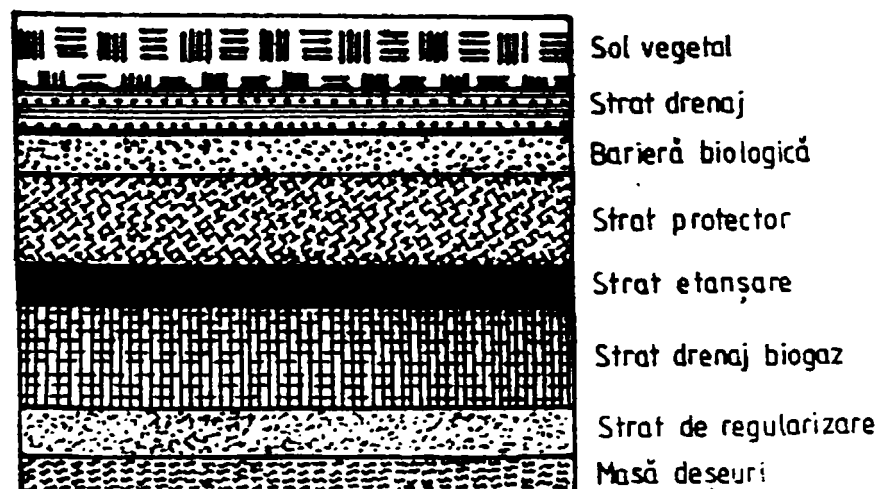


Fig.7.7. Elementele tipice ale unei acoperiri complete



Din cele prezentate a rezultat că geosinteticele îndeplinesc într-un depozit de deșuri menajere numeroase funcții: de etanșare, separare, protecție, ramforsare, drenaj. Acesta este un prim argument care le recomandă. Ele sunt apte să răspundă rolului pe care îl au în structura prin caracteristicile de referință și de performanță demonstrate de aceste materiale în timpul transportului, punerii în operă și exploatării. Însușirile lor fizice, mecanice și de durabilitate, adecvate în raport cu cerințele față de un sistem de depozitare controlată, reprezintă un alt argument tehnic deja acceptat, testat și recunoscut.

## **7.2. Argumente economice pentru utilizarea geosinteticelelor**

Pentru alte tipuri de structuri, costul ridicat al geosinteticelelor este prohibitiv, deci, decizia folosirii lor este mai dificil de adoptat și susținut.

Pentru depozitele de deșuri menajere, însă, calculul efectelor economice ce decurg din folosirea geosinteticelelor dă rezultate ce demonstrează că soluția este competitivă și, de cele mai multe ori, net superioară altor variante.

Astfel, motivația utilizării geosinteticelelor pe scară tot mai largă la sistemele de etanșare ale depozitelor de deșuri solide, din punct de vedere financiar, decurge din economia de spațiu câștigat.

### **Exemplificăm calculul economic pentru depozitul Sighișoara (după ARGIF Pitești)**

- Suprafața necesară a fi etanșată 60.000 mp;
- Utilizarea argilei ca material de etanșare ar însemna un strat de minim 1 m grosime un volum de 60.000 mc.;
- Acesta ar reduce volumul util al depozitului cu 60.000 mc.;
- Admițând că greutatea deșeurilor bine compactate este de 0,8 to/mc - 1,2 to/mc  $60.000 \text{ mc} \times 0,8 \text{ to/mc} = 48.000 \text{ to}$  gunoier și că 1 to gunoier depozitat costă aprox. 12 \$;
  
- Rezultă că se pierde:

48000 to x 12 \$/to = 576.000 \$, la un curs de 20000 lei/\$: aceasta înseamnă: cca. 10.800 milioane lei adică aprox. 18% din valoarea de investiție.

Acest calcul simplu ne demonstrează încă o dată cât de important este ca spațiul de depozitare să fie utilizat cu maxim de eficiență.

Comparativ cu Marea Britanie, în România costurile cu depozitele de deșeuri menajere rezultate ca o medie a valorilor prezentate în studiile de fezabilitate pentru un număr de 14 depozite sunt:

**Tabelul 7.1.**

	<b>Marea Britanie</b>	<b>România</b>
<b>costul terenului</b>	7 și 51 % din cheltuielile totale pe tonă	0 - 2 %
<b>costul bunurilor imobile</b>	3 și 10 % din cheltuielile totale pe tonă	3 - 6 %
<b>cheltuieli de exploatare din amplasament</b>	18 și 47 % din cheltuielile totale pe tonă	24 - 35 %
<b>cheltuielile după închidere</b>	5 și 42 %	3 - 48 %
<b>cheltuieli neprevăzute</b>	4 și 20 %	5 %
<b>costurile totale</b>	13 și 39 \$/to	9 - 20 \$/to
<b>se consideră că acestea vor crește</b>	16 - 66 \$/to	10 - 25 \$/to

Mai în detaliu, elementele de cost sunt:

- costul terenului care cuprinde investiția pentru terenul cumpărat, costurile de concesiune și redevențele de folosire a terenului;
- costul bunurilor care cuprind clădiri, imprejurimi, drumuri de acces și utilaje staționare precum și utilaje cum ar fi podurile basculă;
- costuri de exploatare în amplasament care încorporează cheltuielile legate de activitatea curentă de exploatare a gropii de gunoi, adică manoperă, amenajări, administrație etc.;
- costuri după închidere care cuprind cheltuielile propriu-zise de închidere la care se adaugă cheltuielile făcute pentru monitorizarea gazelor și ținerea sub control a exfiltrațiilor din groapa de gunoi, pentru restaurare, pentru întreținerea și îngrijirea ulterioară generală a amplasamentului precum și pentru garanții viitoare sau prime de asigurare legate de acestea;

- costuri de transport care cuprind toate cheltuielile legate de camionaj atât cu caracter de investiție cât și de rentă precum și cheltuielile legate de stații de transfer, dacă este cazul;
- profitul din prețul total perceput pe tona de deșeu depus în groapa de gunoi.

În cazul gropilor de gunoi amenajate pe amplasamente peste actualele depozite sau în imediata vecinătate, costul evaluării impactului asupra mediului poate fi considerabil.

### **7.2.1. Factori semnificativi care influențează elementele de cost**

Daca amenajările unei gropi de gunoi existente sunt de termen scurt, atât cererea pentru amplasamente noi într-o regiune dată, cât și cheltuielile de exploatare vor fi mai mari pentru intrările restante, dacă se aplică costuri de exploatare mai stranse și dacă este necesară mai multă întreținere după perioada de exploatare, ca urmare a condițiilor de planificare și / sau de autorizare.

- Gradul de dificultate al dezvoltării de impacte nule asupra tuturor elementelor de cost identificate, cu excepția transportului. Nevoile suplimentare de proiectare sau cerințele mai pretențioase la închidere, sporesc cheltuielile de dezvoltare și exploatare a gropii de gunoi. Sunt cuprinse toate aspectele administrative de pregătire a amplasamentelor de gropi adică obținerea aprobării de proiectare și a condițiilor de autorizare.

- Gradul de dificultate al problemelor ingineresti, care este legată parțial de dificultatea dezvoltării prin aceea că cerințele de exploatare mai exigente determină lucrări ingineresti mai ample sau mai complicate pentru asigurarea satisfacerii condițiilor de autorizare a amplasamentului.

- Apropierea amplasamentului depozitului de zona din care provin deșeurile. ceea ce afectează elementul cheltuieli de transport.

- Condițiile economice de scară care reflectă influența schimbării volumului total de deșeuri care trebuie evacuate asupra tuturor elementelor de cost cu excepția transportului și nu atât modul în care variază costurile pe tonă în funcție de dimensiunea amplasamentului gropii de gunoi.

### **7.2.2. Costuri pentru gropi de gunoi cu izolare**

În cazul sistemelor de izolare se înregistrează costurile cele mai mari. Principalele elemente de cost sunt:

• Captușeala de impermeabilizare	2,50 - 36,0
\$/mp	
• Sistemul de colectare a exfiltrațiilor	15,0
\$/mp	
• Sistemul de reciclare (dacă este cazul)	4,0
\$/mp	
• Sistemul de colectare a gazelor de gunoi	2,5 - 3,0
\$/mp	
• Invelișul exterior	32,0 - 40,0
\$/mp	
• Sistemul de supravegherea a mediului	18 - 30,0
\$/mp	
• Intreținerea pe termen lung a tuturor sistemelor de confort	9
\$/mp	

În Marea Britanie a fost efectuată de curând o anchetă asupra costurilor în cinci zone cu amplasamente rurale de densitate mică și dispersare mare, cu adâncimi mici de 5 - 10 m și cu aporturi moderate de deșeuri, între 80.000 și 200.000 tone/an. S-au estimat costurile necesare pentru construirea în fiecare amplasament a unor celule noi, după principiul izolării totale și pentru încorporarea unei căptușeli compozite.

În plus, costurile de exploatare au fost sporite pentru a ține seama de aplicarea integrală a Legii de protecție a mediului (EPA 1990), de exemplu supravegherea de către o persoană corespunzătoare, gospodărirea amplasamentului cu asigurare de calitate, controlul de poarta integral, îndepărtarea și epurarea gazelor și a exfiltrațiilor, drumuri și securitate, combaterea daunătorilor și monitoringul minuțios al mediului

Întrucât amplasamentele erau de diferite adâncimi, prezentau caracteristici diferite de intrarea deșeurilor, s-a constatat că sporul costurilor totale de investiții și de exploatare s-a ridicat la 7 \$/to - 12 \$/to. S-ar părea ca numai amplasamentele mai mari pot să-și permită investițiile de dezvoltare și de infrastructură necesare; se poate constata că pentru gropi adânci între 20 - 40 m, aceste costuri sporite se situează la un nivel mai mic de 2 - 4 \$/to pentru izolare, un preț foarte mic în raport cu costurile generale de evacuare a deșeurilor.

În România au fost avizate de către Comisia Interministerială un număr de 14 studii de fezabilitate privind amenajarea unor depozite ecologice de deșeuri menajere.

Din analiza costurilor a rezultat că cele mai costisitoare sunt depozitele mici, care reiese din graficul următor

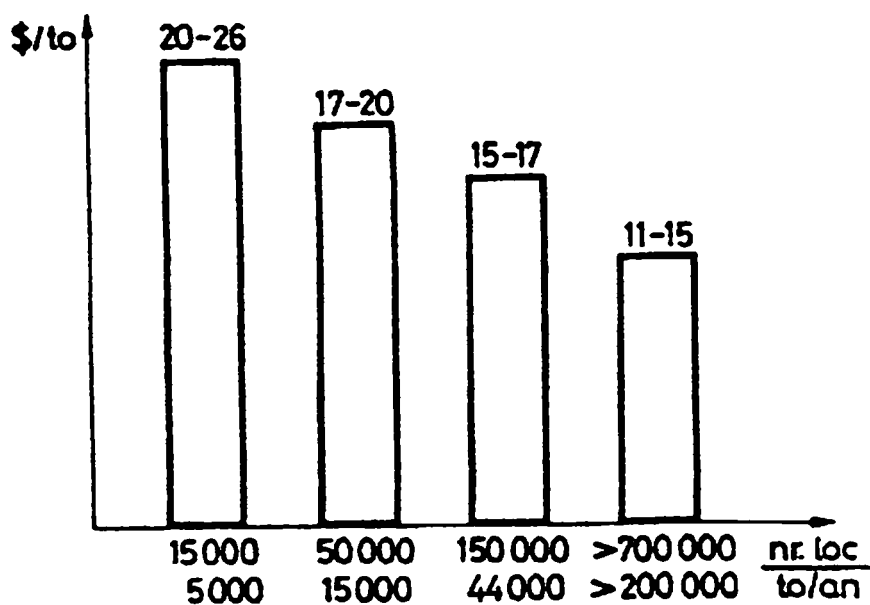


Fig.7.8. Costul depozitelor de deșeuri

De menționat că din cele 8 studii de fezabilitate aprobate cu Hotărare de Guvern, numai pentru patru s-au deschis finanțări pentru execuție și din acestea numai pentru o lucrare s-au asigurat fondurile necesare punerii în funcțiune a primei celule de depozitare.

Un alt efect economic major pe care se contează după efectuarea investiției constă în evitarea cheltuielilor ulterioare pentru protejarea și ameliorarea mediului., deșeurile fiind o sursă potențială de poluare, iar depozitul acționând cu o barieră sigură în calea degradării factorilor de mediu.

### **7.3. Argumente ecologice**

Alăturat de argumente economice se situează, cu importanță crescând an de an, criteriile ecologice ca bază pentru luarea deciziei de înființare a unui sistem de depozitare controlată a deșeurilor menajere.

Însăși alegerea tipului de etanșare este determinat de considerente ecologice. În situația utilizării argilei ca element de etanșare trebuie ținut cont că dacă amplasamentul nu are o structură geologică adecvată, aceasta trebuie "importată" dintr-un depozit.

Cantitățile de material argilos sunt însemnate și extracția lor dintr-o carieră, este clar că afectează factorii de mediu. De aceea trebuie în prealabil analizat impactul acesteia asupra mediului.

La aceasta se adaugă disconfortul creat riveranelor de exploatare și transportul unui volum mare de asemenea material (zgomot, praf, noxe, noroi etc.).

Utilizarea materialelor geosintetice elimină aceste elemente, contribuind totodată la creșterea fiabilității și a calității lucrării.

Pe termen scurt, executarea etanșărilor cu geosintetice este mai rapidă iar recuperarea investiției este direct influențată de aceasta.

Pe termen lung, etanșările geosintetice conferă un grad de stabilitate și siguranța mai mare.

#### **În concluzie:**

1. depozitarea în condiții de protecție a factorilor de mediu. este o problemă prioritară pentru autoritățile locale;

2. atât din punct de vedere tehnico-economic cât și ecologic, utilizarea geosinteticelor este recomanabilă la căptușirea depozitelor de deșeurii menajere;

3. costurile de etanșare/to deșeu raportat la costurile totale nu sunt semnificative:

4. costul total cu depozitarea pentru localități mici este mare și improbabil de a fi acceptat de populație;

5. pentru finanțarea lucrărilor trebuie identificate și alte surse decât cele bugetare.

#### **7.4. Alegerea sistemului de etanșare pentru depozitul de deșeuri menajere al orașului Sighișoara**

Orașul Sighișoara, asemeni tuturor localităților din România se confruntă cu problema depozitării deșeurilor menajere.

În condițiile în care actualul depozit este deja la o cota care creează probleme din punct de vedere al protecției mediului pe de o parte dar și din necesitatea de a se alinia noii legislații în domeniu, autoritățile locale au comandat un Studiu de fezabilitate privind realizarea unui nou depozit pentru deșeurile orășenești colectate din Sighișoara către ARGIF - PROIECT Pitești.

Întrucât primăria Sighișoara nu dispune de terenuri pretabile pentru amplasarea acestui obiectiv, s-a optat pentru extinderea în plan și pe verticală a actualului depozit, care este amenajat într-o fostă meandă a Râului Târnava Mică, pe partea dreaptă a DN Sighișoara - Reghin la cca. 30 m de aceasta și 1,5 km de localitate.

Depozitul actual are o vechime de 15-20 ani și ocupă o suprafață de 0,3 ha. coloana de gunoi atingând 6 - 7 m.

##### **■ Condiții geotehnice ale amplasamentului**

Fiind situat în zona de luncă, terenul are caracter aluvionar.

Stratificația zonei, analizată prin intermediul a 4 foraje, cuprinde depozite de argilă neagră plastic vârtoasă, argila prăfoasă și nisipoasă, praf argilos nisipos galben, praf nisipos cenușiu moale. Sub pachetul deluvial argilos, în zona de luncă s-a interceptat pachetul aluvionar format din nisip prăfos, nisip mic prăfos; pietriș mic.

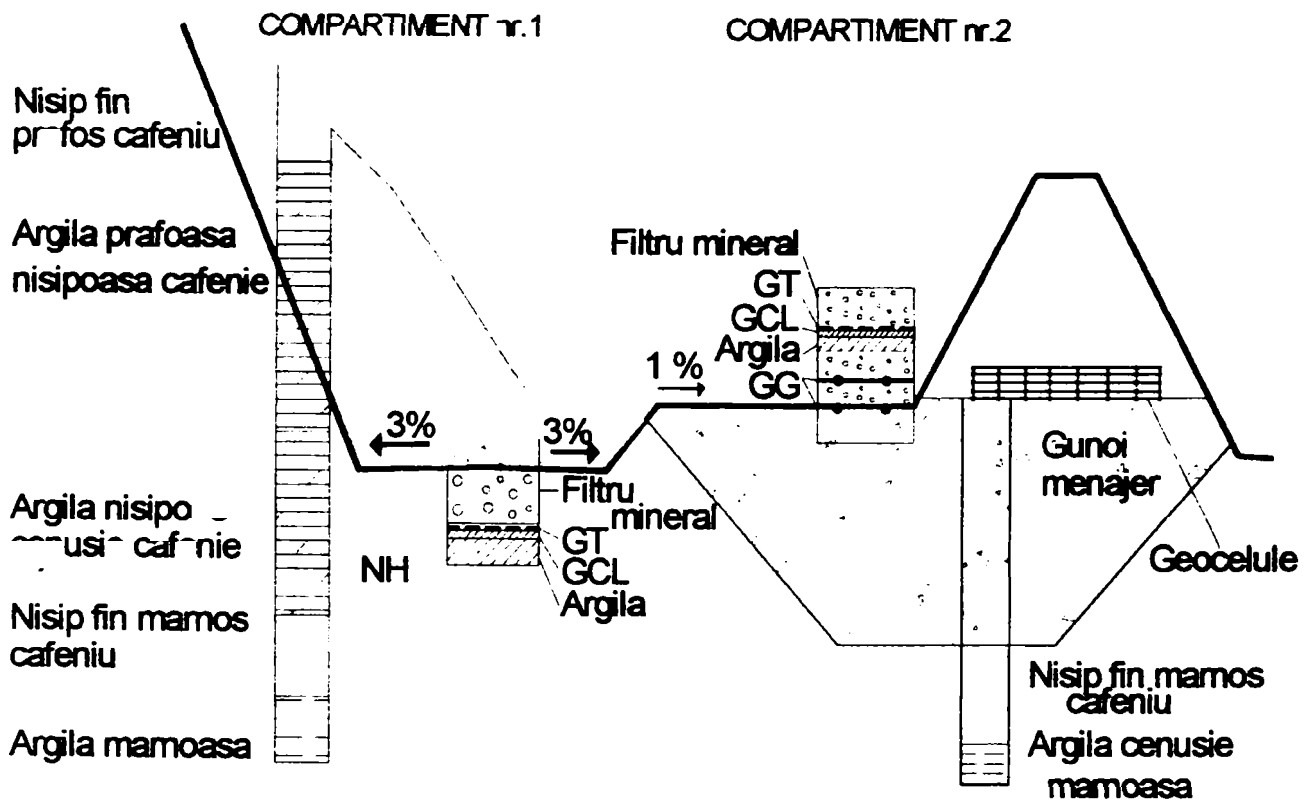
##### **■ Schema generală de proiectare**



a) Construcții principale, de amenajare propriu-zisă a incintei care cuprind: terasamentele pentru realizarea compartimentelor de depozitare, captușeala, canalizarea apelor pluviale, sistemul de colectare și evacuare a apelor exfiltrate, instalații pentru evacuarea gazelor, sistem de monitorizare, drumuri de acces.

b) Construcții de exploatare și dotari care cuprind: platforma de cântărire auto, cabina portar, sediu administrativ, magazie pentru materiale colectate selectiv de la populație, rampa spașlare auto, rezervor apă alimentare energie electrică, post telefonic, împrejmuire, platformă tehnologică, liziera de protecție.

În fig.7.9 se prezintă o secțiune transversală prin depozit.



**Fig. 7.9. Secțiune transversală prin depozitul Sighișoara**

Modalitate de realizare a sistemului de etanșare a bazei depozitului a suscitat numeroase discuții legate în special de oportunitatea utilizării materialelor sintetice în situația în care la cca. 7 km de obiectiv există o carieră de argilă.



### **7.4.1. Aspecte legate de folosirea argilelor ca strat de etanșare la depozitele de deșeuri**

Pentru depozitele de deșeuri, etanșarea de bază minerală este formată în general din unul sau mai multe straturi de material argilos local, compactate astfel încât să asigure o permeabilitate cât mai redusă la apă sau la alți agenți lichizi contaminați, cât și o capacitate portantă care să diminueze deformațiile sub încărcarea adusă de materialele solide sau/și lichide depozitate.

Deși aceste soluții constructive sunt utilizate destul de frecvent, informațiile asupra comportării lucrării în timp a straturilor de etanșare argiloase sunt destul de reduse sau incomplete.

Dintre problemele generate de folosirea argilelor se citează:

a) defecte de calitate a materialului de imprumut - datorate fie zonelor cu argilă de dimensiuni mai mari (argila grosieră) și mai puțin plastică, fie problemelor de control la livrare pe șantier;

b) bulgări de material argilos a căror suprafață este uscată și care nu mai pot fi puși corect în operă;

c) grosimi ale stratelor prost controlate, după compactare, producându-se la partea inferioară a stratului de etanșare, zone cu densitate mai mică și prost întrepătrunse;

d) racordarea proastă a unei porțiuni compactate cu alta, sau de la o zonă nouă cu alta deja realizată, incluzând porțiuni de pământ natural permeabil între cele două zone.

e) controlul insuficient sau neadecvat al masei volumice uscate și a conținutului de apă în timpul procesului de compactare;

f) protecție neadecvată sau insuficientă contra uscării a stratelor realizate;

g) grad de saturare insuficient al materialului de pus în operă;

h) eroziunea internă a argilei în exploatarea depozitului;

i) eroziunea argilei de-a lungul structurii și de-a lungul tuburilor de drenaj, traversând stratul de etanșare (în practica actuală se recomandă imbinarea tuburilor cu un amestec de pământ îmbogățit cu bentonită, chiar pentru un strat de argilă naturală compactată):

j) forfecarea stratului prin tasări localizate diferit dacă capacitatea portantă a solului suport este mică;

k) alunecarea stratului pe o pantă;

l) probleme diverse: găuri prost acoperite provenite de la picheți sau de la prelevări de probe pentru control.

**Sintetizand, se remarcă faptul că există doua grupe mari de probleme:**

A. legate de natura și proprietățile geotehnice ale argilei, pe baza cărora se alege materialul pentru a asigura o permeabilitate cât mai redusă, care să-i permită rolul de etanșare ca și un comportament mecanic corespunzător în lucrare (rezistența la eroziune, capacitate portantă);

B. legate de punerea corectă în operă a argilei și implicit de controlul de calitate pe parcursul realizării lucrării.

#### **7.4.2. Varianta de amenajare cu argilă**

Pentru a studia posibilitatea folosirii argilei locale la etanșarea bazei depozitului de deșeurii au fost necesare informații complete asupra proprietăților fizice, chimice și mecanice ale acestui material, atât în stare naturală cât și în condițiile unor solicitări similare celor din lucrare.

Față de cerințele impuse de normele internaționale și ținând cont de rezultatele încercărilor cu caracter preponderent geotehnic realizate în laboratorul de geotehnică și fundații al UTCB, se fac următoarele precizări;

□ din punct de vedere al naturii și alcătuirii, materialul argilos se încadrează în limitele acceptabile pentru realizarea unui strat de etanșare;

□ din punct de vedere al comportamentului față de lichide (apa, lixiviat) acest material prezintă tendințe de umflare, sensibilitate medie la eroziune și permeabilități puternic influențate de starea materialului care ies în anumite condiții din domeniul admisibil pentru stratele de etanșare ( $k < 10^{-9}$  m/s);

□ din punct de vedere al capacității de reținere a unor poluanți de lixiviat, se remarcă numai posibilitatea de reducere a cantității de substanțe organice;

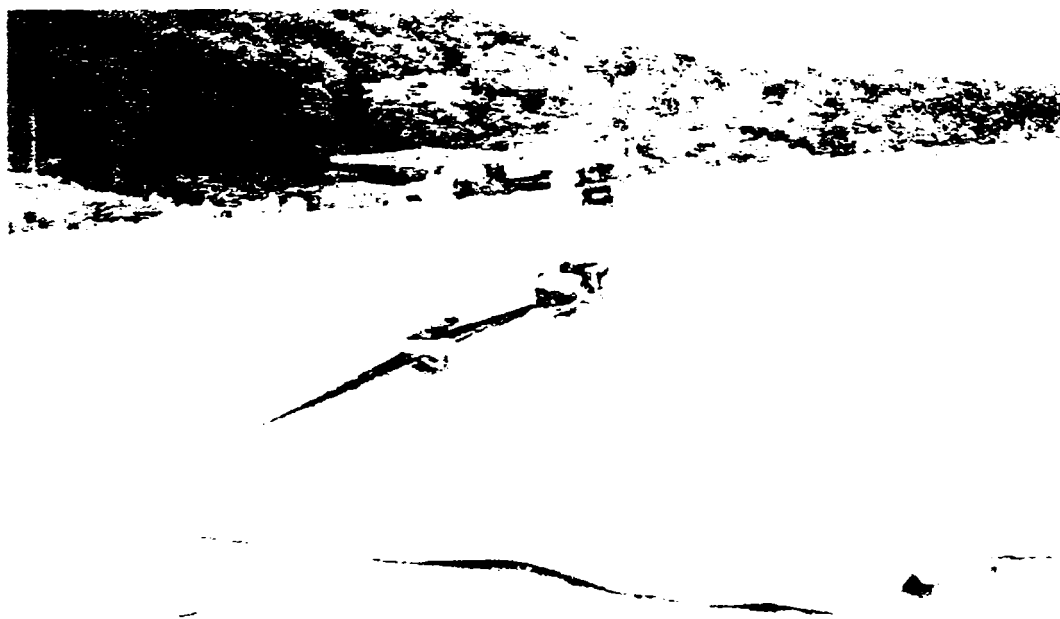
□ din punct de vedere al comportamentului sub sarcină, materialul prezintă tendința unor deformații ce pot conduce la tasări;

□ din punct de vedere a structurii și stării în care se află materialul argilos în stare naturală, acesta este greu și costisitor de pus în operă, necesitând un proces tehnologic cu multe operațiuni (sfărâmare până la obținerea unor bulgări de ordinul centimetrilor, realizarea unor straturi subțiri de compactare, o bună omogenizare, realizarea unei umidități uniforme - optime de compactare de cca. 19 % etc.).

În aceste condiții este improbabil a se putea asigura atingerea unui grad de compactare căruia să-i corespundă coeficienții de permeabilitate stabiliți în laborator ( $k = 10^{-10} \dots 10^{-11}$  m/s)

### **7.4.3. Varianta de amenajare cu materiale geosintetice**

S-au propus soluții diferite de captușeală pentru baza Compartimentului 1 realizat pe teren natural, cu fundație de argilă, respectiv pentru restul depozitului, care se extinde pe verticală peste depozitul vechi, conform 7.10.



**Depozit de deșeuri Sighișoara – Etanșarea taluzului cu geomembrană GSE (1,5mm)**

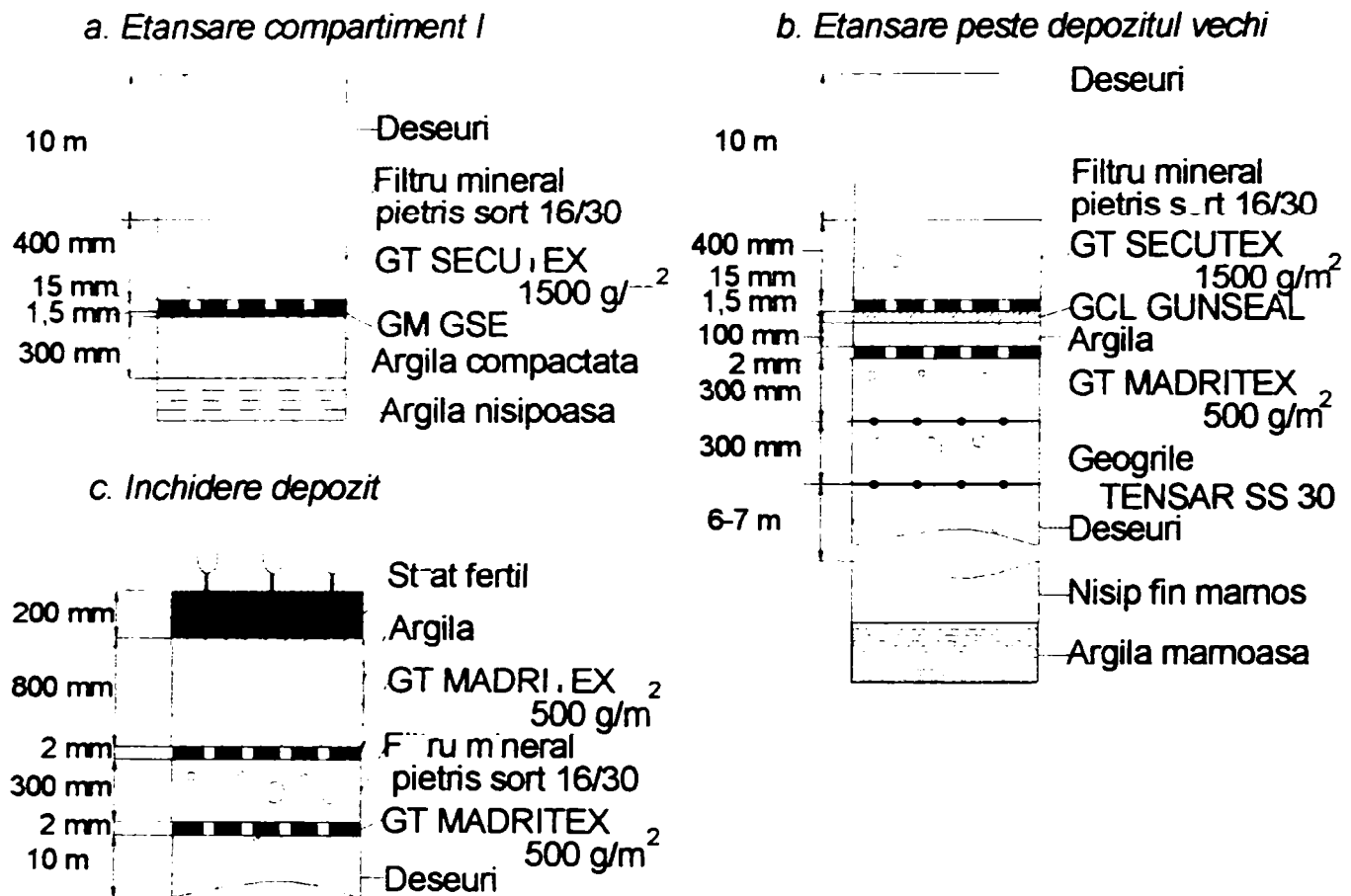


Fig. 7.10. Soluții pentru straturile de etanșare și închidere. Depozit de deșeuri menajere Sighișoara

## **Capitolul 8**

### **CONTRIBUȚII PERSONALE, CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI**

Din conținutul tezei de doctorat prin problematicile tratate se desprind următoarele:

1. Prin cercetările efectuate în cadrul laboratorului de Îmbunătățiri Funciare de la Universitate „Politehnică” din Timișoara s-au elaborat studii de monitorizare teoretice și experimentale similare celor din Franța și care au fost recunoscute la noi în țară prin publicarea în reviste de specialitate (Revista Hidrotehnica). Prin studiul de monitorizare a depozitelor de deșeuri s-a determinat pentru prima dată în România o relație directă între defecțiunea „a” ( $m^2$ ) din geomembrană și conductivitatea hidraulică  $K_h(m/s)$  a argilei de Oradea în sistemul de etanșare putându-se stabili cu exactitate mărimea defectului în corpul depozitului. Corelarea datelor oferite de aparatura electronică de monitorizare (Lumbricus - Taupe) cu rezultatele analitice ale relației de tip Giroud poate pune la dispoziția personalului de specialitate din activitatea de întreținere și urmărire a comportării în timp, informații calitative cât și cantitative (localizare, intensitatea fluxului infiltrațiilor spre corpul depozitului, amploarea defectului), fiind oferite astfel informațiile necesare în vederea luării unor măsuri urgente pentru remedierea defecțiunilor și prevenirea producerii unor accidente tehnice.

2. Prin urmărirea execuției lucrărilor la depozitul de deșeuri de la A.S.A. Arad executat de către specialiști din Cehia și Austria s-a propus și realizat eliminarea geotextilului de separare la radierul depozitului, între stratul drenant realizat din agregate sort 16/32 și levigat. Acest geotextil a fost utilizat la execuția depozitelor în Europa până în anul 2000. Începând din anul 2003 a fost eliminat din practica

europăană și pentru prima dată în România, la execuția depozitului de la A.S.A. Arad.

Motivația eliminării acestui geotextil constă în faptul că ploaia căzută în timpul umplerii depozitului spală deșeurile și particulele solide de levigat colmatând în acest fel geotextilul care lucrează ca filtru reducându-se debitul evacuat.

Scoaterea geotextilului din lucrare permite o bună antrenare a particulelor solide, permeabilitatea de antrenare a acestora fiind asigurată de agregatul sort 16/32.

3. O dată cu execuția depozitului de la A.S.A. Arad care lucrează ca un bioreactor în condiții anaerobe a fost eliminată stația de epurare pentru levigat urmând ca acesta să fie recirculat în corpul depozitului, luându-se măsuri doar de colectare a apelor din precipitații în cazul unor ploi torențiale.

Măsura a fost aplicată și pentru depozitul în execuția de la Oradea.

4. În teza de doctorat sunt prezentate contribuții care ordonează concepția, calculele și realizarea depozitelor de deșeurii din România cu numeroase exemple aplicate de Arad și Oradea; comparații între depozitele de deșeurii vechi aerobe tradiționale și cele noi, moderne care lucrează ca și bioreactor.

5. Lucrarea pune în evidență importanța unui management eficient modern pentru toate etapele de gestionare a deșeurilor, punerea accentului pe colectarea selectivă a deșeurilor, metodă aproape inexistentă în România. Pentru gospodărirea eficientă și în condiții corespunzătoare a deșeurilor, se propun măsuri privind dezvoltarea unor companii de informare a populației privind gestionarea deșeurilor, măsuri de prevenire care reprezintă principalul pas ce trebuie făcut într-un sistem integrat de gestionare a deșeurilor, educarea cetățenilor în vederea participării acestora în mod responsabil pentru asigurarea colectării selective a deșeurilor.

**Bibliografie**

1. **Andrei S., Manea S., (1980)** - "Prediction on the expansive clay behavior. 4thInt.Conf. on Soils – Characterization and treatment of expansive soils", Engineering design, Denver, Colorado.
2. **Andrei S., Manea S., (1985)** - "Moisture and volume changes in unsaturated soils", 1st Int. Conf. on Unsaturated Soils, vol.2, pg.945-951.
3. **Andrei S., Manea S., (1987)** - "Forecast of moisture and volume changes in unsaturated soils", Proc. Of 9th ECSMFE, Dublin.
4. **Antonescu N., Polizu R., Candea - Muntean V. și Popescu M. (1988)** - Valorificarea energetică a deșeurilor – Editura Tehnică București.
5. **Arunlanandan K., Perry E.B.** - Erupcion in relation to filter design criteria in earth dams. Journal of the Geotechnical Engineering Division, SUA, vol.109, mai 1983, pg.682-698.
6. **Atkinson M.S., Eldred P.J.L.** - Consolidation of soils using vertical drains. Geotechnique, England, vol. XXXI, nr.1, mart.1981, pg. 33-43.
7. **Auriat E.** - Geotextiles against wind erosion. Proc.Sec.Int.Conf. on Geotextiles, Las Vegas, 1982, vol.I, pg.241-246.
8. **Auriault J.I., Borne L., Corday D.** - Earth fills consolidation using fabrics: computation by means of homogenization method. Proc.Sec.Int.Conf. on Geotextiles, Las Vegas, SUA, 1982, vol.I, pg.31-36.
9. **Auriault J.I., Corday D., Giroud J.P.** - Etude Théorique du rôle des drains textiles dans la consolidation des remblais. C.R. Coll.Int.Sols Textiles, Paris 1977, vol.2, pg.273-278.
10. **Baird J.** - EU and UK Waste Management Regulations, Conferința națională „Managementul deșeurilor menajere”, Tg. Mureș, 2-4.11.1998.

11. **Bally R.J., Kellner L., Dragomir G., Matei S.** - Capacitatea Geotextilelor de a reține particulele solului. Hidrotehnica, 11, 1981.
12. **Bally R.J., Kellner L., Matei S., Reiss Al.** - Influența componetelor structurii la interacțiunea dintre sol și materialele artificiale. Analele ICH, vol. XXI, 1981, București.
13. **Barariu A., Dumitrașcu C., Tănăsescu St.** - Folosirea geotextilelor la lucrările de drenare, consolidare și protecție a taluzurilor canalelor navigabile. Hidrotehnica 6, 1991, pg.35-41.
14. **Barret R.K.** - Geotextiles in earth reinforcement. Geotechnical fabrics report, SUA – mart.-april.1985, pg.15-19.
15. **Baskin A.J. și Gregory B.J. (1996)** - Designing geosynthetics for land fill sites. Geosynthetics: Applications, design and Construction, 12, pg. 531-537.
16. **Batali L.** - Proiectarea și evaluarea etanșărilor la depozite de deșeuri menajere. Conferința națională „Managementul deșeurilor menajere” Tg. Mureș, 2-4.11.1998.
17. **Batali L., Popa H.** - Controlul calității etanșărilor depozitul de deșeuri, Conferința națională „Managementul deșeurilor menajere” Tg. Mureș, 2-4.11.1998.
18. **Begassat Ph. (1996)** - “French regulations and geomembranes: French disposal concept for hazardous waste and municipal waste”, Geosynthetics: Applications, Design and construction, pg. 559-563.
19. **Bell J.R., Steward J.E.** - Construction and observation of fabric retained soil walls. CR Coll.Int.Sols Textiles, Paris, Franța, 1977, vol.I., pg.123-128.
20. **Bellotti R., Puccio M.** - Experimental research for the use of some new materials on fill dams.Proc.XIV ICOLD Conference, Rio de Janeiro, Brazil, 1982.



- 21. Bertachi P., Cazzuffi D.** - Geotextile filters for embankment dams. Walter Power Dam Constr., England, vol.37, nr.12, dec., 1985 pg.11-18.
- 22. Bjornsen G.** - Bauschuttdeponien – Haumulldeponien – Mondodeponien. Sondermulldeponien – Abfallverwertungsanlagen, Germania Koblenz
- 23. Blidaru V., Wehry A., Pricop Gh.** - Amenajări de irigații și drenaje, Editura Interprint, București, 1997.
- 24. Blivet J.C., Delmas Ph., Puig J., Schaeffner M.** - Caractéristique des géotextiles, In: Bulletin de l'Association des L.C.P.C., Paris, Franța, nr.142, 1986.
- 25. Blumel W. și Brummermann, K. (1996)** - "Interface friction between geosynthetics and soils and between different geosynthetics", Geosynthetics: Applications, Design and Construction, 4, pg.209-217.
- 26. Bois G.** - Recherché et développement d'un matériaux textile dans un application originale. L.R.P.C. de Rouen, Franța.
- 27. Boștenaru M.** - Aplicarea geotextilelor în construcții. Revista de Industrie Ușoară, 9, 1984.
- 28. Boștenaru M., Ionescu A.** - Physical characteristics of geotextiles, "Vynzitie geotextilu v stavebnictvo" Bratislava, Czechoslovakia, 1984, vol.II, pg.91-99.
- 29. Boștenaru N., Dumitrache V., Strungă V., Dragomir G., Savin A.** - Comportarea în timp a geotextilelor realizate în țara noastră. Simpozionul "Geotextilele, materiale cu multiple utilizări în construcții" – Rm.Vâlcea, 1983.
- 30. Botzan D., Kellner L., Moisa C.** - Constructive elements for river bank defence structures using woven geotextiles. Proc.Sec.Int.Conf. on Geotextiles, Las Vegas, SUA, 1982.
- 31. Bourdillon M.** - Utilisation des textiles non-tissés pour le drainage. Thèse de Doct. Ing. –

- L'Université Claude Bernard, Lyon, Fran'a, 1975.
- 32. Brandl H.** - Separation function and bearing capacity of non-woven fabrics in special geotechnical practice. Proc.Sec.Int.Conf. On Geotextiles, Las Vegas, SUA, 1982, vol.II, pg.441-446.
- 33. Bularda G., Bularda D. și Catrinescu T. (1992)** - Reziduuri menajere, stradale și industriale Editura, Tehnică București.
- 34. Burghardt W.** - Zur Theorie und Methodik der Untersuchung der Dränfilterwirkung C.R. Coll.Int.Sols Textiles, Paris, 1977, vol.2, pg.183-189.
- 35. Campbell B.** - Landfill Design Principles, in Scottish Envirotec, Febr. 1994
- 36. Cancelli A. și Nobile A. (1996)** - „Environmental policy for landfills and role of geosynthetic, in italy”, Geosynthetic: Applications, Design and Construction, pg.575-579.
- 37. Cartwright K. și Hensel B.R., (1995)** - „Hydrogeology”, Geotechnical practice for waste disposal, 1, pg.66-95.
- 38. Chang M.H. (1998)** - „Evaluation of interface shear resistance of geosynthetic liner system”, Geosynthetic Asia'97, pg.263-270.
- 39. Chapuis R.P.** - „Tapis d'etancheite en sol-bentonite et en argile locale compactee: lecons tirees de projets recents au Quebec”, ecole Polytechnique de Montreal, Canada.
- 40. Chiselev P.G.** - Îndreptar pt calcule hidraulice, Editura Energetica de Stat, 1953.
- 41. Cismaru C., Gabor V.** - Studiu privind minimizarea costului depozitelor ecologice de deșeuri solide în ipoteza executării modulare, Bul.I.P.I., tom XLVII(LI), fasc. 1-4 (II) Hidrotehnica, Șeș, științifică „Hidrotehnica XXI”, Iași, 2001, pg.59-63.
- 42. Cismaru C., Gabor V.** - Gestiunea deșeurilor solide – Iași, 2004

- 43. Cockburn I.** - Urban Waste treatment directive, in Scottish Envirotec, Aug. 1993.
- 44. Daniel D.E. (1995)** - "Landfills and Impoundments", Geotechnical practice for wastw disposal, 2, pg.97-113.
- 45. Daniel D.E. (1995)** - "Clay liners", Geotechnical practice for waste disposal, 2, pg.137-164.
- 46. David I.** - Grundwasserhydraulik – Stromungs – und Tramnsportvorgange. Braunschweig; Wiesbaden: Vieweg Verlag, 1988.
- 47. David I.** - A mathematical Model based on the modified Boundary Element Method for artificial Groundwater Recharge: Arad – Romania. Academia Română, Studii și cercetări de mecanică aplicată. Tom 32, nr.3, 1987.
- 48. David I.** - Boundary Integral Representation to modelling groundwater supply-systems in limited and unlimited flow domain. International Conference on Boundary and Finite Element, ELFIN 3, vol.4, pg.141-121, Constanța, 1995.
- 49. David I.** - Hidraulică, vol.II, Universitatea Tehnică Timișoara, 1990.
- 50. David I., Gerdes H.** - BEM to calculate ground water supply-systems consisting of wells, collector wells and infiltration tunnels. Computational Methods in Water Ressources, pg. 35-42, Kluver Academic Publisher, 1994.
- 51. Davies J.,** - A strategy for sustainable landfill, in Scottish Envirotec, Ianuarie, 1996.
- 52. Davis M., Cornewell D.** - Environmental engineering, McGraw Hill International Editions.
- 53. De A. și Zimmia T.F. (1998)** - "Landfillm stability: static and dynamic geosynthetic interface friction values", Geosystemics Asia'97, pg.270-279.

- 54. Defregger F.** - Abfallentsorgung in Bayern, in Suddeutsches Kunststoff – Zentrum Germania, Munchen.
- 55. Diaconu D. și Vasilescu D. (1998)** - "Încercare la acțiunea seismică a unei saltele de geocelule". Raport la contractul de cercetare nr.3365/1998, INCERC Filiala Iași.
- 56. Drescher I.,** - Anforderungen an Dichtungssysteme für Deponie, in Suddeutsches Kunststoff, Zentrum Germania, Hannover.
- 57. Dullmann H.,** - Langzeitverhalten von Dichtungssystemen – dargestellt am Beispiel ausgeführter Projekte – und die Folgerungen für die Planung, in Suddeutsches Kunststoff – Zentrum Germania, Aachen.
- 58. Dumitru M., Nastea Șt., Răuță C., Ionescu Șișești Vl., Cârstea Șt.** - Utilizarea reziduurilor zootehnice în agricultură ICPA, ASAS, 1982.
- 59. DVWK 221/1992** - Anwendung von Geotextilien.
- 60. DVWK 225/1992** - Anwendung von Kunststoff dichtungsbahnen im Wasserbau und für den Grundwasserschutz
- 61. DVWK 307/1994** - Application of Geomembranes in Hydraulic Engineering and Groundwater Protection.
- 62. Feodorov V.** - Etape de execuție la celula I a depozitului de deșeurile menajere Sighișoara, Conferința națională „Managementul deșeurilor menajere”, Tg. Mureș, 2-4.11.1998.
- 63. Foik G., Gunther K.** - Bewessungsgrunlagen für PE-HD Behnen auf Boschungen, in Suddeutsches Kunststoff – Zentrum Germania, Hamburg.
- 64. Găzdaru A.** - Notă privind deșeurile menajere urbane. Rev. Salubritatea, nr.1/2002, p.11-15.

- 65. Găzdaru A. și Sofronie D. (1999)** - "Impactul depozitelor de deșeurii urbane asupra apelor", Colviul Național ACVADEPOL – Echipamente, finanțare, legislație, pg.86-91.
- 66. Găzdaru A., Sofronie D.** - Considerații privind abordarea problemei deșeurilor menajere în România, Conferința națională „Managementul deșeurilor menajere”, Tg. Mureș, 2-4.11.1998.
- 67. Goto T. (1995)** - "Depozitarea în Japonia (Standard Japonez; Criteriul de proiectare a amplasamentului final de depozitare)", Programul de perfecționare MLPAT – Gestiunea deșeurilor solide pg. 1-9.
- 68. Gourves R., Reiffsteck P., și Vignon J.F. (1996)** - "Study of confinement effect in geocells", Geosynthetics: Applications, Design and Construction, 11, pg. 455-459.
- 69. Greenwood J.R. (1996)** - "Vegetation for stability and greenfacing". Geosynthetics: Applications, Design and Construction, pg. 393-398.
- 70. Griffiths J. (1960)** - "The Practice of Sludge Digestion", Waste Treatment pg.367.
- 71. Gruia A.** - "Argila – material active în realizarea deponiilor" Simpozionul "Ecotim" – 2000 Timișoara
- 72. Hawkins K.** - An Integrated approach to landfill architecture, in ScottishEnvirotec, Febr., 1996.
- 73. Heerten G.** - Geotextilen, in Suddeutsches Kunststoff – Zentrum Germania, Espelkamp – Fiestel.
- 74. HG 128/2002** - Hotărâre privind incinerarea deșeurilor.
- 75. HG 162/2002** - Hotărâre privind depozitarea deșeurilor.
- 76. Hoch A.** - Statistische Bemssung von bauteilen aus PE-DH, in Suddeutsches Kunststoff – Zentrum Germania, Nurnberg.
- 77. Hoch A.** - Statistische Bemssung von Rohren; Schachtenund Bauwerken aus PE-DH, in

Suddeutsches Kunststoff – Zentrum  
Germania, Numberg.

78. Infoterra. Buletin de informare: - Gospodărirea deșeurilor, 1999.
79. Infoterra. Buletin de informare: - Gospodărirea deșeurilor, 2000
80. Johannssen K., - Efectele directivei U.E. în privința depozitelor de deșeurii asupra normativelor tehnice germane, Conferința națională „Managementul deșeurilor menajere”, Tg. Mureș, 2-4.11.1998.
81. Kachanov L.M. (1971) - “Foundations of the Theory of plasticity”. North-Holland Publishing Company, Amsterdam.
82. Kellner L., Găzdaru A., Fodorov V. - Geosinteticele în construcții, Inedit, București, 1994.
83. Koerner R.M. (1994) - “Designing with geosynthetics”, Prentice Hall Englewood Cliffs, New Jersey.
84. Koerner R.M. (1995) - “Collection and removal system”, Geotechnical practice for waste disposal, 2, pg. 187-214.
85. Koerner R.M. (1995) - “Geomembranes liners”, Geotechnical practice for waste disposal 2, pg.164-187.
86. Koerner R.M. (1996) - “The state-of-the practice regarding in-situ monitoring of geosynthetics”. Geosynthetics: Application, Design and Construction, pg.71-87.
87. Kollbach I., Dahm W., - Rautenbach Verfahren zur Totalentsorgung von Deponiesickerabwasser, in Suddeutsches Kunststoff – Zentrum Germania.
88. Krahl I. - Einsatz von Rohren aus PE-HD, in suddeutsches Kunststoff – Zentrum Germania, Espelkamp, Kim.
89. Leonhard K., - Eindampfung von Sickerwasser, in Suddeutsches Kunststoff – Zentrum

Germania.

- 90. Man E.T., Wehry A., David I., Popescu F.** - Drainage studies for ground arrangement solutions of soils with humidity exces from Westwern Part of Romania. Eight International Drainage Symposium, march, 21-24, 2004, Sacramento, California.
- 91. Manea S. și Jianu L. (1998)** - "Geotehnica mediului înconjurător. Protecția terenurilor de fundare și depunerea lor. Studii de depozitare a deșeurilor", Universitatea Tehnică de Construcții, București.
- 92. Manea S., Antonescu I. și Feodorov V. (1998)** - "Saltele geocelulare", Universitatea Tehnică de Construcții, București.
- 93. Manea S., Antonescu I., Comeaga L. și Jianu L. (1998)** - "Îndrumător pentru proiectul de geotehnică și fundații", Universitatea Tehnică de Construcții, București.
- 94. Manea S., Sofronie D.** - Alegerea sistemului de etanșare pentru depozitul Sighișoara, Conferința națională „Managementul deșeurilor menajere”, Tg. Mureș, 2-4.11.1998.
- 95. Nedelcu L., Sofronie D.** - Argumente tehnico-economice și ecologice pentru folosirea geosinteticelor în realizarea depozitelor de deșeuri. Conferința națională „Managementul deșeurilor menajere”, Tg. Mureș, 2-4.11.1998.
- 96. Pietraru J.,** - Halde pentru depozitarea șlamurilor, cenușilor, zgurilor, sterile și deșeurilor menajere, Editura Tehnică, București, 1992.
- 97. Pirret R.I.** - Legislative constraints related to hazardous waste disposal, in Scottish Envirotec, August, 1995.
- 98. Prochazka K., Stoica R.** - Proiect depozit de deșeuri, ASA Arad, Servicii Ecologic.
- 99. Roși G.** - Considerații privind deșeurile menajere

urbane și procedee de procesare, Conferința națională „Managementul deșeurilor menajere”, Tg. Mureș, 2-4.11.1998.

- 100.Roth J.** - Kirtische Betrachtung der Konzentratruckfurung auf den Deponiekorper beim Einsatz des Membran verfahrens und zweickmassige Lagerung von hochkonzentrierten Ruckstanden bei Totalentsorgung, Germania.
- 101.Schmidt W.** - Oberflächenabdichtungen von Seidlungs abfalldeponien. Einflussvon Sackungen und Setzungen auf die Konstructon des Dichtungssystem, in Suddeutsches Kunststoff- Zentrum Germania, Dusseldorf.
- 102.Sehrbrook U.** - Untersuchungen zur Dimensionierung geotextiler Suddeutsches Kunststoff-Zentrum Germania, Braunschweig.
- 103.Sofrone D.** - Concepții și soluții de depozitare a deșeurilor menajere, Teză de doctorat, 1999, Universitatea tehnică de Construcții București.
- 104.Sofrone D. (1997)** - „Concepții tehnologice de execuție, urmărire și întreținere a depozitelor de deșeuri“, referat nr.3 – Teza de doctorat, Universitatea Tehnică de Construcții, București.
- 105.Sofrone D. (1997)** - „Soluții constructive pt depozitarea deșeurilor menajere“, Referat nr.2 – Teza de doctorat, Universitatea Tehnică de Contruccții, București.
- 106.Sofrone D. (1998)** - „Utilizarea geisinteticelor la realizarea depozitelor orășenești“, Geosint'98 – Simpozionul național de geosintetice, pg.91-94.
- 107.Sofrone D. și Manea S. (1998)** - „Alegerea sistemului de etnșare pt depozitul de deșeuri menajere al orașului Sighișoara“, Conferința națională – Managementul deșeurilor menajere –



Tg.Mureș, pg.62-67.

- 108.Sofrone D. și Nedelcu L. (1998)** - „Argumente tehnice, economice și ecologice pentru folosirea geosinteticelelor într-un sistem de depozitare controlată a deșeurilor menajere”, Conferința națională – Managementul deșeurilor menajere – Tg. Mureș, pg.53-61.
- 109.Sofrone D., Bălan I și Iosif F. (1998)** - „Tehnologia de execuție a geocelulelor. Studiu de caz. Dig de închidere depozit deșeurii menajere oraș Sighișoara”, Conferința națională – Managementul deșeurilor menajere – Tg.Mureș, pg.68-70.
- 110.Sofrone D., Bălan I., Iosif FI.** - Tehnologia de execuție a geocelulelor, Conferința națională „Managementul deșeurilor menajere”, Tg. Mureș, 2-4.11.1998.
- 111.Sofronie R. și Sofrone D. (1998)** - „Soluție de fundare cu geocelule. Studiu de caz – Depozitul de deșeurii Sighișoara”, Geosint'98 – Simpozionul național de geosintetice, pg.109-112.
- 112.Sofronie R., Feodorov V. (1995)** - „Stability of reinforced slopes”, Proceedings of the 10th Danube-European Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Mamaia. Vol. 2, pg.423-428.
- 113.Sofronie R., Sofrone D.** - Modelarea seismică a digurilor pe saltele geocelulare, Conferința națională „Managementul deșeurilor menajere”, Tg. Mureș, 2-4.11.1998.
- 114.Tchobanoglous G., Tehisen H., Virgil S.** - Integrated solid waste management McGraw Hill, International editions.
- 115.We hry A.** - Proiectarea depozitelor de deșeurii, Revista Hidrotehnica nr.12, 1995.
- 116.We hry A.** - Prelungirea activității la depozitul de deșeurii Pața, buletinul Științific al Universității Politehnica Timișoara, tom 43 (57), vol.2, 1998.

- 117.We hry A.** - Curs Desecări, Litografia Institutului Politehnic „Traian Vuia”, Timișoara, vol.I, 1975.
- 118.We hry A.** - Curs Irigații, Litografia Institutului Politehnic „Traian Vuia”, Timișoara, vol.I, 1976.
- 119.We hry A.** - Studiu privind bilanțul apei în depozitul ecologic de deșeuri ASA – Arad utilizând tehnologia recirculării levigatului, ISPIF. Sucursala banat – 2003.
- 120.We hry A., Marton A.** - Orientări europene asupra colectării selective a deșeurilor, reciclarea și depozitarea lor, Conferința națională „Managementul deșeurilor menajere”, Tg. Mureș, 2-4.11.1998.
- 121.We hry A., Orlescu M.** - Reciclarea și depozitarea ecologică a deșeurilor, editura Orizonturi Universitare, Timișoara, 2000.
- 122.We hry A., Orlescu M., Breb T.** - Stăvilare automatizate hidraulic. Editura Orizonturi Universitare, Timișoara, 2001.
- 123.We hry A., Orlescu M., Mancia M.** - **Determinări experimentale asupra corelației dintre umiditatea argilei de etanșare și dimensiunile orificiilor accidental produse în geomembranele acoperișurilor de depozite la deșeuri**, Simpozionul ECOTIM - 2000 Timișoara, 21-22 martie 2000.
- 124.We hry A., Sabău N., Bodog Marinela** - Managementul deșeurilor lichide, Analele Universității din Oradea, Tom V, 1999.
- 125.SR 13330:1996** - Salubritatea localităților – Vocabular
- 126.SR 13343:1996** - Salubritatea localităților – Deșeuri urbane – Prescripții generale de proiectare pentru depozitarea controlată.
- 127.SR 13350:1996** - Salubritatea localităților – deșeuri urbane și rurale – clasificare.
- 128.SR 13351:1996** - Salubritatea localităților – deșeuri urbane și rurale – Prescripții generale de colectare selectivă.

- 129.SR 13386:1996** - Salubritatea localităților – Deșeurile urbane – Forme și dimensiuni pentru recipiente de precollectare.
- 130.SR 13387:1996** - Salubritatea localităților – Deșeurile urbane – Prescripții de proiectare a punctelor de precollectare.
- 131.SR 13388:1996** - Salubritatea localităților – Deșeurile urbane – Prescripții de amplasare a depozitelor controlate.
- 132.SR 13399:1996** - Salubritatea localităților – Deșeurile urbane – Prescripții pentru dimensionarea depozitelor controlate.
- 133.** *** - Decretul nr.465/1979, revizuit în august 1995. Măsuri pentru colectarea, reciclarea și reintroducerea în circuitul productiv al deșeurilor de orice fel, Monitorul Oficial al României nr.33/31.08.1995.
- 134.** *** - Directiva 75/442/ECC din iulie 1975 (1996), privind deșeurile, Buletin Infoterra, Legislația Comunității Europene, pg.1-8.
- 135.** *** - Directiva 91/156/EEC din martie 1991 (1996), privind deșeurile, Buletin Infoterra, Legislația Comunității Europene, pg.9-10.
- 136.** *** - Directiva 95/350/EEC din mai 1996 (1996), privind deșeurile, Buletin Infoterra, Legislația Comunității Europene, pg.11-12.
- 137.** *** - Eurocode 8 ENV 1998 1-2: Earthquake resistant design of structures. Part 1-2 General rules and rules for buildings.
- 138.** *** - Geotechnics of Landfill Design and Remedial Works. Technical Recommendation – GLR (1993).
- 139.** *** - Hotărâre de Guvern nr. 155 / 1999, Introducerea evidenței gestiunii deșeurilor

și a catalogului European al Deșeurilor, Monitorul Oficial al României nr.118/23.04.1999.

140.           ***           - Legea nr.137/1995, Privind protecția mediului înconjurător, Monitorul Oficial al României nr.304/30.12.1995.
141.           ***           - Legea Apelor nr.107/1996, Monitorul Oficial al României nr. 244/08.10.1996.
142.           ***           - NTPA 001, Normativ privind condițiile de evacuare în ape de suprafață, Monitorul Oficial, al româniei nr.327/25.09.1997.
143.           ***           - NTPA 002, Normativ privind condițiile de evacuare în rețele de canalizare a localităților, Monitorul Oficial al României, nr.303 bis/06.09.1997.
144.           ***           - Ordinul MAPPN nr.184-1997, Proceduri de realizare a BM, Monitorul Oficial al României nr.303 bis/06.09.1997.
145.           ***           - Ordinul MAPPN nr.201/1997, Norme metodologice de avizare sanitară și autorizare sanitară, Monitorul Oficial, al României nr.348/09.12.1997.
146.           ***           - Ordinul MAPPN nr. 462/1997, Norme de limitare a emisiilor de poluanți pentru instalații de ardere.
147.           ***           - Ordinul MAPPN nr.756/1997, Reglementări privind evaluarea poluării mediului, Monitorul Oficial al României nr.303 bis/60.09.1997.
148.           ***           - Ordonanța MAPPN nr.125/1996, procedura de reglementare a activităților economice și sociale cu impact asupra mediului înconjurător, Monitorul Oficial al României nr.37/11.04.1996.
149.           ***           - Raport privind Starea Factorilor de Mediu în România, 2000.

