

3.1. Introducere

Termenul de management al deșeurilor solide (SWM) cuprinde toate procesele de la apariția deșeurilor solide până la eliminarea acestora. Managementul integrat al deșeurilor solide (ISWM) este un concept mai cuprinzător decât SWM datorită faptului că acesta conține o mulțime de componente, de exemplu, sănătate publică, economie, estetică etc. Reabilitarea rampelor deschise poate fi analizată în sfera ISWM. Ca rezultat, ISWM poate fi explicat în esență sub toate tehnicile și aplicațiile pentru a minimiza efectele dăunătoare mediului ale deșeurilor solide și pentru a le transforma într-un produs util.

Metoda rampelor de depozitare a fost utilizată de municipalități pentru îndepărtarea deșeurilor solide municipale (DSM) datorată ușurinței, lipsei de efort, din motive economice, deficiențe tehnice și iresponsabilitate față de mediu. Metoda rampelor de depozitare este o metodă inadecvată de îndepărtare a deșeurilor solide din cauza deficiențelor de proiectare și funcționare.

Deșeurile organice și biodegradabile provenite din RSU sunt principalele probleme ce conduc la efectele negative ale rampelor deschise. Aceste tipuri de deșeuri solide, după ce au fost depozitate într-un depozit deschis, încep să se descompună mai întâi aerob și apoi anaerob. Conținutul ridicat de materie carbonică aflată în deșeurile biodegradabile crește concentrația cererii chimice de oxigen (COD) în levigatul și volumul gazelor în zona de depozitare. Sursele de levigat sunt în principal conținutul de apă al deșeurilor solide organice și precipitațiilor. După cum s-a menționat mai sus, concentrația de COD a levigatului este ridicată din cauza conținutului organic ridicat de RSU. În plus, levigatul este, în general, caracterizat prin metale grele cu acizi grași volatili (VFA), azot de amoniu și pH scăzut. Prin urmare, este descrisă ca apă uzată de mare rezistență în ceea ce privește caracterizarea și tratabilitatea. Dacă levigatul ajunge la apa subterană, aceasta va provoca efecte ireversibile. După cum se știe, depozitele deschise nu au un sistem de conducte de colectare a levigatului. Cealaltă problemă principală a rampei de depozitare deschise este gazul de depozit, în special metanul. Gazul metan provoacă explozii și incendii pe șantier și în jurul rampelor de

depozitare. Mai mult, metanul este un gaz mai periculos decât dioxidul de carbon în ceea ce privește efectul de seră și schimbările climatice. Gazul metan este eliberat în atmosferă, din cauza absenței unui sistem de colectare a gazelor de depozit în depozitele deschise. Cealaltă problemă o consideră mirosul care apare de la depozitele deschise. În special, suburbiile sunt influențate de tipul de efecte negative ale rampelor deschise. Ramele de depozitare trebuie reabilitate din cauza efectelor nocive și nesănătoase ale acestora.

În timp ce țările dezvoltate folosesc sisteme moderne de eliminare a deșeurilor solide, cum ar fi incinerarea, compostarea și depozitarea deșeurilor, depozitele necontrolate sunt încă folosite în țările nedezvoltate și în curs de dezvoltare. Reabilitarea gropilor deschise este o problemă importantă care trebuie să fie pe ordinea de zi. Deși rampa nu mai este folosită, aceasta trebuie reabilitată din cauza avariilor sale permanente. Au fost folosite diferite metode pentru reabilitarea rampelor deschise. Reabilitarea in situ, reabilitarea după separare mecanică și reabilitarea prin transferul deșeurilor solide la depozitul de deșeuri sunt cele mai frecvent utilizate metode de reabilitare. În plus, costul de reabilitare este, de asemenea, un parametru important. Parametrii eficienței legați de selecția metodei sunt locația, dimensiunea zonei, cantitatea de deșeuri solide eliminate în depozitele deschise și apropierea de apele subterane și de suprafață. Factorii topografici și geologici sunt, de asemenea, importanți pentru a decide dacă se efectuează sau nu reabilitarea. Caracterizarea deșeurilor poate fi investigată prin prelevarea de probe din diferite puncte ale unei gropi deschise. Ca urmare a studiului de caracterizare, reabilitarea poate fi aplicată după separarea mecanică. De exemplu, dacă cantitatea de deșeuri reciclabile este mare și cantitatea de material sub sită este scăzută, separarea mecanică va fi o procedură extrem de utilă. Dar trebuie luați în considerare factorii economici și analiza costurilor. Aplicațiile de inginerie constau în aceste tipuri de evaluări și aplicații.

Aplicațiile de inginerie pot fi examinate sub două rubrici ca evaluarea stării actuale și planificarea reabilitării. Evaluarea stării actuale include evaluarea situației zonei înainte de eliminare, planificarea finală a zonei, studiul geologic și hidrogeologic și tipurile și cantitatea de deșeuri depozitate. După această etapă urmează problemele de planificare și implementare a reabilitării. Aceste etape constau în stabilitatea taluzului și construcția terasamentelor, sistemul de drenaj al apelor de suprafață, sistemul de drenaj cu gaze, acoperirea finală, construcția de aerisire, înființarea drumului și a coșurilor de fum, amenajarea peisajului, monitorizarea puțului și, respectiv, planificarea controlului. Deși aceste etape diferă în cadrul diferitelor metode de reabilitare, ele reprezintă procesul principal.

Scopul acestui capitol este de a introduce cititorul în metodele de reabilitare și aplicațiile de inginerie ale rampelor deschise. În această direcție, reabilitarea în situ, reabilitarea după separare mecanică și reabilitarea prin transferul deșeurilor solide la depozitul de gunoi ca metode de reabilitare vor fi discutate în titlurile următoare. În plus, vor fi explicate aplicațiile de inginerie.

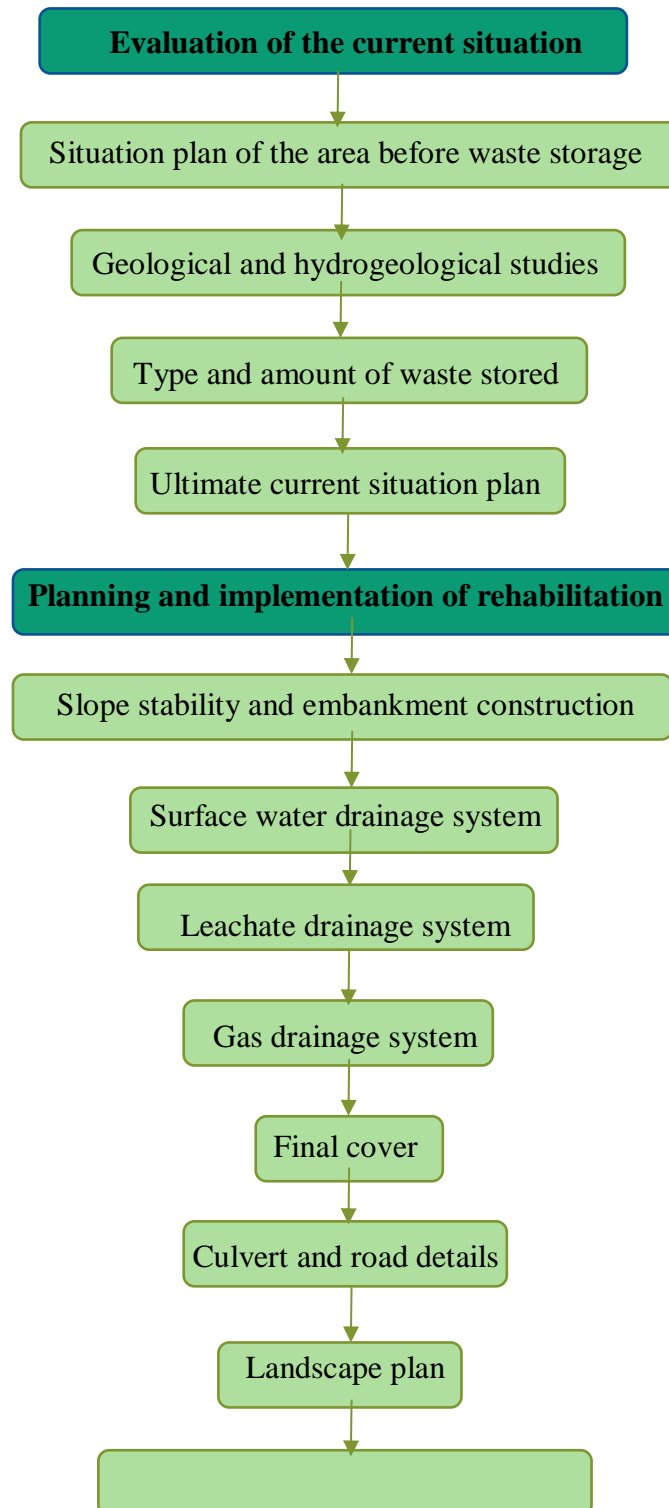
3.1. Metode de reabilitare

Nu există reguli precise stabilite prin reglementări în țările europene pentru reabilitarea gropilor de gunoi deschise. Directiva Uniunii Europene privind depozitarea deșeurilor (Nr: 1999/31/CE) definește procedura care trebuie efectuată pentru a preveni complet sau a minimiza efectele activităților de depozitare a deșeurilor asupra mediului. Zonele de depozitare a deșeurilor închise înainte de intrarea în vigoare a prezentului regulament nu trebuie să respecte „criteriile de închidere a rampelor de depozitare specificate în regulament. Cu toate acestea, statele membre trebuie să facă aranjamente în conformitate cu Directiva Uniunii Europene privind depozitele de gunoi pentru depozitele pe care le operează în prezent (inclusiv gropile de gunoi deschise). Reabilitarea rampelor de depozitare deschise este una dintre problemele prioritare printre problemele de mediu și este de obicei lăsată la inițiativa autorităților locale. Procesul de reabilitare a rampelor de depozitare deschise este un sistem multifactorial care include evaluarea stării, planificarea și pașii de implementare. În procesul de reabilitare, sistemele de control al apelor de suprafață și levigatului și de drenare a gazelor pot fi enumerate drept procese care ar trebui aplicate în timpul reabilitării. Diferite metode de reabilitare pot include diferiți pași, precum și procesele menționate. Alte proceduri de reabilitare pot include diferiți pași și procese în plus față de cele enumerate anterior. Abordările de reabilitare vor fi revizuite în trei domenii cheie în această secțiune.

3.1.1. Reabilitare in situ

Reabilitarea in situ, după cum sugerează și numele, poate fi definită ca reabilitarea rampelor de depozitare deschise din zona în care sunt amplasate, fără a le muta în alt loc. Această metodă de reabilitare prevede reabilitarea gropilor de gunoi care au fost abandonate sau sunt încă în folosință. Prioritățile acestei metode de reabilitare sunt prevenirea problemelor precum mirosul, formarea de insecte și răspândirea microorganismelor cauzatoare de boli și de a face din zona de depozitare închisă un habitat sigur pentru natură și viețuitoare. Scopurile pentru care poate fi utilizată zona închisă după procesul de reabilitare vor fi menționate în Capitolul 7. În metoda de reabilitare in situ, procedurile prezentate în Figura 3.1 sunt efectuate secvențial. Situația actuală este evaluată în primul rând pentru zona de gunoi care urmează să fie reabilitată. În urma acestei evaluări se

stabilește starea finală a zonei, structura geologică și hidrogeologică a acesteia, tipul și cantitatea de deșeuri depozitate și modul în care se va aplica procesul de închidere. După planificare, lucrările de stabilizare și umplere a versanților, sistemul de drenaj al apelor de suprafață, sistemul de drenaj al levigatului, sistemul de drenaj cu gaze, un strat de acoperire final, detaliile canalului și drumul, planul peisajului, și, respectiv, fântâni de observare și, respectiv, procesele de plan de control. Aceste etape vor fi explicate în detaliu în secțiunea aplicații de inginerie.



Observation wells and control plan

Figure 3.1. Organigrama de reabilitare in situ.

În timpul determinării stabilității taluzului și a limitelor zonei, deșeurile plasate la suprafață sunt oarecum deplasate. Odată cu așezarea și compactarea straturilor de acoperire, deșeurile din depozitul deschis se compactează puțin mai mult. În procesul de reabilitare in situ, nu se aplică nicio altă îmbunătățire a deșeurilor. Deșeurile organice din zona de depozitare continuă să se biodegradeze ani de zile după finalizarea procesului de reabilitare. În timpul acestui proces de descompunere, se eliberează apă și gaze de depozitare (LFG). Din acest motiv, prezența sistemelor de scurgere a levigatului și gazelor în rampele de depozitare deschise este importantă pentru a nu polua apele subterane și pentru a evita riscul de incendiu și explozie.

Deoarece depozitele deschise din întreaga lume au fost exploatate necontrolat de mulți ani, cantitatea de deșeuri din zonă și dimensiunea zonei depozitate nu pot fi estimate. Din acest motiv, reabilitarea majorității rampelor de depozitare deschise se realizează cu o metodă de reabilitare in situ.

3.1.2. Reabilitare prin transportul deșeurilor

În unele cazuri, reabilitarea in situ a rampelor de depozitare nu este posibilă. În astfel de cazuri, reabilitarea gropilor de gunoi deschise se realizează prin transportul deșeurilor din locurile existente la depozitele sanitare. Mai ales dacă cantitatea de deșeuri este mică în depozitele deschise, metoda de transport a deșeurilor poate fi aplicată cu ușurință. În afară de aceasta, motive precum rampa deschisă fiind o zonă sensibilă din punct de vedere al mediului (de exemplu, o zonă specială de protecție a mediului), nivelul ridicat al apei subterane și prezența unui depozit sanitar în apropiere sunt eficiente în alegerea metodei de reabilitare prin transportul de deșeuri. În această metodă, primul pas este și evaluarea situației actuale. Ulterior, deșeurile sunt transferate la groapa de gunoi. În timpul transferului se pot separa și deșeurile reciclabile din zonă. După golirea completă a deșeurilor, în funcție de starea zonei, se aplică un strat de umplere sau acoperire peste zona existentă. Zona reabilitată poate fi folosită în diverse scopuri. Diagrama de flux pentru această metodă este prezentată în Figura 3.2.

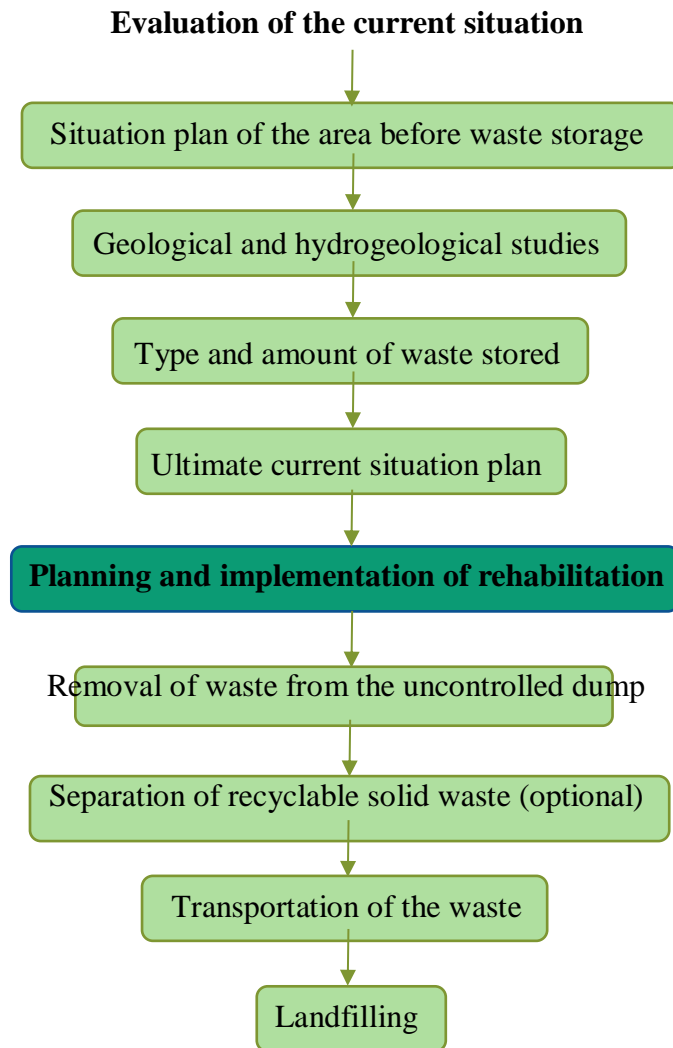


Figure 3.2. Diagramă de reabilitare prin metoda transportului deșeurilor

După cum s-a menționat mai sus, aplicarea acestei metode în cazurile în care depozitul deschis este mic, cantitatea de deșeuri este scăzută sau zona care urmează să fie transferată este în apropierea depozitului deschis poate fi o metodă rentabilă. În cazul în care zona în care este înființată halda deschisă este aproape de orice sursă de apă de suprafață sau subterană, sistemul de scurgere a leviatului sau a apelor de suprafață trebuie planificat foarte bine. În acest caz, transportul deșeurilor ar fi o soluție mai convenabilă pentru a evita cheltuirea mai multor bani. Poate fi adecvată utilizarea unei metode de transport pentru depozitele deschise care sunt încă în uz, deoarece degradarea deșeurilor organice într-o zonă de depozitare tânără este în mare parte incompletă. După reabilitarea și închiderea acestui tip de haldă deschisă, deșeurile organice din zonă continuă să se biodegradeze. Ca urmare a descompunerii, are loc o scădere a volumului deșeurilor și se produc prăbușiri în zona depozitată. Așezarea în zonă poate afecta stratul de acoperire final și poate deteriora sistemele de drenaj a apelor de suprafață și a gazelor. Din aceste

motive, dacă este viabilă din punct de vedere economic, o opțiune potrivită poate fi reabilitarea prin transportul deșeurilor de la rampa deschisă la rampa de depozitare sanitar în funcțiune.

3.1.3. Reabilitare după separare mecanică

Reabilitarea rampei deschise folosind metoda separării mecanice poate fi definită ca reabilitarea efectuată prin separarea deșeurilor reciclabile, cum ar fi metal, plastic, sticlă și deșeuri organice combustibile din halda deschisă de sol și particule fine. Întrucât aici există o recuperare de materiale, este posibil să întâlnim în literatură termenul „exploatare la depozitele de deșeuri” în locul termenului „reabilitare după separarea mecanică a deșeurilor reciclabile”. În această metodă, ca și în metoda sus-menționată, după ce se evaluează situația actuală, deșeurile sunt excavate și împărțite în anumite clase (Figura 3.3). Elementele extrase în urma excavației pot fi clasificate în principal ca strat de sol, deșeuri recuperabile, deșeuri metalice și particule fine. Evaluarea deșeurilor reciclabile se face în general în două moduri. În prima metodă, deșeurile de metal, plastic și sticlă care nu prezintă prea multă degradare și poluare sunt supuse procesului de reciclare. În cealaltă metodă, toate piesele combustibile sunt utilizate în producția de energie după ce deșeurile metalice sunt separate.

```
graph TD; A[Evaluation of the current situation] --> B[ ];
```

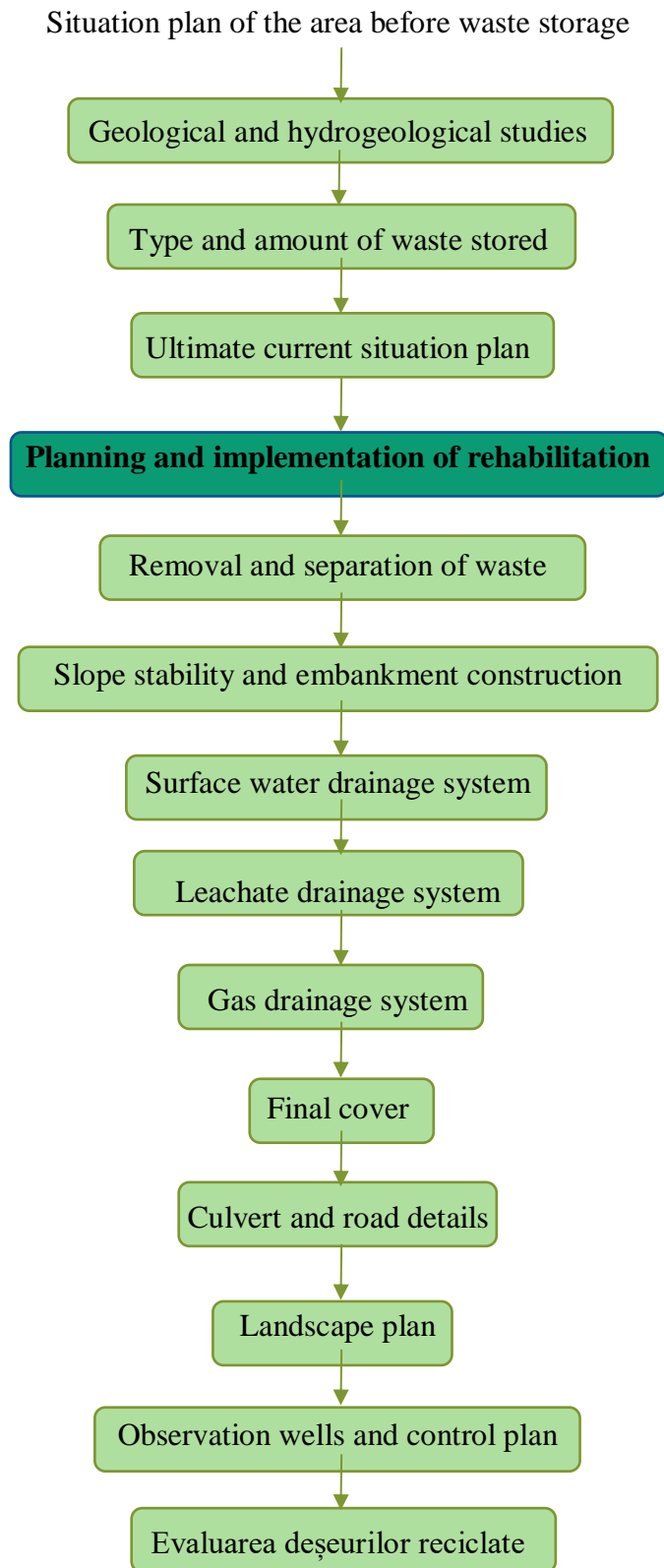


Figura 3.3. Diagramă de reabilitare după separarea mecanică a deșeurilor reciclabile

Întrucât costul aplicării acestei metode este mare, fezabilitatea realizării unui profit din domeniu ar trebui stabilită prin realizarea de studii pilot. Un astfel de studiu de fezabilitate a fost realizat în studiul de reabilitare a rampei în aer liber din Florida (Jain et al., 2013). În acest articol, în primul

rând, a fost realizat un studiu la scară pilot pe 1 hectar de aproximativ 18,2 hectare de teren, iar apoi au fost efectuate studii de reabilitare la scară largă pe 6,8 hectare. Într-un alt studiu, au fost studiate două scenarii diferite pentru utilizarea deșeurilor reciclabile drept combustibil prin metoda extragerii deșeurilor într-o hală deschisă din Sri Lanka. Cu toate acestea, s-a ajuns la concluzia că exploatarea deșeurilor nu este potrivită pentru acea zonă, deoarece costurile de transport sunt mai mari decât câștigul generat de energie electrică (Maheshi et al., 2015).

3.3. Aplicații ingineresti

3.3.1. Evaluarea situației curente

Înainte de începerea lucrărilor de reabilitare, trebuie precizată situația actuală a gropii de gunoi deschise, care urmează să fie reabilitată. Este important ca planificarea de reabilitare să aibă informații despre planul de situație al zonei înainte de umplere, studii geologico-hidrogeologice, tipul și cantitatea deșeurilor depozitate și planul de situație final. Aceste informații pot fi utile în multe probleme, de la selectarea metodei de reabilitare până la determinarea tehnicilor care vor fi utilizate în aplicațiile de reabilitare.

3.3.1. Starea zonei înainte de umplere

Înainte de începerea lucrărilor de reabilitare a unei gropi deschise, sunt necesare informații despre starea terenului înainte de a fi umplut. În plus, înainte ca terenul să fie utilizat drept groapă, este vital să obțineți informații despre scopul pentru care este utilizat, precum și despre criteriile utilizate pentru selectarea acestei locații.

Există anumite criterii de selectare a locației gropii de gunoi în eliminarea deșeurilor prin metoda depozitului de deșuri. Primul dintre aceste criterii este ca suprafața care urmează să fie folosită drept groapă de gunoi să fie suficient de mare pentru a depozita deșeurile timp de 25-30 de ani. Un alt criteriu important este distanța dintre zonă și zonele rezidențiale în care sunt colectate deșeurile solide. Zona selectată nu trebuie să fie atât de aproape de zonele rezidențiale încât să afecteze negativ sănătatea mediului și nici atât de îndepărtată încât vehiculele de colectare a deșeurilor solide să crească excesiv costurile de combustibil și de amortizare. În afară de aceasta, trebuie să se acorde atenție și condițiilor speciale ale zonei selectate, cum ar fi distanța acesteia față de terenurile agricole, zonele forestiere și zonele de protecție specială, apropierea de resursele de apă subterane și de suprafață, topografie, geologice și hidrogeologice, condițiile, riscul de inundații, alunecări de teren și avalanșe, precum și direcția predominantă a vântului și

precipitațiile. Cu toate acestea, după cum s-a menționat mai sus, aceste criterii sunt valabile în selectarea depozitului de deșuri. Însă, în metoda rampelor de depozitare, care înseamnă depozitarea fără discernământ a deșeurilor, majoritatea acestor criterii nu sunt aplicate la etapa de selecție a amplasamentului. În general, ca loc de depozitare se alege o zonă de groapă unde deșeurile pot fi evacuate cu ușurință. Nu se impune o situație specială în selectarea gropii de gunoi deschise, iar aruncarea aleatorie se face pe terenuri nu departe de așezare pentru a facilita transferul deșeurilor. Aproximarea zonei de zonele rezidențiale aduce cu sine probleme de mediu și de sănătate umană. Rampele deschise pot fi aproape de zonele agricole (Figura 3.4.a), de păduri (Figura 3.4.b) și de albiile râurilor. Din nefericire, chiar și liniile de falie pot fi folosite ca un depozit deschis (Figura 3.4.c).



a. groapa deschisă în apropierea unei zone agricole (podgorie lângă câmp)



b. rampa de depozitare langa padure



c. groapa deschisă în cadrul liniei de falie

Figure 3.4. Unele efecte negative ale rampelor de depozitare

Cunoașterea stării rampei deschise înainte de a fi umplut este un factor care va contribui la fiecare pas aplicat în timpul reabilitării rampei deschise. Din acest motiv, lucrările de reabilitare ar trebui începute prin determinarea stării zonei înainte de a fi umplută.

3.3.1.2. Studii geologice si hidrogeologice

Informațiile despre componentele solului și resursele de apă de sub și în jurul rampei deschise, care sunt relevate în urma studiilor geologice și hidrogeologice, sunt importante pentru calcularea riscului de poluare al depozitului de deșeuri pentru apele subterane sau sol.

Datorită studiilor geologice efectuate în rampa de depozitare deschisă au fost determinate tipurile de sol și tipurile de roci din zonă. Tipul de straturi de sol sub amplasament indică cât de adânc poate ajunge levigatul și se poate amesteca cu apa subterană. Prin urmare, tipul de subsol afectează atât transportul apei, cât și al poluanților. Deoarece permeabilitatea solului nisipos este mare, riscul de amestecare a levigatului cu apa subterană va fi mai mare. Cu toate acestea, solul argilos are o permeabilitate mai scăzută și o capacitate mai mare de captare a poluării. Tipul de subsol afectează și cantitatea de decontare. De exemplu, așezarea nu este ridicată în soluri nisipoase, în timp ce așezarea este mai mult în soluri argiloase și turboase. Dacă stratul de subsol al rampei de depozitare este compus din sol argilos sau turbă, ar trebui să se țină cont de faptul că poate apărea o oarecare prăbușire atunci când se aplică stratul de acoperire final (Mcbean și colab., 1995). Din aceste motive, este important să se determine structura solului înainte de a începe lucrările de reabilitare. În studiile geologice, pe lângă structura solului, informații despre formațiuni tectonice generale, pliuri, lovituri și cufundări, axe de pliere, îndoiri, anticlinale și sinclinale și axele acestora, structuri închise și direcțiile lor deschise sau închise, falii și tipurile lor, lovirea și scufundarea planurilor de falie, alunecările de falie sunt de asemenea accesibile (DSI 2019). După studiile geologice, aceste date ar trebui să fie afișate pe hartă, explicate și raportate. În lumina acestor informații, se pot face previziuni cu privire la problemele comprimării gazelor de la depozitul de deșeuri, a scurgerilor de gaze și a schimbărilor în direcția levigatului din cauza rupturilor care pot apărea ca urmare a unui cutremur.

Atunci când se examinează structura hidrogeologică a unei regiuni, clima regiunii și determinarea resurselor de apă din vecinătatea acesteia sunt aspecte importante care trebuie luate în considerare. Datele despre precipitații, temperatură și evaporare pentru regiune pot fi accesate de la stațiile meteorologice situate în apropierea depozitului deschis. Prin evaluarea acestor date, ar trebui calculate cantitățile lunare și anuale de precipitații. Cu aceste date, se poate calcula și cantitatea de apă de precipitații care se poate amesteca cu apa subterană de la suprafața depozitului de deșeuri. După cum se vede în Figura 3.5, rampele de depozitare deschise pot fi aproape de sursele de apă. Un alt profit al studiilor hidrogeologice este identificarea râurilor, lacurilor și mlaștinilor, barajelor

și iazurilor, precum și a resurselor de apă subterane din vecinătate. Rapoartele studiului hidrogeologic pot include dimensiunea, direcțiile de curgere, debitele și scopurile de utilizare ale acestor surse de apă. Ca rezultat al evaluării acestor date prin amestecarea acestora cu informațiile climatice, sunt relevate modificări lunare și anuale ale resurselor de apă.



Figure 3.5. Exemplu de rampa de depozitare lângă o sursă de apă

Determinarea nivelului apei subterane este un proces important pentru definirea nivelurilor de contaminare care pot apărea în apele subterane provenite din rampa deschisă. În cazurile în care nivelul apei subterane este aproape de fundul zonei de depozitare, este inevitabil ca poluanții transportați de levigatul în zona de depozitare să se amestece cu apa subterană și să o polueze. Permeabilitatea stratului de sol din partea de jos a zonei de depozitare este, de asemenea, eficientă în determinarea nivelului acestei contaminări. Concentrațiile parametrilor de poluare măsurați prin prelevarea de probe din apele subterane trebuie adăugate inclusiv la raportul de studiu hidrogeologic.

3.3.1.3. Tipul și cantitatea de deșuri depozitate

Una dintre informațiile necesare în etapa de determinare a stării rampelor de depozitare deschise sunt datele privind deșeurile depozitate în zonă. Aceste date includ cât timp este folosit depozitul, volumul, densitatea și masa deșeurilor din zona de depozitare și tipurile de deșuri. Cunoașterea cantității de deșuri reciclabile și organice din deșeurile depozitate este unul dintre parametrii

importanți care pot fi utilizați în determinarea metodei de reabilitare. De exemplu, dacă cantitatea de deșeuri reciclabile din zonă este mare, reabilitarea gropii de gunoi deschise se poate face prin metoda separării mecanice înainte de reabilitare. Dacă rampa de depozitare este exploatată de o corporație municipală, orice informații despre deșeuri pot fi obținute de la unitatea relevantă din corporația municipală. Într-o zonă de depozitare a deșeurilor în care corporația municipală nu ține evidențe, sau au depozite ilegale, cantitatea și tipurile de deșeuri depozitate sunt determinate în două moduri. Prima metodă se bazează pe estimare. În această metodă, sunt determinate zonele rezidențiale care aduc deșeuri la depozitul deschis. Se realizează un studiu de caracterizare a deșeurilor prin determinarea gospodăriilor din aceste așezări și se calculează cantitatea de deșeuri produsă pe persoană. În studiile de caracterizare, ar trebui luată în considerare și prezența recuperatoriilor de deșeuri. Cantitatea de deșeuri din zona de depozitare este estimată din cantitatea de deșeuri generată per persoană și de cât timp a fost utilizat depozitul deschis. În cealaltă metodă, după calcularea volumului, masei și densității deșeurilor prin prelevarea de probe din anumite puncte ale rampei deschise, se poate efectua un studiu de caracterizare. Motivul prelevării probelor din diferite puncte prin aceea că deșeurile au diferite rapoarte de compresie în diferite regiuni, iar cantitatea de rata de degradare a deșeurilor organice în rampa deschisă este variabilă în funcție de ani. Dacă groapa deschisă care urmează să fie reabilitată este o zonă care nu a fost folosită de mult timp, se poate spune că această zonă poate fi un depozit deschis mai potrivit pentru metoda de separare mecanică, deoarece majoritatea deșeurilor organice au fost descompuse în decursul timpului.

3.3.1.4. Situația finală a planului

Înainte de reabilitarea rampei de depozitare, trebuie pregătit un plan de situație care să cuprindă informațiile ce sunt considerate utile în planificarea și execuția reabilitării. În planul de situație, în primul rând, trebuie incluse informațiile despre locația geografică și măsurarea suprafeței zonei. Aceste informații pot fi susținute de hărți ale zonei, fotografiile care arată starea actuală a zonei și informații despre zonele rezidențiale din vecinătatea acesteia. În afară de aceasta, adâncimea și volumul deșeurilor ar trebui, de asemenea, calculate și adăugate la planul șantierului. Un alt factor important este cât timp a fost folosit depozitul deschis și când se încheie procesul de depozitare a deșeurilor. Datorită acestor informații, se poate determina și cantitatea de gaz de depozit care poate fi eliberată ca urmare a descompunerii deșeurilor organice din zonă, timpul de ieșire a gazelor și cantitatea de levigat. Acestea vor fi informații esențiale în proiectarea sistemului de colectare a gazelor și levigatului în următorul pas. Planurile actuale pot include și probleme de mediu.

Includerea în plan a problemelor care afectează sănătatea mediului, cum ar fi mirosul și problema muștelor în zona de depozitare, permite luarea măsurilor de precauție necesare în timpul reabilitării. În plus, atunci când se consideră necesar, se pot preleva probe din apele de suprafață sau subterane și se poate adăuga la plan prezența coliformilor fecale. Informații despre dezastre precum cutremure, alunecări de teren, explozii și incendii din regiune pot fi, de asemenea, adăugate la planul de situație actuală. În timpul reabilitării, ar trebui să se acorde atenție captărilor de gaz care se pot răspândi din exterior în mediu, creând astfel riscul de explozie și incendiu. Deoarece planurile de situație actuale sunt documentele pentru care sunt accesate primele informații înainte de începerea lucrărilor de reabilitare, orice informație identificată ar trebui inclusă în planul de situație al depozitului deschis. După ce planul de situație este creat, lucrările de reabilitare pot fi începute cu mai multă încredere.

3.3.2. Planificarea și implementarea reabilitării

După observațiile și acumularea informațiilor despre rampa de depozitare, este planificată reabilitarea și se demarează astfel studiile. Lucrările de reabilitare planificate includ mai multe etape. Acești pași sunt necesari deoarece ei asigură siguranța locului de depozitare al gunoiului, iar munca efectuată la fiecare pas îl afectează direct sau indirect pe celălalt.

În acest capitol vor fi menționate lucrările de construcții pentru stabilitatea versanților și terasamente, sistemul de drenaj al apelor de suprafață, sistemul de drenaj al levigatului, sistemul de drenaj cu gaze, un strat de acoperire final, detaliile canalului și drumului, planul peisajului și puțurile de observare și subtilurile planului de control.

3.3.2.1. Stabilitatea taluzului și construcția terasamentelor

Deoarece rampa de depozitare nu este o metodă adecvată de depozitare a deșeurilor solide, forma și dimensiunile mormanului de deșuri nu sunt clare. În unele cazuri, înălțimea dealului de deșuri este foarte mare, iar uneori depozitul deschis este întins pe o suprafață mare. Din acest motiv, în primul rând, este necesar să se determine marginile deșeurilor în haldele deschise. După cum se vede în Figura 3.6, se trasează granițele și se determină regiunea în care deșeurile ar trebui să rămână în aceste limite. Ulterior, deșeurile din afara acestor limite sunt transportate

în zona planificată.



Figure 3.6. Determinarea limitei deșeurilor

După această etapă, zona de depozitare trebuie să fie întărită pentru rezistența la forfecare. O pantă de 3:1 ar trebui să fie dată mormanului pentru a menține deșeurile stabile și pentru a preveni alunecarea stratului final de acoperire care urmează să fie aplicat pe acesta (Blight, 2008). Un exemplu al acestei situații este dat în Figura 3.7. Partea superioară a grămezii, care va fi realizată sub formă de trapez, poate fi ușor înclinată (cel mult 1-3 %) pentru a permite scurgerea apei de ploaie.



Figure 3.7. Transportarea deșeurilor în interiorul graniței și înclinarea zonei.

În unele cazuri, poate fi necesar să terasați grămada în loc să aibă o singură formă trapezoidală. Acest lucru este aplicabil în cazul în care înălțimea deșeurilor depășește 1,5 m sau există o așezare în apropierea amplasamentului care poate fi afectată de alunecare, deoarece este dificil să se alimenteze panta de 3:1 odată. Un exemplu în acest sens a fost implementat după prăbușirea depozitului deschis Meethotamulla din Sri Lanka (Jayaweera și colab., 2019). Pentru a preveni alunecarea suplimentară, zonele rampei care se aflau destul de aproape de locuințe au fost terasate. Aceeași metodă a fost aplicată după problema alunecării în depozitul deschis Payatas din orașul Quezon din Filipine (Jafari et al., 2013). În ambele exemple, intervenția a fost efectuată după ce s-au întâmpinat probleme de prăbușire și alunecare în haldele necontrolate. Reabilitarea rampelor de depozitare deschise este de mare importanță pentru a evita astfel de dezastre.

3.3.2.2. Sistem de drenare a apelor de suprafață

Apa este unul dintre parametrii importanți care ar trebui evaluați în eliminarea deșeurilor prin metoda de depozitare, așa cum este în multe domenii. Din acest motiv, este necesar să se țină sub control echilibrul apei în reabilitarea rampele deschise (Figura 3.8). Aceste intrări și ieșiri determină cantitatea și calitatea levigatului. Conținutul de umiditate al deșeurilor solide din zona de depozitare și cantitatea mică de apă produsă în timpul descompunerii anaerobe a deșeurilor cresc cantitatea de levigat. În afară de acestea, sursele care cresc cantitatea de levigat din exteriorul zonei de depozitare sunt infiltrarea apei pluviale ce cade pe corpul de deșeuri și aporturile de apă care se scurg din pânza freatică în corpul de deșeuri. Partea de precipitații care se evaporă de la suprafață și partea care trece în fluxul de suprafață constituie ieșirile. Evaluând împreună astfel de surse, se poate calcula bilanțul de apă din zonă. Bilanțul masei apei dintr-o groapă de gunoi este prezentat în ecuația 3.1 (Worrell et al. 2011). Ca urmare a colectării acestor date, se creează infrastructura pentru selectarea materialelor care vor fi utilizate în stratul de acoperire final, sistemul de colectare a apelor de suprafață și sistemul de colectare a levigatului.

$$C = P(1 - R) - S - E$$

C: percolare totală în stratul superior de sol, mm/an

P : precipitații, mm/an

R : coeficientul de scurgere

S: depozitare în sol sau deșeuri, mm/an

E: evapotranspirație, mm/an

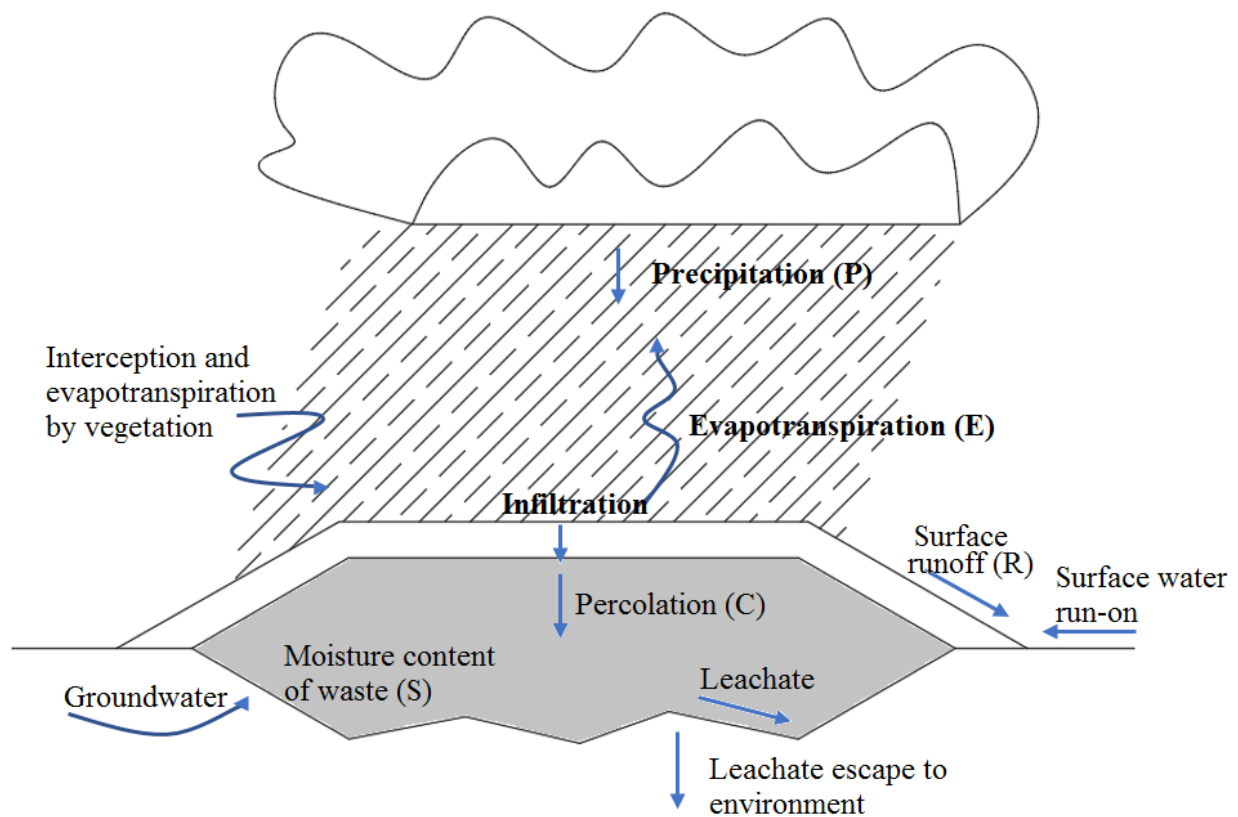


Figure 3.8. Reprezentarea schematică a bilanțului apei în zona de depozitare

Sunt luate unele măsuri pentru a reduce cantitatea de levigat cauzată de apa de ploaie în zonele de depozitare a deșeurilor. Acestea pot fi enumerate ca permitând curgerea suprafeței prin creșterea pantei suprafeței, reducând cantitatea de apă care se scurge din corpul de deșeuri prin crearea unui strat de acoperire final impermeabil, blocând scurgerile de apă de la suprafață prin prevenirea prăbușirilor și fisurilor în corpul de depozitare.

Unul dintre cei mai importanți factori care împiedică amestecarea apei de suprafață din rampa de depozitare cu corpul de deșeuri este stratul de drenaj din stratul de acoperire final. Este necesar să se construiască un strat de drenaj pentru a elimina excesul de apă din stratul superior de sol și pentru a reduce încărcătura de apă pe stratul izolator impermeabil. După ce stratul superior de sol atinge saturația cu precipitații, apele trec în acest strat. Datorită acestui strat de drenaj format din nisip cu conținut scăzut de humus și permeabilitate ridicată, apa care vine de la suprafață părăsește rapid zona fără a pătrunde în corpul de deșeuri. Dacă situația economică este potrivită, se lasă să curgă apa de ploaie din conductele din material HDPE plasate în acest strat către conductele principale situate pe marginile laterale prin atracție. Conductele colectoare asigură eliminarea excesului de apă din zona de depozitare. Apa care intră în stratul de drenaj poate fi colectată prin

înclinarea suprafeței fără țevi. Pe marginile laterale se formează canale pentru colectarea apei pluviale care trece peste fluxul de suprafață (Figura 3.9).



Figure 3.9. Canal de colectare a apelor de suprafață

3.3.2.3. Sistem de drenare a levigatului

Gestionarea levigatului în rampa de depozitare deschisă se realizează cu ajutorul unor studii geologice și hidrogeologice efectuate înainte de planificare. Dacă sunt viabile din punct de vedere economic și tehnic, conductele pot fi utilizate pentru colectarea levigatului în depozitele de gunoi. Factori precum adâncimea deșeurilor, vârsta deșeurilor, topografia zonei și stratul de sol subiacent sunt eficienți în crearea sistemelor de drenaj a levigatului. Pe lângă aceste informații, se determină diferite aplicații pentru drenarea levigatului în funcție de înălțimea apei subterane. Este posibil să se prevină amestecarea levigatului cu apa subterană prin unele metode, cum ar fi un perete tăiat, conducte de colectare sau șanțuri de prevenire formate în funcție de direcția levigatului. Levigatul colectat în corpul de deșeurii este transferat în iazuri de colectare a levigatului construite la fundul câmpului prin conducte. Prin aceste amenajări se previne poluarea apelor de suprafață și subterane din apropierea haldei deschise. Levigatul colectat poate fi tratat prin metode biologice și chimice. Cu toate acestea, nu este necesar să se înființeze o stație de epurare, deoarece formarea levigatului

nu va fi excesivă după reabilitare în haldele necontrolate. Sistemele de drenare a levigatului vor fi explicate în detaliu în Capitolul 4.

3.3.2.4. Sistemul de drenare al gazului

Una dintre problemele din rampele de depozitare deschise sunt gazele care se formează și se acumulează în zona de depozitare. Biogazul, care se formează ca urmare a descompunerii deșeurilor organice în condiții anaerobe în gropi deschise, se numește Gaz de Deșeuri (LFG). Acest gaz conține aproximativ 50-60% metan, 35-40% dioxid de carbon și 3-10% azot. Atunci când aceste gaze se scurg din zonă într-un mod necontrolat, ele provoacă diverse probleme de mediu, în special încălzirea globală. Există riscul de explozie și incendiu, ca urmare a acumulării și comprimării gazelor și amestecării cu aerul în ritmuri diferite în zona de depozitare. Gazele de la depozitul de deșeuri provoacă o explozie atunci când sunt amestecate cu aer într-o rată de 5-15% și incendiu atunci când sunt amestecate la o rată mai mare. După cum s-a menționat în capitolul 1, explozia din depozitul de gunoi deschis Ümraniye-Hekimbaşı (Istanbul, Turcia) din 1993 poate fi dată ca exemplu al acestei situații (Kocasoy & Curi, 2000). Pentru a evita astfel de probleme, sistemele de drenaj a gazelor trebuie instalate în gropi deschise.

Cantitatea de GHG variază în funcție de cantitatea de deșeuri organice din zona de depozitare și de perioada de depozitare. Sistemul de drenare a gazelor, care include sistemele de colectare și transport a gazelor, este conținut în stratul impermeabil. Conductele de colectare sunt plasate în stratul impermeabil pentru a asigura o colectare controlată a gazului. În cazurile în care cantitatea de gaz preconizată să apară în anii actuali și viitori este mare, acest sistem este susținut de coșuri verticale de colectare a gazelor. Gazul colectat, în funcție de situație, este ars cu un sistem automat de lanternă, sau transportat la o instalație pentru a genera energie. Sistemele de evacuare a gazelor vor fi explicate în detaliu în Capitolul 4.

3.3.2.5. Stratul de acoperire superior final

Informații despre sursa levigatului din zonele de depozitare au fost date în secțiunea „Sistem de drenaj a levigatului”. Stratul final de acoperire superior, conceput pentru a preveni scurgerea apei pluviale prin infiltrare, va fi explicat în această secțiune. Proiectarea stratului superior final joacă un rol major în schimbarea echilibrului apei ale rampei de depozitare deschise.

Utilizarea stratului de acoperire superior final permite ca proiectarea sistemelor de drenaj și tratare a levigatului să fie ajustată pentru debite mai mici prin reducerea cantității de levigat și permite ca

sistemul să fie operat în mod sustenabil timp de mulți ani, fără deteriorare. Trebuie luați în considerare câțiva factori la crearea stratului de acoperire superior final. Modelele realizate fără a acorda atenție acestor factori, împiedică folosirea humei pentru mulți ani și provoacă pierderi de bani și timp. În reabilitarea rampelor necontrolate, un strat superior final slab înseamnă și o reabilitare nereușită. Din acest motiv, este necesar să se ia în considerare factorii care afectează rezistența stratului de acoperire superior final. Materialul care va fi utilizat în acoperirea finală, panta, cantitatea de material care trebuie utilizat și grosimile stratului sunt toți factori care influențează stratul de acoperire final. O altă componentă importantă este asigurarea unei stabilități corespunzătoare, astfel încât să nu provoace eroziune. Mai mult, trebuie evaluată cantitatea de precipitații care va cădea asupra zonei în perioadele viitoare și ar trebui stabilit dacă locurile în care va fi direcționată apa care circulă prin curgerea de suprafață sunt adecvate. În timpul proiectării stratului de acoperire, ar trebui făcute controalele necesare, astfel încât să poată fi utilizat mulți ani fără a necesita niciun alt proces. În plus, ar trebui utilizată o analiză a costurilor pentru a determina cel mai potrivit strat de acoperire final.

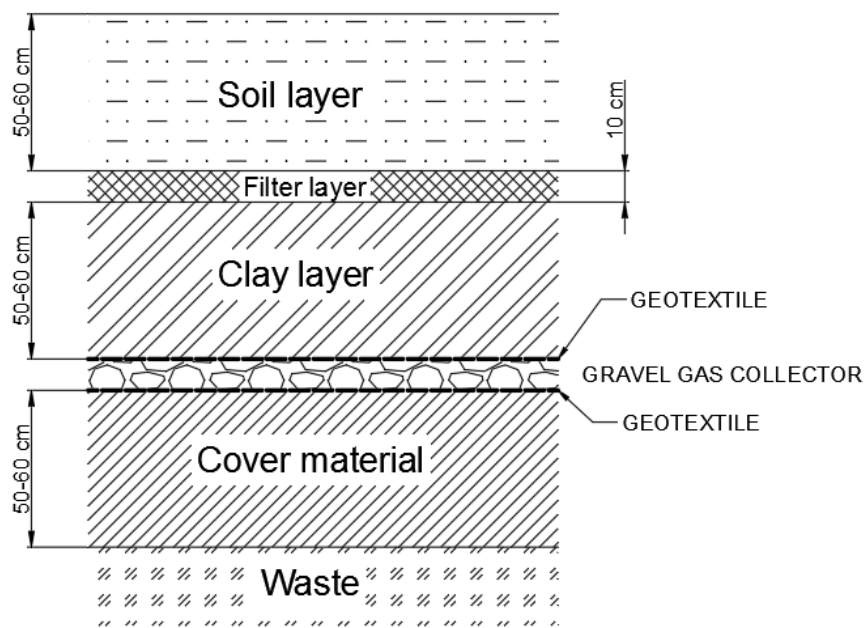
Ar fi mai acceptabil să măriți stratul final de acoperire superior cu straturi care servesc anumitor obiective, mai degrabă decât să îl aplicați ca un singur strat. Stratul de suprafață ideal pentru cultivarea plantelor și stratul de barieră hidraulică sunt două tipuri de aceste straturi. Stratul de barieră hidraulică, pe de altă parte, poate fi format din straturi precum filtrul, drenaj și straturi impermeabile. Tabelul 3.1 enumeră scopurile pentru care sunt utilizate aceste straturi.

Table 3.1. Rolul principal al diferitelor straturi în interiorul unui depozit de deșeuri

Tipul stratului	Componenta stratului	Roluri principale
Strat de suprafață	Stratul de sol	Deoarece este potrivit pentru cultivarea plantelor pe el, crește dezvoltarea rădăcinilor și capacitatea de reținere a apei, reduce infiltrarea și eroziunea eoliană.
	Stratul de filtrare	Împiedică stratul de sol și pesticidele care vin de la suprafață să se amestece cu stratul de drenaj.
Strat barieră hidraulică	Strat de drenaj	Permite apei care vine de la suprafață să părăsească rapid sistemul.
	Strat impermeabil	Prin formarea unui strat impermeabil, se previne scurgerea apei în corpul de deșeuri și găzduiește și sistemul de colectare a gazelor.

În scopurile menționate în Tabelul 3.1, nu există standarde specifice pentru selecția, grosimea și cantitatea de material care urmează să fie utilizat în straturi, iar combinația este lăsată în

totalitate la latitudinea proiectantului. Diferite combinații ale acestor straturi sunt date ca exemple în figurile 3.10. După cum se poate observa din figuri, solul potrivit pentru cultivarea plantelor ar trebui să fie întotdeauna folosit în stratul superior. Plantele plantate în pământ își eliberează rădăcinile, făcând pământul mai puternic și protejându-l de dezastre precum eroziunea. Cu toate acestea, nu trebuie folosite plante cu rădăcini foarte adânci. Figura 3.10.a prezintă un design simplu al capacului final. Aici, straturile de drenaj și filtrare sunt folosite ca un singur strat. Un strat de geotextil și pietriș poate fi folosit ca strat de drenaj sub stratul de argilă. Stratul impermeabil este adesea folosit ca strat adecvat pentru colectarea gazelor. Figura 3.10.b este o versiune puțin mai detaliată a figurii 3.10.a, în care straturile de drenaj și cele filtrante sunt separate, iar stratul de impermeabilitate este întărit. În Figura 3.10.c s-a asigurat impermeabilitatea cu o geomembrană, s-a asigurat filtrarea cu geotextil și s-a creat un mediu adecvat pentru colectarea gazelor cu geogrilă (Republica Turcia Ministerul Mediului, Urbanizării și Schimbărilor Climatice, 2014).



(a)

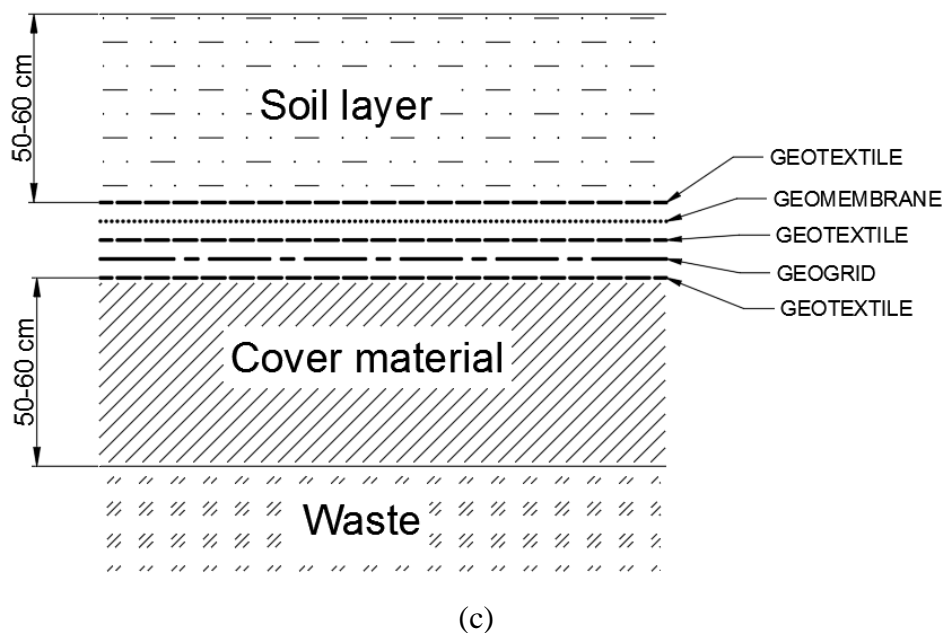
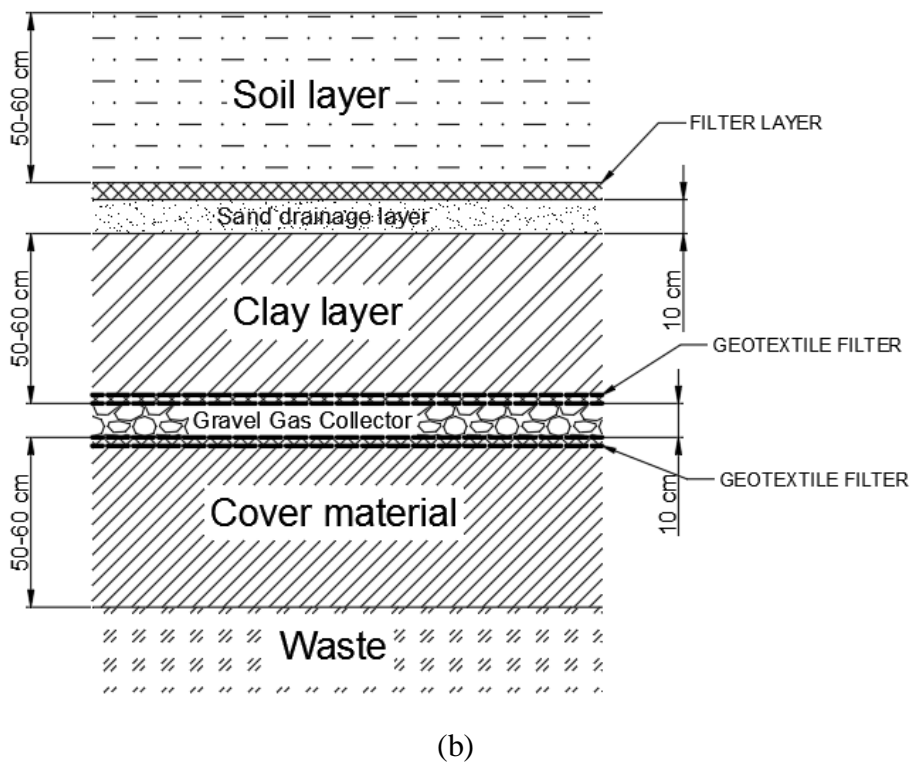


Figure 3.10. Exemple de straturi

3.3.2.6. Detalii canal și drum

Desenele oricăror operațiuni tehnice care urmează să fie efectuate în teren trebuie înregistrate în timpul planificării reabilitării. Pentru a evita confuzia în faza de implementare, este important să se determine tot felul de tranzații în faza de planificare. De asemenea, înainte de începerea lucrărilor ar trebui făcute planurile canalelor care vor fi utilizate pentru îndepărtarea levigatului și

a apelor de suprafață din zonă. Deoarece straturile care vor fi utilizate în stratul de acoperire final vor afecta și cantitatea de apă care trebuie formată, dimensiunile canalelor trebuie ajustate în consecință. Canalul care va fi folosit pentru a îndepărta levigatul din zonă trebuie să fie dimensionat în funcție de cantitatea estimată de levigat și să aibă o dimensiune și o capacitate suficiente. În cazul în care urmează să fie construit un bazin de colectare a levigatului, conductele sunt conectate la hada reabilitată. În cazurile în care în plan nu există bazin, canalele permit racordarea apei la cea mai apropiată rețea de canalizare.

Este important ca drumul care urmează să fie folosit pentru accesul la groapa deschisă să fie amenajat înainte de începerea lucrărilor, astfel încât utilajele de lucru care urmează a fi utilizate în proces să poată veni cu ușurință la șantier și să își desfășoare activitățile din zonă. Suprafața drumului trebuie să fie rezistentă, astfel încât să nu fie ușor deteriorată de mașinile grele care trec peste el. Se poate folosi sol compactat sau asfalt, în funcție de situația economică. Drumul care urmează să fie construit trebuie să fie suficient de mare pentru a permite trecerea reciprocă a cel puțin două vehicule. Deoarece regiunea va fi vizitată în scop de control și utilizată în cazul unei potențiale amenințări după finalizarea lucrărilor, acest drum ar trebui planificat în așa fel încât intervenția să fie cât mai simplă.

3.3.2.7. Plan peisagistic

Depozitele deschise pot fi folosite ca zone verzi, zone de recreere sau zone de construcție după reabilitare. Scopul pentru care va fi utilizată zona ar trebui să fie clar determinat în etapa de planificare a reabilitării. De exemplu, dacă o structură este planificată să fie construită pe șantier, nu ar fi adecvat să se utilizeze structuri cu membrană în stratul de acoperire final. Cele mai profitabile și adecvate metode de evaluare a spațiilor de depozitare reabilite sunt spațiile verzi sau utilizarea recreativă. Zona trebuie plantată pentru ambele utilizări. Selectarea plantelor este un criteriu important în această etapă. În timp ce plantarea acestei zone cu plante de tip iarbă sau de luncă nu reprezintă o problemă, este necesar să fii atent în alegerea pomilor care urmează a fi plantați în această zonă. Nu trebuie preferate plantele cu rădăcini adânci, deoarece rădăcinile lor pot perfora stratul izolator și pot duce la transportul apei de suprafață în corpul de depozitare. Plantele potrivite pentru flora regiunii, ale căror rădăcini pot rămâne în ultimul strat de acoperire adecvat creșterii plantelor, sunt cele mai potrivite plante pentru studiile de ecologizare.

3.3.2.8. Puțuri de observare și plan de control

- Sistemul de colectare a gazelor și instalația de ardere, dacă există, trebuie întreținute.
- Dacă gazele de la depozitul de deșeuri sunt procesate după colectare, aceste sisteme trebuie întreținute.
- De asemenea, trebuie monitorizată permanent calitatea gazului colectat.
- Întreținerea sistemului de drenaj a levigatului trebuie făcută în mod regulat.
- Controalele calității levigatului trebuie efectuate prin prelevarea de probe din bazinul din zonă la intervale regulate.
- Dacă există o stație de tratare a levigatului sau un sistem de transfer, trebuie să se asigure că acestea sunt verificate și întreținute în mod regulat.
- Calitatea apei trebuie verificată prin prelevarea de probe din apele de suprafață din jurul depozitului de deșeuri.
- Trebuie înființate puțuri de observare pentru apele subterane pentru a monitoriza dacă există o contaminare din zonă.
- În sfârșit, ar trebui monitorizate problemele care pot apărea în straturile finale de acoperire de pe suprafața zonei, precum și alunecările și prăbușirile din grămada.

References

- Blight, G. (2008). Slope failures in municipal solid waste dumps and landfills: a review. *Waste Management & Research*, 26, 448–463. <https://doi.org/10.1177/0734242X07087975>
- Jafari, N. H., Stark, T. D., & Merry, S. (2013). The July 10 2000 Payatas Landfill Slope Failure. *International Journal of Geoenvironment Case Histories*, 2(3), 208–228. <https://doi.org/10.4417/IJGCH-02-03-03>
- Jain, P., Townsend, T. G., & Johnson, P. (2013). Case study of landfill reclamation at a Florida landfill site. *Waste Management*, 33(1), 109–116. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.09.011>
- Jayaweera, M., Gunawardana, B., Gunawardana, M., Karunawardena, A., Dias, V., Premasiri, S., Dissanayake, J., Manatunge, J., Wijeratne, N., Karunaratne, D., & Thilakasiri, S. (2019). Management of municipal solid waste uncontrolled dumps immediately after the collapse: An integrated approach from Meethotamulla uncontrolled dump, Sri Lanka. *Waste Management*, 95, 227–240. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.06.019>
- Republic of Turkey Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change, (2014), *The guide of the landfill operation*.

Kocasoy, G., & Curi, K. (2000). the Umraniye-Hekimba \$ I open dump site Accident. April 1994, 305–314.

Maheshi, D., Steven, V. P., & Karel, V. A. (2015). Environmental and economic assessment of “open waste dump” mining in Sri Lanka. *Resources, Conservation and Recycling*, 102, 67–79. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.07.004>

Worrell, W. A., Vesilind, P. A. (2011), *Solid waste engineering*, Publisher: Global engineering