

REUTILIZAREA SITURILOR REABILITATE**7.1. Introducere**

Reabilitarea haldelor deschise este un proces complex care ia în considerare atât aspectele tehnice, cât și biologice. La fel de complex este impactul asupra mediului al haldelor deschise și efectele nocive care pot apărea mult timp după închiderea și reabilitarea lor. Aceste impacturi negative pot fi atenuate și minimizate prin aplicarea unei bune proiectări și implementare a procesului de reabilitare, dar și printr-o îngrijire ulterioară pe termen lung a haldelor deschise.

- Abordările și mijloacele pentru practici eficiente post-închidere necesită stabilirea și punerea în acțiune a unei strategii adecvate de îngrijire ulterioară, care să poată minimiza și mai mult potențialul oricăror impacturi nefavorabile ale haldei deschise reabilite. O astfel de strategie trebuie să aibă în vedere un plan conceptual de reutilizare a siturilor reabilite și îngrijirea ulterioară relevantă destul de devreme, în timpul fazelor de proiectare și operaționale timpurii ale procesului de reabilitare. Planul conceptual trebuie să se ocupe de opțiunile de utilizare ulterioară ale sitului reabilitat și include de obicei:
 - Posibila utilizare ulterioară a haldei deschise reabilite în ceea ce privește atât utilizarea actuală, cât și cea anticipată a terenului în zona din jurul amplasamentului;
 - Toate cerințele tehnice și operaționale care garantează proiectarea și așezarea corectă a capacului pentru a se potrivi după utilizare prevăzută, incl. materiale de aplicat;
 - Contururi de peisaj/suprafață înainte și după așezare;
 - Inițierea/conservarea instalațiilor pentru efectuarea activităților de monitorizare/control de mediu.
- Activitățile de reabilitare a haldelor deschise includ acoperirea și înverzirea în conformitate cu cerințele de reglementare locale, urmate de instalarea și întreținerea ulterioară sau înlocuirea sistemelor existente de colectare a gazelor/levigatului și demolarea/descompunerea oricărei infrastructuri care nu mai este necesară. Aceste activități duc la beneficii de mediu, sănătate publică și management, mai ales acum, când

societățile implementează politici, măsuri și acțiuni de recuperare post-COVID 19.

Principalele beneficii sunt:

- Diminuarea generării de levigat, contaminarea apelor subterane și de suprafață, contaminarea solului;
- Restricționarea poluării aerului din cauza fumului negru de la ardere, slăbirea impactului negativ asupra climei de la fumul negru și metanul;
- Minimizarea mirosurilor invazive, a dăunătorilor și a răspândirii bolilor, inclusiv transmisie vectorială;
- Minimizarea riscului de apariție a problemelor de sănătate și siguranță din cauza accesării deșeurilor la groapa deschisă, și anume minimizarea costurilor cu sănătatea publică;
- Colectarea și tratarea gazelor, în special în perioada cea mai puternică de producție;
- Minimizarea costurilor legate de pierderea presupusă de apă potabilă și alte resurse, costuri în valoarea terenului, costuri de curățare;
- Realizarea recuperării costurilor pe durata de viață post-închidere a haldei deschise reabilitate.

La planificarea ulterioară utilizării haldei deschise reabilitate, trebuie luați în considerare câțiva factori importanți: amplasarea amplasamentului, nevoile societății/comunității la nivel local, împrejurimile haldei deschise în ceea ce privește peisajul și utilizarea terenului, natura, activitățile de reabilitare. Toți acești factori prevăd limitele de proiectare și determină activitățile/structurile de realizat/construit pe amplasamentul reabilitat (Grudziecki și Buachoom, 2016).

În acest context, trebuie consultate și autoritățile responsabile cu planificarea și reglementarea, întrucât ulterior utilizarea amplasamentului reabilitat trebuie să respecte planurile de dezvoltare strategică locală/regională și modalitățile anticipate de utilizare a terenului aflat în subordine/reabilitare. Situl reabilitat nu trebuie izolat; trebuie să se potrivească cu mediul său topografic și ecologic și trebuie considerată o opțiune de proiectare mai degrabă decât o bucată de pământ izolată și ignorată (Jenkins, 2016).

Toate sugestiile pentru utilizarea ulterioară a haldelor deschise umplute trebuie să fie suficient de flexibile pentru a garanta durabilitatea acestei utilizări ulterioare, indiferent de schimbările în

planificarea societății sau atitudinile într-o perspectivă pe termen lung. În plus, trebuie avute în vedere revizuirile periodice și (dacă este necesar) actualizări ale oportunităților de utilizare ulterioară, deoarece aceasta este o abordare bună pentru a asigura coerența între activitățile de reabilitare și utilizare ulterioară anticipată a sitului.

În prezent, se conturează un concept inovator care ia în considerare nu numai proiectarea unui amplasament simplu pentru colectarea deșeurilor, ci mai degrabă planificarea spațiilor și structurilor dezirabile ale comunității asociate cu amplasamentul după utilizare. Ținând cont de potențiala utilizare ulterioară este un indiciu util pentru a efectua operațiuni adecvate pentru a alinia profilul final al site-ului cu post-utilizarea dorită. De exemplu, formele de teren care cuprind versanți nu sunt potrivite pentru realizarea de parcuri și alte zone publice în spațiu deschis (Artuso și Cossu, 2018).

Cele mai populare utilizări ulterioare ale haldelor deschise reabilitate sunt legate de activități recreative (inclusiv facilități sportive, spații publice deschise, habitate naturale), agricole (creșterea culturilor, realizarea de pășuni, pentru recuperarea energiei) și activitățile specializate de construcții (Figura 7.1).

Atunci când se planifică tipul de utilizare ulterioară, trebuie să se ia în considerare faptul că halda deschisă reabilitată este un sit contaminat și amenajările ulterioare de orice fel referitoare la terenul șantierului (plus terenul din împrejurimile șantierului) trebuie evaluate de către autoritățile relevante pentru protecția mediului. În plus, orice evoluție ulterioară utilizării ar trebui să aibă loc după o evaluare profundă a riscurilor site-urilor închise (de exemplu, riscuri de emisii de gaze, impact asupra alimentării cu apă etc.) și după confirmarea faptului că acestea nu mai prezintă riscuri.

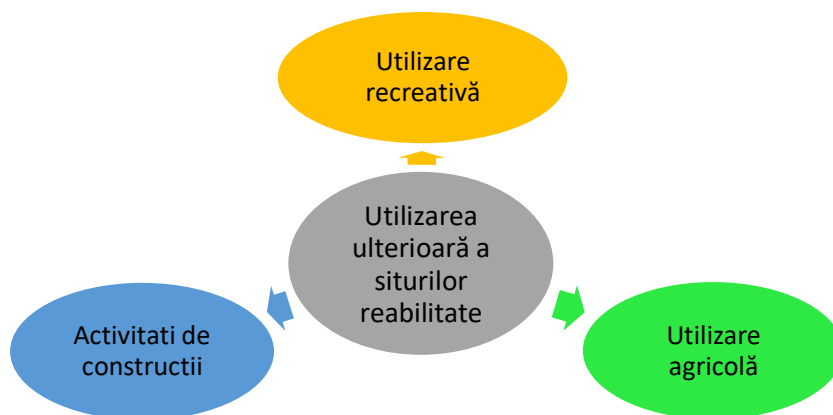


Figura 7.1. Cele mai frecvente utilizări ulterioare ale siturilor reabilitate.

Luând în considerare potențialii utilizatori finali ai unei instalații închise pentru eliminarea deșeurilor solide municipale (DSM), cei implicați în utilizarea ulterioară a unității reabilitate – de la proprietari la funcționari ai administrației publice locale, până la planificatori comunitari trebuie să ia în considerare opțiunile menționate mai sus. Utilizarea finală cea mai adecvată a sitului reabilitat trebuie să fie decisă în ceea ce privește impactul peisajului, durabilitatea mediului și acordul societății (Artuso și Cossu, 2018a). Beneficiile societale și de mediu ale opțiunilor menționate mai sus sunt rezumate în Figura 7.2. Toate pot fi tratate ca un bun pentru comunitatea locală în moduri diferite (a se vedea secțiunile 7.2 până la 7.4 de mai jos). Aceste bunuri pot servi și într-un mod diferit: cu beneficii directe pentru societate (zone noi de teren, habitate ale faunei sălbatice, scopuri comerciale etc.) sau cu impact indirect (recuperare de energie și materiale).

7.2. Utilizare recreativă

Opțiunea de utilizare recreativă pentru exploatarea siturilor reabilitate este o bună oportunitate pentru societate de a îmbunătăți dotările pentru activități de agrement comunitare și, astfel, indirect de a spori valoarea proprietăților din împrejurimile sitului. Utilizarea recreativă, de fapt, este cea mai exploatată alegere pentru haldele închise/deschise după utilizare. În special, atunci când amplasamentul reabilitat este situat în vecinătatea zonelor urbane aglomerate cu populație densă, crearea unui spațiu public de recreere care să ofere zone verzi adecvate pistelor naturale sau activităților sportive în spațiu deschis reprezintă un mare avantaj deoarece promovează bunăstarea și sănătatea societății. În plus, acest tip de utilizare contribuie la restaurarea habitatelor naționale,

sprijinirea întreținerii faunei sălbatice locale, observare și studiu.

Activitățile recreative variază nu numai în caracterul lor, ci și în complexitatea lor: de la spațiu deschis simplu până la facilități cu mai multe părți foarte structurate. Variațiile depind de asemenea de peisajul sitului reabilitat și de cerințele comunității privind caracteristicile activităților. În consecință, un sit reabilitat poate combina mai multe utilizări recreative. Astfel, pentru a determina cea mai relevantă utilizare recreativă, trebuie să luăm în considerare diverse aspecte și să găsim echilibrul adecvat între avantaje și preocupări. Ambele criterii sunt luate în considerare în subsecțiunile de la 2.1 la 2.4 de mai jos.



Figura 7.2. Opțiuni de utilizare ulterioară a siturilor reabilitate.

7.2.1. Crearea Sanctuarului/Habitatului Naturii

Înființarea unui sanctuar natural/habitat pe un sit reabilitat oferă avantaje importante în comparație cu plantarea ierii sau plantarea monoculturii (mai mult sau mai puțin o practică standard de recultivare). Pentru această înființare, trebuie luate în considerare diverse caracteristici ale vegetației și amenajării peisagistice pentru a atinge cu succes obiectivele unui sistem complet de acoperire, inclusiv reducerea la minimum a infiltrării lichidelor în deșeurile de bază. În plus, aceste caracteristici trebuie să se potrivească și obiectivului de asigurare a unor decoruri pentru animale sălbatice și delicii recreative cât mai apropiate de cele naturale.

Alegerea vegetației trebuie făcută astfel încât să îndeplinească următoarele cerințe:

- Sa fie adaptat la condițiile de mediu rezidente;
- Să fie nativ și/sau rezistent la secetă;
- Pentru a prezenta nevoi limitate de cosit;
- Pentru a prezenta un necesar redus de îngrășămintă;
- Pentru a permite controlul corect al întreținerii: inspecție și îndepărtare ușoară a buruienilor/plantelor invazive.

Această abordare nu numai că, contribuie la aspectul natural al habitatului faunei sălbatice, dar contează și pentru o mai bună gestionare a costurilor operaționale pentru întreținerea acoperirii vegetale (Simmons, 1999).

Înainte de începerea activităților de creare a habitatului natural, trebuie efectuat un sondaj dedicat, menit să culegă informații preliminare utile despre speciile de plante rezidente din zona reabilitată și din împrejurimi, precum și condițiile dominante necesare pentru habitatul natural. Pe baza rezultatelor studiului, construcția habitatului natural poate fi organizată prin următoarele abordări (Simmons, 1999):

- Regenerare naturală: cu eforturi reduse, mai spre deloc și cu intervenția omului;
- Crearea elementelor de bază ale habitatelor naturale (stabilirea vegetației, amenajarea generală a peisajului), urmată de intervenția umană restricționată în dezvoltarea naturală și în scopuri de

întreținere;

– Stabilirea caracteristicilor principale ale habitatului natural și menținerea acestora în timp pentru a se potrivi direct cu rezultatele anticipate de om.

Indiferent de abordarea aleasă pentru crearea habitatului natural, o sarcină principală care necesită atenție este grija pentru integritatea funcțiilor sistemului de acoperire cu vegetație, protecția infrastructurii sitului și satisfacerea dorințelor utilizatorilor finali. Aceasta este o problemă complexă care trebuie rezolvată cu diverse opțiuni presupuse. De exemplu, elementele componentelor sistemului de închidere a haldelor deschise să fie proiectate într-un mod care să respecte habitatul faunei sălbatice. Studiul de pre-dezvoltare este foarte util în acest scop, deoarece datele sale pot prezenta informații pentru posibile relații negative între flora și fauna naturală și infrastructura sitului (de exemplu, evaluarea riscurilor de daune de către speciile sălbatice asupra sistemului de acoperire și infrastructurii).

7.2.2. Parcuri și facilități sportive

Parcurile și terenurile de sport au trăsătura comună de a fi spațiate deschise, ceea ce, la rândul său, reprezintă un avantaj față de facilitățile de agrement care includ clădiri. Se datorează faptului că aceste spații deschise nu sunt amenințate de acumularea de gaze care reprezintă o preocupare primordială în situațiile interioare. În ceea ce privește gospodărirea apei, activitățile din zonele de agrement în spațiu deschis nu încalcă standardele de închidere a haldelor deschise. Și anume, apa de scurgere trebuie drenată și formarea iazurilor de apă trebuie evitată prin selectarea atentă a condițiilor adecvate pentru gestionarea debitului de apă.

În general, locurile de agrement deschise nu au clădiri structurale. Cu toate acestea, pot fi prezente facilități luminoase, cum ar fi locuri pentru picnic, trasee, bănci, locuri de observare, pavilioane etc. Atunci când spațiul liber de agrement este situat în apropierea unei zone puternic urbanizate, trebuie luate măsuri de precauție pentru a proteja sistemul de acoperire și infrastructura asociată acestuia. Aceste măsuri includ în mod obișnuit plasarea de semne sau note pentru a indica zonele care sunt interzise pentru anumite activități sau care ar trebui tratate cu o atenție specială.

În cazul activităților recreative anticipate care cuprind participarea mai multor utilizatori, trebuie avute în vedere clădiri mai structurate. Aici trebuie planificate construcții administrative, spații de

depozitare, grupuri sanitare etc. care pot necesita printre altele sisteme de iluminat. Este recomandat ca astfel de instalații de construcție să fie amplasate în afara limitelor șantierului reabilitat. Cu toate acestea, utilizarea eficientă în recreere poate necesita poziționarea unor clădiri de construcție chiar deasupra șantierului. În acest caz, există cerințe pentru fundațiile acestor clădiri și pentru elementele auxiliare ale acestora (bănci, pavilioane, locuri de joacă), precum cantități suplimentare de sol și stabilizatori ai fundației existente. De asemenea, este necesar un control adecvat al LFG pentru a evita presupusele explozii.

Una dintre cele mai practicate utilizări ale siturilor reabilite este terenul de golf. Deși terenul de golf necesită o suprafață relativ mare (aproximativ 700 000 m²) (Golf, 2013), este considerat o investiție bună și un potențial generator de venit net (Wallace, 2000). Cea mai costisitoare parte a construirii unui teren de golf pe un teren reabilitat este cantitatea mare de sol care trebuie relocată și așezată pentru a modela condițiile ideale pentru golf. De aceea, cei implicați în utilizarea ulterioară a siturilor reabilite trebuie să ia în considerare obiectivul construirii terenului de golf și să-l integreze în planurile lor de pre-dezvoltare pentru siturile reabilite după utilizare.

În proiectarea unui teren de golf, un sistem de colectare pentru LFG trebuie implementat cu perspectiva de a funcționa pentru o perioadă lungă de timp. Acest sistem trebuie să se potrivească atât caracteristicilor tehnice ale dispozitivului de colectare a gazelor, cât și nevoilor estetice ale terenului de golf.

Locul anticipat al terenului de golf trebuie evaluat de-a lungul construcției instalației pentru a asigura pantele corespunzătoare ale suprafeței de joc care sunt importante pentru regulile de joc și pentru a evita orice așezări diferențiale care pot duce la înclinări negative ale suprafeței cu efect negativ asupra generalului, vedere la terenul de golf.

O caracteristică specifică a terenului de golf care îl deosebește de celelalte utilizări recreative este cerința unei irigații adecvate. Ținând cont de faptul că sistemele de gunoi deschise au ca scop minimizarea infiltrației apei în corpul instalației, planificarea, proiectarea și funcționarea sistemului de irigare ar trebui să fie de o importanță deosebită, sincronizate cu obiectivele generale ale amplasamentului. Stabilitatea liniilor de irigare și alimentarea mare și constantă cu apă se numără printre principalele provocări pentru amenajarea irigațiilor. Opțiunea de a utiliza apă tratată în aceste scopuri ar trebui, de asemenea, luată în considerare.

7.2.3. Alte utilizări recreative

Alte utilizări recreative ale sitului reabilitat pot include facilități în spațiu deschis pentru activități sportive, cum ar fi pârtii pentru schi și săniuş, piste de patinaj pe gheață, terenuri de tir cu arcul, piste de biciclete etc. ar trebui considerate ca o opțiune netradițională. Este adevărat că aceste activități sportive sunt riscante, deoarece sunt mai puțin practicate, iar dezvoltatorii sau autoritățile de reglementare ale zonelor de agrement pot fi îngrijorați de sănătatea utilizatorului final. Cu toate acestea, dacă un astfel de proiect răspunde nevoilor societății și respectă reglementările locale, el poate fi acceptat și implementat.

7.3. Utilizare în scop agricol

7.3.1. Ierbând, cultivarea culturilor, pășunat animale

Există mai multe utilizări agricole care sunt potrivite pentru utilizarea ulterioară a siturilor reabilite (Kovac și Goodburn, 2010). Printre altele pot fi enumerate ierburi, animale care pasc, plantarea și cultivarea culturilor și silvicultura.

Ierbirea este o abordare bună a utilizării agricole post-închidere a siturilor, deoarece oferă avantajele unei performanțe și întreținere relativ ușoare. Cu toate acestea, există câteva caracteristici importante ale speciilor de îmierbat care trebuie să fie luate în considerare atunci când planificați un proiect de îmierbat. De exemplu, speciile de ierburi trebuie să fie de tip rizom-smoc pentru a forma un negru uniform, dens și durabil. Este de preferat ca acestea să fie rezistente la boli și secetă, tolerante în ceea ce privește disponibilitatea nutrienților și adaptabile la extremități în condiții de mediu. În cazul în care zonele îmierbate nu sunt prevăzute pentru pășunat, speciile de îmierbat trebuie să fie neatractive pentru animale. În scopul întreținerii ușoare, sunt de preferat speciile care nu necesită tuns frecvent și care posedă o bună capacitate de recuperare ușoară după cosire (Maiti și Maiti, 2015).

În scopuri de pășunat, speciile de plante trebuie să crească rapid și să fie atractive pentru animale (Pășunat foste gropi de gunoi. Studii de caz de Legacy Grazing <https://www.legacygrazing.org.uk/case-studies/landfills>).

Pentru silvicultura, arbuștii și copacii sunt planificați în mod obișnuit să fie plantați la periferii și versanți pentru a permite protecția împotriva eroziunii și, de asemenea, pentru a proteja pășunile

de alte daune, cum ar fi cosirea ilegală, pășunatul sau interferența oamenilor (Moffat și McNeill, 1994).

7.3.2. Preocupări cu utilizarea agricolă

Există două preocupări principale asociate cu utilizarea agricolă a siturilor reabilite:

- Transmiterea contaminării presupuse de-a lungul lanțului alimentar prin surse alimentare contaminate din emisiile site-ului;
- Menținerea integrității straturilor de acoperire a avariilor din cauza activităților agricole.

Pentru a evita astfel de situații, trebuie aplicate bune practici de plantare, recoltare și pășunat. Siturile reabilite eficient susținute de îngrijirea după utilizare nu ar trebui să permită transmiterea poluanților din amplasament către flora și fauna de pe suprafața amplasamentului. Întreținerea sistemului de colectare și control al gazelor (GCCS) și a curgerii și scurgerii apei este, de asemenea, foarte importantă. Interferența cu sistemul de acoperire și cu infrastructura șantierului ar putea duce la avarii și depinde în mare măsură de grosimea stratului de sol peste acoperirile șantierului. Acest orizont de sol ar trebui să fie suficient de adânc pentru a permite înrădăcinarea corectă a plantelor, menținând în același timp sistemul radicular departe de elementele critice ale straturilor de acoperire și de deșeurile subiacente. Același lucru este valabil și pentru mașinile agricole și/sau animalele sălbatice. Acesta este motivul pentru care infrastructura amplasamentului ar trebui să fie poziționată corespunzător în subteran și, dacă este situată la suprafață – marcată corespunzător.

Utilizarea siturilor reabilite în scopuri agricole nu este o practică obișnuită peste tot. În unele țări, reglementările naționale nu abordează în mod specific utilizarea amplasamentului închis în astfel de scopuri, deși întreținerea sistemului de acoperire și controlul apelor pluviale sunt active.

Există cazuri în care utilizarea în agricultură este foarte interzisă. Și, în sfârșit, reglementările altor țări abordează aplicațiile agricole în ceea ce privește pășunatul animalelor, producția de culturi, silvicultura, cu condiția prealabilă a mai multor considerații importante atât de caracter tehnic, cât și agro-meliorativ. Cele mai multe dintre ele sunt enumerate în Tabelul 7.1.

Table 7.1. Considerații tehnice și agro-meliorative pentru utilizarea agricolă a siturilor reabilite.

Tipuri de considerații	Descriere
Agro-meliorativ	Culturi care vor fi folosite pentru plantare
	Cerințe pentru adăugarea de sol în ceea ce privește grosimea stratului de sol, capacitatea de susținere în raport cu zona rădăcinii

	Adâncimea arăturii
	Ratele de aplicare de plantare
	Ratele de aplicare a îngrășămintelor
	Stabilirea producției agricole – interval de timp
	Măsurile de control al proceselor de eroziune
	Managementul solului
	Programul de rotație a culturilor de plante
	Programe pentru pășunat animale
	Alimentare cu apă pentru irigații
Technical	Echipamentul necesar
	Facilități necesare pentru depozitare și amplasarea acestora

7.3.3. Utilizare orientată către resurse și valorificare energetică

Siturile reabilitate pot fi utilizate ca instalații de generare a energiei. Există trei tipuri principale de energie regenerabilă care pot fi exploatare: gaz pentru energie electrică, energie solară și eoliană (Figura 7.3). Reutilizarea site-urilor în scopuri de câștig de energie poate fi fie combinată cu alte utilizări (de exemplu, utilizare recreativă), fie efectuată singur. În acest al doilea caz, riscurile pentru potențialii utilizatori finali ai activităților sunt mai mici deoarece doar personalul autorizat are acces la site.

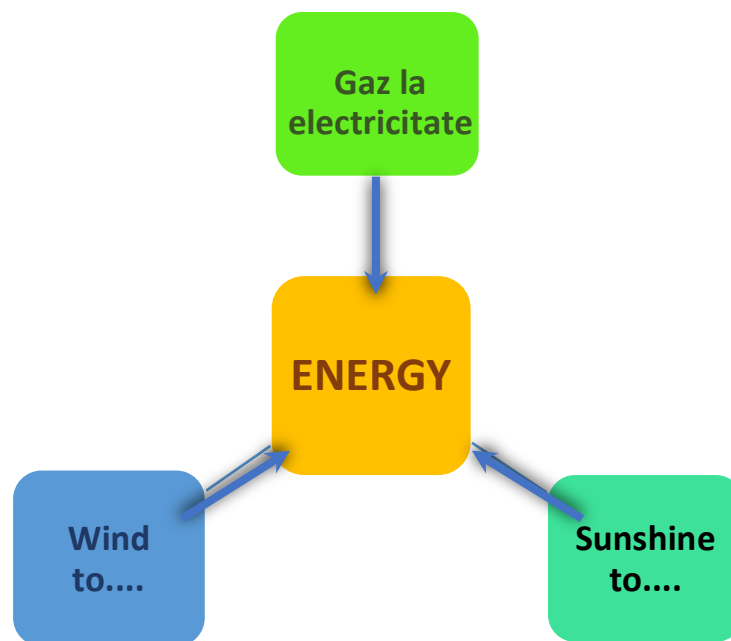


Figura 7.3. Tipuri de energie regenerabilă asociate cu revalorificarea siturilor reabilitate.

Principala sursă de energie pentru un amplasament reabilitat este gazul metan. Este transformat în energie electrică care depășește riscul de explozie conferit de metanul însuși. În plus, panourile solare și/sau turbinele eoliene pot fi dispuse ca o altă opțiune de energie potențială. Producția de energie aduce avantaje importante sitului reabilitat și comunității locale, cum ar fi acoperirea nevoilor de energie electrică (parțial sau integral), echilibrarea surselor de energie neregenerabile, creșterea motivației pentru colectarea gazelor, toate acestea contribuind la rândul lor la protecția mediului prin reducerea gazelor cu efect de seră (GES) și a emisiilor nocive.

Considerațiile cheie ale implementării acestor tehnologii în site-urile reabilitate sunt discutate în mai multe detalii aici mai jos.

Recuperarea gazelor

Metanul și dioxidul de carbon sunt constituenții principali ai gazului care este extras și colectat printr-un GCCS. Utilizarea sa ulterioară poate fi direcționată către două opțiuni: arderea directă sau utilizarea energiei electrice. Într-o a doua opțiune, gazul brut poate fi transformat în combustibil pentru a produce energie electrică prin câțiva pași de procesare. O a treia opțiune este curățarea gazului pentru a crește conținutul de energie pentru alte aplicații utile. Unele dintre aceste tehnologii energetice convergente și caracteristicile lor sunt enumerate în Tabelul 7.2.

Tabelul 7.2. Tehnologii convergente gaz-energie
(source: https://www.globalmethane.org/documents/toolsres_lfg_ibpgcomplete.pdf)

Technologie	Caracteristici
Turbina de gaz	<ul style="list-style-type: none">- - Funcționează la concentrații scăzute de gaz- - Rezistent la deteriorare- - Eficienta electrica: 40-80%- - Fezabilitate economică scăzută - necesită o cantitate mare de gaz
Motor cu ardere internă	<ul style="list-style-type: none">- - Producerea de energie electrică în mod tradițional cu randament moderat
Motor cu ardere externă	<ul style="list-style-type: none">- - Amestecă combustibilul și aerul pentru a facilita arderea

Motor cu ciclu combinat	– Pretratarea gazului nu este necesară datorită toleranței sale ridicate la impurități
Căldură și putere combinate	– Produce energie termică și electricitate din abur/apa caldă
Microturbină (turbine mici cu ardere)	– Poate recupera căldura, pierdută de la turbine și motoare, crescând randamentul acestora
Turbină cu abur (cazan)	
Celule de combustibil	– Funcționează cu debit mai mic de gaz la concentrații mici de gaz

Eficiența generării de energie a utilizării gazului este influențată de mulți factori. Unele dintre cele mai importante includ dimensiunea sitului, tipul și vârsta deșeurilor, eficacitatea GCCS și tehnologia utilizată pentru transformarea gazului în energie. Cantitatea de gaz produsă este adesea factorul crucial care determină economia procesului de convergență și influențează, de exemplu, prețurile energiei electrice, și indirect – impactează condițiile de mediu.

Conversia gazului în energie începe de obicei în timpul funcționării șantierului, dar poate continua ani de zile după închiderea sa. Astfel, valoarea activă a sistemelor de transformare a gazului în energie poate fi sporită printr-o bună planificare a tehnologiilor care sporesc rata de colectare a gazelor în perioadele puternice de acumulare de-a lungul activităților de colectare a deșeurilor. Planificarea GCCS din perspectiva utilizărilor ulterioare benefice ale amplasamentului va garanta o mai bună utilizare a amplasamentului ca bun public.

Energie solara

- Utilizarea siturilor ca loc pentru realizarea proiectelor de energie solară este o inițiativă relativ nouă. Interesul pentru acest tip de câștig de energie este în creștere recent, deoarece costurile sistemelor solare sunt în scădere progresivă (Millbrandt et al., 2013). În general, amplasamentele reabilite cuprind suprafețe mari de spațiu deschis care sunt foarte potrivite pentru amplasarea sistemelor solare. Mai mult, aceste site-uri sunt dotate practic cu infrastructură de distribuție a energiei electrice care facilitează procesul general de producere și transport a energiei electrice.
- Sistemul solar funcționează pe principiul: conversia energiei solare (cache de panourile de energie solară) în energie electrică utilizabilă. Există două tipuri cheie de tehnologii de energie solară:
 - Fotovoltaice (PV): se aplică semiconductori care generează sarcină electrică prin efect PV. PV este tehnologia solară utilizată predominant.

- - Energia solară concentrată (CSP): este utilizat un sistem de lentile și oglinzi care concentrează lumina soarelui.
- Pentru a realiza o producție eficientă de energie solară pe amplasamentele reabilite, trebuie luați în considerare câțiva factori importanți.
- - Cantitatea de energie solară disponibilă în zona șantierului. Aceasta înseamnă că trebuie luată în considerare radiația solară medie anuală zilnică. În acest scop, hărțile relevante ale radiației solare trebuie explorate pentru o perioadă de aproximativ 10 ani pentru a avea date rezonabile pentru rentabilitatea stabilirii sistemului solar.
- - Motivația economică și politică. Aici trebuie discutate relațiile cu furnizorii de energie electrică la nivel local. Un alt subiect de discuție este logistica șantierului pentru transmiterea energiei generate, precum și securitatea șantierului.
- Pentru a determina dacă un proiect solar este fezabil sau nu, trebuie luați în considerare o serie de factori (EPA/600/R-14/349).
- Amplasarea sistemului solar: abordarea construcției unui sistem solar depinde de poziționarea acestuia pe șantier – deasupra unei gropi deschise/închise sau montată în pământ. În primul caz, construcția trebuie să aibă în vedere integritatea sistemului de acoperire și a celorlalte elemente de închidere. În cea de-a doua, săpăturile în sistemul de acoperire și amplasarea structurilor de susținere a elementelor solare, trebuie efectuate cu precauții pentru menținerea stratului de acoperire în formă intactă, evitarea oricărei deteriorări a capacului șantierului și interferența cu ACCS sau sisteme de management al apelor pluviale. În general, peisajul plat este preferat modului de montare. Poziționarea panourilor solare pe suprafața plană a șantierului în direcția sud este o opțiune bună din punct de vedere economic, deoarece orice efort suplimentar de construcție poate crește costurile și poate ridica probleme suplimentare de întreținere a sistemelor de management al apelor pluviale.
- Amplasarea amplasamentului: zone cu un potențial solar bun și lumina solară nebloca.
- Securitatea amplasamentului: panourile solare trebuie amplasate într-o zonă fără pericole fizice, cum ar fi alunecarea pietrelor.

- Logistica energetică: trebuie să existe conexiune la rețeaua electrică, un drum de acces și straturi de acoperire suficient de groase pentru a găzdui liniile electrice. În plus, o companie electrică pentru a facilita costuri rezonabile și programe de aprovizionare
- Motivație economică și financiară: aceste sisteme de generare a energiei permit atât vizibilitate, cât și flexibilitate în controlul costului forței de muncă. Ambele caracteristici sunt importante pentru scopuri de marketing. Oamenii vor fi motivați să plătească mai mult pentru energia solară prin credite fiscale, granturi sau stimulente.
- Politici legate de furnizarea de energie: motivațiile politicii energetice pentru energia solară, de ex. o cerință de 2 sau mai multe procente din energie să fie de origine solară.

7.4. Utilizați în scopuri de construcție

Construcția clădirilor, ca parte a utilizării recreative a siturilor reabilite, a fost discutată în secțiunea 7.2 de mai sus. În general, aceste clădiri sunt construcții ușoare asamblate pe principiul modular și ușor portabile. Structurile permanente mari sunt o altă opțiune de reutilizare a siturilor închise reabilite, deși nu este cea mai bună. Există preocupări, cea mai mare dintre acestea fiind rezistența fundației clădirilor și migrarea gazelor.

Utilizarea siturilor închise pentru construcția clădirilor este mai puțin populară decât exploatarea lor recreativă din cauza provocărilor mari care trebuie depășite pentru a asigura atât performanța adecvată a structurilor, cât și respectarea regulilor de mediu. Obstacolele care trebuie luate în considerare sunt legate de aspecte de reglementare, proiectare, economice și de siguranță.

În unele țări există reglementări care stipulează cerințele specifice construcției clădirilor pe șantiere reabilite închise.

Există trei probleme de importanță primordială legate de clădirile din haldele deschise/închise:

- Menținerea integrității sistemului de acoperire;
- Controlul gazelor;
- Fundația și așezarea clădirii.

7.4.1. Clădiri care mențin integritatea sistemului de acoperire

Sistemul de acoperire final al amplasamentelor închise este factorul principal, pe care trebuie să-l

ia în considerare toate tipurile de reutilizare. Integritatea sa depinde de infiltrarea umidității, controlul gazelor și sistemele de drenare a apelor pluviale.

Pe parcursul procesului de construcție, fundația clădirii este poziționată direct pe suprafața șantierului, amenințând cu deteriorarea componentelor finale ale sistemului de acoperire. Nu este permisă pătrunderea sau deteriorarea penultimelor straturi din sistemul de acoperire. Stresul fizic asupra acoperirii și sistemelor de drenaj trebuie redus la minimum.

Pentru a evita astfel de solicitări și pentru a atenua consecințele negative, este necesar suplimentar de sol pe capacul final. Se va evita interferența cu sistemul de drenaj al apelor pluviale.

7.4.2. Controlul gazelor

Compoziția chimică și proprietățile fizice ale gazului îl fac exploziv și potențial periculos. Prin urmare, clădirile poziționate pe amplasamentele reabilite trebuie să fie proiectate, construite și întreținute astfel încât să fie luate în considerare toate măsurile de precauție privind interferența acestora cu GCCS a instalației și presupusele efecte explozive sau toxice. Cerințele obligatorii cuprind:

- Ventilarea gazelor. O măsură practică pe scară largă în acest context este amenajarea unui strat de aerisire între placa clădirii și suport. Cel mai frecvent este compus dintr-o geomembrană acoperită de un strat permeabil și un sistem de țevi perforate a căror locație finală este în afara clădirilor. Astfel de straturi de aerisire ajută la evitarea pătrunderii gazelor prin fundația clădirilor. O posibilă penetrare este asigurată în continuare prin plasarea unui capac de etanșare.
- Monitorizarea gazelor. Monitorizarea permanentă sau periodică a clădirilor construite pe amplasamente reabilite este o altă măsură importantă. De obicei, senzorii de metan sunt plasați în interiorul clădirilor sau sub acestea (în sistemul de aerisire a fundației). Acești senzori indică un prag specific al nivelului de metan (aproximativ 25% din limita inferioară de explozie) și alarmează în mod corespunzător cu privire la acesta. Aceeași abordare este utilizată pentru alte gaze periculoase, de ex. sulfat de hidrogen. Ca o precauție suplimentară, probele de gaz pot fi colectate la anumite intervale de timp pentru evaluarea compoziției chimice a gazului prin analize de laborator.

7.4.3. Cerințe pentru construirea fundațiilor și așezării

Construcția clădirilor situate pe șantiere închise trebuie efectuată cu respectarea tehnicilor de inginerie și de construcție prevăzute pentru materialele de fundație de calitate inferioară.

Deșeurile comprimate din corpul șantierului reprezintă un astfel de tip de material deoarece nu are aceeași rezistență ca și solul.

În etapa de proiectare a fundației clădirii, trebuie luați în considerare doi factori importanți (Sharma și Anirban 2007). Acestea sunt:

– Capacitatea portantă a suprafeței șantierului. Acest parametru tehnic ține seama de capacitatea fundației clădirii de a susține sarcini care cântăresc pe suprafața solului printr-o structură. Este o evaluare pe termen scurt a capacității de susținere a greutatei unei clădiri. Capacitatea portantă trebuie calculată de-a lungul proiectului construcției, pe baza datelor pentru solul care acoperă deșeurile. În unele cazuri, poate fi necesar un strat suplimentar de sol.

– Potențialul sitului de așezare pe termen lung. Într-o perspectivă pe termen lung, amplasamentul reabilitat suferă o scădere a volumului și înălțimii deșeurilor sale, ceea ce duce la tasarea la suprafață. Se datorează modificărilor cu deșeurile în timp. Procesul de decontare este unul cu mai multe fațete. Motivele pot fi:

o Fizice și mecanice – reorientarea și deplasarea particulelor în locuri goale sau prăbușirea spațiilor goale;

o Chimic – oxidare, pătrunderea lichidului care dizolvă substanțele solubile și duce la formarea levigatului;

wo Biologic – descompunerea materiei organice cu diverse rate în funcție de temperatură, prezența substratului organic, umiditate.

Procesul de decontare cuprinde două etape: primară și secundară. Cea primară, cunoscută precum și decontarea inițială, acoperă primele câteva luni după depunerea deșeurilor. În timpul acesteia, are loc o așezare datorată proceselor fizice și mecanice. Așezarea secundară se datorează dezintegrării biochimice și fizico-chimice care are loc pe perioade mai mari de timp, la sarcină relativ constantă după terminarea etapei primare. În mod logic, cu cât site-ul este mai vechi, cu

atât problemele de soluționare sunt mai puține.

Există diverse tehnici care ajută la prezicerea soluționării într-un recurs pe termen lung. Pentru a evita problemele de decontare după construcție, în etapa de proiectare, trebuie pregătite o hartă estimată a așezării și un plan de monitorizare pentru a îmbunătăți proiectarea și problema planurilor operaționale și de întreținere. Posibilele probleme asociate așezărilor de lungă durată sunt legate de înclinarea sistemului de susținere a clădirilor, scăderea apei, ruperea liniilor de utilități, printre altele. Deciziile tehnice care pot preveni apariția unor astfel de probleme cuprind proiectarea specifică pentru adăpostirea așezărilor, utilizarea materialelor adecvate pentru fundațiile clădirii, conexiuni flexibile în utilități, consolidarea/stabilizarea solului.

7.5. Provocări pentru utilizarea ulterioară a siturilor reabilitate

Evaluarea eficienței ulterioare utilizării siturilor reabilitate ca atu al comunității indică unele provocări în atingerea obiectivelor dorite și impune implementarea unor măsuri corective sau preventive. Lista celor mai frecvent întâlnite provocări și caracteristicile acestora sunt prezentate în Tabelul 7.3.

Tabelul 7.3. Provocări ale utilizării ulterioare a siturilor reabilitate.

Provocari	Caracteristici
Păstrarea integrității sistemului de acoperire	Haldele deschise închise posedă un sistem de acoperire care este proiectat intenționat. Acest sistem necesita activitati de intretinere la intervale regulate care au ca scop controlul conditiilor sistemului de acoperire, detectarea si repararea eventualelor avarii. Această întreținere este importantă și pentru gestionarea generării levigatului, migrației gazelor și expunerii la deșeuri. În plus, o utilizare ulterioară benefică poate provoca, de asemenea, deteriorarea sistemului de acoperire. De aceea, monitorizarea și întreținerea sistemului de acoperire este obligatorie pentru toate utilizările ulterioare ale siturilor reabilitate.
Managementul gazelor	Migrarea gazelor din amplasament trebuie menținută la niveluri minime. În acest scop, amplasamentul trebuie să fie echipat cu un sistem activ de colectare și control al gazelor sau cel puțin

	<p>unul pasiv de evacuare a gazelor. Funcționarea corespunzătoare a acestor sisteme previne condițiile explozive deoarece nu permite acumularea de gaze în locuri înguste sau în interiorul clădirilor. Acumularea presupusă de gaze prezintă o preocupare specială pentru structurile poziționate în vârful unui sit reabilitat.</p>
Managementul levigatului	<p>Aceste sisteme de colectare, tratare (dacă este necesar, de exemplu pentru aplicații de obținere a energiei) și utilizarea gazului trebuie să funcționeze până când cantitățile de gaz ating niveluri foarte scăzute. Acest lucru este valabil pentru toate cazurile, indiferent de utilizarea finală a gazului.</p>
Monitorizarea și protecția apelor subterane/de suprafață	<p>Levigatul se formează atunci când apa și deșeurile intră în contact strâns. Acest lichid reprezintă un risc potențial pentru sănătatea umană și o problemă de mediu, prin urmare trebuie colectat și îndepărtat din șantier în timpul funcționării și după închidere. Activitățile legate de colectare, îndepărtare și tratare ulterioară sunt supuse componentelor operaționale de gestionare a levigatului. Sistemul de levigat trebuie monitorizat și întreținut pentru a preveni eliberarea în mediu.</p>
Gestionarea apelor pluviale/controlul eroziunii	<p>Apele pluviale trebuie redirecționate către facilitățile de gestionare a apelor de suprafață pentru a preveni deteriorarea sistemului de acoperire. Din acest motiv, planurile de control al apelor pluviale și eroziunii trebuie pregătite și urmate. Activitățile de control trebuie incluse în orice utilizări și reconfigurări planificate post-închidere.</p>
Stabilitatea așezărilor și clădirilor	<p>Ca urmare a compactării și descompunerii deșeurilor în corpul șantierului se pot întâlni deșeuri și straturile de acoperire ale șantierului. Așezarea poate avea un impact negativ asupra fundațiilor clădirilor sau altor structuri; poate compromite conexiunile la utilități și poate deteriora straturile de acoperire. Pe scurt, poate crea condiții nesigure la suprafața șantierului. Pentru a preveni acest lucru, trebuie implementate abordări de proiectare care să ia în considerare impacturile nocive presupuse ale așezărilor asupra utilizării sitului și asupra vieții umane.</p>
Infrastructura site-ului	<p>Siturile reabilite dispun de o infrastructură complexă amenajată înainte, în timpul și după depozitarea deșeurilor. Aceste componente sunt importante pentru funcționarea instalației și orice interferență a funcționării lor poate amenința capacitatea operațională a șantierului. Performanța eficientă a controlului infrastructurii garantează gestionarea corectă a provocărilor enumerate mai sus și funcționarea cu succes a șantierului.</p>
Asigurarea sănătății publice	<p>Impactul direct (reducerea la minimum a solului contaminat și a resurselor de apă) și indirect (reducerea la minimum a</p>

răspândirii bolilor și controlului dăunătorilor) al siturilor de depozitare a deșeurilor reabilitate în recursul socioeconomic reprezintă o parte integrantă a politicii de recuperare a COVID-19 la nivel european. În zilele noastre, pandemia globală de COVID-19 a necesitat reconsiderarea practicilor și abordărilor de gestionare a reabilitării deșeurilor solide și a haldelor deschise (Das et al., 2021).

References

Artuso, A., Cossu, E., He, L., She, Q., 2020. Rehabilitation of landfills. new functions and new shapes for the landfill of Guiyang, China. *Detritus* 11, 57-67 <https://doi.org/10.31025/2611-4135/2020.13971>.

Artuso, A., Cossu, E., 2018. Afteruse of Landfills. Methodological approach, project requisites and relationship with the surrounding area. *Ri-Vista*, 16(1), 102-117. <https://doi.org/10.13128/RV-22973>.

Artuso, A., Cossu, E., 2018. Reclamation and architectural requalification of an old landfill using in situ aeration, phytotreatment of leachate and energy crops. *Ri-Vista*, 16(1), 134-145. <https://doi.org/10.13128/RV-22992>.

Das, E.K., Islam, M.D., Billah, M.M., Sarker, A. 2021. COVID-19 and municipal solid waste (MSW) management: a review. *Environmental Science and Pollution Research*. 28, 28993–29008.

EPA/600/R-14/349. Closed Waste Sites as Community Assets: A Guide for Municipalities, Landfill Owners, and Regulators.

Golf, H., 2013. Developing Golf Courses on Sanitary Landfills. <http://hurdzangolf.com/>.

Grazing former landfills. Legacy Grazing case studies <https://www.legacygrazing.org.uk/case-studies/landfills> Accessed 24 January, 2022

Grudziecki, J., Buachoom, P., 2016. The landscape architect's guide to the world of solid waste. PhD. Thesis. https://stud.epsilon.slu.se/9728/1/grudziecki_j_buachoom_p_161006.pdf Accessed 29 January, 2022.

Jenkins, K., 2016. Installation provides new vision for landfill architecture, by Matt Hayes in Cornell Chronicle. <https://news.cornell.edu/stories/2016/02/installation-provides-new-vision-landfill-architecture> Accessed 29 January, 2022.

Kovac, M., Goodburn, W., 2010. Agricultural issues for landfill developments. Rural development guidelines. Primefact 1065

Maiti, S. K., Maity, D., 2015. Ecological restoration of waste dumps by topsoil blanketing, coir-

- matting and seeding with grass–legume mixture. *Ecological Engineering*, 77, 74-84.
- Millbrandt, A.R., Heimiller, D.M., Perry, A.D., Field, C.B. 2013. Renewable energy potential on marginal lands in the United States. *Renew Sustain Energy Review* 29, 473-481.
- Moffat, Andy J; McNeill, John D. 1994. Reclaiming disturbed land for forestry. Bulletin 110. HMSO, London.
- Sharma, H. D., and Anirban, D. 2007. Municipal Solid Waste Landfill Settlement: Postclosure Perspectives. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 133, 619-629.
- Simmons, E., 1999. Restoration of Landfill Sites for Ecological Diversity. *Waste Management and Research*. 17, 511-519.
- U.S. Environmental Protection Agency 2012. International Best Practices Guide for Landfill Gas Energy Projects https://www.globalmethane.org/documents/toolsres_lfg_ibpgcomplete.pdf Accessed 29 January, 2022.
- Wallace, R. B., 2000. Landfill redevelopment: Beneficial use and aftercare. URS Corporation, Seattle, Washington.
- Yun, T.S., Lee, J.S., Lee, S.C., Kim, Y.J., Yoon, H.K. 2011. Geotechnical issues related to renewable energy. *KSCE Journal of Civil Engineering* 15, 4, 635-642.