

Levetidsforlængelse af miljøbeskyttende systemer på deponeringsenheder

Miljøprojekt nr. 2222

Januar 2023



Udgiver: Miljøstyrelsen

Redaktion:

NIRAS v.

Ole Riger-Kusk,

Lotte Fjelsted,

Jens Engelbreth Larsen og

Helene Waagstein Juhl.

ISBN: 978-87-7038-469-8

Miljøstyrelsen offentliggør rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, som er finansieret af Miljøstyrelsen. Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter. Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Må citeres med kildeangivelse

Indhold

1.	Introduktion	4
1.1	Baggrund	4
1.2	Afgrænsning	4
1.3	Aktiviteter	4
2.	Analyseramme	6
2.1	Metode	6
2.2	Miljørisici	7
2.3	Miljøbeskyttende systemer	7
2.4	Løsningsmuligheder	9
3.	Resultater	10
3.1	Screening af miljørisici ved manglende funktion af miljøbeskyttende systemer	10
3.2	Kortlægning af rodårsager til - og løsningsmuligheder for -uacceptable miljørisici	12
3.2.1	Bund- og sidemembran	14
3.2.2	Perkolatopsamlingssystemet	18
4.	Konklusion	20

1. Introduktion

1.1 Baggrund

For mange af de eksisterende deponeringsenheder i Danmark forventes efterbehandlingsperioden markant at overstige de 30 år, som selskaberne aktuelt foretager hensættelser efter. I den forbindelse har Miljøstyrelsen efter dialog med affaldsbranchen oplevet et behov for at få belyst nogle forhold omkring den tekniske levetid af de miljøbeskyttende systemer på deponeringsanlæggene.

En mulig forlænget efterbehandlingsperiode betyder, at det bør vurderes, hvordan og hvor længe de eksisterende miljøbeskyttende systemer på deponeringsenheder, såsom membraner, dræn, pumper etc. kan levetidsforlænges, samt hvilke muligheder som findes, når det ikke længere er praktisk muligt af levetidsforlænge dele af disse systemer. Formålet vil som udgangspunkt være at forsøge at undgå akutte afværgetiltag ved at tilpasse drift og vedligehold til en mulig markant forlænget driftsperiode.

Nærværende rapport omfatter en overordnet screening af overordnede potentielle udfordringer og muligheder, men ikke konkrete vurderinger af, hvad der bør gøres på hvert enkelt deponeringsanlæg. Det er endvidere ikke muligt inden for rammerne af denne opgave at estimere omkostningerne forbundet med de forskellige løsningsmuligheder, idet disse vil være meget afhængige af forholdene på den enkelte deponeringsenhed.

1.2 Afgrænsning

Screeningen beskæftiger sig som udgangspunkt primært med levetidsforlængelse af de miljøbeskyttende systemer, der findes på deponeringsenheder, der er opført i henhold til DS/INF 466:1999 og deponeringsbekendtgørelse nr. 650 af 29/06/2001 med senere opdateringer.

Mange deponeringsanlæg indeholder deponeringsenheder, der er etableret før DS/INF 466:1999, og som kan være etableret efter andre principper. Disse deponeringsenheder er ikke omfattet af denne rapport.

De udfordringer og løsningsmuligheder, der afdækkes i screeningen, gælder dog for de forskellige miljøbeskyttende systemer generelt, uanset hvornår de enkelte deponeringsenheder, som deponeringsanlægget består af, er opført.

1.3 Aktiviteter

Den primære dataindsamling til kortlægningen bestod af en workshop med deltagelse af meget erfarne eksperter inden for design, projektering, etablering, drift og vedligeholdelse af miljøbeskyttende systemer på deponeringsanlæg. Baggrunden for rapporten er således de umiddelbare tilkendegivelser fra eksperterne ud fra det erfaringsgrundlag, som de har på nuværende tidspunkt. Workshoppen blev afholdt den 8. november 2022.

På workshoppen deltog følgende eksperter:

- Steen Stentsøe, Reno Djurs (tidligere COWI)
- Ole Hjelm, Danish Waste Solutions
- Rasmus Olsen, Odense Renovation (formand for DepoNet)
- Ole Riger-Kusk, NIRAS (tidligere Rambøll)

Herudover deltog NIRAS' projektteam: Lotte Fjelsted, Jens Engelbreth Larsen og Helene Waagstein Juhl.

Rapporten er udarbejdet af NIRAS' projektteam og kvalitetssikret af ovennævnte eksperter.

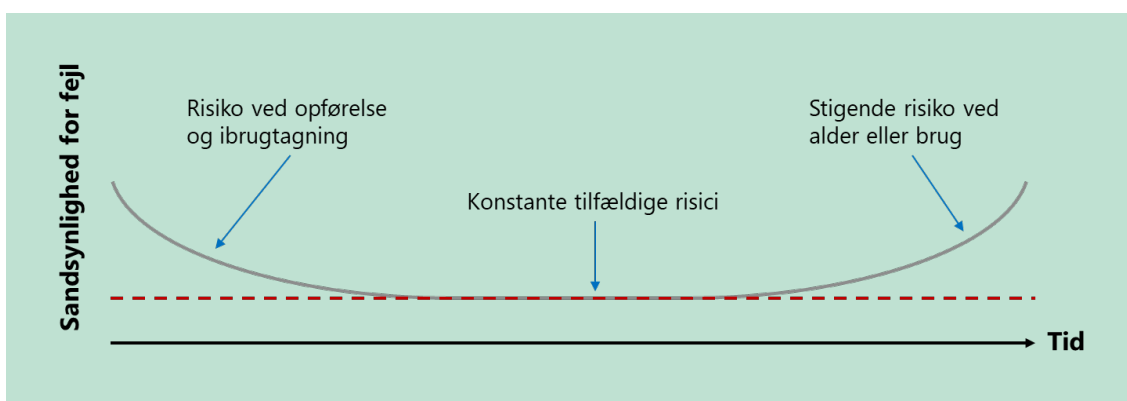
Indledningsvis blev der foretaget et overordnet desktop studie, hvor det ikke umiddelbart var muligt at finde relevant litteratur, der beskæftiger sig med de problemstillinger, som er behandlet i denne rapport. Det har været uden for rammerne af denne opgave at foretage et mere tilbundsående litteraturstudie.

2. Analyseramme

2.1 Metode

Vi har i screeningen valgt at hente inspiration fra metoder kendt fra asset management, herunder reliability centered maintenance (RCM) som led i udarbejdelse af asset management planer (AMP) efter ISO 55000¹. RCM er "en proces til at klarlægge, hvad der skal gøres for at sikre, at et fysisk anlæg kan fortsætte sin funktion i forhold til brugernes ønsker under dets nuværende driftsmæssige forhold"².

Et centralt element i risikoanalysen i en RCM er "badekarskurven", se FIGUR 1, som illustrerer udviklingen i risikoen for, at fysiske aktiver ikke lever op til deres funktion i løbet af deres levetid.



FIGUR 1. Badekarskurven

I begyndelsen af et aktivs levetid vil der være risici - ofte kaldet "børnesygdomme" - i forbindelse med opførelse, installation, indkøring og ibrugtagning af aktivet. I perioden herefter, hvor aktivet er i stabil drift, findes risici i form af tilfældige hændelser, som er uafhængige af aktivets alder eller tilstand. Når aktivet bliver ældre eller har haft mange driftstimer, stiger risikoen for reduceret effektivitet som følge af f.eks. slid på dele.

Figuren illustrerer, at levetiden af et aktiv er en funktion af, hvad det acceptable niveau for risici er. Det vil være forskelligt, hvilket niveau af risici, der er acceptabelt, bl.a. afhængig af aktivets kritikalitet, dvs. hvilke og hvor store konsekvenser det vil have, hvis der opstår funktionsfejl på aktivet.

Når risikoen for, at aktivet ikke lever op til sin funktion, bliver for stor, må risikoen reduceres. Dette kan enten gøres ved at reinvestere i et nyt aktiv, hvorefter der igen vil være en periode med børnesygdomme, eller ved at foretage forbedringer eller ændre driften så risici på aktivet igen kommer ned et sted i bunden af "badekarret", hvor der kun er tilfældige risici.

Levetidsforlængelse af et aktiv handler derfor om at reducere aldersrelaterede risici, dvs. reducere sandsynligheden for funktionsfejl eller konsekvenserne af disse i takt med at aktiverne bliver ældre eller har været i drift i længere tid.

¹ <https://www.ds.dk/da/om-standarder/ledelsesstandards/iso-55001-asset-management>.

² Oversat fra John Moubray, "Reliability-Centered Maintenance", Industrial Press, 2nd Edition, April 1997. Se også <http://www.plant-maintenance.com/RCM-intro.shtml>.

At undgå risiko for konstruktionsfejl og fejl ved ibrugtagningen er væsentligt, men da risikoen jo kun findes i begyndelsen af aktivets levetid, og der er tale om eksisterende anlæg, er det ikke relevant at inddrage disse i screeningen af potentielle udfordringer og muligheder i forhold til fremadrettet levetidsforlængelse. Tilsvarende gælder reduktion af tilfældige risici, som er konstante i hele aktivets levetid og derfor per definition har været acceptable indtil nu. Disse er således også per definition uden for scope for denne screening.

For at forklare forskellen på de forskellige typer risici gives her eksempler på risici ved ibrugtagning og vedvarende tilfældige risici på deponeringsenheder.

Et eksempel på en risiko i begyndelsen af et aktivs levetid kunne være, at der opstår hul i en membran ved ibrugtagningen. Dette kan eksempelvis ske, hvis de nederste affaldslag indeholder skarpe/spidse elementer, som bliver presset ned igennem membranen, når affaldet efterfølgende kompakteres. Da funktionsfejlen kun kan opstå ved ibrugtagningen, stiger risikoen ikke med alderen. Denne type risici er derfor uden for scope.

Et eksempel på en vedvarende tilfældig risiko for en deponeringsenhed kan være oversvømmelsesrisiko i forbindelse med klimaforandringerne. Deponeringsenheder, der ligger tæt ved havet, kan blive oversvømmet, hvis de beskyttende jordvolde ikke er stabile eller høje nok. Risikoen afhænger her af stabiliteten og/eller højden af voldene og eventuelle øvrige tiltag til klimasikring i lokalområdet. Selvom oversvømmelsesrisikoen formentlig er stigende over tid, skyldes dette ikke alderen på anlægget. Denne type risici er derfor uden for scope.

2.2 Miljørisici

De miljøbeskyttende systemer på en deponeringsenhed har til formål at reducere miljørisici fra enheden. Når disse miljørisici ikke længere har et acceptabelt niveau, er levetiden på enheden i princippet udløbet, og der skal foretages tiltag for at opretholde deponeringsenhedens funktion.

I denne screening ses på konsekvenser af ikke acceptable risici i forbindelse med miljøbeskyttende systemer i forhold til:

1. Forurening af grundvand
2. Forurening af overfladevand
3. Klimapåvirkning
4. Påvirkning af naboer
5. Påvirkning af eksternt renseanlæg

Punkt 5 på listen er ikke en direkte miljørisiko ved deponeringsenheden, da et eksternt renseanlæg, der slutbehandler perkolat, i princippet kunne mitigere miljørisikoen ved at rense bedre. I denne screening er der dog taget udgangspunkt i, at udledning af perkolat, der ikke lever op til kravene fra renseanlægget, er en miljørisiko.

2.3 Miljøbeskyttende systemer

Der er på deponeringsenheder en række aktiver i form af forskellige miljøbeskyttende systemer, som er listet herunder. I denne screening skelnes der imellem aktiver, som er tilgængelige, og aktiver, som ikke er tilgængelige eller meget svært tilgængelige, da de typisk er placeret i eller under det deponerede affald. De tilgængelige aktiver kan levetidsforlænges ved almindelig drift og vedligeholdelse, herunder udskiftning af dele, der ikke længere har den ønskede funktion. Der er derfor ikke lagt særligt fokus på løsninger for levetidsforlængelse af disse aktiver.

Ikke- eller svært tilgængelige aktiver

- Bund- og sidemembraner under affaldet (ler- og plastmembraner)
- Perkolatopsamlingssystemet i og under affaldet (drænrør og -grus samt perkolatbrønde i deponeringsenhederne)

Tilgængelige aktiver

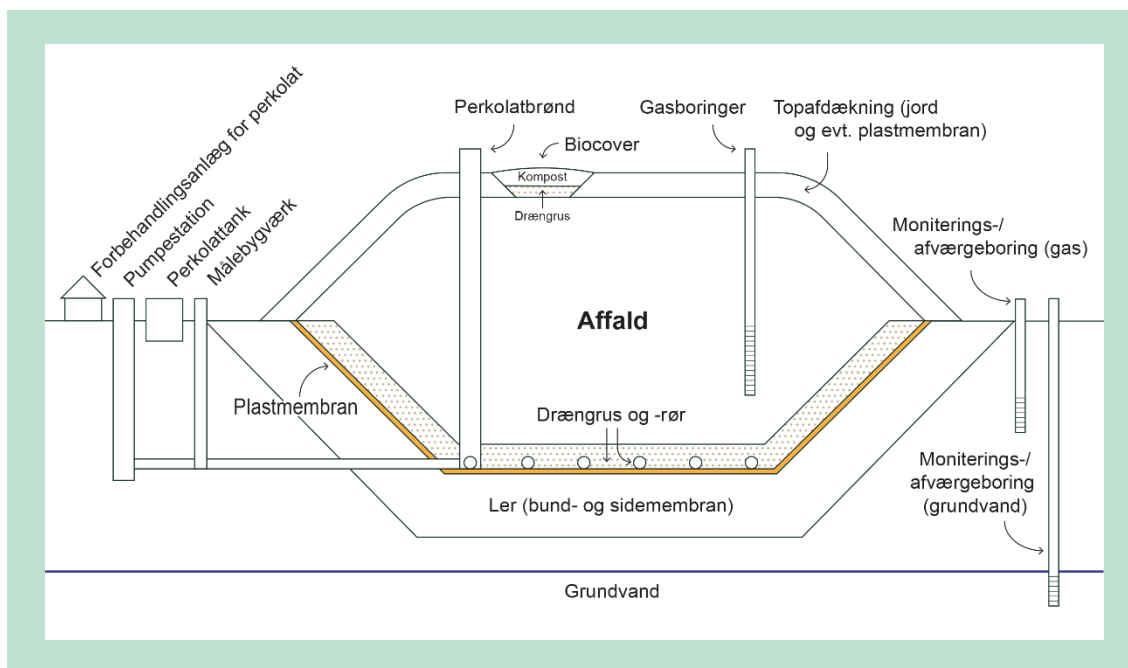
- Topafdækning (membran eller permeabel slutaafdækning)
- Perkolatpumpestationer og perkolattanke
- Brønde uden for deponeringsenhederne til vedligeholdelse/overvågning (måle- og spulebrønde mv.) samt borer for monitoring af grundvand og deponigas
- Forbehandlingsanlæg for perkolat
- Biocoveranlæg (kompost, gasdræn, evt. pumper mv.)
- Gasindvindingsanlæg (boringer, rør, pumper, motor eller flare mv.)
- Afværganlæg for grundvandsforurening og gasudslipning til naboer
- Anlæg for recirkulering af perkolat, aeration o.l.

Selve affaldet på deponeringsenheden kan også opfattes som en del af deponeringsenheden. Afhængig af, hvordan affaldet er indbygget i deponeringsenheden, kan det i sig selv mere eller mindre være en del af det miljøbeskyttende system. Er affaldet indbygget uhensigtsmæssigt, så der opstår barrierelag i affaldet, kan det føre til "kildevæld" af perkolat i deponeringsenhedernes ydre afgrænsning, hvilket er forbundet med flere forskellige miljørisici i form af potentiel forurening af overflade- og/eller grundvand.

Der findes deponeringsenheder med indadrettet grundvandstryk. Hvis der skulle ske brud på membransystemerne på sådanne enheder, vil det medføre en forøget perkolatdannelse. Hvis det renseanlæg, som behandler perkolatet, overholder udledningstilladelsens kravværdier, vil miljøpåvirkningen i en sådan situation være begrænset, men omkostningerne ved driften af renseanlægget vil selvsagt blive forøget. Sådanne deponeringsenheder indgår derfor ikke specifikt i de efterfølgende vurderinger, men tiltag for reduktion af miljøpåvirkningen fra sådanne enheder vil i de fleste tilfælde være de samme, som for enheder med udadrettet vandtryk.

Deponeringsanlæg består ud over de miljøbeskyttende systemer også af f.eks. bygninger, hegn mv. Disse indgår ikke i screeningen, da de som sådan ikke er miljøbeskyttende systemer.

FIGUR 2 viser en principskitse af en deponeringsenhed, hvor man kan se, hvordan de miljøbeskyttende foranstaltninger sædvanligvis er placeret.



FIGUR 2. Principskitse af deponeringsenhed

2.4 Løsningsmuligheder

Når man ser på den enkelte deponeringsenhed, er der nedenstående tre overordnede løsninger for at reducere miljørisici ved et aldrende anlæg:

- Bygge en ny deponeringsenhed med relevante miljøbeskyttende systemer
- Investere i afværgeforanstaltninger, f.eks. bortpumpning af forurenede grundvand
- Levetidsforlænge de miljøbeskyttende systemer, hvis muligt.

Hvilken af de tre løsninger, der er mest optimal, kan kun afgøres for konkrete deponeringsenheder i deres konkrete kontekst og kræver en tilbundsående analyse. Det vil formentlig være forskelligt, hvad der bør gøres for hver enkel deponeringsenhed, idet disse ofte skal ses i sammenhæng med andre deponeringsenheder (ofte ældre deponeringsenheder med en anden konstruktion) på det pågældende deponeringsanlæg.

Grundlæggende findes nedenstående teoretiske løsningsmuligheder til at holde risici på et acceptabelt niveau:

- Reinvestere i nyt aktiv, som erstatter det nuværende, så man "starter forfra" til venstre på badekarskurven.
- Forbedre/reparere aktivet (afhjælpende vedligeholdelse), så risici igen kommer ned i bunden på badekarskurven.
- Ændre vedligeholdelsen af aktivet (forebyggende vedligeholdelse), så perioden, hvor risici er i bunden af badekarskurven, forlænges.
- Ændre driften af aktivet så perioden, hvor risici er i bunden af badekarskurven, forlænges.
- Investere i monitoring og/eller afværgeforanstaltninger (f.eks. beskyttelsesfunktioner eller redundans) så man kan acceptere at komme højere op i enen af badekarskurven inden man skal gøre noget.

Ikke alle ovenstående løsningsmuligheder er relevante i forbindelse med levetidsforlængelse af ikke-tilgængelige aktiver på deponeringsenheder.

3. Resultater

3.1 Screening af miljørisici ved manglende funktion af miljøbeskyttende systemer

De forskellige miljøbeskyttende systemer har til formål at reducere risici for forskellige miljøbelastninger. TABEL 1 giver et overblik over, hvilke miljørisici der opstår, hvis de forskellige miljøbeskyttende systemer ikke længere har den fulde funktion. Under tabellen gives en kort beskrivelse af de enkelte risici.

De væsentligste miljørisici på de ikke-tingængelige aktiver, som er det primære fokus for denne screening, er forurening af grund- og overfladevand samt påvirkning af naboer i form af eksplosionsfare og risiko for eksponering i forhold til perkolat, gas og lugt.

TABEL 1. Oversigt over miljøbeskyttende systemer/aktiver og tilknyttede risici

Aktiver / Miljørisici	Forurening af grundvand	Forurening af overfladevand	Klimapåvirkning	Påvirkning af naboer	Påvirkning af eksterne renselanlæg
Ikke-tilgængelige aktiver					
Bundmembran	X	X			
Sidemembran	X	X		X	
Perkolatopsamlingssystem (dræn-grus og -rør samt perkolatbrønde i deponeringsenhederne)	X	X			
Tilgængelige aktiver					
Topafdækning, membran	X	X			
Topafdækning, permeabel slutfafdækning	X	X	X	X	
Perkolatpumpestation og -tank samt brønde til vedligeholdelse/overvågning	X	X			
Forbehandlingsanlæg for perkolat					X
Biocover- og gasindvindingsanlæg			X	X	
Afværgelanlæg for grundvandsforurening	X	X			
Afværgelanlæg for gasudslivning til naboer			X	X	
Anlæg for recirkulering af perkolat, aeration o.l.			X	X	X
(Indbygning af) affaldet	X	X		X	

Bundmembranen har som primært formål at sikre imod forurening af grundvandet. Hvis denne bliver utæt, kan det derfor føre til forurening af grundvandet, men i visse tilfælde også forurening af nærliggende overfladevand, hvis grundvandet afstrømmer hertil.

Sidemembranen har samme formål som bundmembranen, og der er de samme risici forbundet med denne. Derudover er der risiko for, at deponigas dannet i deponeringsenheden, som

bl.a. består af metan, kan sive ud af huller i sidemembranen og herved udgøre en eksplosionsfare for naboer.

Perkolatopsamlingssystemet, inkl. -pumpestation og -tank samt brønde til vedligeholdelse/overvågning, har til formål at opsamle og bortlede perkolatet til et forbehandlings- og/eller eksternt renseanlæg, herunder at sikre, at der ikke opstår et større vandtryk (af perkolat) på membranoverfladen. Hvis de ikke-tilgængelige dele af perkolatopsamlingssystemet er uhensigtsmæssigt konstrueret, vil deponeringsenheden i værste fald blive fyldt op med perkolat, indtil det løber over og forurener evt. nærliggende overfladevand og/eller nedsiver til grundvandet og forurener dette.

Et forbehandlingsanlæg for perkolat har til formål at rense udvalgte stoffer fra perkolatet for at overholde fastsatte udledningskrav inden bortledning til et renseanlæg uden for deponeringsanlægget. Hvis der opstår funktionsfejl på forbehandlingsanlægget, kan der ske overskridelser af de fastsatte udledningskrav og evt. en overbelastning af renseanlægget med dertilhørende andre miljørисici i form af, at det eksterne renseanlæg ikke kan overholde gældende kravværdier.

Biocover- og gasindvindingsanlæg har til formål at opsamle og/eller omdanne udsivende deponigas (primært metan) fra deponeringsenheden, så dette ikke påvirker hverken klimaet eller naboerne i uacceptabelt omfang. Hvis effektiviteten på disse aktiver over tid reduceres, er der risiko for udslip af metan og dermed påvirkning af klimaet og evt. naboer.

En membran som topafdækning etableres typisk, hvis en deponeringsenhed (typisk en enhed, som er etableret før indførelse af DS/INF 466) har en utæt bundmembran eller dårligt fungerende perkolatopsamlingssystem, hvorfor der sker påvirkning af grundvandet med perkolat. Topafdækningen har til formål at minimere mængden af regnvand, der infiltrerer ned i deponeringsenheden og bliver til perkolat. Hvis topmembranen ikke længere er tæt, dannes der perkolat i deponeringsenheden, hvilket vil medføre forurening af grundvandet og evt. også overfladevand.

En permeabel slutfafdækning som topafdækning har til formål at sikre, at den størst mulige mængde nedbør infiltrerer deponeringsenheden med det formål at udvaske forurening og holde nedbrydningsprocesserne i gang og derved stabilisere affaldet. Herudover kan slutfafdækningen medvirke til, at den udsivende metan/deponigas i et vist omfang oxideres, og at klimapåvirkningen herved reduceres. Hvis slutfafdækningens permeabilitet forringes, er der risiko for, at efterbehandlingstiden for affaldet stiger som følge af en reduceret omsætning af affaldet i enheden. Dette kan føre til behov for øget levetid af deponeringsenheden og de dertil knyttede miljørисici nævnt i resten af tabellen. Hvis permeabiliteten stiger f.eks. som følge af sprækker i slutfafdækningen, eller at slutfafdækningen sætter sig, er der risiko for påvirkning af klimaet ved øget udsivning af metan, fordi omsætning af metan reduceres af en mindre funktionel slutfafdækning. En mindre funktionel slutfafdækning kan også medføre, at tilførsel af nedbør ikke sker jævnt over hele deponeringsenheden, hvorfor dele af enheden ikke får tilført vand og omsætningen reduceres.

Topafdækning med membran eller permeabel slutfafdækning har generelt også til formål at beskytte mennesker og dyr, så disse ikke kan komme i kontakt med affaldet. Hvis der opstår sprækker eller erosion i topafdækningen, kan der derfor opstå risiko for, at mennesker eller dyr kan få kontakt med affald, enten ved direkte kontakt eller ved spredning af affald med vind eller dyr.

Afværggeanlæg for grundvandsforurening og gasudsivning til naboer har til formål at sikre mod en uacceptabel risiko i forhold til grundvand og naboer. Nedbrud af sådanne afværggeanlæg kan føre til, at der opstår miljørисici, som afværggeanlæggene skal forhindre.

Anlæg for recirkulering af perkolat, aeration o.l. har til formål at accelerere udvaskning og nedbrydningen af affaldet og herved håndtere/reducere perkolatmængder og -indhold, klimapåvirkningen fra metanudslivning, efterbehandlingstiden mv. Reduceret funktion af disse anlæg kan føre til, at den håndtering/reduktion, som anlægget forventes at medføre, ikke opnås.

Hvis affaldet i deponeringsenheden er uhensigtsmæssigt indbygget således, at der findes barrierelag, kan der opstå "kildevæld", hvor perkolat strømmer ud gennem slutaftdækningen på deponeringsenhedens sider. Perkolat kan derved løbe uden for deponeringsenheden og ikke blive opsamlet af perkolatsystemet. Kildevæld kan føre til forurening af både grundvand og overfladevand afhængig af, hvor det løber ud. Der er også risiko for, at naboer eller dyr kommer i kontakt med perkolatet fra kildevældet.

3.2 Kortlægning af rodårsager til - og løsningsmuligheder for - uacceptable miljørisici

De fleste aktiver, som et deponeringsanlæg består af, er tilgængelige for almindelig drift og vedligeholdelse. Undtagelsen er bund- og sidemembraner samt perkolatopsamlingssystemet (drænrør og -grus samt perkolatbrønde), der er placeret under og i affaldet på den enkelte deponeringsenhed.

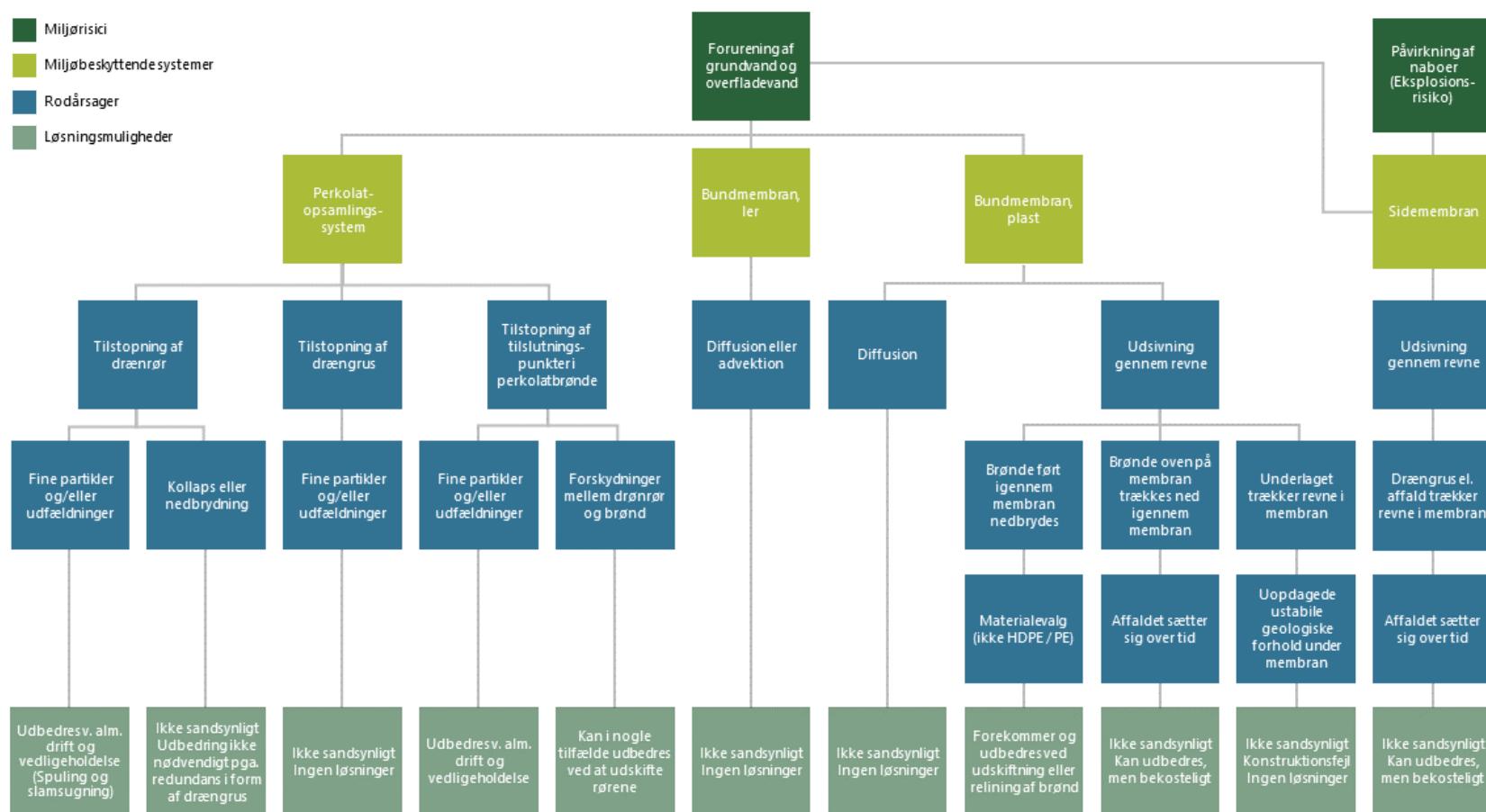
Det er ikke muligt inden for rammerne af denne screening at gå i dybden med rodårsager og løsningsmuligheder for miljørisici på de aktiver, som er tilgængelige for almindelig drift og vedligeholdelse. Fokus i dette afsnit er derfor på de ikke-tilgængelige aktiver. Der er taget udgangspunkt i de situationer, hvor risikoen potentielt stiger med alderen på aktivet eller selve deponeringsenheden.

Overordnet set vurderes det, at der ikke er ret mange mulige aldersrelaterede nedbrud på de ikke-tilgængelige aktiver i form af bund- og sidemembraner og perkolatopsamlingssystem på deponeringsenheder designet efter DS/INF 466 og med korrekt valg af materiale. De mulige nedbrud af funktionen, som er beskrevet i dette afsnit, er derfor ikke sandsynlige og de fleste har endnu ikke kunnet konstateres i praksis på deponeringsenheder konstrueret i henhold til DS/INF 466.

Løsninger for reduktion af risikoen (i forbindelse med levetidsforlængelse) for de nævnte ikke-tilgængelige aktiver er også få og vanskeligt realiserbare i praksis.

Et overblik over sammenhængen mellem miljørisici, miljøbeskyttende systemer, rodårsager og mulige løsninger er vist i FIGUR 3. Sammenhængene forklares på de følgende sider.

Overblik over miljørisici, miljøbeskyttende systemer, rodårsager og løsningsmuligheder



3.2.1 Bund- og sidemembran

Reduceret funktion af bund- og sidemembraner kan skyldes uhensigtsmæssig ibrugtagning. Risikoen i den forbindelse er som tidligere beskrevet ikke afhængig af levetiden. Konstruktionsmetoder og materialevalg kan påvirke levetiden, men det er ikke noget, man bagudrettet kan gøre noget ved.

Der findes umiddelbart nedenstående tre situationer, hvor der kan forekomme en reduceret funktion af bund- og sidemembraner. Reduceret funktion defineres her som forhold ved membransystemerne, der øger miljørisici i form af risiko for forurening af grundvand og overfladevand samt eksplosionsrisici:³

- Diffusion af visse stoffer i perkolatet (f.eks. lette kulbrinter) igennem plastmembranen
- Diffusion af visse stoffer i perkolatet (f.eks. chlorid) igennem lermembranen
- Udsivning af perkolat og/eller deponigas på grund af sprækker i plast- og lermembranen

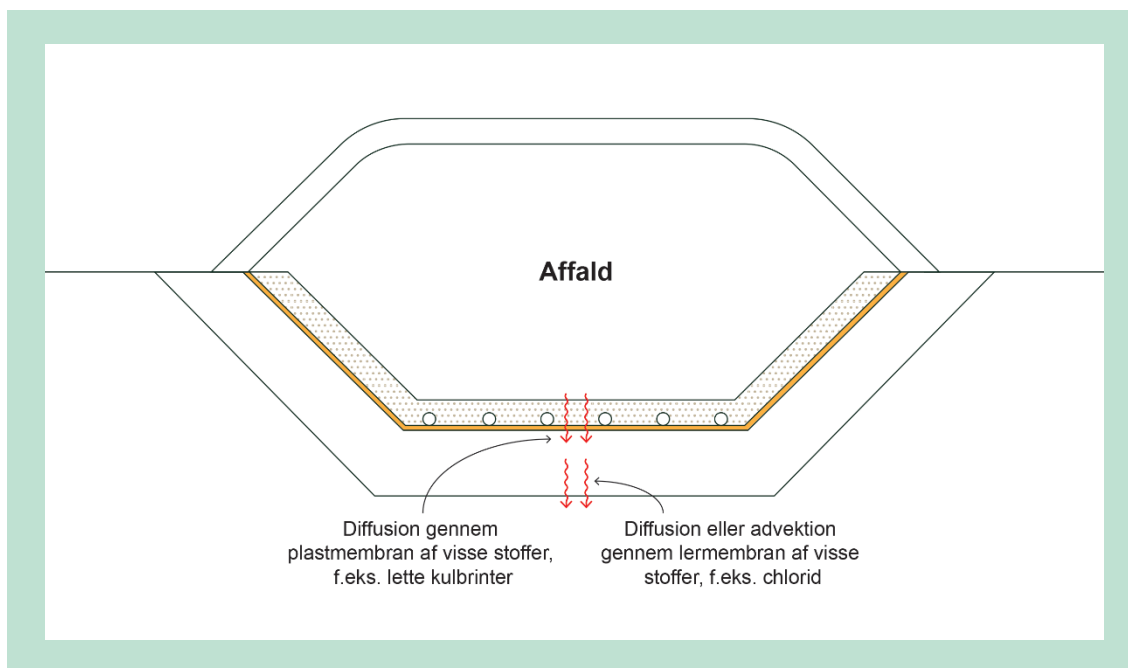
Styrken i kompositmembranen (et membransystem, der består af både en plast- og en lermembran) er, at plastmembranen som udgangspunkt er 100 % tæt men sårbar og uden egentlig styrke, samt diffusionstæt overfor en lang række af stofferne i perkolatet, mens lermembranen er robust og har en lav permeabilitet, der vil beskytte mod større lækage i tilfælde af huller i plastmembranen. Til gengæld er lermembranen ikke 100 % tæt overfor advektion (gennemsvivning af vand), da den har en vis permeabilitet.

En reduceret funktion af ler- og plastmembranerne kan forekomme ved, at der over tid kan diffundere stoffer igennem disse, som illustreret i FIGUR 4. Da membranerne er placeret under affaldet og derfor ikke er tilgængelige, kan der reelt ikke rettes op på dette forhold. Risikoen for, at en sådan reduceret funktion vil forekomme i et betydeligt omfang og medføre uacceptable miljøpåvirkninger, anses dog grundlæggende for lille.

Plastmembraner af HDPE vurderes således at være diffusionstætte overfor langt de fleste relevante stoffer, men det kan ikke udelukkes, at visse stoffer, herunder lette kulbrinter, under særlige omstændigheder kan diffundere igennem en plastmembran af HDPE. Det anses dog for mindre sandsynligt, at dette i givet fald vil ske i et omfang, der medfører en uacceptabel risiko, bl.a. fordi den underliggende lermembran i de fleste tilfælde vil begrænse eller helt standse yderligere diffusion, herunder særligt af lette kulbrinter.

Lermembraner vurderes at være diffusionstætte overfor en række stoffer mens andre stoffer, herunder f.eks. chlorid, kan diffundere gennem en lermembran. Hvor lang tid stoffer er om at diffundere gennem en lermembran afhænger af kvaliteten/tætheden og tykkelsen af membranen, som både kan være en naturlig eller en udlagt membran. Det anses dog for mindre sandsynligt, at dette i givet fald vil ske i et omfang, der medfører en uacceptabel risiko, bl.a. fordi udlagte lermembraner som udgangspunkt har en vis tykkelse mens in situ lermembraner kan have en betydelig tykkelse. Derudover kræver en påvirkning af grundvandet en forudgående reduceret funktion af den overliggende plastmembran (ved diffusion eller hul igennem).

³ Man kan diskutere, om der er tale om reduceret funktion, hvis der f.eks. er ændrede krav til materialevalg over tid, der gør at funktionen af aktiverne ikke længere lever op til kravene.



FIGUR 4. Illustration af risiko vedr. diffusion og/eller advektion igennem membraner

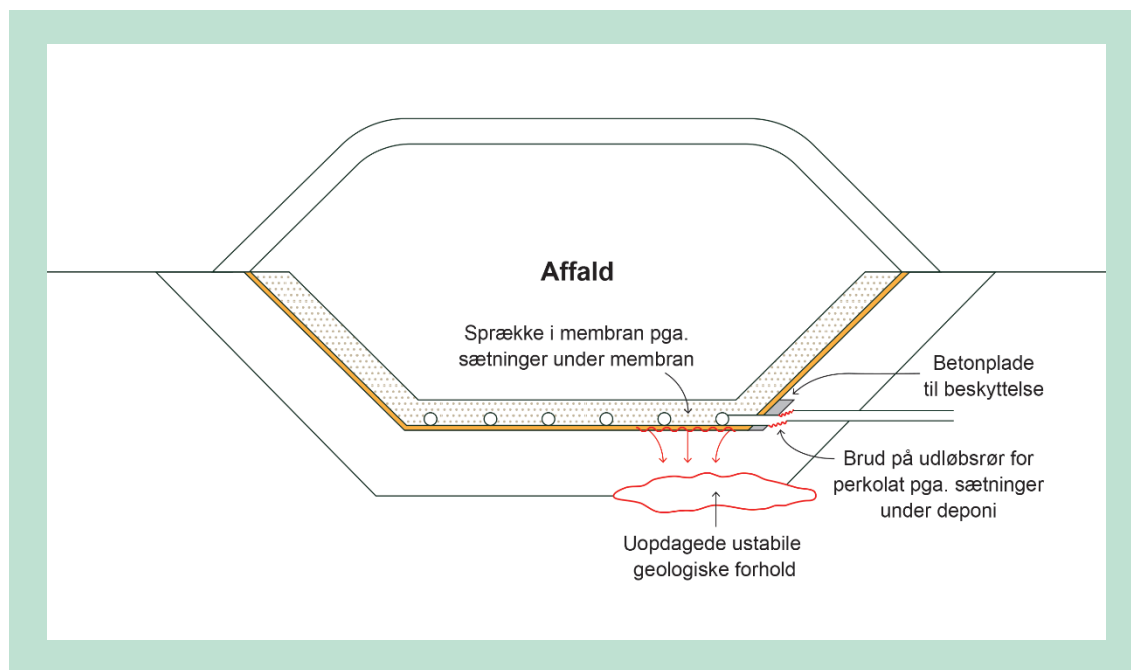
Plastmembraner laves typisk af HDPE, der er modstandsdygtig overfor de perkolat-, pH- og temperaturforhold, som typisk forekommer i deponeringsenheder. Generelt vurderes der med den nuværende viden ikke at forekomme forhold i en deponeringsenhed, som over tid vil svække en HDPE-membran. På det foreliggende vidensgrundlag vurderes det derfor ikke sandsynligt, at HDPE-membraner vil blive nedbrudt/opløst over tid, og risikoen for at der opstår huller af denne årsag, vurderes således som meget lille. For at underbygge denne vurdering anbefales det, at der foretages en opsamling og gennemgang af den nyeste viden i forhold til risikoen for nedbrydning af HDPE-membraner, hvilket har ligget uden for rammerne af denne screening.

Selvom plastmembraner er meget elastiske, kan der opstå træk i membranen, der kan få den til at revne. Træk i membranen kan som udgangspunkt opstå på følgende tre måder:

- Hvis jorden under deponeringsenheden sætter sig og herved trækker i og medfører revner/sprækker i bund- og evt. sidemembraner.
- Hvis affaldet sætter sig og herved trækker i og revner/sprækker sidemembranen.
- Hvis brønde inde på deponeringsenheden trækkes ned mod og igennem bundmembranen, når det omkringliggende affald sætter sig.

Jorden under deponeringsenheden kan sætte sig, hvis der her er uopdagede geologiske forhold, som ikke er tilstrækkeligt stabile i forhold til den belastning, som deponeret affald udgør. Over tid kan der opstå sætninger, hvilket kan forårsage træk og dermed forskydninger/sprækker i bund- og evt. sidemembraner, samt forskydninger/brud i udløbsrør for perkolat - især ved udløbspunktet, hvor dette er ført gennem membranen - som illustreret i FIGUR 5. Udløbspunktet fra en deponeringsenhed er normalt beskyttet med betonplader og lignende stabile konstruktioner og er typisk placeret i yderpunkter af deponeringsenheden, hvor man ofte kan tilgå enheden fra ydersiden. Forskydninger/brud i udløbsrør uden for deponeringsenheden kan derfor i nogle tilfælde løses ved at grave ned og foretage de nødvendige reparationer.

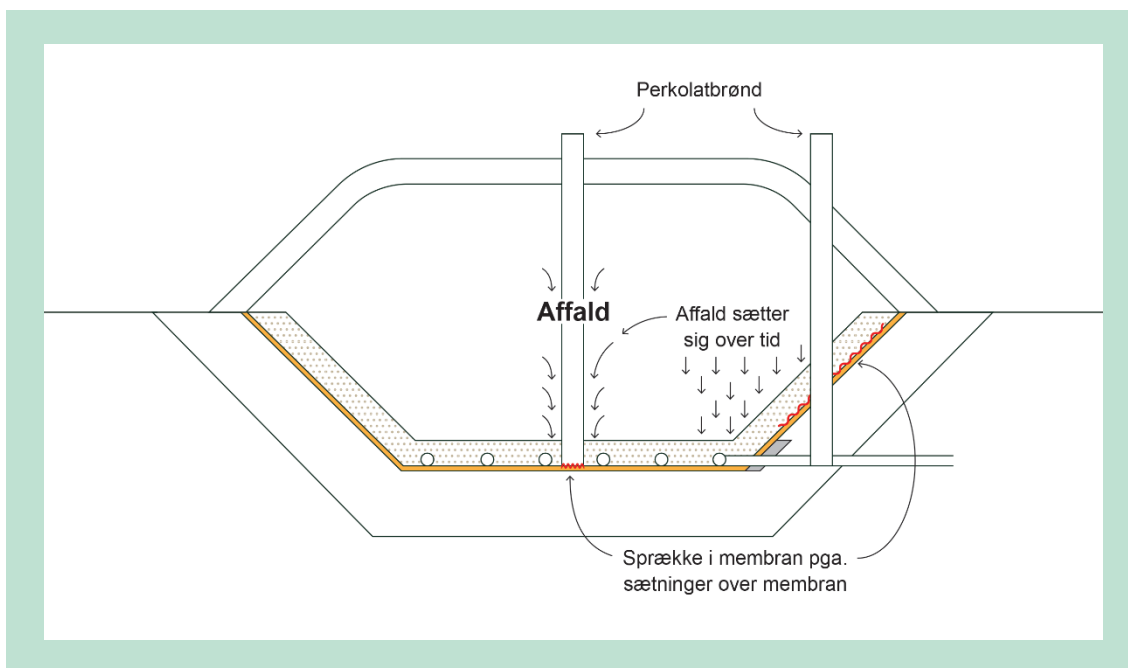
Normalt bearbejdes og undersøges jorden under deponeringsenheden som led i konstruktionen. Uopdagede ustabile geologiske forhold under deponeringsenheder vil derfor være at betegne som en konstruktionsfejl. Der findes ikke umiddelbart kendte løsninger til at udsætte eller udbedre træk i membraner (og dermed levetidsforlænge disse) pga. eventuelle sætninger under membranerne. Eventuelle sætningsskader på udløbsrør/-punktet vil i visse tilfælde kunne udbedres, hvis skaden kan tilgås ved gravearbejde fra ydersiden af enheden.



FIGUR 5. Illustration af risiko vedr. sprækker i membran og brud på udløbsrør pga. sætninger under membran

Der kan også opstå træk på sidemembranen, når affaldet efter nedlukningen af enheden sætter sig, særligt omkring perkolatbrønde eller rør, der er ført gennem sidemembranen i en vis højde over skråningsfoden, se illustration i FIGUR 6. Dette vil typisk ske, når siderne er stejle, som f.eks. i gamle grusgrave. Der foreligger dog ikke umiddelbart kendskab til konkrete eksempler fra danske deponeringsenheder, hvor dette er konstateret, hvorfor hændelsen anses for meget lidt sandsynlig. I visse tilfælde vil man muligvis kunne tilgå og udbedre eventuelle huller, der er opstået pga. sådanne træk, ved at grave ned til dem. Dette gravearbejde kan enten foretages udefra igennem de beskyttende jordvolde, hvis deponeringsenheden er placeret over det omkringliggende terræn, eller gennem affaldet ovenpå sidemembranen. Disse udbedringsmetoder anses dog for at være meget komplicerede og bekostelige. Herudover fordrer det, at man med stor sikkerhed kan udpege et aktuelt hul til at være årsagen til den aktuelle miljørisiko, der er konstateret, samt fastlægge en præcis placering af hullet, hvilket ofte ikke vil være muligt eller meget vanskeligt.

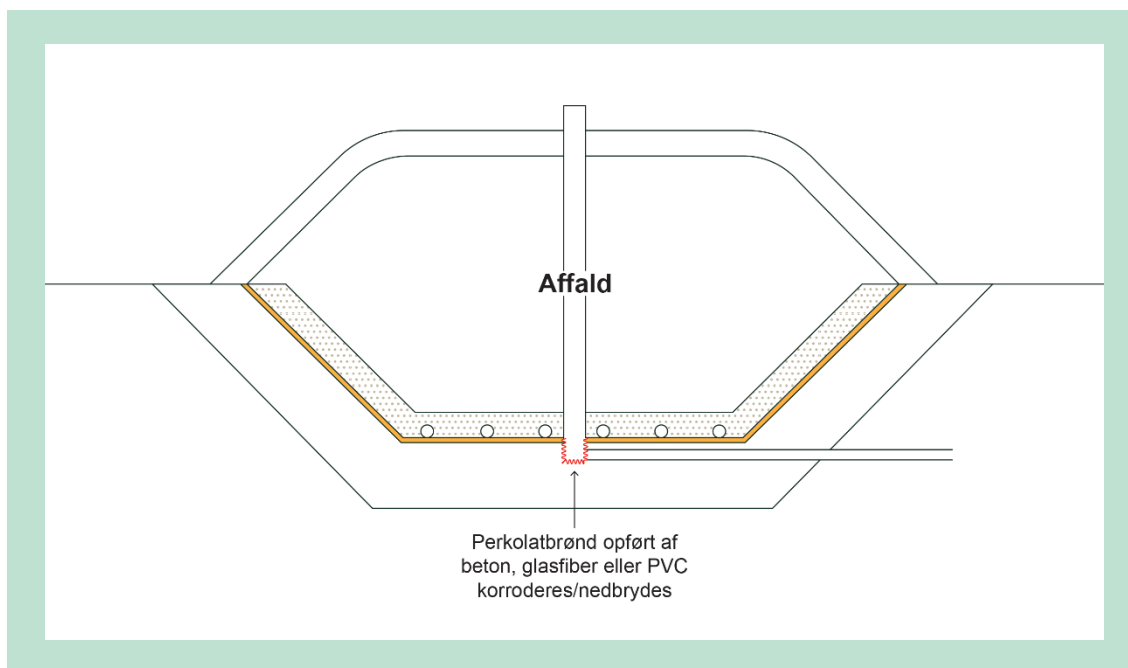
Brønde, der er placeret inde i affaldet oven på membranen, kan blive trukket ned, når det omkringliggende affald sætter sig pga. omsætning og nedbrydning af affaldet, og dermed lave sprækker i bundmembranen, hvis der er ustabile underliggende geologiske forhold, se FIGUR 6. Den umiddelbart eneste løsning på dette vil være, at grave affaldet og brønden op, lappe sprækkerne i membranen, og installere en ny brønd på samme sted. I langt de fleste tilfælde vurderes dette at være en meget kompliceret og bekostelig udbedringsmetode. Herudover fordrer det, at man med stor sikkerhed kan udpege den aktuelle brønd og eventuelle sprækker under denne, til at være årsagen til den aktuelle miljørisiko, der er konstateret (f.eks. en nedstrøms forurening af grundvandet), hvilket ofte ikke vil være muligt eller meget svært.



FIGUR 6. Illustration af risiko vedr. sprækker i membran pga. sætninger over membran

På enkelte deponeringsenheder er perkolatbrønde inde i affaldet ført ned igennem bundmembranen, og hvis der i disse tilfælde er anvendt brønde af beton, PVC eller glasfiber, kan der opstå huller i brøndbund og -vægge, da sådanne brønde er mindre modstandsdygtige (end f.eks. brønde af HDPE eller PE) og derfor kan korroderes/nedbrydes/opløses af miljøet i deponiet, se illustration i FIGUR 7.

Der findes umiddelbart to mulige løsninger, hvor man enten lapper hullet/hullerne i brønden ved f.eks. relining/strømpeforing af brønden eller ved at udskifte den gamle brønd med en ny ved opgravning og tilbagefyldning. Hvor bekostelige disse løsninger er, afhænger af det aktuelle tilfælde. Der findes konkrete eksempler på forekomster af sådanne brønde på danske deponeringsenheder. Der er derfor en vis sandsynlighed for, at risikoen for påvirkninger af omgivelserne kan forekomme.



FIGUR 7. Illustration af risiko vedr. huller (pga. korrosion) i perkolatbrønd ført igennem bundmembran

3.2.2 Perkolatopsamlingssystemet

Perkolatopsamlingssystemet består af et drænsystem bestående af udlagt drængrus enten med eller uden drænrør. Både drænrør og drængrus fungerer som dræn, og drængruset er - jf. DS/INF 466 - dimensioneret til at have den nødvendige kapacitet til at kunne opsamle og bortlede perkolatet, selvom drænrørene ikke fungerer efter hensigten. Herudover består perkolatopsamlingssystemet af en række perkolatbrønde (rense-/spule-/inspektions-/samle-/pumpebrønde og målebygværker), der er tilsluttet drænsystemet og kan være placeret både uden for eller inden for deponeringsenheden. Fra perkolatopsamlingssystemet ledes perkolatet - evt. over en perkolattank - til efterfølgende rensning før udledning til recipient.

For perkolatopsamlingssystemet er der som udgangspunkt tre forhold, som kan reducere effektiviteten af konstruktionen:

- Tilstopning af drænrør
- Tilstopning af drængrus
- Tilstopning af udløbspunkter

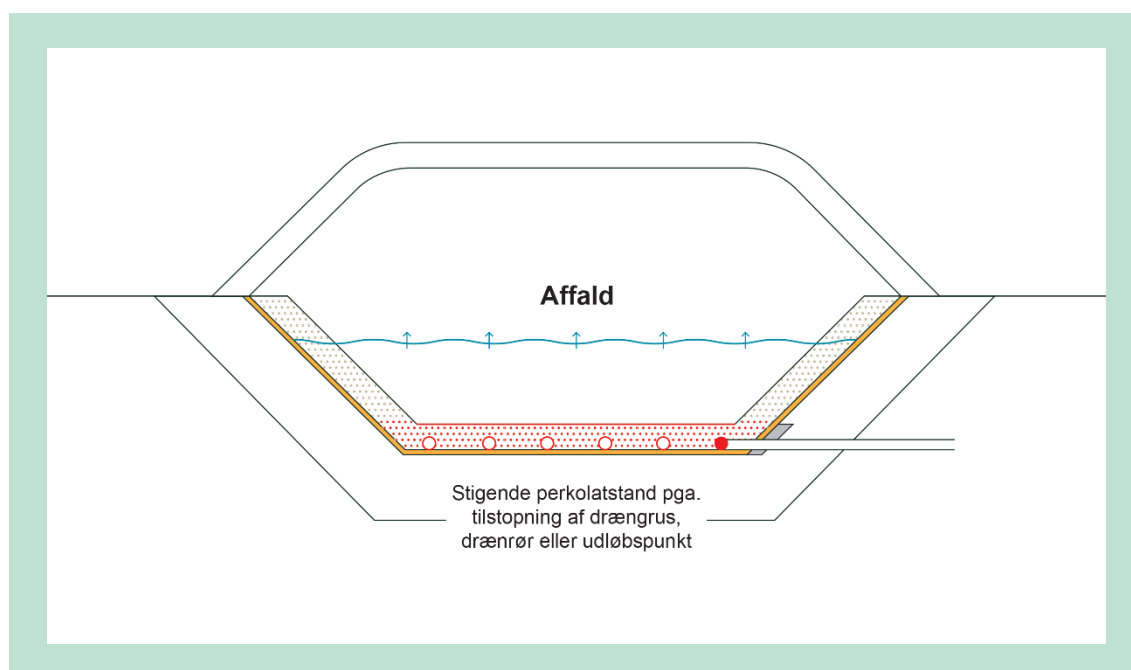
Tilstopning af drænrør kan opstå, hvis der fanges fine partikler (f.eks. ler/silt) eller opstår udfældninger (f.eks. kalciumkarbonat, okker mv.) i rørene/slidserne, se illustration i FIGUR 8. Fine partikler og udfældninger, kan transporteres i drænrørene og ophobes, hvorved kapaciteten af rørene reduceres og i værste fald stopper til. Disse forhold løses sædvanligvis ved almindelig (levetidsforlængende) drift og vedligeholdelse i form af spuling og slamsugning. Derudover bør det så vidt muligt undgås at deponere affald, der genererer udfældninger, som f.eks. bioaske fra kraftvarmeanlæg, der fyrer med halm.

Tilstopning af drænrør kan også ske ved et kollaps af rørene eller korrosion/nedbrydning/opløsning af drænrørene pga. miljøet i deponiet. De fleste deponeringsenheder i Danmark har dog drænrør af HDPE/PE, der vurderes at være modstandsdygtige overfor miljøet i deponiet, og derfor at have en levetid på lige fod med membraner og brønde i samme materiale, jf. ovenstående beskrivelser. Det er som udgangspunkt ikke muligt at udskifte kollapsede drænrør, da eksempelvis hverken etablering af nye vandrette drænrør ved styret underboring, eller

etablering af lodrette drænbrønde ved opgravning/-boring, anses for realistiske muligheder. Drænrør der er tæt på kollaps eller helt/delvist kollapsede kan muligvis levetidsforlænges ved strømpeforing/relining, hvilket dog vurderes sjældent at kunne betale sig eller være nødvendigt, da laget af drængrus, som nævnt ovenfor, har den nødvendige kapacitet til at kunne fungere alene.

Tilstopning af drængrus kan opstå som følge af udfældninger (f.eks. kalciumkarbonat) eller ved tilførsel af finkornet materiale, se FIGUR 8. Hvis der sker tilstopning af drængruset, vil perkolatstanden i deponeringsenheden stige, og den forøgede gradient vil i et vist omfang kompensere for tilstopningen men vil medføre et forøget pres på membransystemet. Det er ikke umiddelbart muligt at udskifte drængruset og dermed levetidsforlænge denne del af drænsystemet.

Tilstopning af udløbspunkter kan ske ved ophobning af fine partikler, se FIGUR 8, hvilket normalt også kan løses ved almindelig (levetidsforlængende) drift og vedligeholdelse i form af spuling og slamsugning.



FIGUR 8. Illustration af risiko vedr. tilstopning af drænrør, drængrus eller udløbspunkt.

4. Konklusion

Alle tilgængelige miljøbeskyttende systemer (såsom slutaftdækning med eller uden membran), perkolatpumpestationer og -tanke, perkolattransportrør uden for enhederne, forbehandlingsanlæg for perkolat, biocoveranlæg, gasindvindingsanlæg mv.) på danske deponeringsanlæg kan som udgangspunkt levetidsforlænges ved almindelig drift og vedligeholdelse. Dette gør sig generelt også gældende for perkolatopsamlingsystemet inden for deponeringsenhederne, der i denne analyse er kategoriseret som et af de ikke-tilgængelige miljøbeskyttende systemer, da det er placeret under affaldet, hvor almindelig/hensigtsmæssig drift og vedligeholdelse primært omfatter jævnlig spuling og slamsugning af drænrørene. Herudover kan der være behov for at renovere eller etablere nye perkolatbrønde, hvis disse ikke er lavet i perkolatmodstandsdygtige materialer (f.eks. HDPE), hvilket kan være kompliceret, men anses for teknisk muligt.

De funktionsproblemer, der kan opstå på de ikke-tilgængelige dele af de miljøbeskyttende systemer (dvs. bund- og sidemembraner samt dele af perkolatopsamlingsystemet under affaldet) på danske deponeringsenheder stammer i al væsentlighed fra det oprindelige design, konstruktion og materialevalg samt som følge af de fysiske og kemiske påvirkninger, deponeret affald medfører. De ikke-tilgængelige dele, der består af HDPE, kan formentlig leve meget længe. For at underbygge denne vurdering anbefales det, at der foretages en opsamling og gennemgang af den nyeste viden i forhold til risikoen for nedbrydning af HDPE-membraner og HDPE-brønde, hvilket har ligget uden for rammerne af denne screening.

Danske deponeringsenheder er efter 1999 projekteret og anlagt i henhold til DS/INF 466, der som udgangspunkt ikke tager afsæt i en begrænset teknisk levetid på de 30 år, der er anvendt i forbindelse med fastlæggelsen af hensættelser på de fleste anlæg. Det vurderes generelt, at de ikke-tilgængelige miljøbeskyttende systemer i form af bund- og sidemembraner samt perkolatopsamlingsystemer afhængigt af driftsforholdene reelt har en teknisk levetid på langt over 30 år. Således vurderedes det i forbindelse med arbejderne bag DS/INF 466, at HDPE-materialer kan forventes at have levetider på 80-100 år i korrekt opbyggede deponeringsenheder.

De danske deponeringsenheder etableret i henhold til DS/INF 466:1999 er derfor forventeligt p.t. i god stand. Der kan dog være ikke-registrerede forhold, typisk i forbindelse med de ikke-tilgængelige miljøbeskyttende systemer, som kan udgøre en risiko for omgivelserne.

Levetidsforlængelse af miljøbeskyttende systemer på deponeringsenheder

For mange af de eksisterende deponeringsenheder i Danmark forventes efterbehandlings-perioden markant at overstige de 30 år, som selskaberne aktuelt foretager hensættelser efter. I den forbindelse har Miljøstyrelsen efter dialog med affaldsbranchen oplevet et behov for at få belyst nogle forhold omkring den tekniske levetid af de miljøbeskyttende systemer på deponeringsanlæggene.

En mulig forlænget efterbehandlingsperiode betyder, at det bør vurderes, hvordan og hvor længe de eksisterende miljøbeskyttende systemer på deponeringsenheder, såsom membraner, dræn, pumper etc. kan levetidsforlænges, samt hvilke muligheder som findes, når det ikke længere er praktisk muligt af levetidsforlænge dele af disse systemer. Formålet vil som udgangspunkt være at forsøge at undgå akutte afværgetiltag ved at tilpasse drift og vedligehold til en mulig markant forlænget driftsperiode.

Nærværende rapport omfatter en overordnet screening af overordnede potentielle udfordringer og muligheder, men ikke konkrete vurderinger af, hvad der bør gøres på hvert enkelt deponeringsanlæg. Det er endvidere ikke muligt inden for rammerne af denne opgave at estimere omkostningerne forbundet med de forskellige løsningsmuligheder, idet disse vil være meget afhængige af forholdene på den enkelte deponeringsenhed.



Miljøstyrelsen
Tolderundsvej 5
5000 Odense C

www.mst.dk