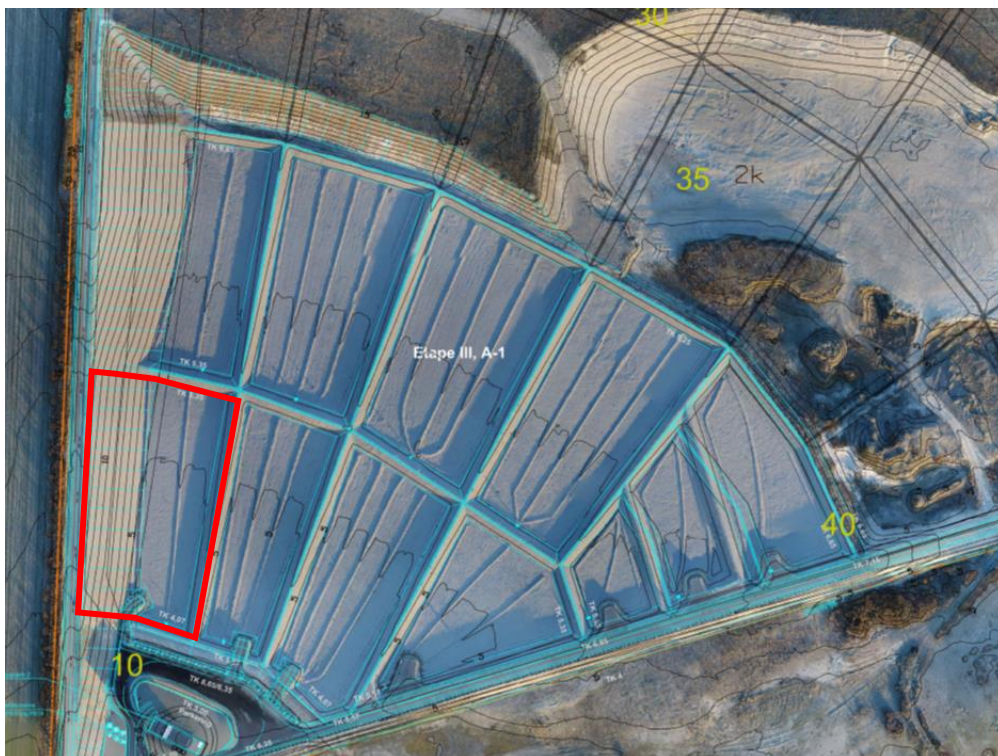




## Recirkulering af perkolat: Planlægning og opfølgning af recirkuleringsprojekter

Februar 2019



og

**Knox Associates (UK) Ltd**



## Recirkulering af perkolat: Planlægning og opfølgning af recirkuleringsprojekter

Udarbejdet for: DepoNet

**Af:** **Danish Waste Solutions ApS**  
Agern Allé 3  
DK-2970 Hørsholm  
Denmark  
  
Telefon: (+45) 21 25 33 20  
Email: [oh@danws.dk](mailto:oh@danws.dk)

og

**Knox Associates (UK) Ltd.**  
Barnston Lodge  
50 Lucknow Avenue  
Mapperley Park  
Nottingham  
NG3 5BB United Kingdom  
  
Telefon: (+44) 0115 962 0866  
Email: [keith.knox@knox.co.uk](mailto:keith.knox@knox.co.uk)

**Forfattere:** Ole Hjelmar, Danish Waste Solutions ApS  
Keith Knox, Knox Associates (UK) Ltd.

**Dato:** 18. februar 2019



## Indhold

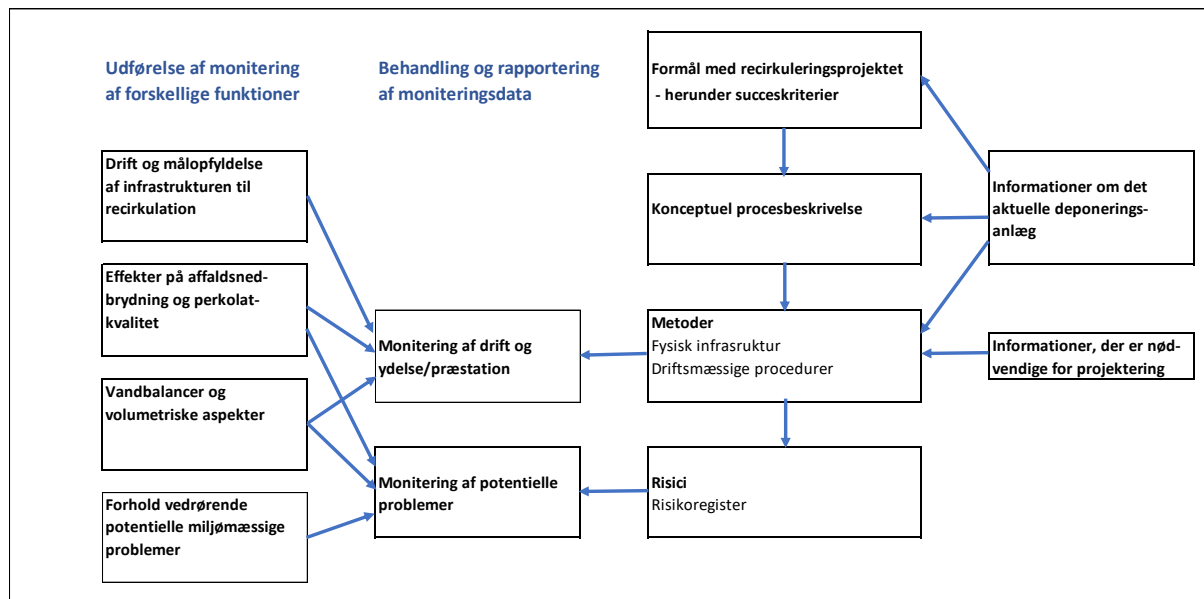
1. INDLEDNING.....	7
2. UDVIKLING AF DOKUMENTATION/ANSØGNING .....	9
2.1 Trinvis procedure.....	9
2.2 Fase 1: Indledende projektudvikling .....	10
2.2.1 Formål og forventninger .....	10
2.2.2 Konceptuel procesbeskrivelse og tidsskala .....	11
2.2.3 Infrastruktur .....	12
2.2.4 Liste over potentielle risici .....	12
2.2.5 Monitoring .....	13
2.2.6 Mulighed for indledende dialog .....	13
2.3 Fase 2: Udarbejdelse af færdig ansøgning/dokumentation.....	14
2.3.1 Indarbejdelse af modtaget feedback .....	14
2.3.2 Projektering.....	14
2.3.3 Konstruktion/installering .....	14
2.3.4 Drift .....	14
2.3.5 Monitoring og anvendelse/vurdering af resultater.....	15
2.3.6 Plan for nedlukning af systemet og vurdering af effekterne heraf .....	15
2.3.7 Plan for handling ved utilsigtede hændelser.....	16
2.3.8 Indsendelse af ansøgning om miljøgodkendelse .....	16
3. REFERENCER.....	17
Bilag 1: Synopsis og checkliste for grundlæggende og understøttende information om en depone-	
ringsenhed, hvor der ønskes recirkulering af perkolat	
Bilag 2: Liste over anbefalede parametre til monitoring af perkolatkvalitet (fuldt program)	
Bilag 3: Eksempler på hydrauliske konceptuelle designberegninger for recirkuleringsprojekter	
Bilag 4: Liste over potentielle risici (eksempler)	
Bilag 5: Lister over forhold, der kan kræve monitoring	
Bilag 6: Eksempel på dokument udfyldt på grundlag af synopsis i Bilag 1	



## 1. Indledning

Dette notat giver retningslinjer for, hvorledes det kan sikres, at der for et projekt til recirkulering af perkolat på en deponeringsenhed er en sammenhæng mellem formål, det tekniske design, drift og monitoring af fysiske og kemiske forhold samt løbende vurderinger og opfølgende aktioner i forhold til overensstemmelse med formålet. Det er hensigten med notatet at understøtte udarbejdelsen af den dokumentation, som skal foreligge i forbindelse med miljøansøgninger om tilladelse til etablering af et recirkulationsprojekt, og som skal sætte tilsynsmyndigheden i stand til at foretage en vurdering på et forsvarligt og velinformeret teknisk/videnskabeligt grundlag. Notatet dækker de væsentligste elementer i et recirkuleringsprojekt, som vist skematisk i Figur 1.1.

Figur 1.1: Skematisk beskrivelse af rammerne for vurdering af et projekt for recirkulering af perkolat.



Notatet skal ses som en vejledning, og er således ikke en forskrift. Det er hensigten at påpege alle de forhold, som det kan være nødvendigt at tage i betragtning i forbindelse med udviklingen af et konkret recirkuleringsprojekt. Det er dog næppe sandsynligt, at alle de beskrevne forhold vil være relevante i alle tilfælde; det vil for et givet recirkuleringsprojekt afhænge af formålet, af diskussioner mellem operatøren og den relevante myndighed (Miljøstyrelsen), af skalaen af projektet og af det potentielle risikoniveau på den pågældende lokalitet. Der kan være forskellige grunde til at recirkulere perkolat; det er blandt andet vist, at recirkulering effektivt kan fremme stabilisering af nedbrydeligt affald og perkolat, bidrage til øget gasdannelse i deponeret affald, og udjævne årstidsvariationer i perkolatproduktionen. På den anden side er der tidligere blevet implementeret en del recirkuleringsprojekter uden forudgående overvejelser omkring formål, design og monitoring og sammenhængen mellem disse. Dette notat vil kunne bidrage til, at dette ikke behøver at ske fremover.

Det er vigtigt, at forarbejdet i form af både konceptuelt og fysisk design og dokumentation har en kvalitet og et omfang, som kan give myndighederne sikkerhed for, at et givet recirkuleringsprojekt kan gennemføres på et miljømæssigt sikkert og forsvarligt grundlag, dog uden at det samtidig bliver så omfattende og tungt, at det på forhånd afskrækker operatører fra at igangsætte aktiviteter, som kunne bidrage til reducere belastningen af miljøet.

Den indledende projektudviklingsfase, som er det første trin i proceduren, vil kunne hjælpe en operatør af et deponeringsanlæg med at afgøre, om man for et givet forslag til et recirkuleringsprojekt bør/kan gå videre og udarbejde en egentlig ansøgning om miljøtilladelse med henblik på efterfølgende implementering. Det forventes, at arbejdet med at tilvejebringe den dokumentation, som beskrives i notatet, vil hjælpe operatøren til at optimere den påtænkte recirkuleringsløsning og dermed øge muligheden for, at målet eller målene med projektet vil kunne nås. Det forventes desuden, at en operatør under udviklingsforløbet for et recirkuleringsprojekt vil være i kontakt med de relevante myndigheder, således at

## Udkast 2019-02-18

feedback fra disse kan tages i betragtning og i nødvendigt omfang indarbejdes i projektet, før der fremsendes en formel ansøgning.

Den frembragte dokumentation bør omfatte uddybning af følgende:

### Indledende projektudvikling

- Beskrivelse af relevante forhold for de deponeringsenheder, som tænkes inddraget i recirkuleringsprojektet (f.eks. i et appendix - kan også være et indledende afsnit i dokumentet)
- Formålet/formålene med den foreslåede recirkulering af perkolat
- Forventede resultater og succeskriterier
- Oversigt over recirkuleringsprojektet og konceptuelt design
- Oversigt over den foreslåede infrastruktur
- Liste over potentielle risici
- Oversigt over det foreslåede monitoringsprogram

### Projektering og drift

- Implementering af eventuelle ændringer i design, infrastruktur
- Projektering og installering af infrastrukturen til recirkulering
- Fastlæggelse af monitoringsystemerne
- Program for konstruktion/opbygning og drift af recirkuleringssystemet
- Udarbejdelse af driftsmanual og sikkerhedsforskrifter
- Løbende evaluering og rapportering om systemets drift og udvikling i forhold til teknisk funktion, miljømæssige aspekter på kort og langt sigt (herunder risici) samt målopfyldelse/succeskriterier

### Nedlukning

- Plan for nedlukning af recirkuleringsystemet og vurdering af effekterne heraf

### Utilsigtede hændelser

- plan for action ved utilsigtede hændelser

Dette dokument består af en kortfattet vejledning i hvorledes den nødvendige dokumentation kan tilvejebringes og organiseres. En række mere detaljerede beskrivelser er vedlagt som bilag. **Bilag 1** er en synopsis for, hvorledes dokumentationen/ansøgningen kan udformes, og kan samtidig anvendes som huskeseddel eller checkliste til at sikre, at der bliver taget stilling til alle væsentlige forhold af betydning for recirkulering af perkolat. **Bilag 6** er et konkret eksempel på beskrivelse af et recirkuleringsprojekt, som er udført i overensstemmelse med de anvisninger, der er givet i Bilag 1.

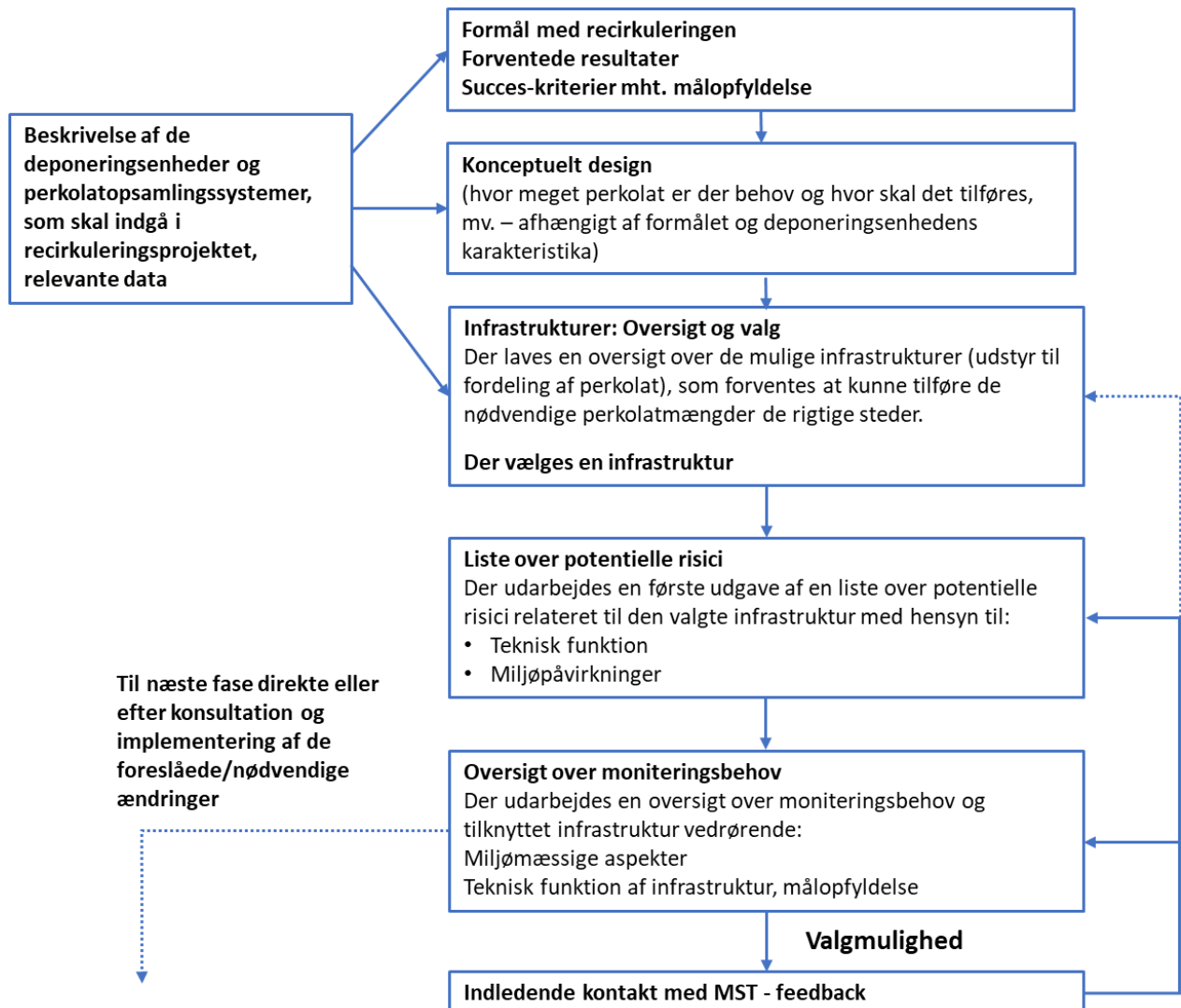


## 2. Udvikling af dokumentation/ansøgning

### 2.1 Trinvis procedure

I dette kapitel findes en mere detaljeret beskrivelse af de typer af information om hvert af de i Kapitel 1 nævnte punkter, som bør indgå i dokumentationen. Der vil dog i væsentligt omfang blive henvist til den tidligere indsamlede tekniske viden om recirkulering i den tidligere DepoNet-rapport (DepoNet, 2018), som sammen med andre kilder til data og information, som operatøren måtte have kendskab til, kan udgøre grundlaget for dokumentationen. I DepoNet (2018) findes desuden en liste over relevant litteratur, og i et separat bilag er der udarbejdet et eksempel på dokumentation for et konkret recirkuleringsprojekt.

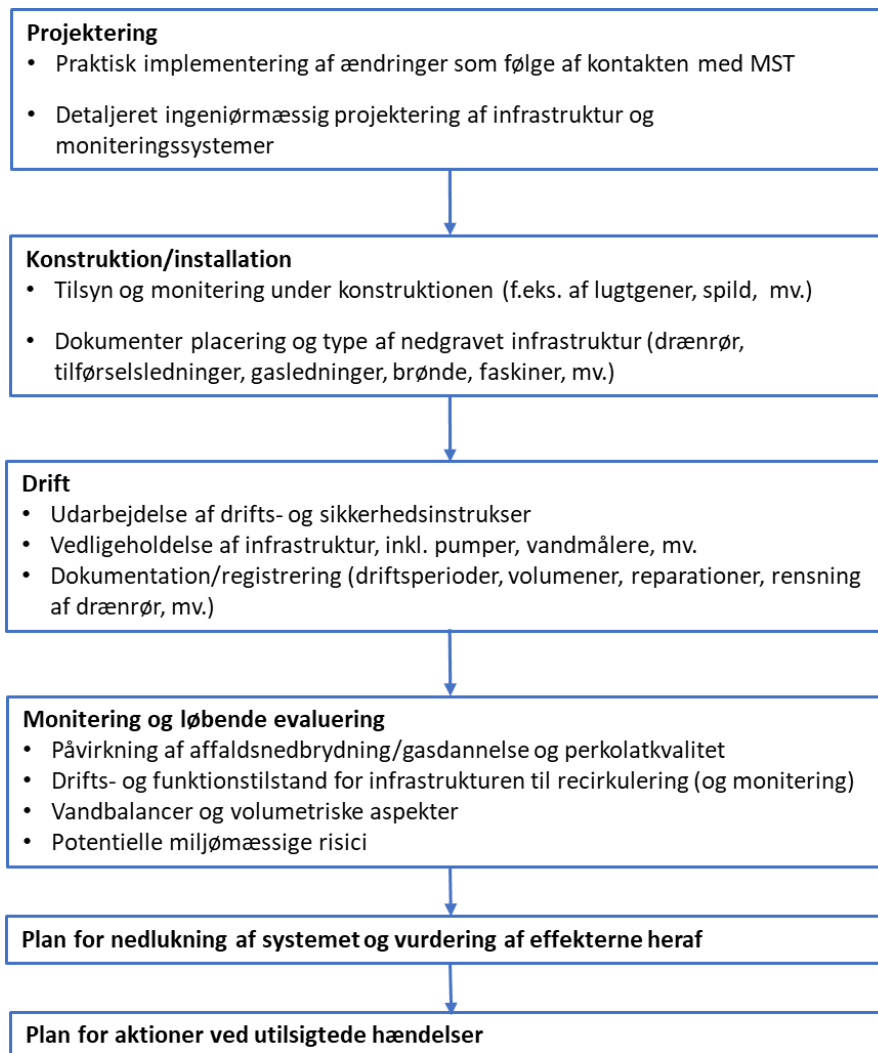
Figur 2.1 og Figur 2.2 viser et forslag til en totrins-procedure for udvikling af planer for et recirkuleringsprojekt og for dokumentation af den information, som vil skulle indgå i en ansøgning om tilladelse til gennemførelse af et sådant. Denne procedure giver en operatør, som måtte ønske det, mulighed for på et tidligt tidspunkt at give myndighederne (Miljøstyrelsen) et klart billede af intentionerne og karakteren af et givet recirkuleringsprojekt for perkolat og for måske at få en tidlig indikation af, om det vil være hensigtsmæssigt at gå videre med projektet og udarbejde en egentlig miljøansøgning.



Figur 2.1 Fase 1 af den trinvis procedure.

## Udkast 2019-02-18

Det er således tanken, at de beskrivelser og den dokumentation, som udvikles i Fase 1, kan danne grundlag for en første kontakt vedrørende et potentielt recirkuleringsprojekt mellem Miljøstyrelsen og den aktuelle operatør. Hvis Miljøstyrelsen på dette grundlag ikke mener, at der er alvorlige eller principielle forhold, som umiddelbart taler imod et sådant projekt, vil det formentlig være hensigtsmæssigt at fortsætte projektudviklingen med Fase 2 under hensyntagen til eventuelle synspunkter og tilkendegivelser fra Miljøstyrelsen.



**Indsend ansøgning**

Figur 2.2 Fase 2 af den trinvis procedure.

Mens Fase 1 i alt væsentligt udføres på et konceptuelt niveau, er formålet med Fase 2 at videreudvikle det konceptuelle design og planerne til konkrete og praktiske tekniske projektbeskrivelser, manualer og instruktioner, som kan udgøre en fuldt udviklet miljøansøgning, som kan fremsende til Miljøstyrelsen.

## 2.2 Fase 1: Indledende projektudvikling

### 2.2.1 Formål og forventninger

Beskriv følgende:

- Formålet med recirkuleringsprojektet (hvorfor ønsker man at recirkulere perkolat på den givne deponeringsenhed?)

## Udkast 2019-02-18

- Hvad forventer man at opnå gennem recirkuleringsprojektet?
- Hvilke succeskriterier kan/vil man anvende for at vurdere, om eller i hvilken grad formålet/formålene med recirkuleringen opnås?

### Nogle eksempler på potentielle formål med recirkulering af perkolat

- Håndtering af perkolatmængder og årstidsvariationer af disse
- Accelerering af bionedbrydning af organiske affaldstyper og accelerering af gasproduktion
- Håndtering/styring af perkolatkvalitet
- Vanding af bevoksede overdækningslag, eventuelt kombineret med reduktion af ammonium i perkolatet
- Støvkontrol
- Kontrol af brande eller forhøjede temperaturer
- Udvaskning af forurenende stoffer, reduktion af efterbehandlingsperioden

*Formål og forventninger bør understøttes af dokumentation. Oversigter og opsummeringer af dokumentationskilder kan bl.a. findes i DepoNet (2018), LANDss.soton.ac.uk*

Det er vigtigt, at man gør sig klart og konkret (i videst mulige omfang kvantitativt) beskriver, hvad man forventer at opnå ved gennemførelse af et givet recirkuleringsprojekt. For at kunne gøre dette, kan man i nogle tilfælde have brug først at gennemføre nogle af de vandbalancer og massestrømsanalyser, som er omtalt i afsnit 2.2.2. Hvis formålet er håndtering af årstidsvariationer af perkolatmængderne, kan det være praktiske forhold som f.eks. behandlingskapacitet, som dikterer både de tilstræbte mål og de tilhørende succeskriterier. Hvis målet er håndtering af perkolatkvaliteten, kan både tilstræbte mål og succeskriterier eventuelt være baseret på de gældende og fremtidige udledningstilladelser for perkolat fra deponeringsenheden. Hvis målet er øget nedbrydning af affaldet og øget gasproduktion, kan mål og succeskriterier eventuelt baseres på hidtidige erfaringer for enheden sammenholdt med målinger af vandindhold og gasproduktion, kombineret med teoretiske overvejelser. Ønsker om vanding af overfladebevoksning, herunder tilførsel af næringsstoffer og eventuelt reduktion af ammonium i perkolatet (se for eksempel Bilag 1 i DepoNet (2018)), bør ligeledes ledsages af specifikke målsætninger og succeskriterier.

Hvis formålet er at reducere efterbehandlingsperiodens varighed gennem accelereret udvaskning/omsætning af potentielt forurenende stoffer, bør der ved beskrivelse af målsætninger og succeskriterier tages udgangspunkt i (en vurdering af) den stoffliste, som i projektet "Udvikling af metodik til risikovurdering ved deponering af affald" er anbefalet i forbindelse med monitorering af perkolatkvalitet (se f.eks. Miljøprojekt nr. 2058 (Miljøstyrelsen, 2018)), ligesom den i projektet udviklede metodik muligvis kan danne grundlag for udarbejdelse af succeskriterier og estimer af varigheden af recirkuleringen. I Miljøstyrelsen (2019) er der givet en oversigt over metodikken. Det skal dog anføres, at erfaringerne med gennemførelse af denne type beregninger pt. er meget begrænsede. Den omtalte parameterliste er vist i Bilag 2.

### 2.2.2 Konceptuel procesbeskrivelse og tidsskala

Overvej og beregn/beskriv, hvor store mængder perkolat (perkolatflow), der er behov for at tilføre, og hvorledes perkolatet skal fordeles over deponeringsenheden, for at de opstillede målsætninger kan opfyldes. Dette omfatter for eksempel estimering af overfladebaserede perkolattilførselshastigheder og de resulterende hydrauliske opholdstider for det recirkulerede perkolat. Disse overvejelser og beregninger vil også kunne danne grundlag for estimer af den nødvendige varighed af recirkuleringsprojektet.

Vurder også, om de beregnede nødvendige/ønskede perkolatmængder rent faktisk er til rådighed på det pågældende deponeringsanlæg, når det tages i betragtning, at man i Danmark pt. ikke kan forvente at opnå tilladelse til at recirkulere perkolat fra én type deponeringsenhed til en anden type deponeringsenhed (specielt ikke fra enheder med farligt affald til enheder med ikke-farligt affald). For at undgå akkumulering af stof i perkolatet, bør der altid "blødes" en perkolatstrøm fra systemet, dvs. en vis mængde perkolat bør bortledes til behandling. I starten af forløbet kan det dog være, at den øgede optagelse af vand/perkolat i affaldet medfører, at bortledning midlertidigt kan undlades. Der bør på grundlag af eksisterende monitoringsdata om muligt opstilles vand-/perkolatbalancer og massestrømsanalyser til sikring af, at de bortledte perkolatmængder overholder eksisterende udledningstilladelser.

Det er vigtigt, at dokumentationen/ansøgningen vedrørende et givet perkolatrecirkuleringsprojekt indeholder et begrundet estimat af den periode, man forventer, at det vil tage at opfylde de beskrevne succeskriterier. Der vil i denne sammenhæng være forskel på, om succeskriterierne beskriver endepunktet for en udvikling, f.eks. i perkolatkvalitet, eller om der er tale om forhold, der i princippet er (næsten) ens hvert år (f.eks. håndtering af sæsonvariationer i perkolatmængder). Det må forventes, at der på grundlag af monitoringen af recirkuleringsforløbet og øget erfaring kan være behov for løbende justeringer af den forventede varighed af et givet recirkuleringsprojekt.

*I afsnit 2.4 i DepoNet (2018) og i Bilag 3 er der vist eksempler på konceptuelle hydrauliske designberegninger for recirkuleringsprojekter med følgende formål:*

- Afbalancering af sæsonvariationer i perkolatdannelse
- Stimulering af gasproduktion
- Forøget udvaskning af indholdsstoffer i perkolatet

### 2.2.3 Infrastruktur

Overvej og beskriv hvilke(n) infrastruktur(er), der vil kunne levere og fordele de beregnede/ønskede perkolatmængder. Vælg på dette grundlag infrastruktur, der opfylder behovene og passer til forholdene på den aktuelle deponeringsenhed. Infrastrukturen skal omfatte installationer til opsamling og opbevaring af perkolat, således at de beregnede perkolatmængder er tilgængelige til recirkulering, installationer til transport, fordeling og tilførsel til/injektion i det deponerede affald. Ved valget må der tages hensyn til den hydrauliske ydeevne af de forskellige tilførsels-/injektionssystemer.

*I afsnit 2.2 i DepoNet (2018) er der oplyst en række eksempler på systemer til tilførsel/injektion af recirkuleret perkolat i det deponerede affald:*

- Lavtrykssystemer på overfladen
- Systemer umiddelbart under topafdækningen
- Dybereliggende horisontale systemer i affaldet
- Dybereliggende "fordelingspuder" af drænmateriale
- Dybereliggende vertikale bånddræn
- Vertikale borer/brønde
- Sprinkler-/strålesystemer
- Tilførsel med og spredning fra tankvogn

*I Tabel 3.3 på siderne 27-33 i DepoNet (2018) er der opsummeret en række erfaringsdata for ydeevnen af forskellige type infrastruktur.*

Der udarbejdes en første skitsemæssig beskrivelse af den valgte infrastruktur og de tilhørende specifikationer. Der vedlægges understøttende beregninger/estimer af infrastrukturens hydrauliske ydeevne.

### 2.2.4 Liste over potentielle risici

Udarbejd en liste over potentielle risici under hensyntagen til den specifikke deponeringsenhed, den valgte infrastruktur og omgivelserne. Der fokuseres primært på miljømæssige og arbejdsmiljømæssige risici. Gennemgå derefter listen og vurder og kommentér de enkelte punkter, beskriv herunder eventuelt hvordan de enkelte risici håndteres. Listen indgår i grundlaget for monitorering og for planen for aktion ved utilsigtede hændelser.

*I Bilag 4 ses et eksempel på en udfyldt liste over potentielle risici. En sådan liste bør som minimum omfatte følgende:*

- Lugtgener, støjgener og ukontrollerede gasudslip i konstruktionsfasen
- Lugtgener og ukontrollerede gasudslip i driftsfasen

- For højt perkolatniveau og tryk på membranen
- Sætninger/overfladeudslip af perkolat fra affaldet
- Udslip fra perkolatørledninger og -tanke/brønde
- Identifikation og vurdering af risici for forurening af overfladevand og grundvand
- Risiko for overskridelse af perkolatkvalitetskrav i relation til behandling/udledning
- Risiko for oversvømmelse af gasledninger med perkolat og for gener for gasopsamlingen
- Risiko for skred på skrån timer (geoteknisk ustabilitet)

### 2.2.5 Monitering

Med henblik på at kunne vurdere om infrastrukturen teknisk og omkostningsmæssigt fungerer effektivt, om der opstår miljømæssige eller arbejdsmiljømæssige problemer, og om recirkuleringsprojektet opfylder de erklærede formål, udarbejdes der i denne fase en beskrivelse af behovet for monitering. Beskrivelsen skal reflektere de faktiske forhold for det aktuelle recirkuleringsprojekt. På grundlag af det konstaterede behov opstilles en liste over forhold, der bør monitoreres.

*Som beskrevet i afsnit 2.7 i DepoNet (2018) kan være hensigtsmæssigt at opdele beskrivelsen af moniteringen i følgende delelementer:*

- Monitering af påvirkninger af affaldsnedbrydning og perkolatkvalitet
- Monitering af drifts- og funktionstilstand for infrastrukturen til recirkulering
- Monitering af vandbalancer/perkolatbalancer
- Monitering af potentielle miljømæssige og arbejdsmiljømæssige risici

*I afsnit 2.7 i DepoNet (2018) er der for hvert af de ovenstående punkter yderligere udarbejdet lister med forslag til forhold/parametre, der kan indgå i et monitoringsprogram. Disse lister er gengivet i Bilag 5. Bemærk, at man bør forholde sig til samtlige punkter, men det foreslåede monitoringsprogram skal kun medtage de punkter, der er relevante for det aktuelle recirkuleringsprojekt.*

Af hensyn til opstilling af vandbalancer, skal et recirkuleringsprojekt omfatte måling og monitering/registrering af alle volumenmængder af vand og perkolat ind og ud af alle deponeringsenheder, som indgår i projektet, herunder også perkolatmængder, som fjernes (blødes) fra systemet, og der skal indsamles meteorologiske data for lokaliteten (baseret på egne målinger og/eller data fra DMI). Såfremt det recirkulerede perkolat tilføres ved hjælp af sprinklersystemer eller fordeles ved hjælp af åbne grøfter, bør fordampningen/evapotranspirationen herfra beregnes/estimeres. Desuden bør perkolatniveauet i hver enhed monitoreres med en frekvens, der er passende for det aktuelle recirkuleringsprojekt. I ekstreme tilfælde kan dette føre til behov for kontinuerlig monitering. Monitering af disse forhold vil muliggøre opstilling af vandbalancer for den/de aktuelle enhed(er).

Moniteringen skal også omfatte kvaliteten (stofindholdet) af alle strømme ind og ud af alle deponeringsenheder, som indgår i et recirkuleringsprojekt. Dette skal ske med en frekvens, som tillader beregning af massestrømsanalyser for alle betydende indholdsstoffer i perkolatet.

Moniteringen af kvaliteten af perkolatstrømme bør omfatte:

- parametre, der anses for relevante i forhold til beslutning om afslutning af efterbehandlingsfasen (se Bilag 2)
- parametre, der er omfattet af udledningstilladelsen for deponeringsenheden

### 2.2.6 Mulighed for indledende dialog

På dette punkt i den trinvis tilgang vil der være mulighed for at præsentere recirkuleringsprojektet for Miljøstyrelsen, der som tilsynsmyndighed skal give en eventuel miljøgodkendelse af projektet. Det

forblås derfor, at operatøren, når den indledende udvikling af et recirkuleringsprojekt (Fase 1) er gennemført og den nødvendige dokumentation foreligger, sender projektbeskrivelsen til Miljøstyrelsen og aftaler et møde, hvor projektet på dette grundlag kan gennemgås og diskuteres.

For operatøren betyder det, at man, inden den egentlige projektering påbegyndes, kan få en indikation af myndighedernes holdning til projektet og til omfanget og kvaliteten af dokumentationen og en vurdering af, om det ser ud til at være i overensstemmelse med gældende miljølovgivning. Endvidere vil man på relevante punkter kunne modtage kritik og forslag til eventuelle ændringer og/eller forbedringer af projektet. Miljøstyrelsen vil naturligvis ikke på forhånd kunne godkende et givet recirkuleringsprojekt for perkolat, men man vil formentlig kunne få en indikation af, om der er forhold i projektbeskrivelsen, som umiddelbart vil kunne forhindre, at der på grundlag af en egentlig ansøgning vil kunne gives tilladelse til gennemførelse af projektet.

For Miljøstyrelsen, som har udtrykt interesse for at indgå i denne procedure, forventes den at kunne bidrage til en hensigtsmæssig sagsbehandling af den endelige ansøgning om miljøgodkendelse af et projekt til recirkulering af perkolat. For det første kan den beskrevne Fase 1-procedure forventes at sikre, at alle de oplysninger, der er relevante for en faglig vurdering af projektet fra Miljøstyrelsens side, er tilgængelige. Hvis dette ikke skulle være tilfældet, kan det påpeges, således at eventuelt manglende oplysninger/dokumentation kan indgå i den endelige ansøgning. For det andet vil Miljøstyrelsen kunne gøre operatøren opmærksom på forhold, som man mener kræver særlig opmærksomhed eller særlige forholdsregler. Og endelig kan man på forhånd fraråde udarbejdelse af ansøgninger om projekter, som strider mod gældende regler eller gældende miljøpolitik.

### **2.3 Fase 2: Udarbejdelse af færdig ansøgning/dokumentation**

En del af de aktiviteter, som skal beskrives i Fase 2, er generelle ingeniørmæssige discipliner, som ikke er specifikke for recirkuleringsprojekter for perkolat. De er derfor (med monitoring som en undtagelse) behandlet forholdsvis kortfattet i det følgende, hvor der primært er fokuseret på forhold, som er specifikke for recirkuleringsprojekter.

#### **2.3.1 Indarbejdelse af modtaget feedback**

Beskrivelserne udarbejdet under Fase 1 vil udgøre første del af en samlet beskrivelse/ansøgning af et givet projekt om recirkulering af perkolat fra en deponeringsenhed. Hvis man har udnyttet muligheden for en dialog med Miljøstyrelsen og på dette grundlag har modtaget kritik/forslag til ændringer eller forbedringer, bør disse dog indledningsvis tages til følge i nødvendigt omfang både gennem modificering af det allerede udarbejdede materiale og i det videre forløb.

#### **2.3.2 Projektering**

Efter indarbejdelse af eventuel feedback gennemføres en detaljeret ingeniørmæssig projektering af den under afsnit 2.2.3 valgte infrastruktur og de under afsnit 2.2.5 planlagte monitoringssystemer. Bemærk dog, at det ikke er nødvendigt at gennemføre en fuld projektering inden indsendelse af ansøgning om miljøgodkendelse. En beskrivelse på skitseprojektniveau vil være tilstrækkeligt til ansøgningen. Selve detailprojekteringen kan så gennemføres, når der foreligger en miljøgodkendelse af projektet.

#### **2.3.3 Konstruktion/installering**

Selve konstruktionsarbejdet gennemføres selvsagt først efter modtagelse af en miljøgodkendelse og gennemførelse af fuld projektering. I ansøgningsfasen kan det være hensigtsmæssigt at beskrive planer for overvågning og monitoring i konstruktionsfasen (for eksempel af eventuelle lugtproblemer under opgravning, mv.). Af hensyn til fremtidige aktiviteter vil det ligeledes være hensigtsmæssigt på grundlag af planer for placering af nedgravet infrastruktur (rørledninger, overdækkede grøfter, elektriske installationer, mv.) at udarbejde konstruktions tegninger, der angiver den præcise placering af disse, og at opdatere/revidere og vedligeholde tegningerne løbende under og efter afslutning af konstruktionsarbejdet er afsluttet.

#### **2.3.4 Drift**

I forbindelse med planlægning af driften af et recirkuleringsanlæg for perkolat skal der udarbejdes driftsmanual(er) og sikkerhedsinstrukser, manual(er) for vedligeholdelse af infrastrukturen, herunder pumper, vandmålere og eventuelle filtre. Der skal udarbejdes planer for registrering af driftsperioder, volumener,

reparationer, rensning af drænrør, mv. Dette kan også kun gøres på skitseniveau, indtil der foreligger en miljøgodkendelse, og detailprojekteringen er gennemført.

### 2.3.5 Monitoring og anvendelse/vurdering af resultater

Mens der i afsnit 2.2.5 blev udarbejdet en liste over forhold, der skal monitoreres, skal monitoringen på dette punkt af projektbeskrivelsen konkretiseres i tilstrækkelig grad til, at det kan ligge til grund for den ovenfor beskrevne detailprojektering. I forbindelse med udarbejdelsen af en monitoringsplan bør der naturligvis altid hentes inspiration fra listen over potentielle risici (afsnit 2.2.4). Ligesom i afsnit 2.2.5 skal der her henvises til Bilag 5, hvor de forskellige forhold, som potentielt kan indgå i monitoringen er opdelt i grupper i henhold til det overordnede formål med monitoringen:

- Monitoring af påvirkninger af affaldsnedbrydning og perkolatkvalitet
- Monitoring af drifts- og funktionstilstand for infrastrukturen til recirkulering
- Monitoring af vandbalancer/perkolatbalancer
- Monitoring af potentielle miljømæssige og arbejdsmiljømæssige risici

Der kan endvidere henvises til oversigten og diskussionerne i DepoNet (2018), afsnit 2.7 og afsnit 4.2. I det følgende er der fokuseret på nogle væsentlige forhold, som bør indgå i en monitoringsplan for et recirkuleringsprojekt for perkolat.

Det kan være hensigtsmæssigt at aftale med tilsynsmyndigheden, at det fulde program svarende til det analyseprogram, der er beskrevet i Bilag 2 – om nødvendigt suppleret med de parametre, som indgår i udledningstilladelsen – gennemføres med større mindre frekvens, f.eks. årligt, mens et mindre program, som omfatter nogle få nøgleparametre, monitoreres forholdsvis ofte, f.eks. månedligt eller hver anden måned. Perkolat, der fjernes fra systemet og for eksempel ledes til rensningsanlæg, skal naturligvis overholde den frekvens, som er givet i miljøgodkendelsen for anlægget.

Udarbejdelse af massestrømsanalyser kan, når tilstrækkelig information er til stede, udgøre et vigtigt element i monitoringen af perkolatet i et recirkuleringsprojekt, blandt andet fordi det giver mulighed for at kontrollere, at stofindholdet i det recirkulerede perkolat ikke opbygges til et niveau, som kan overstige de tilladte udledningsniveauer og/eller vanskeliggøre behandling af perkolatet. Massestrømsanalyser kan også give mulighed for at vurdere den samlede stoffjernelse fra en deponeringsenhed, specielt hvis der tilføres perkolat fra andre enheder af samme type.

Hvis en betydelig forøgelse af stofkoncentrationer i det recirkulerede perkolat nødvendiggør ”blødning” af den større mængde perkolat, kan det (midlertidigt) være nødvendigt at supplere perkolattilførslen til en deponeringsenhed med rent vand for at opnå den ønskede effekt af recirkuleringen.

Monitoringen skal sætte operatøren i stand til på forskellige tidspunkter at afgøre, om målet/målene med recirkuleringsprojektet er opnået eller i hvilken grad, de er opnået (vurderet i forhold til de succeskriterier, som blev opstillet under afsnit 2.2.1). Desuden skal monitoringen vise, om infrastrukturen fungerer efter hensigten, og om der opstår miljømæssige risici, som ikke er dækket af monitoringen af vand- og perkolatstrømme til og fra de berørte deponeringsenheder.

Monitoringsprogrammet bør angive frekvensen for regelmæssige samlede vurderinger af de indsamlede data og en aftale med tilsynsmyndighederne om diskussion af de vurderede data.

I det omfang, det er hensigtsmæssigt, kan en række af de forhold, som er omtalt i dette afsnit, eventuelt allerede behandles i Fase 1 under afsnit 2.2.5.

### 2.3.6 Plan for nedlukning af systemet og vurdering af effekterne heraf

Med reference til estimatet på tidspunktet for afslutningen af et recirkuleringsprojekt (afsnit 2.2.2), som må forventes at blive løbende justeret på grundlag af indvundne erfaringer, skal der udarbejdes en plan for nedlukning af systemet og foretages en vurdering af de effekter og potentielle risici, som dette måtte medføre. Det skal blandt andet afgøres, om underjordiske installationer (f.eks. rørledninger, drænrør, el-ledninger) skal fjernes eller efterlades, hvor de er – eventuelt efter modifikation – eller om de kan anvendes til andre formål, hvor de er. På ansøgningsstadiet vil dette punkt kun kunne beskrives på skitseform, men der bør efterfølgende ske en løbende opdatering.

### **2.3.7 Plan for handling ved utilsigtede hændelser**

I tilknytning til udarbejdelsen af listen over potentielle risici og monitoringsprogrammet skal der udarbejdes en plan for, hvorledes uønskede/utilsigtede hændelser håndteres. Dette kan blandt andet være forhold som strømafbrydelser, jordskred pga. udsivende perkolat på skrænter eller brud på rørledninger med perkolat.

### **2.3.8 Indsendelse af ansøgning om miljøgodkendelse**

Når udarbejdelsen af dokumentationen i Fase 1 og Fase 2 er på plads, kan ansøgning om miljøgodkendelse uploades via Byg og Miljø (BOM)-portalen.

I Bilag 1 ses en checkliste/synopsis for indhold af en ansøgning/dokumentation om recirkulering af perkolat. I Bilag 6 ses et eksempel på udfyldt dokumentation/ansøgning om recirkulering af perkolat ved en deponeringsenhed.



### 3. Referencer

DepoNet (2018): Recirkulering af perkolat. Vidensopsamling. Rapport udarbejdet af Danish Waste Solutions og Knox Associates (UK) Ltd. Link til rapporten.

LANDSS: Landfill (Aftercare) Decision Support System. Web-site ved University of Southampton, UK. <https://landss.soton.ac.uk>.

Miljøstyrelsen (2018): Udvikling af metodik til risikovurdering ved deponering af affald. Delopgave 1 – Kildestyrke. Opbygning af kildestyrkemodel. Miljøprojekt nr. 2058. Link til rapporten.

Miljøstyrelsen (2019): Anvendelse af metodik for risikovurdering ved deponering af affald. Miljøprojekt nr. XXXX (under færdiggørelse).



## Bilag 1: Synopsis for ansøgning/dokumentationsdokument for recirkulering af perkolat

Indhold af ansøgning/dokumentationsdokument	Udført i Fase 1	Revideret/udført i Fase 2
	Ja/Nej	Ja/nej
<b>Fase 1: Indledende projektudvikling</b>		
<b>Beskrivelse af den eller de involverede deponeringsenhed(er) (placeres eventuelt i et Bilag)</b>		
<b>Formål og forventninger (se afsnit 2.2.1)</b>		
Beskriv formålet med recirkuleringsprojektet (hvorfor ønsker man at recirkulere perkolatet på den givne deponeringsenhed?). Er der ét eller flere formål – og er de indbyrdes kompatible, hvis der er flere?		
Hvad forventer/ønsker man specifikt at opnå gennem recirkuleringsprojektet? Kan forventningerne understøttes af egne eller andres erfaringer?		
Sæt kvantitative/målbare succeskriterier for hvert formål, som senere kan anvendes til at vurdere, om eller i hvilken grad formålet/formålene bliver opfyldt.		
<b>Konceptuel procesbeskrivelse og tidsskala (se afsnit 2.2.2)</b>		
Overvej/beskriv, hvor store mængder perkolat, der er behov for at tilføre for at opnå formålet/formålene		
Overvej/beskriv hvor store mængder perkolat, der vil være til rådighed, og om det vil være nødvendigt/hensigtsmæssigt ud over enhedens eget perkolat også at tilføre perkolat fra andre enheder af samme type		
Overvej og beskriv hvor på/i affaldet perkolatet bør tilføres under hensyntagen til formålet/formålene og de praktiske forhold		
Opstil vandbalancer og – hvis det er muligt på forhånd - massestrømsanalyser (for de væsentligste indholdsstoffer i perkolatet) for den påtænkte recirkulering. Foreslå – hvis det er muligt på dette tidlige tidspunkt - hvor stor en strøm, der vil blive blødt, for at sikre, at eksisterende krav til bortledning af perkolat kan overholdes		
Estimer og anfør/begrund (så vidt muligt), hvor lang tid, det vil være hensigtsmæssigt/nødvendigt at fortsætte recirkuleringen af perkolat, for at opnå den tilstræbte effekt – eller med andre ord: hvornår forventes recirkuleringsprojektet at kunne afsluttes?		
<b>Infrastruktur (se afsnit 2.2.3)</b>		
Overvej og beskriv, hvilken eller hvilke infrastruktur(er), der vil kunne levere og fordele de ønskede perkolatmængder til det deponerede affald		
Beskriv den nødvendige tilhørende infrastruktur til opsamling, transport og opbevaring af perkolat		
Vælg infrastruktur til projektet og begrund valget (bl.a. egne beregninger eller henvisning til egne eller andres erfaringer)		
Udarbejd en grovskitse af den valgte infrastruktur (inklusive tilhørende udstyr)		
<b>Liste over potentielle risici (2.2.4)</b>		
Gennemgå med udgangspunkt i den valgte infrastruktur og de stedspecifikke forhold på og omkring den aktuelle deponeringsenhed listen over potentielle risici i Bilag 4. Markér, hvilke af de anførte risici på listen, der er relevante for det aktuelle projekt, og tilføj relevante risici, som ikke findes på listen. Indskriv de relevante risici i dokumentet og kommentér hver enkelt. Vedlæg den afkrydsede og eventuelt supplerede liste fra Bilag 4 som bilag til dokumentet for at indikere, hvilke risici man har overvejet, men fundet uden betydning i det aktuelle tilfælde.		

Indhold af ansøgning/dokumentationsdokument	Udført i Fase 1	Revideret/udført i Fase 2
	Ja/Nej	Ja/nej
<b>Monitering (2.2.5 og 2.3.5)</b>		
<p>Opgør og beskriv behovet for monitering i forbindelse med recirkuleringen af perkolat. Det vil være hensigtsmæssigt at inddele opgørelsen af monitoringsbehovet i følgende kategorier (som i Bilag 5):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Forhold, der kan påvirke affaldsnedbrydning/gasdannelse og perkolatkvalitet</li> <li>• Forhold, der kan påvirke drifts- og funktionstilstand for infrastrukturen</li> <li>• Forhold, der kan påvirke vandbalancerne</li> <li>• Forhold, der kan udgøre potentielle miljømæssige risici</li> </ul> <p>Her kan man med fordel tage udgangspunkt i Bilag 5 og i tabellerne markere, hvilke af de oplyste monitoringsbehov, man finder relevante og nødvendige/hensigtsmæssige. Ligesom i Bilag 4 bør man også her tilføje erkendte monitoringsbehov, som ikke i forvejen findes på listen. De relevante monitoringsbehov oplyses i teksten i ansøgningen/dokumentationen, og igen lige som for Bilag 4 kan man af hensyn til transparensen vælge at vedlægge den de afkrydsede lister i Bilag 5.</p>		
<b>Mulighed for indledende konsultation med Miljøstyrelsen (2.2.6)</b>		
Miljøstyrelsen har givet udtryk for, at man vil være interesseret i på grundlag af ovenstående at diskutere det beskrevne recirkuleringsprojekt for perkolat med ansøgeren, inden en egentlig ansøgning udarbejdes og indsendes. Det må absolut anbefales, at en operatør, som ønsker at etablere et recirkuleringsprojekt for perkolat på et deponeringsanlæg, udnytter denne mulighed.		
		<b>Udført i Fase 2 (Ja/nej)</b>
<b>Fase 2: Udarbejdelse af færdig ansøgning/dokumentation</b>		
<b>Implementering af ændringer som følge af diskussion med feed-back fra Miljøstyrelsen (afsnit 2.3.1)</b>		
Punkterne under Fase 1 gennemgås og revideres i nødvendigt omfang efter diskussion og input fra Miljøstyrelsen.		
<b>Projektering (afsnit 2.3.2)</b>		
Udarbejd en grov skitse og en liste over projektets væsentligste installationer/elementer (selv detailprojekteringen udføres først, når der foreligger en miljøgodkendelse). Check om listen over potentielle risici skal suppleres/revideres.		
<b>Konstruktion/installering (afsnit 2.3.3)</b>		
Konstruktionsarbejdet udføres jo først, når godkendelse og projektering er på plads. På dette stade (udarbejdelse af ansøgning/dokumentation) kan det være hensigtsmæssigt at lave en huskeliste over forhold, der skal dokumenteres/tages hensyn til i konstruktionsfasen, som for eksempel: Udarbejdelse/opdatering af tegninger over placeringen af nedgravet infrastruktur Monitering/forhindring af relevante risici i konstruktionsfasen (se Bilag 4)		
<b>Drift (afsnit 2.3.4)</b>		
Igen, på dette stade af ansøgningsprocessen kan det være hensigtsmæssigt at udarbejde huskelister over manualer og instrukser, der skal anvendes, når driften af recirkuleringsanlægget starter. Det kan f.eks. dreje sig om: Driftsmanualer Sikkerhedsforskrifter		

Indhold af ansøgning/dokumentationsdokument	Udført i Fase 1	Revideret/udført i Fase 2
	Ja/Nej	Ja/nej
Registrering af driftsperioder, monitoringsdata, vedligeholdelse af installationer, indtegning af ændringer i nedgravet infrastruktur, mv.		
<b>Monitoring og anvendelse/vurdering af resultater (afsnit 2.3.5 og Bilag 5)</b>		
I Fase 1 blev det oplistet, <b>hvad</b> der skulle/burde monitoreres. På dette stadi bør det nærmere og i det omfang, det ikke allerede er sket i Fase 1, specificeres <b>hvordan, hvor og hvor ofte</b> , det skal gøres. Desuden bør det angives, hvorledes resultaterne skal bruges, for eksempel til at afgøre i hvilken grad succeskriterierne opfyldes. Der kan hentes inspiration til dette i Bilag 5 (som er blevet vurderet i Fase 1) og i afsnit 2.3.5.		
<b>Plan for nedlukning af systemet og vurdering af effekterne heraf (afsnit 2.3.6)</b>		
Her kan man gøre sig nogle tanker om, hvordan nedlukningen af recirkuleringsprojektet til sin tid skal foregå, hvad der skal ske med infrastrukturen (især den del, der måtte ligge under overfladen), og hvilke ændringer/påvirkninger dette vil kunne medføre. Når recirkuleringsanlægget har været i drift i nogen tid, og der foreligger erfaringer med anlægget, vil dette kunne konkretiseres noget mere.		
<b>Plan for handling ved utilsigtede hændelser (afsnit 2.3.7)</b>		
Uforudsigelige hændelser kan man ifølge sagens natur ikke planlægge for, men listen over potentielle risici (Bilag 4) udgør jo en oversigt over utilsigtede hændelser, og i forbindelse med gennemgangen af denne kan man angive ikke bare hvad man gør for at forhindre, at de sker, men også hvad man bør/vil gøre, hvis de alligevel sker.		
<b>Indsendelse af ansøgning om miljøgodkendelse (afsnit 2.3.8)</b>		
Når Fase 2 er gennemført, kan ansøgningen om miljøgodkendelse af projektet vedrørende recirkulering af perkolat indsendes til Miljøstyrelsen via BOM.		



**Bilag 2: Liste over anbefalede parametre til monitoring af perkolatkvalitet**

Forslag til liste over stoffer/parametre, som for eksempel én gang årligt eller ved længere forløb måske hvert andet år bør måles i perkolatet fra hver deponeringsenhed i forbindelse med monitoringen ved de forskellige typer deponeringsenheder/lossepladser. Stofferne har relation både til muligheden for på et tidspunkt (efter en risikovurdering) at afslutte efterbehandlingen, til den generelle tilstand af det deponerede affald og til mulighederne for bortskaffelse/behandling af perkolatet. Fra Miljøprojekt nr 2058/2018.

Stof/parameter	Nedlagte og ukontrollede lossepladser	Kontrollede lossepladser og enheder for blandet affald	Enheder for inert affald (og fyldpladser)	Enheder for mineralisk affald	Enheder for shredderaffald
Aluminium (Al)	X	X	X	X	X
Ammonium-N	X	X			X
Antimon (Sb)	X	X	X	X	X
Arsen (As)	X	X	X	X	X
Atrazin	X	X			
Barium (Ba)	X	X	X	X	X
Benz(a)pyren	X	X			X
Benzen	X	X	X		X
Benz(a)pyren	X	X	X	X	X
Bi <sub>5</sub>	X	X	X	X	X
Bisfenol A		X			
Bly (Pb)	X	X	X	X	X
Bor (B)		X			
Cadmium (Cd)	X	X	X	X	X
Calcium (Ca)	X	X	X	X	X
COD	X	X	X	X	X
DOC/NVOC	X	X	X	X	X
Fenol	X	X	X	X	X
Fluoranthen	X	X	X		X
Fluorid (F <sup>-</sup> )	X	X	X	X	X
Jern, opløst	X	X	X	X	X
Kalium (K)	X	X	X	X	X
Klorbenzener	X	X			
Klorfenoler		X			
Klorid (Cl <sup>-</sup> )	X	X	X	X	X
Kobber (Cu)	X	X	X	X	X
Krom (Cr-total)	X	X	X	X	X

## Udkast 2019-02-18

Stof/parameter	Nedlagte og ukontrollede lossepladser	Kontrollede lossepladser og enheder for blandet affald	Enheder for inert affald (og fyldpladser)	Enheder for mineralsk affald	Enheder for shredderaffald
Konduktivitet	X	X	X	X	X
Kviksølv (Hg)	X	X	X	X	X
Mangan (Mn)		X			X
MCPP	X	X			
Molybdæn (Mo)	X	X	X	X	X
Naftalen	X	X	X		X
Natrium (Na)	X	X	X	X	X
Nikkel (Ni)	X	X	X	X	X
Nonylfenol		X			
pH	X	X	X	X	X
Redoxpotentiale	X	X	X	X	X
Selen (Se)	X	X	X	X	X
Silicium (Si)	X	X	X	X	X
Sulfat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	X	X	X	X	X
Total-N	X	X	X	X	X
Total-P		X			X
Trichlorethylen	X	X			
Vanadium (V)		X	X	X	X
Vinylklorid	X	X			X
Zink (Zn)	X	X	X	X	X

Derudover bør alle perkolatstrømme analyseres for de parametre og med den hyppighed, som er angivet i miljøgodkendelsen for den/de pågældende deponeringshed(er).

Endelig kan det være hensigtsmæssigt at følge perkolatudviklingen under recirkuleringen gennem analyse af perkolatet for indhold af et mindre antal nøgleparametre på månedsbasis. Valget af nøgleparametrene afhænger bl.a. af formålet med recirkuleringen, affaldets karakter, allerede udførte perkolatanalyser og eventuelle identificerede risici relateret til perkolatsammensætningen. pH, COD/B15, DOC, klorid, sulfat, Ca, ammonium N, eventuelt total N og total P samt et eller nogle få målelige metaller/metalloider og ét måleligt specifikt organisk stof kunne for eksempel indgå.



### Bilag 3: Eksempler på konceptuelle hydrauliske designberegninger for recirkuleringsprojekter

**Eksempel 1: Estimering af recirkuleringsskala og hydrauliske systemkrav for udjævning af sæsonvariationer for en deponeringsenhed på 5 ha indeholdende 1 million tons affald.**

Beskrivelse	Værdi	Enhed
Overskudsnedbør (vinter) ud over bortledningskapaciteten	100 - 200	mm
Utildækket eller utilstrækkeligt tildækket areal, som genererer overskudsinfiltation	5 50.000	ha m <sup>2</sup>
∴ Mængde af overskudspervolat, som skal recirkuleres	5.000 – 10.000	m <sup>3</sup>
Periode, hvor der forekommer vinteroverskud af perkolat	100	dage
Gennemsnitlig nødvendig recirkulationshastighed	50 - 100	m <sup>3</sup> /dag
Gennemsnitlig arealbaseret recirkulationshastighed	10 - 20	m <sup>3</sup> /ha/dag

#### Forklaring til tabellen:

- Dette eksempel repræsenterer en situation, hvor perkolatproduktionen gennem en periode i vintermånederne overstiger kapaciteten af behandlings-/bortskaffelsessystemerne. [kapaciteten kan for eksempel være begrænset af den maksimale udledte mængde i udledningstilladelsen eller af behandlingskapaciteten af spildevandsbehandlingsanlægget].
- Formålet med recirkuleringen er at skaffe plads til overskudspervolatet ved at holde det "i transit" ned gennem affaldet, indtil perkolatproduktionen aftager, og behandlings/bortskaffelsessystemet kan håndtere overskuddet på de varmere, mere tørre dele af året.
- I eksemplet antages det, at perkolatproduktionen overstiger behandlings- eller bortskaffelseskapa- citeten over en periode på 100 dage hver vinter. I denne periode produceres der overskudspervolat svarende til 100 – 200 mm infiltation af nedbør over deponeringsarealet.
- I den næstsidste linje i tabellen beregnes overskudspervolatet som et dagligt flow over de 100 dage.
- I den sidste linje er denne gennemsnitlige perkolatmængde omregnet til en modsvarende arealbaseret tilførselshastighed under antagelse af, at den recirkulerede perkolatmængde tilføres over hele arealet på 5 ha i hele perioden på 100 dage.
- The calculated average areal rate indicates what the re-injection infrastructure would have to be designed to achieve.

**Eksempel 2: Recirkuleringsskala og krav til systemydelse ved stimulering af gasproduktionen.**

Beskrivelse	Værdi	Enhed
Andel af affaldsmængden, som ønskes befugtet	90	%
Foreslået forøgelse af vandindholdet i den berørte zone	10 - 20	% af våd vægt
Mængde af affald i den berørte zone	10 <sup>6</sup>	tons
∴ Nødvendig vandmængde	90.000 – 180.000	m <sup>3</sup>
Periode, inden for hvilken den ønskede forøgelse i vandindhold skal opnås	2	år
∴ Gennemsnitlig nødvendig recirkulations- eller vandtilsætningshastighed	45.000 - 90.000 123 - 246	m <sup>3</sup> /år m <sup>3</sup> /dag
Areal af den berørte zone af deponeringsenheden	10	ha
∴ Gennemsnitligt arealbaseret recirkuleringshastighed over målområdet	12,3 – 24,6	m <sup>3</sup> /ha/dag

## Udkast 2019-02-18

## Forklaring til tabellen:

- I mange deponeringsenheder er vandindholdet i væsentlige dele af affaldet mindre end det optimale vandindhold for anaerob nedbrydning. Nedbrydningshastigheden og dermed gasproduktionen er derfor langsommere, end de kunne være.
- I dette eksempel er formålet med recirkuleringen at accelerere gasproduktionen.
- I eksemplet tages der hensyn til, at det kan være praktisk vanskeligt at inddrage den totale affaldsmængde i recirkuleringen af perkolat, så i første linje defineres, hvor stor en andel af affaldet, man forventer at kunne nå med recirkuleringen.
- Eksemplet er baseret på typiske observationer fra forskningsprojekter, som indikerer, at det optimale vandindhold ligger omkring 40 %, mens det faktiske vandindhold i affaldet i mange deponeringsenheder typisk ligger mellem 20 % og 30 %.
- Det antages derfor i anden linje i tabellen, at vandindholdet i det berørte affald skal øges med 10 % til 20 % for at nå den optimale værdi.
- Det vælges, at det optimale vandindhold i det berørte affald skal opnås inden for en periode på 2 år.
- I resten af tabellen beregnes de volumen- og arealbaserede mængder af recirkuleret perkolat, som skal kunne tilføres via infrastrukturen for over en toårig periode at opnå den ønskede forøgelse af vandindholdet i den berørte del af affaldet.

**Eksempel 3: Behov for perkolat-/vandmængder og krav til systemydelser ved recirkulering/injektion med henblik på udvaskning/udskylning af forurenende stoffer (her NH<sub>4</sub>-N) fra deponeret affald.**

Beskrivelse	Værdi	Enhed
Antaget affaldsmængde i enheden	1 x 10 <sup>6</sup>	tons
Antaget massefylde af affaldet i deponeringsenheden	1	tons/m <sup>3</sup>
Antaget maksimalt overfladeareal af affaldet	5	ha
Nødvendig fortynding for at NH <sub>4</sub> -N kan overholde krav	1.000	faktor
Nødvendig gennemskylning angivet som antal porevolumener, under antagelse af eksponentielt aftagende opførsel, estimeret til 2,3 porevolumener per størrelsesorden (dekade)	6,9	porevolumener
Antaget gennemsnitligt vandindhold i in-situ affaldet	40	% vol/vol
∴ Samlet porevolumen af affaldet i deponeringsenheden	400.000	m <sup>3</sup>
∴ Nødvendigt gennemskylningsvolumen	~2,76 x 10 <sup>6</sup>	m <sup>3</sup>
Nødvendigt gennemskylningsvolumen per ton affald	~2,8	m <sup>3</sup> /t
Antaget tidsramme for at nå målkonzentrationen for NH <sub>4</sub> -N i perkolatet fra deponeringsenheden	30	år
∴ Nødvendig årlig gennemskylningsmængde	92.000	m <sup>3</sup> /år
Nødvendig arealbaseret gennemskylningshastighed over hele deponeringsarealet	1,84	m/år
	5,04	mm/dag
	1840	mm/år
	5,8 x 10 <sup>-8</sup>	m/s
∴ Nødvendig samlet arealbaseret recirkulations-/injektions-mængde	50,4	m <sup>3</sup> /ha/dag

## Forklaring til tabellen:

- Efterbehandlingen på en deponeringsenhed vil ikke kunne afsluttes, før koncentrationerne af forurenende stoffer i perkolatet, herunder bl.a. ammonium, har nået et niveau, som er tilstrækkeligt lavt til, at perkolatet, når det ikke længere opsamlers, ikke vil kunne give anledning til uacceptable påvirkninger af nedstrøms grundvand og overfladevand.

**Udkast 2019-02-18**

- Eksemplet er baseret på en deponeringsenhed, hvor perkolatets indhold af  $\text{NH}_4\text{-N}$  skal reduceres med tre størrelsesordener (for eksempel fra 2000 mg/l til 2 mg/l). I andre tilfælde, for eksempel deponeringsenheder med lavt indhold af organisk materiale, kan en reduktion på kun to størrelsesordener (f.eks. fra 2000 mg/l til 2 mg/l) være tilstrækkelig. Disse faktorer vil være stedspecifikke og afhænge affaldets/perkolatets karakter og det omgivende miljø.
- Forskningsprojekter har indikeret, at udskylning af deponeringsenheder omtrentlig følger en eksponentiel kurve, hvor der skal en gennemskylning på 2,3 porevolumener til for sænke stofkoncentrationen med én størrelsesorden.
- For en deponeringsenhed udgør et hydraulisk porevolumen det totale vandindhold i alt det deponerede affald. I dette eksempel antages det gennemsnitlige vandindhold i affaldet at være 40 %.
- I tabellen beregnes den vandmængde, som svarer til [3 x 2,3] hydrauliske porevolumener, og den årlige mængde recirkuleret perkolat, der skal tilføres for at nå dette volume, når det antages, at dette skal ske i løbet af 30 år.
- Endelig beregnes nødvendige arealbaserede infrastrukturydelser (behov for infiltrations- eller injektionskapacitet) over hele deponeringsenhedens overflade.



**Bilag 4: Liste over potentielle risici (risikoregister)**

Forhold, der kan udgøre en potentiel risiko	Fase 1 Relevant? Ja/Nej	Fase 2 Relevant? Ja/Nej
Lugt-, støj- og støvproblemer og ukontrollerede gasudslip under etableringen		
Lugt- og støv-/partikelproblemer og ukontrollerede gasudslip under driften (for eksempel spredning af NH <sub>3</sub> og/eller aerosoler i forbindelse med sprinkling/udsprøjtning af perkolat)		
Revner i/udsivning fra rørledninger til transport af perkolat (for eksempel pga. frostsprængninger)		
Overfladeudbrud af perkolat		
Ustabilitet/jordskred på skrænter (for eksempel som følge af overfladeudbrud på skrænter)		
For højt perkolatniveau på bundmembran		
Overskridelse af grænseværdier for perkolatkvalitet i forhold til udledning eller behandling		
Oversvømmelse af gasopsamlingsdræn og forringelse af gasopsamling		
Forurening af nedstrøms grundvand og nærtliggende overfladevand		
Tilstopning af drænsystemer		
Strømsvigt/strømafbrydelse		
Andre risici (tilføj)		
Andre risici (tilføj)		



## Bilag 5: Lister over forhold, der kan kræve monitoring

Nedenstående findes lister over forhold, der kan kræve monitoring i forbindelse med gennemførelse af et recirkuleringsprojekt for perkolat fra deponeringsenheder. Listerne, som for et konkret projekter eventuelt skal suppleres med stedspecifikke forhold, kan anvendes som udgangspunkt for identifikation af monitoringsbehov, som vil være relevante for det aktuelle projekt og det/de aktuelle formål. Der er således tale om en bruttoliste, som efter eventuelt supplement danner grundlag for valg af relevante forhold til monitoring.

Listerne er opdelt på følgende hovedgrupper:

- Forhold, der kan påvirke affaldsnedbrydning/stabilisering og perkolatkvalitet
- Forhold, der kan påvirke drifts- og funktionstilstand af infrastrukturen til recirkulering
- Forhold, der kan påvirke vandbalancer/perkolatbalancer
- Forhold, der kan udgøre miljømæssige og arbejdsmiljømæssige risici

Tabel B5.1: Påvirkning af affaldsnedbrydning og perkolatkvalitet.

Parameter	Kommentar
Gastemperatur i toppen af gasboringer/gasbrønde	Kan indikere lokale ændringer i reaktionshastigheder
Gastemperatur ved manifolder	Kan indikere generelle ændringer i reaktionshastigheder
Perkolattemperatur ved monitoringsbrønde	
Perkolattemperatur ved pumpebrønde	
Gasflow fra de enkelte gasboringer	
Gasflow fra hele recirkuleringsenheden	
Sætningshastighed	Ved hjælp af specielt måleudstyr eller nivelleringsmålinger
Gaskvalitet	CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S osv.
Perkolatkvalitet i monitoringspunkter nær recirkuleringszonen	Kan påvise eventuelle gennembrud af acetogent perkolat eller forøget indhold af NH <sub>4</sub> -N.

Tabel B5.2: Påvirkning af drifts- og funktionstilstand for infrastrukturen til recirkulering.

Parameter	Kommentar
Hydraulisk infiltrationshastighed	Angives som m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /år for overfladeudbredte systemer; Angives som m <sup>3</sup> /m/år for lineære systemer (f.eks. grøfter, drænrør) <i>Beskriv udviklingen grafisk som tidsserier med henblik på at registrere eventuelle tab af hydraulisk ydeevne</i>
Afdræningshastighed	Hastighed af faldet i trykhøjde for perkolatet, når tilførslen af recirkuleret perkolat til en enhed er stoppet
Trykhøjde i injektionsstrukturer for perkolat	Ved hjælp af trykmåler, der kan nedsænkes gennem en brønd eller boring, eller piezometre, der installeres under opbygningen af deponeringsenheden
Akkumulering af faststof/tilstopning	Visuel inspektion eller TV-inspektion af injektionsudstyr og adgangsrør
Det recirkulerede perkolats tilstopningspotentiale	F.eks. måling TSS, VSS, Ca, alkalinitet, mv. Hvis perkolatet forbehandles (beluftning, filtrering) kan der eventuelt måles både før og efter forbehandling <i>Sammenhold resultaterne med tegn på forøget trykhøjde i injektionsstrukturerne ved same flowhastighed – kan indikere tilstopning.</i>
Tilstopning/tab af funktionsevne af de næreste drænlag	Det er uklart, hvordan dette kan konstateres, men TV-inspektion kan måske være til nogen hjælp

Tabel B5.3: Forhold, der påvirker vand-/ og perkolatbalancer.

Parameter	Kommentar
Perkolat- og vandstrømme til og fra individuelle deponeringsenheder	Registrer alle perkolat- og vandstrømme ind i og ud af alle enheder, som indgår i recirkuleringsystemet  Tidsseriegrafer af daglige og akkumulerede perkolatvolumener fra enhederne
Recirkulerede perkolatvolumener	Hold regnskab med placering og tidsforløb af tilførsel/injektion af recirkuleret perkolat. <i>Optegn tidsseriegrafer af daglige og akkumulerede perkolatvolumener der er recirkuleret til hver deponeringsenhed.</i>
Perkolatstrøm fjernet til spildevandsbehandlingsanlæg eller anden bortskaffelse	Optegn tidsseriegrafer af daglige og akkumulerede perkolatvolumener til behandling eller anden bortskaffelse
Udefra tilført vand eller slam	Registrer de udefra kommende vandmængder, som infiltreres eller tilføres med slam
Nedbør	Hvis deponeringsanlægget ikke har egne målinger, kan de nærmeste vejrstationer eller amatørdata anvendes
Evapotranspiration	Anvend data fra Meteorologisk Institut eller estimerede daglige værdier  <i>Estimer nettoinfiltrationen – for systemer, hvor der anvendes åbne grøfter og/eller sprinkler-/strålesystemer vil fordampning/evaporation have betydning både for nettonedbøren og for nettoinfiltrationen af det recirkulerede perkolat</i>
Perkolatniveau	Registrer perkolatniveau og perkolattryk i deponeringsenheder; optegn tidsseriegrafer beregnet og beregn sæsonbaseret variation i mængden af opmagasineret perkolat ( <i>vigtigt at kende geometrien af enheden for at kunne omregne ændringer i trykhøjde til volumenændringer; også vigtigt at angive antagelser vedrørende affaldets vandmætningskapacitet</i> );
Perkolatmængde på vej i "transit" og absorberet af affaldet	Anvendes til at beregne potentiel forøgelse af trykhøjde, hvis recirkulering og perkolatfjernelse afbrydes

Tabel B5.4: Forhold, der kan udgøre eller indikere potentielle miljømæssige risici.

Parameter	Kommentar
Overfladeudsivning af perkolat, ustabilitet af skrånninger, jordskred	Visuel inspektion – kig efter overfladeudbrud, overløb over celle- eller enhedsvolde
Udsivning fra transportledninger for perkolat	Visuel inspektion – kig efter spor af udsivninger som kan påvirke kvaliteten af overfladevand, specielt hvor transportledningerne passerer reetablerede overflader
Differentialsætninger omkring injektionszoner kan føre til udslip fra gas- og perkolatledninger	Visuel inspektion af gas- og perkolatledninger omkring injektionszoner
Blokeringer i gasledninger forårsaget af perkolat fra recirkulering	Observation af trykændringer i gasledninger Kan muligvis udføres med automatiseret instrumentel detektering
CH <sub>4</sub> -koncentration ved grænsen til deponeringsenheden eller deponeringsanlægget	Sæt eventuelt grænseværdier (som i nogle godkendelser af deponeringsanlæg (i UK))
Lugt, H <sub>2</sub> S ved grænsen til deponeringsanlægget	Sæt eventuelt grænseværdi for H <sub>2</sub> S – anvend lugtesansen – brug måleudstyr ved lugt af spor af H <sub>2</sub> S
Differentialsætninger omkring injektionszoner	
Ændringer i perkolatsammensætning	Monitør kvalitet og kvantitet af recirkuleret perkolat og perkolat fjernet fra den aktuelle enhed (tidsserier af alle input- og outputstrømme) før, under og efter recirkuleringsperioden



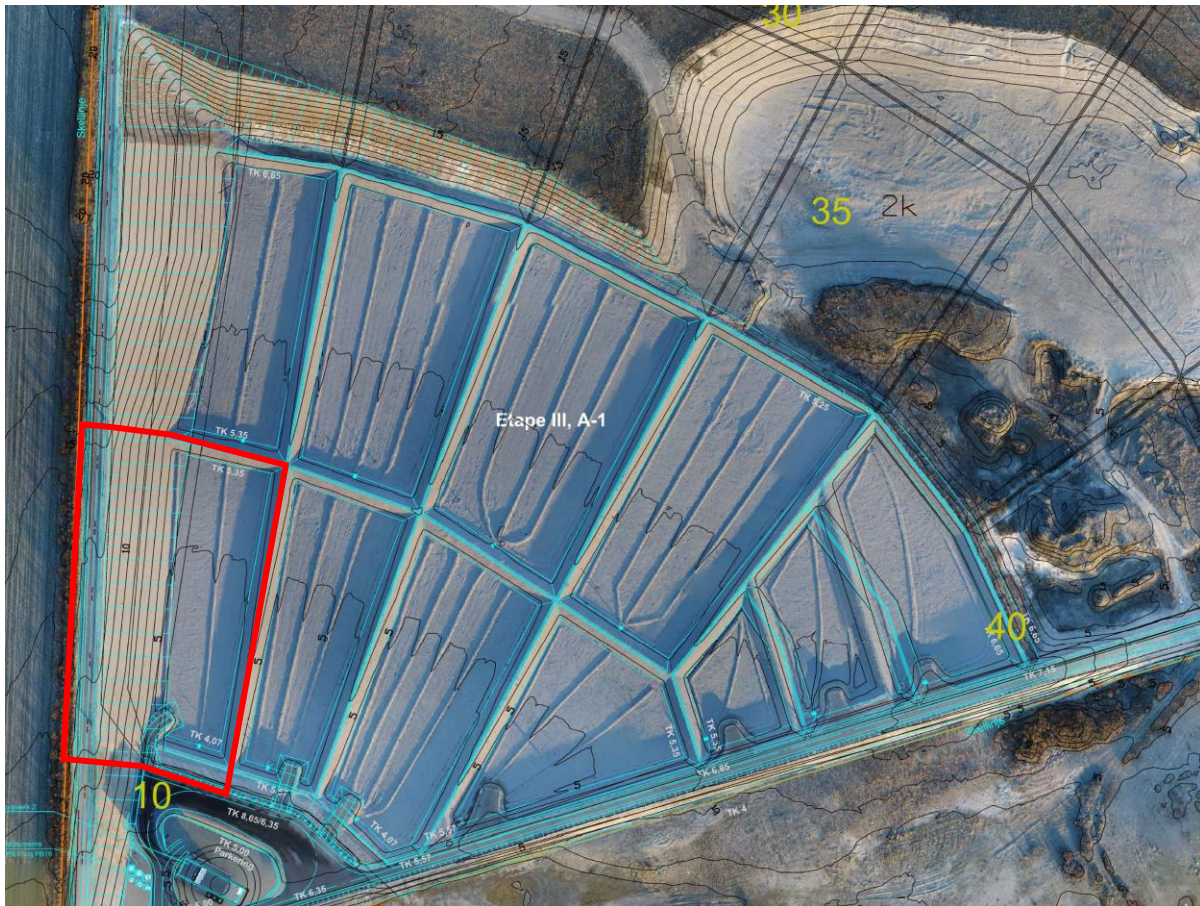
## Bilag 6: Eksempel på dokument udarbejdet på grundlag af Bilag 1 (synopsis)

Bilaget beskriver et forslag til recirkulering af perkolat på en ny enhed for shredderaffald på Reno Djurs I/S' deponeringsanlæg i Glatved. Bemærk, at der er tale om et eksempel, der er beregnet til at illustrere anvendelsen af den beskrevne metodik, og at det ikke nødvendigvis beskriver Reno Djurs' intentioner. Detaljer kan være blevet tilføjet af illustrative hensyn.

### Kort beskrivelse af den deponeringsenhed, hvortil der ønskes recirkuleret perkolat

På Reno Djurs foreslås det at recirkulere perkolat til en ny deponeringsenhed af klasse FA1, Celle A, på Etape III, A-1, til shredderaffald. Shredderaffald er hidtil blevet deponeret på Etape II, A-1, i cellerne A, B og M, hvor der også har været/er etableret recirkulering af perkolat.

Den nye etape ses i Figure A6.1. Alle celler er indrettet med geologisk barriere og plastmembran i henhold til Deponeringsbekendtgørelsen og gældende normer. Hver celle er udstyret med et drænlag og drænledninger, der leder perkolat til et afløb, der er placeret i det laveste punkt. Celle A, som er markeret med en rød omkreds, har en flad bund med en svag gradient mod syd og en stigende skrænt mod vest. Mod nord og øst er cellen separeret fra de tilstødende celler af lave, membranbeklædte dæmninger.



Figur A6.1: Oversigt over den nye celle til shredderaffald (omkredsen markeret med rødt) på Etape III, A-1 på Reno Djurs' deponeringsanlæg.

Fra perkolatopsamlingspunktet i cellen løber perkolatet ved gravitation til et pumpebygværk under bygningen, der er vist i nederste venstre hjørne af Figur A6.1. Her bliver perkolatmængden fra hver enkelt celle registreret, ligesom der er mulighed for udtagning af prøver af perkolat fra de enkelte celler. Perkolatet pumpes herfra til opsamlingstank ved Etape II eller direkte til rensningsanlæg (eller det kan eventuelt blive recirkuleret direkte tilbage til cellen).

Informationer og antagelser om dimensioner og opfyldningshastighed mv. for den foreslåede enhed til recirkulering er vist i Tabe A6.1.

Tabel A6.1: Dimensioner og opfyldningshastigheder mv. for den nye Celle A på Etape III på Reno Djurs' deponeringsanlæg.

Beskrivelse	Shreddercelle A	Enhed
Omtrentlige dimensioner af cellen, ved overkanten		
<i>længde</i>	110	m
<i>bredde</i>	60	m
Fyldhøjde		
<i>Gennemsnitlig</i>	15.4	m
<i>Sydlig ende</i>	12	m
<i>Nordlig ende</i>	20	m
Topareal af cellen [110 x 60]	6.600	m <sup>2</sup>
Omtrentlig volumenbaseret kapacitet af cellen [15.4 x 110 x 60]	101.640	m <sup>3</sup>
Forventet deponeringshastighed	25.000	t/år
Forventet in-situ massefylde	1	t/m <sup>3</sup>
∴ Forventet volumenbaseret opfyldningshastighed	25.000	m <sup>3</sup> /år
∴ Forventet opfyldningstid for cellen	~4	år

*Bemærk: Volumenbaseret kapacitet og opfyldningstid er baseret på teoretisk kapacitet vertikalt over celleafgrænsningerne. I praksis vil cellen have en skrå profil, indtil de tilstødende celler tages i brug. Cellens fuld kapacitet vil derfor ikke blive fuldt udnyttet inden for de beregnede 4 år. Opfyldning i de tilstødende celler vil starte før de 4 år er gået.*

Analyser af data fra tidligere recirkuleringsaktiviteter er rapporteret i DepoNet (2018) og inkluderede de i Tabel A6.2 viste værdier, som vil være anvendelige også i denne sammenhæng.

Tabel A6.2: Udvalgt dataanalyser for enheder fra Reno Djurs (fra DepoNet (2018)).

Beskrivelse	Shredderceller	Enhed
Mængde af affald i cellerne ultimo 2016	245.680	tons
Totale input af nedbør, tilført rent vand samt recirkuleret perkolat ultimo 2016	224.232	m <sup>3</sup>
Totalt output af perkolat ultimo 2016	184.635	m <sup>3</sup>
∴ Total vandmængde tilbageholdt i affaldet ultimo 2016	39.597	m <sup>3</sup>
Tilbageholdt vandindhold i procent af tilført affald	16,1	% vådvægt
Gennemsnitlig årlig mængde vand tilført som nedbør i perioden 2012-2016	5.194	m <sup>3</sup>

Disse værdier vil blive anvendt som udgangspunkt for estimering af den forventede tilbageholdelse af perkolat i den nye Celle A til shredderaffald.

### Formål, forventninger og succeskriterier

Hovedformålet med den foreslåede recirkulering af perkolat på Celle A på Etape III på Reno Djurs er at sikre et optimal og homogent fordelt vandindhold i det deponerede affald med henblik på:

- at forbedre betingelserne for fremtidig infiltration og gennemstrømning af nedbør gennem affaldet,
- at forbedre betingelserne for den biologisk nedbrydning af affaldet, og

## Udkast 2019-02-18

- at forbedre betingelserne for udskylning/udvaskning af stoffer fra affaldet.

På længere sigt forventes dette at føre til en minimering af efterbehandlingsperioden.

Et tegn på succes ville etablering af et vedvarende forhøjet vandindhold i en meget stor del af affaldsmassen i den eller de berørte celle(r). Det præcise optimale vandindhold er ikke kendt. Det er dog klart, at startvandindholdet i affaldet ved modtagelse er suboptimalt og ikke tilstrækkeligt til at sikre en effektiv biologisk nedbrydning eller en effektiv udvaskning. Det forventes at et vandindhold ved eller lidt over feltkapaciteten ville være optimalt. En eventuel forbedring af udvaskningsbetingelserne vil måske efter længere tids recirkulering kunne konstateres ved beregning af fjernede stofmængder og massebalancer. Det kan dog forudsætte, at der er mulighed for at sammenligne med tilsvarende data fra celler uden recirkulering.

### Konceptuel procesbeskrivelse og tidsskala

Det er hensigten at bringe vandindholdet i så meget som muligt af affaldet op til feltkapaciteten så tidligt som muligt ved at oversprinkle det med perkolat, når det aflæsses på cellen. Dette har været praktiseret på de tidligere celler for shredderaffald på Etape II. Recirkulering vil derefter fortsætte til den fyldte celle via infiltrationsgrøfter for at sikre fortsat bevægelse af vand/perkolat gennem affaldet og vedligeholdelse af den forhøjede befugtningsgrad. Det er vanskeligt at forudsige, hvornår recirkulering af perkolat ikke længere er nødvendig, men det forventes, at det vil være nødvendigt/hensigtsmæssigt at fortsætte i adskillige år efter opfyldning af cellen.

Perkolat fra de tre tidligere opfyldte celle med shredderaffald vil blive opsamlet og blandet i en ny tank for at holde det adskilt fra perkolat fra andre enheder (f.eks. enheder med blandet affald). Det (eller en del af det) vil så blive recirkuleret til den nye Celle A (sammen med cellens eget perkolat). Hvis perkolatmængden ikke er tilstrækkelig, kan der eventuelt tilsættes rent vand.

[Perkolat fra de tre celler for blandet affald vil fortsat blive opsamlet og blandet i den eksisterende perkolattank med henblik på recirkulering til enheder med blandet affald. Igen, hvis der ikke er tilstrækkelige mængder perkolat, kan der eventuelt tilsættes rent vand. Perkolat fra forskellige klasser vil således ikke længere blive blandet].

Med støtte af analyser af historiske recirkuleringsdata fra Reno Djurs (DepoNet, 2018) er der i Tabel A6.3 beregnet forslag til tilsætning og recirkulering af perkolat til den nye Celle A til shredderaffald.

Tabel A6.3 Beregning af de mængder perkolat, der skal recirkuleres til Celle A med shredderaffald på Etape III på Reno Djurs.

Beskrivelse	Værdi	Enhed
<b>Shreddercelle A, sektion III</b>		
Areal af Celle A i sektion III	6.600	m <sup>2</sup>
<b>Volumener, der skal recirkuleres</b>		
Årligt input af affald	25.000	t/år
Oprindeligt vandindhold i affald	5	% w/w
Vandindhold, der skal tilbageholdes for at nå feltkapacitet, FC	16,1 <sup>(1)</sup>	% w/w
Beregnet årlig vand-/perkolatmængde for at nå FC	4,025	m <sup>3</sup>
Forslag til årlige mængder perkolat til recirkulering		
<i>via udsprøjtningdyser på alt tilført shredderaffald</i>	12.000	m <sup>3</sup> /år
<i>via infiltrationsgrøfter</i>	6.000	m <sup>3</sup> /år
total, hvis begge anvendes simultant	18.000	m <sup>3</sup> /år
cf. Gennemsnitlig årlig infiltration af nedbør på 285 mm <sup>(2)</sup>	1.881	m <sup>3</sup> /år
<b>Hydrauliske forhold for infrastrukturen</b>		

Beskrivelse	Værdi	Enhed
<b>Udsprøjtningsdyser på indkommende affald</b>		
Udsprøjtningshastighed for systemet	32	m <sup>3</sup> /time
Beregnet antal driftstimer, som er nødvendige per år	375	timer
Antal uger per år, hvor der udsprøjtes perkolat	40 <sup>(3)</sup>	uger
Beregnet antal timer per uge, hvor der udsprøjtes	9.4	timer/uge
Antal arbejdsdage per uge	5	dage/uge
Antal timer per dag, hvor der skal udsprøjtes perkolat	1,88	timer/dag
Gennemsnitlig tilførselshastighed for hele cellearealet	50 5	m <sup>3</sup> /ha/dag l/m <sup>2</sup> /dag
<b>Infiltrationsgrøfter på overfladen</b>		
Indbyrdes afstand mellem grøfter	5	m
Antal grøfter	10	-
Bredde af grøfter	2	m
Længde af hver grøft	25	m
Omtrentligt areal berørt af grøfter	2.730 <sup>(4)</sup>	m <sup>2</sup>
Andel af celleoverfladen, der influeres af grøftsystemet	41	%
Nødvendig lineær infiltrationshastighed fra grøfterne	66	liter/m/dag
Nødvendig arealbaseret infiltrationshastighed fra grøfterne	60,2 165	m <sup>3</sup> /ha/dag mm/dag

Notes: 1. Værdi fra ultimo 2016 (DepoNet, 2018) baseret på tilbageholdelse af 39.587m<sup>3</sup> i 245.680 tons affald; dataene indikerer, at affaldet generelt har været befugtet til omkring FC siden 2014 eller tidligere.  
 2. Den gennemsnitlige infiltration af nedbør i perioden 2009 – 2014 var ~285mm/år.  
 3. 40 ugers udsprøjtning antager, at recirkulering suspenderes i en periode i vintermånederne.  
 4. Der er regnet med 12 grøfter i stedet for 10 for at tage højde for den laterale udbredelse af perkolatet uden for den første og den sidste grøft. Desuden er der lagt 10 m til længden af grøfterne for at indregne en lateral spredning fra grøfterne i hver ende af disse. Det er lidt arbitrært, men i overensstemmelse med observationer ved mange undersøgelser.

De beregnede/estimerede infrastrukturkapaciteter, som vil være nødvendige for at levere de foreslåede recirkulerede perkolatmængder, ligger inden for intervaller, som tidligere er blevet opnået ved forskellige danske deponeringsanlæg, inklusive Reno Djurs (DepoNet, 2018, Tabel 3.3).

De foreslåede recirkuleringshastigheder for perkolat/vand er flere gange større end nødvendigt for at nå feltkapaciteten: dette gøres for at tage hensyn til ineffektiviteten af vandoptagelsen i affaldet gennem en enkelt passage, kanaldannelse og affaldets heterogenitet/anisotropi. Denne overdosering er nødvendig for at sikre, at alt affaldet bringes op på og fastholdes på et vandindhold, der svarer til FC.

### Oversigt over foreslået infrastruktur

Perkolat fra enheder med shredderaffald vil blive pumpet fra opsamlingsstanken to en mobil sprederenhed svarende til den, der er vist i Figur A6.2 og sprøjtet ud over frisk shredderaffald efterhånden som det ankommer til cellen.



Figure A6.2: The leachate spreading units at Reno Djurs (from Rolsted and Rosendal, 2016).

Pumper, rørledninger og fordelingssystemerne er projekteret til at have en kapacitet på ca. 32 m<sup>3</sup>/time, som udsprinkles over et areal på ca. 10 m x 10 m fra udsprøjtningseenhederne. Når affaldet ankommer, bliver det placeret inden for dette areal og gennemvædet, hvorefter det doses på plads.

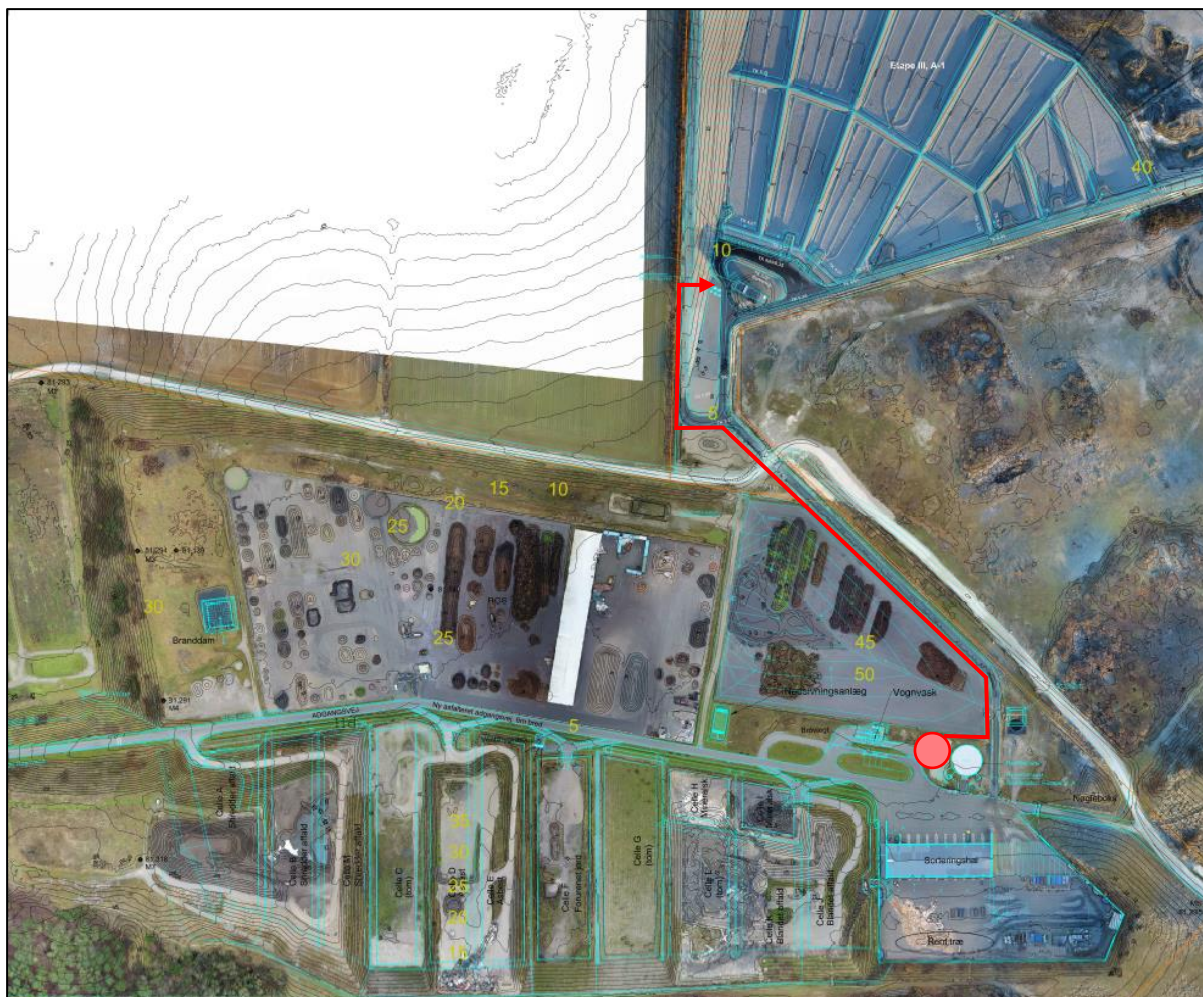
Når et område af enheden med shredderaffald har nået den endelige højde, udgraves der i overfladen af affaldet parallelle grøfter (ca. 2,0 m brede og 1,5 m dybe) med en svag langsgående hældning. Grøfterne, der tilføres recirkuleret perkolat med en armeret slange, er indbyrdes forbundet for at tillade perkolatet at løbe fra den ene grøft til den næste. Figur A6.3 viser eksempler på tilsvarende grøfter, der tidligere er anvendt til recirkulering af perkolat på enheder på Etape II.



Figur A6.3: Grøfter til recirkulering af perkolat på toppen af en enhed med shredderaffald på Etape II på Reno Djurs (fra Rolsted and Rosendal (2016)).

Perkolatet fra de tidligere celler med shredderaffald og den nye Celle A vil blive tilladt en opsamlingstank med en kapacitet på 600 m<sup>3</sup>. Tanken vil blive placeret ved siden af den eksisterende opsamlingstank. En omtrentlig placering af tanken og den tilhørende pumpeledning til Celle A er vist i Figur A6.5.

Yderligere detaljer vedrørende de hydrauliske aspekter af den planlagte Celle A og recirkuleringen af perkolat er givet i Tabel A6.4. Af tabellen fremgår det, at den hydrauliske opholdstid vil blive stabiliseret omkring 1 til 2 år, når cellen er fyldt op. I den tidlige del af opfyldningsperioden, kan den hydrauliske opholdstid være betydeligt kortere.



Figur A6.4: Indikation af placeringen af den nye opsamlingsbrønd for perkolat fra shredderaffald og rørledningen til recirkuleringscellen.

Tabel A6.4: Hydrauliske karakteristika af recirkuleringen af perkolat gennem den nye Celle A.

Beskrivelse	Værdi	Enhed
Volumen af affaldet i den opfyldte celle	101.640	m <sup>3</sup>
Antaget in-situ bulkmassefylde	1,0	tons/m <sup>3</sup>
Vægt af affaldet i den fyldte celle	101.640	tons
Antaget oprindeligt vandindhold i det tilførte shredderaffald	5	% w/w
Estimeret vand-/perkolatmængde optaget i affaldet, når cellen er opfyldt	16.364	m <sup>3</sup>
Beregnet totalt vandindhold i affaldet	21.446	m <sup>3</sup>
Årlig vand-/perkolatflux via sprinklerne og infiltration af nedbør under indfyldning af affald	13.881	m <sup>3</sup>
[sprinklere plus infiltration af regn, fra Tabel A6.3]	2.103	mm/år
∴ hydraulisk opholdstid under indfyldning af affald, maksimum	1,5	år
[maksimum når cellen er næsten fuld, tidligere vil den hydrauliske opholdstid være kortere]	80	uger
Total årlig vandflux via grøfter og infiltration af nedbør efter færdig-opfyldning af cellen	7.881	m <sup>3</sup> /år
[grøfter plus infiltration af regn, fra Tabel A6.3]	1.194	mm/år
∴ hydraulisk opholdstid i affaldet	2,7	år
	142	uger

## Udkast 2019-02-18

Bemærk: Vægten af affaldet i den opfyldte celle er baseret på fiktive/nominelle celleafgrænsninger, der rejser sig lodret over dæmningerne i bunden

## Liste over potentielle risici

Forhold, der kan udgøre en potentiel risiko	Fase 1 Relevant? Ja/Nej	Fase 2 Relevant? Ja/Nej
Lugt-, støj- og støvproblemer og ukontrollerede gasudslip under etableringen		
Den eneste konstruktionsaktivitet relateret til recirkuleringen er udgravningen af grøfter på overfladen af affaldet, efter at cellen er blevet fyldt op. Dette er en meget kortvarig aktivitet. Erfaringerne med udgravning af grøfter på tidligere shredderaffaldsceller udviste ingen signifikante lugtgener. Dette vil blive holdt under tæt observation ved de fremtidige udgravninger af grøfter.		
Lugt- og støv-/partikelproblemer og ukontrollerede gasudslip under driften (for eksempel spredning af NH <sub>3</sub> og/eller aerosoler i forbindelse med sprinkling/udsprøjtning af perkolat)		
<p>Driften af sprinkleranordningerne vil blive standset i stærk vind for at undgå spredning af dråber ud over afgrænsningen af cellen. De grove dyseåbninger (8 mm) vil blive valgt for at undgå dannelse af fin tåge af dråber eller aerosoler. Erfaringer fra tidligere shredderaffaldsceller viser, at perkolatet normalt ikke afgiver nogen stærk lugt af for eksempel ammoniak eller svovlbrinte. Svovlbrinte har en erkendbar lugt ved meget lave koncentrationer, langt under niveauer, hvor den kan være farlig. Skulle en detekterbar lugt blive observeret, vil udsprøjtningen blive stoppet øjeblikkeligt og forholdsregler taget til at håndtere og fjerne problemet.</p> <p>De åbne perkolatoverflader i grøfterne er også potentielt mulige årsager til lugtgener. Som bemærket ovenfor viser erfaringerne, at dette ikke tidligere har voldt problemer, men risikoen vil blive holdt under observation. Hvis en uacceptabel lugt skulle blive observeret, vil der straks blive taget forholdsregler til at eliminere problemet. Disse kunne involvere opfyldning eller overdækning af grøfter, eller kemisk behandling.</p>		
Revner i/udsivning fra rørledninger til transport af perkolat (for eksempel pga. frostsprængninger)		
<p>Recirkuleringssystemet vil kun være i drift inden for normal arbejdstid, hvor der vil være bemanning til at holde opsyn med installationerne. Om natten og i weekendene vil perkolatrørledningerne blive drænet ved gravitation og/eller tilbagepumpning og efterladt tomme. Derfor forventes der ikke nogen betydelige risici for frostsprængninger af perkolatledninger.</p> <p>Perkolatrørledninger, der ikke kan drænes eller some er placeret uden for områder med bundmembran, vil blive nedgravet til frostfri dybde. Der anvendes i øvrigt særlige trykprøvede rør.</p> <p>Alle perkolatledninger vil blive visuelt inspeceret med jævne mellemrum.</p>		
Overfladeudbrud af perkolat		
De udgravede grøfter vil som minimum blive placeret 20 m fra sideskråninger af affald for at minimere risikoen for perkolatudbrud. Denne praksis har tidligere været succesfuld ved recirkuleringen af perkolat på shreddercellerne på Etape II.		
Ustabilitet/jordskred på skrænter (for eksempel som følge af overfladeudbrud på skrænter)		
De udgravede grøfter vil som minimum blive placeret 20 m fra sideskråninger af affald for at minimere risikoen for perkolatudbrud. Denne praksis har tidligere været succesfuld ved recirkuleringen af perkolat på shreddercellerne på Etape II.		

Forhold, der kan udgøre en potentiel risiko	Fase 1 Relevant? Ja/Nej	Fase 2 Relevant? Ja/Nej
<b>For højt perkolatniveau på bundmembran</b>		
Trykniveauet over bundmembranen vil blive målt ved hjælp en tryktransducer, som bliver installeret før indfyldningen af affald påbegyndes. Den vil blive placeret i den lavere ende af cellen, halvejs mellem de to midterste drænledninger, hvor trykniveauet vil være højest. Hvis trykket stiger højere end 40 cm over membranen, bliver recirkuleringen standset. Dette vil forhindre, at perkolattrykket stiger til et skadeligt niveau. Yderligere en transducer vil blive placeret i hoveddrænledningen ved indløbet til pumpekammeret.		
<b>Overskridelse af grænseværdier for perkolatkvalitet i forhold til udledning eller behandling</b>		
Perkolat til bortledning vil blive analyseret månedligt eller kvartalsvis, som krævet i udledningstilladelsen fra kommunen. Dette vedrører dog det blandede perkolat fra alle de celler, som ikke er omfattet af infiltrationstilladelsen. Perkolatet fra den aktuelle recirkuleringscelle (Celle A på Etape III) vil blive analyseret kvartalsvis for alle parametre i udledningstilladelsen. Disse resultater vil blive sammenlignet med udledningsgrænserne og med tidligere observerede tendenser med henblik på at spore indikationer af ændringer i perkolatets styrke.		
<b>Oversvømmelse af gasopsamlingsdræn og forringelse af gasopsamling</b>		
Gasopsamlingsbrønde vil først blive installeret, efter at cellen er blevet opfyldt. På dette tidspunkt vil der ikke ske yderlige oversprinkling af affald, men der vil ske infiltration af perkolat fra de udgravede grøfter. Baseret på den hidtidige deponering af shredderaffald, forventes der forventes kun moderate gasproduktionshastigheder. Gasopsamlingsbrønde vil blive placeret, så risikoen for oversvømmelse fra infiltrerende perkolat minimeres.		
<b>Forurening af nedstrøms grundvand og nærtliggende overfladevand</b>		
De miljøbeskyttende systemer (barriere, membraner, dræn, kontrol- og alarmsystemer, etc.) på cellen er projekteret og udført med henblik på at forhindre udsivning af perkolat i grundvandet. Kontrollen af perkolattrykket på membrane vil forhindre direkte overløb/udslip fra cellen til overfladevand. Placeringen af infiltrationsgrøfterne væk fra cellens sideskråninger vil forhindre overfladeudbrud og udbrud på skråningerne. Desuden kan det nævnes, at der ved foden af celleskråninger, inden for membrankanten, etableres en drængrøft, der vil opsamle alt vand/perkolat, som måtte løbe af på skråningsens overflade.  Den anden potentielle kilde til vandforurening er rørledningerne til transport af perkolat. Som allerede diskuteret ovenfor, er disse projekteret, placeret og drevet med henblik på at minimere enhver risiko for udslip til grundvand og overfladevand.		
<b>Tilstopning af drænsystemer</b>		
Drænrørene i bunden af cellen er indrettet til at kunne renses. Dette vil blive udført efter behov, dvs. hvis perkolatniveauet stiger over 40 – 50 cm. På cellerne med shredderaffald på Etape II har dette typisk skullet gøres mindre end én gang per år, og det har vist sig succesfuldt med hensyn til at opretholde drænsystemets ydelse.		
<b>Strømsvigt/strømafrydelse</b>		
Det er ikke sandsynligt, at strømafrydelser uden for normal arbejdstid vil give anledning til nogen risici knyttet til recirkulering af perkolat, fordi recirkuleringssystemet ikke vil være i drift på disse tidspunkter.  Inden for normal arbejdstid vil den eneste risiko, som kunne opstå i forbindelse med en strømafrydelse være, hvis der opstod et brud på en af transportledningerne til perkolat, mens disse var fulde af perkolat og ikke kunne blive fuldt drænet. Risikoen for, at dette ville ske på nøjagtig same tid som en strømafrydelse, må betragtes som ekstremt ringe. Normale nødprocedurer ville blive aktiveret med henblik på at genetablere strømforsyningen.		



Forhold, der kan udgøre en potentiel risiko	Fase 1 Relevant? Ja/Nej	Fase 2 Relevant? Ja/Nej

## Monitering

### Forhold, der vil blive monitoreret

I de følgende tabeller er behovet for monitering i forbindelse med gennemførelse af projektet vedrørende recirkulering af perkolat på Celle A til shredderaffald på Etape III opgjort. Tabellerne er udarbejdet med udgangspunkt i Bilag 5 og DepoNet (2018). Der er tale om følgende tabeller:

- Tabel A6.5      Monitering af påvirkninger af affaldsnedbrydning og perkolatkvalitet
- Tabel A6.6      Monitering af drifts- og funktionstilstand for infrastrukturen til recirkulering
- Tabel A6.7      Monitering af vandbalancer/perkolatbalancer
- Tabel A6.8      Monitering af potentielle miljømæssige og arbejdsmiljømæssige risici

Tabel A6.5      *Monitering af påvirkninger af affaldsnedbrydning og perkolatkvalitet.*

Parameter	Kommentar
Perkolattemperatur ved moniteringsbrønde	
Gasflow fra hele recirkuleringsenheden	Gasopsamling kan eventuelt iværksættes efter at cellen er blevet opfyldt
Sætningshastighed	Ved hjælp af specielt måleudstyr eller nivelleringsmålinger
Gaskvalitet	CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S osv.
Kvalitet af perkolatudløb fra Celle A	Led efter ændringer, der kan henføres til recirkuleringen
Kvaliteten af alle perkolatstrømme ind og ud af enheder, der indgår i recirkulationssystemet	Parametre: Baseret på dem, der er begrænset i henhold til udledningstilladelsen og/eller på dem, der indgår i en risikovurdering i forhold til afslutning af efterbehandlingen

Tabel A6.6      *Monitering af drifts- og funktionstilstand for infrastrukturen til recirkulering.*

Parameter	Kommentar
Hydraulisk infiltrationshastighed	Angives som m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /år for udsprøjningssystemet; Angives som m <sup>3</sup> /linær m/år for grøfterne <i>Moniter for tab af hydraulisk ydeevne</i>
Afdræningshastighed	Hastighed af faldet i trykhøjde eller niveau for perkolatet i grøfterne, når tilførslen af perkolat er stoppet
Tilstopningspotentiale af recirkuleret perkolat	Gennemgå perkolatanalyser for TSS, VSS, Ca, alkalinitet, mv. med henblik på vurdering af tilstopningspotentiale
Tilstopning/tab af ydelse i drænsystemet	Perkolattrykket vil blive målt med transducer i den laveste ende af cellen. Drænsystemet vil blive rensat, når trykhøjden overstiger 40 – 50 cm.

Tabel A6.7      *Monitering af vandbalancer/perkolatbalancer.*

Parameter	Kommentar
Perkolat- og vandstrømme til og fra Celle A samt øvrige deponeringsenheder, som indgår i recirkuleringssystemet	Tidsseriegrafer af daglige og akkumulerede volumener til og fra enhederne

Parameter	Kommentar
Recirkulerede perkolatvolumener	Der holdes regnskab med placering og tidsforløb af tilførsel/injektion af recirkuleret perkolat. <i>Der optegnes tidsseriegrafer af daglige og akkumulerede perkolatvolumener der er recirkuleret til Celle A.</i>
Perkolatstrøm fjernet til spildevandsbehandlingsanlæg eller anden bortskaffelse	Der optegnes tidsseriegrafer af daglige og akkumulerede perkolatvolumener til behandling eller anden bortskaffelse
Udefra tilført vand eller slam	Registrer de udefra kommende vandmængder, som infiltreres eller tilføres med slam
Nedbør	Hvis deponeringsanlægget ikke har egne målinger, kan de nærmeste vejrstationer eller amatørdata anvendes
Evapotranspiration	Anvend data fra Meteorologisk Institut eller estimerede daglige værdier  <i>Estimer nettoinfiltrationen – for systemer, hvor der anvendes åbne grøfter og/eller sprinkler-/strålesystemer vil fordampning/evaporation have betydning både for nettonedbøren og for nettoinfiltrationen af det recirkulerede perkolat</i>
Perkolatniveau	Registrer perkolatniveau og perkolattryk i deponeringsenheder; optegn tidsseriegrafer beregnet og beregn sæsonbaseret variation i mængden af opmagasineret perkolat ( <i>vigtigt at kende geometrien af enheden for at kunne omregne ændringer i trykhøjde til volumenændringer; også vigtigt at angive antagelser vedrørende affaldets vandmætningskapacitet</i> );
Perkolatmængde på vej i "transit" og absorberet af affaldet	Anvendes til at beregne potentiel forøgelse af trykhøjde, hvis recirkulering og perkolatfjernelse afbrydes. Anvend samme format for beregningen, som i DepoNet (2018) blev anvendt for cellerne på Etape II. De vil blive opdateret årligt.

Tabel A6.8 Monitering af potentielle miljømæssige og arbejdsmiljømæssige risici.

Parameter	Kommentar
Overfladeudsvivning af perkolat, ustabilitet af skrånninger, jordskred	Visuel inspektion – dagligt
Udsvivning fra transportledninger for perkolat	Visuel inspektion – dagligt
Differentialsætninger omkring injektionszoner kan føre til udslip fra gas- og perkolatledninger	Visuel inspektion af gas- og perkolatledninger omkring injektionszoner
CH <sub>4</sub> -koncentration ved grænsen til deponeringsenheden eller deponeringsanlægget	
Lugt, H <sub>2</sub> S ved grænsen til deponeringsanlægget	
Ændringer i perkolatsammensætning	Kvalitet og kvantitet af recirkuleret perkolat og perkolat fjernet fra den aktuelle enhed monitoreres (tidsserier af alle input- og outputstrømme) før, under og efter recirkuleringsperioden

#### Vedrørende omfanget af monitoringen af perkolatkvalitet

Der vil årligt (eventuelt hvert andet år) blive monitoreret for en lang række anbefalede stoffer (oplistet i Bilag 2, taget fra Miljøprojekt nr. 2058/2018). Tabellen i Bilag 2 omfatter anbefalinger for forskellige typer deponeringsenheder, herunder også en specifikt for shredderaffald.

Bilag 2 anbefaler også mere hyppig monitorering af perkolatet for relativt få indholdsstoffer. For dette nye recirkuleringsprojekt for Celle A på Etape III foreslås månedlig monitorering af indholdet af nedenstående parametre i tilført og fraført perkolat:

pH
COD
BI5
DOC
klorid
sulfat
Ca
ammonium N
total N
total P
Nickel
total hydrocarbons

Den eksisterende kvartalsvise monitoring af et større antal parametre i henhold til udledningstilladelsen fortsættes.

Simple massebalanceberegninger (eller måske snarere massestrømsberegninger) vil blive gennemført årligt. De vil være estimater af den årlige mængde af bort-/udledte nøglestoffer baseret på årlige perkolatmængder og årgennemsnit af koncentrationerne af stofferne i perkolatet. De årlige og akkumulerede årlige fraførte stofmængder vil så blive sammenlignet med de stofmængder, som findes i perkolat-fasen i det deponerede shredderaffald i cellen. Det bemærkes, at denne beregning ikke inkluderer et eventuelt "reservoir" af et givet stof, som fortsat måtte findes i faststoffasen i affaldet.

Et eksempel på en sådan beregning ses i Tabel A6.9.

*Tabel A6.9: Eksempel på simple massebalance-/massestrømsberegninger af udledning af Ni fra deponeringsenhed for shredderaffald på Reno Djurs.*

Beskrivelse	Værdi	Enhed
Årgennemsnit af koncentrationen af <Ni> i perkolat fra cellen	200	µg/l
Årligt volume blødt fra cellen til bortledning	3,000	m <sup>3</sup>
∴ mængden af <Ni> fjernet fra cellen	600	g
Vand-/perkolatindhold i affaldet i cellen (estimeret i Tabel A6.4)	21,464	m <sup>3</sup>
∴ Mængde af <Ni> tilbageholdt i perkolatet i cellen	4,293	g
∴ Andel af indholdet af <Ni> i perkolatet fjernet det pågældende år	14	%

Bemærk: I dette eksempel svarer den gennemsnitlige koncentration af Ni i perkolatet til tidligere observerede værdier i perkolat fra celler med shredderaffald på Etape II; den årlige mængde perkolat, der blødes til rensningsanlæg er et skøn.

I tilgift vil de mere hyppige analyser af koncentrationerne af nøgleparametre blive holdt under kontinuerlig observation for tegn på stigninger, som kunne indikere statistisk signifikante ændringer, som måtte stamme fra recirkuleringen (når den naturlige og forventede progression af udvaskningen tages i betragtning).

Et eksempel på en af de simpleste måder at holde data fra tidsserier under observation er vist i Tabel A6.10. Den viser data for koncentrationer af metaller og metalloider i perkolat fra 2014 til og med 2016, og inkluderer farvede histogrammer i hver enkelt celle af et excel-ark. Herved fås en simple visual indikator for størrelsen af hvert resultat. Samtidig opnås let et overblik over tendenser over tid, ligesom tydelige outliers og korttidsanomalier kan identificeres.

Tabel A6.10 Anvendelse af farvede histogram-kolonner til at vise tendenser i udviklingen af sammensætningen af perkolat fra celler med shredderaffald (koncentrationer er angivet i µg/l).

	As	Cr	Cu	Pb	Zn	Cd	Ni	Hg
27/03/2014	100	15	74	5.8	13	0.26	170	0.18
17/06/2014	350	89	150	17	73	1.7	420	0.46
11/09/2014	220	27	15	7.2	23	0.22	130	0.15
09/12/2014	45	17	400	200	330	1	150	0.81
27/03/2015	29	20	1600	390	1200	2.4	300	2.2
08/06/2015	28	19	480	93	210	0.71	190	0.62
23/09/2015	23	15	74	88	180	0.72	140	0.21
18/12/2015	17	25	86	47	140	0.73	200	0.31
30/03/2016	19	27	210	41	120	0.72	220	0.52
23/06/2016	17	26	180	55	130	0.74	230	0.47
19/09/2016	22	15	46	32	67	0.5	150	0.38
09/12/2016	13	19	74	21	51	0.05	190	0.05
23/03/2017	12	16	51	5.3	35	0.05	200	0.05

Kilde: Data modtaget fra Reno Djurs.

## Konsultation

Dette dokument fremsendes hermed til Miljøstyrelsen med henblik på konsultation og diskussion forud for indsendelse af en egentlig formel ansøgning om miljøtilladelse.

## Fase 2: Udarbejdelse af formel miljøansøgning

Efter diskussion med og modtagelse af synspunkter fra Miljøstyrelsen vil der blive udarbejdet en egentlig, formel ansøgning, som vil inkludere det følgende:

- En revideret version af Fase 1-delen af dette dokument, inklusive en sammenfatning af de ændringer, som bliver foretaget efter konsultationen med Miljøstyrelsen
- Oversigtstegninger og en liste over de væsentligste konstruktions- og driftsmæssige elementer
- Konstruktionsoversigt og tidsskema for installationen
- Liste over driftsmanualer, sikkerhedsforskrifter og andre manualer eller planer, som vil blive udarbejdet, når miljøansøgningen er godkendt
- Yderligere specifikation af monitoringsprogrammet og dataregistrering/dataopbevaring og datapræsentation
- Oversigtlig plan for nedlukning af recirkuleringen og eventuel fjernelse af infrastrukturen. I praksis vil der kun være lidt infrastruktur, der skal fjernes: grøfterne vil blot blive fyldt op: pumperne og rørledningerne til perkolattransport kan formentlig efterlades som back-up for perkolatopsamlings-systemet og transportledningen til opsamlingsstanken, som ligeledes forventes at indgå i andre eller lignende fremtidige opgaver.
- En plan for håndtering af uønskede hændelser (er i nogen grad allerede omfattet af listen over potentielle risici) og