

Testprogram for tildekkingsmasser

Forurenset sjøbunn (oppdatert pr. august 2017)



Utførende institusjon

Multiconsult AS

Oppdragstakers prosjektansvarlig

Solveig Lone

Kontaktperson i Miljødirektoratet

Jeanette Beckius

M-nummer

411

År

2015

Sidetall

64

Miljødirektoratets kontraktnummer

15128073

Utgiver

Miljødirektoratet

Prosjektet er finansiert av

Miljødirektoratet

Forfatter(e)

Eggen, T.(1), Myhre, L.P.(2), Amundsen, C.E.(1), Kitterød, N.O.(1), Nævdal, A.(2), Westerlund, S.(2), Sørheim, R.(1), Bruskeland, O.(3), Hamre, L.(3), Lone, S.(3), Kramvik, E.O.(3), Søvik, A.E.(3)

(1)Bioforsk Jord og Miljø, (2)International Research Institute of Stavanger, (3)Multiconsult ASA.

Tittel - norsk og engelsk

Testprogram for tildekkingsmasser - Forurensset sjøbunn

Test program for capping materials - Contaminated seabed

Sammendrag - summary

Veilederen beskriver tester og vurderingskriterier for generell egnethet av masser som planlegges brukt til tildekking av forurensede marine sedimenter. Selve testsystemet er bygget opp i tre trinn. I tillegg til dokumentasjon av generell egnethet, må det vurderes om massene er egnet ut fra miljø-forholdene der massene er tenkt brukt (trinn fire). I den reviderte veilederen er det gjort noen endringer i vurderingskriteriene på de ulike trinnene, i tillegg til at akseptverdier er harmonisert med grenseverdier i Vannforskriften. Noen mindre endringer i veilederen er gjennomført i 2017.

These guidelines describe tests and evaluation criteria for general documentation of the suitability of materials proposed to be used for capping of contaminated marine sediments. The test system comprises three steps. In addition to documentation of general suitability, it must also be shown that the capping materials are suitable for the environmental conditions at the actual location where the capping is to be placed (step four). In the revised guideline, some changes are made in the evaluation criteria for each step, and the acceptance limits are harmonized with limit values in The Water Regulation. Some minor changes to the guidelines were made in 2017.

4 emneord

Tildeckingsmateriale, Forurensset sediment,
Opprydding, Testprogram

4 subject words

Capping materials , Contaminated sediment,
Remediation, Test program

Forsidefoto

Multiconsult ASA

Innhold

1. Sammendrag	5
2. Innledning	6
2.1 Klassifisering av tildekkingsmasser	8
2.2 Strategier for testing og vurdering av tildekkingsmaterialer	9
2.2.1 Trinn 1. Generell karakterisering	9
2.2.2 Trinn 2. Kjemisk stabilitet	10
2.2.3 Trinn 3. Virkning på biota	10
2.2.4 Trinn 4. Steds spesifikke vurderinger for hvert enkelt tiltak	10
2.3 Valg av prøver for testing og bruk av tidligere resultater	11
2.4 Testing av mulige spesielle, gunstige materialegenskaper (innovative egenskaper) ...	12
3. Trinn 1. Generell karakterisering av fysiske og kjemiske egenskaper	12
3.1 Generell beskrivelse av massene	12
3.1.1 Felles krav til opplysninger for alle kategorier tildekkingsmasser	12
3.1.2 Særlige krav for mudringsmasser og løsmasser	13
3.1.3 Særlige krav for prosesserte masser	13
3.2 Kjemisk- og mineralogisk sammensetning	14
3.2.1 Krav til analyser	14
3.2.2 Egnethetsvurdering basert på kjemisk analyse av innhold av miljøgifter	14
3.3 Materialets fysiske egenskaper	15
3.3.1 Krav til tester	15
4. Trinn 2. Kjemisk stabilitet - utlekkingsegenskaper	16
4.1 Generelt	16
4.2 Utlekkingstester	16
4.2.1 Initielt utlekkingspotensial	17
4.2.2 Stabilisert utlekkingspotensial	17
4.2.3 Testing av materialer som kan ha høyere utlekkingspotensial ved anaerobe forhold	17
4.2.4 Kjemisk analyse av eluater	17
4.3 Egnethetsvurdering av innhold av miljøgifter basert på utlekkingstester	18
5. Trinn 3. Virkning på biota - økotoksikologiske egenskaper	19
5.1 Generelt	19
5.2 Økotoksikologiske tester	19
5.2.1 Akutt toksikologiske egenskaper	19
5.2.2 Kroniske effekter, helmaterial-toksisitetstest	19
5.3 Egnethetsvurdering basert på økotoksikologiske tester	20

6. Trinn 4. Stedsspesifikke vurderinger	21
6.1.1 Beskrivelse av tildekkingsområdet	21
6.1.2 Beskrivelse av tildekkingsmaterialet og samvirke med sediment.....	21
6.1.3 Erosjon og resuspensjon som følge av skipstrafikk	22
6.1.4 Tykkelse av tildekkingslaget.....	23
6.1.5 Teknologi/metode for utlegging av tildekkingsmasse	23
6.1.6 Forurensningsbegrensende tiltak ved tiltaksgjennomføring	23
6.1.7 Overvåkingsprogram for tiltaksperioden	23
6.1.8 Sluttdokumentasjon av tiltak	24
6.1.9 Langtidsovervåking av tiltak.....	24
7. Referanser	25

Vedlegg:

- Vedlegg A - Generelle betraktninger om kjemisk karakterisering og testing av materialers kjemiske stabilitet
- Vedlegg B - Betraktninger om testing av materialets fysiske stabilitet
- Vedlegg C - Betraktninger om testing og vurdering av materialets effekt på organismer
- Vedlegg D - Betraktninger om testing av mulige spesielle, gunstige materialegenskaper (materialets innovative egenskaper)
- Vedlegg E - Tabeller med akseptverdier for trinn 1, 2 og 3
- Vedlegg F - Oversikt over alle utførte endringer
- Vedlegg G - Ordliste med forkortelser

1. Sammendrag

Denne veilederen beskriver program for undersøkelse og dokumentasjon av egenskapene til materialer av geologisk opprinnelse som ved opprydding av forurenset sjøbunn og ved utfyllinger planlegges brukt til tildekking av forurensede, marine bunnsedimenter.

Testprogrammet er ikke beregnet for materialer som planlegges brukt til tynnsjikttildekking.

Veilederen er både beregnet for undersøkelse av naturlige masser som er planlagt tatt ut for et spesielt tildekkingsiltak, og for de tilfellene der en ønsker å undersøke om overskudds- og restmasser fra en industriell virksomhet som f.eks bergverk, steinindustri, pukkverk eller anleggsvirksomhet kan være egnet til slik tildekking.

Forslaget til testprogram er utarbeidet med tanke på at det skal være relativt enkelt, og samtidig legge til rette for undersøkelse av et tilstrekkelig antall prøver til å få avklart variasjoner i massenes kvalitet. Programmet er basert på kommersielt tilgjengelige metoder og analyser, delvis med noen enkle modifikasjoner for å tilpasse metodene og analysene til den aktuelle problemstillingen.

Programmet har flere trinn med tilhørende akseptkriterier:

1. Generell karakterisering av fysiske og kjemiske egenskaper
2. Kjemisk stabilitet - utlekkingssegenskaper
3. Virkning på biota - økotoksikologiske egenskaper
4. Steds spesifikke vurderinger for tiltaksgjennomføring

Det generelle karakteriserings- og testprogrammet for alle masser (trinn 1) er forholdsvis enkelt. På visse betingelser kan materialer som blir funnet uegnet i det generelle programmet, for eksempel i forhold til innhold av metaller, likevel bli funnet egnet etter ytterligere undersøkelsestrinn for dokumentasjon av kjemisk stabilitet og økotoksikologisk virkning, trinn 2 og 3.

Testprogrammets tre første trinn dekker den nødvendige dokumentasjon av massenes generelle egenskaper. Det må suppleres med ytterligere undersøkelser tilpasset forholdene på hver enkelt tildekkingslokalitet, trinn 4.

Akseptkriteriene for egnede tildekkingsmasser er hovedsakelig basert på kriterier for klassifisering av miljøtilstand i vann, norsk klassifiseringssystem for vann i henhold til Vannforskriften (Klassifiseringsveilederen, Veileder 02:2013) samt veileder for risikovurdering av forurenset sediment (Risikoveilederen, M-409 | 2015).

Tildekkingsmasser skal i utgangspunktet ikke inneholde stoffer som står på miljømyndighetenes liste over prioriterte helse- og miljøfarlige stoffer (prioritetslisten, stoffer der utslipp skal stanses eller reduseres vesentlig innen 2020), stoffer som oppfyller kriteriesettet for slike prioriterte stoffer eller prioriterte stoffer i Vannforskriften.

2. Innledning

Denne veilederen skal brukes når egnetheten av masser til tildekking av forurensede sedimenter skal vurderes. Veilederen ble første gang utarbeidet i 2005 av eksterne fagmiljøer på oppdrag fra SFT (nå Miljødirektoratet). Første fase av arbeidet ble utført av Bioforsk Jord og Miljø og Rogalandsforskning. Annen fase av arbeidet ble utført av Multiconsult ASA. Revidering av veilederen i 2015 er også utført av Multiconsult ASA. Miljødirektoratet har gjennomført noen mindre endringer i veilederen i 2017. Endringene medfører at veilederen ikke lenger åpner for at masser med prioriterte uorganiske miljøgifter (metaller) over klasse tre kan benyttes til tildekkingsmasser, selv om det finnes dokumentasjon på at miljøgiftene er godt bundet. Lenkene i teksten er også blitt oppdatert.

Veilederen har blitt revidert for å tilpasse testprogrammet nye utfordringer som har kommet opp. Veilederen er også revidert på bakgrunn av at det er etablert nye grenseverdier for vann, sediment og biota. For detaljert oversikt over alle endringer som er gjennomført, se vedlegg F.

Tiltak i sedimenter igangsettes enten av tiltakshaver som ønsker å gjennomføre et tiltak eller av forurensningsmyndighet ved at det gis et pålegg om undersøkelser, om utarbeidelse av tiltaksplan og om opprydding. Tildekking av forurensede sjøbunnsedimenter er et tiltak for å redusere risiko for negative miljøeffekter. Tiltaket består i å dekke til de forurensede sedimentene med egnede masser for å forhindre spredning og transport av miljøgifter fra sedimentene til omgivelsene. Tildekkingen skal også hindre at levende organismer kommer i kontakt med det forurensede sedimentet.

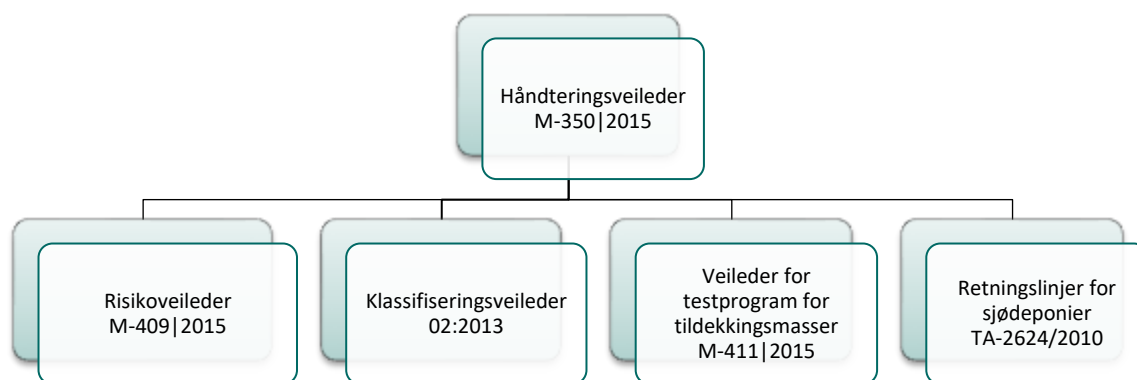
Tildekking av forurensede sedimenter er også aktuelt i områder som skal fylles ut for innvinning av nytt landareal. Her er formålet med tildekkingen primært å forhindre spredning og transport av miljøgifter fra sedimentene til omgivelsene, både under og etter utfylling.

For håndtering av sedimenter er det utarbeidet en egen veileder som presenterer saksgang, regelverk, utredningsbehov, planlegging, tiltaksgjennomføring og kontroll, «Veileder for håndtering av sedimenter» ([Håndteringsveilederen, M-350 | 2015](#)). Prinsippene for planlegging og utførelse av tildekking av forurensede sedimenter er nærmere beskrevet i denne veilederen. I tillegg er det utarbeidet veiledere for klassifisering og risikovurdering av sedimenter.

Myndighetene gir ingen generell forhåndsgodkjenning av tildekkingsmaterialer. Egnetheten må dokumenteres i hvert tilfelle i forbindelse med søknad om tillatelse til å gjennomføre tildekkingstiltaket. Før valg av tildekkingsmaterialer må materialenes egnethet vurderes ut fra:

1. tildekkingsmaterialenes egenskaper (denne veilederen), og
2. forholdene på stedet der tildekkingen skal gjennomføres ([Håndteringsveilederen, M-350 | 2015](#)).

Figur 1 viser sammenhengen mellom denne veilederen med veiledende testprogram for tildekkingsmasser og de øvrige veilederne for håndtering av sedimenter.



Figur 1 Figuren viser sammenhengen mellom veileder for testing av tildekkingsmaterialer og håndteringsveileder, risiko- og klassifiseringsveileder, samt retningslinjer for sjødeponier.

Veilederen er beregnet på materialer av geologisk opprinnelse, som ved opprydding av forurenset sjøbunn og ved utfyllinger planlegges brukt til tildekking av forurensete, marine bunnsedimenter. Massene skal være rene, relativt til normaltstanden i norske fjorder og kystfarvann. Det skal være mulig å bruke materialer fra vanlige norske berg- og jordarter. Forurensete overskuddsmasser er ikke egnet til tildekkingsformål. Testprogrammet er ikke beregnet for materialer som planlegges brukt til tynnsjikttildekking. Tynnsjikttildekking gjøres ved at rene og gjerne aktive masser legges ut i tynne lag. Ofte omtales alt under 15 cm som tynnsjikttildekking. Det foreløpig ikke er utviklet egen veileder for tynnsjikttildekking.

Veilederen er både beregnet for undersøkelse av naturlige masser som er planlagt tatt ut for et spesielt tildekkingstiltak, og for de tilfellene der en ønsker å undersøke om overskudds- og restmasser fra en industriell virksomhet som f.eks. bergverk, steinindustri, pukkverk eller anleggsvirksomhet kan være egnet til slik tildekking.

Testprogrammet dekker den nødvendige dokumentasjonen av massenes generelle egenskaper. Det må suppleres med ytterligere undersøkelser tilpasset forholdene på hver enkelt tildekkingslokalitet, jf. punkt 2 ovenfor.

Testprogrammet er utarbeidet med tanke på at det skal være relativt enkelt og samtidig sikre at massene, også på lang sikt, legger til rette for et godt naturmangfold. Det skal samtidig legge til rette for undersøkelse av et tilstrekkelig antall prøver til å få avklart variasjoner i massenes kvalitet. Programmet har flere trinn med tilhørende akseptkriterier. Trinn 1 til 3 i programmet er basert på kommersielt tilgjengelige metoder og analyser, delvis med noen enkle modifikasjoner for å tilpasse metodene og analysene til den aktuelle problemstillingen.

Tildekkingsmasser skal i utgangspunktet ikke inneholde stoffer som står på miljømyndighetenes liste over prioriterte helse- og miljøfarlige stoffer ([prioritetslisten](#), stoffer der utslipp skal stanses eller reduseres vesentlig innen 2020), stoffer som oppfyller [kriteriesettet](#) for slike prioriterte stoffer, eller prioriterte stoffer i [Vannforskriften \(Vedlegg VIII\)](#). I det etterfølgende er alle disse bare omtalt som «Prioriterte miljøgifter».

Det er valgt å benytte eksisterende grenseverdier og akseptnivåer utviklet for andre formål for å vurdere tildekkingsmaterialer. Kjemisk innhold i selve tildekkingsmaterialet vurderes ut

fra grenseverdier basert på veileder for grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota M-608|2016 ([Klassifiseringssystemet](#)), samt normverdier for jordkvalitet som angitt i vedlegg 1 til kapittel 2 i forurensningsforskriften, «Opprydding i forurenset grunn ved grave- og byggearbeider» («[Vedlegg 1, Normverdier](#)»). Stoffinnholdet i eluatet fra utlekkings tester vurderes ut fra grenseverdier i Klassifiseringsveilederen. For økotoksikologiske tester er det anvendt akseptverdier utarbeidet for risikovurdering av forurenset sediment (Risikoveilederen, M-409 | 2015). Bakgrunnen for akseptverdiene er gitt i [Vedlegg A](#).

2.1 Klassifisering av tildekkingsmasser

Masser for bruk i tildekkingsprosjekter, foreslås klassifisert i et system med fire kategorier:

- Mudringsmasser
- Løsmasser
- Brytningsmasser
- Prosesserte masser

Mudringsmasser omfatter mudrede sjøbunnsedimenter. Løsmasser omfatter alle typer opprinnelige løsmasser, samt delvis nedknuste og utsiktede fraksjoner fra disse. Knuste ur- og blokkmasser, dvs. et produkt som hovedsakelig (eller «nesten bare») består av knuste partikler, klassifiseres som brytningsmasser. Gravemasser fra massetak på land hører til i denne kategorien.

Brytningsmasser består av opprinnelig brutt fast berggrunn og nedknuste og utsiktede fraksjoner fra denne, samt nedknuste ur- og blokkmasser. Det er en forutsetning at massene ikke har gjennomgått våte separasjonsprosesser eller på annen måte er tilført kjemikalier. Brytningsmasser vil typisk inkludere sideberg fra bergverksdrift, tørr avgang fra oppredningsanlegg, avfallsfraksjoner fra pukkverk/steinindustri og brytningsmasser fra anleggsvirksomhet.

Prosesserte masser er masser som har gjennomgått en faseforandring eller som har blitt utsatt for en våt separering- eller kondisjoneringsprosess, dvs. masser som kan ha reagert med væske, gass, kjemikalier eller smelte. Denne kategorien vil typisk inkludere slagg fra smelteverk, finkornig flotasjonsavgang og avgang fra våte oppredningsprosesser generelt. Gjenvunnet «fluidised bed»-materiale og gjenvunnet blåsesand og støpesand regnes som prosesserte masser. Ren utsikting for å produsere ulike størrelsesfraksjoner defineres ikke som prosesserte masser.

2.2 Strategier for testing og vurdering av tildekkingsmaterialer

En overordnet beskrivelse av strategien til testprogrammet, samt en skjematisk framstilling av prosedyren for vurdering er gitt i *Figur 2*. Prosedyren omfatter fire trinn som beskrives nærmere i kapitlene 3-6:

1. Generell karakterisering av fysiske og kjemiske egenskaper
2. Kjemisk stabilitet - utlekkingssegenskaper
3. Virkning på biota - økotoksikologiske egenskaper
4. Stedspesifikke vurderinger for tiltaksgjennomføring

Avhengig av resultatene kan materialene bli funnet egnet til bruk som tildekkingsmasse på generelt grunnlag. Etter dette kan undersøkelsene gå videre til stedsspesifikke vurderinger, som må gjennomføres i alle konkrete tildekkingsprosjekter.

2.2.1 Trinn 1. Generell karakterisering

Søknad om tillatelse til gjennomføring av et tildekkningstiltak må inneholde dokumentasjon om tildekkingsmassenes opphav, lagring og eventuelt prosessering, samt en fysisk og kjemisk basiskarakterisering av materialet.

Mudringsmasser

Mudringsmasser kan karakteriseres som kjemisk egnet som tildekkingsmateriale dersom de:

- har lavere innhold av totalt organisk karbon (TOC) enn 1 %
- og har lavere konsentrasjon av metaller og organiske miljøgifter enn øvre grense for tilstandsklasse II gitt i ([Klassifiseringssystemet](#)). Dette fremgår også av *Tabell E 1* og *Tabell E 2* i vedlegg E.

Dersom kriteriene for innhold av miljøgifter ikke er oppfylt vurderes mudrede sjøbunn-sedimenter å være uegnede som tildekkingsmasser. For disse massene gjelder alle stoffer, både prioriterte og ikke-prioriterte.

Løsmasser og brytningsmasser

Løsmasser og brytningsmasser kan karakteriseres som kjemisk egnet som tildekkingsmateriale ut fra trinn 1-vurderingen dersom de:

- har lavere innhold av totalt organisk karbon (TOC) enn 1 %
- og har lavere konsentrasjon av metaller og organiske miljøgifter enn trinn 1-akseptverdiene (*Tabell E 1* og *Tabell E 2* i vedlegg E).

Opprinnelige løsmasser og brytningsmasser som inneholder prioriterte uorganiske miljøgifter (metaller) over trinn 1-akseptverdi må undersøkes videre med trinn 2 og 3.

Prosesserte masser

Prosesserte masser må alltid undersøkes videre med trinn 2 og eventuelt trinn 3, selv om akseptkriteriene for uorganiske miljøgifter på trinn 1 er oppfylt. Materialer som inneholder organiske miljøgifter over trinn 1-akseptverdi er uegnet.

Tildekkingsmasser generelt

Materialer med innhold av prioriterte uorganiske miljøgifter (metaller) over tilstandsklasse III for sedimenter er i utgangspunktet uegnet som tildekkingsmaterialer.

Dersom innhold av totalt organisk karbon (TOC) er høyere enn trinn 1-akseptverdi (1 %) må utlekking ved reduserende forhold vurderes (trinn 4). Redoks-sensitive elementer som må vurderes analysert for er arsen, krom, kvikksølv, jern og mangan.

2.2.2 Trinn 2. Kjemisk stabilitet

Materialer som:

- har konsentrasjon av metaller som overskrider akseptkriteriene for trinn 1 (*Tabell E 1* i vedlegg E), men ikke overskrider tilstandsklasse III for sedimenter og
- ikke er ekskludert for bruk iht. akseptkriteriene for organiske miljøgifter (*Tabell E 2* i vedlegg E)

må undersøkes videre for dokumentasjon av massenes utlekkingsegenskaper.

Massenes initielle utlekkingsegenskaper undersøkes med en ett-trinns ristetest, og de stabiliserte langtidsegenskapene med en kolonnetest. Kolonnetesten benyttes også til testing av materialer ved reduserende forhold. De initielle og stabiliserte utlekkingsegenskapene vurderes opp mot grenseverdier for henholdsvis tilstandsklasse III og II for vannmasser ([Klassifiseringssystemet](#)). Se *Tabell E 3* i vedlegg E med akseptkriterier for uorganiske stoffer. Det er ikke utarbeidet akseptkriterier for organiske stoffer da disse ikke aksepteres i konsentrasjoner over trinn 1-akseptkriteriene.

2.2.3 Trinn 3. Virkning på biota

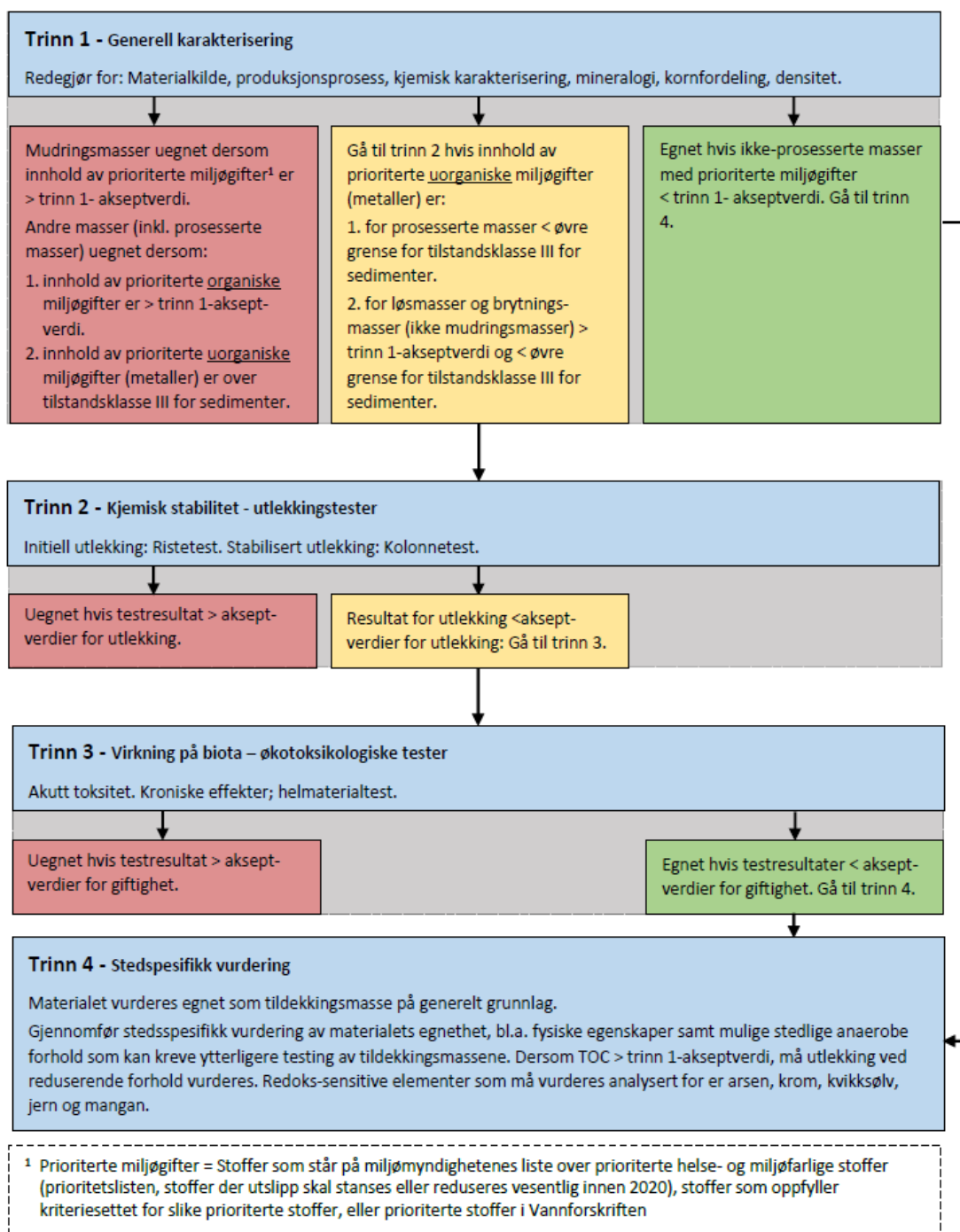
Økotoksikologiske tester for å undersøke biologiske effekter er aktuelt for materialer som:

- tilfredsstillende akseptkriteriene til kjemisk stabilitet etter trinn 2,
- og har konsentrasjon av metaller som overskrider akseptkriteriene for trinn 1, men ikke overskrider tilstandsklasse III for sedimenter,
- og/eller består av prosesserte masser.

Undersøkelsene omfatter tester for materialets akutt-toksisitet. Hvis det er mistanke om at materialet kan gi kroniske virkninger på biologisk liv kan det også gjennomføres helmaterial-toksisitetstester (helsediment-toksisitetstester). Resultatene av de biologiske testene vurderes mot økotoksikologiske grenseverdier etablert for risikovurdering av forurensede sedimenter (Risikoveilederen, M-409 | 2015). Se *Tabell E 4* i vedlegg E.

2.2.4 Trinn 4. Steds spesifikke vurderinger for hvert enkelt tiltak

Materialets rekoloniserings- og geotekniske egenskaper vurderes i forbindelse med utarbeidelse av en søknad om tillatelse til et gitt tildekkingsprosjekt, se [Håndteringsveilederen, M-350 | 2015](#).



Figur 2 Testprogram for tildekkingsmaterialer. Akseptverdier for de ulike trinnene er vist i vedlegg E.

2.3 Valg av prøver for testing og bruk av tidligere resultater

All testing og karakterisering utføres på representative prøver av materialet og på et representativt antall prøver i forhold til materialmengden som skal brukes i tildekkingsprosjektet. Det må legges vekt på tilstrekkelig prøvetaking og testing til å avklare variasjoner

i massenes kvalitet. Ved veldig inhomogene masser må materialet deles inn i flere typer som testes hver for seg.

Det må på alle undersøkelsestrinn dokumenteres hvordan prøvene for testing er fremskaffet og opplyses om alle relevante forhold vedrørende prøvenes representativitet.

Dersom det er foretatt tidligere tester av materialegenskaper som kreves dokumentert iht. denne veileder (f. eks. kornfordeling, mineralogi, kjemisk innhold, utlekking etc.) kan det vurderes om disse resultatene er akseptable for dokumentasjon av de respektive materialegenskapene. Dette kan særlig være tilfelle for overskuddsmasser fra pukkverk og bergverksdrift. Vurderingen må begrunnes og dokumenteres.

Standarden ISO/DIS 10381-8 gir en detaljert veiledning for prøvetaking av masser lagt i haug.

Prøvene oppbevares i godkjent emballasje for lagring og transport til analyselaboratorium. NS-ISO 5667-15 omhandler metoder for konservering og behandling av slam- og sedimentprøver som skal analyseres for fysiske, kjemiske og biologiske parametere.

2.4 Testing av mulige spesielle, gunstige materialegenskaper (innovative egenskaper)

Bestemmelse av mulige spesielle, gunstige egenskaper ved tildekkingsmaterialet, f.eks. adsorpsjons- eller reduktive egenskaper, inngår ikke i testprogrammet for generell egnethetsvurdering. Materialers adsorpsjonsegenskaper eller evne til nedbrytning av sterkt oksiderte organiske miljøgifter eller reduksjon av oksiderte metaller, kan likevel være av stor betydning og anbefales vurdert og dokumentert i den stedspesifikke utredningen av et konkret tildekkingsprosjekt.

3. Trinn 1. Generell karakterisering av fysiske og kjemiske egenskaper

3.1 Generell beskrivelse av massene

3.1.1 Felles krav til opplysninger for alle kategorier tildekkingsmasser

Materialets eier/leverandør eller den som søker om tillatelse til gjennomføring av tiltak må gjøre rede for all kjent informasjon som kan være relevant for materialets egnethet, slik som for eksempel:

- Massekategori
- Tildekkingsmassens produsent / leverandør
- Massenens geografiske opphav
- Behandlingsprosess
- Lagringsforhold
- Eventuell prosessering
- Kornfordeling
- Densitet og korndensitet
- Massens mineralsammensetning
- Kjemisk karakterisering:
 - Som et minimumskrav skal totalt innhold av uorganiske elementer; kadmium, kvikksølv, bly, sink, nikkel, kobber, krom og arsen.
 - Ved fare for reduserende forhold bør det også analyseres for jern og mangan.
 - Innhold av organiske miljøgifter skal i utgangspunktet dokumenteres, men kan utelates dersom dette kan begrunnes godt. Analyseprogrammet må tilpasses hvert enkelt tilfelle.
- pH
- Totalt organisk karbon (TOC)

3.1.2 Særlige krav for mudringsmasser og løsmasser

- Redegjøre for hvilken aktivitet som har foregått på stedet materialet er hentet fra
- Vurdere om det er grunn til å tro at massene er forurensset og i så fall hvilke forurensningskomponenter som muligens kan forekomme
- Vurdere faren for at massene kan inneholde fremmede organismer (jf. [Forskrift om fremmede organismer](#))

3.1.3 Særlige krav for prosesserte masser

Masseprodusenten skal redegjøre for prosesser og kjemikalier som inngår i prosessene. Gjennom de aktuelle prosessene blir kjemikaliene tilført produktet og dermed også restmassene. Følgende dokumentasjon kreves:

- Beskrivelse av prosessen med hensyn på mulige faseforandringer og eksponering for ulike væsker, gasser og kjemikalier
- Informasjon om hvilke forurensningskomponenter prosessen kan ha bidratt med eller gjort mer tilgjengelig
- Dokumentasjonen skal inkludere tilgjengelige datablader med informasjon om akutt- og kronisk giftighet og bionedbrytbarhet for kjemikaliene som massene kan ha vært påvirket av. Tilsvarende informasjon skal gis for stoffer som kan ha blitt dannet i prosessen.

3.2 Kjemisk- og mineralogisk sammensetning

3.2.1 Krav til analyser

Bestemmelse av uorganisk sammensetning og innhold av organiske miljøgifter

Kjemiske analyser for å bestemme materialets uorganiske sammensetning og innhold av organiske miljøgifter utføres som beskrevet i kapittel 3 i vedlegg VIII Risikoveilederen, M-409 | 2015 («Prøvetakings- og analysemetoder av forurensede marine sedimenter»).

Innhold av organiske miljøgifter skal i utgangspunktet dokumenteres, men kan utelates dersom dette kan begrunnes godt. Analyseprogrammet må tilpasses hvert enkelt tilfelle, og materialet skal analyseres for de organiske forbindelsene som en vet eller antar kan være tilstede. Det kreves analyser med deteksjonsgrenser tilsvarende tilstandsklasse I-verdier ([Klassifiseringssystemet](#)) eller trinn 1-grenseverdiene for «*Risikovurdering av forurenset sediment*» ([Risikoveilederen, M-409 | 2015](#)).

Bestemmelse av materialets mineralogiske sammensetning

Mineralogisk sammensetning bestemmes kvalitativt på pulverisert fast prøve ved hjelp av XRD (X-røntgen diffraksjon).

Bestemmelse av TOC

Innholdet av organisk karbon (TOC) er forutsatt bestemt ved kjemisk analyse (GC-metodikk) iht. NS-EN 13137. Innholdet av organisk materiale kan også bestemmes ved glødetapsmetode NS 4764 (finkornig materiale) eller kolorimetrisk (sand og grus). Disse metodene bestemmer også innholdet av andre stoffer enn organisk karbon, men for orienterende vurderinger kan en anta at TOC tilsvarer 50% av glødetapsverdien.

3.2.2 Egnethetsvurdering basert på kjemisk analyse av innhold av miljøgifter

For vurdering på trinn 1 av materialets egnethet som tildekkingsmasse basert på kjemiske analyser, benyttes akseptverdiene gitt i *Tabell E 1* og *Tabell E 2* i vedlegg E. Det er gitt akseptverdier for henholdsvis

- Mudringsmasser
- Løsmasser, brytningsmasser og prosesserte masser

Bakgrunnen for disse akseptverdiene er gitt i [Vedlegg A](#).

Med unntak for prosesserte masser, kan undersøkte masser karakteriseres som egnet på generell basis hvis materialets stoffinnhold ikke overstiger disse akseptverdiene. En kan da gå videre til en trinn 4, stedsspesifikk vurdering. Prosesserte masser skal alltid undersøkes også på trinn 2 (utlekking av metaller), og eventuelt trinn 3 (økotoksikologiske tester) hvis resultatene fra testene er lavere enn akseptverdiene for utlekking i trinn 2.

Fordi analysemetoden er en totaloppslutning av tilstedeværende forbindelser i materialet, kan analysen gi en overkonsentrasjon av metaller sammenlignet med hvor mye som kan være tilgjengelig for utlekking. Hvis akseptverdiene for metaller overstiges, tillates derfor testing av materialets utlekkingsegenskaper i trinn 2 og økotoksikologiske egenskaper i trinn 3, hvor resultatene sammenlignes med akseptverdier for utlekking.

Materialer som inneholder organiske stoffer som står på miljømyndighetenes lister over Prioriterte miljøgifter¹, vil ikke være aktuelle for tildekkingsformål dersom konsentrasjonen overstiger øvre grense for tilstandsklasse II for sedimenter, se *Tabell E 2* i vedlegg E.

3.3 Materialets fysiske egenskaper

3.3.1 Krav til tester

Kornfordeling

Tildekkingsmassens kornfordeling skal bestemmes iht. NS 8005. Masser med mer enn 5 % innhold av materiale < 0,075 mm og / eller med belegg på større partikler, skal våtsiktes.

Permeabilitet

Permeabiliteten av tildekkingsmasser kan vanligvis bestemmes med tilstrekkelig nøyaktighet ved beregning ut fra kornfordelingskurven, jf [Vedlegg B](#). For finkornige materialer (silt/leire) kan permeabiliteten om ønskelig bestemmes ved ulike geotekniske laboratorieforsøk.

Densitet og korndensitet

Forventet densitet etter løs utlegging som tildekkingsmasse kan bestemmes i laboratoriet som beskrevet i [Vedlegg B](#). Korndensitet bestemmes vanligvis iht. NS 8012.

Egnethetsvurdering basert på fysiske egenskaper

For å fastslå tildekkingsmaterialets egnethet må de fysiske egenskapene til tildekkingsmaterialet vurderes opp mot tilsvarende i de forurensede sedimentene, samt de lokale sjø- og bunnforhold, anleggstekniske forhold osv., i en stedspesifikk vurdering som beskrevet i trinn 4.

¹ Prioriterte miljøgifter = Stoffer som står på miljømyndighetenes liste over prioriterte helse- og miljøfarlige stoffer ([prioritetslisten](#), stoffer der utslipp skal stanses eller reduseres vesentlig innen 2020), stoffer som oppfyller [kriteriesettet](#) for slike prioriterte stoffer, eller prioriterte stoffer i [Vannforskriften](#).

4. Trinn 2. Kjemisk stabilitet – utlekkingssegenskaper

4.1 Generelt

Det skal gjennomføres en vurdering av kjemisk stabilitet for:

- prosesserte masser med innhold av prioriterte uorganiske miljøgifter (metaller) i konsentrasjoner lavere enn øvre grense for tilstandsklasse III for sedimenter.
- løsmasser og brytningsmasser med innhold av prioriterte uorganiske miljøgifter (metaller) i konsentrasjoner over trinn 1-akseptverdi, men lavere enn øvre grense for tilstandsklasse III for sedimenter.

Dokumentasjonen av kjemisk stabilitet skal omfatte følgende forhold:

- Initielt utlekkingspotensial. Maksimal konsentrasjon som kan tillates i vannfase for aktuelle forurensninger i tildekkingsprosessen (kortvarig, akutt påvirkning) av forurensede sedimenter
- Stabilisert utlekkingspotensial. Konsentrasjon av forurensninger etter langt framskreden utlekking (stabilisert utlekking, mulige kroniske effekter)

Analyseprogrammet for trinn 2-testene bestemmes ut fra en vurdering av hvilke metall-forbindelser som foreligger over trinn 1-akseptkravet, og testresultatene fra trinn 2 vurderes primært med hensyn på de parameterne som har vist konsentrasjoner over akseptverdiene i trinn 1.

De initielle og stabiliserte utlekkingssegenskapene vurderes ved å sammenligne testresultatene (eluatkonsentrasjonene) opp mot henholdsvis tilstandsklasse III og II for vannmasser ([Klassifiseringssystemet](#)).

I de tilfellene der en ønsker å benytte tildekkingsmasser med TOC > 1 % må en også vurdere å undersøke utlekkingspotensialet ved reduserende forhold (trinn 4).

4.2 Utlekkingstester

I alle de følgende testene skal det benyttes naturlig eller kunstig sjøvann som ekstraksjonsmiddel. Det settes ikke spesifikke krav til sjøvannskvaliteten i dette dokumentet, men det forutsettes at laboratoriet kan dokumentere at sjøvannskvaliteten er under kontroll og tilfredsstillende de krav som er nødvendig for ikke å påvirke resultatene.

4.2.1 Initielt utlekkingspotensial

Testes ved bruk av ett-trinns ristetest NS EN12457-2 med L/S-forhold på 10, hvor destillert / deionisert vann som ekstraksjonsmiddel erstattes med naturlig eller kunstig sjøvann.

Testen utføres normalt på materialer med partikkelstørrelse mindre enn 2 mm, men kan benyttes for materialer opp til 4 mm. Til testen kreves 2 kg materiale. Materialet eksponeres for sjøvann i 24 timer.

4.2.2 Stabilisert utlekkingspotensial

Testes ved bruk av oppstrøms kolonnetest CEN EN 14405 hvor destillert vann erstattes med naturlig eller kunstig sjøvann. Testen kjøres til et L/S forhold på 10. Testen utføres normalt på materiale med partikkelstørrelse mindre enn 4 mm. Testen er ikke egnet for masser med hydraulisk konduktivitet $< 10^{-7}$ til 10^{-8} m/s. Testens varighet er avhengig av massenes permeabilitet, men vil vanligvis være ca. 3 til 4 uker. Dette skulle sikre likevektsforhold i prøven, slik at eluatet etter L/S 10 antas å vise konsentrasjonen i porevannet i massene etter at de har stabilisert seg. Vanligvis kreves kjemisk analyse av syv eluater i testen, fra L/S 0,1 til L/S 10, slik at utviklingen over tid kan beskrives.

4.2.3 Testing av materialer som kan ha høyere utlekkingspotensial ved anaerobe forhold

Tildekkingsmaterialet har et generelt krav om totalt organisk karboninnhold lavere enn 1 %. Dette vil sikre at materialet i seg selv ikke skaper reduserende forhold. I de tilfellene der en ønsker å benytte tildekkingsmasser med TOC > 1 % må en også se på stedlige forhold og vurdere å undersøke utlekkingspotensialet ved reduserende forhold (trinn 4).

Ved utlegging av tildekkingsmaterialer i områder med anaerobe forhold og dårlig vannkvalitet må materialet også testes for utlekking ved reduserende forhold. Dette vil være en steds-spesifikk vurdering (se trinn 4) og inngår derfor ikke direkte i testprogrammet for generell vurdering av tildekkingsmaterialer. Redoks-sensitive elementer som må vurderes analysert for er arsen, krom, kvikksølv, jern og mangan.

Testen utføres som for stabilisert utlekkingspotensial (kap. 4.2.2), men kunstig sjøvann erstattes med O₂-fritt kunstig sjøvann (bubbles med N₂-gass) med kjemisk analyse av minimum fire eluater, L/S 0,2, L/S 1, L/S 5 og L/S 10. pH og redoks-potensialet i eluatene skal også bestemmes. Dersom testen viser en økning i redoks-sensitive forbindelser samt en senkning av redoks-potensialet i eluatene (L/S 0,2 til L/S 10), viser det at tildekkingsmaterialet kan gi økt utlekking under anaerobe forhold.

4.2.4 Kjemisk analyse av eluater

Analysen av sjøvann med stoffkonsentrasjoner på bakgrunn- eller tilstandsklasse II-nivå er krevende. Analyselaboratoriet må gjøres spesielt oppmerksom på deteksjonskravene. Se [Vedlegg A](#) for ytterligere detaljer.

Bestemmelse av materialets uorganiske sammensetning

For karakterisering av eluater etter ristetest hvor utlekket mengde tungmetaller skal vurderes mot tilstandsklasse III, kan metallinnhold bestemmes ved ICP-AES eller ICP-SFMS (sector field mass spectrometer), eller eventuelt andre standardiserte metoder.

ICP-metodikken er en totalinnholdsmetode, dvs at metaller på mikropartikler og større komplekser i prøven vil også inngå i analysen. Prøvebehandlingen før analyse for å sikre at partikulært materiale ikke inngår i analysen er derfor svært viktig. Metoden er også slik at ekstraksjon eller oppkonsentrering i andre medier ikke er nødvendig.

Bestemmelse av eluatets innhold av organiske miljøgifter

Eventuelle mistanker om mulig innhold av organiske miljøgifter i tildekkingsmaterialet skal avklares på trinn 1. Siden tildekkingsmaterialet ikke skal inneholde organiske miljøgifter er det heller ikke laget akseptkriterier for utlekking av organiske miljøgifter, og det har ingen hensikt å utføre slike tester. Mulig skadelig miljøpåvirkning som følge av organiske forbindelser i prosesserte masser (ikke miljøgifter) undersøkes på trinn 3 i de økotoksikologiske testene.

4.3 Egnethetsvurdering av innhold av miljøgifter basert på utlekkingstester

Akseptkriteriene for kjemisk stabilitet fremgår *Tabell E 3* i vedlegg E. Det er ingen faste akseptkriterier for utlekking under reduserende forhold.

Verdiene er basert på tilstandsklasser for vannmasser, henholdsvis klasse III og II for initiell og stabilisert utlekking i [Klassifiseringssystemet](#).

Akseptkriteriene for initiell utlekking gjelder for ristetesten. Kolonneforsøkets siste trinn (L/S 10) vurderes mot kriteriet for stabilisert utlekking. Rapporten fra kolonneforsøket skal imidlertid vise eluatkonsentrasjonene og beregnet mengde utlekket stoff fra alle testtrinn slik at hele utlekkingsforløpet framgår.

Hvis eluatkonsentrasjonen er lavere enn akseptnivået, må materialet testes videre for økotoksikologiske effekter (trinn 3). Er konsentrasjonen høyere enn akseptnivået, karakteriseres materialet som uegnet.

Det er i denne veilederen ikke gitt akseptverdier for organiske miljøgifter i vann ved testing av utlekkingspotensialet til aktuelle tildekkingsmaterialer. Dette fordi massene anses som uegnet dersom de inneholder organiske miljøgifter over tilstandsklasse II for sedimenter.

Bemerk at en blindprøve av det kunstige vannet som benyttes i forsøkene må være analysert med hensyn på de samme stoffer som eluatet skal undersøkes for.

5. Trinn 3. Virkning på biota – økotoksikologiske egenskaper

5.1 Generelt

Masser som testes i trinn 2 for kjemisk stabilitet, og som er under akseptverdiene for utlekking skal testes for virkning på biota.

Disse testene er egnet til å avdekke mulige samvirkende gifteffekter av stoffer samt effekter fra forbindelser som ikke inngår i det kjemiske analyseprogrammet.

Undersøkelsene omfatter tester for å avklare:

- Materialets akutt-toksisitet, algetest
- Materialets kroniske virkninger på biologisk liv, helmaterialetest (i spesielle tilfeller)

Resultatene av de biologiske testene vurderes mot økotoksikologiske grenseverdier etablert for risikovurdering av forurensede sedimenter (Risikoveilederen, M-409 | 2015).

5.2 Økotoksikologiske tester

5.2.1 Akutt toksikologiske egenskaper

Undersøkelse av toksisitet av «porevann»/eluat utføres fortrinnsvis på tre ulike organismer: mikroalger (den marinbiologiske algen *Skeletonema costatum*), bunnlevende krepsdyr (for eksempel hoppekrepsen *Tisbe battagliai*), og evertebratlarver (for eksempel østerslarver *Crassostrea gigas*). Metodene er alle standardiserte screeningtester som kan gjennomføres i løpet av en uke.

Dersom det er mistanke om tilstedeværelse av dioksiner eller dioksinlignende miljøgifter bør det gjennomføres en test (DR CALUX) for spesifikk påvisning av dette. Testen gjennomføres på et organisk ekstrakt.

Testene gjennomføres som beskrevet i vedlegg VIII til Risikoveilederen, M-409 | 2015. Testene er også kort beskrevet i Faktaboks 1 i Risikoveilederen.

5.2.2 Kroniske effekter, helmateriale-toksisitetstest

Det er utfordrende å teste effekter på sedimentlevende dyr i et materiale som kan være suboptimalt med hensyn til organismers gravende aktivitet, jf vedlegg C.

I særskilte tilfeller hvor det er mistanke om kroniske effekter kan likevel helmateriale-toksisitetstester (helsedimenttester) anbefales gjennomført. Det kan da benyttes en forenklet *Corophium* sp. test hvor overlevelse etter 10 døgns eksponering blir vurdert. Testen har begrensninger og vil ikke gi et sammenlignbart bilde med hensyn til normale sedimenttester da den gravende aktiviteten kan være svært redusert. Det kan være aktuelt å blande

materialet med et uforurenset sediment får å gjøre testen mer sammenliknbar med hel-sedimenttester. I testen eksponeres krepsdyret *Corophium* for materialet (eventuelt blandet med uforurenset sediment) i akvarium over en periode på ti døgn. Dødelighet over 20 % blir regnet som signifikant og er en indikasjon på uakseptabel risiko. I tillegg blir antall dyr som oppholder seg på sedimentoverflaten og i vannsøylen registrert daglig i 4 døgn. Se også beskrivelse av helsedimenttester i vedlegg VIII til Risikoveilederen, M-409 | 2015.

5.3 Egnethetsvurdering basert på økotoksikologiske tester

Resultatene av de økotoksikologiske testene vurderes mot de etablerte grenseverdiene i veileder for risikovurdering av forurenset sediment, gitt i *Tabell E 4* i vedlegg E.

For akutt toksisitet vil TU-verdier høyere enn grenseverdien for porevannstestene bety en overskridelse av akseptverdien for giftighet.

En dødelighet høyere enn 20 % i helmaterialtesten medfører en overskridelse av akseptverdien.

Materialer som slår ut på økotoksiske tester vil ikke karakteriseres som egnet som en generell vurdering. Det er mulig å gjøre en ekspertvurdering av hva som gir toksisk effekt i disse testene og hvorvidt dette vil være et miljøproblem i et steds spesifikt område. Slike ekspertvurderinger vil være en del av en vurdering i en steds spesifikk tiltakssøknad. Se nærmere beskrivelse i vedlegg C.

For vurdering av materialers egnethet i forhold til rekolonisering, se vedlegg C «Betraktninger om testing av materialets effekt på organismer».

6. Trinn 4. Stedsspesifikke vurderinger

Prinsippene for planlegging og utførelse av tildekking av forurensede sedimenter er nærmere beskrevet i [Håndteringsveilederen, M-350 | 2015](#).

Det er viktig at saksbehandlingen i de ulike regionene følger de samme prinsippene med hensyn på krav til dokumentasjon ettersom samme materiale kan vurderes brukt i flere regioner. Dette kapittelet gir anbefalinger med hensyn til hvilke opplysninger som bør kreves av søker i forhold til prosjektering, gjennomføring og langtidsovervåkning. Søker i denne sammenhengen er den som er ansvarlig for gjennomføringen av tildekkingsprosjektet, *tiltakshaver*.

I de etterfølgende delkapitlene er det angitt behov for dokumentasjon som må vurderes i hvert enkelt tilfelle. Se også [Håndteringsveilederen, M-350 | 2015](#).

6.1.1 Beskrivelse av tildekkingsområdet

- Generell beskrivelse av forholdene i området, inkl:
 - Sedimenttype og forurensningstilstand, gjelder det tildekking av naturlig sedimentert materiale eller dumpede masser, etc.
 - Strømforhold
 - Bunntopografi
 - Naturtilstand i tildekkingsområdet, jf. naturmangfoldloven. Se også vedlegg IV - Naturhensyn i [Håndteringsveilederen, M-350 | 2015](#)
 - Områdets bruk, nå og fremtidig, kartlegging av brukerinteresser i området og eventuelle konflikter under og etter tiltaket
 - Skipstrafikk, antall anløp, størrelse på skip / båter etc.
 - Geotekniske forhold (grunnforhold)
- Risikovurdering i henhold til veileder for risikovurdering av forurenset sediment (Risikoveilederen, M-409 | 2015)
- Miljømål for tiltaksområdet
- Tiltaksplan for tildekkingsområdet

6.1.2 Beskrivelse av tildekkingsmaterialet og samvirke med sediment

Dette omfatter vurdering av tildekkingsmaterialets egnethet til å hindre spredning av miljøgifter gjennom tildekkingslaget i forhold til de stedlige forhold i tiltaksområdet. Egenskapene og konsentrasjonsnivåene til de kjemiske forbindelsene i sedimenter og tildekkingsmasser må inngå i vurderingene.

- Dokumentasjon på at materialet er generelt egnet basert på det gjennomførte testprogrammet
- Vurdering av geoteknisk stabilitet i tildekkingsområdet mot tildekkingsmaterialets egenskaper (sedimentets bæreevne og konsolideringsegenskaper, metodikk er beskrevet i rapport av Eek 2005)

- Vurdering av tildekkingsmaterialets egnethet i det omsøkte tildekkingsområdet med hensyn på materialets permeabilitet og filteregenskaper, dvs dets evne til å hindre partikkelspredning fra sedimentet som skal tildekkes. Se vedlegg B og orienterende verdier i Tabell 1.

Tabell 1 Typiske kornstørrelser for aktuelle materialer

Forurenset sediment				Egnet tildekkingsmateriale	
Forurenset sediment	Kornstørrelse d_{15} , (mm)	Permeabilitet k , (m/s)	Kornstørrelse d_{85} , (mm)	Kornstørrelse d_{15} , (mm)	Beskrivelse, i tilfelle bruk av ensgradert materiale
Siltig leire	< 0.002	10^{-8} - 10^{-11}	0.006	< 0.004 - 0.03	Middels til grov silt
Ensgradert silt	0.004	Ca. 10^{-7}	0.02	0.008 - 0.1	Middels silt til fin sand
Velgradert silt	0.006	Ca. 10^{-6}	0.1	0.012 - 0.5	Grov silt til middels sand
Ensgradert sand	0.08	Ca. 10^{-5}	0.2	0.08 - 1	Middels til grov sand
Velgradert sand	0.08	Ca. 10^{-5}	6	0.08 - 30	Middels sand til grov grus

Tabellens beskrivelse av egnede tildekkingsmaterialer baserer seg på et ensgradert materiale. Det er imidlertid d_{15} som bestemmer om materialet kan brukes eller ikke og det kan derfor også brukes mer velgraderte materialer (det vil si materialer med et visst innhold av grovere partikler) enn angitt i tabellen, se vedlegg B. Beskrivelsen er ment som en hjelp til å foreta en initiell vurdering.

- Vurdering av tildekkingsmaterialets andre barriereegenskaper i forhold til de miljøgifter og konsentrasjoner som foreligger i sedimentene i det omsøkte tildekkingsprosjektet. Dette inkluderer beregning av diffusjon av forurensning og nødvendig tildekkingsmekthet. Her vil også mulige spesielle, gunstige materialegenskaper (innovative egenskaper) som at materialet er adsorberende eller reduserende, kunne vurderes.
- Hvis tildekkingsmaterialer med organisk karbon høyere enn 1 % vurderes anvendt, må det foreligge en stedspesifikk vurdering av om dette kan være tilrådelig. Potensiell effekt på redoksforhold og økt utlekking av redoks-sensitive forbindelser eller metanproduksjon ved nedbrytning av organisk materiale under anaerobe forhold må vurderes.
- En vurdering/dokumentasjon på materialets rekoloniseringsegenskaper. Dette vil være en stedspesifikk vurdering. Både rekoloniseringstester utført i laboratorier og rapporter knyttet til tilstandsvurderinger i fjorder kan anvendes som vurderingsgrunnlag, se også kommentarer i vedlegg C.

6.1.3 Erosjon og resuspensjon som følge av skipstrafikk

Det må utføres en vurdering av tildekkingsmaterialets egnethet med hensyn på fare for erosjon / resuspensjon i tildekkingsområdet på grunn av strøm / bølger og skips- / båttrafikk (jf Eek 2005, [Miljødirektoratet TA-1869/2002](#) og Risikoveilederen, M-409/2015). Her inngår bl.a:

- Kartlegging av naturlige strømhastigheter og erosjonsforhold i tiltaksområdet
- Beregning av propellindusert strømningshastighet, ut fra beskrivelsen av skips- /båttrafikk i området

- Beregning av kritisk resuspensjonshastighet for tildekkingsmaterialet

Eksempel på beregning av kritisk steinstørrelse for erosjonssikringslag er vist i vedlegg E til NGI-rapport 20130339-02-R, «Prosjektering av mudring og tildekking i Kanalen, Brattør-bassenget og Nyhavna. Forprosjekt».

6.1.4 Tykkelse av tildekkingslaget

Tildekkingslaget skal ivareta flere funksjoner, og må prosjekteres både med hensyn til sammensetning og til tykkelse. I tillegg til å hindre at tildekkingslaget eroderer (se kap. 6.1.3), skal tildekkingen hindre bioturbasjon, adveksjon og diffusjon. I den praktiske gjennomføringen må en også ta høyde for utleggingsmetodens nøyaktighet og risikoen for at forurensede sedimenter blandes med tildekkingsmassen ved utlegging. Eksempel på dimensjonering av et tildekkingslag er vist i vedlegg D til NGI-rapport 20130339-02-R, «Prosjektering av mudring og tildekking i Kanalen, Brattørbassenget og Nyhavna. Forprosjekt».

6.1.5 Teknologi/metode for utlegging av tildekkingsmasse

Foreslått teknologi/metode for utlegging av tildekkingsmasse bør vurderes i forhold til:

- Utstyrets kapasitet og robusthet
- Nøyaktighet ved utlegging, både lateralt og med hensyn på lagtykkelse
- Fare for utilsiktede utslipp av for eksempel drivstoff og hydraulikkolje
- Sikkerhet under anleggsarbeidet
- Støy
- Behov for ankring under tildekkingen
- Fare for forurensningsspredning fra eksisterende sediment i utleggingsperioden

6.1.6 Forurensningsbegrensende tiltak ved tiltaksgjennomføring

Forslag til forurensningsbegrensende tiltak ved fare for stor partikkelspredning ved tiltaksgjennomføring:

- Siltskjørt
- Begrense utleggingsperioden til perioder med lav strøm
- Modifisere/forbedre teknologien for utlegging

6.1.7 Overvåkingsprogram for tiltaksperioden

Overvåkingsprogram for tiltaksperioden kan inneholde følgende punkter (se også kapittel 5, «Gjennomføring og overvåking», i [Håndteringsveilederen, M-350 | 2015](#)):

- Partikkelspredning: turbiditetsmålinger, sedimentfeller (partikkelfeller), siktedyp, visuell kontroll med dykker eller ROV, etc
- Vannkjemi: vannprøver tas over bunn i gitte intervall under utlegging av masser for å vurdere om partikler i vannmassene kommer fra tildekkingsmaterialet eller fra opprinnelig forurenset sediment
- Overvåking av vannsøylen med blåskjell eller kunstige prøvetakingsmembraner (SPMD, POM, DGT) eller sedimentfeller

6.1.8 Sluttdokumentasjon av tiltak

I oppfølgingsfasen av en tildekking er det viktig at det finnes god dokumentasjon av selve utleggingsarbeidet. En slik dokumentasjon kan sikres ved pålegg om sluttdokumentasjon. Se også kapittel 6, «Sluttkontroll og sluttrapport», i [Håndteringsveilederen, M-350 | 2015](#).

De viktigste elementene som bør inngå i sluttdokumentasjonen er:

- Dokumentasjon av tildekkingslaget etter utlegging ved kjemiske analyser
- Dokumentasjon av tildekkingslagets tykkelse og utbredelse
 - Dette kan f.eks utføres ved hjelp av utplasserte målestaver på bunnen, bunntopografimålinger og sedimentprøver, samt dokumentasjon av utlagte mengder i spesifikke arealer kontrollert med GPS under utleggingen
- Stabiliteten til tildekkingslaget
- Resultatvurdering iht tiltaksmål og resultater fra kartlegging utført før tildekkingen

6.1.9 Langtidsovervåking av tiltak

Det må utarbeides et eget overvåkingsprogram som er tilpasset lokale forhold, og i tillegg tar hensyn til kravene i vannforskriften, se [Veileder 02:2009 - Overvåking av miljøtilstand i vann](#). Se også i kapittel 7, «Overvåking etter tiltak», i [Håndteringsveilederen, M-350 | 2015](#) og vedlegg VII, «Undersøkelser og overvåking», i samme veileder. Ethvert område må vurderes særskilt da det vil være ulike problemstillinger alt etter forurensningsgrad, tildekkingsmateriale, sedimentasjonsrate, strømforhold, områdets størrelse med mer.

7. Referanser

- /1/ Miljødirektoratet, M-350 | 2015: «Veileder for håndtering av sedimenter».
- /2/ Veileder 02:2013 «Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver». Norsk klassifiseringssystem for vann i henhold til vannforskriften.
- /3/ Miljødirektoratet, M-409 | 2015: «Risikovurdering av forurenset sediment».
- /4/ Forurensningsforskriften, kapittel 2 «Opprydding i forurenset grunn ved bygge- og gravearbeider», vedlegg 1 «Normverdier».
- /5/ SFT: TA-1869/2002: «Oppvirvling og spredning av forurenset sediment på grunn av skipstrafikk»
- /6/ Miljømyndighetenes prioritetsliste (Miljøstatus).
Stoffer som oppfyller kriteriesettet for slike prioriterte stoffer.
- /7/ ISO/DIS 10381-8. Soil quality - Sampling - Part 8: Guidance on sampling of stockpiles.
- /8/ NS-ISO 5667-15. Vannundersøkelse-Prøvetaking-Del 15: Veiledning i konservering av behandling av slam- og sedimentprøver.
- /9/ NS-EN 13656 Characterization of waste - Microwave assisted digestion with hydrofluoric (HF), nitric (HNO₃) and hydrochloric (HCl) acid mixture for subsequent determination of elements.
- /10/ EN 13137: Karakterisering av avfall. Bestemmelse av totalt organisk karbon (TOC) i avfall, slam og sedimenter.
- /11/ NS 8005: «Geoteknisk prøving, laboratoriemetoder. Kornfordelingsanalyser av jordprøver.»
- /12/ NS 8012: «Geoteknisk prøving, laboratoriemetoder. Korndensitet».
- /13/ NS EN12457-2: Karakterisering av avfall. Utlekking. Samsvarprøving for utlekking av granulært avfallsmateriale og slam. Del 2: Ettrinnspartiprøving ved et væske/faststofforhold på 10 l/kg med partikkelstørrelse under 4 mm (med eller uten størrelsesreduksjon).
- /14/ CEN/TS 14405 (utgave 1. Desember 2006): Karakterisering av avfall. Prøving av utlekkingssegenskaper. Oppstrøms kolonneprøving (under spesielle betingelser)
- /15/ ISO 10253 Water Quality - "Marine algal growth inhibition test with *Skeletonema costatum* and *Phaeodactylum tricornutum*".
- /16/ FOR 2004-06-01 nr 922: Forskrift om begrensning i bruk av helse- og miljøfarlige kjemikalier og andre produkter (produktforskriften).
- /17/ Eek et al, 2005: NGI-rapport 20021244-4 - «Anbefalinger ved prosjektering av tildekking av forurenset sediment.»
- /18/ Cummings, V.J., Thrush, S.F. 2004. Behavioural response of juvenile bivalves to terrestrial sediment deposits: implications for post-disturbance recolonisation. *Marine Ecology-Progress Series* 278: 179-191.
- /19/ Thrush, S.F., Hewitt, J.E. et al. 2003. Macrobenthic recovery processes following catastrophic sedimentation on estuarine sandflats. *Ecological Applications*. 13(5): 1433-1455.
- /20/ Lohrer, A. M., S. F. Thrush, et al. 2004. Terrestrially derived sediment: response of marine macrobenthic communities to thin terrigenous deposits. *Marine Ecology-Progress Series*. 273: 121-138.

- /21/ Cummings, V.J., Thrush, S.F., Hewitt, J., Norkko, A., Pickmere, S. 2003. Terrestrial deposits on intertidal sandflats: sediment characteristics as indicators of habitat suitability for recolonising macrofauna. Marine Ecology-Progress Series, vol 253.
- /22/ DNV-rapport 2004-0086. Jensen T. «Miljøundersøkelser Jøssingfjorden 2003.»
- /23/ Trannum H.C., Olsgard, F., Skei, J. Indrehus J., Æverås S. and Eriksen J. 2004. Effects of copper, cadmium and contaminated harbour sediments on rekolonisation of soft-bottom communities. Jour. Exp. Mar. Biol. and Eco. Vol 310.
- /24/ Olsgard, F. 1999. Effects of Cobber contamination on recoloisation of subtitadel marine soft sediments- An Experimental Field Study, Mar. Pol. Bull Vol 38, Issue 6.
- /25/ Miljødirektoratet, M-241 | 2014: «Kvalitetssikring av miljøkvalitetsstandarder»
- /26/ Veileder 02:2009: «Overvåking av miljøtilstand i vann».
- /27/ Vannforskriften, vedlegg VIII Miljøkvalitetsstandarder for miljøgifter i vannforekomster.
- /28/ NGI-rapport 20130339-02-R, rev. 0, datert 31. januar 2014. Prosjektering av mudring og tildekking i Kanalen, Brattørbassenget og Nyhavna. Forprosjekt.
- /29/ FOR-2015-06-19-716: Forskrift om fremmede organismer.

Vedlegg A

Generelle betraktninger om kjemisk karakterisering og testing av materialers kjemiske stabilitet

Vedlegg A. Generelle betraktninger om kjemisk karakterisering og testing av materialers kjemiske stabilitet

A.1 Kjemisk karakterisering av tildekkingsmasser - Trinn 1-akseptverdier

Trinn 1-akseptverdien for tildekkingsmasser skal blant annet ivareta følgende forhold:

1. Det skal brukes rene masser, relativt til normaltstanden i norske fjorder og kystfarvann
2. Det skal være mulig å bruke materialer fra vanlige norske berg / jordarter
3. Det skal ikke være mulig å bruke forurensede overskuddsmasser til tildekkingsformål

Punkt 1 gjør det naturlig å basere akseptverdien for innhold av tungmetaller på tilstandsklasse I og II for sedimenter i [Klassifiseringssystemet](#). Disse verdiene er vist i Tabell A 1 og Tabell A 2.

For enkelte metaller er imidlertid tilstandsklasse II (og til dels klasse I) for sjøbunnsedimenter betydelig høyere enn hva som er naturlig innhold i de fleste norske jord og bergarter og hva som regnes som forurensset på land i henhold til Forurensningsforskriften kapittel 2, vedlegg 1 («[Normverdier](#)»). Også for enkelte organiske miljøgifter er grenseverdiene for tilstandsklasse II i sedimenter høyere enn normverdiene for forurensede løsmasser på land.

Det er derfor anbefalt å bruke ett kriteriesett for vurdering av tildekking med oppmudrede masser og ett sett for masser fra land. Kriteriene for masser fra land er basert på normverdier for løsmasser, men der disse grensene er høyere enn tilstandsklasse II for sedimenter er akseptverdien justert ned til tilstandsklasse II for sedimenter. For metaller gjelder dette stoffene kobber, kvikksølv, nikkel og sink som vist av Tabell A 1. For organiske stoff, se Tabell A 2.

Tabell A 1 Utvikling av trinn 1-akseptverdier for tungmetaller, mg/kg TS.

Parameter	Tilstandsklasse I	Tilstandsklasse II Akseptverdi for mudrede masser	Normverdi	Akseptverdi for andre masser (fra land)
Arsen	< 15	< 18	8	< 8
Bly	< 25	< 150	60	< 60
Kadmium	< 0,2	< 2,5	1,5	< 1,5
Kobber	< 20	< 84	100	< 84
Krom	< 60	< 660	50	< 50
Kvikksølv	< 0,05	< 0,52	1	< 0,52
Nikkel	< 30	< 42	60	< 42
Sink	< 90	< 139	200	< 139

Tabell A 2 Utvikling av trinn 1-akseptverdier for organiske miljøgifter, µg/kg TS.

Parameter	Tilstandsklasse I	Tilstandsklasse II Akseptverdi for mudrede masser	Normverdi	Akseptverdi for andre masser (fra land)
TBT		5 ¹	15	5 ¹
Trifenylytin		0,036	15	0,036
ΣPCB ₇	-	4,1	10	4,1
PAH-forbindelser:				
ΣPAH ₁₆		-	2 000	2 000
Naftalen	2	27	800	27
Acenaftilen	1,6	33	-	33
Acenaften	2,4	96	-	96
Fluoren	6,8	150	800	150
Fenantren	6,8	780	-	780
Antracen	1,2	4,6	-	4,6
Fluoranten	8	400	1 000	400
Pyren	5,2	84	1 000	84
Benzo(a)antracen	3,6	60	-	60
Krysen	4,4	280	-	280
Benzo(b)fluoranten	90	140	-	140
Benzo(k)fluoranten	90	135	-	135
Benzo(a)pyren	6	183	100	100
Indeno(1,2,3-cd)pyren	20	63	-	63
Dibenso(ah)antracen	12	27	-	27
Benzo(g,h,i)perylene	18	84	-	84
Klorerte pesticider:				
Lindan		-	1	1
DDT		15 (p,p'-DDT: 6)	40	15 (p,p'-DDT: 6)
Klorerte benzener:				
Monoklorbenzen		-	30	30
Diklorbenzen		-	170 ²	170
Triklorbenzen	0	5,6	70 ³	5,6
Pentaklorbenzen	0	400	100	100
Heksaklorbenzen	0	17	10	10

¹ Øvre grense for tilstandsklasse II for TBT i sedimenter er 0,002 µg/kg TS. Denne konsentrasjonen er langt lavere enn det laboratoriene vanligvis opererer med som deteksjonsgrense for analysen. For TBT anbefales det derfor i stedet å bruke forvaltningsmessig konsentrasjon fra [Klassifiseringssystemet](#). Denne er på 5 µg/kg TS.

² Sum 1,2-diklorbenzen og 1,4-diklorbenzen.

³ Sum 1,2,4-triklorbenzen, 1,2,3-triklorbenzen og 1,2,5-triklorbenzen.

Parameter	Tilstandsklasse I	Tilstandsklasse II Akseptverdi for mudrede masser	Normverdi	Akseptverdi for andre masser (fra land)
<i>Fenoler og klorfenoler:</i>				
Nonylfenol	0	16	-	16
Oktylfenol	0	0,27	-	0,27
Pentaklorfenol	0	14	6	6
Dodecylfenol med isomere		4,4	-	4,4
<i>PFOS-forbindelser:</i>				
PFOS		0,23	100	0,23
PFOA		71	-	71
<i>Ftalater:</i>				
DEHP	0	10 000	2 800	2 800
Dioksiner		0,00086	0,01 ¹	0,00086
Bromerte difenyletere		62	-	62
Heksaklorbutadien	0	49	-	49
Heksaklorsykloheksan	0	0,074	-	0,074
C10-13 kloralkaner		800	-	800
Alaklor		0,3	-	0,3
Klorfenvinfos		0,5	-	0,5
Klorpyrifos		1,3	-	1,3
Endosulfan		0,073	-	0,073
Trifluralin		1 600	-	1 600
HBCDD	0	34	-	34
Bisfenol A		1,1	-	1,1
TBBPA		108	-	108
D5		44	-	44
Klorparafiner (mellomkjedete)		4 600	-	4 600
Trikloran		9,3	-	9,3
TCEP		72	-	72
Diflubenzuron		0,2	-	0,2
Teflubenzuron		0,0004	-	0,0004
<i>BTEX</i>				
Benzen	-	-	10	10
Toluen	-	-	300	300
Etylbenzen	-	-	200	200
Xylen	-	-	200	200

¹ Dioksiner/furaner.

Parameter	Tilstandsklasse I	Tilstandsklasse II Akseptverdi for mudrede masser	Normverdi	Akseptverdi for andre masser (fra land)
<i>Alifatiske hydrokarboner:</i>				
Alifater C5-C6	-	-	7 000	7 000
Alifater >C6-C8	-	-	7 000	7 000
Alifater >C8-C10	-	-	10 000	10 000
Alifater >C10-C12	-	-	50 000	50 000
Alifater >C12-C35	-	-	100 000	100 000
<i>Bromerte flammeheggere:</i>				
PBDE-99	-	-	80	80
PBDE-209	-	-	2	2
<i>Flyktige halogenerte hydrokarboner:</i>				
Diklormetan	-	-	60	60
Triklormetan	-	-	20	20
Trikloretan	-	-	100	100
Tetraklormetan	-	-	20	20
1,2-dikloretan	-	-	10	10
1,2-dibrometan	-	-	4	4
1,1,1-trikloretan	-	-	100	100
1,1,2-trikloretan	-	-	10	10
Cyanid fri	-	-	1	1

For de stoffene som det ikke finnes akseptverdier for i sedimenter, må det i hvert tilfelle gjøres en egen vurdering av hvilken konsentrasjon som kan aksepteres.

A.2 Testing av tildekkingsmassenes kjemiske stabilitet - Trinn 2-akseptverdier

Utlekkingstester

Mobilisering av forurensninger fra potensielle tildekkingsmasser er påvirket av en lang rekke grunnleggende kjemiske prosesser. Dette kan være syre-base-reaksjoner, utfellings- og oppløsningsreaksjoner, kompleksdannelse i vannfasen, ionebyttereaksjoner, samt ulike sorpsjonsprosesser. Noen av prosessene som skjer i kontakten mellom tildekkingsmassen og sjøvann vil foregå raskt (for eksempel oppløsning av vannløselige salter, enkelte ionebyttereaksjoner, sorpsjonsprosesser), mens andre vil ta lenger tid (for eksempel utfellingsreaksjoner, desorpsjonsprosesser). Både korttidseffekter og langtidseffekter må ivaretas i utlekkingsstestene.

Vanligvis karakteriseres utlekkingssegenskapene av geologiske materialer som jord og stein eller forurenset grunn med en serie av tester av tre hovedtyper:

1. Grunnleggende karakteriseringstester, lang og kortsiktig utlekkingspotensiale, effekt av ulike pH-betingelser etc.
2. Samsvarstester, for å sjekke om materialet er likt det som har vært undersøkt i karakteriseringstesten.
3. Verifikasjonstester, raske tester for å kontrollere at materialet er likt det som har vært undersøkt med en samsvarstest.

Grunnleggende karakterisering kan gjennomføres ved *sekvensielle ekstraksjoner* av et materiale. Dette er en mye brukt teknikk for å bestemme til hvilken fraksjon i jorda et metall (eller forurensning) finnes. Gjennom slike ekstraksjoner fås opplysninger om forurensningen er løst i vannfasen (salt), adsorbert til overflater, bundet i organisk materiale eller oksider, eller om det finnes i mineralgitteret til ulike mineraler. Selv om resultatene fra sekvensielle ekstraksjoner er avhengig av hvilke ekstraksjonsmidler som brukes og i hvilke rekkefølge disse brukes, fås en del informasjon som kan være nyttig i vurderingene av utlekkingssegenskaper. De fleste sekvensielle utlekkingsstester er utviklet for karakterisering av jord og sedimenter og tolkningen krever en relativt omfattende material-karakterisering og geokjemisk spesialkompetanse.

Totalutlekkingsstest eller konservativ utlekkingsstest er en grunnleggende karakteriseringstest som har til formål å belyse et «worst case scenario», med andre ord en tilnærming til hvor mye som maksimalt vil kunne frigjøres fra fast fase ved svært fremskreden forvitring av massene, f. eks. i en avfallsfylling. En slik test gjennomføres som en enkel ett- eller totrinns ristetest med et høyt væske/faststoff-forhold (L/S-forhold), og basert på bruk av sure eller basiske, aggressive løsninger. De kjemiske betingelsene materialet utsettes for i en slik test er svært forskjellig fra reelle betingelser ved tildekking. Relativt syreløselige mineraler som for eksempel kalkstein, plagioklasfeltspat og olivin vil kunne gi høye konsentrasjoner av gitterbundne elementer i løsning. Mange slike materialer vil likevel kunne være godt egnet for tildekkingsformål. Resultatene vil følgelig ikke være representativ for vurdering av massenes egnethet til tildekkingsformål, og det er ikke utviklet relevante kriterier for vurdering av resultatene fra en slik test med hensyn på bruk som tildekkingsmateriale. Testen er derfor ikke anbefalt for karakterisering av tildekkingsmaterialer på det nåværende tidspunkt.

Realistisk karakteriseringstest. For å vurdere materialers utlekkingspotensial under mer realistiske betingelser må en eksponere materialet for rent sjøvann eller kunstig sjøvannsløsning med tilsvarende pH og bufferegenskap, og over lengre tid. Under slike forhold vil effekten av pH-avhengig utlekking være svært lav, og de viktigste mekanismene som kan fremme mobilisering av forurensning fra fast fase er ionebyttereaksjoner og kompleksdannelse med klorider. Den anbefalte testen av denne type er en kolonnetest (CEN/TS 14405) som modellerer utlekking over tid, det vil si utlekking av stabilisert materiale. Materialet som testes eksponeres kontinuerlig for ny løsning over tid. Testen gjennomføres uten justering av pH under utlekkingsforløpet, men pH bestemmes av reaksjoner med selve materialet som testes. Avhengig av L/S forholdet vil pH i de første utlekkingsfasene kunne avvike vesentlig fra pH i den opprinnelige løsningen. Testen gjennomføres til et væske/faststoff-forhold (L/S-forhold) på 10, som skulle sikre at en stabilisering av pH nåes. Vanligvis tar dette ca. 3-4 uker. Det tas prøver av eluatet flere ganger under forsøket slik at utviklingen i stoffkonsentrasjon og pH med økende L/S-forhold (og tid) kan beskrives.

Det har tidligere vært trinnvise ristetester (kaskadetest) for å studere det samme forholdet som i kolonnetesten, bl.a. en nederlandsk standardtest med 5 trinn fra L/S 20 tom. L/S 100. Denne testen er nå trukket tilbake da det ble funnet at den ikke modellerer realistiske forhold for deponerte materialer.

Forsøksbetingelsene ved kolonne- og ristetester er så forskjellige at resultater i form av eluatkonsentrasjon fra en kortvarig ristetest og et mer langvarig kolonneforsøk kjørt ved samme L/S-forhold, ikke uten videre er sammenlignbare.

Ved gjennomføring av en kolonne- eller kaskadetest vil man vente å finne at utlekkingen fra fast fase vil være størst i de første utlekkingstrinnene for de fleste materialer. For mange materialer blir vurderingen av egnethet en avveining mellom korttidseffekter og langtidseffekter. Dette vil gjenspeiles i akseptkriteriene, som er utformet slik at det tillates høyere, men likevel forsvarlige, konsentrasjoner i den tidligste fasen.

Testen er ment å gå over tilstrekkelig lang tid til å fange opp materialer med unormal utlekkingskarakteristikk, dvs. materialer som gir uakseptable «engangsepisoder» så vel som materialer med en uakseptabel økende trend. Sistnevnte tilfelle kan inntreffe dersom materialet inneholder faser som må gå i løsning før forurensningskomponentene blir tilgjengelige. Realistiske tester må ha en viss total gjennomstrømning som er tilstrekkelig for å avdekke slike forhold.

Kolonnetester vil således kunne avsløre viktige trender i utlekkingsforløpet som ikke vil komme frem i en kortvarig (en dag til ett døgn) ett-trinns ristetest av type *samsvarstest*. Dette kan enklest illustreres ved å betrakte et tenkt materiale der en begrenset mengde forurensning foreligger adsorbert til overflaten av rene, inerte partikler. Når materialet utsettes for en kolonnetest vil mesteparten av forurensningen mobiliseres i tidlig utlekkingsfase slik at det kun er løsningene fra de første faser som vil ha forhøyede konsentrasjoner av den gitte forurensningen. Dersom et slikt materiale benyttes til tildekkingsformål kan man forvente en umiddelbar mobilisering av overflatebundet forurensning når massene bringes i kontakt med sjøvann. Den negative miljøeffekten vil være akutt, men kan være svært begrenset og kortvarig. I områder med forurensede sedimenter vil dette kunne ha liten betydning dersom tildekkingsmassene på lengre sikt vil ha en positiv effekt på miljøet. Dersom den realistiske testen hadde blitt utført som en kortvarig ett-trinns ristetest, ville dette ha resultert i forhøyede forurensningskonsentrasjoner som ikke ville være representative for annet enn den initielle kontaktfasen, dvs. når materialet faller gjennom vannsøylen ved utlegging.

For å forenkle og støtte vurderingen av resultatene fra kolonnetesten, er det likevel foreslått at det også gjennomføres en ett-trinns ristetest med et L/S-forhold på 10 (NS EN12457-2). Denne testen er av type *samsvarstest*. Den enkle ristetesten er ment å representere den initielle kontaktfasen når materialet faller gjennom vannsøylen og den første kontakten med det stedlige bunnsedimentet, mens kolonnetesten gjenspeiler strømning av porevann gjennom det etablerte tildekkingsmaterialet. En slik todeling av den realistiske testen gjør det lettere å sette opp akseptkriteriene for henholdsvis korttids- og langtidseffekter.

Ved referanse til disse testene er det mulig å definere akseptkriterier for initiell utlekking som ikke må overskrides på noe tidspunkt/trinn i utlekkingsforløpet, samt en øvre konsentrasjonsgrense for «stabilisert» utlekking. Resultat av ett-trinnstesten og kolonneforsøket

vrurderes mot akseptkriteriet for initiell utlekking. Kolonneforsøkets siste trinn (L/S 10) vrurderes mot kriteriet for stabilisert utlekking.

Når en får erfaring fra bruk av disse testene kan en vrurdere om det er behov for begge eller om kolonnetesten og analyse av alle syv standardtrinn alene gir tilstrekkelig karakterisering for tildekkingsformål. Videre må de anbefalte akseptkriteriene knyttet til disse testene revurderes etter hvert som en får erfaring med testresultater og observerte verdier ved gjennomførte tiltak eller feltforsøk.

Kjemisk stabilitet av tildekkingsmasser - Trinn 2 akseptverdier

Som akseptverdi for initiell utlekking er valgt tilstandsklasse III ([Klassifiseringssystemet](#)) for sjøvann.

Akseptverdiene for stabilisert utlekking fra tildekkingsmaterialet tilsvarer tilstandsklasse II for sjøvann. Disse akseptverdiene er også innenfor rapporteringsgrensene for standard sjøvannsanalyser fra flere kommersielle analyselaboratorier.

På grunn av manglende kunnskap om sammenhengen mellom resultatene av ulike typer utlekkingsforsøk for denne type materialer, er det valgt å ikke gjøre akseptverdiene for initiell utlekking gjeldende for forløpet av kolonnetesten. Det er således ikke noen etablert, fast relasjon som angir hvilket trinn i kolonneforsøket som kan ventes å tilsvare et risteforsøk med L/S 10. Rapporten fra kolonneforsøket skal imidlertid inneholde resultatene fra alle L/S-trinn (inklusive beregnet mengde utlekket stoff) slik at hele utlekkingsforsøket er beskrevet. Dette kravet er etablert for å:

- dokumentere at eluatkonsentrasjonen er synkende ved L/S 10 og at det ikke er spesielle forløp som kan indikere feil / usikkerheter ved forsøket
- kunne vrurdere tidsforløpet før stabiliserte forhold kan forventes, noe som kan være et viktig grunnlag ved overvåking / etterprøving av et tildekkingstiltak
- samle erfaring med testmetodene generelt og mulig korrelasjon mellom metodene, for å muliggjøre en senere revurdering av systemets egnethet med sikte på forenklinger / forbedringer

Analyse av eluater

Utlekkingstestene fungerer som screening-tester og det er viktig at eluater analyseres for flest mulig relevante forbindelser. I praksis betyr dette bruk av ICP (inductively coupled plasma spectroscopy) med analyse for rundt 20-30 elementer og GC-FID eller -MS for organiske miljøgifter.

Det er krevende å gjennomføre analyser på sjøvann (både kunstig og naturlig) med deteksjonsnivåer som tilfredsstillende akseptkravene tilstandsklasse II.

For karakterisering av eluater etter kolonneforsøk hvor utlekket mengde tungmetaller skal vrurderes mot tilstandsklasse II kan metallinnhold best bestemmes ved metodikk ICP-SFMS. ICP-SFMS-instrumentet har en svært høy følsomhet og kan detektere bakgrunnsverdier i sjøvann. Sjøvannsprøven må surgjøres og videre fortynnes med ionebyttet vann før testing for å redusere saltinterferensen.

Det kan ikke forventes at alle analysene kan utføres etter akkrediterte metoder.

Vedlegg B

Betraktninger om testing av materialets fysiske stabilitet

Vedlegg B. Betraktninger om testing av materialets fysiske stabilitet

B.1 Generelt. Fysiske transportmekanismer

For å fastslå tildekkingsmaterialets egnethet må de fysiske egenskapene til tildekkingsmaterialet vurderes i forhold til tilsvarende i de forurensede sedimentene, i en steds spesifikk vurdering (Trinn 4). Foruten krav til geoteknisk stabilitet skal tildekkingslaget og tildekkingsutførelsen hindre følgende fysiske transportmekanismer (Eek, 2005):

- diffusjon av forurensning gjennom tildekkingen
- oppbygging av for stort porevannsovertrykk i det forurensede sedimentet
- partikulær transport av forurensning gjennom tildekkingslaget
- oppvirvling av forurenset sediment og av tildekkingsmasse

B.2 Diffusjon

Diffusjon er en fysisk prosess som blir bestemt av tilfeldige termiske bevegelser av molekylene (Brownske rørrelser). Diffusjon avhenger av miljøforbindelsenes egenskaper, konsentrasjonsgradienter (konsentrasjonen i sediment, porevann og omliggende sjøvann) og egenskapene til materialet som forbindelsene transporteres igjennom. Spredning ved diffusjon avtar proporsjonalt med mektigheten på tildekkingslagene.

B.3 Krav til permeabilitet og filteregenskaper

Tildekkingsmassene skal tilfredsstillere flere krav som til dels er motstridende. For best mulig effekt med hensyn på å hindre fremtidig forurensningsspredning ved diffusjon fra sedimentet som skal tildekkes, bør tildekkingsmassen være forholdsvis finkornig. Tildekkingsmassene må også ha en kornfordeling som hindrer sammenblanding av massene. Samtidig må tildekkingsmaterialet ha tilstrekkelig permeabilitet (evne til å slippe gjennom vann) til å tillate en viss drenasje av porevann fra det underliggende sedimentet. Forurensede, finkornige marine sedimenter (leire og silt) er vanligvis løst lagret. Enhver tildekking - naturlig eller kunstig - vil gi sammenpressing av disse sedimentene og dermed et midlertidig økt poretrykk. Dette poretrykket vil redusere den geotekniske stabiliteten og er derfor ikke ønskelig. For å redusere overtrykket, bør masser for tildekking av finkornige sedimenter ha noe høyere permeabilitet enn de forurensede sedimentene, men tildekkingsmassen må ikke være så grovkornig at en også risikerer utvasking av finstoff fra sedimentet gjennom tildekkingen. Det kan derfor i enkelte tilfeller være ønskelig å legge på tildekkingen i flere omganger.

Siden tildekkingslaget normalt ikke er utsatt for store trykkforskjeller og vannstrømmer vil vi anbefale følgende relasjon:

$$2 \cdot d_{15(\text{sediment})} < d_{15(\text{filter})} < 5 \cdot d_{85(\text{sediment})}$$

Hvor: d_{15} og d_{85} er den korndiameteren som 15 %, henholdsvis 85 % (vekt) av kornene er mindre enn. Disse verdiene leses ut av kornfordelingskurvene for materialene.

Kravet $d_{15(\text{filter})} < 5 \cdot d_{85(\text{sediment})}$ sikrer mot utvasking av finstoff gjennom tildekkingslaget mens kravet $2 \cdot d_{15(\text{sediment})} < d_{15(\text{filter})}$ skal sikre at tildekkingslaget har tilstrekkelig permeabilitet til å hindre overtrykk i sedimentet.

B.4 Metode for bestemmelse av permeabilitet

Massenes permeabilitet er ikke bare avhengig av kornfordelingen, men også i stor grad av komprimering. Generelt er komprimert sand/silt ca. 10 ganger tettere enn ved en løs lagring. For de aktuelle problemstillingene gir det imidlertid en tilfredsstillende nøyaktighet å anslå permeabiliteten til tildekkingsmaterialet ved hjelp av Hazens formel:

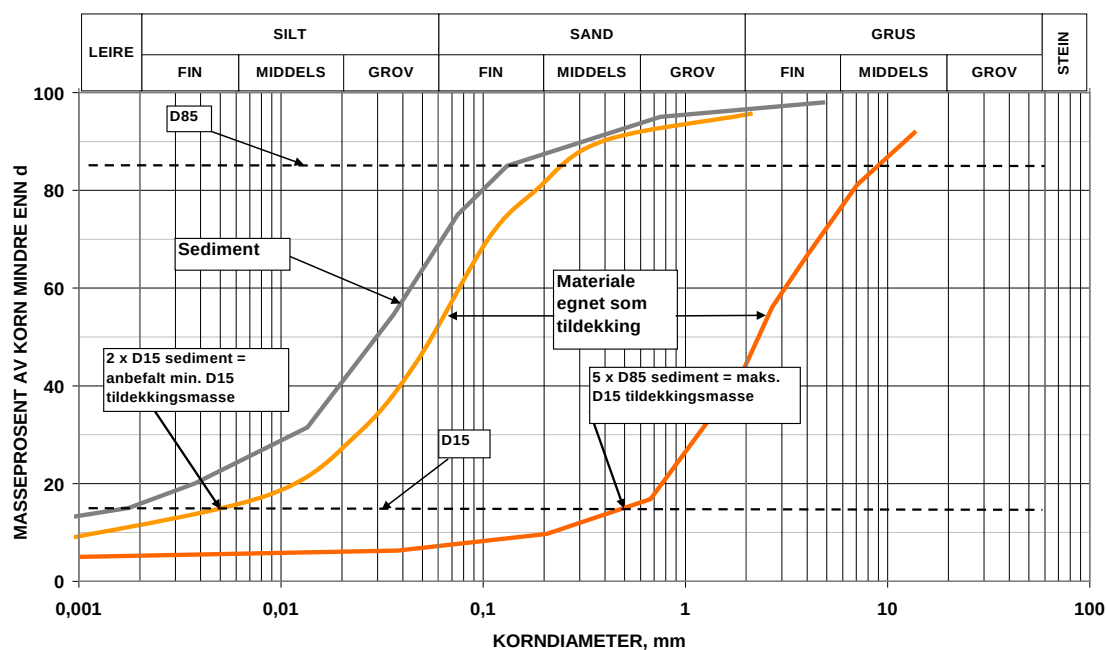
$$k = C_1 \cdot d_{10}^2$$

Hvor: C_1 er en empirisk faktor som ligger i området 100 - 150 (enhet $\text{cm}^{-1}\text{sek}^{-1}$). For beregninger av tildekkingsmaterialets permeabilitet skal $C_1 = 100 \text{ cm}^{-1}\text{sek}^{-1}$ brukes.

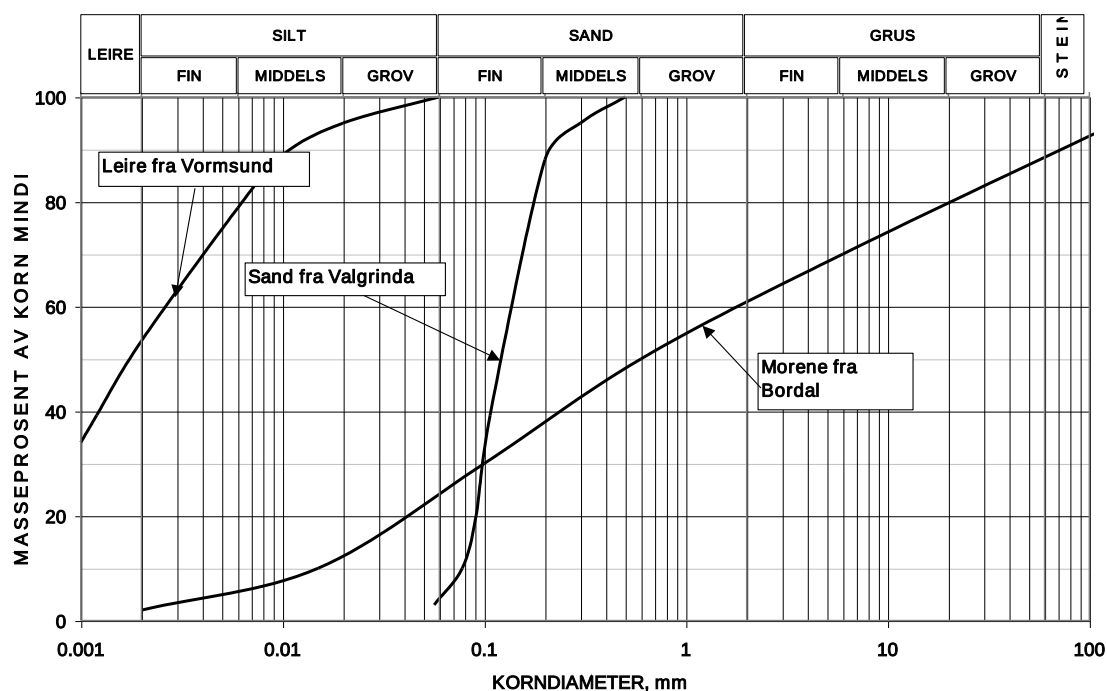
d_{10} er den korndiameteren som 10 % (vekt) av materialet er mindre enn. d_{10} leses ut av kornfordelingskurven, og skal gis i cm for bruk i formelen ovenfor.

Permeabiliteten kan også bestemmes ved feltforsøk eller i et geoteknisk laboratorium. I det siste tilfellet kan betydningen av komprimeringsgraden også studeres.

Eksempel på typiske kornfordelingskurver for noen aktuelle jordarter:



Figur B 1 Beskrivelse av krav til permeabilitet og filteregenskaper.



Figur B 2 Typiske kornfordelinger for aktuelle jordarter.

Figur B 2 viser kornfordeling for enkelte jordarter. Sand fra Valgrinda er et «ensgradert» materiale, dvs det består av mineralkorn av forholdsvis lik størrelse (korndiameter fra ca 0,04 til 0,4 mm). Morene fra Bordal er et «velgradert» materiale, med korndiameter varierende fra < 0,002 til > 100 mm. Permeabiliteten er hovedsakelig bestemt av innholdet av de 10 til 15 % fineste fraksjonene i jordartene. Det vil si at sand fra Valgrinda (D_{10} ca 0,08 mm) har større permeabilitet enn morenen fra Bordal (D_{10} ca 0,013 mm), selv om morenemassen har større innhold av grovt materiale (grus) enn sanden fra Valgrinda. Den velgraderte morenemassen tilfredsstiller også kriteriene for bruk som tildekkingsmasse for sediment av type leire fra Vormsund. Sanden fra Valgrinda er derimot ikke egnet til tildekking av sedimentet fra Vormsund, da det vil være fare for transport av forurensede leirpartikler gjennom sandlaget på grunn av det lave finstoffinnholdet i sanden.

B.5 Geoteknisk stabilitet

Den geotekniske stabiliteten må være tilfredsstillende under og etter tildekking. For å kunne beregne den geotekniske stabiliteten må man kjenne tilleggsbelastningen fra tildekkingsmaterialet, det vil si kjenne materialets egenvekt, og poretrykksoppbygging/konsoliderings-egenskaper. (En må også kjenne til sedimentenes geotekniske egenskaper og bunntopografien i området).

Tildeckingslagets egenvekt bestemmes ut ifra korndensiteten, antatt løseste lagring:

$$\text{Neddykket egenvekt av tildekkingsmasse: } \gamma' = (1 - n_{\max}) \cdot (\gamma_s - \gamma_w)$$

Hvor:

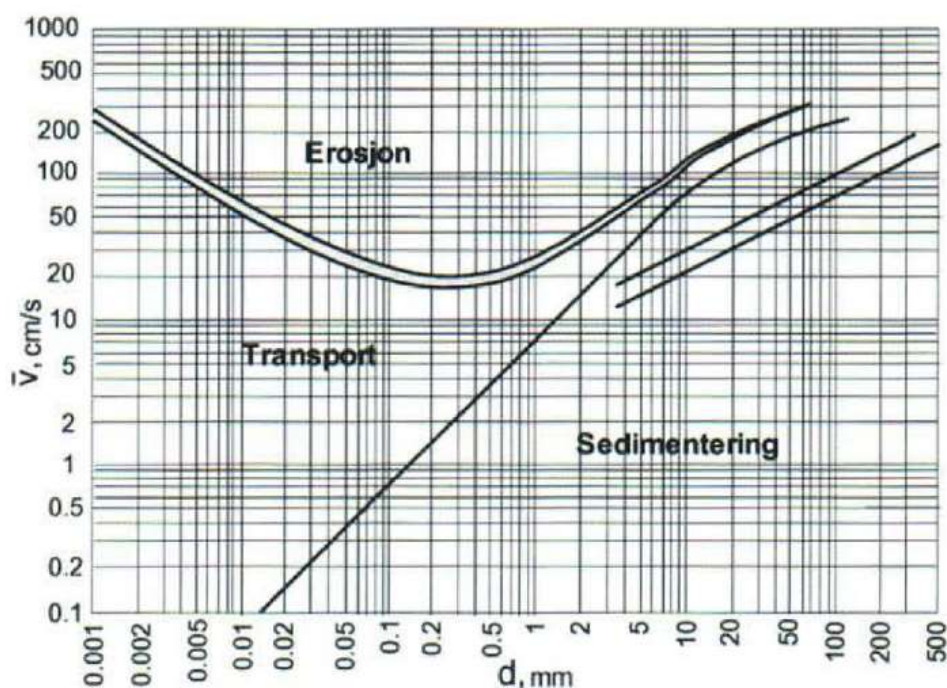
- $n_{\max}$ = største mulige porøsitet (løseste lagring)
- γ_s = korndensitet
- γ_w = tyngdetetthet av vann

Løseste lagring kan måles i laboratoriet ved ifylling (dryssing) av en kjent vektmengde tildekkingsmasse i et måleglass fylt med vann.

B.6 Erosjon og oppvirvling

Tildekkingsmassene må ha en tilfredsstillende sikkerhet mot erosjon og oppvirvling fra strøm/bølger og skipstrafikk. Krav i denne forbindelse må fastsettes etter en stedegen vurdering, men vanligvis må tildekkingsmassen være mer erosjonsstabil enn sedimentet. Erosjonsegenskapene vurderes ut fra massenes korngradering og egenvekt.

Hjulstrøms diagram kan benyttes for å estimere erosjon av partikler i området mellom 1 μm (leire/slam) og 10 cm (grov grus/knust stein). Diagrammet viser om et korn med gitt størrelse kan forventes å sedimenteres, transporteres eller eroderes som funksjon av midlere strømhastighet langs bunnen. Diagrammet viser at fin sand er mest utsatt for erosjon. Diagrammet kan benyttes til å bestemme kritisk resuspensjonshastighet for et tildekkingsmateriale.



Figur B 3 Hjulstrøms diagram - strømhastighet mot kornstørrelse

Det vises for øvrig til referansene Eek 2005, [Miljødirektoratet TA-1869/2002](#) og Risiko-veilederen, M-409/2015.

B.7 Tildekkingslagets oppbygging

Det kan være tilfeller hvor det er ønskelig å legge inn flere tildekkingslag; både primær- og sekundærlag. Sekundærlaget får i slike tilfeller en tilleggsfunksjon enten som filter eller som erosjonsbeskyttelse.

Vedlegg C

Betraktninger om testing og vurdering av materialets effekt på organismer

Vedlegg C. Betraktninger om testing og vurdering av materialets effekt på organismer

C.1 Toksisitetstester

Beskrivelser av aktuelle toksisitetstester er gitt i vedlegg VIII til veileder M-409 | 2015, «Risikovurdering av forurenset sediment».

C.2 Bioakkumulering

Ved antagelse om tilstedeværelse av upolare, lite vannløselige organiske forbindelser, gjøres en kjemisk vurdering av bioakkumuleringspotensial for de aktuelle upolare miljøgiftene.

Det hadde vært ønskelig å bruke biologiske bioakkumuleringstester, men grunnet tildekkingsmaterialenes antatte natur med lavt innhold av organisk stoff og næringssalter så vil organismene enten dø eller bli kraftig påvirket av underernæring i testperioden på 28 dager. I en bioakkumuleringstest så er resultatet en funksjon av opptak og utskillelse av de aktuelle komponentene. En viktig opptaksrute er gastrointestinalt noe som krever næringsopptak i organismen. Man kan lage nye metoder for å vurdere bioakkumulering, noe som blir gjort i forskningsøyemed flere steder i landet, men det vil kreve en metodeutvikling som ikke inngår i dette prosjektet.

C.3 Helmaterialtester

De aller fleste materialer vil være av terrestrisk karakter og i utgangspunktet ikke optimalt som substrat for marine sedimentlevende organismer. Dette vanskeliggjør de toksikologiske vurderingene av materialet slik som det vil bli liggende på sjøbunnen. Toksikologiske tester som er utviklet i dag med hensyn til marine sedimenter baseres på en vurdering av organismenes gravende aktivitet, fødeopptak, overlevelse samt kjemisk analyse av dyrene. Gravende aktivitet og fødeopptak vil ikke kunne skille mellom effekter knyttet til toksikologi og effekter som skyldes substratets struktur og kornfordeling. Vi ser derfor at helsedimentstester med sine begrensinger og problemer ikke er optimale for vurdering av kroniske effekter, men i mangel på andre egnede tester kan denne vurderes brukt. Men det kan tas en forenklet *Corophium* sp. test hvor overlevelse etter 10 døgns eksponering blir vurdert. Dette vil ikke gi et sammenliknbart bilde med hensyn til normale sedimenttester da den gravende aktiviteten kan være svært redusert.

C.4 Rekolonisering

Man kan anta at i tildekkingsområdet blir all flora og fauna begravd under tildekkingslaget og fremtidig bunnfauna vil etableres ved rekolonisering. Under utlegging vil partikler spres i større eller mindre grad i de frie vannmassene og sedimentene i tilstøtende områder. Det er påvist effekter på bunndyrssamfunn ved sedimentering av terrestrisk materialer i flere studier. Selv ved sedimentasjon av kun 3 mm med terrestriske materiale ble bunndyrssamfunnet signifikant forandret (Cummings and Thrush 2004, Thrush et. al. 2003, Lohrer et al. 2004). Disse resultatene tilsier at tilstøtende områder også kan påvirkes og må tas med i vurderingen av konsekvensene av en tildekking.

Restitusjonen av bunnfaunaen er avhengig av flere faktorer, den gjenlevende bunnfaunaen i tilstøtende områder og lokale hydrodynamiske forhold. Det er påvist en sammenheng mellom innholdet av totale karbohydrater, fosfor, nitrogen og grov sand i tildekkingslaget (Cummings et. al. 2003) og langtidseffekten av tildekking med hensyn til bunnfauna, uten at de kan konkludere med eksakte sammenhenger. Det er derfor anbefalt at disse parametrene bør følges opp mht vurderingen av rekolonisering. Høyt innhold av svært finpartikulært materiale som vanskelig konsoliderer kan være negativt i den grad at det tar lengre tid før sedimentene er stabile.

Materialets kornstørrelse vil være avgjørende for hvilken type bunnfauna som rekoloniserer. Grove masser vil medføre rekolonisering av organismer tilpasset hardbunn og finkornige masser vil favorisere bløtbunnssamfunn. Sedimentasjonsraten i tildekkingsområdet vil spille en viktig rolle med hensyn til tidsaspektet for rekolonisering. Områder med høy sedimentasjonsrate vil raskere få tilbake den opprinnelige faunaen. Generelt vil materialer med stor likhet med opprinnelig sediment teoretisk være positivt. Strømningsforhold og sedimentasjonsraten i et gitt område vil påvirke type bunn og bunndyrssamfunnet. Det er derfor behov for stedspesifikke vurderinger for å kunne vurdere rekolonisering.

Hvor stor forskjell det bør være mellom tildekkingsmassen og det opprinnelige sedimentet er også avhengig av tiltakets arealutbredelse. Ved lokale tiltak kan det aksepteres større forskjeller, som vil tilpasse seg til de lokale tilstander over tid på grunn av naturlig sedimentering, enn ved tildekkingstiltak over større fjordområder.

Det finnes per i dag ingen standardiserte tester for rekolonisering og kritiske parametere for rekolonisering er ikke etablert i en slik grad at man ved å se på enkeltparametere kan forutsi egnetheten for rekolonisering. De fleste materialer som er av terrestrisk karakter med lite innhold av tilgjengelige næringssalter og organisk stoff vil i utgangspunktet være lite egnet som substrat for bunnfauna. Studier av Jøssingfjorden som har vært tilført store mengder terrestrisk materiale viser begynnende rekolonisering allerede 1 år etter at tilførselen stoppet og etter 3 år var alle vesentlige makrobentiske phyla representert (Olgard and Hasle 1992). Dette er også belyst i rapport av Det Norske Veritas (DNV 2004-0086) som ser på rekolonisering frem til 2003. Disse resultatene er ikke representative for alle tiltenkte materialer men er en indikasjon på hva som kan forventes av tidsperspektiv for rekolonisering. Bruk av diversitetsindekser med hensyn på bentos hvor dette foreligger som en del av en tilstandsvurdering/klassifisering av fjorder (jmf. Jøssingfjorden), kan være egnet som grunnlag for vurdering av rekoloniseringsegenskaper.

Det er i ulike prosjekter laget metodikk for å vurdere stedspesifikk rekolonisering (Tranum et al. 2004, Olgard, F. 1999). Disse metodene anbefales videreført og standardisert slik at de kan bli nyttet til å vurdere rekoloniseringsegenskapene til materialer i dette testprogrammet. Metodene brukt til å vurdere rekolonisering er avhengige av mange faktorer som er stedspesifikke for hvor massene skal legges slik at de vanskelig kan gi et universelt resultat.

Det er viktig å ta med i betraktning at områder som skal dekkes til vil være svært forurensede og utgjøre en risiko for miljøet og ikke ha en naturlig bunnfauna. Det bør derfor kunne aksepteres at tildekkingsmaterialet ikke har optimale egenskaper i forhold til rekolonisering av den opprinnelige fauna før sedimentet ble forurensset.

Det er diskutert om formen og skarpheten på partiklene (finfraksjon) kan medføre en risiko for filtrerende organismer. Miljødirektoratet er ikke kjent med at det per i dag finnes etablerte metodikker eller kriterier for å vurdere dette. Flere arbeider har sett på effekter fra barytt, bentonitt og ilmenitt som brukes i borevirksomhet offshore og deres effekter på ulike organismer. Det er påvist effekter på filtreringsorganer, men det er uklart om dette skyldes mekaniske påvirkninger eller kjemiske. Planlagte forskningsprosjekter vil gi svar på om dette skyldes mekaniske eller kjemiske påvirkninger. Denne problemstillingen vil i første rekke være aktuell i tildekkingsperioden hvor spredningen av finpartikulært materiale vil være størst.

Vedlegg D

Betraktninger om testing av mulige spesielle, gunstige materialegenskaper (materialets innovative egenskaper)

Vedlegg D. Betraktninger om testing av mulige spesielle, gunstige materialeegenskaper (materialets innovative egenskaper)

Bestemmelse av mulige spesielle, gunstige egenskaper ved tildekkingsmaterialet, f.eks. adsorpsjons- eller reduktive egenskaper, inngår ikke i testprogrammet for generell egnethetsvurdering. Materialers adsorpsjonsegenskaper eller evne til nedbrytning av sterkt oksiderte organiske miljøgifter eller reduksjon av oksiderte metaller, kan likevel være av stor betydning og vurderes i forhold til stedspesifikk vurdering av et tildekkingsprosjekt.

Vedlegg E

Tabeller med akseptverdier for trinn 1, 2 og 3

Vedlegg E. Tabeller med akseptverdier for trinn 1, 2 og 3

Tabell E 1 Trinn 1-akseptverdier for TOC og tungmetaller, mg/kg TS.

Parameter	Akseptverdi for mudrede masser	Akseptverdi for andre masser (fra land)
Totalt organisk karbon (TOC)	10 000 (1 %)	10 000 (1 %)
Arsen	< 18	< 8
Bly	< 150	< 60
Kadmium	< 2,5	< 1,5
Kobber	< 84	< 84
Krom	< 660	< 50
Kvikksølv	< 0,52	< 0,52
Nikkel	< 42	< 42
Sink	< 139	< 139

Tabell E 2 Trinn 1-akseptverdier for organiske miljøgifter, µg/kg TS.

Parameter	Akseptverdi for mudrede masser	Akseptverdi for andre masser (fra land)
TBT	5 ¹	5 ¹
Trifenylytin	0,036	0,036
ΣPCB ₇	4,1	4,1
PAH-forbindelser:		
ΣPAH ₁₆	-	2 000
Naftalen	27	27
Acenaftylen	33	33
Acenaften	96	96
Fluoren	150	150
Fenantren	780	780
Antracen	4,6	4,6
Fluroanten	400	400
Pyren	84	84
Benzo(a)antracen	60	60
Krysen	280	280
Benzo(b)fluoranten	140	140
Benzo(k)fluoranten	135	135
Benzo(a)pyren	183	100
Indeno(1,2,3-cd)pyren	63	63

¹ Øvre grense for tilstandsklasse II for TBT i sedimenter er 0,002 µg/kg TS. Denne konsentrasjonen er langt lavere enn det laboratoriene vanligvis opererer med som deteksjonsgrense for analysen. For TBT anbefales det derfor i stedet å bruke forvaltningsmessig konsentrasjon fra [Klassifiseringssystemet](#). Denne er på 5 µg/kg TS.

Parameter	Akseptverdi for mudrede masser	Akseptverdi for andre masser (fra land)
Dibenso(ah)antracen	27	27
Benzo(g,h,i)perylene	84	84
<i>Klorerte pesticider:</i>		
Lindan	-	1
DDT	15 (p,p'-DDT: 6)	15 (p,p'-DDT: 6)
<i>Klorerte benzener:</i>		
Monoklorbenzen	-	30
Diklorbenzen	-	170
Triklorbenzen	5,6	5,6
Pentaklorbenzen	400	100
Heksaklorbenzen	17	10
<i>Fenoler og klorfenoler:</i>		
Nonylfenol	16	16
Oktylfenol	0,27	0,27
Pentaklorfenol	14	6
Dodecylfenol med isomere	4,4	4,4
<i>PFOS-forbindelser:</i>		
PFOS	0,23	0,23
PFOA	71	71
<i>Ftalater:</i>		
DEHP	10 000	2 800
Dioksiner	0,00086	0,00086
Bromerte difenyletere	62	62
Heksaklorbutadien	49	49
Heksaklorsykloheksan	0,074	0,074
C10-13 kloralkaner	800	800
Alaklor	0,3	0,3
Klorfenvinfos	0,5	0,5
Klorpyrifos	1,3	1,3
Endosulfan	0,073	0,073
Trifluralin	1 600	1 600
HBCDD	34	34
Bisfenol A	1,1	1,1
TBBPA	108	108
D5	44	44
Klorparafiner (mellomkjedete)	4 600	4 600
Trikloran	9,3	9,3

Parameter	Akseptverdi for mudrede masser	Akseptverdi for andre masser (fra land)
TCEP	72	72
Diflubenzuron	0,2	0,2
Teflubenzuron	0,0004	0,0004
<i>BTEX</i>		
Benzen	-	10
Toluen	-	300
Etylbenzen	-	200
Xylen	-	200
<i>Alifatiske hydrokarboner:</i>		
Alifater C5-C6	-	7 000
Alifater >C6-C8	-	7 000
Alifater >C8-C10	-	10 000
Alifater >C10-C12	-	50 000
Alifater >C12-C35	-	100 000
<i>Bromerte flammehemmere:</i>		
PBDE-99	-	80
PBDE-209	-	2
<i>Flyktige halogenerte hydrokarboner:</i>		
Diklormetan	-	60
Triklormetan	-	20
Trikloretan	-	100
Tetraklometan	-	20
1,2-dikloretan	-	10
1,2-dibrometan	-	4
1,1,1-trikloretan	-	100
1,1,2-trikloretan	-	10
Cyanid fri	-	1

For de stoffene som det ikke finnes akseptverdier for i sedimenter, må det i hvert tilfelle gjøres en egen vurdering av hvilken konsentrasjon som kan aksepteres.

Tabell E 3 Trinn 2 vurdering. Akseptverdier for tildekkingsmateriale ved utlekkingstester med sjøvann ($\mu\text{g} / \text{l}$).

Parameter	Initiell utlekking, tilstandskl. III (eluat ristetest L/S 10)	Stabilisert utlekking, tilstandskl. II (eluat kolonnetest L/S 10)
Arsen	8,5	5
Bly	14	1,3
Kadmium	0,45-1,5*	0,2
Kobber	2,6	2,6
Krom	36	3,4
Kvikksølv	0,07	0,047
Nikkel	34	8,6
Sink	6	3,4
Generelt		L/S 10-eluatet skal også vise fallende eller stabilt innhold av kjemikalier i forhold til eluatene fra lavere L/S-trinn.

* Grenseverdi avhengig av vannets hardhet, se [Klassifiseringssystemet](#)

Tabell E 4 Akseptverdier for giftighet av testmateriale i ulike ekstrakter.

Analysemedium	Test	Akseptverdi
Porevann	Skeletonema	TU < 1,0
	Tisbe	TU < 1,0
	Crassostrea	TU < 1,0
Organisk ekstrakt	DR CALUX	TEQ < 50 ng/kg
Helmaterialtest ¹	Corphium sp	Dødelighet < 20%, etter 10 døgn

¹ Helmaterialtest (Helsedimenttest). Grenseverdiene er etablert mht risikovurdering av naturlige marine sedimenter og er ikke prøvd ut mht terrestrisk materiale (tildekkingsmasse), noe som kan gi høyere dødelighet. Dette gjør at grenseverdiene kan være noe konservative og de bør brukes med forsiktighet.

Vedlegg F

Oversikt over alle utførte endringer

NOTAT

OPPDRAAG	Revidering av tildekkingsveileder for forurensede sedimenter	DOKUMENTKODE	615919-RIGm-NOT-001
EMNE	Utførte endringer	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Miljødirektoratet	OPPDRAAGSLEDER	Solveig Lone
KONTAKTPERSON	Jeanette Beckius	SAKSBEHANDLER	Solveig Lone
KOPI		ANSVARLIG ENHET	2213 Bergen Miljøgeologi

SAMMENDRAG

Notatet beskriver kort hvilke endringer som er gjort i ny veileder M-411 | 2015 ved revisjon av Miljødirektoratets veileder TA-2143/2005.

1 Bakgrunn

Veiledende testprogram for masser til bruk for tildekking av forurensede sedimenter, TA-2143/2005 (Tildekkingsveilederen) ble utgitt av Miljødirektoratet (den gang SFT) i 2006. Dette begynner å bli en del år siden, og det er derfor behov for å revidere veilederen. Dette notatet beskriver hvilke endringer som er gjort i den reviderte veilederen, M-411 | 2015, «Testprogram for tildekkingsmasser – Forurenset sjøbunn».

Det er presisert i veilederen at denne er beregnet for materialer av geologisk opprinnelse. Den er både beregnet for undersøkelse av naturlige masser som er planlagt tatt ut for et spesielt tildekkingstiltak, og for de tilfellene der en ønsker å undersøke om overskudds- og restmasser fra en industriell virksomhet som f.eks. bergverk, steinindustri, pukkverk eller anleggsvirksomhet kan være egnet til slik tildekking. Testprogrammet er ikke beregnet for materialer som planlegges brukt til tynnsjikttildekking.

Revisjonen av dette notatet er gjort etter at veilederen har vært på en begrenset høring, noe som har ført til ytterligere noen endringer i veilederen.

2 Utførte endringer

Generelt er det utført en oppdatering av referanser til veilederen. Oversikt over disse endringene er vist i vedlegg A, referanser.

Gjennom hele veilederen er referanser til SFT (Statens forurensningstilsyn) erstattet med Miljødirektoratet.

Gjennom hele veilederen er det også gjort mindre språklige endringer og rettelser av stavefeil.

01	10.06.2016	Oppdatert med endringer etter høringsrunde	Solveig Lone	Elin O. Kramvik	Solveig Lone
00	17.12.2015	Klar for utsendelse	Solveig Lone	Elin O. Kramvik	Solveig Lone
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

2.1 Kapittel 2 - Innledning

I kapittel 2, innledning, er det lagt inn noe tekst og en figur (figur 1) som viser sammenhengen mellom denne veilederen og øvrige veiledere for håndtering av sedimenter.

I forrige utgave av veilederen ble det vist til SFTs prioritetsliste for kjemikalier og kriteriesett for prioriterte stoffer for definisjon av uønskede organiske stoffer. I denne utgaven av veilederen er også prioriterte stoffer i Vannforskriften tatt med. Det blir referert til disse listene/kriteriesettet flere steder i veilederen. For å unngå at det blir for tungt å lese er det definert et samlebegrep for disse stoffene: Prioriterte miljøgifter. Hver gang dette begrepet er brukt er den fulle definisjonen vist i en fotnote slik at det ikke skal kunne misforstås hva som menes. Det er også lagt inn lenker til de aktuelle referansene.



Figur 1 Figuren viser sammenhengen mellom veileder for testing av tildekkingsmaterialer og håndteringsveileder, risiko- og klassifiseringsveileder, samt retningslinjer for sjødeponier.

Under delkapittel 2.2 – Strategier for testing og vurdering av tildekkingsmaterialer – er tidligere figur 1 som illustrerer testprogrammet (nå figur 2) oppdatert og revidert, se figuren på neste side. Det er gjort grafiske endringer for å prøve å gjøre figuren lettere å lese, men de viktigste endringene i innhold er liste opp under:

- Tidligere var det trinn 1-akseptverdier bare for tungmetaller, PAH og benzo(a)pyren. Nå er det utarbeidet trinn 1-akseptverdier også for øvrige organiske miljøgifter.
- Alle masser regnes som uegnet som tildekkingsmasser dersom trinn 1-akseptverdier overskrides for organiske miljøgifter.
- Mudringsmasser regnes som uegnet som tildekkingsmasser dersom trinn 1-akseptverdier overskrides for uorganiske miljøgifter (metaller).
- Alle andre masser regnes i utgangspunktet som uegnet dersom innhold av prioriterte uorganiske miljøgifter (metaller) overskrider tilstandsklasse III for sedimenter. Det gis likevel en åpning for å benytte masser med innhold av uorganiske miljøgifter over tilstandsklasse III til tildekking, men det kreves i så fall en grundig dokumentasjon på at massene ikke kan føre til negativ påvirkning på miljøet, verken på kort eller lang sikt.
- Prosesserte masser skal alltid testes for kjemisk stabilitet (trinn 2 – utlekkningstester) og for virkning på biota (trinn 3 – økotoksikologiske tester) før de eventuelt kan godkjennes. Øvrige masser (ikke mudringsmasser) må testes via trinn 2 og 3 dersom innhold av uorganiske miljøgifter er over trinn 1-akseptverdi for uorganiske miljøgifter, men under tilstandsklasse III for sedimenter.
- Ingen masser kan godkjennes etter trinn 2. De blir enten vurdert som uegnet dersom trinn 2-akseptverdiene overskrides, eller må testes videre i trinn 3.

Revidering av tildekkingsveileder for forurensede sedimenter**multiconsult.no****Utførte endringer**

- Trinn 1-akseptverdi for TOC er beholdt for mudringsmasser (1 %), men hevet fra 0,5 til 1 % for de øvrige massekategoriene (løsmasser, brytningsmasser og prosesserte masser). En nærmere begrunnelse for dette er gitt under kulepunktene.
- Alle aktuelle tildekkingsmasser må gjennom en stedsspesifikk vurdering i trinn 4 (samme som tidligere). Dersom trinn 1-akseptverdier for TOC overskrides, så må det på dette trinnet vurderes å gjøre utlekkings tester ved reduserende forhold. Redoks-sensitive stoffer som må vurderes analysert for er arsen, krom, kvikksølv, jern og mangan.

Endringene i figuren er også gjenspeilet i teksten i kapittel 2.2.1-2.2.4.

2.2 Krav til innhold av TOC

I veilederen fra 2005 var det et generelt krav om totalt organisk karboninnhold lavere enn 0,5 % (lavere enn 1 % for mudringsmasser). Ifølge veilederen var dette kravet satt for å sikre at materialet i seg selv ikke skulle skape reduserende forhold. Årsaken til at grensen for masser fra land var lavere enn for mudringsmassene, antas å skyldes at en ville sikre at massene ikke skulle kunne inneholde høye konsentrasjoner av olje. Tidligere var det ikke krav om oljeanalyse av massene, men i den nye veilederen er det nå laget akseptkriterier for organiske miljøgifter, inkludert olje.

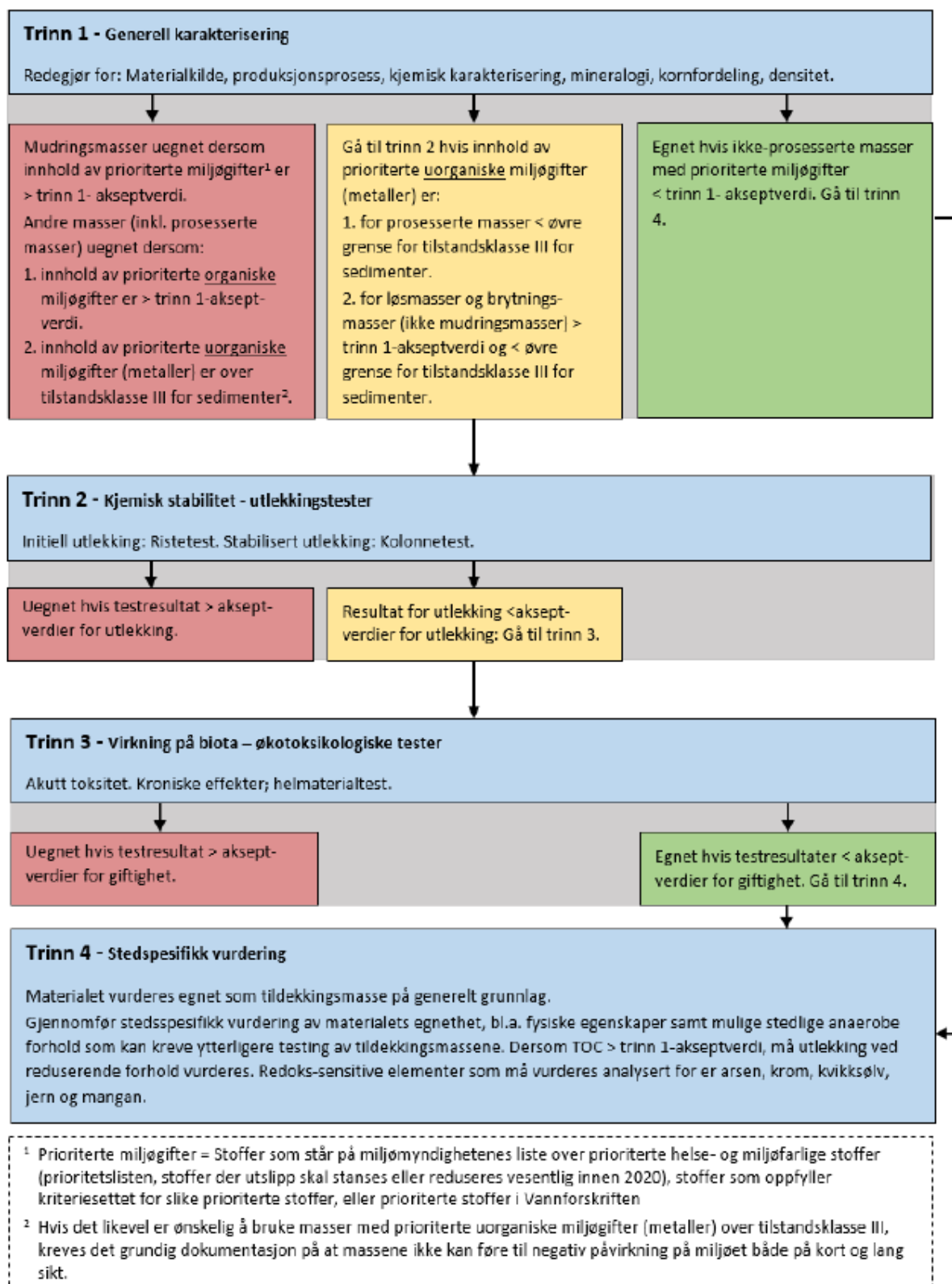
Erfaring har vist at i mange tilfeller vil sjøbunnsedimenter ha et høyere TOC-innhold enn 1 %. Det er likevel valgt å beholde dette som akseptkriterium på trinn 1 da dette med stor sannsynlighet vil medføre at normalisert TOC blir liggende under øvre grense for tilstandsklasse II for sedimenter¹. Siden testprogrammet nå er endret slik at det også skal analyseres for organiske miljøgifter som kan være til stede i de aktuelle massene, er TOC-grenseverdien for masser fra land (løsmasser, brytningsmasser og prosesserte masser) økt fra 0,5 til 1 %. I de tilfellene der en ønsker å benytte tildekkingsmasser med TOC > 1 % må en også se på stedlige forhold og vurdere å undersøke utlekkingspotensialet ved reduserende forhold (trinn 4).

¹ Klassifiseringsveilederen, Veileder 02:2013, Fysisk-kjemiske støtteparametere for bløtbunnsundersøkelser (unntatt miljøgifter).

Revidering av tildekkingsveileder for forurensede sedimenter

multiconsult.no

Utførte endringer



Figur 2 Testprogram for tildekkingsmaterialer. Akseptverdier for de ulike trinnene er vist i den nye veilederens vedlegg E.

Revidering av tildekkingsveileder for forurensede sedimenter

multiconsult.no

Utførte endringer

2.3 Kapittel 3.2.1 – Krav til analyser

Beskrivelser av kjemiske analyser er tatt ut og det er i stedet vist til kapittel 3 i vedlegg VIII i Risikoveilederen, M-409 | 2015 («Prøvetakings- og analysemetoder av forurensede marine sedimenter»). For mudringsmasser og løsmasser skal det gjøres en vurdering av faren for at massene kan inneholde fremmede organismer (jf. Forskrift om fremmede organismer).

2.4 Kapittel 3.2.2 – Egnethetsvurdering basert på kjemisk analyse av innhold av miljøgifter

Trinn 1-akseptverdiene er oppdatert og utvidet med akseptverdier for organiske miljøgifter ut over PAH₁₆ og benzo(a)pyren. Tidligere tabell 1 er tatt ut av selve rapportteksten, og akseptverdiene finnes nå i et nytt vedlegg E til den reviderte veilederen, tabell E 1 og E 2.

2.5 Kapittel 4.3 - Egnethetsvurdering av innhold av miljøgifter basert på utlekkingstester

Akseptverdiene i tidligere tabell 2 er tatt ut av selve rapportteksten, og Trinn 2-akseptverdiene finnes nå i et nytt vedlegg E til den reviderte veilederen, tabell E 3. Verdiene er basert på tilstandsklasser for vannmasser, henholdsvis klasse III og II for initiell og stabilisert utlekking i Klassifiseringsveilederen, Veileder 02:2013. (Tallene er hentet fra rapport M-241 | 2014).

2.6 Kapittel 5.2.1 - Akutt toksikologiske egenskaper

Testtyper er oppdatert i samsvar med M-409 | 2015, Risikoveilederen.

2.7 Kapittel 5.2.2 – Bioakkumulerende egenskaper

Bioakkumuleringstester kan benyttes til å gjøre en kjemisk vurdering av bioakkumuleringspotensialet for aktuelle miljøgifter. Siden testprogrammet nå medfører at innhold av organiske miljøgifter undersøkes og sammenlignes med akseptkriterier i Trinn 1, vil det ikke ha noen hensikt å også utføre bioakkumuleringstester. Denne testtypen er derfor tatt ut fra testprogrammet.

2.8 Kapittel 5.3 - Egnethetsvurdering basert på økotoksikologiske tester

Testtyper og akseptverdier i tidligere tabell 3 er oppdatert i samsvar med M-409 | 2015, Risikoveilederen. Ny tabell er presentert som tabell E 4 i vedlegg E.

2.9 Kapittel 6 - Trinn 4. Stedsspesifikke vurderinger

Det er laget underkapitler for å gjøre det lettere å finne direkte fram til rett tema via innholdsfortegnelsen.

2.10 Kapittel 6.1.1 - Beskrivelse av tildekkingsområdet

Det er lagt inn referanser til krav i naturmangfoldloven, samt referanse til M-350 | 2015, Håndteringsveilederen, om hvordan disse kravene skal ivaretas.

2.11 Kapittel 6.1.4 – Tykkelse av tildekkingslaget

Det er lagt inn et ekstra avsnitt vedrørende prosjektering av tykkelse av tildekkingslaget.

2.12 Kapittel 6.1.7 – Overvåkingsprogram for tiltaksperioden

Det er lagt inn referanser til kapittel 5, «Gjennomføring og overvåking», i Håndteringsveilederen (Miljødirektoratet M-350 | 2015) om hvordan disse kravene kan ivaretas.

Revidering av tildekkingsveileder for forurensede sedimenter

multiconsult.no

Utførte endringer**2.13 Kapittel 6.1.8 – Sluttdokumentasjon av tiltak**

Det er lagt inn referanser til kapittel 6, «Sluttkontroll og sluttrapport», i Håndteringsveilederen, (Miljødirektoratet M-350 | 2015) om hvordan disse kravene kan ivaretas.

2.14 Kapittel 6.1.9 – Langtidsovervåking av tiltak

Det er lagt inn referanser til krav i vannforskriften, Veileder 02:2009 - Overvåking av miljøtilstand i vann, samt referanse til kapittel 7, «Overvåking etter tiltak», og vedlegg VII, «Undersøkelser og overvåking», i Håndteringsveilederen, (Miljødirektoratet M-350 | 2015) om hvordan disse kravene kan ivaretas.

2.15 Referanseliste

Referanselisten er flyttet fram foran vedleggene og referansene er oppdatert, se vedlegg A til dette notatet.

2.16 Vedlegg A

Verdier i tabell A 1, samt tilhørende tekst i avsnittet over, er oppdatert med nye akseptverdier.

2.17 Vedlegg B

Det er lagt inn nummererte kapitteloverskrifter. Under delkapittel B.6 «Erosjon og oppvirvling» er det lagt inn en setning om at Hjulstrøms diagram (som vist i figur) kan benyttes til å bestemme kritisk resuspensjonshastighet for et tildekkingsmateriale.

2.18 Vedlegg C

De detaljerte beskrivelsene av toksisitetstestene er tatt bort. I stedet vises det til beskrivelsen av denne typen tester i vedlegg VIII til veileder M-409 | 2015, «Risikovurdering av forurenset sediment».

2.19 Nytt vedlegg E

Det er laget et nytt vedlegg E til den reviderte rapporten. Dette vedlegget inneholder tabeller med alle akseptkriteriene for trinn 1 (tabell E 1 og E 2), trinn 2 (tabell E 3) og trinn 3 (tabell E 4).

2.20 Nytt vedlegg F

Oversikt over alle utførte endringer (dette notatet).

2.21 Nytt vedlegg G

Ordliste med forkortelser.

Vedlegg

A - Oversikt over endrede referanser/nye veiledere

VEDLEGG A
Til notat 615919-RIG m-NOT-001

615919 REVIDERING AV TILDEKKINGSVEILEDER FOR FORURENSEDE SEDIMENTER

REFERANSER

Gamle referanser	Nye referanser	Link	Navn på link i rapporttekst
1. SFTTA-1865/2002: "Tildekking av forurenkede sedimenter"	Utdatert- Referansen tas ikke med.	Finnes ikke elektronisk	
2. SFTTA-1979/2004: "Veileder for håndtering av forurenkede sedimenter"	Erstattes av: Miljødirektoratet, M-350/2015: «Veileder for håndtering av sedimenter»	https://www.miljodirektoratet.no/no/Publikasjoner/2015/5september-2015/Handtering-av-sedimenter/	Håndteringsveilederen, M-350 2015
3. SFTTA-1467/1997: "Klassifisering av sedimenter i fjorder og kystfarvann"	Erstattes av: Veileder 02.2013 «Klassifisering av miljøtilstand i vann» Økologisk og kjemisk klassifiseringsystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Norsk klassifiseringsystem for vann i henhold til vannforskriften.	https://www.vannportalen.no/globalassets/nasjonal/dokumenter/Veiledere-direktoratet/veileder_klassifisering_veileder140123_vvns.pdf	Klassifiseringsveilederen, Veileder 02.2013
4. SFTTA-2085/2005: "Risikovurdering av forurenset sediment"	Erstattes av: Miljødirektoratet, M-409 2015: «Risikovurdering av forurenset sediment»	(Ikke publisert ennå – Ingen link)	
5. SFTTA-1629/1999: "Risikovurdering av forurenset grunn"	Erstattes av: Forurensningsforskriften, "Normverdi", vedlegg 1 til kapittel 2, "Opprydding i forurenset grunn ved bygge- og gravearbeider"	/lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-06-01-391/AKPITTEL_1	Normverdiar
6. SFTTA-720/1991: "Veiledning for miljøtekniske grunnundersøkelser"	Utdatert- Referansen tas ikke med.		
7. SFTTA-1865/2002: "Opprulling og spredning av forurenset sediment på grunn av skipstrafikk"	Miljødirektoratet, TA-1869/2002: «Opprulling og spredning av forurenset sediment på grunn av skipstrafikk»	https://www.miljodirektoratet.no/adm/publikasjoner/vann/1869/TA1869.pdf	Miljødirektoratet TA-1869/2002
8. SFT: Prioritetslisten	Miljømyndighetenes prioritetsliste (Miljøstatus) Stoffter som oppfyller kriteriene for slike prioriterte stoffer	https://www.miljostatus.no/forloestlistene/ https://www.miljostatus.no/tema/kjemikalier/miljostatus/rapportert-til-tiltaksplanen/kriteriene-for-prioriterte-stoffer/	prioritetslisten kriteriesettet
9. ISO/DIS 10381-8: Soil quality - Sampling - Part 8: Guidance on sampling of stockpiles.	Samme som før		
10. NS-ISO 5667-15: Vanndreningsprøvetaking- Del 15: Veiledning i konservering av behandling av slam- og sedimentprøver	Samme som før		
11. NS-EN 13656 Characterization of waste - Microwave assisted digestion with hydrofluoric (HF), nitric (HNO3) and hydrochloric (HCl) acid mixture for subsequent determination of elements	Samme som før		
12. EN 13137: Karakterisering av avfall. Bestemmelse av totalt organisk karbon (TOC) i avfall, slam og sedimenter.	Samme som før		
13. NS 8005: "Geoteknisk prøving, laboratoriemetoder. Kornfordelingsanalyser av jordprøver"	Samme som før		
14. NS 8012: "Geoteknisk prøving, laboratoriemetoder. Kornresultat"	Samme som før		

VEDLEGG A
Til notat 615919-RIG m-NOT-001

	Gamle referanser	Nye referanser	Link	Navn på link i rapporttekst
15	NS EN12457-2: Karakterisering av avfall. Utlekking. Samsvarprøving for utlekkning av granulært avfallsmateriale og slam. Del 2: Eitrinnsprøving ved et væske/faststofforhold på 10l/kg med partikkelstørrelse under 4mm (med eller uten størrelsesreduksjon)	13 Samme som før		
16	CEN prEN 14405: Characterization of waste – Leaching behaviour test – Up-flow percolation test (under specified conditions).	14 Erstattes av: CEN/TS 14405 (utgave 1. Desember 2006). Karakterisering av avfall. Prøving av utlekkningsegenskaper. Oppstrøms kolonneprøving (under spesielle betingelser)		
17	ISO 10253 Water Quality – "Marine algal growth inhibition test with Skeletonema costatum and Phaeodactylum tricornutum"	15 Samme som før		
18	OECD guideline 117.			
19	Forskrift om utføring av aktiviteter i petroleumsvirksomheten (aktivitetsforskriften)	Referansen tas ikke med. For det aktuelle temaet vises det i stedet til vedlegg VIII i risikouverdøvelighetsveilederen	https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2010-04-29-613	
20	FOR 2004-06-01 nr 922: Forskrift om begrenset bruk av helse- og miljøfarlige kjemikalier og andre produkter (produktforskriften).	Referansen tas ikke med. For det aktuelle temaet vises det i stedet til vedlegg VIII i risikouverdøvelighetsveilederen		
21	Eek et al. 2005: NGI-rapport 20021244-4 – "Anbefalinger ved prosjektering av tildekking av forurenset sediment."	16 Samme som før		
22	Cummings, V.J., Thrush, S.F. 2004. Behavioural response of juvenile bivalves to terrestrial sediment deposits: implications for post-disturbance recolonisation. Marine Ecology-Progress Series 278: 179-191.	17 Samme som før	Finnes ikke tilgjengelig elektronisk	
23	Thrush, S.F., Hewitt, J.E. et al. 2003. Macrobenthic recovery processes following catastrophic sedimentation on estuarine sandflats. Ecological Applications. 13(5): 1433-1455.	18 Samme som før		
24	Lohrer, A.M., S. F. Thrush, et al. 2004. Terrestrial derived sediment: response of marine macrobenthic communities to thin terrigenous deposits. Marine Ecology-Progress Series. 273: 121-138.	19 Samme som før		

VEDLEGG A

Til notat 615919-RIG m-NOT-001

	Gamle referanser	Nye referanser	Link	Navn på link i rapporttekst
25	Cummings, V.J., Thrush, S.F., Hewitt, J., Norrko, A., Pickmere, S. 2003. Terrestrial deposits on intertidal sandflats: sediment characteristics as indicators of habitat suitability for recolonising macrofauna. Marine Ecology-Progress Series, vol 253.	Samme som før		
26	DNV rapport 2004-0086. Jensen T. "Miljøundersøkelser i Jessingfjorden 2003."	Samme som før		
27	Tranum H.C., Olgard, F., Skel, J., Indrehus J., Aærvås S. and Eriksen J. 2004. Effects of copper, cadmium and contaminated harbour sediments on recolonisation of soft-bottom communities. Jour. Exp. Mar. Biol. and Eco. Vol 310.	Samme som før		
28	Olgard, F. 1999. Effects of Cobble contamination on recolonisation of subtidal marine soft sediments- An Experimental Field Study, Mar. Pol. Bull Vol 38, Issue 6.	Samme som før		
NY		Miljødirektoratet, M-241 2014: «Kvalitetssikring av miljøkvalitetsstandardene»	http://www.miljodirektoratet.no/no/Publikasjoner/2015/Januar/Kvalitetssikring-av-miljokvalitetsstandardene/	
NY		Veileder 02:2009: «Overvåking av miljøtilstand i vann»	https://www.vannportalen.no/globalassets/mas/orak/dokumenter/Veileder-direktoratets-gruppe/overvaking-av-miljotilstand-i-vann.pdf	Veileder 02:2009 - Overvåking av miljøtilstand i vann
NY		Vannforskriften, vedlegg VIII Miljøkvalitetsstandarder for miljøgifter i vannforekomster	https://lovdata.no/dokument/SE/forskrift/2006-12-15-1446.KAPITTEL_9	Vannforskriften, Vedlegg VIII
NY		NGI-rapport 20130339-02-R, rev. 0, datert 31. januar 2014. Prosjektering av mudring og tildekking i Kanalen, Brattørkassen og Nyhavna. Forprosjekt.	http://www.tromsheim.kommune.no/fener/ehavn	
NY		FOR-2015-06-19-716: Forskrift om fremmede organismer	https://lovdata.no/dokument/SE/forskrift/2015-06-19-716	Forskrift om fremmede organismer

Vedlegg G

Ordliste med forkortelser

Vedlegg G. Ordliste med forkortelser

D5	dekametylsyklopentasiloksan (D5).
DDT	diklor-difenyl-trikloretan.
DEHP	di(2-etylheksyl)ftalat.
DGT	«Diffuse Gradients in Thin films» - til prøvetaking av metallioner i vann
EC50	konsentrasjon for effekt på 50% av populasjonen.
GPS	Global Positioning System
HBCDD	heksabromosyklododekan.
ICP-AES	Induktivt koblet plasma - atomemisjonspektrometri
ICP-SFMS	Induktivt koblet plasma - høyoppløselig massespektrometri
LC50	dødelig konsentrasjon for 50% av populasjonen.
PAH	Polysykliske aromatiske hydrokarboner.
PBDE	Polybromerte difenyletere
PCB	Polyklorerte bifenyler.
PFOA	Perfluorert oktansyre.
PFOS	Perfluoroktylsulfonat.
POM	Passiv prøvetaker av Polyoxymethylene til prøvetaking av organiske miljøgifter i vann
ROV	Remotely operated vehicle - fjernstyrt undervannsfarkost
SPMD	Semipermeabel membranprøvetaker («Semi Permeable Membran Devices» til prøvetaking av organiske miljøgifter i vann
TBBPA	tetrabromobisfenol a.
TBT	tributyltinn.
TCEP	tris(2-kloretyl)fosfate.
TEQ	Toksisk ekvivalent, brukes mest til å normalisere konsentrasjoner av diverse dioksiner til toksisitet av 2,3,7,8-tetraklordioksin.
TOC	Totalt organisk karbon
TU	Toksisk enhet («Toxic Unit»). Beregnes som 100/EC50 (toksisitet overfor <i>Skeletonema costatum</i>) eller 100/LC50 (toksisitet overfor <i>Tisbe battagliai</i> eller larver av <i>Crassostrea gigas</i>).
TS	tørrstoff
XRD	X-røntgen diffraksjon

Miljødirektoratet

Telefon: 03400/73 58 05 00 | **Faks:** 73 58 05 01

E-post: post@miljodir.no

Nett: www.miljodirektoratet.no

Post: Postboks 5672 Sluppen, 7485 Trondheim

Besøksadresse Trondheim: Brattørkaia 15, 7010 Trondheim

Besøksadresse Oslo: Grensesvingen 7, 0661 Oslo

Miljødirektoratet jobber for et rent og rikt miljø. Våre hovedoppgaver er å redusere klimagassutslipp, forvalte norsk natur og hindre forurensning.

Vi er et statlig forvaltningsorgan underlagt Klima- og miljødepartementet og har mer enn 700 ansatte ved våre to kontorer i Trondheim og Oslo, og ved Statens naturoppsyn (SNO) sine mer enn 60 lokalkontor.

Vi gjennomfører og gir råd om utvikling av klima- og miljøpolitikken. Vi er faglig uavhengig. Det innebærer at vi opptrer selvstendig i enkeltsaker vi avgjør, når vi formidler kunnskap eller gir råd. Samtidig er vi underlagt politisk styring. Våre viktigste funksjoner er at vi skaffer og formidler miljøinformasjon, utøver og iverksetter forvaltningsmyndighet, styrer og veileder regionalt og kommunalt nivå, gir faglige råd og deltar i internasjonalt miljøarbeid.