

**Notat**

## **Hvordan kan erfaringene med tiltak mot forurensede sedimenter komme mineralindustrien til nytte?**

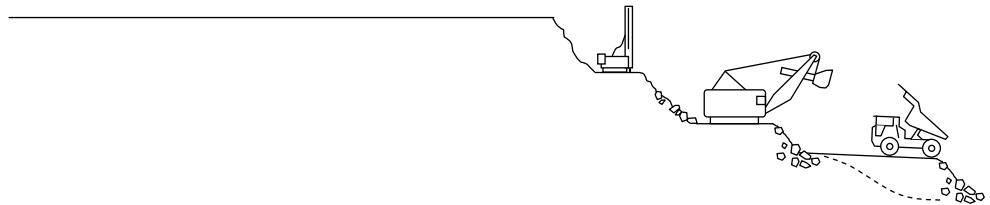
Espen Eek<sup>1,\*</sup>, Gijs D. Breedveld<sup>1</sup> og Anne Kibsgaard<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Miljøteknologi, Norges Geotekniske Institutt (NGI)

\* Korresponderende forfatter: ee@ngi.no

---

*Samfunnets etterspørsel etter en rekke mineralressurser øker, noe som betyr at det forventes vekst i mineralproduksjon også i Norge. Mineralproduksjon genererer store mengder avgangsmasser som fører til et stort deponeringsbehov og som har skapt omfattende miljødebatt. Dette fagnotatet ønsker å belyse hvordan erfaringer og kunnskap fra tiltak mot forurensede sedimenter kan være et bidrag til å finne gode løsninger for trygg disponering av avgangsmasser fra mineralproduksjon.*



### **I. BAKGRUNN**

Samfunnets etterspørsel etter en rekke mineralressurser øker, noe som betyr at det forventes en betydelig vekst i mineralproduksjon også i Norge. Regjeringens strategi for mineralnæringen (NHD 2013) reflekterer denne forventningen: ”Regjeringen ønsker at Norge skal være et attraktivt land å drive mineralvirksomhet i.”. Mineralproduksjon genererer imidlertid store mengder avgangsmasser som har en slik art at det i dag finnes få anvendelser for dem. Dette har ført til et stort deponeringsbehov som har skapt omfattende miljødebatt. En økt satsning på mineralproduksjon i Norge vil kreve gode miljøforsvarlige løsninger for håndteringen av disse massene.

Vi vil i dette fagnotatet belyse hvordan erfaringer og kunnskap knyttet til tiltak mot forurensede sedimenter kan være nyttige for mineralbransjen og bidra til å finne gode løsninger for trygg disponering av avgangsmasser fra mineralproduksjon. NGI har gjennom forskning og rådgivningsprosjekter utviklet flere metoder som kan være relevante i denne sammenheng. I perioden 2007 – 2011 ledet NGI

næringsforskningsprosjektet Opticap, hvor det sammen med blant andre NIVA ble studert utlegging og effekt av tynn tildekking på forurenset sjøbunn med blant annet masser fra mineralproduksjon (NGI 2012).

Sedimenter på sjøbunnen utenfor byer og industriområder har vært endestasjon for forurensning fra industri og annen menneskelig aktivitet gjennom store deler av industrihistorien. Etter at det har blitt stilt strengere krav til rensing av utslipp har opphopningen av forurensning i sedimentet blitt mindre. I mange tilfeller er sedimentet likevel fremdeles forurenset og kan utgjøre en risiko for organismer som lever i sjøen og mennesker gjennom spredning av miljøgifter via næringskjeden. Gjennom stortingsmeldingen ”Rent og rikt hav” (MD 2002) ble det igangsatt en satsning på å gjennomføre tiltak i forurensete sedimenter. Med både offentlig og privat finansiering har det siden blitt gjennomført en rekke pilot- og fullskala oppryddingsprosjekter. Metodene som har vært brukt i tiltak mot forurensete sedimenter kan grovt deles inn i to kategorier:

1. Mudring og deponering: forurensete masser fjernes fra sjøbunnen og deponeres på en slik måte at organismer ikke lenger kommer i kontakt med forurensningen.
2. Tildekking: rene masser blir lagt på den forurensete sjøbunnen slik at forurensningen blir isolert og kontakt med organismer og vannmasse hindres.

Gjennomføringen av tiltak mot forurenset sjøbunn har en rekke tekniske problemstillinger til felles med disponering av avgangsmasser fra mineralproduksjon i sjøen. I begge tilfeller ønsker man å håndtere finkornig mineralsk materiale under vann på en forsvarlig måte.

Viktige tema som må avklares er:

- Massenes egenskaper i forhold til det marine miljøet. Erfaringer fra tiltaksprosjekter viser at avgangsmasser kan ha gunstige egenskaper som kan gjøre dem egnet som tildekkingsmasse.
- Hvordan massene kan plasseres under vann på en kontrollert måte
- Hvilke verktøy som egner seg for vurdering og overvåkning av miljørisiko knyttet til deponering under vann.

## 2. GJENBRUK AV AVGANGSMASSER FRA MINERALPRODUKSJON SOM TILDEKKINGSMASSE

Ved tildekking av forurensede sedimenter er det to hovedprinsipper som benyttes; 1) fysisk isolasjon av de forurensede sedimentene fra biologisk liv på sjøbunnen og i vannmassene over og 2) kjemisk stabilisering av de forurensede stoffene der forurensningen bindes kjemisk til tildekkingsmaterialet som dermed hindrer spredning.

I mange situasjoner der tildekkingen skal virke som en fysisk isolasjon spiller det mindre rolle hva slags materiale som brukes i tildekkingslaget så lenge det er stabilt og ikke bidrar til forurensning. Den relativt beskjedne tilgangen på natursand i Norge har gjort at avfall fra ulike pukkverk og andre knuste masser har vært mye brukt som tildekkingsmasse. Eksempler på prosjekter som er gjennomført i Norge til nå er vist i tabell 1.

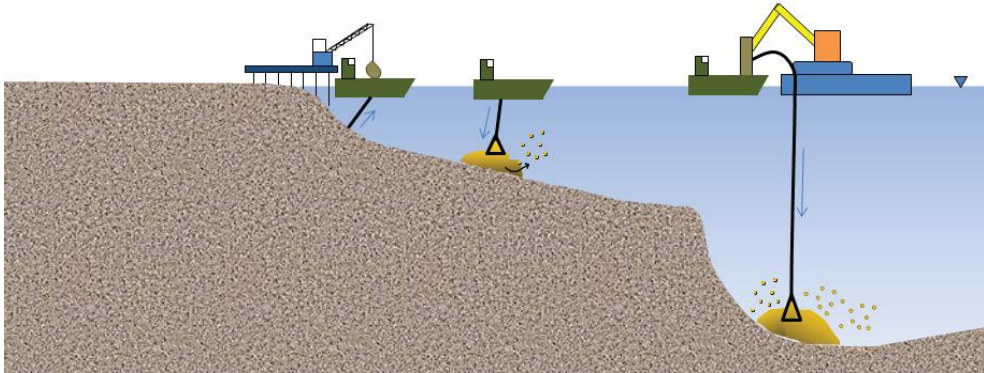
**Tabell 1.** Eksempler på tildekkingsprosjekter i Norge med fysisk tildekking med mineralske masser.

Prosjekt	Tildeckingsmateriale	Ca. Volum masse benyttet	Forurensning	Pilot/ Tiltak	Referanse
Oslo Havn, tildekking 0 – 20 m dyp	Mudret leire og knust gneis	82 000 m <sup>3</sup>	PAH, PCB, metaller	Tiltak	<a href="http://www.renoslofjord.no/nyheter/risikovurd/">www.renoslofjord.no/nyheter/risikovurd/</a>
Oslo Havn tildekking av sjødeponi	Knust gneis	140 000 m <sup>3</sup>		Tiltak	<a href="http://www.renoslofjord.no/for-siden/dyppvanndep/">www.renoslofjord.no/for-siden/dyppvanndep/</a>
Grenland testfelt (Opticap)	Knust kalkstein, Mudret leire, aktivt kull	1 400 m <sup>3</sup>	Dioksiner	Pilot	<a href="http://www.opticap.no">www.opticap.no</a>
Borgundfjorden testfelt (Opticap)	Knust kalkstein (avgang fra Hustadmarmor)	550 m <sup>3</sup>	TBT	Pilot/ tiltak	<a href="http://www.opticap.no">www.opticap.no</a>
Trondheimsfjorden Testfelt	Maskin sand	500m <sup>3</sup>	Metaller	Pilot	
Bergen, Kirkebukta	Olivin og Aktivt kull	2 400 m <sup>3</sup>	PCB og PAH?	Pilot	

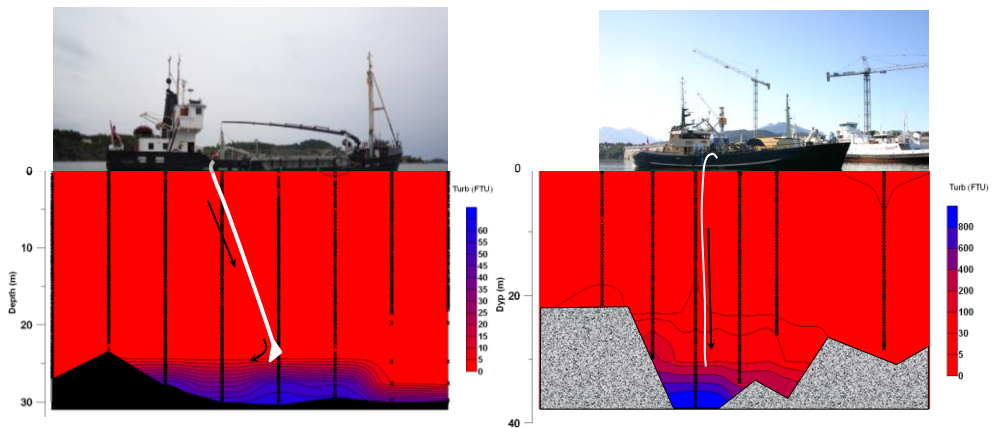
Andre typer materialer fra mineralproduksjonen kan også være aktuelle som tildekkingsmasser. Undersøkelser gjort i forskningsprosjektet Opticap viste imidlertid at materialer som var betydelig kjemisk bearbeidet hadde negativ effekt på bunnlevende organismer. Slike masser vil være mindre egnet som tildekkingslag i direkte kontakt med miljøet.

### 3. METODER FOR PLOSSERING AV MASSER UNDER VANN

Ved tildekking av forurenset sjøbunn med rene masser eller ved deponering av forurenkede mudrede masser under vann, har massene enten blitt plassert ut ved å slippe disse fra lekter i overflaten eller ved å føre eller pumpe massene gjennom et rør ned til sjøbunnen (Figur 1).



**Figur 1.** Illustrasjon av metoder for utlegging av tildekkingsmasse på sjøbunnen

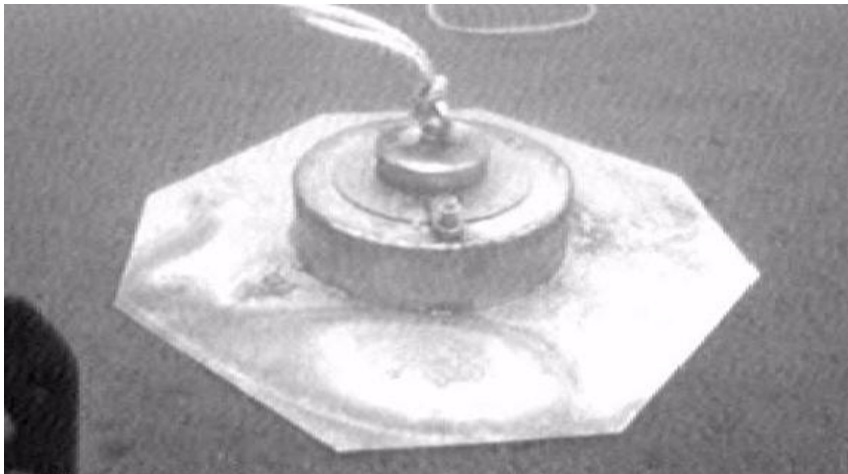


**Figur 2.** Målt konsentrasjon av partikler i vannet (turbiditet) under utlegging av leire og aktivt kull (til venstre) og Biokalk (til høyre) på 30 m vandndyp.

I Opticap ble det gjort flere studier av hvordan tildekkingsmasser sedimenterer gjennom vannmassene og legger seg på sjøbunnen (NGI 2012). Disse undersøkelsene omfatter overvåking av partikkelspredning i vannfasen ved hjelp av turbiditetsmålere, matematisk modellering, og fotografering av sjøbunnen før og etter tildekkningen. Undersøkelsene har vist at grusige og sandige masser (knust stein 0-8 mm) bare i liten grad spres ved utlegging fra lekter i overflaten, selv på 65 m vanddyb. Mer finkornige masser slik som leire blandet med aktivt kull eller finknust kalkstein fra Hustadmarmor (Biokalk, 98% <math><63 \mu\text{m}</math>), lot seg legge ut ved pumping gjennom rør til noen meter over sjøbunnen uten vesentlig spredning oppover i vannsøylen (Figur 2).

#### 4. VERKTØY FOR OVERVÅKNING OG VURDERING AV MILJØRISIKO

Dokumentasjonen av miljøforholdet i og rundt et deponi for mudrede masser eller gruveavgang er svært viktig. For å kunne overvåke og vurdere mulig miljørisiko ved håndtering av forurensede sedimenter og tildekkingsmasser under vann, har det blitt utviklet en rekke metoder som vil være nyttig også for mineralindustrien. Modellering av partikkeltransport i forkant av nedføringsprosessen kan gi god informasjon til å forutse spredning og sedimentasjon av ulike typer masser under de rådende strømforhold i deponiområdet (eks. Sintef 2009). Overvåking ved hjelp av turbiditetsmåling kan automatiseres med on-line overføring av data og web-basert presentasjon slik at informasjonen er kontinuerlig tilgjengelig. Denne metodikken har vært benyttet i en rekke mudringsprosjekter de siste ti årene.



**Figur 3.** Flukskammer for å måle utlekking av organiske miljøgifter fra sjøbunnen.

Passive prøvetakere og metoder for å måle utlekking fra sjøbunnen og spredning i vannfasen direkte har blitt utviklet gjennom ulike forskningsprosjekter. Metodene anvendes nå i flere oppryddingsprosjekter for å vurdere endringer i tilgjengelighet av miljøgifter før og etter tildekking har blitt avsluttet (eks. NGI 2012).

## 5. NYTTIGE ERFARINGER FOR MINERALINDUSTRIEN

Erfaringen som er høstet ved bruk av knuste mineralmasser for tildekking av forurensede sedimenter tilsier at det er et stort bruksområde for slike masser gitt at de oppfyller miljøkrav som stilles. Dette tilsier et betydelig potensial for en nyttig anvendelse av masser som pr. i dag ofte oppfattes som avfall. Verktøyene som har blitt utviklet for å vurdere og overvåke spredning av masser under utlegging, gjør det mulig å håndtere og deponere materialet på en kontrollert måte. Utlekking av miljøgifter fra sjøbunnen kan nå måles direkte, før og etter deponering og tildekking. Disse metodene kan utvikles og tilpasses for å overvåke spredning av tungmetaller eller tilsetningsstoffer i avgangsmasser.

Disse tekniske utredningene og erfaringene med håndtering av forurensede sedimenter kan ha stor innvirkning på beslutningsprosesser rundt håndtering av avgangsmasser. Når endelige beslutninger om massehåndtering skal tas, er det imidlertid lokale og nasjonale interessenter som vil ha en avgjørende rolle. Basert på vår erfaring har NGI utviklet metoder for å involvere interessegrupper på en konstruktiv måte så tidlig som mulig i prosessen med å planlegge sediment oppryddingsprosjekter (<http://www.ngi.no/no/Prosjektnett/Sediment-and-society/>). Denne prosessen har stor overføringsverdi til andre store samfunnsprosjekter som etablering av nye mineralutvinningsprosjekter er.

## REFERANSER

MD, 2002: Rent og rikt hav, Miljøvern departementet Stortingsmelding nr. 12, 03/2002

NHD, 2013: Strategi for mineralnæringen. Nærings- og handelsdepartementet. 03/2013.

NGI, 2012: Sluttrapport fra Opticap. Utlegging av tynn tildekking på forurenset sjøbunn. Tilgjengelig på: <http://www.ngi.no/no/Prosjektnett/Opticap/Nyheter/Sluttrapporten-tilgjengelig/>

SINTEF, 2009: Beregninger av spredning og tildekking av masser fra leker. Opticap prosjektet