

# Etterundersøkelse av tildekkede sedimenter ved ny regionskai, Eydehavn



**Hovedkontor**

Gaustadalléen 21  
0349 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00  
Internett: www.niva.no

**Sørlandsavdelingen**

Jon Lilletuns vei 3  
4879 Grimstad  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

Sandvikaveien 59  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**Vestlandsavdelingen**

Thormøhlensgate 53 D  
5006 Bergen  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 55 31 22 14

**NIVA Midt-Norge**

Pirsenteret, Havnegata 9  
Postboks 1266  
7462 Trondheim  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Etterundersøkelse av tildekkede sedimenter ved ny regionskai, Eydehavn	Løpenr. (for bestilling) 6098-2010	Dato 20.12.2010
	Prosjektnr. Undernr. 10502	Sider Pris 16
Forfatter(e) Jarle Håvardstun, Lise Tveiten.	Fagområde Marine miljøgifter	Distribusjon FRI
	Geografisk område Aust-Agder	Trykket CopyCat

Oppdragsgiver(e) Arendal Kommune	Oppdragsreferanse
-------------------------------------	-------------------

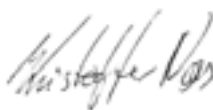
**Sammendrag**

Filming av sjøbunnen med video og inspeksjon av tildekking av sjøbunn utført av dykker, kunne ikke påvise eksponerte overflater av gamle forurensede sedimenter utenfor den nye regionkaia ved Eydehavn. Miljøundersøkelser fra området har tidligere vist at både grunnen på land og sjøbunnen har vært sterkt forurenset av ulike miljøgifter fra tidligere industriaktivitet ved det nå nedlagte Arendal smelteverk. Tildekkingen av området er gjort med fiberduk, sand, pukk, stein og til dels betongmatter. Det ble kun påvist mindre arealer av sandoverflater som ikke var dekket av stein eller pukk. Det kan ikke utelukkes at disse flatene kan eroderes noe over tid, men kjerneprøver viste også at det var dannet tynne lag av nye sedimenter oppå enkelte av disse overflatene.

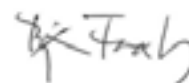
<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Bunnsedimenter</li> <li>Kaiutbygging</li> <li>Miljøkontroll</li> <li>Miljøtiltak</li> </ol>	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Bottom sediments</li> <li>Harbour construction</li> <li>Environmental control</li> <li>Environmental remediation</li> </ol>
---	---



Jarle Håvardstun  
Prosjektleder



Kristoffer Næs  
Forskningsleder



Bjørn Faafeng  
Seniorrådgiver

**Etterundersøkelse av tildekkede sedimenter ved ny  
regionskai, Eydehavn**

## Forord

På oppdrag fra Arendal Kommune har NIVA gjennomført etterundersøkelse av tildekkede sedimenter utenfor ny regionskai på Eydehavn. Arendal kommune har vært byggherre og Entreprenørselskapet Skanska har stått for utbyggingen.

Fra NIVA har Lise Tveiten deltatt i feltarbeidet med videofilming, og har også redigert filmen på vedlagte DVD-plate. Inspeksjon av betongmatter og uttak av kjerneprøver ble foretatt av dykker og mannskap fra Agder Dykk A/S. Kontaktperson for oppdraget har vært Jan Lindland, Stærk & Co. Jarle Håvardstun har vært prosjektleder og Torgeir Bakke og Kristoffer Næs har kvalitetssikret rapporten.

Grimstad, 20. desember 2010

*Jarle Håvardstun*

---

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>Summary</b>	<b>6</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>7</b>
1.1 Bakgrunn for undersøkelsen	7
1.2 Området og utbyggingstiltaket	7
1.3 Formål for undersøkelsen	8
<b>2. Metoder</b>	<b>9</b>
<b>3. Resultater</b>	<b>10</b>
3.1 Videofilming	10
3.2 Inspeksjon og kjerneprøvetaking utført av dykker	14
<b>4. Vurderinger</b>	<b>16</b>
<b>5. Referanser</b>	<b>16</b>

---

## Sammendrag

Den gjennomførte videofilmingen og dykkerinspeksjonen viste at tildekkingen av sedimentene ved ny regionkai på Eydehavn ser ut til å være intakt ett år etter ferdigstillelse. Det ble ikke påvist noen eksponerte overflater av gamle forurensede sedimenter verken ved videofilming eller ved dykkerinspeksjon. Kjerneprøver fra arealer mellom stein og pukk viste god dekningsgrad av sand, og i noen tilfeller lå sanden oppå stein eller fast fjell slik at det ikke var sedimenter direkte under sandtildekkingen. Betongmattene som er benyttet som toppdekke i hele kaiens lengde fra overgangen sjø/land og ned til 12 m dyp viste ingen tegn til sprekker eller skader ved visuell observasjon av dykker. Ettersom det ikke er satt ut målepinner eller fastmerker i sedimentene er det vanskelig å fastslå om det foregår en erosjon av sandlaget på de eksponerte flatene. Klifs risikoveileder (Bakke m.fl. 2007) regner at erosjon forårsaket av propeller fra større skip kan nå ned til en dybde på 20 m. Det kan derfor ikke utelukkes at sand som er eksponert på 12-20 m dyp kan eroderes noe over tid.

## Summary

Title: Follow up study of capped sediments outside the regional harbour at Eydehavn.

Year: 2010

Author: Jarle Håvardstun, Lise Tveiten.

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-5833-2

Video filming and diver inspection of capped sediments outside the new regional harbour at Eydehavn confirmed that the cap was intact one year after deployment. No exposed areas of original sediments were identified. Core samples taken between stones/boulders used for capping showed a good sand cover. In some areas the sand even covered stones and bedrock. Visual inspection confirmed good integrity of concrete mattresses deployed along the whole length of the pier and out to 12 m depth. Since no metering sticks had been positioned prior to the capping any surface erosion of the cap cannot be determined. The Klif risk assessment guidelines for contaminated sediments (Bakke et al. 2007) conclude that propellers from large ships may erode sediments down to a water depth of 20 m. Hence it is possible that some cap erosion may take place over time at depths between 12 and 20 m.

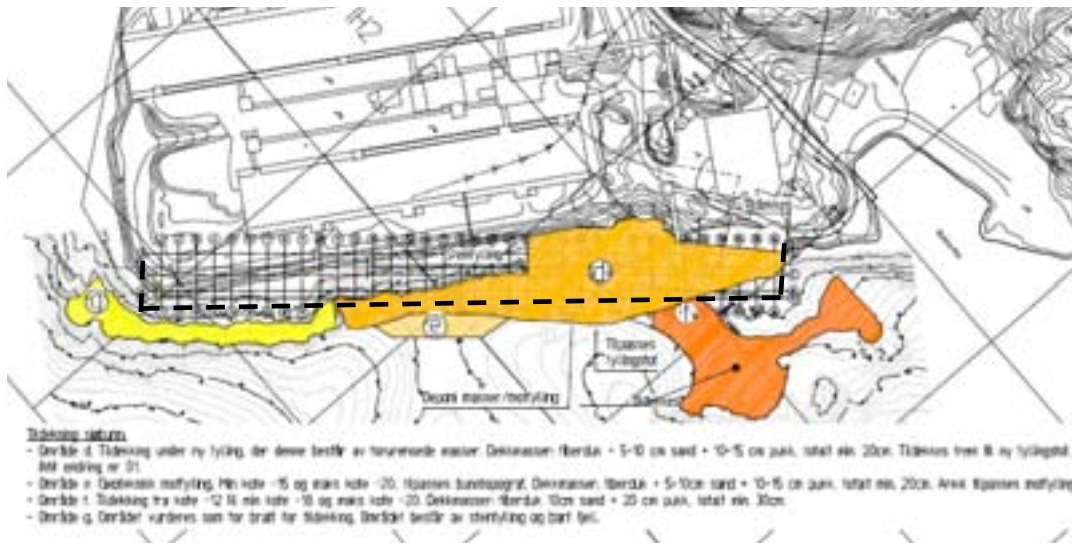
# 1. Innledning

## 1.1 Bakgrunn for undersøkelsen

I forbindelse med bygging av ny regionskai ved Eydehavn er det foretatt utfyllinger og planering av området innenfor ny kaifront. For å få tilstrekkelig seilingsdyp utenfor kaien ble det foretatt mudring og gjennomført sprengningsarbeider i sjøen. Disse arbeidene er beskrevet i Bakke m.fl. (2009). Flere tidligere undersøkelser fra området har vist at det var en betydelig forurensing fra smelteverket som tidligere lå på området for kaiutbyggingen (Nilsson og Næs 2005 og Helland m.fl. 2006). For å forhindre utlekkinger av denne forurensingen er sedimentene dekket med fiberduk, sand og pukk.

## 1.2 Området og utbyggingstiltaket

Undersøkellesområdet er vist på kart i figur 1. De ulike tildekkingsmetodene som er benyttet på de forskjellige arealene er vist med fargeskraveringer på kartet. I tillegg er tykkelsen av sand og steinlagene som skal dekke de ulike arealene gjengitt i teksten. Arealene d og e skal ha et sandlag av 5-10cm tykkelse, arealet f skal ha et sandlag av 10cm tykkelse, mens arealet g er vurdert som for bratt for tildekking og består av steinfylling og bart fjell.



**Figur 1.** Kart med oversikt over de ulike tildekkingsmetodene som er benyttet på forskjellige arealer. Ny kaifront er tegnet inn med stiptet svart strek. Kartet er utarbeidet av Asplan Viak A/S.



I figur 2 er det vist satelittfoto av området med ferdig kaifront.



**Figur 2.** Satelittfoto som viser den gamle tomten for Arendal smelteverk i Tromsøysundet bak ny kaifront. (Kilde: [www.kystverket.no](http://www.kystverket.no), Norge i bilder)

### 1.3 Formål for undersøkelsen

Målsetningen med undersøkelsen var:

- Etterkontroll av tildekkingslaget ved å benytte videofilming og dykkerinspeksjon av sjøbunnen for eventuelt å kunne påvise områder med erodert tildekkingslag.
- Uttak av sedimentkjerner for eventuelle kjemianalyser dersom videofilming eller dykkerinspeksjon påviste områder med dårlig tildekking av sjøbunnen.

## 2. Metoder

Til videofilmingen ble det benyttet ett undervannsvideokamera (droppkamera) som opereres fra lettboat. Sjøbunnen ble filmet langs transekter fra ca 25m dyp inn til kaifronten på ca 12m dyp. Dykkere fra Agder dykk A/S inspiserte områdene under kaien der det ikke var mulig å komme til med boat, og tok også stikkprøver av sedimentene fra 8 punkter langs kaien der sjøbunnen ikke var dekket av stein eller pukk. Det ble benyttet gjennomsiktige plexiglassrør med en indre diameter på 6 cm og lengde på 21cm til stikkprøvene, en kunne dermed visuelt se hvilken type sediment som ble hentet opp fra de ulike prøvetakingspunktene. Pleksiglassrørene kunne ta ut vertikale kjerneprøver av sedimentet ned til et dyp på ca 20 cm, og var derfor lange nok til å verifisere om sandlaget var tykkere enn kravene satt i tildekkingsplanen.

Videooptakene ble redigert og brent på DVD. Hvert av de 6 transektene er nummerert på DVD platen og vandypet det filmes fra gjengis på opptakene. Det var radioforbindelse til dykker som foretok inspeksjon av sjøbunnen og uttak av kjerneprøver. Dykkeren ga beskjed til overflaten når kjerneprøver ble tatt og ca posisjon kunne dermed avmerkes på kart.

## 3. Resultater

### 3.1 Videofilming

Det ble gjennomført videofilming langs 6 transekter som vist på satellittfoto i figur 3. Videofilmingen ble gjennomført 28/06/10. Transektene ble filmet fra pkt 1a til 1b, 2a til 2b osv. Koordinatene for start og stopp punktene av transektene er gitt i tabell 1. Alle transektene unntatt transekt 2 stopper ved kaifront. Det var fortoyed ett større skip ved transekt 2 under videofilmingen, og det kunne derfor ikke filmes helt inntil kaifronten på dette transektet. Dette området ble imidlertid inspisert av dykker.



**Figur 3.** Satellittfoto som viser startpunkt (a) og stopp pkt (b) for de 6 transektene som ble filmet. (Kilde [www.kystverket.no](http://www.kystverket.no), Norge i bilder)




**Tabell 1.** Koordinater (WGS84) for start og stopppunkter av transektene som ble videofilmet.



Pkt nr	transekt nr	N	E
1a	transekt 1 start	58° 29.780	8° 52.808
1b	transekt 1 slutt	58° 29.812	8° 52.744
2a	transekt 2 start	58° 29.770	8° 52.793
2b	transekt 2 slutt	58° 29.781	8° 52.745
3a	transekt 3 start	58° 29.746	8° 52.731
3b	transekt 3 slutt	58° 29.757	8° 52.675
4a	transekt 4 start	58° 29.724	8° 52.703
4b	transekt 4 slutt	58° 29.743	8° 52.652
5a	transekt 5 start	58° 29.702	8° 52.669
5b	transekt 5 midtp.	58° 29.705	8° 52.644
5c	transekt 5 slutt	58° 29.719	8° 52.612
6a	transekt 6 start	58° 29.663	8° 52.478
6b	transekt 6 slutt	58° 29.671	8° 52.533

Videofilmen er gjengitt i sin helhet på vedlagt DVD plate. Transektene er merket transekt 1 til 6 på DVD-platen. En oppsummering av observasjonene gjort langs de enkelte transektene er gitt i tabell 2.

**Tabell 2.** Beskrivelse av transektene, med eksempelbilder fra videofilmen.

<p><b>Transekt 1 (1a-1b). 23-0m dyp</b>  23-18m dyp. Steinbunn  18m dyp store stein, med noe pukk innimellom.  12m dyp, sandbunn, med mye trådformede rødalger, noen sjøstjerner.  11m dyp til overflaten består av bratt steinur, til en ser betongmatten som går fra kote 0 til ca -12. Transektet virker bra tildekket ihht arealet g markert på figur 1. Steinbunn på 19.9m dyp vist på bilde til høyre.</p>	
--	--

<p><b>Transekt 2 (2a-2b). 24-13m dyp</b> 24m-20m dyp, bunnen består av steinur. 20-14m dyp, bunnen består av stein og pukkk med enkelte mindre områder med sand synlig innimellom. Bunnen virker godt dekket i område g som skravert på figur 1. Steindekning på 20m dyp vist på bilde til høyre.</p>	
<p><b>Transekt 3 (3a-3b). 24-0m dyp</b> 24m dyp, fjell og mindre steiner. 23m -15m stein og sandbunn. Tildekkingsområde d fra figur 1 er innerst på transektet, det er synlig sand mellom steinene, men hovedsakelig steindekning. Noe sand innimellom steinene på 15,8m dyp vist på bilde til høyre.</p>	
<p><b>Transekt 4 (4a-4b). 20-9m dyp</b> 19,5 m- 14m dyp, bunnen består av stein og pukkk. 14m-12m dyp, stein og pukkk med noe sand synlig innimellom steinene. Overgang mellom betongmadrass og sjøbunn synlig på 11,6m dyp og vist på bildet til høyre.</p>	

<p><b>Transekt 5 (5a-5c). 21 – 9m dyp.</b> 21m-17m dyp, steinbunn. 16m-14m dyp, stein med noe synlig sandbunn innimellom. 12m dyp, steinbunn med noe synlig sand innimellom. Bilde til høyre viser steindekning inne ved kaifront på 14.6m dyp. Bildet er fra overgangen mellom område e og d på figur 1.</p>	
<p><b>Transekt 6 (6a-6b). 10-12m</b> Område som ble vurdert som for bratt til tildekking. Består av mye bart fjell og stein. Mye begroing på fjell og steiner, (mange forskjellige trådformede alger). Bilde til høyre viser steinbunn på 12,7m dyp.</p>	

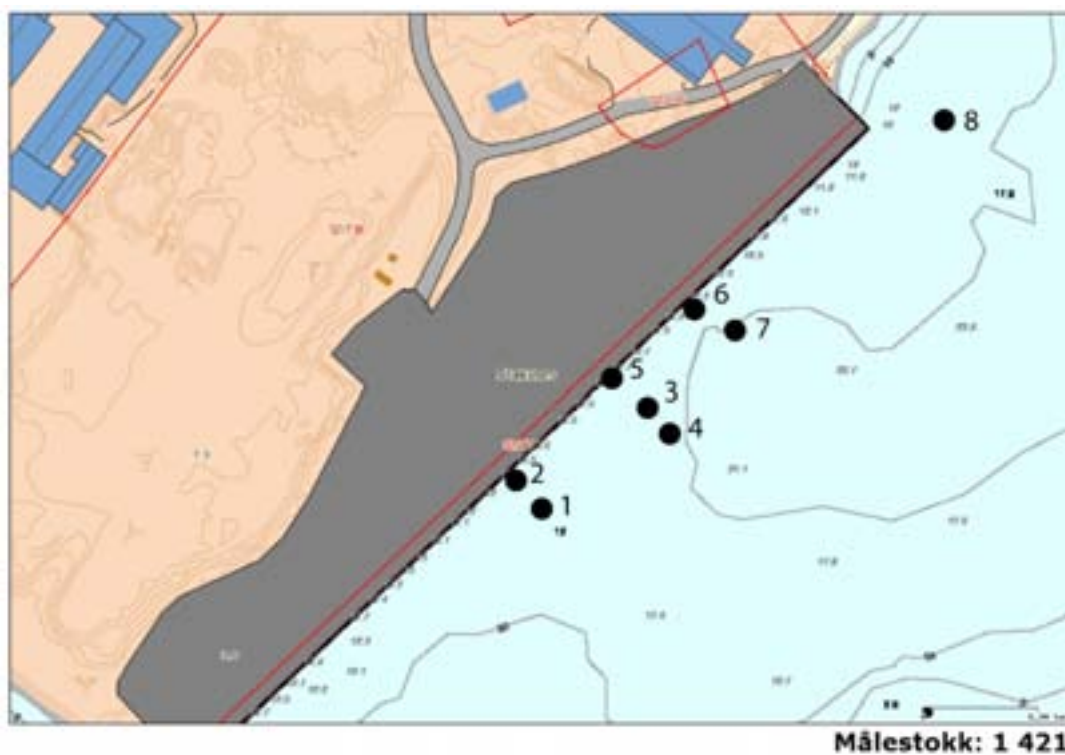
### 3.2 Inspeksjon og kjerneprøvetaking utført av dykker

Dykker inspiserte betongmatten som er lagt ut fra under kaien til kote -12m. Det var ingen sprekker eller uregelmessigheter å se på overflatene av mattene. I bølgeslagsonen under kaien var mattene helt synlig, mens det på dyp fra ca 5m og dypere var begynt å legge seg et tynt sedimentlag og begroing som gjorde at overflaten ikke var fullstendig synlig. Enda dypere var betongmattene dekket av sand og stein, men synlig på enkelte punkter som vist på videofilmen og bilde i tabell 2, transekt 4. I figur 4 er bilde av betongmatten vist fra nordre del av kaien.



**Figur 4.** Betongmatte som dekker sjøbunnen fra overgangen land/sjø til kote -12m. Bildet er fra nordenden av kaianlegget. (Foto Jarle Håvardstun)

I tillegg til videoinspeksjonen ble det tatt 8 kjerneprøver fra bunnen. Disse ble tatt der det var mulig å komme til mellom stein og pukk til en synlig sandig overflate. Omtrentlig plassering av disse prøvetakingspunktene er vist på kart i figur 5. Punktene er ikke helt nøyaktig plassert ettersom posisjonen er tatt med GPS fra overflaten på dykkefartøyet der en antok dykkeren var plassert. Figur 6 viser kjerneprøve 8. Den består av et sandig lag på 17cm tykkelse, med en litt mørkere overflate av nye sedimenter. Samtlige kjerner hadde sand i bunnen og ingen kjerner gikk ned i gammelt sediment. Kjerne nr 1, 2, 5, 6 og 7 hadde bare ca 5-10cm sandlag, men her støtte sedimentrøret mot stein eller fjell og var ikke mulig å presse dypere. Her lå altså sanden oppå stein eller fjell. Kjerne nr 3, 4 og 8 hadde ca 17-20cm sand i bunnen og et noe mørkere lag på toppen av kjernen. Det ble ikke analysert for miljøgifter fra kjernene ettersom de kun besto av tildekkingsand og ikke gamle sedimenter.



**Figur 5.** Plassering av prøvetakingspunkt for sedimenter utenfor kaianlegget på Eydehavn.



**Figur 6.** Viser bilde av kjerneprøve 8, som består av ca 17cm sand i bunnen med ett mørkere topplag av nye sedimenter øverst.



## 4. Vurderinger

Videofilming og dykkerinspeksjon har vist at tildekkingen av sedimentene ved den nye regionkaien på Eydehavn ser ut til å være intakt ett år etter ferdigstillelse. Det ble ikke påvist noen eksponerte overflater av gamle forurensede sedimenter verken ved videofilming eller ved dykkerinspeksjon. Enkelte mindre arealer er ikke fullstendig dekket av stein eller pukk. Kjerneprøver fra disse arealene viste imidlertid god dekningsgrad av sand, og i noen tilfeller lå sanden oppå stein eller fast fjell slik at det ikke var sedimenter direkte under sandtildekkingen. Det er benyttet betongmatt som toppdekke i hele kaiens lengde fra overgangen sjø/land og til 12m dyp. Det var ingen tegn til sprekker eller skader på disse mattene ved visuell observasjon utført av dykker. Ettersom det ikke er satt ut målepinner eller fastmerker i sedimentene er det vanskelig å fastslå om det foregår en erosjon av sandlaget på de eksponerte flatene. Klifs Risikoveileder (Bakke m.fl. 2007), regner at erosjon forårsaket av propeller fra større skip kan nå ned til en dybde på 20m. Det kan derfor ikke utelukkes at sand som er eksponert på 12-20m dyp kan eroderes noe over tid.

## 5. Referanser

Bakke, Torgeir., Homdrom, Roger., Lindland, Jan og Helland, Aud. 2009. Regionskai Eydehavn. Suttokumentasjon miljø. NIVA rapport nr 5738-2009.36s. + DVD film.

Bakke, Torgeir., Breedveld, Gijs., Källqvist, Torsten., Oen, Amy., Eek, Espen., Ruus, Anders., Kibsgaard, Anne., Helland, Aud. & Hylland, Kjetil 2007. Veileder for risikovurdering av forurenset sediment. SFT-rapport TA-2230/2007. 65 s.

Helland, Aud., Nilsson, Hans, Christer. og Bakke, Torgeir 2006. Arendal smelteverk. Sedimentundersøkelser ved kaiutbygging. NIVA rapport nr 5196-2006. 26s.

Nilsson, Hans, Christer, og Næs, Kristoffer, 2005. Sedimentundersøkelser i forbindelse med tiltaksplan for forurensede sedimenter i Arendal; fase2. NIVA rapport nr 5118-2005. 41s.

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo  
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00  
[www.niva.no](http://www.niva.no) • [post@niva.no](mailto:post@niva.no)