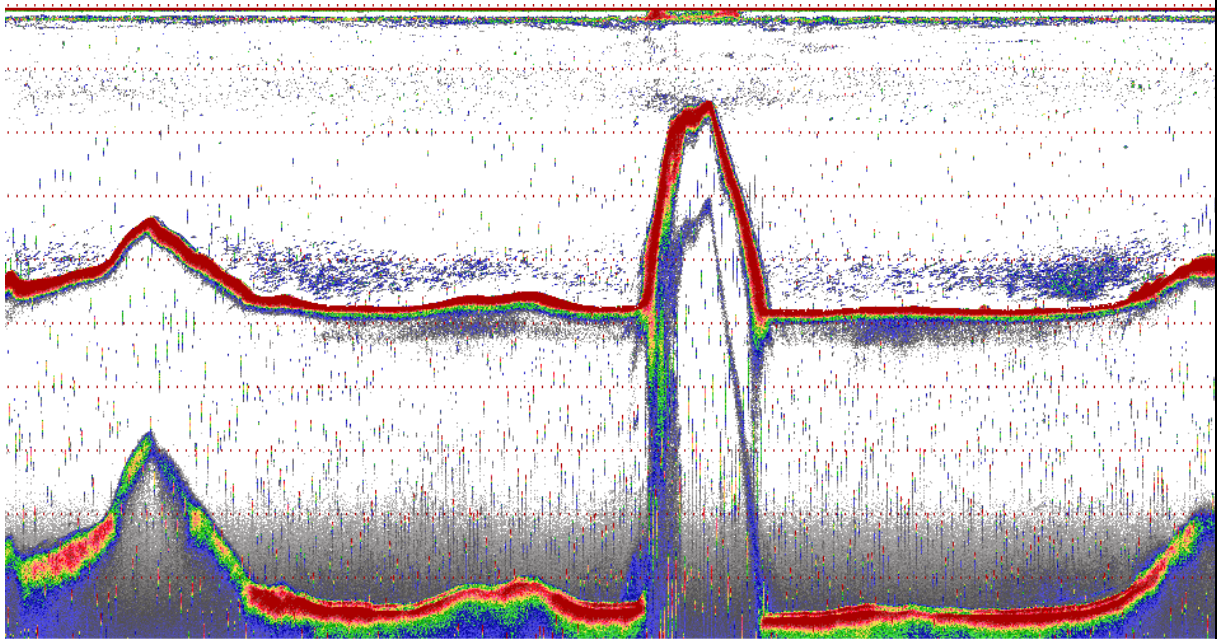


Dramstadbukta, Drammensfjorden

Etterkontroll av
deponeringsområdet ved
mudring av Svelvikstrømmen



Hovedkontor

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

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Postboks 2026
5817 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-niva

9296 Tromsø
Telefon (47) 77 75 03 00
Telefax (47) 77 75 03 01

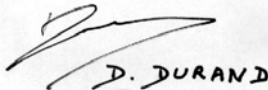
Tittel Dramstadbukta, Drammensfjorden. Etterkontroll av deponeringsområdet ved mudring av Svelvikstrømmen.	Løpenr. (for bestilling) 5337-2007	Dato 12.04.07
	Prosjektnr. Undernr. O-23238	Sider Pris 14
Forfatter(e) Aud Helland	Fagområde Oseanografi	Distribusjon
	Geografisk område Buskerud	Trykket NIVA

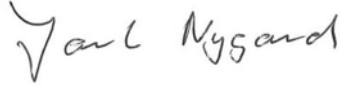
Oppdragsgiver(e) Kystverket Nordland ved Overingeniør Gerd Smedstuen	Oppdragsreferanse
---	-------------------

<p>Sammendrag</p> <p>NIVA har på oppdrag for Kystverket utført etterkontroll av deponeringsområdet i Dramstadbukta. Området mottok mudringsmasser fra utdyping av Svelvikstrømmen i tidsrommet 2003-2006. Sedimentkvaliteten i området ble undersøkt ved kjerneprøvetaking november 2006 hvor de øvre 0 – 2 cm av sedimentene ble analysert for PAH og TBT. Analysene viste at sedimentene nå er lite til ikke forurenset, tilsvarende SFTs miljøklasse I. Sedimentkvaliteten i det prøvetatte området er således vesentlig forbedret i forhold til øvrige deler av Drammensfjorden. Dypbassenget i Drammensfjorden bør overvåkes for å følge utviklingen av det rehabiliterte området.</p>

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Miljøgifter Sedimenter Dypvannsdeponi Drammensfjorden 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Micropollutants Sediments Deep water waste deposit Drammensfjord
---	--


Aud Helland
Prosjektleder


D. DURAND
Dominique Durand
Forskningsleder


Jarle Nygard
Fag- og markedsdirektør

Dramstadbukta, Drammensfjorden

Etterkontroll av deponeringsområdet ved mudring av
Svelvikstrømmen

Forord

I mars 2003 utarbeidet NIVA for Kystverket 1. Distrikt et "Miljøkontrollprogram for mudring og deponering av bunnsedimenter i Svelvikstrømmen". Arbeidene NIVA har utført har vært i henhold til dette programmet.

Mudringsarbeidene gikk fra høsten 2003 til sommeren 2006.
Miljøovervåkingen under arbeidene ble rapportert høsten 2006.
Foreliggende rapport omfatter etterkontrollen av deponeringsområdet.

Kontaktpersoner i Kystverket var innledningsvis Frank Johansen (nå SECORA) og senere Gerd Smedstuen.

Oslo, 12.04.07

Aud Helland

Innhold

Sammendrag	5
1. Bakgrunn	6
1.1 Målsetting	7
1.2 Miljøtilstanden i Dramstadbukta før deponering	7
2. Feltarbeid og analyser	8
3. Resultater og diskusjon	10
4. Referanser	12
Vedlegg A. Kjemiske analysemetoder	13

Sammendrag

NIVA har på oppdrag for Kystverket utført etterkontroll av deponeringsområdet i Dramstadbukta etter endt mudring av Svelvikstrømmen. Fra 2003 til 2006 ble ca 850 000 m³ masser mudret i fra Svelvikstrømmen og mesteparten deponert i Dramstadbukta. Noe av massene ble brukt til landinnvinning i Drammen Havn. 140 000 m³ av massene ble antatt å være forurenset av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og tributyltin (TBT), disse ble deponert først og deretter dekket med rene mudringsmasser.

Tidligere sedimentundersøkelser i dypbassenget i Drammensfjorden har vist moderat forurensning av PAH (SFTs miljøklasse II). Innholdet av TBT var ikke kjent, men undersøkelser lenger inn i fjorden på 45 – 85 m vanddyb har vist meget sterk forurensning av TBT (SFTs miljøklasse V).

Det ble tatt 5 sedimentkjerner i deponiområdet i november 2006 hvor de øvre 2 cm av sedimentet ble analysert for PAH og TBT. Konsentrasjonene var lave, tilsvarende lite forurenset (SFTs miljøklasse I) for PAH og for TBT. En stasjon hadde noe høyere TBT konsentrasjon, slik at grenseverdien mellom SFTs klasse I og II så vidt ble overskredet.

Sedimentene hadde antydning til rør av børstemark i overflaten, dette samt påvisning av fisk ved bunnen, sannsynligvis brisling, tyder på oksygen i dypvannet. Dette er i overensstemmelse med at det var en stor vannutskifting i Oslofjorden vinteren 2006.

Sedimentene i deponiområdet fremstår nå som renere enn de fleste andre undersøkte områder i Drammensfjorden. Utenfor og nord for deponiområdet tyder visuelle observasjoner på at det har vært en spredning av leirpartikler fra deponeringen. Omfanget av spredningen og miljøkvaliteten på det spredte materialet bør undersøkes. Dypbassenget i Drammensfjorden bør overvåkes for å følge utviklingen av det rehabiliterte området.

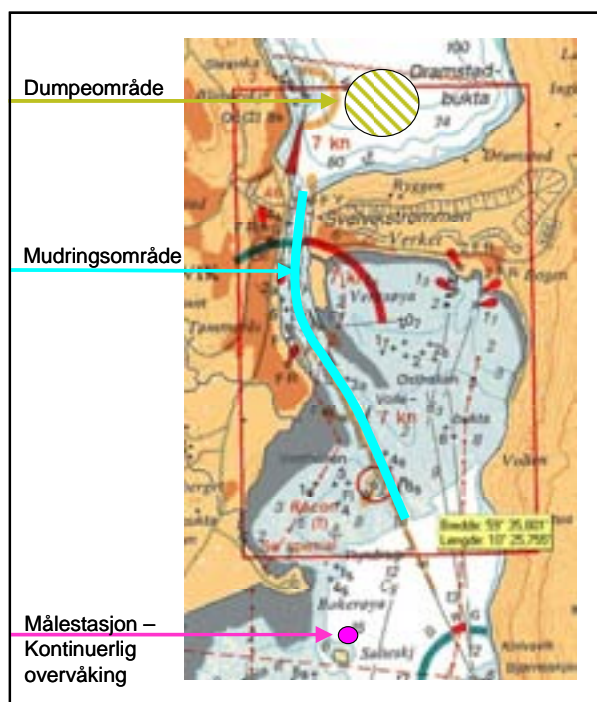
1. Bakgrunn

Kystverket mudret Svelvikstrømmen fra høsten 2003 til våren 2006 for å bedre innseilingen til Drammensfjorden. Massene fra mudringen ble deponert i Drammenfjorden i Dramstadbukta, på 100 - 120 m dyp (**Figur 1**).

Forundersøkelser i 2001 og 2002 hadde påvist forhøyede konsentrasjoner av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og tributyltinn (TBT) i deler av det sørlige området av strømmen (Berge 2001, Jensen og Bjørnbom 2002). Konsentrasjonene tilsvarte SFTs miljøkvalitetskriterier klasse IV og V, for PAH >6000 µg/kg og for TBT >100 µg/kg. I tillegg ble det også påvist forhøyede konsentrasjoner av TBT utenfor Verksøya. Forurensningen ble antatt å være begrenset til den øvre 0,5 til 1 m av avsetningene (Bakke og Helland 2002).

Siden det var påvist miljøgifter i mudringsområdet var det knyttet en bekymring til spredning av partikler og miljøgifter i forbindelse med arbeidene. For å ha kontroll med spredning av partikler og miljøgifter utførte NIVA for Kystverket en fortløpende overvåking av mudringen og deponeringen i henhold til "Miljøkontrollprogram for mudring og deponering av bunnsedimenter i Svelvikstrømmen" av mars 2003. Overvåkingen viste lite spredning av partikler og liten til ingen spredning av miljøgifter (Helland 2006).

For å sikre et rent deponi etter endt arbeid var planen at de forurensede massene (ca 140 000 m³) skulle mudres og deponeres først. De rene massene skulle deretter legges over de forurensede. Totalt mudringsvolum ble antatt å være ca 850 000 m³. Mesteparten av massene gikk til deponi i Dramstadbukta, en liten andel gikk til landinnvinning i Drammen Havn. Mudringen ble utført med en såkalt bakgraver og deponeringen ved bruk av splittlekter.



Figur 1. Dramstadbukta og Svelvikstrømmen med markering av posisjon for mudring, deponering og stasjon for kontinuerlig overvåking (Helland 2006).

1.1 Målsetting

I følge "Miljøkontrollprogram for mudring og deponering av bunnsedimenter i Svelvikstrømmen" av mars 2003 skulle deponeringsområdet kontrolleres etter endt mudring. Målsettingen var å ta 5 kjerneprøver av bunnen for analyse av TBT og PAH i de øvre 2 cm av sedimentet for å kontrollere at området er dekket av rene masser. Analysene omfattet TBT og PAH fordi disse tidligere var påvist i høye konsentrasjoner i deler av mudringsområdet.

1.2 Miljøtilstanden i Dramstadbukta før deponering

Dramstadbukta er tidligere brukt som dumpeplass, for det meste for skip (<100 tonn). Lokaliteten har også tidligere mottatt mudringsmasser fra Svelvik havn og fra industriterminalen utenfor Tofte. Overdekking av dette området med rene masser fra Svelvikterskelen ble ansett å gi en ekstra miljøgevinst ved at risikoen for utlekking fra skipene ble redusert (Bakke og Helland 2002).

Konsentrasjonen av miljøgifter i bunnsedimentene i Dramstadbukta, i selve deponeringsområdet, var ikke kjent før deponering. Analyser av sedimenter fra en stasjon ca 1000 m lenger nord viste imidlertid lave konsentrasjoner av metaller og organiske miljøgifter jfr. **Tabell 1**. Tributyltinn (TBT) ble ikke analysert den gang. I 2006 ble det utført sedimentundersøkelser lenger inn i Drammensfjorden. Dette var sedimenter fra 45 til 84 m dyp og ligger således grunnere enn sedimentene i Dramstadbukta. Konsentrasjonen av TBT i sedimentene i det området tilsvarte SFTs miljøklasse V (meget sterkt forurenset) på alle stasjoner. Det skal bemerkes at det prøvetakingsområdet ligger nærmere Drammen havn enn Dramstadbukta og således mye nærmere kildene for TBT, som i hovedsak antas å være skipsverftet og skipsaktiviteten i havna.

Tabell 1. Analyseresultater fra en sedimentprøve i dypområdet i Drammensfjorden, data fra Bakke og Helland (2002) og Helland (2006). Totalorganisk karbon (TOC) i mg/g, metaller (Cd=kadmium, Hg=kvikksølv, Pb=bly) i mg/kg og organiske miljøgifter i µg/kg: polyklorerte bifenyler, sju kongener (PCB₇), summen av 16 komponenter av polysykliske aromatiske hydrokarboner (Σ PAH₁₆). Alle konsentrasjoner er oppgitt på tørrvekt av sedimentene. Fargekodene er i hht. SFTs miljøkvalitetskriterier (Molvær et al 1997).

Referanse	TOC	Cd	Hg	Pb	PCB ₇	Σ PAH ₁₆	TBT
Bakke & Helland 2002	2.21	0,46	0,14	33.2	2.63	562.3	
Helland 2006						565	1200

Lite forurenset	Moderat forurenset	Markert forurenset	Sterkt forurenset	Meget sterkt forurenset
Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	Klasse V

2. Feltarbeid og analyser

Innsamling av sedimenter i deponeringsområdet i Dramstadbukta ble utført 14.11.06. For å avgrense deponeringsområdet nøyaktig ble det gjort en opplodding av området ved bruk av ekkoloddet om bord i F/F Trygve Braarud med skipper Sindre Holm.

Sedimentprøvene ble samlet ved bruk av kjerneprøvetaker (Niemistö 1974). Om bord ble kjernene visuelt beskrevet (**Figur 2** og **Tabell 2**) og for stasjon 1 – 5 ble de øvre 0-2 cm ble snittet av for kjemisk analyse. Disse prøvene var hentet fra deponiet, mens stasjon 6 ligger nord for deponiområdet (

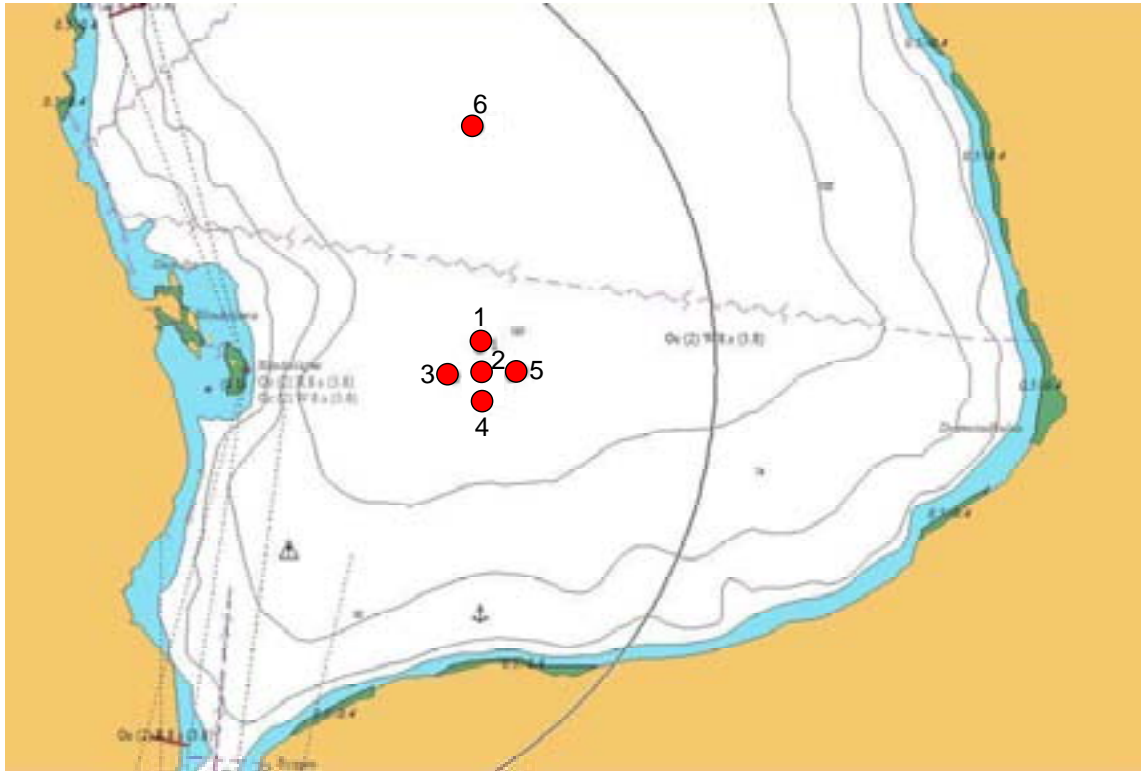
Figur 3). Prøvene ble umiddelbart frosset ned og fraktet til NIVAs laboratorium for analyse av PAH og TBT. Beskrivelse av metodene for analyse er gitt i Vedlegg A.



Figur 2. Sedimentkjerne fra stasjon 1 i Dramstadbukta 11.12.06

Tabell 2. Beskrivelse av sedimentkjerner fra Dramstadbukta november 2006.

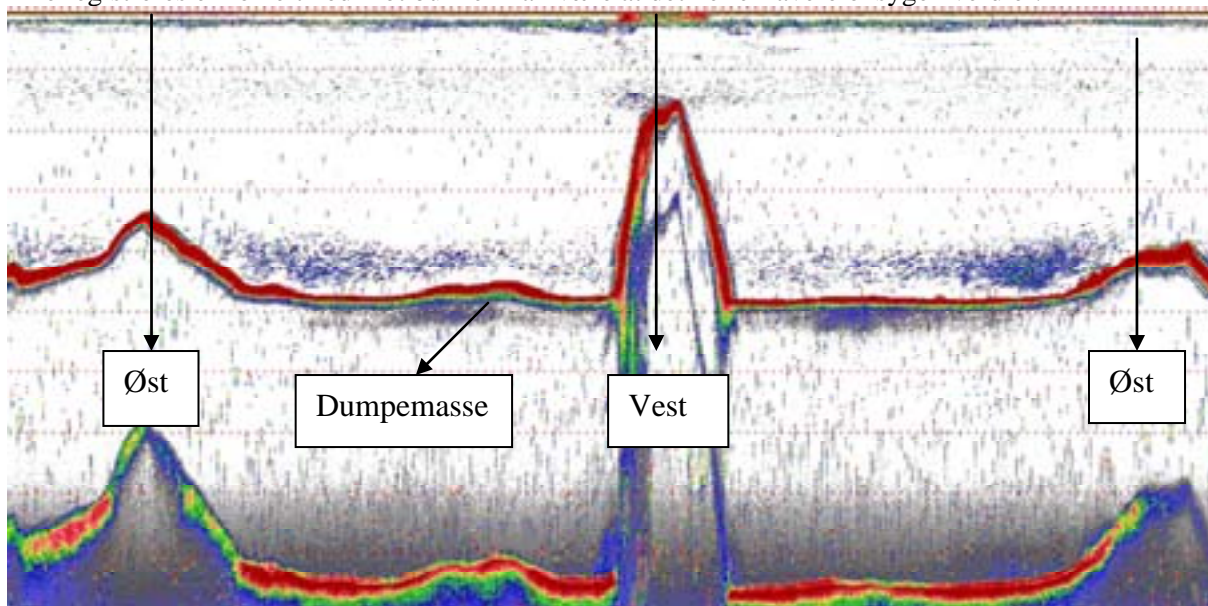
Stasjon	Posisjon N	Posisjon E	Vann-dyp	Kjerne-lengde	Beskrivelse
1	59.623867	10.421083	112 m	15 cm	Oliven grågrønn overflate ca 3 mm, fnokker, små rør av børstemark. Ellers homogen leire, sandblandet. De øvre 6-7 cm bløtere, mindre konsolidert – større vanninnhold enn sedimentene i dypere lag.
2	59.623402	10.421133	109 m	21 cm	Som st. 1, leire med noe grus i dypere lag
3	59.623367	10.420183	110 m	13 cm	Som st. 1, noe mer konsolidert leire nedover
4	59.622967	10.421150	105 m	16 cm	Som st. 1, leire med noe grus i dypere lag
5	59.623367	10.422150	109 m	26 cm	Som st. 1
6	59.627750	10.420983	120 m	80 cm	Oliven grågrønn overflate ca 3 mm, fnokker. Deretter 25 cm grå ukonsolidert bløt leire. Deretter Svart organisk slam med lukt av H ₂ S. Varvige sedimenter i det svarte organiske slammet.



Figur 3. Posisjoner for kjerneprøvetaking av bunnsedimentene for etterkontroll av deponeringsområdet i Dramstadbukta.

3. Resultater og diskusjon

Et ekkogram fra et utdrag av ekkolodd-dataene er vist i **Figur 4**. Ekkogrammet viser like linjer fra øst til vest og vest til øst med 50 meters avstand i nordlig retning. Forhøyningen på bunnen viser forekomsten av deponerte masser. Ekkogrammet viser i tillegg fisk i vannmassene mot bunnen fra ca 90 til 110 meters dyp (blå prikker / skygger). Forskere ved Universitetet i Oslo med erfaring fra tilsvarende data fra Oslofjorden, tolker registreringene til i stor grad å vise brisling. Årsaken til at det ikke registreres ekko helt ned mot bunnen kan være at det her er lavere oksygen verdier.



Figur 4. Ekkogram fra et utdrag av ekkolodd-data med "F/F Trygve Braarud" i Dramstadbukta deponeringsområde 14.11.2006. Ekkogrammet viser lik linjer fra øst til vest, vest til øst med 50 meters avstand i nordlig retning (Ekkogrammet er forminsket).

Basert på de visuelle observasjonene av sedimentkjernene hentet opp fra deponeringsområdet ser det ut til at det siden våren 2006 er avsatt et ca 3 mm fluffy fnokkelag. Dette hadde en olivengrønn farge og tyder på oksiske forhold. Det var også antydning til små rør av børstemark, noen som tyder på det samme.

Under det øvre fnokkelaget var det et løsere leirlag 6 – 7 cm tykt (bløtt sediment med relativt høyt vanninnhold). Dette laget var annerledes enn lagene dypere ned i kjernene som besto av konsolidert leire. De bløtere sedimentene kan en anta er avsatt ut fra en suspensjon av partikler til forskjell fra den underliggende konsoliderte leira som har truffet bunnen i faste klumper.

Til forskjell fra kjernene i deponeringsområdet som alle var <30 cm lange var kjernen på stasjon 6 nord for deponeringsområdet, 80 cm lang. Det ble brukt samme kjerneprøvetaker og samme hastighet ved nedføring hvilket betyr at sedimentene nord for deponeringsområdet var mye bløtere med et større vanninnhold. Visuelt ble det observert et øvre 25 cm tykt løst leirlag i denne kjernen med tilsvarende utseende og konsistens som de øvre 7 cm i kjernene fra deponeringsområdet. Under de øvre 25 cm var det svarte anoksiske sedimenter, som var typisk for dypområdet i Drammensfjorden før deponering.

Under den kontinuerlige overvåkingen av området ble det observert et tykt lag med turbid bunnvann i store deler av Dramstadbukta selv etter en helg uten deponering (Helland 2006). Det er derfor grunn til

å anta et dette turbide bunnvannet har forsynt bunnen i store deler av dybbassenget rundt deponeringsområdet med leirpartikler og bygd opp avsetninger på muligens flere cm.

De kjemiske analysene av de øvre 2 cm av bunnsedimentene fra deponiområdet viste lave konsentrasjoner av PAH og TBT (jfr. **Tabell 3**). Kun sedimentene på stasjon 3 hadde en konsentrasjon av TBT som så vidt overskrider SFTs miljøklasse I. Grensen mellom klasse I og klasse II er 5 µg TBT/kg.

Tabell 3. Innholdet av PCB og PAH16 (sum av 16 forbindelser) (µg/kg tørr vekt) i overflatesedimenter (0-2 cm) i dypområdet i Dramstadbukta 2006. Fargene i tabellen angir grad av forurensning i henhold til SFTs miljøkvalitetskriterier (Molvær et al. 1997).

Stasjon	Σ PAH16	TBT
1	61,2	4,9
2	61,6	1,9
3	21,5	5,7
4	98,1	3,3
5	97,2	3,9
6	i.a.	i.a.

i.a. = ikke analysert

Lite forurenset	Moderat forurenset	Markert forurenset	Sterkt forurenset	Meget sterkt forurenset
Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	Klasse V

Dette viser at tildekkingen av de forurensete massene som ble deponert innledningsvis, nå er overdekket med rene masser. Miljøkvaliteten av sedimentene i deponiområdet med hensyn til PAH og TBT, er sannsynligvis de reneste i hele Drammensfjorden.

Som nevnt over hadde bunnen nord for deponiområdet (stasjon 6) en overdekning av de svarte organisk rike sedimentene, som er typisk for dypområdet i Drammensfjorden, med ca 25 cm grå bløt leire. Overdekningen strekker seg således over et større område enn det som var tilsiktet. Omfanget av overdekningen bør derfor klarlegges. Visuelt hadde de bløte grå leirige sedimentene (overdekningsmassene) samme kvalitet som overflatesedimentene i selve deponiområdet. Miljøkvaliteten av disse massene bør dokumenteres ved kjemiske analyser. Det vil være nyttig for senere lignende prosjekter å bringe på det rene hvilken effekt den eventuelt utilsiktede spredningen av rene masser har hatt på omkringliggende sjøbunn.

Det har vært bekymring for at en endring i terskeldypet i Svelvikstrømmen vil kunne gi økt sirkulasjon og oksiske forhold i dypvannet. Oksiske forhold vil kunne gjøre miljøgifter fra gammel forurenset sjøbunn tilgjengelig for organismer. Hvis store deler av dypområdet nå er tildekket av rene sedimenter er det ikke lenger samme grunn til bekymring. Ut i fra funn av rør fra børstemark i sedimentoverflaten og påvisning av fisk i dypvannet er det sannsynlig at det har vært oksisk forhold en stund. Det er sannsynlig ut i fra at det var en stor vannutskifting i Oslofjorden vinteren 2006 (pers. med. Magnusson NIVA 2007)

Dramstadbukta (stasjon 6) inngår som en fast overvåkingstasjon ved overvåkingen av Oslofjorden i regi av Fagrådet for ytre Oslofjord. Denne overvåkingen omfatter vannkvalitet, men bør utvides til å omfatte sedimenter og bunnfauna i dypområdet i Drammensfjorden. Dette er viktig for å følge utviklingen av det rehabiliterte området.

4. Referanser

Bakke T. og Helland A. 2002. Miljøkonsekvenser ved mudring av Svelvikterskelen og deponering i Dramstadbukta. NIVA-rap. 4581, 25 s.

Berge, JA 2001. Undersøkelser av miljøgifter i sediment fra Svelvikstrømmen. NIVA rapport nr 4430-2001. Norsk institutt for vannforskning. 22 s.

DnV 2002. Miljøundersøkelse Svelvikstrømmen. Det norske Veritas rapport nr 2002-0665. 21 s.

Helland A. 2006. Miljøovervåking ved utdyping av Svelvikstrømmen. NIVA-rap. 5300, 51 s.

Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B. og Skei, J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i norske fjorder og kystfarvann. SFT-veileder 97:03. TA-nr. 1467/1997, 36s.

Vedlegg A. Kjemiske analysemetoder

PAH i sediment

Analysene omfatter enkeltkomponentene dekket av EPAs "list of 16 components" (PAH16) med en deteksjonsgrense på maksimum 1 µg/kg tørt sediment, samt summen av enkeltkomponentene. Prøvene tilsettes intern standard og ekstraheres med organisk løsemiddel. Ekstraktene gjennomgår ulike rensetrinn for å fjerne interfererende stoffer. Til slutt analyseres ekstraktet ved bruk av gasskromatograf utstyrt med masseselektiv detektor (GC/MSD). PAH-forbindelsene identifiseres ut fra retensjonstider og forbindelsenes molekylion. Kvantifisering utføres ved hjelp av ekstern og intern standard. Metodene er i stor utstrekning basert på NS 9810 (Opparbeiding av prøvemateriale for bestemmelse av PAH) og NS 9815 (Gasskromatografisk analyse for bestemmelse av PAH). Metoden er basert på GC-FID og er mindre egnet hvis prøven inneholder store mengder mineraloljer.

Tinnorganiske forbindelser i sediment

Analysen gjøres etter Norsk standard, NS-EN ISO 17353 (Bestemmelse av utvalgte organiske tinnforbindelser – Gasskromatografisk metode). Denne metoden er basert på at tinnorganiske forbindelser i vann blir alkylert med natrium tetraetylborat og ekstrahert med heksan. Ekstraktet kan renses med silika. Etter oppkonsentrering kan tetrasubstituerte organiske tinnforbindelser separeres ved kapillær gasskromatografi og detekteres med massespektrometri (MS), flammefotometrisk deteksjon (FPD) eller atomemisjons deteksjon (AED). Konsentrasjonen av butyl- og fenyltinnforbindelser bestemmes ved kalibrering av hele prosedyren med en intern standard blanding.