

# Overvåking av forurensning ved mudring og deponering

## Årsrapport 2006

20051785-20

15. mars 2007

**Rev. 1**

**29. juni 2007**

Ved elektronisk overføring kan det ikke garanteres for konfidensialiteten eller autentisiteten av dette dokumentet. Adressaten bør vurdere denne risikoen og ta fullt ansvar for bruk av dette dokumentet.

Dokumentet må ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemann uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGI.

*Neither the confidentiality nor the integrity of this document can be guaranteed following electronic transmission. The addressee should consider this risk and take full responsibility for use of this document.*

*This document shall not be used in parts, or for other purposes than the document deals with. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the proprietor's consent. No changes or amendments to the document shall be made without consent from NGI.*



# Overvåking av forurensning ved mudring og deponering

Årsrapport 2006

20051785-20

Rev. 1

15. mars 2007

29. juni 2007

**Oppdragsgiver:**

**Oslo Havn KF**

Kontaktperson:

Charlotte Iversen

Kontraktreferanse:

40HAV05

**For Norges Geotekniske Institutt**

Prosjektleder:

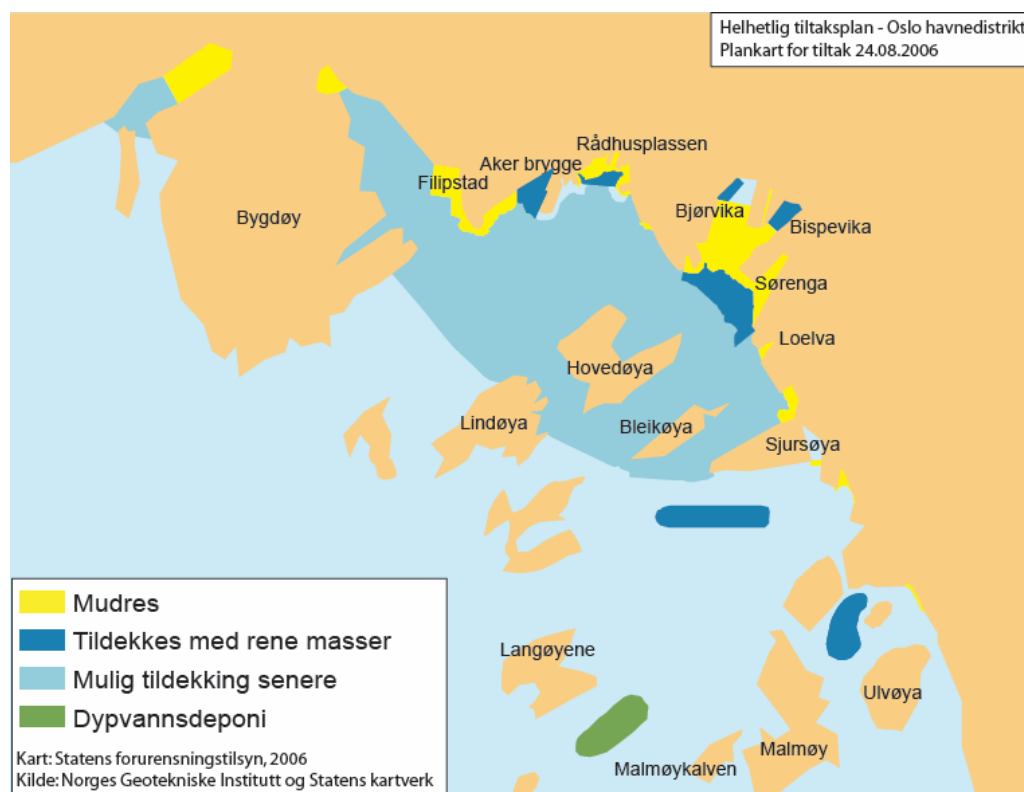
Audun Hauge

Rapport utarbeidet av:

Arne Pettersen

## Sammendrag

Oppryddingen av forurensede sedimenter i Oslo Havn beskrevet i helhetlig tiltaksplan startet i slutten av februar 2006. Omfanget av arbeidene er vist i figuren under. Det er mudret forurensede sedimenter som ligger grunnere enn 15 m i Bjørvika og Bispevika. Miljøoppryddingen er koordinert med byggingen av senketunnel for ny E-18 over Bjørvika. Massene fraktes med transportleker til dypvannsdeponiet ved Malmøykalven der de føres ned via en lukket rørløsning. Massestrømmen tilføres salt for å opprettholde tetthetsgradienten i vannet.



Det utføres et omfattende overvåkningsprogram for å dokumentere at tiltaket oppfyller alle krav stilt av miljøvernmyndighetene. NGI er engasjert av Oslo Havn KF som ansvarlig for at alle deler av kontrollplanen blir oppfylt.

Denne årsrapporten oppsummerer den overvåkning som er gjort i 2006. På Ren Oslofjords nettsider er det gjennom 2006 lagt ut ukerapporter, månedsrapporter og notater der alle måledata er presentert.

Det utføres kontinuerlig måling av turbiditet (partikkelinnhold) og strømhastighet ved dypvannsdeponiet. Målingene er styrende for driften ved at disse parameterne må være under gitte grenseverdier. Det er etablert effektive varslingsrutiner basert på automatisk genererte varsler via SMS og tilgjengelighet til overvåkningsdata i sann tid.



Overvåkningsprogrammet omfatter også dokumentasjon av vannkvalitet med en rekke metoder. Det tas jevnlig stikkprøver for analyse av tungmetaller og organiske forbindelser som PAH, PCB, TBT og mineralolje. Det benyttes passive prøvetakere som gir en tidsintegrert prøvetakning, og sedimentfeller som gir dokumentasjon på mengde og kvalitet av materiale som eventuelt sedimenterer utenfor deponiet. Det gjøres også målinger ved badeplasser i området i sommersesongen.

**Alle målingene viser at nedføringen av mudrede masser skjer som forutsatt og at alle krav til arbeidene som er stilt av SFT i tillatelsen er overholdt. Miljøregnskapet viser at målt spredning er godt innenfor miljøbudsjettet som ligger til grunn for tillatelsen. Beregnet spredning tilsvarer den mengde uorganiske- og organiske forbindelser som finnes i 10-40 m<sup>3</sup> mudrede masser.**

**Med bakgrunn i de erfaringene som er gjort i 2006 er det foreslått noen endringer i måleprogrammet. Endringene omfatter bl.a mere bruk av passive prøvetakere og dokumentasjon av vannkvalitet før mudring i nye delområder.**

## Innhold

1	INNLEDNING .....	1
2	BAKGRUNN FOR MÅLEPROGRAMMET.....	1
3	DOKUMENTOVERSIKT .....	2
4	MUDRING AV FORURENSET SJØBUNN .....	3
4.1	Teknisk utførelse av mudring .....	3
4.2	Overvåkning i sjø under mudring .....	4
4.3	Dokumentasjon av vannkvalitet i mudringsområdet .....	4
4.4	Mudring ved fiskevandring i Akerselva .....	6
5	KONTROLL AV NEDFØRING AV MUDREDE MASSER TIL DYPVANNSEDEPONI.....	7
5.1	Lokalisering av dypvannsdeponi .....	7
5.2	Teknisk utførelse av nedføring .....	7
5.3	Overvåkning av turbiditet rundt deponiområdet.....	7
5.4	Dokumentasjon av vannkvalitet .....	10
5.5	Kontroll av strømhastighet .....	15
6	SUPPLERENDE OVERVÅKNING .....	15
6.1	Bakgrunn.....	15
6.2	Partikkel-fordeling i deponiet .....	15
6.3	Vannkvalitet ved badeplassene.....	17
7	MILJØREGNSKAP .....	18
7.1	Bakgrunn.....	18
7.2	Inngangsdata .....	19
7.3	Beregnet miljøregnskap og samhold med miljøbudsjett .....	19
8	SFT INSPEKSJON OG REVISJON.....	20
9	SAMLET VURDERING .....	21
9.1	Status for 2006.....	21
9.2	Anbefalte endringer i overvåkningsprogrammet.....	23
10	KONKLUSJON .....	24
11	REFERANSER .....	24

## Kontroll- og referanseside

## 1 INNLEDNING

Denne rapporten oppsummerer prosjekt Ren Oslofjords miljøoppfølging ved mudring og nedføring til dypvannsdeponi ved Malmøykalven i 2006.

Oslo Havn KF har engasjert NGI til å gjennomføre de oppgaver som er tillagt byggherres kontrollansvarlig miljø i følge kontrollplanen (Kontrollplan for mudring og deponering i dypvannsdeponi -prosedyrer og begrunnelser, datert 5. mars 2006, rev 1).

Kontrollplanen beskriver og presiserer den overvåking som skal utføres i henhold til SFTs tillatelse og er basert på følgende dokumenter:

- Oslo kommune ved Oslo Havn KF sin søknad av 30. juni 2005 om etablering av dypvannsdeponi ved Malmøykalven og deponering av forurensede sedimenter.
- Oslo kommune ved Oslo Havn KF sin søknad av 28. september 2005 om mudring av forurensede sedimenter i Oslo havnedistrikt.
- SFTs tillatelse med vilkår av 20. september 2005 for etablering av dypvannsdeponi ved Malmøykalven og deponering av forurensede sedimenter.
- SFTs tillatelse med vilkår av 8. desember 2005 for mudring av forurensede sedimenter i Oslo havnedistrikt.

## 2 BAKGRUNN FOR MÅLEPROGRAMMET

Overvåkningsprogrammet er utarbeidet på grunnlag av hvordan miljøgiftene kan spres fra deponiet. Det er tatt hensyn til topografien i området, de kjemiske egenskapene til forurensningen som finnes i havnesedimentene og hvordan massene nedføres. De kjemiske forbindelser (parametere) som måles er basert på dokumentert innhold av stoffer i havnesedimentene, det eksisterende klassifiseringssystem (SFT, 1997) og risikovurderingssystem (SFT, 2005) som foreligger.

Sedimentene i Oslo Havn er forurenset på grunn av tidligere menneskelig- og industriell aktivitet. I tid sammenfaller dette med store utslipp av kommunal kloakk til havnebassenget. Det organiske stoffet i kloakken har gitt sediment med høyt sulfidinnhold som fremstår som svart og illeluktende. Under det forurensede laget finnes den opprinnelige rene grå marine leira.

Tungmetaller og organiske forurensninger er generelt lite vannløslige slik de foreligger i havnesedimentene. Forbindelsene er bundet til partikulært materiale tilført sjøbunnen ved sedimentasjon. Vannløslige forurensninger er i liten grad opplagret i sedimentene og ble spredd i vannfasen da forurensningen fant sted. I dag er det god kildekontroll og tilførselen av forurensning er

vesentlig redusert. Kilder til forurensning i dag stammer hovedsaklig fra urban avrenning.

Når mudrede masser nedføres er spredning av forurensning knyttet til spredning av partikulært materiale. Kjemiske analyser av vannprøver viser dette ved at det generelt kun påvises forhøyede nivåer av miljøgifter når det samtidig er høy turbiditet (høyt partikkelinnhold) pga. oppslemmet forurenset materiale. En viktig parameter i overvåkningsprogrammet er derfor å kontinuerlig måle partikkelmengde slik at avbøtende tiltak kan settes inn for å forhindre overskridelse av grenseverdi for turbiditet. Målerne er plassert like over sjøbunnen der en forventer at partikkelmengden er høyest, og der en evt. spredning kan foregå. Kontinuerlig måling av turbiditet i hele vannsøylen ved nedføringsenheten og periodisk profilering av turbiditet rundt deponiet, samt undersøkelser med ROV og ekkolodd viser at målerne er plassert på hensiktsmessige steder og dybder.

Konsentrasjonen av metaller og organiske miljøgifter i vannmassene måles jevnlig ved kjemiske analyser. Det tas stikkprøver for tungmetaller, PAH, PCB, TBT og mineralolje. Videre inngår kvantifisering av mengde materiale som sedimenterer utenfor deponiet med sedimentfeller, og måling av vannløst mengde PAH og PCB med passive prøvetakere.

### 3 DOKUMENTOVERSIKT

Resultater fra overvåkingen i 2006 er presentert fortløpende i månedsrapporter og egne notater/rapporter. I tabell 1 er det gitt en oversikt over dokumentene som er utarbeidet i 2006.

Tabell 1 Dokumentoversikt 2006

NGI dokument	Tittel	Dato
NGI rapport 20051785-1	Prosjekthåndbok for kontroll av mudring og deponering i dypvannsdeponi	06.03.2006
NGI rapport 20051785-2	Månedsrapport mars 2006	31.03.2006
NGI teknisk notat 20051785	Karakterisering av partikulært materiale ved forhøyet turbiditet ved målestasjon MP4	20.03.2006
NGI teknisk notat 20051785	Akustisk kartlegging av vannmassene i dypvannsdeponiet ved Malmøykalven	22.03.2006
NGI rapport 20051785-3	Program for prøvetaking av sjøvann	03.05.2006
NGI rapport 20051785-4	Månedsrapport april 2006	23.05.2006
NGI rapport 20051785-5	ROV undersøkelse av dypvannsdeponiet	24.05.2006
NGI rapport 20051785-6	Månedsrapport mai 2006	25.06.2006
NGI rapport 20051785-7	Sammenstilling av analysedata fra vannprøver tatt i indre Oslofjord	09.11.2006

NGI rapport 20051785-8	Månedssrapport juni 2006	13.07.2006
NGI rapport 20051785-9	Månedssrapport juli 2006	22.08.2006
NGI rapport 20051785-10	Månedssrapport august 2006	20.09.2006
NGI rapport 20051785-12	Månedssrapport september 2006	20.10.2006
NGI rapport 20051785-13	Månedssrapport oktober 2006	23.11.2006
NGI rapport 20051785-14	Miljøregnskap pr. august 2006	02.11.2006
NGI rapport 20051785-15	Resultater fra passive prøvetakere utplassert rundt dypvannsdeponiet ved Malmøykalven	01.12.2006
NGI rapport 20051785-16	Månedssrapport november 2006	06.12.2006
NGI rapport 20051785-18	Månedssrapport desember 2006	22.02.2007

I tillegg er overvåkningsdata presentert fortløpende i ukerapporter som er tilgjengelige på [www.renoslofjord.no](http://www.renoslofjord.no).

#### 4 MUDRING AV FORURENSET SJØBUNN

Fra oppstart i februar 2006 og ut året har mudringsarbeidet foregått i Bjørvika. Det er mudret i arealet der SVRØ bygger ny E18 og i arealene utenfor.

##### 4.1 Teknisk utførelse av mudring

Mudringsarbeidene utføres av entreprenøren Secora as på vegne av Oslo Havn KF. Mudringsfartøyet heter Transport 052 og benytter en gravemaskin påmontert en spesiallaget mudringsskuffe, og massene lastes direkte i en transportlekker. Graveskuffen er påmontert et lokk slik at den er lukket når den løftes opp gjennom vannmassene (se fig 1). Dette minimerer søl og partikkelspredning under mudringsarbeidene. Entreprenøren utfører egenkontroll over at lastingen foregår uten søl og at lasten er sikret slik at søl ikke forekommer under transport til deponiet. Det føres logg over antall lass og anslåtte volummengder (kontrollprosedyre 2.3). Det er ikke rapportert uønskede hendelser relatert til dette.

Mudringsfartøyet er utstyrt med et system der det legges inn kart som viser nivået på dagens sjøbunn og tykkelsen på det laget som skal mudres. Operatøren styrer graveskuffen etter informasjonen som er lagt inn i systemet og følger nivået som graves ut i sanntid basert på sensorer på mudringsapparatet og presentasjon i kart. Dette systemet dokumenterer hvilke områder som er ferdig mudret. Etterkontroll av mudrede områder utføres av entreprenørens konsulent Rambøll, og er beskrevet i prosedyre 2.4 i kontrollplanen. Det utarbeides målebrev for hvert enkelt delområde der mengde mudret masse og kvalitet på sjøbunn etter mudring dokumenteres.



Ved utgangen av 2006 er det ikke foretatt formell overlevering av målebrev over noen områder.

## 4.2 Overvåking i sjø under mudring

Hensikten med overvåkingen er å oppdage eventuell uønsket spredning av oppvirvlet sediment under mudring, slik at avbøtende tiltak kan iverksettes. Overvåkingen skjer ved hjelp av en turbiditetsensor plassert på mudringsfartøyet, samt måling av det naturlige bakgrunnsnivået i området. Turbiditetsensorene er plassert 3-4 m over sjøbunnen. Overvåkingen utføres når det gjennomføres mudring.



*Figur 1. Foto av fra Secoras mudring i Bjørvika. Bildet viser den tilpassede graveskuffen med lokk utviklet for å minimere spredning av forurenset masse.*

Ved en eventuell overskridelse av grenseverdien genereres det et automatisk varsel via tekstmelding (SMS) til Secoras anleggsleder, maskinfører og NGIs kontrollansvarlig miljø. Grenseverdien for turbiditet er definert som 5 NTU over bakgrunnsnivået målt ved referansestasjonen. Dersom grenseverdien for turbiditet overskrides i mer enn 20 minutter mens det pågår mudring, må arbeidene stanses til turbiditeten er på et akseptabelt nivå. Resultatene fra overvåkingen ved mudring i perioden er dokumentert i månedsrapportene. Secora fører logg for stans som følge av høy turbiditet med overvåkningsdata fra kontinuerlig måling av turbiditet i mudringsområdet.

Det har vært hyppige stopp i mudringsarbeidene som følge av overskredet grenseverdi for turbiditet. Varigheten av hver stopp varierer typisk fra noen få minutter til opp mot en time. Entreprenøren har estimert at den gjennomsnittlige nedetiden i mudringsarbeidene som følge av stans på grunn av høy turbiditet er rundt 3-4 %.

## 4.3 Dokumentasjon av vannkvalitet i mudringsområdet

Vannkvalitet under arbeidene i 2006 er dokumentert med månedlig prøvetaking fra stasjoner ved mudringsfartøy og ved referansestasjonen ved Sørengautstikkeren og ved Hovedøya. Det er tatt prøver fra to vanddyp, overflate og over sjøbunn. Prøvene er analysert for tungmetaller, PAH, PCB,

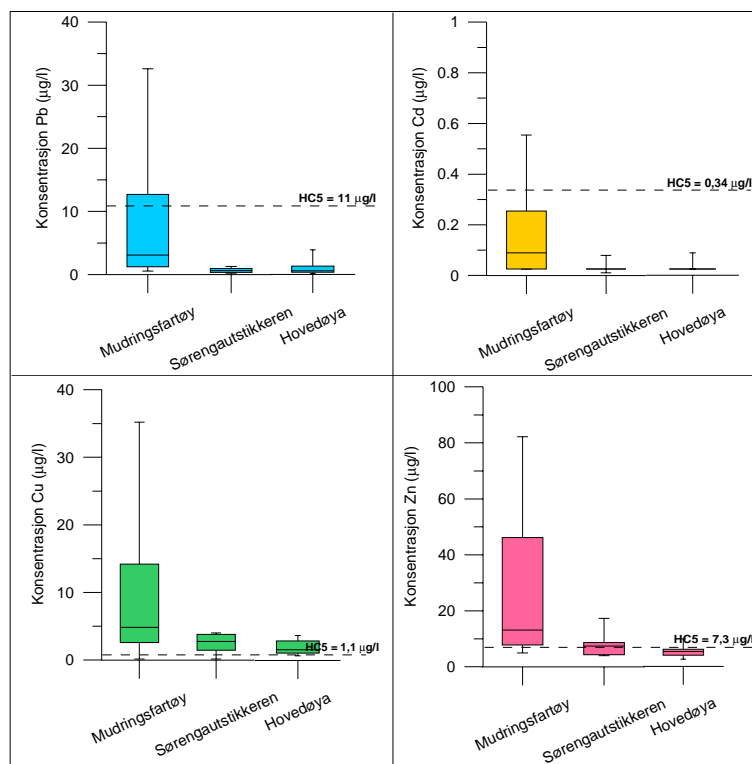
mineralolje, TBT og suspendert stoff. Tabell 2 viser gjennomsnitt av målte konsentrasjoner for 2006.

Tabell 2 Vannkvalitet i og utenfor mudringsområdet ( $\mu\text{g/l}$ ).

Stoff	Ved mudringslekter	Referanse stasjon Sørenga utsikkeren	Hovedøya
Cd	0,13	0,05	0,05
Cr	2,57	1,13	0,61
Cu	6,45	2,45	2,71
Hg	0,002	<0,002	<0,002
Ni	2,59	1,13	8,21
Pb	4,80	0,61	0,72
Zn	18,5	8,32	6,83
PAH-16	0,18	0,31*	<0,01
PCB-7	<0,01	<0,01	<0,01
Mineralolje	<0,01	<0,01	<0,01
TBT	0,006	0,005	<0,005
Turbiditet (NTU)	5,9	1,2	0,8
Suspendert stoff (mg/l)	18,6	5,7	5,3

\*Gjennomsnittet domineres av en enkeltmåling

Analysene viser at det ikke påvises PCB eller mineralolje over deteksjonsgrensen. Ved høyt partikkelinnhold blir PAH påvist. Generelt påvises ikke TBT i analysene. Mudringsarbeid vil medføre forhøyede nivåer av partikulært materiale og dermed forhøyede konsentrasjoner av tungmetaller og organiske miljøgifter. Konsentrasjonen av tungmetaller er også vist i figur 2 og viser at det i mudringsområdet er som forventet høyere konsentrasjoner av metaller enn i referanseområdet. Målinger ved Sørenga utstikkeren og Hovedøya tyder på at spredningen fra mudringsområdet er lav.



**Figur 2** Tungmetaller ved mudringslekter og referansestasjoner. Datasetset omfatter alle observasjoner i 2006. Data er framstilt slik at hver boks angir øvre og nedre kvartil, og horisontal strek i boksen gir median. I tillegg vises maksimum- og minimumsverdien. HC5 er grenseverdi for beskyttelse av 95 % av organismene.

Oslo Havn KFs entreprenør har mudret tett opptil Statens vegvesens entreprenør Skanska i Bispevika og Bjørvika. Dette har gitt utfordringer ved å skille ut hvilken mudringsaktivitet som har gitt en forhøyet turbiditet i området. Når Skanska har mudret i rene masser har den økte turbiditeten ikke medført risiko for spredning av miljøgifter. Secora har dermed vært konservativ og sannsynligvis stanset arbeidene hyppigere enn hvis det ikke hadde vært utført andre arbeider i det samme området.

#### 4.4 Mudring ved fiskevandring i Akerselva

Det er vandring av ørret og laks til Akerselva i gyteperiodene fra april til medio juni og fra september til oktober. Secora har i disse periodene mudret i sikker avstand slik at arbeidene ikke har påvirket fiskevandringen. Overvåking og oppfølging av fiskevandringen er utført av Statens vegvesen.

## 5 KONTROLL AV NEDFØRING AV MUDREDE MASSER TIL DYPVANNSEDEPONI

### 5.1 Lokalisering av dypvannsdeponi

Plasseringen av dypvannsdeponiet er vurdert i en rekke utredninger og oppsummert i konsekvensutredningen av tiltaket. Det er flere forhold som gjør området ved Malmøykalven i Bekkelagsbassenget velegnet som dypvannsdeponi.

- Bekkelagsbassenget er dypt (ned mot ca 70 m) og omkranset av relativt grunne terskler slik at risiko for spredning ut av området er liten.
- Sjøbunnen i området er betydelig forurensset fra før
- Området er tidligere benyttet som dumpeområdet for masser og utrangerte skip/båter
- Det er kort transportavstand fra mudringsområdet slik at hensiktsmessig logistikk oppnås
- Dypvannsdeponiet ved Malmøykalven har nødvendig kapasitet til å ta imot det volumet sedimenter som skal mudres

### 5.2 Teknisk utførelse av nedføring

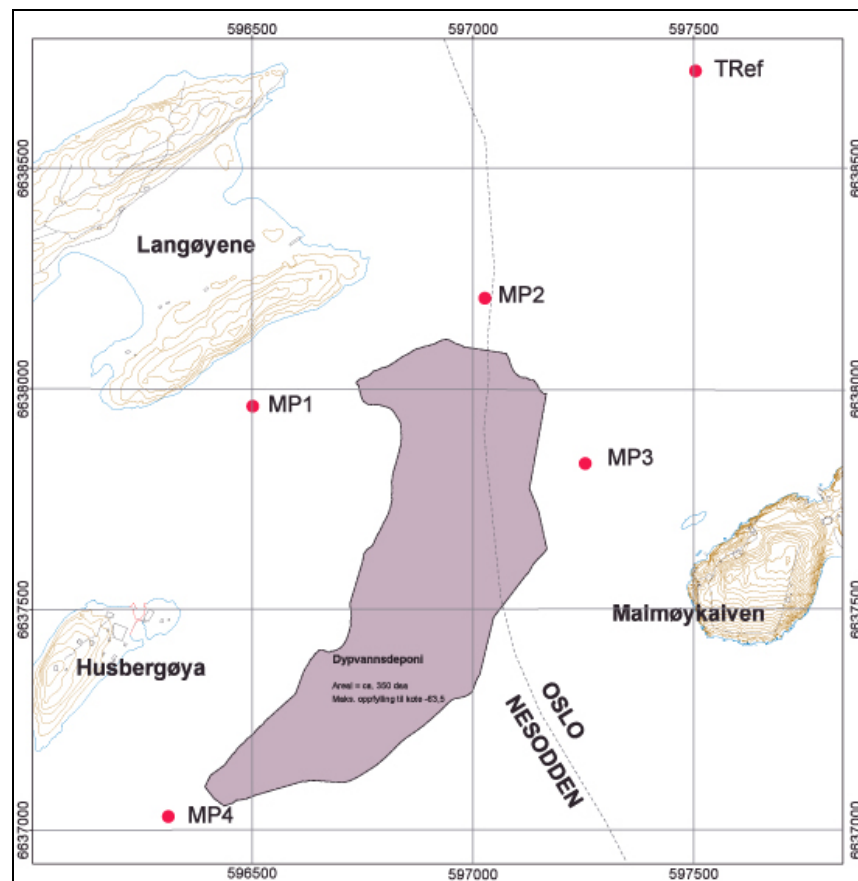
Massene som mudres fra indre havn blir fraktet ut til dypvannsdeponiet med transportlekker. Secora benytter to transportlektre slik at det oppnås optimal flyt og framdrift i arbeidene. Den permanent oppankrede nedføringsenheten er satt opp med en sugepumpe montert på en gravemaskin. Pumpen senkes ned i lasterommet til transportlekteren og massene pumpes direkte over i et nedføringsrør som går helt ned til sjøbunnen med en diffusor (energidemper) i bunnen som endrer retningen på utløpet med 90 grader. Nedføringsrøret har økende diameter mot dybden og sammen med diffusoren reduseres utløpshastigheten av massene ved bunnen. Massene får en lav utløpsenergi og dermed mindre potensiale for spredning av partikler til vannmassene.

For å opprettholde en økende tetthet av vannmassene mot dybden tilsettes salt slik at det ekstra vannet som følger de nedførte massene oppnår lik eller høyere tetthet sammenlignet med bunnvannet i deponiet. Hvert lekterlass tilsettes fra 800 til 1500 kg salt, avhengig av mengde og saltholdighet på overskuddsvannet.

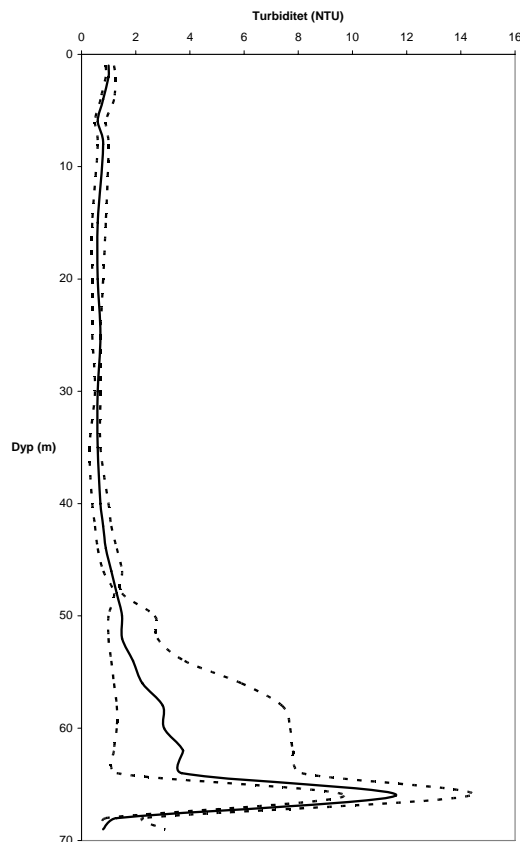
### 5.3 Overvåking av turbiditet rundt deponiområdet

Hensikten med overvåkingen av turbiditet er å kontrollere at det ikke skjer noen uønsket spredning av partikler ut fra deponiet. SFT har satt en grenseverdi for partikkelmengde i vann (turbiditet) tilsvarende 5 NTU over bakgrunnsnivået. Turbiditeten måles kontinuerlig ved fire målepunkter rundt deponiet (MP1-4) og ved en referansestasjon lengre nord i Bekkelagsbassenget (Tref). Plasseringen av målestasjonene er vist på oversiktskartet i fig 3.

Turbiditetssensorene er plassert 2-4 meter over sjøbunnen fordi dette er nivået der partikkelmengden er høyest. Dette er illustrert i figur 4 som viser partikkelmengde gjennom hele vannsøylen målt rett ved nedføringsenheten i en måned. Ved nedføringsenheten måles turbiditet i hele vannkolonnen når det pågår nedføring av mudrede masser.



Figur 3 Kart over deponiområdet med målestasjoner



*Figur 4 Turbiditet (NTU) i profil ved nedføringsenheten. Heltrukket linje angir median verdi, mens stiplede linjer angir kvartilene (høyeste og laveste 25 % av måleverdiene)*

Turbiditetsmålingene gjøres fra bøyerigger som kontinuerlig måler innhold av partikler i vannet (turbiditet). Bøylene er satt opp med utstyr fra Aanderaa Instruments. Data overføres fortløpende til NGIs server og er tilgjengelig via en webside. Det genereres tekstmeldinger (SMS) automatisk dersom grenseverdien overskrides i mer enn 20 minutter, eller hvis datastrømmen avbrytes. Dette sikrer at tiltak kan bli iverksatt umiddelbart dersom grenseverdiene overskrides eller at målingene faller ut.

Tabell 3 oppsummerer den gjennomsnittlige turbiditet som er målt ved målestasjonene rundt dypvannsdeponiet. Det er også gitt dato for avviksbehandlete episoder med turbiditet over grenseverdien. I månedsrapportene er alle turbiditetsdata presentert og vurdert.

I mars 2006 ble det observert turbiditet over grenseverdi ved målestasjon MP4. Det var sannsynligvis ytre årsaker til disse observasjonene, noe som ble dokumentert med kvalitativ analyse av partiklene ved Universitetet i Oslo. Partiklene hadde karakter av relativt ferskt organisk materiale. I april ble det

observert høy turbiditet i forbindelse med økt hastighet i vannstrøm i området. Dette skjedde i forbindelse med dypvannsutskiftingen i Bekkelagsbassenget.

Fra oktober 2006 ble det observert en økning i turbiditeten ved målestasjon MP3 nord-øst for deponiet. Dette er forårsaket av nedføringen av mudrede masser. Det er sannsynligvis flere faktorer som har bidratt til dette. Det kan være høy produksjon, oppfylling av de dypere liggende delene av deponiet, og nedføringsenhetens posisjon i deponiet.

Som avbøtende tiltak ved uakseptabel turbiditet er arbeidene stanset og vannkvalitet er dokumentert som gitt i kontrollplanen.

Det er også vurdert og gjennomført endringer i nedføringsmetode som avbøtende tiltak. I desember ble nedføringsrøret tatt opp og modifisert. Diffusoren ble skiftet ut med en diffusor med brattere utløpsvinkel. Rørstykket over diffusoren ble økt fra 500 til 800 mm. Dette reduserer utløpsenergien til massene. Entreprenøren har beregnet at utløpshastighetene i massene etter modifisering blir 0,4m/sekund.

Nedføringsenheten posisjoneres slik at den dypeste delen av deponiet fylles med mudret masse.

*Tabell 3 Resultater fra måling av turbiditet ved overvåkningsbøyer rundt deponiet i 2006*

Stasjon	Episoder med overskridelse av grenseverdi for turbiditet*	Gjennomsnittlig Turbiditet (NTU)
MP1	Ingen	0,4
MP2	Ingen	0,9
MP3**	2/5, 13/10, 9/11	2,2
MP4	16/3, 17/3, 18/3, 22/3, 23/3, 24/3, 21/4	0,9
TRef	Referansemåling	1,5

\* Registrerte avviksmeldinger 2006

\*\* Det har vært i tillegg vært episoder med overskridelse av grenseverdi på tidspunkt når det ikke pågikk nedføring.

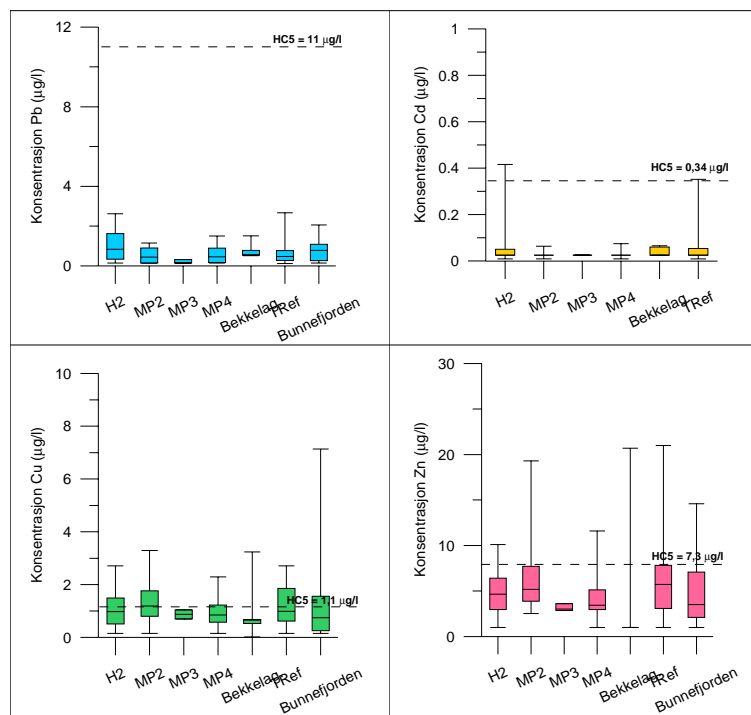
## 5.4 Dokumentasjon av vannkvalitet

Vannkvaliteten i deponiområdet er fulgt nøye i 2006 med flere metoder. Det er gjennomført et månedlig program med stikkprøver i flere nivåer i vannmassene. Det er også gjennomført målinger med passive prøvetakere og sedimentfeller.

### 5.4.1 Månedlig prøvetakning

Vannprøvene er analysert for totalinnholdet av tungmetaller, PAH, PCB, mineralolje, TBT og suspendert stoff. Det er tatt prøver i profil fra tre vanddyp i vannkolonnen ved målestasjon MP2, MP3, MP4, Tref og H2 (ved nedføringsenhet). Det er tatt prøver i Bunnejorden 2 km sør for deponiet og

nord i Bekkelagsbassenget. Vannprøvetakningen er gjennomført rutinemessig hver måned. Ved overskridelser av grenseverdi for turbiditet er det også tatt vannprøver for å dokumentere vannkvalitet. Data fra disse målingene er publisert og vurdert fortløpende i månedsrapportene, og er brukt som inngangsdata i miljøregnskapet. NGI har sammenstilt analysedata fra disse prøvetakningene i egen rapport (NGI rapport 20051785-7) der nivåene av metaller er vurdert i forhold til den naturlige variasjonen i indre Oslofjord. Som det framgår av figur 5 viser overvåkningsresultatene at nivået av tungmetaller ikke er forskjellig fra det naturlige bakgrunnsnivået i området, representert ved prøver fra Tref og Bunnefjorden. Generelt blir det ikke påvist TBT i vannprøvene. Dette skyldes at bare overflaten av havnesedimentene har høye konsentrasjoner av TBT, og at i de mudrede massene blir konsentrasjonen lav på grunn av blanding med underliggende masser. Det påvises ikke PCB eller mineralolje i vannprøvene.



**Figur 5** Konsentrasjonen av utvalgte tungmetaller innenfor og rundt dypvannsdeponiet. Datasettet omfatter alle observasjoner i 2006. Data er framstilt slik at hver boks angir øvre og nedre kvartil, og horisontal strek i boksen gir median. I tillegg vises maksimum- og minimumsverdien. HC5 er grenseverdi for beskyttelse av 95 % av organismene.

Det har vært noen episoder med overskridelse av grenseverdi for turbiditet under nedføring til dypvannsdeponiet. Ved slike episoder observeres en økning i konsentrasjonen av metaller og PAH. Disse resultatene viser at grenseverdien



for turbiditet er satt på et hensiktsmessig nivå. Den regelmessige vannprøvetakningen gir et godt bilde av den gjennomsnittlige situasjonen i vannet rundt deponiet. At det overveiende påvises relativt lave konsentrasjoner av miljøgifter i vannet, men høyere konsentrasjoner når partikkelmengden øker, kommer av at miljøgiftene er sterkt bundet til partikler.

#### 5.4.2 Passive prøvetakere

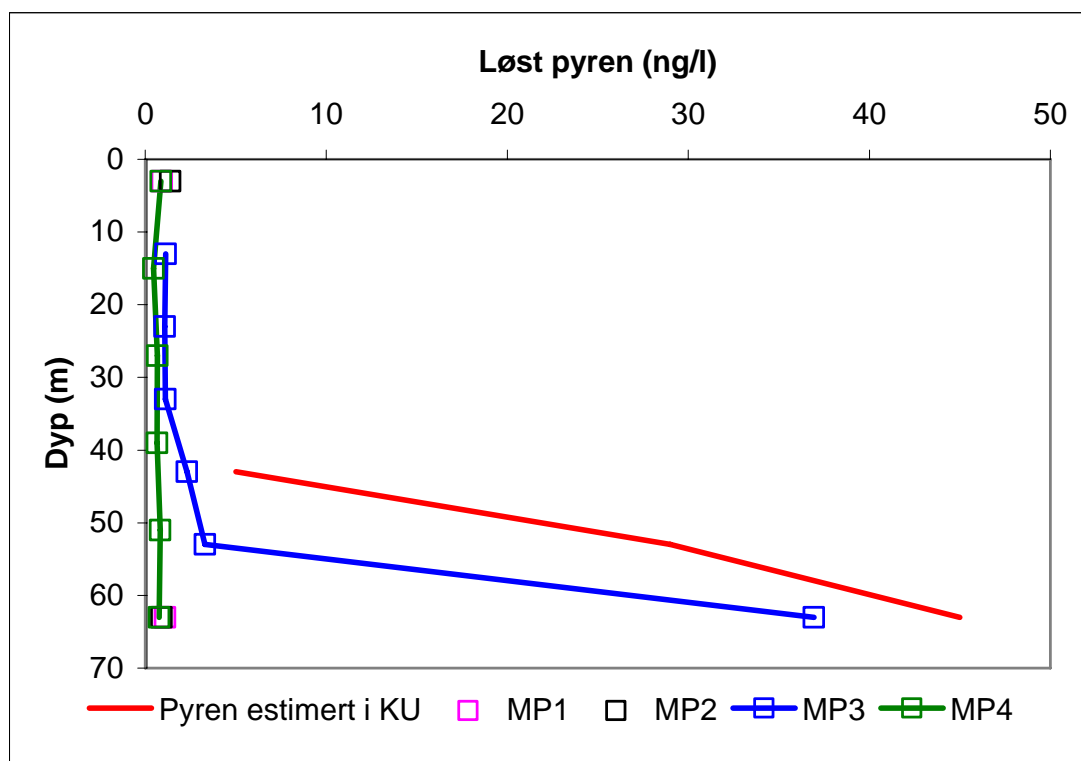
Det er satt ut passive prøvetakere for analyse av de organiske stoffene PAH og PCB. Disse prøvetakerne plasseres ut i et bøyeoppsett slik at de står ute i ca 45 dager. Prøvetakerne kommer i likevekt med oppløst PAH og PCB. På denne måten oppnås et tidsintegrert gjennomsnitt for perioden prøvetakerne har stått ute. Denne metoden gjør det mulig å analysere PAH og PCB i svært lave konsentrasjoner. Målinger med passive prøvetakere viser at konsentrasjonen av PAH og PCB i vannmassene rundt deponiet generelt er på samme nivå som før nedføringen startet, se tabell 4.

*Tabell 4 Relativ endring i PAH og PCB i forhold til før-situasjonen, som er satt til lik 1*

Målestasjon	Vanddyb (m)	Sum PAH	Sum PCB
T ref	5	2,2	1,0
T ref	5 m over sjøbunn	3,2	0,9
MP1	5	0,8	0,5
MP1	5 m over sjøbunn	0,9	0,8
MP2	5	1,1	0,6
MP2	5 m over sjøbunn	0,8	0,6
MP3	13	0,9	0,8
MP3	23	0,8	0,8
MP3	33	0,8	0,9
MP3	43	1,2	0,9
MP3	53	3,1	0,9
MP3	63	37,5	2,9
MP4	3	0,7	0,4
MP4	15	0,5	0,5
MP4	27	0,6	0,7
MP4	39	0,3	0,4
MP4	51	0,4	0,4
MP4	63	0,8	0,4

I bunnvannet nord-øst for deponiet (ved MP3) er det sett en økning i konsentrasjonen av PAH. I figur 6 er profilen av PAH komponenten pyren vist

i vannkolonnen sammen med det som ble estimert i konsekvensutredningen av tiltaket. Pyren er en av PAHene som finnes i høyest konsentrasjon i sedimentene, og er den mest vannløslige av dem. Figur 6 viser at den observerte økningen av pyren er lavere enn det som ble estimert ved konsekvensutredningen av tiltaket.



Figur 6 Målt konsentrasjon av pyren ved målestasjonene MP1, MP2, MP3 og MP4 sammenliknet med estimert konsentrasjon fra konsekvensutredningen (KU)

#### 5.4.3 Sedimentfelleundersøkelse

For å dokumentere mengde materiale som sedimenterer i området utenfor deponiet er det benyttet sedimentfeller. Figur 7 viser bilder fra prøvetakning med sedimentfeller. Den totale mengde oppsamlede materiale i sedimentfellen måles sammen med innholdet av metaller, PAH, PCB, TBT og olje. Dette datagrunnlaget benyttes for å beregne sedimentasjonen til sjøbunnen.

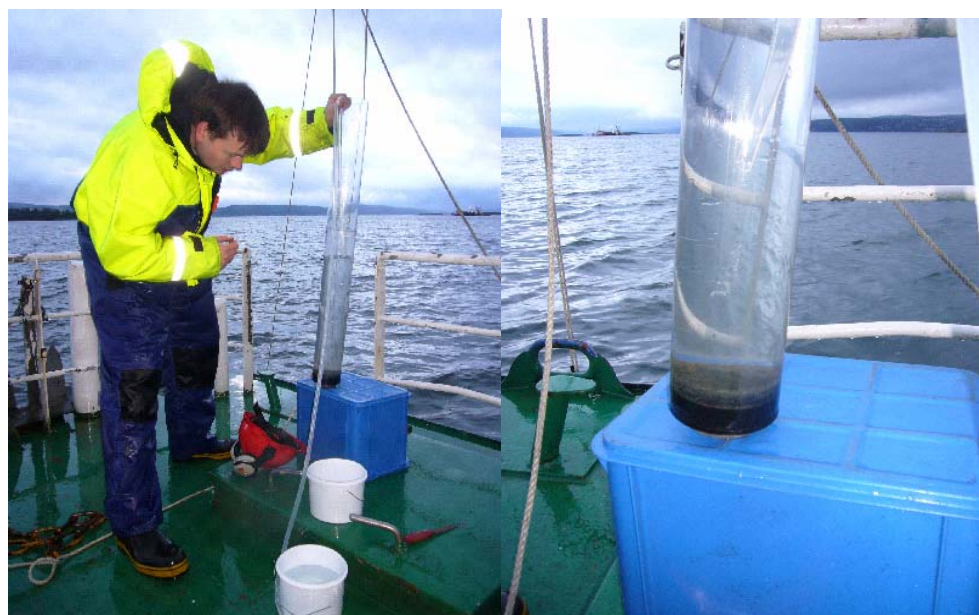
Tabell 5 SFTs tilstandsklasser (SFT, 1997) - symbolforklaring

	Tilstandsklasse I – ubetydelig/lite forurenset
	Tilstandsklasse II – moderat forurenset
	Tilstandsklasse III – markert forurenset
	Tilstandsklasse IV – sterkt forurenset
	Tilstandsklasse V – meget sterkt forurenset

*Tabell 6 Innhold i materiale fra sedimentfelle 100 m fra dypvannsdeponiets nordre grense. Resultat fra forundersøkelsen er tatt med for sammenligning.*

Parameter	Benevning	Høsten 2006	Forundersøkelse
	<i>Periode:</i>	8. september til 23. november 2006	15. desember 2005 til 23. januar 2006
<b>Tørrstoff</b>	g	1,55	1,82
<b>Sedimentasjon</b>	g/m <sup>2</sup> /døgn	2,43	2,4
<b>Bly</b>	mg/kg	95,4	76,9
<b>Kadmium</b>	mg/kg	1,8	< 0,3
<b>Krom</b>	mg/kg	56,8	i.a.
<b>Kobber</b>	mg/kg	136	94,4
<b>Kvikksølv</b>	mg/kg	0,74	0,58
<b>Nikkel</b>	mg/kg	36,8	i.a.
<b>Sink</b>	mg/kg	434	228
<b>Sum 7 PCB</b>	mg/kg	0,0411	0,078
<b>Benzo(a)pyren</b>	mg/kg	0,26	0,12
<b>Sum 16 PAH</b>	mg/kg	3,133	2,87
<b>TBT</b>	mg/kg	0,065	0,063
<b>Mineralolje</b>	mg/kg	1100	i.a.

i.a.: ikke analysert pga. for lite prøvemateriale



*Figur 7 Sedimentfelleriggen består av fire oppsamlingsrør som står vertikalt i vannmassene. Ved innhenting dreneres rørene for vann, og oppsamlet materiale fra bunnen av røret leveres til NIVA for analyse ved deres laboratorium.*

Resultatene fra sedimentfelleundersøkelse fra perioden september til november 2006 viste at mengden og kvalitet på materiale som sedimenterer nord for deponiet ikke er signifikant forskjellig fra situasjonen dokumentert før

nedføringen startet (se tabell 6). Fargekodene er i henhold til SFTs klassifiseringssystem og er gitt i tabell 5.

## 5.5 Kontroll av strømhastighet

Hensikten med kontrollen er å sikre at nedføringen ikke pågår hvis det er sterk bunnstrøm i deponiområdet og dermed økt risiko for spredning av nedførte masser. Grenseverdien for strømhastighet er satt til 6 cm/sekund vedvarende i mer enn 3 timer (ref kontrollprosedyre 3.5). Det er plassert ut en bøyerigg for strømmåling på målepunkt MP3.

Bøyeriggen for automatisk måling av strømhastighet er satt opp med utstyr fra Aanderaa Instruments. Strømdataene overføres til NGIs server i sanntid og det varsles med tekstmeldinger til kontrollansvarlig og anleggsleder ved overskridelse av grenseverdien og hvis det blir stopp i datastrømmen.

I 2006 har det vært stans i arbeidene på grunn av høy strømhastighet ved en anledning (22. april 2006). Generelt ligger strømhastigheten godt under grenseverdien, rundt 1-3 cm/sekund. Retningen på strømmen er også varierende, men den har en dominerende retning mot nord.

## 6 SUPPLERENDE OVERVÅKNING

### 6.1 Bakgrunn

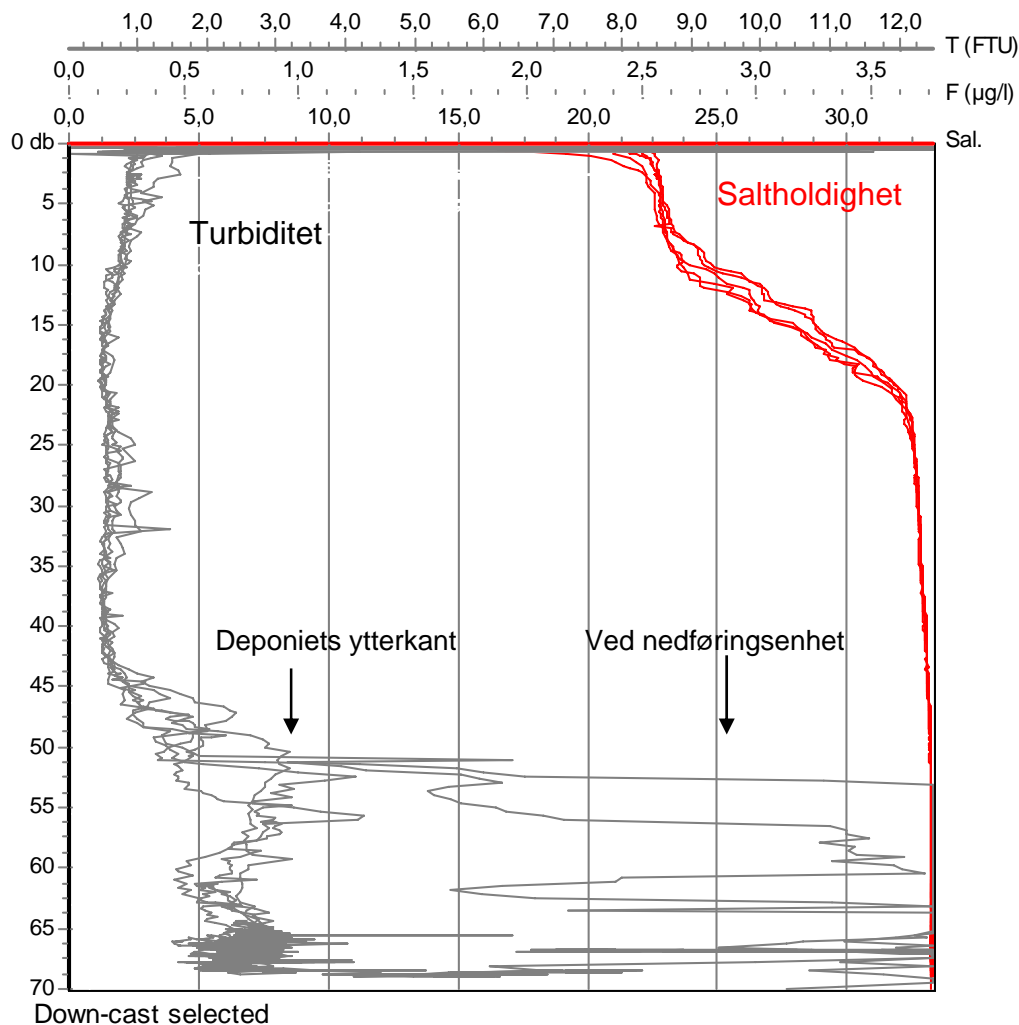
Det ble stilt spørsmål av interesserte parter om det eventuelt kunne foregå spredning fra dypvannsdeponiet som ikke ble fanget opp av de utførte kontrollmålingene. Derfor har Oslo Havn KF utvidet overvåkningsprogrammet ut over de krav som ligger i SFTs tillatelse. Denne utvidelsen besto i:

- Månedlig vannprøvetaking på utvalgte stasjoner (se kapittel 5.4.1)
- Bruk av passive prøvetakere (se kapittel 5.4.2)
- dokumentasjon av partikkel-fordeling i deponiet ved hjelp av ROV (fjernstyrt miniubåt) og avansert ekkolodd.
- Kontroll av vannkvalitet ved badeplassene i løpet av sommersesongen.

De to siste punktene omtales i dette kapittelet.

### 6.2 Partikkel-fordeling i deponiet

For å få en visuell kontroll av partikkel spredning ved nedføringsrøret og i deponiområdet ble det gjennomført undersøkelser med ROV (fjernstyrt miniubåt) satt opp med videokamera og utstyr for måling av turbiditet (partikkelmengde). Dermed kunne observasjonene fra ROV-toktet kvantifiseres i forhold til turbiditetsskala. Figur 8 viser turbiditeten ved nedføringsenheten og ved deponiets ytterkant.



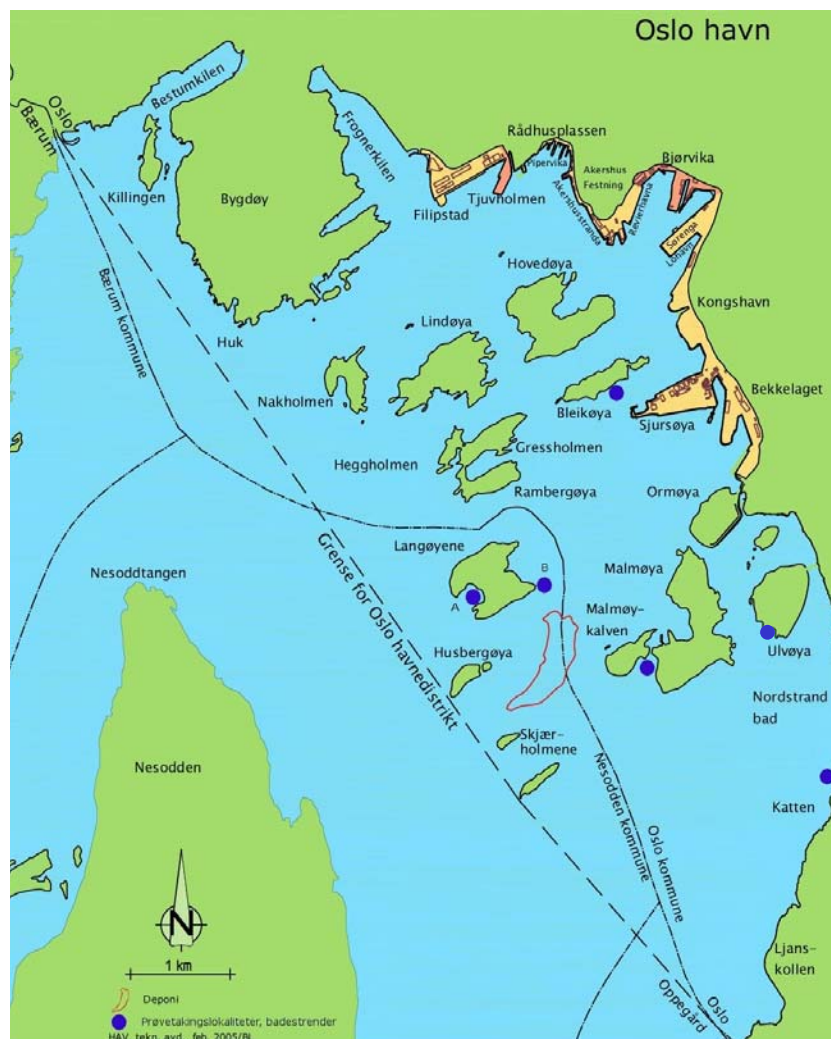
Figur 8 Turbiditet (grå linje) under nedføring (skala 0-12 NTU). Den høyeste partikkelmengden (turbiditet) er fra område ved nedføringsenhet. Rød linje viser saltholdighet (skala 0-35)

Undersøkelser med avansert ekkolodd fra Universitetet i Oslo's forskningsfartøy F/F Trygve Braarud ble utført for å lokalisere en mulig partikkel-sky og bestemme dens utbredelse.

Resultatene viste at turbiditetsmålerne var riktig plassert i forhold til vanddybden der turbiditeten var høyest. Videre viste målingene at nedføringen av massene gikk som planlagt og at det ikke foregikk noen spredning av partikler ut av deponiområdet utover det som ble fanget opp av kontrollprogrammet.

### 6.3 Vannkvalitet ved badeplassene

Målinger av vannkvalitet ble gjennomført i badesesongen 2006 ved flere badeplasser i nærheten av dypvannsdeponiet (se figur 9).



Figur 9 Kart som viser beliggenheten av de seks undersøkte badeplasser i badesesongen 2006.

Resultatene fra undersøkelsene av badeplassene er vist i tabell 7, med gjennomsnitt av konsentrasjonene fra målinger i juni, juli og august. Som det framgår av tabellen er konsentrasjoner av tungmetaller ved badeplassene ikke forskjellig fra det nivået som måles i overflatevann i Bunnefjorden rundt 2 km sør for deponiet. Det er ikke påvist PAH, PCB, mineralolje, TBT eller kvikksølv i badevannsprøvene. Som en illustrasjon av konsentrasjonsnivåene er verdier fra drikkevannsforskriften lagt inn. Disse verdiene er basert på human helse, og tar ikke hensyn til effekter på vannlevende organismer.

Resultatene fra denne overvåkingen viste at vannkvaliteten ved badeplassene ikke ble påvirket av dypvannsdeponiet.

*Tabell 7 Vannkvalitet ved badeplasser ved dypvannsdeponiet. Tabellen viser gjennomsnittsverdier basert på undersøkelser i juni, juli og august. Alle konsentrasjoner er gitt i µg/l.*

Stoff	Solvik	Bleikøya	Katten	Langøya A	Langøya B	Ulvøya	Bunnefjorden*	Drikkevannsforskriften
Kadmium	0,05	0,04	0,07	0,04	0,04	0,05	0,07	5
Krom	0,414	0,398	0,345	0,556	0,487	0,653	0,629	50
Kobber	1,44	1,09	1,18	1,33	1,35	2,11	1,25	100
Kvikksølv	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,5
Nikkel	1,27	1,13	0,75	0,75	0,99	0,69	1,19	20
Bly	0,331	0,403	0,734	0,450	0,371	0,522	0,488	10
Sink	3,35	4,71	5,67	4,86	5,63	5,05	4,83	-
PAH	i.p	i.p	i.p	i.p	i.p	i.p	i.p	-
PCB	i.p	i.p	i.p	i.p	i.p	i.p	i.p	-
TBT**	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	i.a	-
Olje	i.p	i.p	i.p	i.p	i.p	i.p	i.p	-

"<" betyr mindre enn, "i.a." betyr ikke analysert. "i.p" betyr ikke påvist

\* Prøve av overflatevann

\*\*TBT gitt i µg Sn/l.

## 7 MILJØREGNSKAP

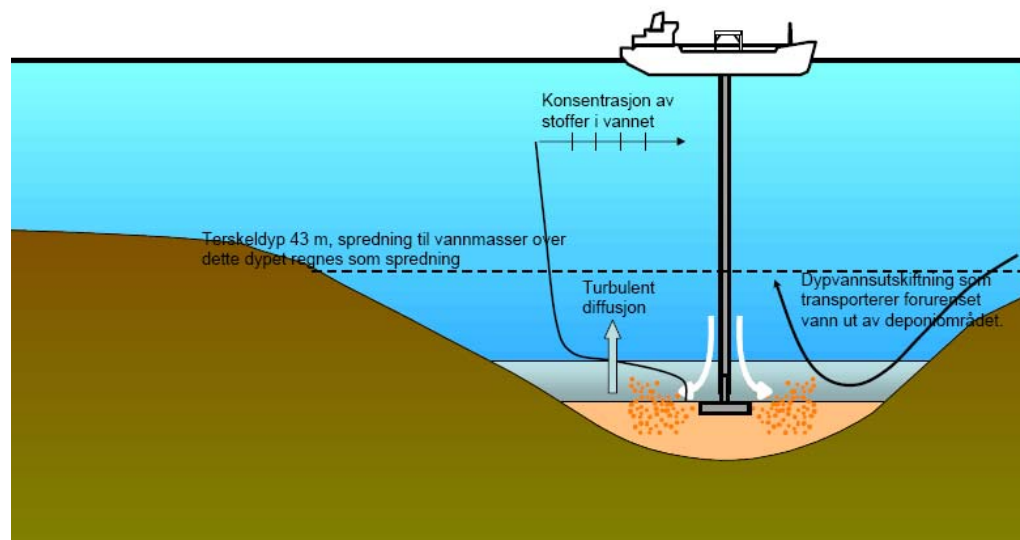
For å estimere effektiviteten til tiltaket er det utarbeidet et miljøbudsjett. Dette er en beregning av hvor mye tungmetaller og organiske miljøgifter som blir spredd under tiltaket. For at tiltaket skal ha en netto positiv miljøeffekt må spredningen under utførelse ikke oversige et gitt nivå. Dette sees i sammenheng med spredningen før tiltaket ble iverksatt, og oppnådd reduksjon i spredning etter utført tiltak.

I denne årsrapporten er det utarbeidet miljøregnskap for dypvannsdeponiet for 2006. Beregnet spredning (miljøregnskapet) er sammenholdt med miljøbudsjettet som ble utarbeidet under prosjekteringen av tiltaket (HAV, 2005). Det er utarbeidet et eget notat med større detaljgrad angående inngangsdata og metode (NGI, 2007).

### 7.1 Bakgrunn

Med bakgrunn i overvåkningsdata er det utarbeidet miljøregnskap for å gi et estimat av hvor mye metaller og organiske forbindelser som har blitt spredd som resultat av nedføring av mudre masser i dypvannsdeponiet ved Malmøykalven. Spredning defineres som transport av løste eller partikkelbundne stoffer over terskeldybde på 43 m. Prinsippene brukt i utarbeidelse av miljøregnskap er tidligere beskrevet i NGI rapport 20051785-14 og er basert på at spredning vil kunne skje via (i) turbulent diffusjon fra dypere vannmasser til vannmasser over og (ii) transport ut av deponiområdet

med vannmasser som skiftes ut ved dypvannsutskifting. Disse spredningsveiene er illustrert i figur 10. Regnskapet er tidligere presenterte per august 2006 og er oppdatert for å presentere status for hele 2006 (NGI 2007).



Figur 10 Illustrasjon av de aktuelle spredningsmekanismer i dypvannsdeponiet.

## 7.2 Inngangsdata

Miljøregnskapet er basert på de kjemiske analyseresultatene av vannprøver (løste og partikkelbundne stoffer) tatt ved det utvidete overvåkningsprogrammet som inkluderer regelmessige vannprøver innenfor og utenfor deponiområdet, samt ved overskridelser av grenseverdi for turbiditet. Alle analyseresultater er fortløpende presentert i månedsrapportene som er tilgjengelige i sin helhet på Ren Oslofjords nettsider, se dokumentoversikten i tabell 1.

## 7.3 Beregnet miljøregnskap og samhold med miljøbudsjett

Tabell 8 nedenfor viser resultater fra miljøregnskap for 1. og 2. halvår 2006, dvs. periodene februar (oppstart) til august og september til desember. Tabellen viser beregnet spredning for metallene kvikksølv (Hg), kadmium (Cd), bly (Pb) organiske tjærestoffer (PAH) og PCB. Alle verdier er gitt i gram (g). Tabellen viser også prosentvis hvor stor del av miljøbudsjettet som er brukt i løpet av 2006.

Den beregnede spredningen er størst i første halvår på grunn av dypvannsutskiftingen som fant sted vinteren 2006.



*Tabell 8 Miljøregnskap for 2006 i forhold til miljøgiftbudsjett. Spredning i regnskap og budsjett er oppgitt i gram (g).*

Stoff	Spredning feb-aug 2006*	Spredning sept-des 2006**	Total spredning 2006	Miljøbudsjett***	Forbruk av budsjett
Hg	113	1	114	232	49 %
Cd	164	14	178	6961	3 %
Pb	13 550	2 796	16 346	44288	37 %
PAH <sub>16</sub>	821	92	913	4159	22 %
PCB <sub>7</sub>	13**	4	17	160	11 %

\* NGI rapport 20051785-14

\*\* NGI rapport 20051785-22

\*\*\* HAV 2005

Miljøregnskapet viser at arbeidene går som forutsatt og at spredningen er godt innenfor det som ble lagt til grunn før arbeidene startet opp. Mengden forurensning som er beregnet spredd i 2006 tilsvarer det som finnes i 10-40 m<sup>3</sup> mudrede masser.

## 8 SFT INSPEKSJON OG REVISJON

SFT gjennomførte systemrevisjon av prosjektet i perioden 6-13 mars 2006. Alle relevante dokumenter i kvalitetssikringssystemet ble gjennomgått, og sentrale personer ble intervjuet. SFT gjennomførte befaringsbord på nedføringsenheten der praktisk gjennomføring av miljøoppfølgingen ble verifisert. Revisjonen avdekket avvik vedrørende justering av saltinnhold i to lekterlass med mudrede masser, og at strømmåleren hadde vært ute av drift i ett døgn.

SFTs hovedkonklusjon fra revisjonen var at ytre miljøhensyn har høyt fokus og er godt forankret. Miljøkrav er tydeliggjort i kontraktene og godt ivaretatt i kvalitetssystemene/prosedyrene.

SFT gjennomførte en inspeksjon 5. september 2006. Inspeksjonen ble gjort om bord i mudringsfartøyet med fokus på prosjektets miljøkontroll og overvåking under mudringsarbeidene. Punkter i tillatelsen vedrørende nedføring ble også inspisert. Det ble avdekket et avvik vedrørende mangelfull kontroll av en turbiditetsmåler. Dette avvik var allerede tilfredsstillende lukket før inspeksjonen ble gjennomført.

## 9 SAMLET VURDERING

### 9.1 Status for 2006

NGI har gjennomført overvåking og vurdert effekten av nedføring av mudrede masser til dypvannsdeponiet. Det har samtidig pågått andre programmer for overvåking av tilstand i Oslofjorden ved Fagrådet for Indre Oslofjord, JAMP/SFT og Universitetet i Oslo.

Alle overvåkningsdata fra NGI er presentert og vurdert fortløpende i uke- og månedsrapporter som er tilgjengelige i fulltekst på Ren Oslofjords nettsider. NGI benytter instrumenter som i sann tid rapporterer partikkelmengde og strømhastighet ved anleggsarbeidene. Det benyttes et effektivt SMS-basert varslingsystem slik at avbøtende tiltak kan iverksettes ved eventuelle overskridelser av grenseverdi for disse parameterne. Det benyttes omfattende stikkprøvetakning og passive prøvetakere for å dokumentere vannkvalitet. Passive prøvetakere gir et tidsintegrert bilde av nivåene av organiske forbindelser i sjøvann. For å måle spredning og sedimentasjon av partikler benyttes også sedimentfeller. Det er i tillegg utført undersøkelser med avansert ekkoloddutstyr fra forskingsfartøyet F/F Braarud, og gjort målinger og visuelle observasjoner med fjernstyrt miniubåt (ROV) i hele vannvolumet i deponiområdet.

Resultater fra alle undersøkelser fram til utgangen av 2006 sett under ett, gir følgende bilde av effekten av mudring og nedføring av mudrede masser til dypvannsdeponiet:

#### 9.1.1 Mudring

Mudringsarbeidene i Bjørvika og Bispevika overvåkes med automatiske bøyere for måling av turbiditet. Entreprenøren har beregnet at stopp pga overskridelser av turbiditetsverdier i snitt har gitt stans i produksjonen i 3-4 % av produksjonstiden. Vannkvalitet er dokumentert ved jevnlig prøvetakning. Resultatene viser at mudringsarbeidene medfører forhøyet partikkelinnhold i området rundt mudringsfartøyet. Dette medfører at også konsentrasjonen av metaller og PAH blir forhøyet. Det foregår en parallell mudring i området av Skanska ved Statens vegvesen. Dette arbeidet overvåkes av Rambøll og viser tilsvarende resultater som er funnet av NGI. Målinger med SPI kamera utenfor Bjørvika utført av NIVA viser imidlertid ingen signifikant spredning av masser ut fra mudringsområdet (SFT, 2006).

#### 9.1.2 Nedføring til dypvannsdeponi

Nedføringen er overvåket med automatiske bøyere rundt dypvannsdeponiet som registrerer turbiditet og strømhastighet og sender varsel ved overskridelse av grenseverdi. Ved nedføringsenheten måles turbiditet i hele vannkolonnen når det pågår arbeider.

Overvåkingen viser at det i dypvannsdeponiet kun observeres partikler (turbiditet) over naturlig bakgrunnsnivå i vannmasser dypere enn 45 m. Dette betyr at det ikke spres forurensede masser til overflaten eller til områder utenfor Bekkelagsbassenget. Disse observasjonene er bekreftet ved analyser av blåskjell samlet inn av NIVA på grunt vann ved dypvannsdeponiet. Det er ingen forskjell i nivået av miljøgifter i blåskjellprøver fra deponiområdet og referansestasjon ved Gressholmen.

Det observeres ikke forhøyet turbiditet i bunnvannet ved målestasjonene sør, vest og nord (MP1, MP2 og MP4) for dypvannsdeponiet.

I bunnvannet nord-øst for deponiet (ved målepunkt MP3) er det imidlertid observert forhøyet turbiditet i en periode høsten 2006. Vanddypet nord-øst for deponiet er ned mot 70 m, og ligger lavere enn nivået for innfylte masser i deponiet. I denne delen av Bekkelagsbassenget nord for deponiet, på vanddyp større enn ca 65 m kan det være en risiko for tilførsel (spredning) fra nedførte masser. Som avbøtende tiltak er det gjort endringer i nedføringsmetode i tillegg til stans i arbeidene som gitt i kontrollplanen. NGIs undersøkelser med sedimentfeller og NIVAs undersøkelser med sedimentprofilerende kamera (SFT, 2006) viser ingen signifikant avleiring av mudrede masser i dette området.

Under episodene med turbiditet over grenseverdien, er det observert forhøyede konsentrasjoner av PAH og tungmetaller. Når turbiditeten etter avbøtende tiltak er tilbake på normale nivåer er det også observert at konsentrasjonen av metaller og organiske forbindelser normaliseres. Dette viser at grenseverdien for turbiditet på 5 NTU over bakgrunn er satt på et riktig nivå.

Dokumentasjon av vannkvaliteten i og utenfor deponiet viser at det ikke påvises PCB eller mineralolje. Det påvises generelt ikke TBT. I sedimentene i havnen er TBT kun påvist i 10-15 cm i toppen av sedimentlaget. Når massene blandes ved mudring blir den gjennomsnittlige konsentrasjonen av TBT lav. Det har vært variasjoner av konsentrasjonen av tungmetaller i vannmassene i og utenfor deponiet. Disse variasjonene ansees hovedsakelig å skyldes de årlige variasjonene i tilførsel av metaller til Oslofjorden (NGI rapport 20051785-7).

Bruk av passive prøvetakere har gitt godt grunnlag for å beregne spredning fra dypvannsdeponiet. Dette skyldes at metoden har en svært lav nedre bestemmelsesgrense, og at målingene gir et tidsintegrert gjennomsnitt av PAH og PCB konsentrasjonen. Resultater viser at det påvises PAH og PCB i bunnvannet (63 m) nord-øst for deponiet (ved målestasjon MP3), noe som sammenfaller med observasjonene av turbiditet. Konsentrasjonen av disse stoffene er imidlertid mindre enn det som ble estimert i konsekvensutredningen av tiltaket.

Vannkvaliteten ved badeplasser i nærheten av dypvannsdeponiet ble undersøkt i badesesongen sommeren 2006. Resultatene viser at deponeringen ikke påvirker vannkvaliteten i disse områdene.

### 9.1.3 Miljøregnskap

Det er utarbeidet miljøregnskap basert på overvåkningsdata som er samlet i 2006 der spredningen av metaller og organiske miljøgifter er beregnet. Før prosjektet ble startet ble det utarbeidet et miljøbudsjett som viser forventet effektivitet av miljøoppryddingen. For at tiltaket skal ha positiv miljøeffekt må spredningen under tiltak være under et gitt nivå. I denne årsrapporten er det vist at spredningen under nedføring av mudrede masser til dypvannsdeponiet i 2006 har vært akseptabel, og ligger godt innenfor budsjettet som er lagt til grunn for tillatelsen. Miljøregnskapet viser at arbeidene går som forutsatt og at spredningen er godt innenfor det som ble lagt til grunn for tillatelsen. Mengden forurensning som er beregnet spredd i 2006 tilsvarer spredning av 10-40 m<sup>3</sup> mudrede masser, dvs. under 1 promille av det totale volumet masser som er mudret opp.

## 9.2 Anbefalte endringer i overvåkningsprogrammet

Basert på erfaringen som er gjort i 2006 anbefaler NGI noen justeringer i overvåkningsprogrammet:

- Det fortsettes med et regelmessig vannprøvetakningsprogram for analyse av metaller og organiske forbindelser. Dette datagrunnlaget benyttes til dokumentasjon av vannkvalitet og som inngangsdata til miljøregnskapet.
- Prøvetakning fra badeplasser i nærheten av deponiområdet videreføres i badesesongen.
- Passive prøvetakere innføres i det regelmessige overvåkningsprogrammet. Denne metoden har svært god følsomhet, og gir en tidsintegret konsentrasjon av organiske forbindelser. Det anbefales å utplassere disse prøvetakerne både ved dypvannsdeponiet og i mudringsområdet.
- Det anbefales å utvide programmet for sedimentfeller.
- Vannkvalitet dokumenteres før mudring starter opp i nye delområder med stikkprøver av vann og passive prøvetakere.

## 10 KONKLUSJON

Hovedkonklusjonen etter ett års drift er at nedføringen utføres innen for de rammer og krav som er gitt av SFT, og at metodene som benyttes er miljømessig forsvarlig.

Overvåkingen fanger opp miljøtekniske avvik ved produksjonen slik at det er mulig raskt å iverksette avbøtende tiltak. Det er foreslått noen forbedringer i overvåkningsprogrammet som bl.a. omfatter utvider bruk av passive prøvetaker og sedimentfeller i deponiområdet.

## 11 REFERANSER

### HAV, 2005

Søknad til SFT, datert 30. juni 2005. ”Søknad om etablering av dypvannsdeponi ved Malmøykalven i slo og Nesodden kommuner og deponering av forurensede sedimenter.”

### SFT, 1997

Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann  
SFT veileder 97:03.

### SFT, 2005

Veileder for risikovurdering av forurenset sediment  
SFT veileder TA-2085

### SFT, 2006

Kartlegging av sjøbunn med sedimentprofilbilde (SPI) i indre Oslofjord knyttet til mudring i Oslo havn og dypvannsdeponering ved Malmøykalven-2006. TA-2215/2006

### NGI, 2007

NGI rapport 20051785-22. Miljøregnskap for perioden september til desember 2006.

# Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



<b>Dokumentinformasjon/Document information</b>					
<b>Dokumenttittel/Document title</b> Oslo Havn KF Overvåking ved mudring og deponering Årsrapport 2006			<b>Dokument nr/Document No.</b> 20051785-20		
<b>Dokumenttype/Type of document</b>		<b>Distribusjon/Distribution</b>		<b>Dato/Date</b> 15. mars 2007	
<input checked="" type="checkbox"/> Rapport/Report		<input type="checkbox"/> Fri/Unlimited		<b>Rev.nr./Rev.No.</b> Rev. 1, 29. juni 2007	
<input type="checkbox"/> Teknisk notat/Technical Note		<input checked="" type="checkbox"/> Begrenset/Limited			
		<input type="checkbox"/> Ingen/None			
<b>Oppdragsgiver/Client</b> Oslo Havn KF					
<b>Emneord/Keywords</b> Environmental geotechnology, harbour, sea bed, sea water					
<b>Stedfesting/Geographical information</b>					
<b>Land, fylke/Country, County</b> Oslo			<b>Havområde/Offshore area</b>		
<b>Kommune/Municipality</b> Oslo			<b>Felt navn/Field name</b>		
<b>Sted/Location</b> Malmøykalven			<b>Sted/Location</b>		
<b>Kartblad/Map</b> 1914IV			<b>Felt, blokknr./Field, Block No.</b>		
<b>UTM-koordinater/UTM-coordinates</b> 32VNM375970					
<b>Dokumentkontroll/Document control</b>					
<b>Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001</b>					
Rev./ Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egen- kontroll/ Self review av/by:	Sidemanns- kontroll/ Colleague review av/by:	Uavhengig kontroll/ Independent review av/by:	Tverrfaglig kontroll/ Inter- disciplinary review av/by:
0	Original dokument	AP 15/03	AO 15/03		
1	Budsjett tall i tabell 8 og prosentforbruk	AO 29/6	GBr 29/6		
<b>Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release</b>		<b>Dato/Date</b> 29/6/2007		<b>Sign. Prosjektleder/Project Manager</b> Audun Hauge	