

# Overvåking av forurensning ved mudring og deponering

## Månedssrapport oktober 2007

Rev. 0  
20051785-37

16. januar 2008

Ved elektronisk overføring kan det ikke garanteres for konfidensialiteten eller autentsiteten 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

Månedsrapport oktober 2007

Rev. 0  
20051785-37

16. januar 2008

**Oppdragsgiver:** Oslo Havn KF

Kontaktperson: Kjetil Lønborg Jensen  
Kontraktreferanse: 40HAV05

**For Norges Geotekniske Institutt**

Prosjektleder: Audun Hauge

Rapport utarbeidet av: Arne Pettersen  
Anita Nybakk

Arbeid også utført av: Helge Smebye

## Sammendrag

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 17. april 2007, rev 2). Kontrollplanen er tilgjengelig på Ren Oslofjords nettsider ([www.renoslofjord.no](http://www.renoslofjord.no)). Denne månedssrapporten omfatter aktiviteten i perioden 1.-28. oktober 2007 (uke 40-43).

Overvåkningsprogrammet som er gjennomført i denne rapporteringsperioden viser at nedføringen skjer innenfor de rammer og krav som er satt av SFT;

- Secora har i perioden mudret i Bjørvika, Lohavn og Bestumkilen. Mudrede masser er nedført i dypvannsdeponiet.
- Gjennomsnittlig strømhastighet i deponiområdet har i perioden vært 0,5 cm/sekund. Det pågår ikke dypvannsutsifting i indre Oslofjord slik at det ikke forventes drivende krefter i bunnvannet i deponiområdet.
- Det er registrert flere overskridelser av grenseverdi for turbiditet som følge av nedføring av mudrede masser. Arbeidene er da stanset etter automatiske varsel via SMS, og NGI har dokumentert vannkvalitet som gitt i kontrollplanen for arbeidene. Som avbøtende tiltak ble bunnplaten til diffusoren ved nedføringsrørets utløp i uke 43 demontert og nedføringsrøret senket nærmere sjøbunn. Etter at dette tiltaket ble gjennomført har turbiditet målt i bunnvannet ved dypvannsdeponiet normalisert seg.
- SFT gjennomførte utrykningsinspeksjon ved nedføringsenheten 26/10-07 for å verifisere tips om søl av masser til overflate under nedføring. SFTs hovedkonklusjon er at det ikke ble konstatert avvik eller anmerkninger under utrykningen.
- Det er foretatt utvidet måling av turbiditet ved rundt 50 målestasjoner i og utenfor dypvannsdeponiet 24/10-07. Resultatene er presentert i en tredimensjonal fremstilling og viser at det ikke er oppadrettet transport av partikler som følge av nedføring av mudrede masser. Dette bekreftes også av resultater fra sensorer plassert oppover i vannsøylen ved de automatiske målestasjonene utplassert ved dypvannsdeponiet.
- I perioden er det besluttet å forbedre varslingsystemet til de automatiske overvåkningsbøyene ved å bygge inn et system for kvittering og påminnelse (reminder) slik at mottak av SMS varsler blir dokumentert.
- Med bakgrunn i overvåkningsdata fra denne og foregående periode ble det i desember besluttet å forbedre overvåkingen av partikler i bunnvannet ved å etablere ytterligere en turbiditetssensor i bunnvannet (ved 62 m vanddyp) slik at det oppnås raskere deteksjon ved eventuelle overskridelser av grenseverdi.
- Arbeidene gjøres i henhold til de krav og forutsetninger som er stilt av Statens forurensningstilsyn (SFT).

## Innhold

|     |                                                                   |    |
|-----|-------------------------------------------------------------------|----|
| 1   | INNLEDNING .....                                                  | 4  |
| 2   | KONTROLL UNDER MUDRING .....                                      | 5  |
| 2.1 | Overvåkning i sjø under mudring .....                             | 5  |
| 2.2 | Overvåkning i sjø under mudring: fiskevandring .....              | 5  |
| 2.3 | Kontroll av lasting og transport av mudrede masser .....          | 6  |
| 2.4 | Kontroll av sjøbunn etter mudring .....                           | 6  |
| 3   | KONTROLL UNDER DEPONERING .....                                   | 6  |
| 3.1 | Overvåkning av turbiditet rundt deponiområdet .....               | 6  |
| 3.2 | Overvåkning av ev. spredning under deponering, sedimentfeller ... | 13 |
| 3.3 | Kontroll av eventuell spredning under deponering, sedimentprøver  | 13 |
| 3.4 | Kontroll av saltinnhold .....                                     | 14 |
| 3.5 | Kontroll av strømhastighet .....                                  | 16 |
| 3.6 | Kontroll av leverte masser .....                                  | 16 |
| 3.7 | Overvåkning av stabilitet i sjeteer .....                         | 16 |
| 3.8 | Kontroll av transport og lossing til nedføring .....              | 17 |
| 4   | KONTROLL AV VANNKVALITET .....                                    | 17 |
| 4.1 | Vannkvalitet ved mudringsområdet .....                            | 17 |
| 4.2 | Vannkvalitet ved dypvannsdeponi .....                             | 17 |
| 5   | MILJØTEKNISKE AVVIK .....                                         | 22 |
| 6   | OPPSUMMERING OG KONKLUSJON .....                                  | 23 |
| 7   | REFERANSER .....                                                  | 24 |

### Vedlegg:

Vedlegg A: Overvåkingsdata fra mudringsområdet

Vedlegg B: Logg for stans i arbeider ved mudring

Vedlegg C: Overvåkingsdata fra dypvannsdeponiet

### Kontroll- og referanseside

## 1 INNLEDNING

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 17. april 2007, rev 2). Kontrollplanen er tilgjengelig på Ren Oslofjords nettsider ([www.renoslofjord.no](http://www.renoslofjord.no)).

Kontrollplanen beskriver og presiserer den overvåkning 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.

Denne månedssrapporten oppsummerer aktivitet for perioden 1.–28. oktober 2007 (uke 40-43). Rapporten er delt inn i kapitler som samsvarer med kapittel-inndelingen i kontrollplanen.

Oslo Havn KF og SFT har, i tillegg til den pålagte overvåkingen, tatt initiativ til et utvidet måleprogram for dokumentasjon av vannkvalitet i og utenfor dypvannsdeponiet med turbiditetsmålinger, vannprøvetakning, sedimentfelleundersøkelser og passive prøvetakere for tidsintegrerte målinger.

## 2 KONTROLL UNDER MUDRING

### 2.1 Overvåkning 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 ved en referansestasjon. Turbiditetsensorene er plassert 2-3 m under vannoverflaten. Overvåkingen utføres når det gjennomføres mudring.

Secora har i perioden mudret i Bjørvika, Lohavn og Bestumkilen. Arbeidene i Bjørvika ble avsluttet i uke 40. Gravearmen på transport 052 ble skiftet til kortere stikke før det ble igangsatt mudring i Lohavn. Mudrede masser er nedført i dypvannsdeponiet. Når mudringen har foregått i Bjørvika og Lohavn har en referansemåler vært plassert ved Sørengautstikkeren, og når mudringen har foregått i Bestumkilen har en referansemåler vært plassert på servicebrygge lengre ut i kilen. Målepunktet for mudring er ca. 50 m fra mudringspunktet. På Transport 052 som mudrer i Bjørvika og Lohavn er turbiditetssensor plassert på motsatt side av selve mudringsapparatet. På den mindre Transport 048 som mudrer i Bestumkilen er turbiditetssensor etablert på flytebrygge ved mudringspunktet. SFT har satt krav om at mudringsarbeidene må stanse dersom turbiditeten ved mudringspunktet er 5 NTU høyere enn det naturlige bakgrunnsnivået målt ved referansestasjonen i mer enn 20 minutter. I tilfeller der referansemåleren ikke har vært operativ, er bakgrunnsnivået satt til 4 NTU som antas som representativ verdi for perioder uten mudringsaktivitet. Ved en eventuell overskridelse av grenseverdien genereres det et automatisk varsel via tekstmelding (SMS) til Secoras formenn og maskinfører.

Resultatene fra overvåkingen ved mudring i Bjørvika og Bestumkilen i perioden er oppsummert i figur A1 – A4 i vedlegg A, og all stans i arbeidene som følge av overskredet grenseverdi for turbiditet er dokumentert i vedlegg B.

### 2.2 Overvåkning i sjø under mudring: fiskevandring

Hensikten med denne kontrollen er å sikre vandring av ørret og laks til og fra Akerselva og Hoffselva i vandringsperiodene fra april til medio juni og fra september til oktober.

I Bjørvika har Secora i vandringsperioden holdt tilstrekkelig avstand til Akerselvas munningen slik at arbeidene ikke har påvirket fiskevandringen. Ansvar for overvåking og tiltak i form av vandringskorridor i dette området faller inn under Statens vegvesens ansvarsområde.

Ved Hoffselvas utløp ble det 10. september 2007 etablert siltgardin for å avgrense partikkelspredning fysisk fra mudringslekter mot elvemunningen. Siltgardinen ble etter godkjennelse fra SFT satt ut etter fristen på grunn av praktiske forhold.

## **2.3 Kontroll av lasting og transport av mudrede masser**

Hensikten med denne kontrollen er å hindre søl og spredning av forurensede mudringsmasser ved lasting og lekertransport. Secora loggfører slike uønskede hendelser eller avvik. Secora har rapportert at det ved mudring i Lohavn er observert noe oljefilm som skyldes at olje stiger opp til overflate fra sedimentene under mudring. Dette er dokumentert i Secora avvik nr. A119, datert 15/10-07.

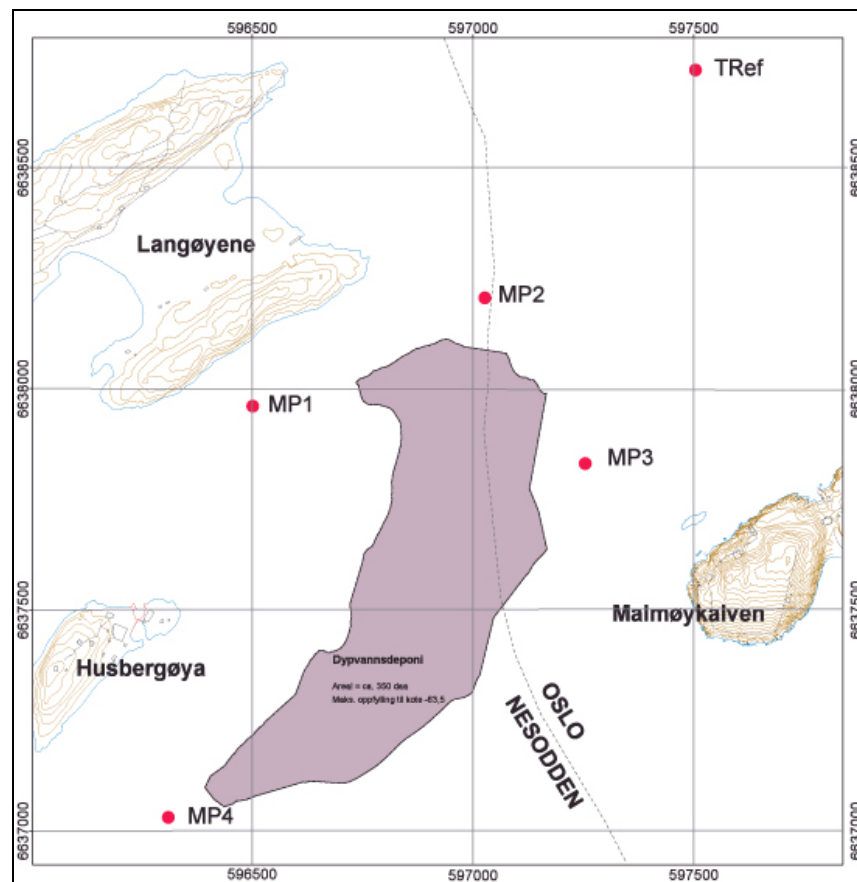
## **2.4 Kontroll av sjøbunn etter mudring**

Etter at mudringen er gjennomført skal den nye sjøbunnen ha konsentrasjoner av metaller og organiske forbindelser tilsvarende tilstandsklasse II (SFT, 1997) eller bedre. Det er per i dag ikke ferdigstilt områder for overlevering fra entreprenør til byggherre.

# **3 KONTROLL UNDER DEPONERING**

## **3.1 Overvåkning av turbiditet rundt deponiområdet**

Hensikten med overvåkingen er å kontrollere at det ikke skjer noen uønsket spredning av partikler til overflatelaget over sprangsjiktet eller til områder utenfor deponiet. SFT har satt en grenseverdi for partikkelmengde i vann (turbiditet) tilsvarende 5 NTU over bakgrunnsnivået. Turbiditeten måles ved fire målestasjoner rundt deponiet og ved en referansestasjon lengre nord i Bekkelagsbassenget. Plassering av målestasjonene er vist på oversiktskartet i Figur 1. Turbiditetssensorene er plassert 3-5 m over sjøbunnen. Som en følge av Miljøvernministeren pålegg om utvidet overvåkning ble det i mai 2007 montert på to ekstra turbiditetsmålere på MP3, ved 40 meters og ved 50 meters dyp, og en ekstra turbiditetsmåler på MP4 ved 43 meters dyp.



Figur 1 Kart over deponiområdet med målestasjoner.

Måling av turbiditet 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.

Tabell 1 gir en oppsummering av målt turbiditet rundt deponiet. Måleresultatene er vist som middelverdi, gjennomsnittsverdi, samt nedre og øvre kvartil. Nedre kvartil angir den måleverdien som 25 % av alle målingene er lavere enn, mens øvre kvartil angir den måleverdien som 75 % av alle målingene er lavere enn. I figurene C1-C8 (vedlegg C) er alle måledata presentert.

**Tabell 1** Resultater fra måling av turbiditet ved overvåkningsbøyer rundt deponiet i perioden 1. – 28. oktober 2007.

| Stasjon        | Nedetid <sup>1</sup>                              | Overskridelse av grenseverdi for turbiditet <sup>1</sup> :                                    | Turbiditet (NTU)           |              |              |                           |
|----------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|--------------|--------------|---------------------------|
|                |                                                   |                                                                                               | Nedre kvartil <sup>2</sup> | Middel verdi | Gjennomsnitt | Øvre kvartil <sup>3</sup> |
| <b>MP1</b>     | Nei                                               | Nei                                                                                           | 0,5                        | 0,5          | 0,5          | 0,5                       |
| <b>MP2</b>     | Nei                                               | Nei                                                                                           | 0,8                        | 0,9          | 0,9          | 1,0                       |
| <b>MP3</b>     | Nei<br>Noe uregelmessig dataoverføring 9-17/10-07 | 4-5/10-07 (avvik 113)<br>11/10-07 (avvik 114)<br>17/10-07 (avvik 115)<br>23/10-07 (avvik 116) | 2,6                        | 4,0          | 4,6          | 6,2                       |
| <b>MP3_40m</b> | Nei                                               | Nei                                                                                           | 0,4                        | 0,4          | 0,4          | 0,4                       |
| <b>MP3_50m</b> | Nei                                               | Nei                                                                                           | 0,6                        | 0,7          | 0,7          | 0,7                       |
| <b>MP4</b>     | 2-24/10-07 (avvik 112)                            | Nei                                                                                           | 0,3                        | 0,8          | 0,8          | 0,8                       |
| <b>MP4_43m</b> | 2-24/10-07 (avvik 112)                            | Nei                                                                                           | 0,4                        | 0,4          | 0,4          | 0,4                       |
| <b>TRef</b>    | Nei                                               | Ikke relevant for referansemåling                                                             | 1,4                        | 1,6          | 1,6          | 1,8                       |

<sup>1</sup> Se vedlegg C-1 til C-8 for flere detaljer,

<sup>2</sup> 25 % av måleverdiene er lavere enn dette,

<sup>3</sup> 75 % av måleverdiene er lavere enn dette

Det har vært flere episoder med turbiditet over grenseverdien i oktober 2007, alle registrert ved målebøye MP3 ved sensor plassert over sjøbunn. Det er ikke registrert noen forhøyet turbiditet ved sensorer plassert lengre opp i vannmassene (ved 40 og 50 m vanddyp) ved samme målestasjon.

Forhøyet turbiditet skyldes at det er nedført mudrede masser fra Bestumkilen med antatt høyere organisk innhold enn masser som stammer fra indre havn. Det er også nedført leirholdige masser fra Lohavn der det har vært nødvendig å tilsette mer vann for å gjøre massene pumpbare. Som avbøtende tiltak er det iverksatt økt saltdosering til massene fra Bestumkilen. Videre er nedføringsenheten flyttet til posisjon med beliggenhet på større vanddyp lengre sør i dypvannsdeponiet. I uke 43 ble nedføringsrøret modifisert ved at bunnplaten i diffusoren montert på utløpet av nedføringsrøret ble demontert. Dette har muliggjort å senke nedføringsrøret ytterligere mot sjøbunnen slik at det munner ut 0,8-1 m over sjøbunnen. Dette tiltaket har medført en normalisering av partikkelmengden (turbiditet) i bunnvannet ved dypvannsdeponiet ved målestasjon MP3.

Det naturlige bakgrunnsnivået av partikler i bunnvannet i Bekkelagsbassenget har i perioden vært rundt 1,6 NTU. Dette skyldes at oksygenkonsentrasjonen var svært lav (suboksisk) noe som gir en naturlig utfelling av mineraler. Dette ble også observert i 2006, se månedssrapport oktober 2006. Dette fenomenet er beskrevet i Skei og Melsom (1982). Data fra NIVAs overvåkningstokt for Fagrådet for indre Oslofjord 23/10-07 bekrefter at oksygenkonsentrasjonen i bunnvannet i området er lav. Rapporten er tilgjengelig fra Fagrådets internettsider (<http://www.indre-oslofjord.no/>).

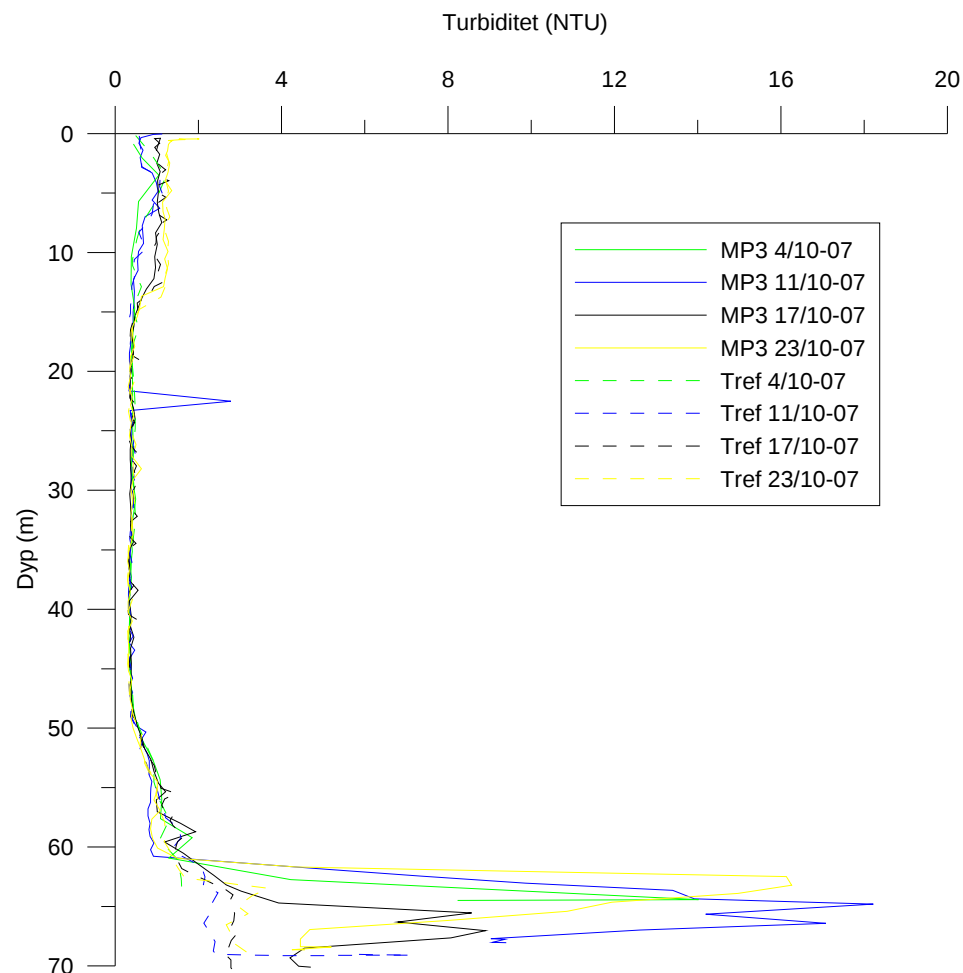
I perioden 2-24/10-07 har målebøye MP4 vært nede. Målebøyen var slitt løs fra forankringen og var ute av posisjon. Dette er dokumentert i avvik nr. 112.

Bøyen ble reetablert etter at ny moring var anskaffet, og satt på plass med assistanse fra HAVs fartøy Pelikan.

Ved turbiditet over grenseverdi ved målestasjon MP3 4-5/10, 11/10, 17/10 og 23/10-2007 dokumenterte NGI vannkvalitet ved kjemisk analyse av metaller, PAH, PCB, TBT, mineralolje og suspendert stoff i vannprøve fra bunnvannet ved MP3 og referansestasjonen. Det ble også målt turbiditet i hele vannkolonnen med håndholdt utstyr (SAIVAS SD 204).

Hendelsene er dokumentert i avvik nr. 113, 114, 115 og 116, se Tabell 1.

Resultatene fra manuelle målinger av turbiditet er vist i figur 2. Disse viser at det ved overskridelse av grenseverdien for turbiditet ved målestasjon MP3 kun observeres forhøyet partikkelmengde i bunnvannet ved deponiet. Dette er observert også ved den automatiske målebøyen (figur C3-C5 i vedlegg).



**Figur 2** Turbiditetsprofiler ved målestasjon MP3 og referansestasjon (Tref) ved turbiditet over grenseverdi oktober 2007.

Resultatene fra kjemisk analyse er presentert i tabell 2. Generelt observeres det høyere konsentrasjoner av metaller og organiske forbindelser når turbiditet er

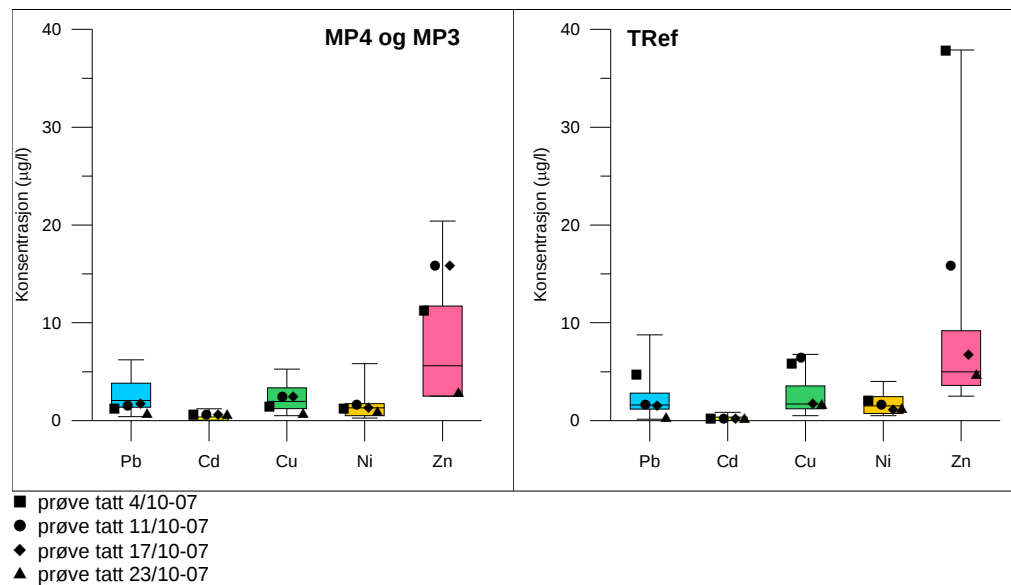
høyere enn grenseverdien som følge av nedføring av mudrede masser. Konsentrasjonen av Cu, Zn og i enkelte vannprøver Ni overstiger grenseverdi for økologisk risiko (HC5). I tabell 2 er forbindelser i konsentrasjon over HC5 markert med grå bakgrunn.

**Tabell 2**      *Analyseresultat for vannprøve tatt ved MP3 og TRef i forbindelse med overskridelse av grenseverdi for turbiditet 4/10, 11/10, 17/10, 23/10-07. Prøver tatt ved 65 m vanddyp.*

| Parameter                                 | Enhet | 4/10-07 |        | 11/10-07 |        | 17/10-07 |        | 23/10-07 |        | HC5 <sup>1)</sup>  |
|-------------------------------------------|-------|---------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|--------------------|
|                                           |       | MP3     | TRef   | MP3      | TRef   | MP3      | TRef   | MP3      | TRef   |                    |
| <b>Turbiditet<sup>2)</sup></b>            | NTU   | 1,4     | 0,89   | 1,5      | 1,0    | 1,9      | 1,3    | 4,0      | 0,67   | -                  |
| <b>Suspendert stoff<sup>2)</sup></b>      | mg/l  | 5,1     | 6,4    | 7,2      | 4,7    | 5,4      | 5,9    | 11       | 4,5    | -                  |
| <b>Pb</b>                                 | µg/l  | 1,19    | 4,91   | 1,53     | 1,03   | 1,90     | 1,17   | 0,408    | <0,3   | 11                 |
| <b>Cd</b>                                 | µg/l  | <0,05   | <0,05  | <0,05    | <0,05  | <0,05    | <0,05  | <0,05    | <0,05  | 0,34               |
| <b>Cr</b>                                 | µg/l  | 1,18    | 1,16   | 0,980    | 0,772  | 1,46     | 0,673  | 0,193    | 0,156  | 8,7                |
| <b>Cu</b>                                 | µg/l  | 1,55    | 6,29   | 3,33     | 6,76   | 3,42     | 1,12   | 0,841    | 0,880  | 1,1                |
| <b>Hg</b>                                 | µg/l  | 0,0025  | <0,002 | <0,002   | <0,002 | <0,002   | <0,002 | <0,002   | <0,002 | 0,23 <sup>3)</sup> |
| <b>Ni</b>                                 | µg/l  | 1,55    | 4,01   | 1,73     | 2,45   | 1,41     | 0,728  | 1,10     | 0,758  | 1,9                |
| <b>Zn</b>                                 | µg/l  | 12,0    | 37,9   | 16,7     | 15,0   | 16,3     | 7,36   | 4,30     | 4,67   | 7,3                |
| <b>PAH 16</b>                             | µg/l  | i.p     | i.p    | i.p      | i.p    | 1,0      | 0,16   | 0,18     | i.p    | -                  |
| <b>PCB 7</b>                              | µg/l  | i.p     | i.p    | i.p      | i.p    | i.p      | i.p    | i.a      | i.a    | -                  |
| <b>TBT</b>                                | µg/l  | 0,04    | <0,005 | <0,005   | <0,005 | <0,005   | <0,005 | 0,016    | <0,005 | -                  |
| <b>Olje C<sub>10</sub>-C<sub>35</sub></b> | µg/l  | i.p     | i.p    | i.p      | i.p    | i.p      | i.p    | i.a      | i.a    | -                  |

i.p.: forbindelsen er ikke påvist i analysen, i.a betyr ikke analysert, "<" betyr mindre enn. Tall oppgitt etter "<" representerer kvantifiseringsgrensen for analysen, <sup>1)</sup> Grenseverdi for økologisk risiko (SFT, 2005), <sup>2)</sup> Målt i vannprøven, <sup>3)</sup> Grenseverdi for uorganisk kvikksølv.

I figur 3 er resultater fra vannprøver tatt ved overskridelse av grenseverdi for turbiditet presentert grafisk sammen tilsvarende data fra tidligere målinger. Resultatene viser at observasjonene fra oktober generelt samsvarer med resultatene fra de forrige periodene. I første halvdel av oktober ble det imidlertid observert noe høyere konsentrasjoner av kobber og sink sammenliknet med tidligere prøvetakninger. Dette er mest markant ved Tref.



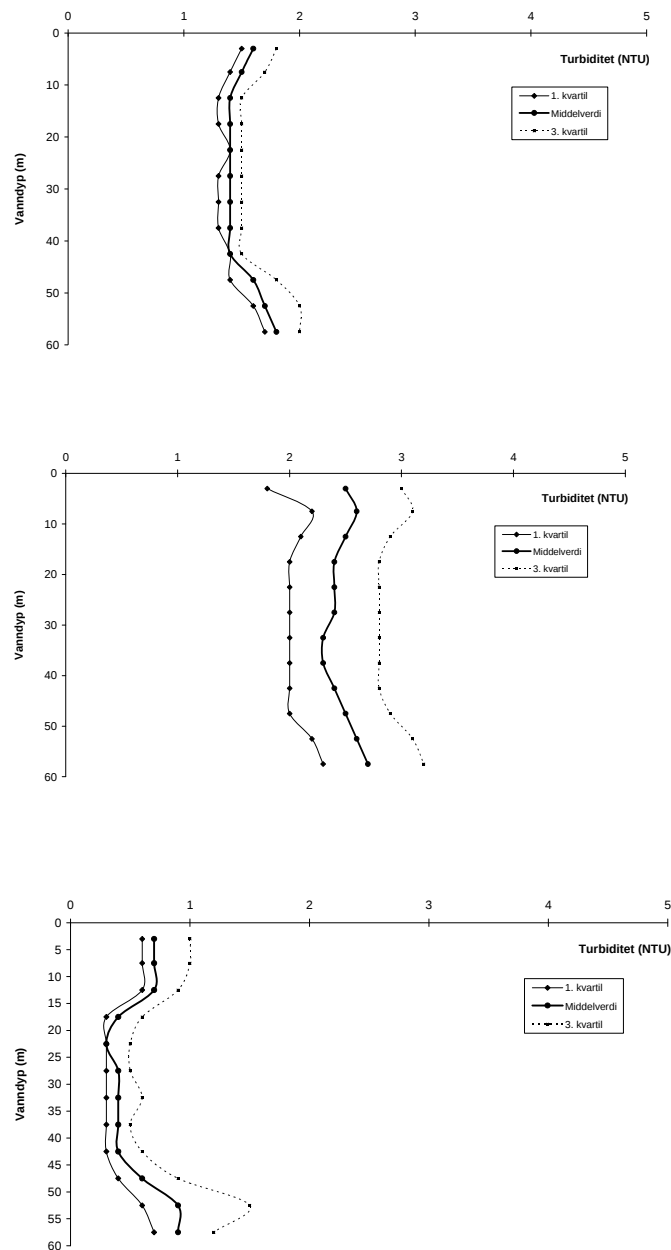
**Figur 3** Konsentrasjonen av utvalgte tungmetaller i vann ved turbiditets-overskridelser. Datasettet omfatter alle observasjoner t.o.m. oktober 2007. Data er framstilt slik at hver boks angir øvre og nedre kvartil, og horisontal strek i boksen gir median. I tillegg vises maksimum- og minimumsverdien. Punktene tilsvarer prøvene tatt 4., 11., 17. og 23. oktober 2007.

I uke 41 var SMS varslingen uregelmessig slik at det ved sju anledninger fra 9-12/10-07 ble nedført masser selv om grenseverdi for turbiditet ved MP3 var overskredet (avvik nr. 117). Til sammen er dette rundt seks timer med forhøyet turbiditet. Direkte årsak til nedetiden i varslingsystemet er ikke kjent. Systemet er i ettertid gjennomgått og funnet å fungere som tilsiktet.

For å dokumentere og sikre at utsendte SMS varsler blir registrert hos entreprenør bestilte Oslo Havn av NGI en oppgradering av varslingsystemet til å omfatte et kvitterings- og remindersystem (avvik nr. 111). Opprinnelig ble det kun sendt ut en SMS for å varsle en overskridelse. Det nye systemet sender ut SMS meldinger inntil det kvitteres for mottatt varsel ved å svare på tekstmeldingen. I NGIs database blir det loggført når og til hvilke mobiltelefoner SMS varsel er sendt, samt loggført når og fra hvilken mobiltelefon det er kvittert for mottatt melding.

På nedføringslekteren er det en sensor som måler partikkelmengden i hele vannsøylen. Sensoren er montert i en kabel som heises opp og ned i vannmassene når det pågår nedføring av masser til dypvannsdeponiet. Turbiditet målt med dette instrumentet blir kontinuerlig vist på egen PC-skjerm om bord på nedføringsenheten. NGI får alle måledata tilsendt. Secora har avviksmeldt at denne turbiditetsmåleren fikk tekniske problemer i 17/10-07 (Secora avvik nr. A 120). I perioden Secoras instrument var til reparasjon ble det benyttet et instrument utlånt av NGI.

Figur 4 viser måleresultatene under nedføring i perioden 1.-28. oktober 2007. I figuren er det gitt resultater fra hver uke i perioden. Måleresultatene er vist som snittverdi, samt nedre (25 %) og øvre (75 %) kvartil.



**Figur 4** Partikkelmengde (turbiditet som NTU) målt i vannsøylen ved nedføring i oktober 2007. Dataene er oppløst til ukenivå med uke 40 øverst og uke 42 nederst. 17/10-07 ble måleren tatt ut av drift for reparasjoner. Det ble da målt turbiditet ved 50 m vanndyp med manuelt utstyr.

Dataene viser at turbiditeten ikke øker før ved ca 50 m vanddyp. Dette betyr at det ikke er en oppadrettet transport av partikulært materiale fra nedføring av mudrede masser. I perioden med manuelle målinger var turbiditet målt ved 50 m vanddyp 1-3 NTU.

Secora har montert en ny nedføringslinje på nedføringsenheten som har kapasitet til å håndtere steinholdige masser. Denne består av en trakt for omlasting av massene med gravemaskinskuffe. Nedføringsrøret munner ut rett over sjøbunnen. Denne løsningen ble etablert som følge av forestående mudringsarbeider i Pipervika. Ved omlasting av masser er det vurdert at risiko for søl øker. Som en forsterket overvåkning av overflatevannet ved nedføringsenheten har Oslo Havn derfor bestilt en automatisk overvåkningsstasjon for turbiditet av samme type som benyttes rundt dypvannsdeponiet. Stasjonen vil være satt opp med en turbiditetssensor i overflatevannet. Alle data blir tilgjengelige i sanntid via NGIs nettløsning, og det vil genereres automatiske varsler ved turbiditet over grenseverdi eller nedetid i målingene. Utstyret forventes å settes i drift november 2007.

SFT gjennomførte utrykningsinspeksjon ved nedføringsenheten 26/10-07 etter tips om søl av masser til overflate under nedføring. SFTs rapport fra denne inspeksjonen er tilgjengelig på SFTs hjemmesider (SFT rapport nr. 2007.006.U.SFT). SFTs hovedkonklusjon er at det ikke ble konstatert avvik eller anmerkninger under utrykningen.

### **3.2 Overvåkning av ev. spredning under deponering, sedimentfeller**

Før, under og etter deponering av forurensede sedimenter i dypvannsdeponiet skal det plasseres ut sedimentfeller for analyse av partikkelmengde og konsentrasjon av kjemiske stoffer. Sedimentfellene står ute i en lengre periode og gir derfor et tidsintegrert bilde av mengde og kvalitet av sedimenterende materiale. Fellene er plassert 3 m over sjøbunnen.

Oppsamlet materiale blir sendt til NIVA for analyse. Etter anbefalinger i årsrapporten for 2006 er prøvetakning med sedimentfeller intensivert. Fellene står kontinuerlig ute, og tømmes ca. hver annen måned. NGI har utarbeidet en egen rapport som gir resultater fra sedimentfelleundersøkelser utført 1. halvår 2007 (NGI 2007).

Resultater fra sedimentfelleundersøkelsene fra 2. halvår vil bli presentert samlet i en egen rapport.

### **3.3 Kontroll av eventuell spredning under deponering, sedimentprøver**

Hensikten med kontrollen er å dokumentere kvaliteten av sedimenter utenfor tersklene som omkranser deponiet og utenfor deponiets nordøstre avgrensning. Kontrollen gjøres ved å ta prøver av overflatesedimenter før deponeringen starter (NGI, 2006) og etter at deponeringen er gjennomført.

Dette kontrollpunktet har ikke vært aktuelt i denne perioden.

### 3.4 Kontroll av saltinnhold

Massene som mudres på grunt vann i Oslo havn har et saltinnhold som naturlig er lavere enn saltinnholdet i bunnvannet i dypvannsdeponiet ved Malmøykalven. For å sikre at tettheten i bunnvannet i deponiet ikke reduseres som følge av nedføringen, tilsettes det salt til de mudrede massene. Mengden salt som tilsettes beregnes ut fra målt saltholdighet og vannmengde i de mudrede massene, samt målt saltholdighet i bunnvannet (33 g/l).

Tabell 3 inneholder Secoras logg for nedføringen med grunnlag for beregning av salttilsetning og faktisk tilsatt mengde salt. Hver oppføring i tabellen tilsvarer nedføring av ett lekterlass mudrede masser. Tabellen angir fra uke 43 også hvilken transportlekter de mudrede massene ble fraktet med.

Tabell 3 Secoras logg for nedføring av masser i perioden 1.-28. oktober 2007.

| Dato     | Transportlekter og massenes opprinnelse | Saltholdighet i lekter (g/l) | Vanninnhold i lekter (m <sup>3</sup> ) | Mengde salt tilsatt (kg) | Nedføring i deponi |         |
|----------|-----------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------|--------------------------|--------------------|---------|
|          |                                         |                              |                                        |                          | Fra kl.            | Til kl. |
| 01.10.07 | Bjørsvika                               | 23                           | 25                                     | 250                      | 0620               | 0710    |
| 01.10.07 | Bjørsvika                               | 19                           | 50                                     | 700                      | 0745               | 1115    |
| 01.10.07 | Bestumkilen                             | 22                           | 25                                     | 275                      | 1415               | 1530    |
| 01.10.07 | Bjørsvika                               | 17                           | 50                                     | 800                      | 1555               | 1720    |
| 02.10.07 | Bestumkilen                             | 27                           | 25                                     | 150                      | 0700               | 0745    |
| 02.10.07 | Bestumkilen                             | 25                           | 25                                     | 200                      | 1450               | 1520    |
| 03.10.07 | Bestumkilen                             | 23                           | 25                                     | 250                      | 0855               | 0935    |
| 03.10.07 | Bestumkilen                             | 17                           | 25                                     | 400                      | 1045               | 1145    |
| 03.10.07 | Bestumkilen                             | 23                           | 25                                     | 250                      | 1250               | 1325    |
| 03.10.07 | Bestumkilen                             | 21                           | 25                                     | 300                      | 1550               | 1645    |
| 04.10.07 | Bestumkilen                             | 17                           | 25                                     | 400                      | 0040               | 0140    |
| 04.10.07 | Bestumkilen                             | 23                           | 25                                     | 250                      | 0430               | 0500    |
| 04.10.07 | Bestumkilen                             | 28                           | 25                                     | 125                      | 0835               | 1040    |
| 04.10.07 | Bestumkilen                             | 20                           | 25                                     | 325                      | 1100               | 1120    |
| 04.10.07 | Bestumkilen                             | 25                           | 25                                     | 200                      | 1605               | 1635    |
| 06.10.07 | Bestumkilen                             | 20                           | 25                                     | 325                      | 0320               | 0410    |
| 06.10.07 | Bestumkilen                             | 24                           | 25                                     | 225                      | 0805               | 0855    |
| 07.10.07 | Bestumkilen                             | 25                           | 50                                     | 400                      | 0025               | 0055    |
| 08.10.07 | Bestumkilen                             | 25                           | 50                                     | 400                      | 0100               | 0125    |
| 08.10.07 | Bestumkilen                             | 21                           | 50                                     | 600                      | 0430               | 0530    |
| 08.10.07 | Bestumkilen                             | 24                           | 50                                     | 450                      | 0615               | 0700    |
| 08.10.07 | Bestumkilen                             | 27                           | 50                                     | 300                      | 0845               | 0900    |
| 08.10.07 | Bestumkilen                             | 24                           | 50                                     | 450                      | 1100               | 1125    |
| 08.10.07 | Bestumkilen                             | 24                           | 50                                     | 450                      | 1255               | 1325    |
| 08.10.07 | Bestumkilen                             | 26                           | 50                                     | 350                      | 1440               | 1500    |
| 08.10.07 | Bestumkilen                             | 25                           | 50                                     | 400                      | 2115               | 2140    |
| 09.10.07 | Bestumkilen                             | 25                           | 50                                     | 400                      | 0015               | 0055    |
| 09.10.07 | Bestumkilen                             | 25                           | 25                                     | 200                      | 0240               | 0300    |
| 09.10.07 | Bestumkilen                             | 26                           | 50                                     | 350                      | 0545               | 0600    |
| 09.10.07 | Bestumkilen                             | 27                           | 50                                     | 300                      | 0900               | 1000    |
| 09.10.07 | Bestumkilen                             | 29                           | 50                                     | 400                      | 1450               | 1545    |
| 10.10.07 | Bestumkilen                             | 20                           | 50                                     | 650                      | 0815               | 0900    |
| 10.10.07 | Bestumkilen                             | 25                           | 50                                     | 400                      | 0915               | 1000    |



| Dato     | Transportlekter<br>og massenes<br>opprinnelse | Saltholdighet<br>i lekter (g/l) | Vanninnhold i<br>lekter (m <sup>3</sup> ) | Mengde salt<br>tilsatt (kg) | Nedføring i deponi |           |
|----------|-----------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------|--------------------|-----------|
|          |                                               |                                 |                                           |                             | Fra kl.            | Til kl.   |
| 10.10.07 | Bestumkilen                                   | 27                              | 50                                        | 300                         | 1125               | 1215      |
| 10.10.07 | Bestumkilen                                   | 26                              | 50                                        | 250                         | 1445               | 1535      |
| 11.10.07 | Bjørvika                                      | 27                              | 200                                       | 1200                        | 0730               | 0900      |
| 11.10.07 | Bestumkilen                                   | 26                              | 50                                        | 350                         | 0910               | 1230      |
| 11.10.07 | Bjørvika                                      | 28                              | 50                                        | 250                         | 1245               | 1400      |
| 11.10.07 | Bestumkilen                                   | 20                              | 50                                        | 650                         | 1420               | 1500      |
| 11.10.07 | Bjørvika                                      | 24                              | 100                                       | 900                         | 1540               | 1730      |
| 11.10.07 | Bjørvika                                      | 27                              | 50                                        | 300                         | 1820               | 1900      |
| 12.10.07 | Bjørvika                                      | 27                              | 100                                       | 600                         | 0655               | 1030      |
| 12.10.07 | Bestumkilen                                   | 26                              | 50                                        | 350                         | 1045               | 1110      |
| 12.10.07 | Bjørvika                                      | 27                              | 50                                        | 300                         | 1115               | 1220      |
| 12.10.07 | Bestumkilen                                   | 19                              | 25                                        | 350                         | 1230               | 1310      |
| 12.10.07 | Bjørvika                                      | 25                              | 100                                       | 800                         | 1555               | 1725      |
| 12.10.07 | Bestumkilen                                   | 23                              | 25                                        | 250                         | 1745               | 1805      |
| 12.10.07 | Bjørvika                                      | 28                              | 50                                        | 250                         | 1815               | 1940      |
| 12.10.07 | Bestumkilen                                   | 26                              | 50                                        | 350                         | 1945               | 2030      |
| 13.10.07 | -                                             |                                 |                                           |                             |                    |           |
| 14.10.07 | -                                             |                                 |                                           |                             |                    |           |
| 15.10.07 | Bestumkilen                                   | 27                              | 50                                        | 350                         | 0900               | 1030      |
| 15.10.07 | Lohavn                                        | 27                              | 200                                       | 1200                        | 1045               | 1230      |
| 15.10.07 | Bestumkilen                                   | 23                              | 50                                        | 500                         | 1400               | 1500      |
| 15.10.07 | Lohavn                                        | 23                              | 50                                        | 500                         | 1520               | 1620      |
| 15.10.07 | Lohavn                                        | 25                              | 150                                       | 1200                        | 1700               | 1825      |
| 16.10.07 | Bestumkilen                                   | 23                              | 50                                        | 500                         | 0620               | 0700      |
| 16.10.07 | Lohavn                                        | 23                              | 50                                        | 500                         | 0700               | 0745      |
| 16.10.07 | Lohavn                                        | 27                              | 200                                       | 1200                        | 0800               | 0950      |
| 16.10.07 | Bestumkilen                                   | 24                              | 50                                        | 450                         | 1025               | 1200      |
| 16.10.07 | Lohavn                                        | 23                              | 50                                        | 500                         | 1210               | 1315      |
| 16.10.07 | Lohavn                                        | 25                              | 150                                       | 1200                        | 1540               | 1745      |
| 16.10.07 | Bestumkilen                                   | 23                              | 50                                        | 500                         | 1805               | 1945      |
| 17.10.07 | Bestumkilen                                   | 23                              | 50                                        | 500                         | 1100               | 1150      |
| 17.10.07 | Lohavn                                        | 24                              | 150                                       | 1450                        | 1430               | 1555      |
| 17.10.07 | Bestumkilen                                   | 22                              | 50                                        | 550                         | 1200               | 1400      |
| 17.10.07 | Bestumkilen                                   | 22                              | 50                                        | 550                         | 1620               | 1700      |
| 18.10.07 | Bestumkilen                                   | 23                              | 100                                       | 1000                        | 0615               | 0720      |
| 18.10.07 | Lohavn                                        | 27                              | 200                                       | 1200                        | 0740               | 0945      |
| 18.10.07 | Bestumkilen                                   | 23                              | 50                                        | 500                         | 1010               | 1110      |
| 18.10.07 | Bestumkilen                                   | 23                              | 50                                        | 500                         | 1200               | 1250      |
| 18.10.07 | Lohavn                                        | 22                              | 100                                       | 1100                        | 1305               | 1520      |
| 18.10.07 | Bestumkilen                                   | 23                              | 50                                        | 500                         | 1545               | 1700      |
| 18.10.07 | Lohavn                                        | 25                              | 150                                       | 1400                        | 1710               | 1920      |
| 19.10.07 | Bestumkilen                                   | 23                              | 50                                        | 500                         | 0840               | 0940      |
| 19.10.07 | Lohavn                                        | 22                              | 100                                       | 1100                        | 1105               | 1230      |
| 19.10.07 | Bestumkilen                                   | 23                              | 25                                        | 250                         | 1305               | Ikke gitt |
| 20.10.07 | -                                             |                                 |                                           |                             |                    |           |
| 21.10.07 | -                                             |                                 |                                           |                             |                    |           |
| 22.10.07 | Bestumkilen 076                               |                                 | 50                                        | 1000                        | 0610               | 0725      |
| 22.10.07 | Lohavn 080                                    |                                 | 150                                       | 1000                        | 0750               | 0935      |
| 22.10.07 | Bestumkilen 075                               |                                 | 50                                        | 500                         | 1010               | 1050      |
| 22.10.07 | Bestumkilen 073                               |                                 | 50                                        | 500                         | 1115               | 1230      |
| 22.10.07 | Bestumkilen 076                               |                                 | 50                                        | 500                         | 1325               | 1440      |
| 22.10.07 | Lohavn 080                                    |                                 | 150                                       | 500                         | 1515               | 1740      |
| 22.10.07 | Bestumkilen 073                               |                                 | 50                                        | 500                         | 1750               | 1905      |
| 23.10.07 | Bestumkilen 075                               |                                 | 50                                        | 500                         | 0640               | 0720      |
| 23.10.07 | Lohavn 079                                    |                                 | 150                                       | 1000                        | 0740               | 1000      |
| 24.10.07 | Lohavn 079                                    |                                 | 150                                       | 1000                        | 1025               | 1200      |
| 24.10.07 | Bestumkilen 076                               |                                 | 50                                        | 500                         | 1220               | 1330      |
| 24.10.07 | Lohavn 080                                    |                                 | 150                                       | 1000                        | 1340               | 1600      |

| Dato     | Transportlekter og massenes opprinnelse | Saltholdighet i lekter (g/l) | Vanninnhold i lekter (m <sup>3</sup> ) | Mengde salt tilsatt (kg) | Nedføring i deponi |         |
|----------|-----------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------|--------------------------|--------------------|---------|
|          |                                         |                              |                                        |                          | Fra kl.            | Til kl. |
| 24.10.07 | Bestumkilen 075                         |                              | 50                                     | 500                      | 1610               | 1640    |
| 25.10.07 | Bestumkilen 073                         |                              | 50                                     | 500                      | 0600               | 0725    |
| 25.10.07 | Lohavn 079                              |                              | 150                                    | 1000                     | 0735               | 0959    |
| 25.10.07 | Bestumkilen 075                         |                              | 50                                     | 500                      | 1025               | 1115    |
| 25.10.07 | Bestumkilen 076                         |                              | 50                                     | 500                      | 1120               | 1230    |
| 25.10.07 | Lohavn 080                              |                              | 150                                    | 1000                     | 1240               | 1710    |
| 25.10.07 | Bestumkilen 075                         |                              | 50                                     | 500                      | 1605               | 1740    |
| 26.10.07 | Bestumkilen 075                         |                              | 50                                     | 500                      | 0605               | 0655    |
| 26.10.07 | Lohavn 079                              |                              | 150                                    | 1000                     | 0710               | 0940    |
| 26.10.07 | Bestumkilen 076                         |                              | 50                                     | 500                      | 1005               | 1105    |
| 26.10.07 | Lohavn 080                              |                              | 150                                    | 1000                     | 1145               | 1705    |
| 27.10.07 | Bestumkilen 073                         |                              | 50                                     | 500                      | 0610               | 0800    |
| 27.10.07 | Lohavn 079                              |                              | 150                                    | 1000                     | 0815               | 1105    |
| 27.10.07 | Bestumkilen 076                         |                              | 50                                     | 500                      | 1130               | 1250    |
| 27.10.07 | Bestumkilen 075                         |                              | 50                                     | 500                      | 1325               | 1430    |
| 28.10.07 | -                                       |                              |                                        |                          |                    |         |

- betyr ingen arbeider

### 3.5 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. 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.

Data fra strømmåleren ved MP3 har i perioden sendt data med mye signalstøy. På grunn av at det i perioden ikke har pågått dypvannsutskiftning har strømmålingene blitt vurdert til ikke å være reelle. Dette ble utbedret 24/10-07 ved at signalkabelen til instrumentet ble skiftet ut.

Gjennomsnittlig strømhastighet har i perioden vært 0,5 cm/sekund, godt under grenseverdien som er 6 cm/sekund. Alle måledata fra målinger av strømhastighet er presentert i figur C9 (vedlegg C).

### 3.6 Kontroll av leverte masser

I henhold til gjeldende kontrollplan skal mengde og opprinnelse av mudrede masser dokumenteres, se Tabell 3. Hver oppføring i tabellen tilsvarer nedføring av ett lekterlass.

### 3.7 Overvåking av stabilitet i sjeteer

Denne kontrollen iverksettes når det eventuelt er etablert sjeteer i deponiets nord og nordøstre ende og skal sikre at geoteknisk stabilitet opprettholdes.

### 3.8 Kontroll av transport og lossing til nedføring

Ved nedføring av mudrede masser skal søl av masser unngås. Dette kontrolleres ved visuell kontroll av prosessen og vannoverflaten ved nedføringsenheten. Observasjoner loggføres av Secora og logg overleveres til kontrollansvarlig miljø.

Secora har ikke registrert uønskede hendelser eller avvik vedrørende søl i perioden.

## 4 KONTROLL AV VANNKVALITET

Oslo Havn KF utfører kontroll av vannkvalitet som kommer i tillegg til de krav som er gitt i kontrollplanen. I 2006 ble det i flere omganger gjort vannprøvetakning ved dypvannsdeponiet, ved mudringsområdet, og ved utvalgte bade-plasser i tiltaksområdet. Etter anbefalinger gitt i årsrapporten for 2006 er programmet for prøvetakning av vann endret med hensyn til frekvens og parameteromfang. For kjemisk analyse av utvalgte vannprøver som inngår i miljøregnskap er det tatt inn metoder med lavere nedre bestemmelsesgrense for kvantifisering av PAH og PCB. Mineralolje er tatt ut av måleprogrammet fordi det i løpet av 2006 ikke ble påvist olje i vannprøvene. TBT og PCB inngår i programmet for 2007, men prøveomfanget av disse stoffene er redusert.

Prøveprogrammet omfatter for øvrig økt bruk av passive prøvetakere og sedimentfeller, turbiditetssensorer i flere nivåer ved målestasjonene rundt dypvannsdeponiet, og regelmessig måling av turbiditet i hele vannkolonnen ved et større antall målestasjoner rundt nedføringsenheten.

### 4.1 Vannkvalitet ved mudringsområdet

Oslo Havn KF ved Secora har i denne perioden mudret i Bjørvika, Lohavn og Bestumkilen. Massene fra Secoras mudring deponeres i dypvannsdeponiet ved Malmøykalven.

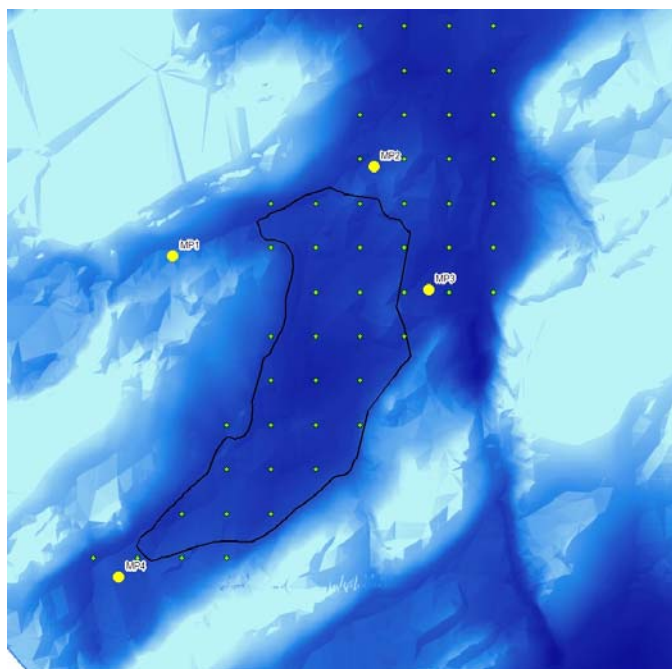
Vannkvalitet ved mudring har ikke blitt dokumentert med vannprøver i den aktuelle perioden.

### 4.2 Vannkvalitet ved dypvannsdeponi

Som en del av utvidelsen av overvåkingen på initiativ fra SFT ble det kartlagt turbiditet i vertikalprofil ved ca. 50 stasjoner i og utenfor dypvannsdeponiet den 24. oktober 2007. Hensikten med dette utvidede programmet er å styrke dokumentasjonen av en eventuell partikkelspredning under arbeidene.

Plassering av prøvepunktene er vist i Figur 5. Figuren viser deponiet og området rundt sett ovenfra, med målebøyene og punktene hvor det har blitt

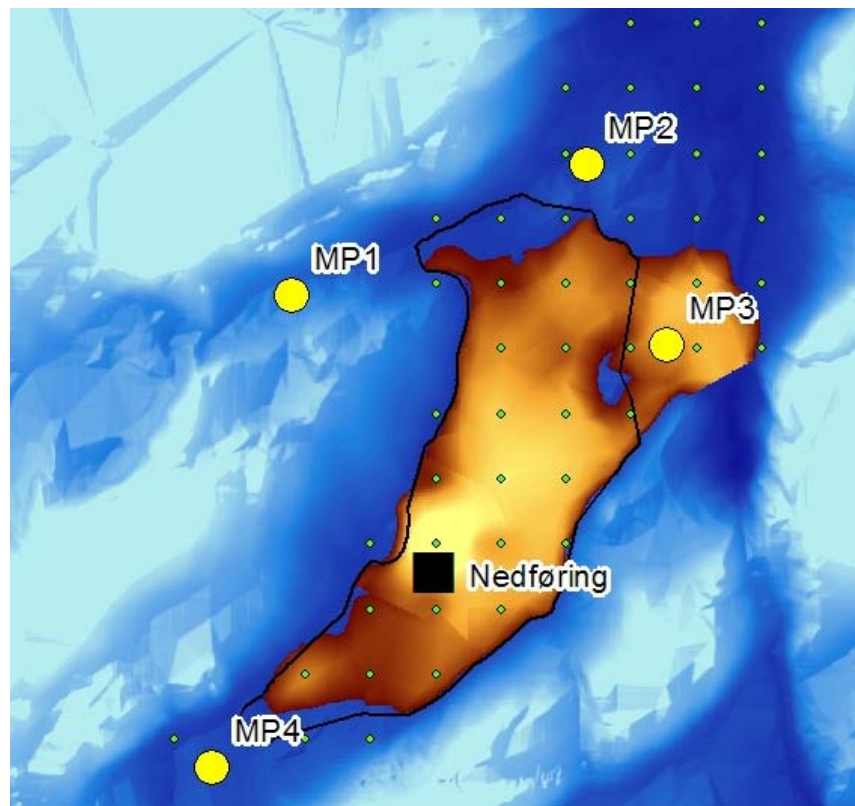
målt turbiditet i hele vannsøylen. Blåfargen illustrerer dybdeforholdene, hvor mørk blå er dype områder, mens lys blå er grunne områder. Uthevede punkter MP1, MP2, MP3 og MP4 tilsvare målestasjonen for kontinuerlig turbiditetsmåling som presentert i vedlegg C. Plasseringen av øvrige målepunkter for turbiditetsprofiler er basert på erfaringer etter ett års drift. Overskridelser av turbiditet har blitt registrert ved målestasjon MP3. Ved MP4 i sydenden av deponiområdet ved terskelen ut mot Bunnefjorden har det kun vært noen få overskridelser i løpet av driftsperioden. Stasjon MP3 er plassert ved utløpet av deponiet til Bekkelagsbassenget mot nord, og dette er det laveste nivået ut fra selve deponiområdet. Ut fra bunntopografi (dybdeforhold) i området er det nordøst for deponiet som er den mest sannsynlige spredningsvei for partikler.



*Figur 5 Prøvepunktene hvor turbiditet ble målt i hele vannsøylen i dypvannsdeponiet og områdene rundt 24. oktober 2007. Oppe til venstre er Langøyene, og til høyre i bildet er Malmøykalven.*

Turbiditeten er blitt målt ved hjelp av et håndholdt instrument (SAIVAS), og det er logget turbiditet, temperatur og salinitet (saltholdighet) i hele vannsøylen for prøvepunktene. Dataene er presentert i en 3D-modell for å vise hvordan massene legger seg i deponiet. Modellen viser hvor turbiditeten overstiger 6 NTU (5NTU + referanseverdien som er satt lik 1 NTU). I figur 6 - 7 er den opprinnelige bunntopografien i området brukt som kartgrunnlag.

Figur 6 viser resultatene fra målinger tatt 24. oktober 2007, sett ovenfra. Svart firkant angir nedføringsenheten, grønne punkter er målepunkter og gule punkter angir posisjon for målebøyer for kontinuerlig overvåking av turbiditet. Arealet farget gult/brunt er viser områder hvor målt turbiditet 24. oktober 2007 overstiger 6 NTU.



*Figur 6 Resultatene fra turbiditetsmålinger tatt 24. oktober 2007 i dypvannsdeponiet og området rundt. Arealet farget gult/brunt er området hvor turbiditeten overstiger 6 NTU. Brunt er rett over bunnen, mens gult er opp til 50 meters vanddybde.*

Årsaken til at det registreres overskridelse nordøst for deponiet ved turbiditetskartleggingen og ikke ved turbiditetsensoren på MP3 den 24. oktober er todelt:

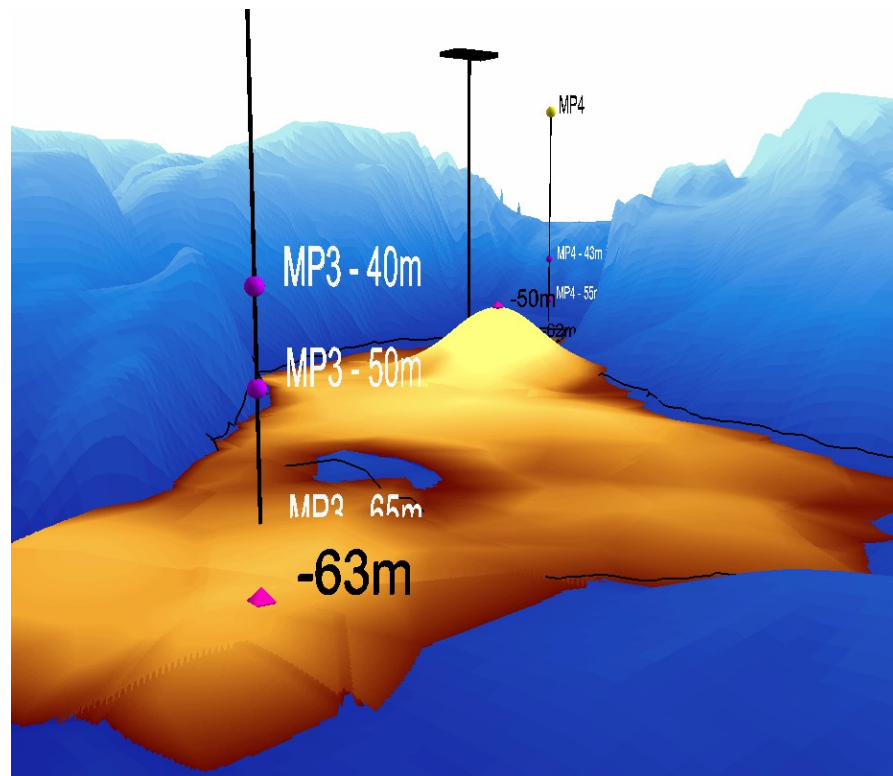
- Referanseverdien for turbiditet er høyere enn 1 NTU som er brukt i turbiditetskartleggingen. Gjennomsnittsverdi for TRef er 1,6 NTU i perioden.
- Turbiditetskartleggingen er overlegen i forhold til å dokumentere turbiditet både vertikalt og horisontalt mens målingene som gjennomføres ved MP3 har en begrensning ved å ha turbiditetssensoren ved en bestemt dybde og en bestemt posisjon. Konsekvensen er at man får en forsinket registrering av overskridelsen ved den dypeste måleren ved MP3.

Som en følge av resultatene fra disse målingene har Oslo Havn bestilt en forbedring av overvåkingen av turbiditet ved målestasjon MP3 ved å flytte målesensor opprinnelig utplassert ved 40 m ned til 62 m vanddyb. Det blir dermed to sensorer (opprinnelig sensor ved 65 m videreføres) som registrerer

turbiditet i bunnvannet ved MP3 slik at det sikres en raskere deteksjon ved episoder med turbiditet over grenseverdi. Denne forbedringen er dokumentert i avvik/forbedringsmelding nr. 125 og antas å være i drift i begynnelsen av januar 2008.

Figur 7 viser deponiet og området rundt sett fra bunnen i retning fra nordøst mot MP4 i sørvest. Figuren viser at partikler ikke blir spredd oppover i vannsøylen, og at partiklene holder seg godt innenfor de naturlige tersklene som omkranser deponiet mot vest, sør og øst. Mot MP3 er imidlertid det laveste punktet, og det er naturlig at en eventuell spredning av partikler vil skje i dette området, hvilket er vist i Figur 6-7.

Den 23. oktober ble det ikke observert turbiditet over 6 NTU grunnere enn 50 m vanddyp like ved nedføringsenheten og 63 m vanddyp like ved målestasjon MP3. I den øvrige vannmassen fra overflaten og ned til ca. 60 m vanddybde er turbiditet målt til 0,5 – 1,5 NTU, som anses som naturlig bakgrunnsnivå i området. I den dypere vannmassen sør for dypvannsdeponiet er turbiditet målt til 1,5 – 4 NTU. Dette fenomenet ble også observert tidligere i høst samt i fjor høst, der turbiditeten i bunnvannet var litt høyere pga kjemisk utfelling av naturlige forbindelser i sjøvann ved suboksiske forhold. NIVA måler oksygeninnhold ved en rekke stasjoner i Vestfjorden og Bunnefjorden (inklusive Bekkelagsbassenget) på oppdrag av fagrådet for indre Oslofjord. Toktrapportene tilgjengelige fra fagrådets internettsider bekrefter at konsentrasjonen av oksygen i Bunnvannet i Bekkelagsbassenget er lav som følge av bakteriell nedbryting av organisk materiale.



*Figur 7 Resultatene fra turbiditetsmålinger tatt 24. oktober 2007 i dypvannsdeponiet og området rundt sett fra bunnen i retning fra nordøst mot MP4 i sørvest. Området farget gult/brunt viser hvor turbiditeten overstiger 6 NTU. Brunt er rett over bunnen, mens gult er opp til 50 meters vanndybde ved nedføringsenhet.*

Dataene har blitt benyttet til å illustrere hvor turbiditeten overstiger 6 NTU i en tredimensjonal modell. En animasjon av modellen som viser måleresultatene er tilgjengelige på [www.renoslofjord.no](http://www.renoslofjord.no). Fremvisning begynner nordøst for deponi mot sørvest. Dypvannsdeponiet vises som sort omriss, gule punkter er målebøyene i overflaten mens lilla punkter er turbiditetssensorene i vannsøylen. En sort firkant viser plassering av nedføringsenheten med nedføringsrør under. På samme måte som figurene ovenfra gjengir blåfargen dybdeforholdene og gul/brunfargen området der turbiditet er over 6 NTU.

Dataene viser at partikler ikke blir spredd oppover i vannsøylen, men at partikler har spredd seg i retning mot MP3.

## 5 MILJØTEKNISKE AVVIK

For perioden 1. til 28. oktober 2007 har NGI rapportert følgende avvik:

- Avvik nr. 112: Målebøye MP4 ute av drift etter at moring har røket. Måledata i perioden 2. – 24. oktober 2007 er ikke reelle fordi bøyen ikke har stått i riktig posisjon.
- Avvik nr. 113: Turbiditet over grenseverdi ved målestasjon MP3 flere ganger i perioden 4-5/10-07. Turbiditet har generelt vært høy i uke 40. Forholdet har sannsynligvis sammenheng med at det pågår tilnærmet døgntkontinuerlig nedføring av masser bl.a. fra Bestumkilen. NGI målte turbiditet manuelt og dokumenterte vannkvalitet 4/10-07. Evt. nedføring ble stanset etter automatisk varsel via SMS. Massene fra Bestumkilen har et høyere organisk innhold enn masser fra indre havn, og som et ytterlig avbøtende tiltak ble økt dosering av salt anbefalt.
- Avvik nr. 114: Turbiditet over grenseverdi ved MP3 flere ganger 11/10-07. Turbiditet har generelt vært høy i uke 41. NGI dokumenterte vannkvalitet 11/10-07 ved å ta vannprøver og måle turbiditet i hele vannkolonnen med håndholdt utstyr (SAIVAS SD 204). Evt. nedføring ble stanset etter automatisk varsel via SMS
- Avvik nr. 115: Turbiditet over grenseverdi ved målestasjon MP3 flere ganger 17/10-07. NGI dokumenterte vannkvalitet ved å ta vannprøver og måle turbiditet i vannkolonnen med håndholdt utstyr. Evt. nedføring ble stanset etter automatisk varsel via SMS.
- Avvik nr. 116: Turbiditet over grenseverdi ved målestasjon MP3 flere ganger 23/10-07. NGI dokumenterte vannkvalitet ved å ta vannprøver og måle turbiditet. Evt. nedføring ble stanset etter automatisk varsel via SMS.
- Avvik nr. 117: Varsel om høy turbiditet ved MP3 ikke sendt ut. I uke 41 ble det på grunn av uregelmessigheter ved SMS varslingen ikke sendt ut varsel om turbiditet over grenseverdi ved sju episoder slik at nedføring ikke ble stanset (total varighet ca seks timer). Årsaken til feilen er ikke kjent.



## 6 OPPSUMMERING OG KONKLUSJON

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 17. april 2007, rev 2). Kontrollplanen er tilgjengelig på Ren Oslofjords nettsider ([www.renoslofjord.no](http://www.renoslofjord.no)). Denne månedssrapporten omfatter aktiviteten i perioden 1.-28. oktober 2007 (uke 40-43).

Overvåkningsprogrammet som er gjennomført i denne rapporteringsperioden viser at nedføringen skjer innenfor de rammer og krav som er satt av SFT;

- Secora har i perioden mudret i Bjørvika, Lohavn og Bestumkilen. Mudrede masser er nedført i dypvannsdeponiet.
- Gjennomsnittlig strømhastighet i deponiområdet har i perioden vært 0,5 cm/sekund. Det pågår ikke dypvannsutskifting i indre Oslofjord slik at det ikke forventes drivende krefter i bunnvannet i deponiområdet.
- Det er registrert flere overskridelser av grenseverdi for turbiditet som følge av nedføring av mudrede masser. Arbeidene er da stanset etter automatiske varsel via SMS, og NGI har dokumentert vannkvalitet som gitt i kontrollplanen for arbeidene. Som avbøtende tiltak ble bunnplaten til diffusoren ved nedføringsrørets utløp i uke 43 demontert og nedføringsrøret senket nærmere sjøbunn. Etter at dette tiltaket ble gjennomført har turbiditet målt i bunnvannet ved dypvannsdeponiet normalisert seg.
- SFT gjennomførte utrykningsinspeksjon ved nedføringsenheten 26/10-07 for å verifisere tips om søl av masser til overflate under nedføring. SFTs hovedkonklusjon er at det ikke ble konstatert avvik eller anmerkninger under utrykningen.
- Det er foretatt utvidet måling av turbiditet ved rundt 50 målestasjoner i og utenfor dypvannsdeponiet 24/10-07. Resultatene er presentert i en tredimensjonal framstilling og viser at det ikke er oppadrettet transport av partikler som følge av nedføring av mudrede masser. Dette bekreftes også av resultater fra sensorer plassert oppover i vannsøylen ved de automatiske målestasjonene utplassert ved dypvannsdeponiet.
- I perioden er det besluttet å forbedre varslingssystemet til de automatiske overvåkningsbøyene ved å bygge inn et system for kvittering og påminnelse (reminder) slik at mottak av SMS varsler blir dokumentert.
- Med bakgrunn i overvåkningsdata fra denne og foregående periode ble det i desember besluttet å forbedre overvåkingen av partikler i bunnvannet ved å etablere ytterligere en turbiditetssensor i bunnvannet (ved 62 m vanddyb) slik at det oppnås raskere deteksjon ved eventuelle overskridelser av grenseverdi.
- Arbeidene gjøres i henhold til de krav og forutsetninger som er stilt av Statens forurensningstilsyn (SFT).

## 7 REFERANSER

### **NGI (2006)**

Forundersøkelser dypvannsdeponi. Datarapport. NGI rapport 20051732-1, datert 14. juli 2006.

### **NGI (2007)**

Overvåkning av forurensning ved mudring og deponering. Resultater fra sedimentfelleundersøkelser 1. halvår 2007. NGI rapport 20051785-28, datert 10. oktober 2007.

### **SFT (1997)**

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

### **SFT (2005)**

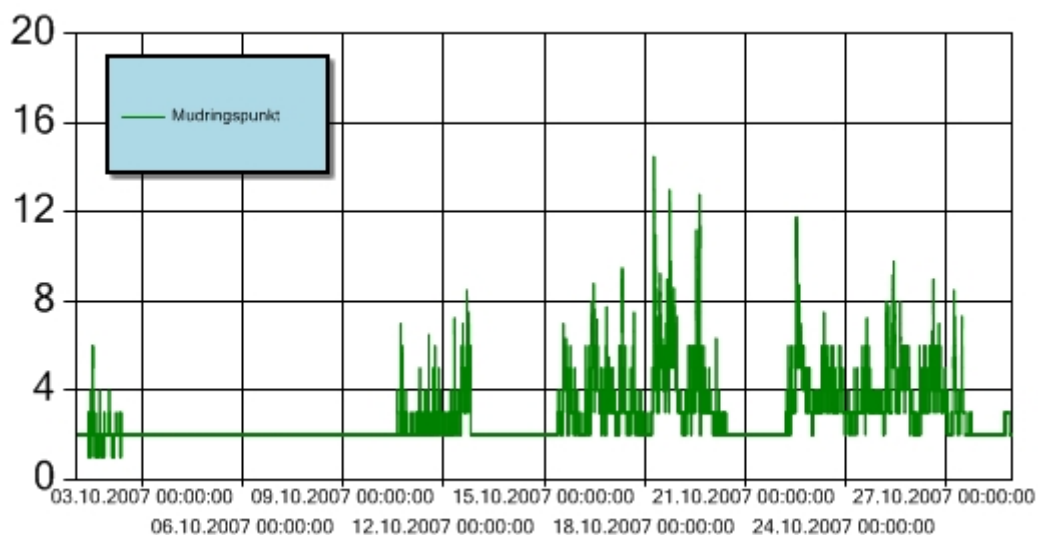
Veileder for risikovurdering av forurenset sediment, SFT veileder TA-2085.

### **Skei og Melsom (1982)**

Skei, J. and Melsom, S. 1982. Seasonal and vertical variations in the chemical composition of suspended particulate matter in an oxygen-deficient fjord. Estuarin, Coastal and Shelf Science 14, 61-78.



## **Vedlegg A - Overvåkningsdata fra mudringsområdet**



## Nøkkeldata

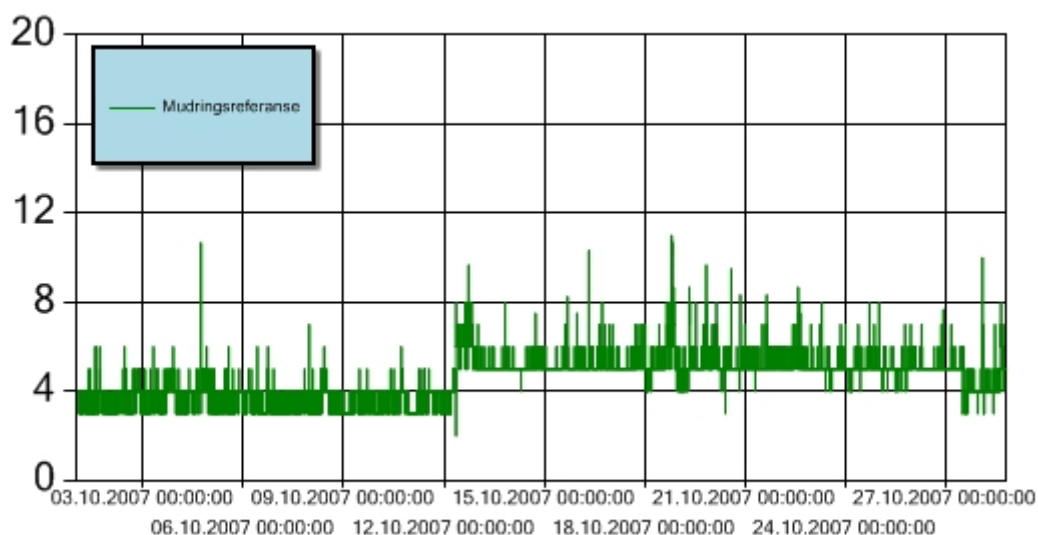
| Hendelse                                                | Kommentar                      |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Måleperiode                                             | 1/10-07 til 28/10-07           |
| Nedetid automatisk bøye                                 | Nei                            |
| Turbiditet over grenseverdi*                            | Ja, se vedlegg B for detaljer. |
| <b>Statistisk oppsummering av turbiditetsdata (NTU)</b> |                                |
| 25 % persentil                                          | 2,0                            |
| Middelverdi                                             | 2,0                            |
| Gjennomsnitt                                            | 2,7                            |
| 75 % persentil                                          | 3,0                            |

\* Grenseverdien er definert som 5 NTU over referanse. Ved overskridelse av grenseverdi i mer enn 20 minutter, skal arbeidene stanses og årsaksforhold avklares.

## Kommentarer:

Det måles turbiditet ved mudringslekteren når det pågår arbeider. Turbiditet over grenseverdi varsles via SMS og maskinfører stanser arbeidene til turbiditeten er tilbake på lave verdier. Stans i arbeidene blir loggført (vedlegg B).

|                                                   |                                   |                                                                                       |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>OSLO HAVN KF</b>                               | Rapport nr.<br><b>20051785-37</b> | Figur nr.<br><b>A-1</b>                                                               |
| Turbiditet ved mudringspunkt i Bjørvika og Lohavn | Tegner<br><b>AP</b>               | Dato<br>2007-11-28                                                                    |
|                                                   | Kontrollert<br><b>AO</b>          |  |
|                                                   | Godkjent<br><b>AO</b>             |                                                                                       |



## Nøkkeldata

| Hendelse                                                | Kommentar                           |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Måleperiode                                             | 1/10-07 til 28/10-07                |
| Nedetid automatisk bølge                                | Nei                                 |
| Turbiditet over grenseverdi                             | Ikke relevant for referansemålinger |
| <b>Statistisk oppsummering av turbiditetsdata (NTU)</b> |                                     |
| 25 % persentil                                          | 4,0                                 |
| Middelverdi                                             | 5,0                                 |
| Gjennomsnitt                                            | 4,5                                 |
| 75 % persentil                                          | 5,0                                 |

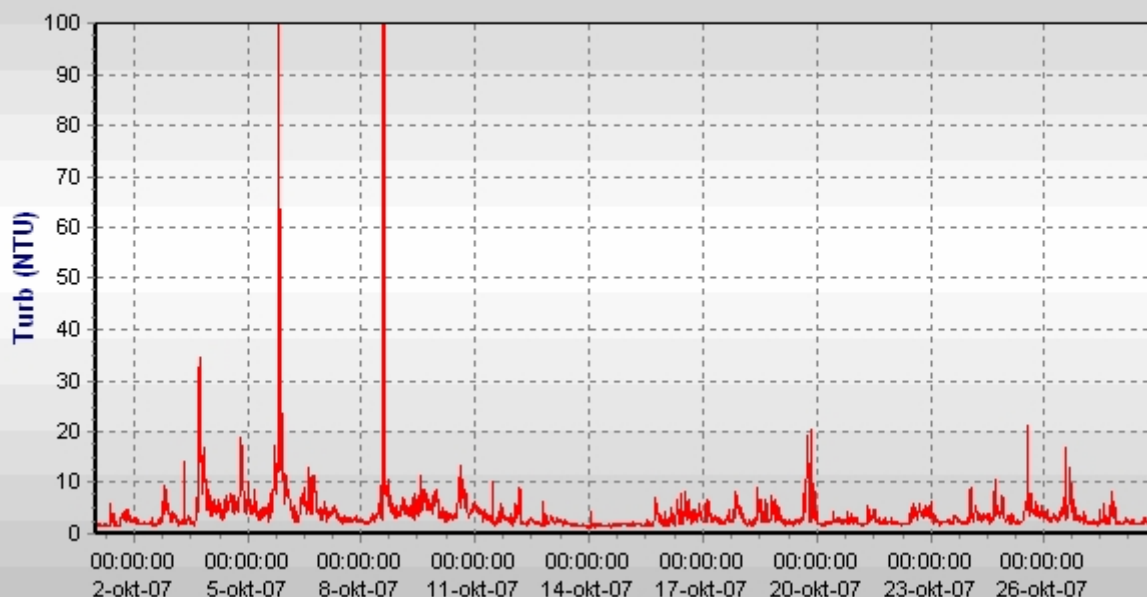
### Kommentarer:

Ved mudring i Bjørvika og Lohavn, måles bakgrunnsnivået for turbiditet ved Sørengutstikkeren.

I uke 43 var turbiditet ved referansestasjonen unormalt høy, og 4 NTU ble benyttet som referanseverdi. Se ukerapport for flere detaljer.

|              |                            |                                                                                       |
|--------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| OSLO HAVN KF | Rapport nr.<br>20051785-37 | Figur nr.<br>A-2                                                                      |
|              | Tegner<br>AP               | Dato<br>2007-11-28                                                                    |
|              | Kontrollert<br>AO          |  |
|              | Godkjent<br>AO             |                                                                                       |

T048 46950269



## Nøkkeldata

| Hendelse                                                | Kommentar            |
|---------------------------------------------------------|----------------------|
| Måleperiode                                             | 1/10-07 til 28/10-07 |
| Nedetid automatisk bøye                                 | Nei                  |
| Turbiditet over grenseverdi*                            | Nei                  |
| <b>Statistisk oppsummering av turbiditetsdata (NTU)</b> |                      |
| 25 % persentil                                          | 2,0                  |
| Middelverdi                                             | 3,0                  |
| Gjennomsnitt                                            | 3,7                  |
| 75 % persentil                                          | 4,0                  |

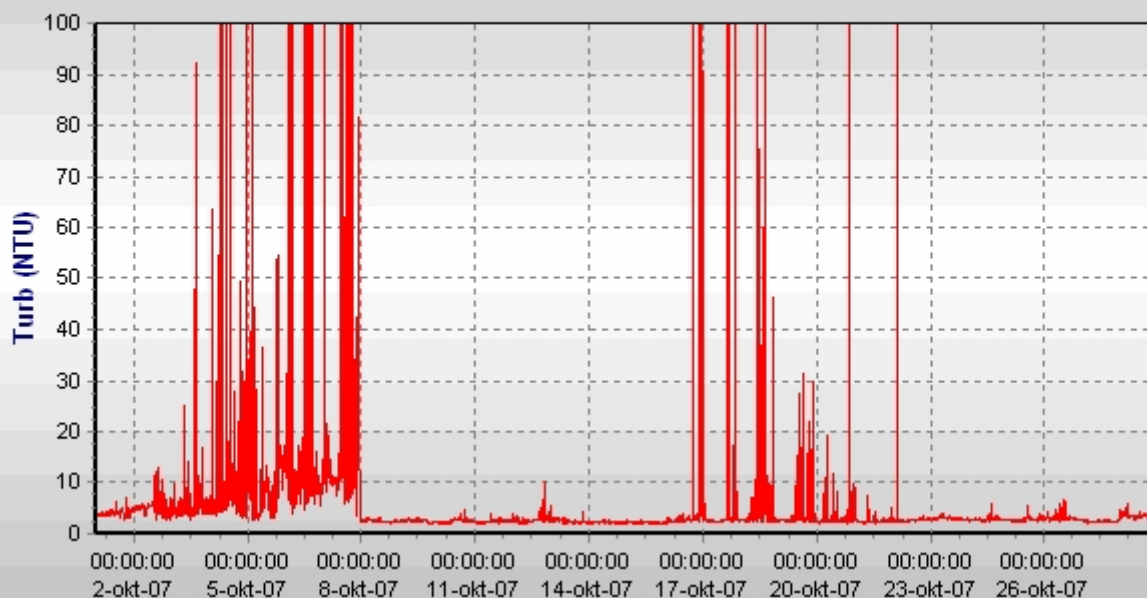
\* Grenseverdien er definert som 5 NTU over referanse. Ved overskridelse av grenseverdi i mer enn 20 minutter, skal arbeidene stanses og årsaksforhold avklares.

### Kommentarer:

Det måles turbiditet ved mudringslekteren når det pågår arbeider. Turbiditet over grenseverdi varsles via SMS og maskinfører stanser arbeidene til turbiditeten er tilbake på lave verdier. Stans i arbeidene blir loggført (vedlegg B).

|                                            |                                   |                                                                                       |
|--------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>OSLO HAVN KF</b>                        | Rapport nr.<br><b>20051785-37</b> | Figur nr.<br><b>A-3</b>                                                               |
| Turbiditet ved mudringspunkt i Bestumkilen | Tegner<br><b>AP</b>               | Dato<br>2007-11-28                                                                    |
|                                            | Kontrollert<br><b>AO</b>          |  |
|                                            | Godkjent<br><b>AO</b>             |                                                                                       |

Ref. T048 46950782



## Nøkkeldata

| Hendelse                                                | Kommentar                           |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Måleperiode                                             | 1/10-07 til 28/10-07                |
| Nedetid automatisk bøye                                 | Nei                                 |
| Turbiditet over grenseverdi                             | Ikke relevant for referansemålinger |
| <b>Statistisk oppsummering av turbiditetsdata (NTU)</b> |                                     |
| 25 % persentil                                          | 3,0                                 |
| Middelverdi                                             | 3,0                                 |
| Gjennomsnitt                                            | 2,9                                 |
| 75 % persentil                                          | 3,0                                 |

## Kommentarer:

Ved mudring i Bestumkilen måles bakgrunnsnivået for turbiditet ved en servicebrygge lengre ut i kilen.

I uke 40 og 42 var turbiditet ved referansestasjonen i Bestumkilen unormalt høy. Referanseverdi ble derfor satt ned til antatt 4 NTU. Se ukerapportene for flere detaljer. Data fra disse to ukene er tatt ut av grunnlag for statistisk oppsummering av turbiditetsdata.

|                                                |                            |                                                                                       |
|------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| OSLO HAVN KF                                   | Rapport nr.<br>20051785-37 | Figur nr.<br>A-4                                                                      |
| Turbiditet ved mudringsreferanse i Bestumkilen | Tegner<br>AP               | Dato<br>2007-11-28                                                                    |
|                                                | Kontrollert<br>AO          |  |
|                                                | Godkjent<br>AO             |                                                                                       |



## **Vedlegg B - Logg for stans i arbeidene ved mudring**

**LOGG FOR STANS I ARBEIDENE VED MUDRING**

I henhold til kontrollplanen skal arbeidene avbrytes hvis turbiditet ved mudring overskrider det naturlige bakgrunnsnivået med 5 NTU i mer enn 20 minutter. Mudringen kan ikke gjenopptas før partikkelmengden (turbiditeten) er på akseptabelt nivå. Tabell B1 og B2 viser Secoras logg som dokumenterer de stans som er gjort ved mudring i perioden 1.-28. oktober 2007.

*Tabell B1 Logg for stans i mudring som følge av turbiditet over grenseverdi, oktober 2007-Bjørsvika og Lohavn (Transport 052).*

| Dato     | Stans i mudring |         |
|----------|-----------------|---------|
|          | Fra kl.         | Til kl. |
| 18/10-07 | 07:53           | 08:11   |
| 25/10-07 | 12:04           | 12:20   |

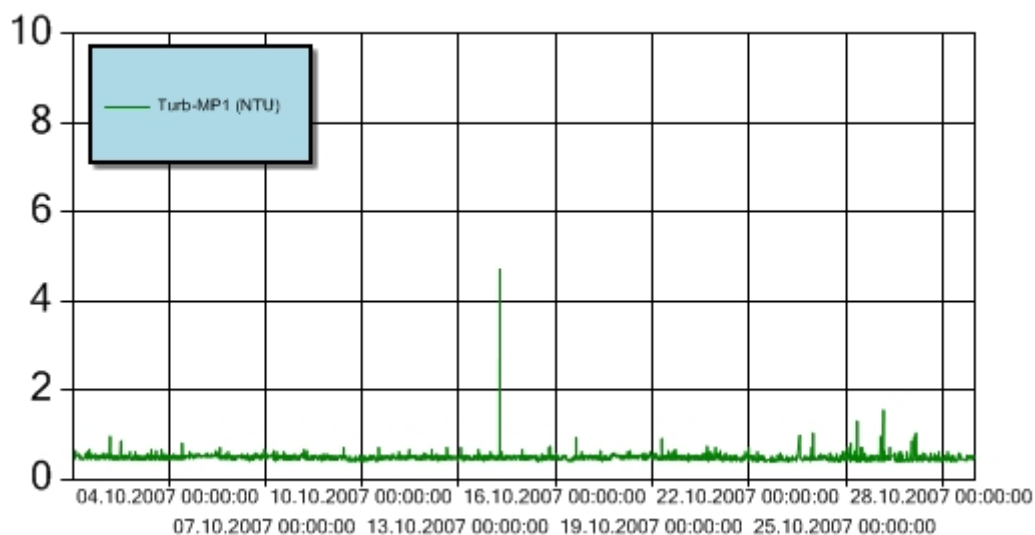
*Tabell B2 Logg for stans i mudring som følge av turbiditet over grenseverdi, oktober 2007-Bestumkilen (Transport 048).*

| Dato      | Stans i mudring |         |
|-----------|-----------------|---------|
|           | Fra kl.         | Til kl. |
| 03.10.07  | 17:00           | 22:00   |
| 04.10.07  | 19:00           | 22:00   |
| 05.10.07  | 16:20           | 22:30   |
| 08.10.07  | 00:00           | 02:30   |
| 08.10.07  | 14:00           | 18:00   |
| 08.10.07  | 18:00           | 19:00   |
| 09.10.07* | 08:00           | 16:00   |
| 09.10.07  | 16:00           | 18:00   |
| 10.10.07  | 13:30           | 18:00   |
| 11.10.07* | 13:00           | 15:00   |
| 12.10.07* | 08:00           | 12:00   |
| 12.10.07* | 14:00           | 16:00   |

\* Stopp av tekniske årsaker



## **Vedlegg C - Overvåkningsdata fra dypvannsdeponiet**



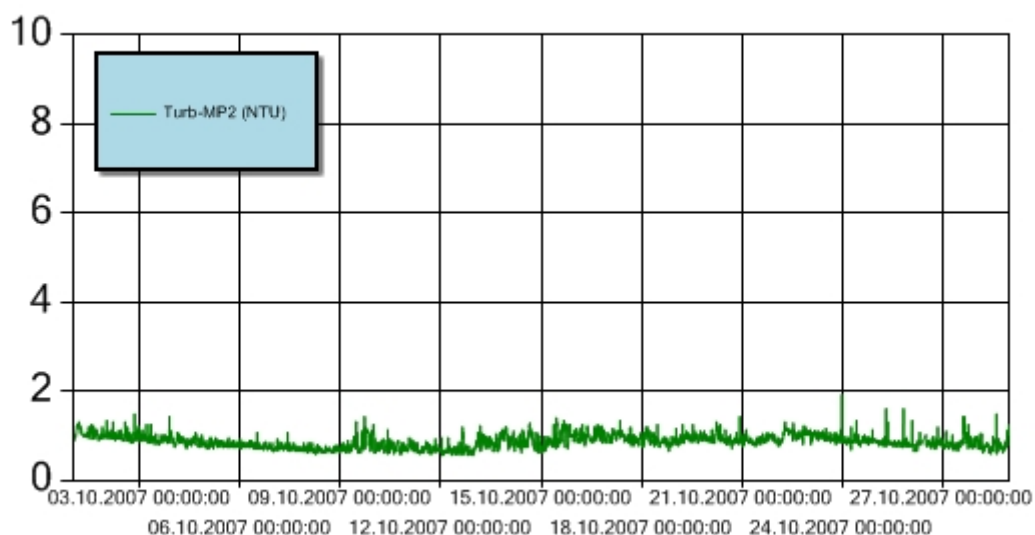
## Nøkkeldata

| Hendelse                                                | Kommentar            |
|---------------------------------------------------------|----------------------|
| Måleperiode                                             | 1/10-07 til 28/10-07 |
| Nedetid automatisk bøye                                 | Nei                  |
| Turbiditet over grenseverdi*                            | Nei                  |
| Enkeltmålinger høyere enn 5 NTU+Referanse               | Nei                  |
| <b>Statistisk oppsummering av turbiditetsdata (NTU)</b> |                      |
| 25 % persentil                                          | 0,5                  |
| Middelverdi                                             | 0,5                  |
| Gjennomsnitt                                            | 0,5                  |
| 75 % persentil                                          | 0,5                  |

\* Grenseverdien er definert som 5 NTU over referanse. Ved overskridelse av grenseverdi i mer enn 20 minutter, skal arbeidene stanses og årsaksforhold avklares.

## Kommentarer:

|                              |                                   |                                                                                       |
|------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>OSLO HAVN KF</b>          | Rapport nr.<br><b>20051785-37</b> | Figur nr.<br><b>C-1</b>                                                               |
| Turbiditet ved målepunkt MP1 | Tegner<br>AP                      | Dato<br>2007-11-25                                                                    |
|                              | Kontrollert<br>AO                 |  |
|                              | Godkjent<br>AO                    |                                                                                       |



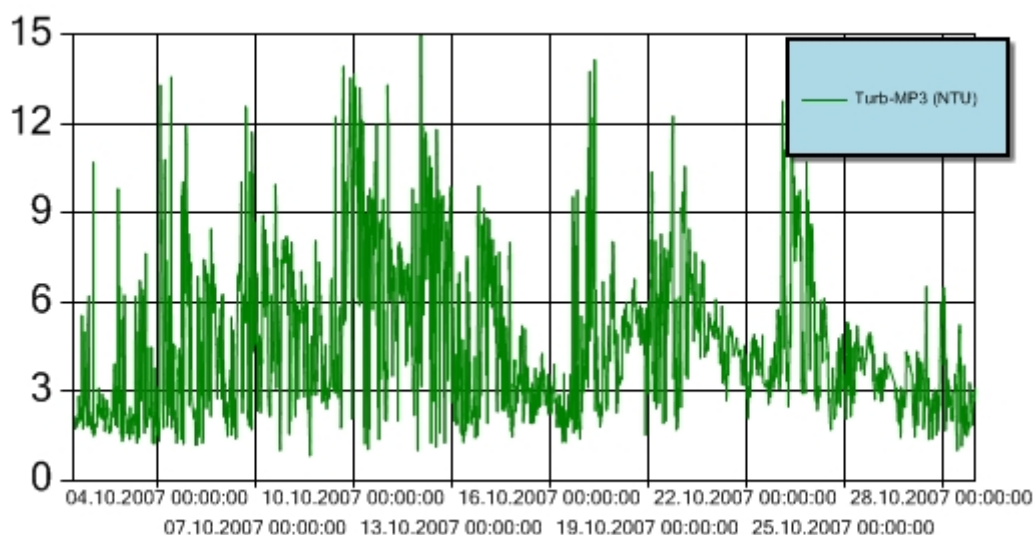
## Nøkkeldata

| Hendelse                                                | Kommentar            |
|---------------------------------------------------------|----------------------|
| Måleperiode                                             | 1/10-07 til 28/10-07 |
| Nedetid automatisk bøye                                 | Nei                  |
| Turbiditet over grenseverdi*                            | Nei                  |
| Enkeltmålinger høyere enn 5 NTU+Referanse               | Nei                  |
| <b>Statistisk oppsummering av turbiditetsdata (NTU)</b> |                      |
| 25 % persentil                                          | 0,8                  |
| Middelverdi                                             | 0,9                  |
| Gjennomsnitt                                            | 0,9                  |
| 75 % persentil                                          | 1,0                  |

\* Grenseverdien er definert som 5 NTU over referanse. Ved overskridelse av grenseverdi i mer enn 20 minutter, skal arbeidene stanses og årsaksforhold avklares.

## Kommentarer:

|                              |                                   |                                                                                       |
|------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>OSLO HAVN KF</b>          | Rapport nr.<br><b>20051785-37</b> | Figur nr.<br><b>C-2</b>                                                               |
| Turbiditet ved målepunkt MP2 | Tegner<br>AP                      | Dato<br>2007-11-25                                                                    |
|                              | Kontrollert<br>AO                 |  |
|                              | Godkjent<br>AO                    |                                                                                       |



## Nøkkeldata

| Hendelse                                    | Kommentar                                                                                                     |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Måleperiode                                 | 1/10-07 til 28/10-07                                                                                          |
| Nedetid automatisk bøye                     | Nei. Noe uregelmessig dataoverføring i perioden 9-17/10-07                                                    |
| Turbiditet over grenseverdi*                | 4-5/10-07 (avvik nr. 113)<br>11/10-07 (avvik nr. 114)<br>17/10-07 (avvik nr. 115)<br>23/10-07 (avvik nr. 116) |
| Enkeltmålinger høyere enn 5 NTU + Referanse | 715                                                                                                           |

### Statistisk oppsummering av turbiditetsdata (NTU)

|                |     |
|----------------|-----|
| 25 % persentil | 2,6 |
| Middelverdi    | 4,0 |
| Gjennomsnitt   | 4,6 |
| 75 % persentil | 6,2 |

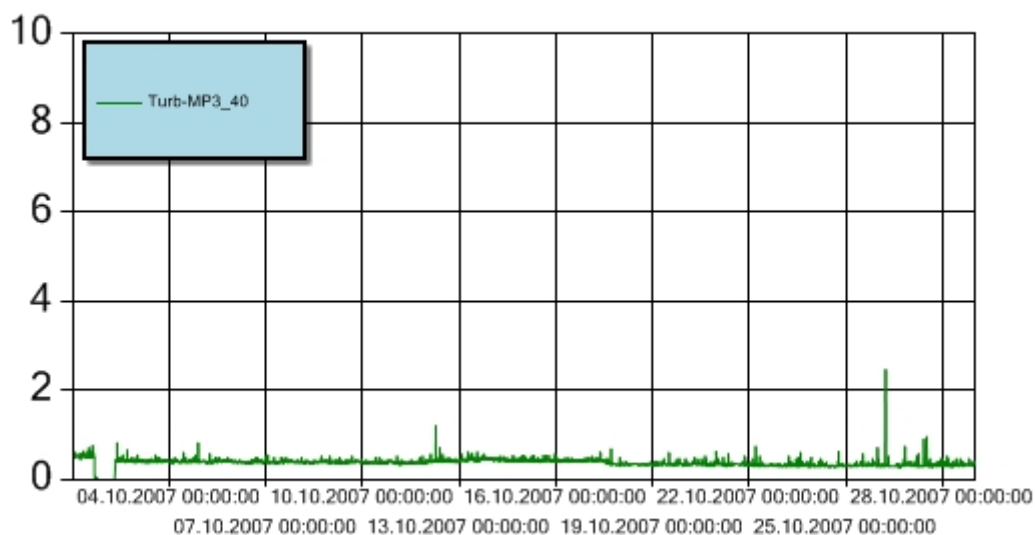
\* Grenseverdien er definert som 5 NTU over referanse. Ved overskridelse av grenseverdi i mer enn 20 minutter, skal arbeidene stanses og årsaksforhold avklares.

### Kommentarer:

Det er nedført masser fra Bestumkilen med høyere organisk innhold enn masser fra indre havn. Det er også nedført leirholdige masser fra Lohavn som har krevd økt vannforbruk for å gjøre massene pumpbare. Dette har ført til forhøyet turbiditet og overskridelser av grenseverdi i perioden. Det ble besluttet å iverksette økt salttilsetting til massene fra Bestumkilen som avbøtende tiltak. Videre ble det i uke 43 besluttet å demontere bunnplaten i duffusoren på nedføringsrøret samt senke dette ytterligere ned mot sjøbunnen (ned til 0,8-1 m over sjøbunn). Tiltakene gav positivt effekt, og det ble observert en generell normalisering av turbiditet ved målestasjon MP3 fra uke 43.

Det naturlige bakgrunnsnivået for partikler (turbiditet) har i perioden vært 1,6 NTU (se figur C-8 for detaljer)

|                              |                                   |                                                                                       |
|------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>OSLO HAVN KF</b>          | Rapport nr.<br><b>20051785-37</b> | Figur nr.<br><b>C-3</b>                                                               |
| Turbiditet ved målepunkt MP3 | Tegner<br>AP                      | Dato<br>2007-11-25                                                                    |
|                              | Kontrollert<br>AO                 |  |
|                              | Godkjent<br>AO                    |                                                                                       |



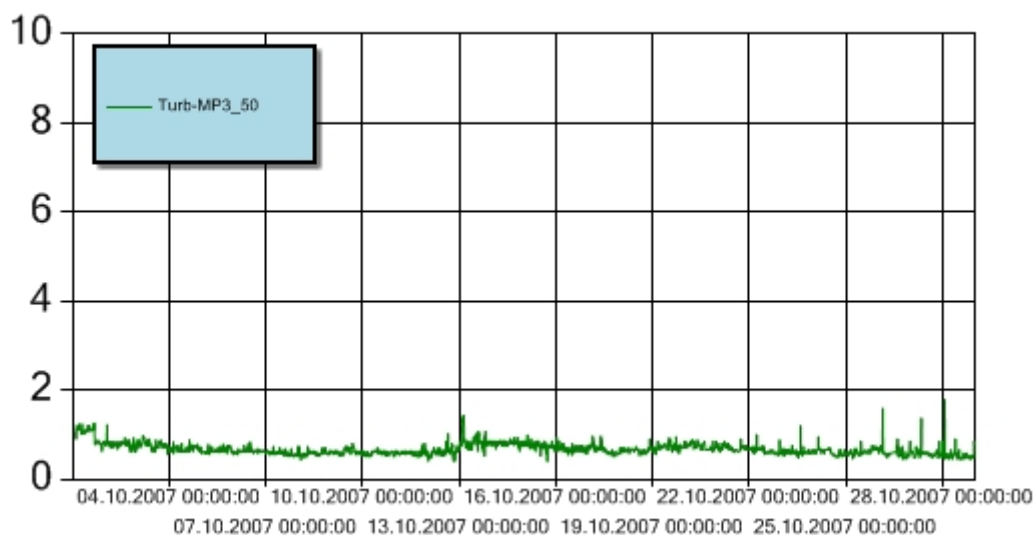
## Nøkkeldata

| Hendelse                                                | Kommentar            |
|---------------------------------------------------------|----------------------|
| Måleperiode                                             | 1/10-07 til 28/10-07 |
| Nedetid automatisk bølge                                | Nei                  |
| Turbiditet over grenseverdi*                            | Nei                  |
| Enkeltmålinger høyere enn 5 NTU + Referanse             | Nei                  |
| <b>Statistisk oppsummering av turbiditetsdata (NTU)</b> |                      |
| 25 % persentil                                          | 0,4                  |
| Middelerverdi                                           | 0,4                  |
| Gjennomsnitt                                            | 0,4                  |
| 75 % persentil                                          | 0,4                  |

\* Grenseverdien er definert som 5 NTU over referanse. Ved overskridelse av grenseverdi i mer enn 20 minutter, skal arbeidene stanses og årsaksforhold avklares.

## Kommentarer:

|                                   |                                   |                                                                                       |
|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>OSLO HAVN KF</b>               | Rapport nr.<br><b>20051785-37</b> | Figur nr.<br><b>C-4</b>                                                               |
| Turbiditet ved målepunkt MP3-40 m | Tegner<br><b>AP</b>               | Dato<br>2007-11-25                                                                    |
|                                   | Kontrollert<br><b>AO</b>          |  |
|                                   | Godkjent<br><b>AO</b>             |                                                                                       |



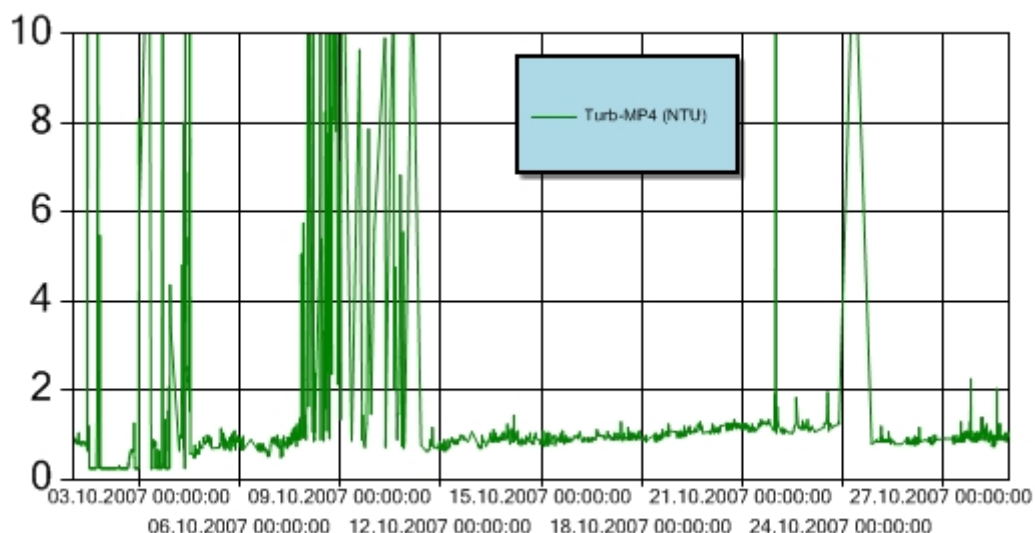
## Nøkkeldata

| Hendelse                                                | Kommentar            |
|---------------------------------------------------------|----------------------|
| Måleperiode                                             | 1/10-07 til 28/10-07 |
| Nedetid automatisk bøye                                 | Nei                  |
| Turbiditet over grenseverdi*                            | Nei                  |
| Enkeltmålinger høyere enn 5 NTU + Referanse             | Nei                  |
| <b>Statistisk oppsummering av turbiditetsdata (NTU)</b> |                      |
| 25 % persentil                                          | 0,6                  |
| Middelerverdi                                           | 0,7                  |
| Gjennomsnitt                                            | 0,7                  |
| 75 % persentil                                          | 0,7                  |

\* Grenseverdien er definert som 5 NTU over referanse. Ved overskridelse av grenseverdi i mer enn 20 minutter, skal arbeidene stanses og årsaksforhold avklares.

## Kommentarer:

|                                   |                                   |                                                                                       |
|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>OSLO HAVN KF</b>               | Rapport nr.<br><b>20051785-37</b> | Figur nr.<br><b>C-5</b>                                                               |
| Turbiditet ved målepunkt MP3-50 m | Tegner<br><b>AP</b>               | Dato<br>2007-11-25                                                                    |
|                                   | Kontrollert<br><b>AO</b>          |  |
|                                   | Godkjent<br><b>AO</b>             |                                                                                       |



## Nøkkeldata

| Hendelse                                                  | Kommentar                  |
|-----------------------------------------------------------|----------------------------|
| Måleperiode                                               | 1/10-07 til 28/10-07       |
| Nedetid automatisk bøye                                   | 2-24/10-07 (avvik nr. 112) |
| Turbiditet over grenseverdi*                              | Nei                        |
| Enkeltmålinger høyere enn 5 NTU+Referanse                 | 3**                        |
| <b>Statistisk oppsummering av turbiditetsdata (NTU)**</b> |                            |
| 25 % persentil                                            | 0,3                        |
| Middelverdi                                               | 0,8                        |
| Gjennomsnitt                                              | 0,8                        |
| 75 % persentil                                            | 0,9                        |

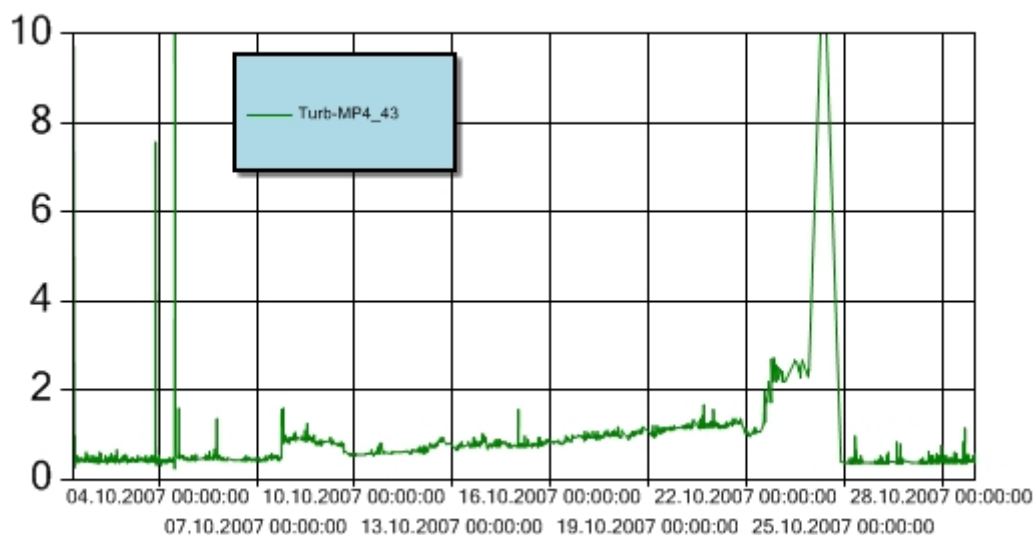
\* Grenseverdien er definert som 5 NTU over referanse. Ved overskridelse av grenseverdi i mer enn 20 minutter, skal arbeidene stanses og årsaksforhold avklares.

\*\* Data fra perioden 2-24/10-07 er ikke tatt med i datagrunnlaget

### Kommentarer:

Målebøyen ble slitt løs fra moring og var ute av posisjon i perioden 2-24/10-07. Data fra denne perioden er ikke å betrakte som reelle.

|                              |                                   |                                                                                       |
|------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>OSLO HAVN KF</b>          | Rapport nr.<br><b>20051785-37</b> | Figur nr.<br><b>C-6</b>                                                               |
| Turbiditet ved målepunkt MP4 | Tegner<br>AP                      | Dato<br>2007-11-25                                                                    |
|                              | Kontrollert<br>AO                 |  |
|                              | Godkjent<br>AO                    |                                                                                       |



## Nøkkeldata

| Hendelse                                                  | Kommentar                  |
|-----------------------------------------------------------|----------------------------|
| Måleperiode                                               | 1/10-07 til 28/10-07       |
| Nedetid automatisk bøye                                   | 2-24/10-07 (avvik nr. 112) |
| Turbiditet over grenseverdi*                              | Nei                        |
| Enkeltmålinger høyere enn 5 NTU + Referanse               | 3**                        |
| <b>Statistisk oppsummering av turbiditetsdata (NTU)**</b> |                            |
| 25 % persentil                                            | 0,4                        |
| Middelverdi                                               | 0,4                        |
| Gjennomsnitt                                              | 0,4                        |
| 75 % persentil                                            | 0,4                        |

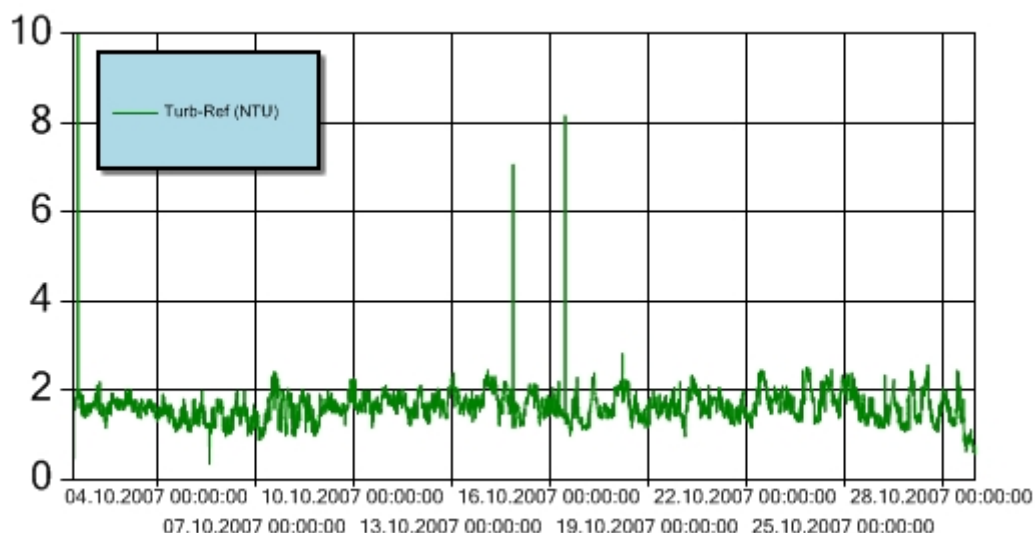
\* Grenseverdien er definert som 5 NTU over referanse. Ved overskridelse av grenseverdi i mer enn 20 minutter, skal arbeidene stanses og årsaksforhold avklares.

\*\* Data fra perioden 2-24/10-07 er ikke tatt med i datagrunnlaget

### Kommentarer:

Målebøyen ble slitt løs fra moring og var ute av posisjon i perioden 2-24/10-07. Data fra denne perioden er ikke å betrakte som reelle.

|                                   |                                   |                                                                                       |
|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>OSLO HAVN KF</b>               | Rapport nr.<br><b>20051785-37</b> | Figur nr.<br><b>C-7</b>                                                               |
| Turbiditet ved målepunkt MP4-43 m | Tegner<br><b>AP</b>               | Dato<br>2007-11-25                                                                    |
|                                   | Kontrollert<br><b>AO</b>          |  |
|                                   | Godkjent<br><b>AO</b>             |                                                                                       |



## Nøkkeldata

| Hendelse                                                 | Kommentar                           |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Måleperiode                                              | 1/10-07 til 28/10-07                |
| Nedetid automatisk bøye                                  | Nei                                 |
| Turbiditet over grenseverdi                              | Ikke relevant for referansemålinger |
| Enkeltmålinger høyere enn 5 NTU+Referanse                |                                     |
| <b>Statistisk oppsummering av turbiditetsdata (NTU)*</b> |                                     |
| 25 % persentil                                           | 1,4                                 |
| Middelverdi                                              | 1,6                                 |
| Gjennomsnitt                                             | 1,6                                 |
| 75 % persentil                                           | 1,8                                 |

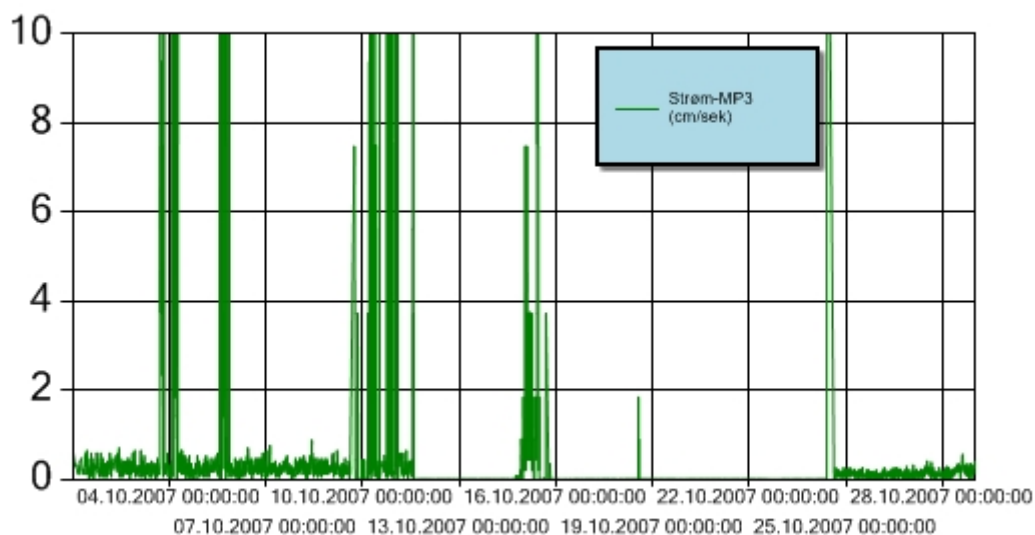
\* Data fra perioden bøyen ikke var i posisjon er ikke inkludert i statistisk oppsummering av turbiditetsdata.

### Kommentarer:

I perioden har turbiditeten i bunnvannet i Bekkelagsbassenget naturlig vært forhøyet på grunn av at oksygenkonsentrasjonen i vannet er lav (suboksisk). Dette har gitt utfelling av mineraler observert som høyere partikkelmengde (turbiditet). Dette ble også observert høsten 2006, se månedsrapport for oktober 2006.

Resultater fra NIVAs hydrokjemiske overvåkning 23/10-07 (toktrapport er tilgjengelig fra fagrådet for indre Oslofjords nettsider) bekrefter at det er svært lav konsentrasjon av oksygen i Bekkelagsbassengets bunnvann.

|                                |                                   |                                                                                       |
|--------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>OSLO HAVN KF</b>            | Rapport nr.<br><b>20051785-37</b> | Figur nr.<br><b>C-8</b>                                                               |
| Turbiditet ved målepunkt T-Ref | Tegner<br><b>AP</b>               | Dato<br>2007-11-25                                                                    |
|                                | Kontrollert<br><b>AO</b>          |  |
|                                | Godkjent<br><b>AO</b>             |                                                                                       |



## Nøkkeldata

| Hendelse                                                              | Kommentar                                           |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Måleperiode                                                           | 1/10-07 til 28/10-07                                |
| Nedetid automatisk bøye                                               | Nei, men målingene har vært beheftet med signalstøy |
| Strømhastighet over grenseverdi*                                      | Nei                                                 |
| <b>Statistisk oppsummering av strømhastighetsdatadata (cm/sekund)</b> |                                                     |
| 25 % persentil                                                        | 0,0                                                 |
| Middelverdi                                                           | 0,1                                                 |
| Gjennomsnitt                                                          | 0,5                                                 |
| 75 % persentil                                                        | 0,2                                                 |

\* Grenseverdien er definert som 6 cm/sekund vedvarende i 3 timer.

## Kommentarer

Målingene har i perioden vært beheftet med signalstøy. Dette ble utbedret 24/10-07 ved at det ble skiftet ut skadet signalkabel ved målebøyen Gjennomsnittlig strømhastighet for perioden etter reparasjonen er 0,1 cm/sekund.

|                                  |                                   |                                                                                       |
|----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>OSLO HAVN KF</b>              | Rapport nr.<br><b>20051785-37</b> | Figur nr.<br><b>C-9</b>                                                               |
| Strømhastighet ved målepunkt MP3 | Tegner<br>AP                      | Dato<br>2007-11-25                                                                    |
|                                  | Kontrollert<br>AO                 |  |
|                                  | Godkjent<br>AO                    |                                                                                       |

# Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



| <b>Dokumentinformasjon/Document information</b>                                                                             |                                       |                                                       |                                                          |                                                           |                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <b>Dokumenttittel/Document title</b><br>Overvåking av forurensning ved mudring og deponering<br>Månedssrapport oktober 2007 |                                       |                                                       |                                                          | <b>Dokument nr/Document No.</b><br>20051785-37            |                                                                        |
| <b>Dokumenttype/Type of document</b>                                                                                        |                                       | <b>Distribusjon/Distribution</b>                      |                                                          | <b>Dato/Date</b><br>16. januar 2008                       |                                                                        |
| <input checked="" type="checkbox"/> Rapport/Report                                                                          |                                       | <input type="checkbox"/> Fri/Unlimited                |                                                          | <b>Rev.nr./Rev.No.</b><br>0                               |                                                                        |
| <input type="checkbox"/> Teknisk notat/Technical Note                                                                       |                                       | <input checked="" type="checkbox"/> Begrenset/Limited |                                                          |                                                           |                                                                        |
|                                                                                                                             |                                       | <input type="checkbox"/> Ingen/None                   |                                                          |                                                           |                                                                        |
| <b>Oppdragsgiver/Client</b><br>Oslo Havn KF                                                                                 |                                       |                                                       |                                                          |                                                           |                                                                        |
| <b>Emneord/Keywords</b><br>Environmental geotechnology, field instrumentation, harbour, sea water, sea bed                  |                                       |                                                       |                                                          |                                                           |                                                                        |
| <b>Stedfesting/Geographical information</b>                                                                                 |                                       |                                                       |                                                          |                                                           |                                                                        |
| <b>Land, fylke/Country, County</b><br>Oslo                                                                                  |                                       |                                                       |                                                          | <b>Havområde/Offshore area</b>                            |                                                                        |
| <b>Kommune/Municipality</b><br>Oslo                                                                                         |                                       |                                                       |                                                          | <b>Felt navn/Field name</b>                               |                                                                        |
| <b>Sted/Location</b><br>Malmøykalven                                                                                        |                                       |                                                       |                                                          | <b>Sted/Location</b>                                      |                                                                        |
| <b>Kartblad/Map</b><br>1914IV                                                                                               |                                       |                                                       |                                                          | <b>Felt, blokknr./Field, Block No.</b>                    |                                                                        |
| <b>UTM-koordinater/UTM-coordinates</b><br>32VNM375970                                                                       |                                       |                                                       |                                                          |                                                           |                                                                        |
| <b>Dokumentkontroll/Document control</b>                                                                                    |                                       |                                                       |                                                          |                                                           |                                                                        |
| <b>Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001</b>                                          |                                       |                                                       |                                                          |                                                           |                                                                        |
| Rev./<br>Rev.                                                                                                               | Revisjonsgrunnlag/Reason for revision | Egen-<br>kontroll/<br>Self review<br>av/by:           | Sidemanns-<br>kontroll/<br>Colleague<br>review<br>av/by: | Uavhengig<br>kontroll/<br>Independent<br>review<br>av/by: | Tverrfaglig<br>kontroll/<br>Inter-<br>disciplinary<br>review<br>av/by: |
| 0                                                                                                                           | Original dokument                     | AP                                                    | AO                                                       |                                                           |                                                                        |
|                                                                                                                             |                                       |                                                       |                                                          |                                                           |                                                                        |
|                                                                                                                             |                                       |                                                       |                                                          |                                                           |                                                                        |
|                                                                                                                             |                                       |                                                       |                                                          |                                                           |                                                                        |
|                                                                                                                             |                                       |                                                       |                                                          |                                                           |                                                                        |
|                                                                                                                             |                                       |                                                       |                                                          |                                                           |                                                                        |
|                                                                                                                             |                                       |                                                       |                                                          |                                                           |                                                                        |
|                                                                                                                             |                                       |                                                       |                                                          |                                                           |                                                                        |
| <b>Dokument godkjent for utsendelse/<br/>Document approved for release</b>                                                  |                                       | <b>Dato/Date</b>                                      |                                                          | <b>Sign. Prosjektleder/Project Manager</b>                |                                                                        |
|                                                                                                                             |                                       |                                                       |                                                          | Audun Hauge                                               |                                                                        |