

Overvåking av forurensning ved mudring og deponering

Månedrappport september 2007

Rev. 0
20051785-35

21. desember 2007

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

Måned rapport september 2007

Rev. 0

20051785-35

21. desember 2007

Oppdragsgiver: Oslo Havn KF

Kontaktperson: Kjetil Lønborg Jensen

Kontraktreferanse: 40HAV05

For Norges Geotekniske Institutt

Prosjektleder: Audun Hauge

Rapport utarbeidet av: Anita Nybakk

Arbeid også utført av: Øyvind Kvalvåg
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). Denne månedrapporten omfatter aktiviteten i perioden 27. august – 30. september 2007.

- I denne rapporteringsperioden ble det oppdaget av Det Norske Veritas at Secora har drevet med ulovlig dumping av forurensede sedimenter til overflaten.
- Kontinuerlig overvåkning viser at strømhastigheten har vært lav i perioden (gjennomsnittshastighet lik 0,3 cm/sekund). Det har ikke vært noen episoder med strømhastighet over grenseverdien, men der har vært uregelmessigheter og støy, og i perioder har dataene blitt vurdert som ikke reelle.
- Det er registrert 10 episoder med turbiditet over grenseverdien ved MP3 i perioden. Kun en episode ble registrert mens det i følge Secoras logg ble nedført masser. Vannprøver ble tatt og turbiditetsprofiler ble målt.
- Den 29. august ble det tatt vannprøver i deponiområdet, i Bunnefjorden og ved 3 badeplasser. Resultatene viser at vannkvaliteten i deponiområdet og i Bunnefjorden er det samme som vi har sett tidligere. Ved badeplassene har konsentrasjonen av metaller gått ned siden juli i år.
- Det ble gjennomført en turbiditetskartlegging av deponiområdet den 13. og 27. september. Målingen den 13. september ble gjort etter 4 dager uten nedføring, og viste ingen verdier over 6 NTU. Kartleggingen den 27. september foregikk i en periode hvor turbiditeten var høy, mellom to overskridelser ved MP3. Resultatene viste beskjeden spredning ved MP3, men ingen spredning av partikler opp over terskelnivå.
- Det har ikke vært søl eller andre uønskede hendelser i forbindelse med mudring, transport eller nedføring av sedimenter.
- Ved Hoffselvas utløp ble det i uke 36 etablert siltgardin for å avgrense partikkelspredning fysisk fra mudringslekter mot elvemunningen, i forbindelse med fiskevandringen. Siltgardinen ble satt ut rundt en uke etter fristen, 1. september, på grunn av praktiske forhold.

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 ...	11
3.3	Kontroll av ev. spredning under deponering, sedimentprøver	12
3.4	Kontroll av saltinnhold	12
3.5	Kontroll av strømhastighet	14
3.6	Kontroll av leverte masser	14
3.7	Overvåkning av stabilitet i sjeteer	14
3.8	Kontroll av transport og lossing til nedføring.....	15
4	KONTROLL AV VANNKVALITET	15
4.1	Vannkvalitet ved mudringsområdet.....	15
4.2	Vannkvalitet ved dypvannsdeponiet og i Bunnefjorden.....	17
4.3	Dokumentasjon av PAH og PCB ved lave deteksjonsgrenser.....	21
4.4	Vannkvalitet badeplasser	21
4.5	Turbiditet ved dypvannsdeponi	24
5	MILJØTEKNISKE AVVIK.....	30
6	OPPSUMMERING	31
7	REFERANSER	31

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).

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

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

Denne månedsrapporten oppsummerer aktivitet for perioden 27. august – 30. september 2007. Rapporten er delt inn i kapitler som samsvarer med kapittelinnstillingen i kontrollplanen.

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

2 KONTROLL UNDER MUDRING

2.1 Overvåking i sjø under mudring

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

Secora har i den aktuelle perioden mudret i Bjørvika og Bestumkilen. Det pågikk ingen mudring i tidsrommet 9. – 19. september 2007 da Secora reparerte nedføringsutstyr etter brekkasje, og lekterne ikke var ledig.

Under den utførte mudringen er partikkelmengden i vannet (turbiditeten) målt ved mudringsfartøyet, samt ved en referansestasjon. Når mudringen har foregått i Bjørvika, har referansemåleren vært plassert ved Sørengautstikkeren, mens når mudringen har pågått i Bestumkilen har referansemåleren vært plassert på servicebryggen ved den ytterste båtforeningen. 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 antatt å være 4 NTU, basert på turbiditet målt tidligere. Ved en eventuell overskridelse av grenseverdien genereres det et automatisk varsel via tekstmelding (SMS) til Secoras anleggsleder, maskinfører og NGIs kontrollansvarlig miljø.

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 er dokumentert i vedlegg B.

2.2 Overvåking 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 munning slik at arbeidene ikke har påvirket fiskevandringen. Statens vegvesen har i perioden jobbet i området med mudring i forbindelse med senketunnelen, og har derfor ansvaret for overvåking og tiltak i form av vandringskorridor i dette området.

I god tid før tiltaket ble etablert var det dialog mellom HAV og Fylkesmannens miljøvernavdeling for å avklare omfang og hensiktsmessighet av avbøtende tiltak ved Hoffselva. Det var enighet om at de kartlagte perioder for fiskevandring i Akerselva kunne antas å være gyldige også for Hoffselva.



Ved Hoffselvas utløp ble det i uke 36 etablert siltgardin for å avgrense partikkelspredning fysisk fra mudringslekter mot elvemunningen. Siltgardinen ble satt ut rundt en uke etter fristen, 1. september, 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. Det er ikke rapportert inn uønskede hendelser i denne perioden.

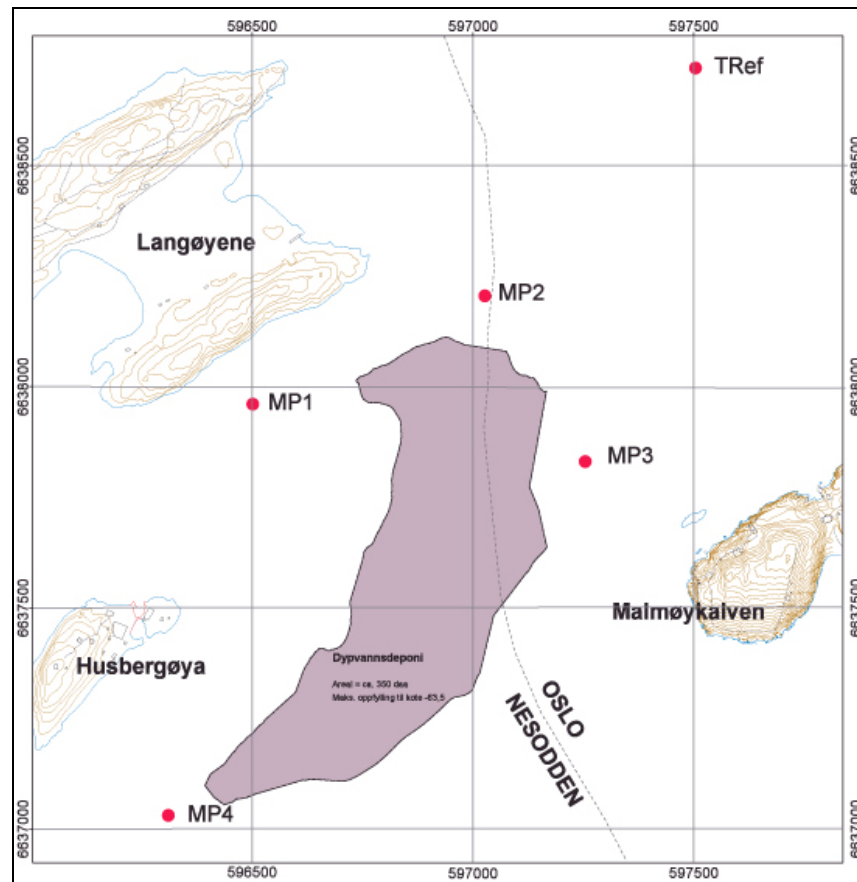
2.4 Kontroll av sjøbunn etter mudring

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 Overvåking 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 målepunkter rundt deponiet og ved en referansestasjon lengre nord i Bekkelagsbassenget. Plassering av målestasjonene er vist på oversiktskartet i Figur 1. På samtlige stasjoner er det plassert en turbiditetssensor ca. 3 meter over sjøbunnen. I tillegg er det utplassert sensorer ved 40 og 50 m vanddyb på MP3 og ved 43 m vanddyb på MP4.



Figur 1 Oversiktskart som viser plassering av overvåkningsbøyer rundt dypvannsdeponiet.

Bøyeriggene for turbiditetsmålinger er satt opp med utstyr fra Aanderaa Instruments som kontinuerlig måler innhold av partikler i vannet (turbiditet). Måledata fra bøylene 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 middelerdi, 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 27. august – 30. september 2007.

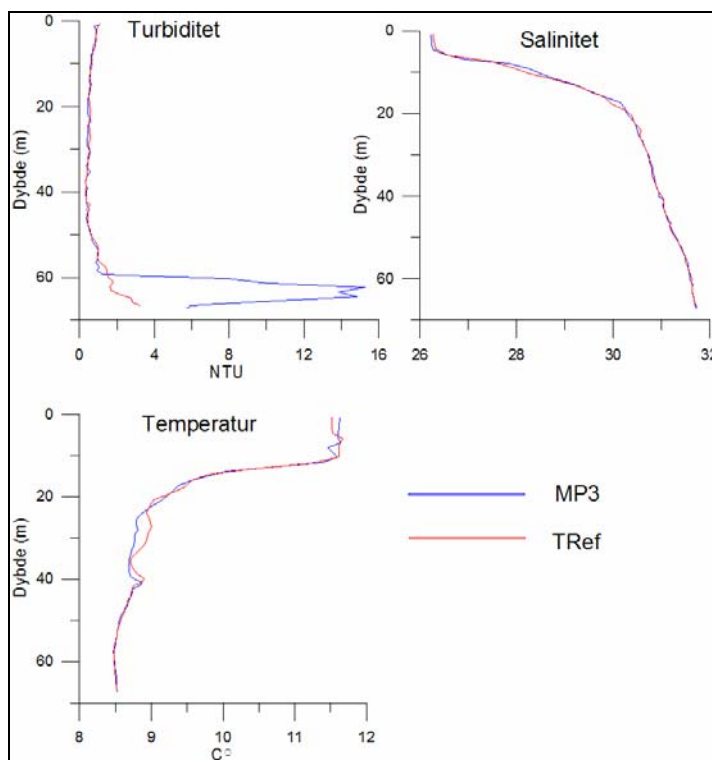
Stasjon	Nedetid ¹	Overskridelse av grenseverdi for turbiditet:	Turbiditet (NTU)			
			Nedre kvartil ²	Middel verdi	Gjennomsnitt	Øvre kvartil ³
MP1	4/9 kl. 0910-1150	Nei	0,5	0,5	0,5	0,6
MP2	2/9 kl. 1230-1900, 4/9 kl. 0910-1150, 5/9 kl. 1230-1440, 6/9 kl. 1554-1904, 7/9 kl. 1220-1840, 8/9 kl. 1000-1200, 8/9 kl. 1341-1550, 11/9 kl. 1520-1751 og 13/9 kl. 1210-1400.	Nei	1,0	1,1	1,1	1,3
MP3	29/8 kl. 1857 – 31/8 kl. 0940, 3/9 kl. 2010-2210, 4/9 kl. 0910-1150, 5/9 kl. 0851-1100, 17/9 kl. 0700 – 19/9 kl. 1122, 28/9 kl. 0952-1133, 29/9 kl. 0603-0752 og 30/9 kl. 1743-ut perioden.	29/8-07 (1 tilfelle) 27/9-07 (2 tilfeller) 28/9-07 (4 tilfeller) 29/9-07 (3 tilfeller)	0,7	1,2	1,8	2,3
MP3_50	29/8 kl. 1857 – 26/9 kl. 1242, 28/9 kl. 0952-1133 og 29/9 kl. 0603-0752	Nei	1,0	1,1	1,1	1,1
MP3_40	29/8 kl. 1857 – 26/9 kl. 1242, 28/9 kl. 0952-1133 og 29/9 kl. 0603-0752	Nei	0,3	0,5	0,4	0,5
MP4	4/9 kl. 0343 – 6/9 kl. 0851, 16/9 kl. 1002-1212 og 19/9 kl. 0342-0952	Nei	0,9	0,9	0,9	1,0
MP4_43	4/9 kl. 0343 – 6/9 kl. 0851, 16/9 kl. 1002-1212, 19/9 kl. 0342-0952 og 30/9 kl. 1942 – ut perioden.	Nei	0,4	0,4	0,5	0,5
TRef	31/8 kl. 0800 – ut perioden	Ikke relevant for referansemåling	1,6	1,9	1,9	2,1

¹ Se vedlegg C-1 til C-9 for detaljer, ² 25 % av måleverdiene er lavere enn dette, ³ 75 % av måleverdiene er lavere enn dette.

Den 4. september kl. 0910 – 1150 var serveren nede ved NGI, disse dataene har ikke blitt lastet ned i ettertid, hvilket betyr at de har gått tapt.

I perioden har det vært registret 10 episoder med overskridelser ved nedføring. Alle episodene har vært registret av hovedmåleren på MP3 (den nederste måleren). 9 av disse episodene er registret mens det i følge Secoras logg ikke har pågått nedføring. En episode, den 28. september, skjedde mens det pågikk nedføring, avvik nr. 110. Ved vannprøvetaking og turbiditetsmålinger ved MP3 og TRef ble det registret at nedføringen ikke hadde stoppet, men pågikk fremdeles. Årsaken til at nedføringen ikke hadde stoppet, var at Secoras formann ikke hadde mottatt SMS-varsel ved overskridelse, avvik nr. 111 og Secora avvik nr.114.

Figur 2 viser turbiditets-, salinitets, og temperaturprofilene ved MP3 og TRef ved overskridelsen 28. september.



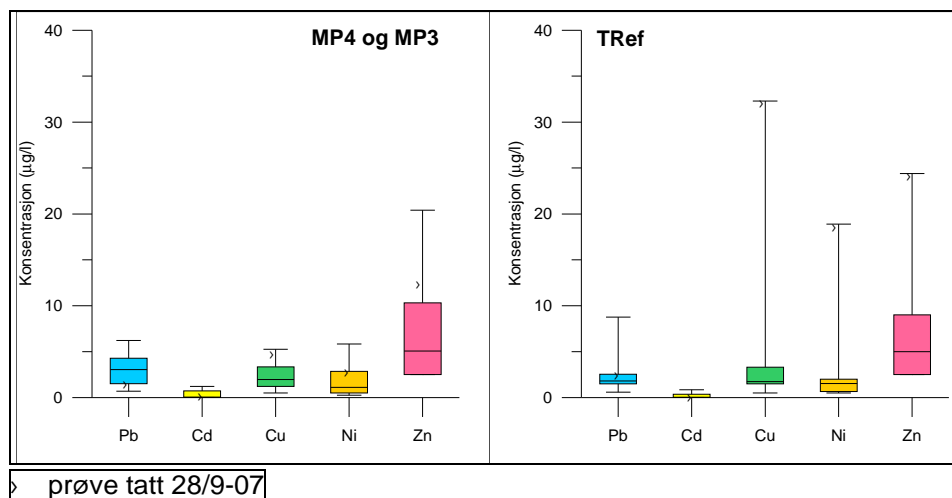
Figur 2 Turbiditets-, salinitets- og temperaturmålinger ved turbiditets-overskridelser ved MP3 den 28. september 2007 og tilsvarende profiler ved TRef.

Tabell 2 Analyseresultat for vannprøve tatt ved MP3 og TRef i forbindelse med overskridelse av grenseverdi for turbiditet 28. september 2007.

Parameter	Enhet	MP3, 60 m 28/9-07	TRef, 60 m 28/9-07	HC5 ¹⁾
Turbiditet ²⁾	NTU	1,1	0,72	-
Suspendert stoff ²⁾	mg/l	6,8	6,0	-
Pb	µg/l	0,957	2,19	11
Cd	µg/l	0,0789	<0,05	0,34
Cr	µg/l	1,09	1,06	8,7
Cu	µg/l	2,94	1,77	1,1
Hg	µg/l	<0,002	<0,002	0,23 ³⁾
Ni	µg/l	1,25	18,9	1,9
Zn	µg/l	7,12	24,4	7,3
PAH 16	µg/l	i.p.	i.p.	-
PCB 7	µg/l	i.p.	i.p.	-
TBT	µg/l	0,064	<0,013	-

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

Analyseresultatene av vannprøvene tatt ved MP3 og TRef den 28. september er oppgitt i Tabell 2, og viser verdier over grenseverdi for økologisk risiko for kobber, nikkell og sink. Dette er i samsvar med tidligere resultater, se Figur 3.



Figur 3 Konsentrasjonen av utvalgte tungmetaller ved turbiditetsoverskridelser. Datasettet omfatter alle observasjoner til og med september 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 i september 2007.

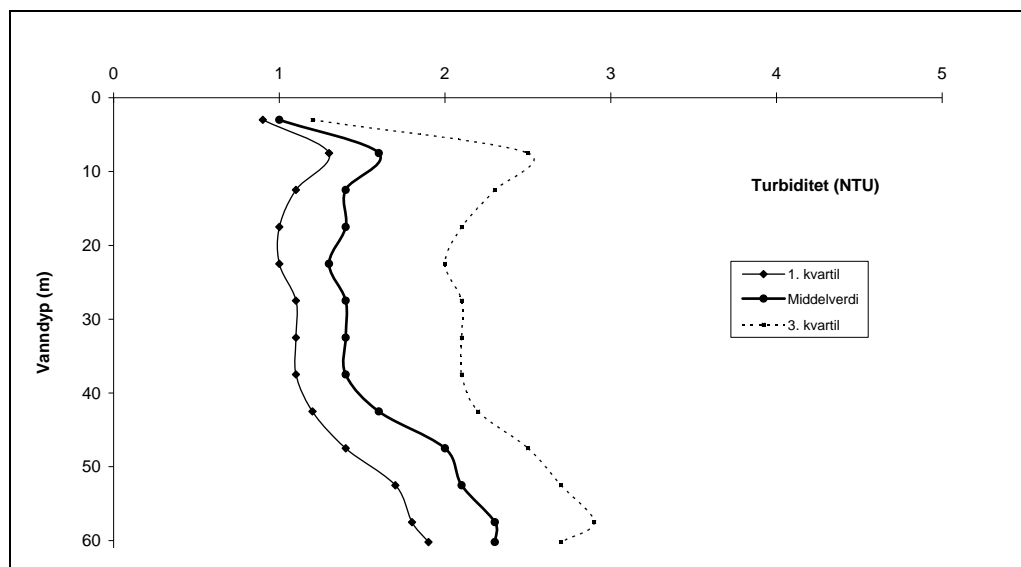
Den 29. august slet MP3 bøyen seg løs fra festet. Den ble oppdaget av en av fergene mellom Kavringen og Hovedøya. Dagen etter, den 30. august, ble bøyen tatt i land og kabelen ble tatt med til NGI. Det viste seg at alle tre turbiditetsmålerne hadde blitt skadet. Måleren på TRef ble flyttet over til MP3 bøyen og montert i den nederst posisjonen, i påvente av tre nye turbiditetsmålere. Bøyen ble satt ut igjen den 31. august. De nye målerne til MP3_50 og MP3_40 ble montert på den 26. september. Dette har medført at hovedmåleren på MP3 har vært ute av drift fra 29. august kl. 1857 til 31. august kl. 0940, MP3_50 og MP3_40 har vært ute av drift fra 29. august kl. 1857 til 26. september kl. 1242, og TRef har vært ute av drift fra 31. august og ut perioden.

Overvåkingen vurdertes som tilfredsstillende selv om MP3_50, MP3_40 og TRef var ute av drift i det gitte tidsrommet. Årsaken til det er at de aller fleste overskridelsene er blitt målt med hovedmåleren MP3, altså den dypeste måleren. Per dags dato har der ikke blitt registrert overskridelser verken i MP3_50 eller i MP3_40. Dessuten; når TRef er ute av drift blir 1 NTU benyttet som referanse verdi, noe som er en relativt konservativ verdi i forhold til de to siste måneders målinger.

Nye batterier og kontakter ble installert på samtlige bøyen 19. september (MP3, MP4 og MP1) og 26. september (MP2 og TRef).

På nedføringslekteren er det en sensor som måler partikkelmengden i hele vannsøylen. Sensoren er montert i en kabel som heises opp og ned i vannmas-

sene 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. Figur 4 viser data under nedføring i perioden fra og med 2. juli til og med 28. juli. Måleresultatene er vist som snittverdi, samt nedre (25 %) og øvre (75 %) kvartil.



Figur 4 Partikkelmengde (turbiditet som NTU) målt i vannsøylen ved nedføring i perioden 27. august – 8. september og 18. – 30. september 2007.

Dataene viser at turbiditeten øker svakt ved ca 45 m vanddybde. Selv om der er en svak øking, så er verdiene ikke i nærheten av å overskride grenseverdien i vannsøylen ned til 60 meter ved nedføringsenheten. Dette betyr at det ikke er en oppadrettet transport av partikulært materiale fra nedføring av mudrede masser.

3.2 Overvåking 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 hver 6-8 uke. Sist tømning var 20. august 2007. Resultatene fra sedimentfellene vil bli rapportert i egen rapport.

3.3 Kontroll av ev. 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 (0-5 cm) før deponeringen starter (dette ble utført vinteren 2005/2006) 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 tilsvarende nedføring av ett lekterlass mudrede masser.

Tabell 3 Secoras logg for nedføring av masser i perioden 27. august – 30. september 2007.

Dato	Masser hentet fra	Saltholdighet i lekter (g/l)	Vanninnhold i lekter (m ³)	Mengde salt tilsatt (kg)	Nedføring i deponi	
					Fra kl.	Til kl.
27.08.2007	Bjørvika	23	25	250	0916	0945
27.08.2007	Bjørvika	24	50	450	1050	1235
27.08.2007	Bestumkilen	23	25	250	1310	1410
27.08.2007	Bjørvika	23	25	250	1426	1456
28.08.2007	Bjørvika	24	50	450	0715	0840
28.08.2007	Bjørvika	24	25	225	0925	1000
28.08.2007	Bestumkilen	24	25	225	1015	1130
28.08.2007	Bestumkilen	24	25	225	1625	1715
28.08.2007	Bjørvika	24	50	450	1819	2030
29.08.2007	Bjørvika	23	25	250	0750	0830
29.08.2007	Bestumkilen	23	25	250	1530	1700
29.08.2007	Bjørvika	23	50	500	2220	0020
30.08.2007	Bjørvika	24	25	225	0100	0240
30.08.2007	Bestumkilen	23	25	250	0330	0455
30.08.2007	Bjørvika	23	50	500	0655	2140
31.08.2007	Bjørvika	23	25	250	0015	0140
31.08.2007	Bestumkilen	23	25	250	0400	0545
31.08.2007	Bjørvika	23	50	500	0620	2310
31.08.2007/ 01.09.2007	Bestumkilen	23	25	250	2335	0115
01.09.2007	-					
02.09.2007	-					



Dato	Masser hentet fra	Saltholdighet i lekter (g/l)	Vanninnhold i lekter (m ³)	Mengde salt tilsatt (kg)	Nedføring i deponi	
					Fra kl.	Til kl.
03.09.2007	Bjørvika	24	25	250	0750	1115
03.09.2007	Bestumkilen	22	25	750	1300	1600
04.09.2007	Bjørvika	24	50	450	0740	1050
04.09.2007	Bjørvika	24	25	250	1300	1510
04.09.2007	Bestumkilen	23	15	150	1800	1900
04.09.2007	Bjørvika	24	25	250	2030	2150
05.09.2007	Bjørvika	24	50	450	0730	0945
05.09.2007	Bestumkilen	23	25	250	1130	1345
05.09.2007	Bestumkilen	24	15	150	1400	1430
05.09.2007	Bestumkilen	25	25	200	1535	1745
05.09.2007	Bestumkilen	25	25	200	1925	2140
06.09.2007	Bjørvika	24	50	450	0710	1010
06.09.2007	Bestumkilen	24	25	250	1215	1610
06.09.2007	Bestumkilen	24	25	250	1715	1915
07.09.2007	-					
08.09.2007	Bestumkilen	23	25	250	0600	0815
09.09.2007	-					
10.09.2007	-					
11.09.2007	-					
12.09.2007	-					
13.09.2007	-					
14.09.2007	-					
15.09.2007	-					
16.09.2007	-					
17.09.2007	-					
18.09.2007	Bestumkilen	24	25	250	1450	1845
19.09.2007	Bjørvika	25	50	400	0700	1015
19.09.2007	Bestumkilen	25	25	200	1330	1425
19.09.2007	Bestumkilen	24	15	140	1505	1600
20.09.2007	Bestumkilen	23	15	150	0840	0910
20.09.2007	Bestumkilen	28	25	130	1445	1615
21.09.2007	Bjørvika	24	50	450	0650	0820
21.09.2007	Bestumkilen	25	25	200	0840	0945
21.09.2007	Bestumkilen	26	25	200	0950	1200
21.09.2007	Bestumkilen	25	25	200	1445	1550
22.09.2007	-					
23.09.2007	-					
24.09.2007	Bjørvika	25	50	400	0745	1055
24.09.2007	Bestumkilen	24	25	225	1115	1220
24.09.2007	Bestumkilen	23	25	250	1535	1645
25.09.2007	Bjørvika	24	50	450	0605	0900
25.09.2007	Bjørvika	24	50	450	1340	1840
26.09.2007	Bestumkilen	17	25	400	0700	0800
26.09.2007	Bjørvika	27	50	300	0900	1040
26.09.2007	Bjørvika	27	50	300	1530	1930
27.09.2007	Bestumkilen	24	25	225	0700	0800
27.09.2007	Bestumkilen	24	25	225	0810	0900
27.09.2007	Bjørvika	27	50	300	1040	1215
27.09.2007	Bestumkilen	17	25	375	1320	1415

Dato	Masser hentet fra	Saltholdighet i lekter (g/l)	Vanninnhold i lekter (m ³)	Mengde salt tilsatt (kg)	Nedføring i deponi	
					Fra kl.	Til kl.
27.09.2007	Bestumkilen	25	25	200	1505	1615
27.09.2007	Bjørvika	19	50	700	1715	1930
28.09.2007	Bestumkilen	19	25	350	0810	0930
28.09.2007	Bjørvika	24	25	225	0940	1015
28.09.2007	Bjørvika	18	50	750	1140	1445
28.09.2007	Bestumkilen	27	25	150	1610	1715
28.09.2007	Bjørvika	26	25	175	1750	1900
29.09.2007	Bestumkilen	19	19	350	1015	1110
30.09.2007	-					

“-” 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.

I perioden 27. august – 30. september 2007, var gjennomsnittlig strømhastighet i området 0,3 cm/sekund. Det var ingen overskridelser av grenseverdien for strømhastighet i denne perioden. I perioden har der vært en del uregelmessigheter og i perioder har dataene blitt vurdert som ikke-reelle. For å se detaljert oversikt over periodene, se vedlegg C. Årsaken til uregelmessighetene er uklar og feilsøk har pågått over en lengre periode, og pågår ennå. Det antas at det er en kontaktfeil som forårsaker disse problemene, og utbedring vil bli gjort så snart som mulig. Alle måledata fra målinger av strømhastighet er presentert i figur C-9 i 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 mudrede masser unngås. Dette kontrolleres ved visuell kontroll av prosessen og vannoverflaten ved nedføringsenheten. Observasjoner loggføres av Secora og logg overleveres til kontrollansvarlig miljø. Det er ikke rapportert inn uønskede hendelser i denne 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 tatt regelmessige vannprøver ved dypvannsdeponiet, ved mudringsområdet, og ved utvalgte badeplasser i tiltaksområdet. Etter anbefalinger gitt i årsrapporten for 2006 er programmet for prøvetaking 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.

SFT har tatt initiativ til økt overvåking for en bedre kartlegging av spredningen av organiske miljøgifter. Her inngår en omfattende kartlegging av turbiditet i deponiområdet en gang i måneden i perioden mai til oktober, ekstra turbiditetsmålere ved MP3 (ved 40 og 50 meters vanndybde) og MP4 (ved 43 meters vanndybde) og ekstra vannprøver i andre og tredje kvartal i 2007.

4.1 Vannkvalitet ved mudringsområdet

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

Det ble utført vannprøvetaking 29. august 2007 (utvidet overvåking etter initiativ fra SFT) fra følgende stasjoner:

1. Mudringsfartøy i Bjørvika; 3 m og 11 m
2. Mudringsreferanse i Bjørvika; 3 m og 8 m
3. Mudringsfartøy i Bestumkilen; 1,5 m
4. Mudringsreferanse i Bestumkilen; 3 m

Samtlige vannprøver er analysert for innhold av tungmetaller, PAH (organiske tjærestoffer), turbiditet og suspendert stoff ved akkreditert analyselaboratorium. Analyseresultatene sammenlignet med grenseverdi for økologisk risiko, HC5 (SFT, 2005), er presentert i Tabell 1. Uthevede analyseresultater

overskrider HC5. Grenseverdien for økologisk risiko har som formål å beskytte 95 % av artene i et økosystem selv ved lengre tids eksponering.

Tabell 4 Konsentrasjoner av tungmetaller og organiske forbindelser i vannprøver tatt ved mudringsområdet den 29. august 2007.

Parameter	Enhet	Mudrings- fartøy, Bj. 3 m	Mudrings- fartøy, Bj. 11 m	Mudrings- referanse Bj. 3 m	Mudrings- referanse Bj. 8 m	Mudrings- fartøy, B.k. 1,5 m	Mudrings- referanse B.k. 3 m	HC5 ¹⁾
Turbiditet ²⁾	NTU	0,89	1,9	1,8	1,9	7,8	0,31	-
Suspendert stoff ²⁾	mg/l	4,4	11	6,8	6,3	28	4,8	-
Pb	µg/l	0,385	1,47	i.p.	0,545	1,6	0,441	11
Cd	µg/l	i.p.	0,0629	i.p.	i.p.	0,0676	i.p.	0,34
Cr	µg/l	0,184	0,332	0,268	i.p.	0,118	i.p.	8,7
Cu	µg/l	2,93	2,86	3,02	1,68	3,68	2,01	1,1
Hg	µg/l	i.p.	0,0056	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	0,23 ³⁾
Ni	µg/l	0,989	0,997	0,761	0,906	1,1	0,838	1,9
Zn	µg/l	6,9	7,89	6,05	4,6	21,7	5,05	7,3
PAH 16	µg/l	*	0,052	i.p.	0,028	0,095	i.p.	-

B.k.: Bestumkilen

Bj.: I Bjørvika

i.p.: forbindelsen er ikke påvist i analysen

¹⁾ Grenseverdi for økologisk risiko (SFT, 2005)

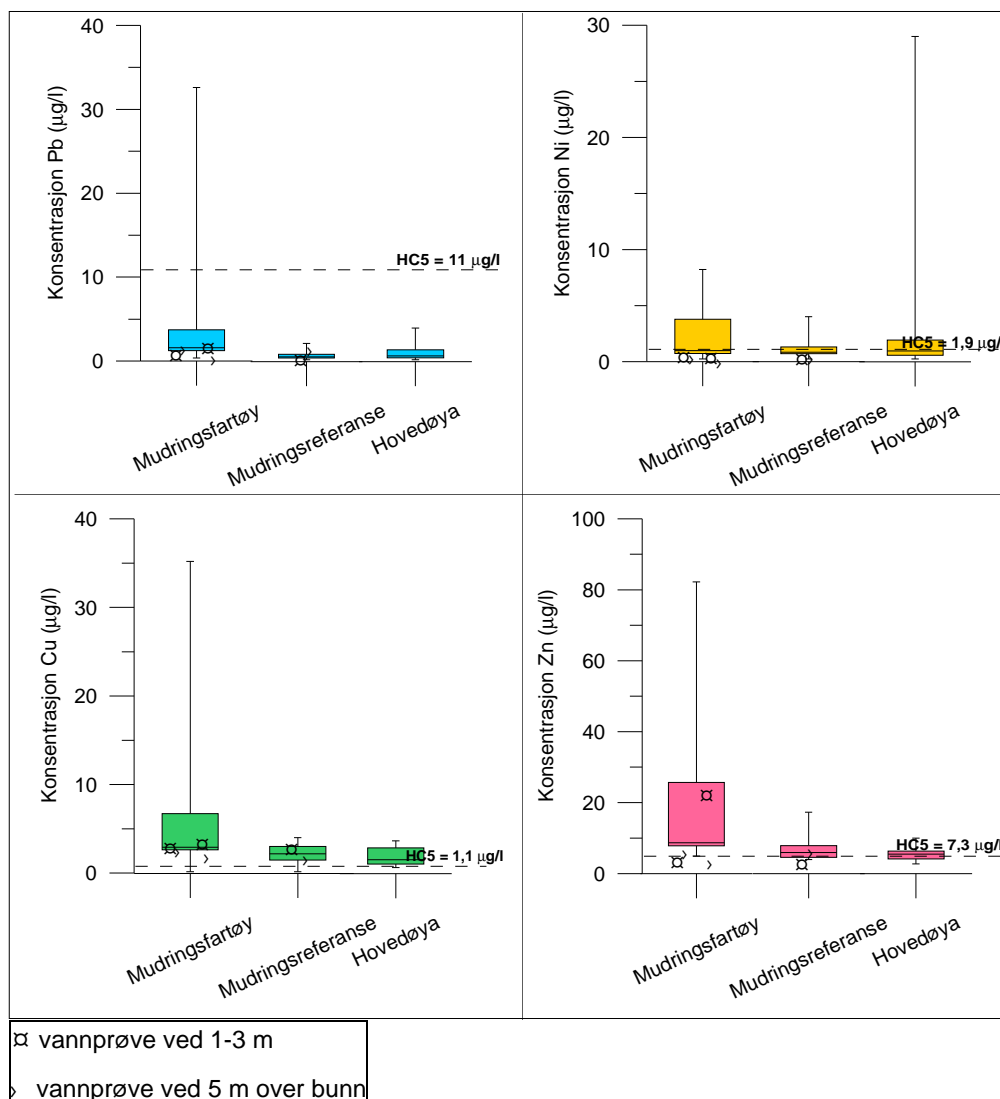
²⁾ Målt i vannprøven

³⁾ Grenseverdi for uorganisk kvikksølv

* Prøven gikk tapt i laboratoriet

Resultatene viser at konsentrasjonen av tungmetaller er under HC5 (grenseverdi for økologisk risiko, beskyttelse av 95% av organismene) for alle metallene bortsett fra kobber, som overskrider HC5-verdien i alle prøvene, og sink, som overskrider HC5-verdien i to av prøvene, se Tabell 4.

Sammenlignet med tidligere prøver er konsentrasjonen av bly, nikkel, kobber, og sink noe lavere ved mudringsfartøyene i Bjørvika og Bestumkilen, det eneste unntaket er sinkkonsentrasjonen ved 1,5 m ved mudringsfartøy i Bestumkilen. Konsentrasjonen i prøver tatt ved mudringsreferansen er tilnærmet lik tidligere resultater, se Figur 5.



Figur 5 Konsentrasjonen av utvalgte tungmetaller i vannprøver tatt ved mudringsområdene. Datasettet omfatter alle observasjoner til og med september 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 i 29. august 2007.

4.2 Vannkvalitet ved dypvannsdeponiet og i Bunnefjorden

Det ble utført vannprøvetaking 29. august 2007 (utvidet overvåking etter initiativ fra SFT) fra følgende stasjoner:

1. Referansestasjon TRef; 5 m, 40 m og 5 m over bunnen (heretter kalt bunn)
2. Målestasjon MP3; 5 m, 40 m og bunn
3. Målestasjon MP4; 5 m, 40 m og bunn
4. H2, ved nedføringsenhet; 5 m, 40 m og bunn
5. Bunnefjorden, 2 km sør for deponiet; 5 m, 40 m og bunn

Samtlige vannprøver er analysert for innhold av tungmetaller, PAH (organiske tjærestoffer), turbiditet og suspendert stoff ved akkreditert analyse-laboratorium. Analyseresultatene sammenlignet med grenseverdi for økologisk risiko, HC5 (SFT, 2005), er presentert i Tabell 5 - Tabell 7. Uthevede analyse-resultater overskrider HC5. Grenseverdien for økologisk risiko har som formål å beskytte 95 % av artene i et økosystem selv ved lengre tids eksponering.

På utvalgte vannprøver er det også gjort analyser av PAH og PCB i vannet med kjemiske metoder med lav deteksjonsgrense. Disse resultatene er presentert i kapitel 4.3.

Tabell 5 Konsentrasjoner av tungmetaller og organiske forbindelser i vannprøver tatt ved dypvannsdeponiet og i Bunneffjorden den 29. august 2007, ved 5 meters vanddyb.

Parameter	Enhet	TRef 5 m	MP3 5 m	MP4 5 m	H2 5 m	B.fj. 5 m	HC5 ¹⁾
Turbiditet²⁾	NTU	0,14	0,12	0,17	0,17	0,15	-
Suspendert stoff²⁾	mg/l	5,3	2,8	3,3	4,5	2,6	-
Pb	µg/l	0,34	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	11
Cd	µg/l	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	0,34
Cr	µg/l	i.p.	0,189	0,304	i.p.	0,811	8,7
Cu	µg/l	2,18	2,01	1,96	1,74	1,99	1,1
Hg	µg/l	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	0,23 ³⁾
Ni	µg/l	1,35	0,928	0,866	0,732	0,92	1,9
Zn	µg/l	3,17	4,55	2,77	i.p.	2,49	7,3
PAH 16	µg/l	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	-

i.p.: forbindelsen er ikke påvist i analysen

< betyr mindre enn. Tall oppgitt etter < representerer kvantifiseringsgrensen for analysen

¹⁾ Grenseverdi for økologisk risiko (SFT, 2005)

²⁾ Målt i vannprøven

³⁾ Grenseverdi for uorganisk kvikksølv

Tabell 6 Konsentrasjoner av tungmetaller og organiske forbindelser i vannprøver tatt ved dypvannsdeponiet og i Bunneffjorden den 29. august 2007, ved 40 meters vanddyb.

Parameter	Enhet	TRef 40 m	MP3 40 m	MP4 40 m	H2 40 m	B.fj. 40 m	HC5 ¹⁾
Turbiditet ²⁾	NTU	0,15	0,16	0,18	0,24	0,12	-
Suspendert stoff ²⁾	mg/l	5,4	4,5	<1	1,8	4,0	-
Pb	µg/l	0,381	i.p.	i.p.	i.p.	0,514	11
Cd	µg/l	i.p.	0,169	i.p.	i.p.	i.p.	0,34
Cr	µg/l	0,374	i.p.	0,181	0,141	0,316	8,7
Cu	µg/l	2,28	1	1,08	1,74	1,47	1,1
Hg	µg/l	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	0,23 ³⁾
Ni	µg/l	1,27	0,755	0,838	0,962	1,84	1,9
Zn	µg/l	5,32	5,13	4,92	5,11	10,3	7,3
PAH 16	µg/l	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	-

- i.p. forbindelsen er ikke påvist i analysen
 1) Grenseverdi for økologisk risiko (SFT, 2005)
 2) Målt i vannprøven,
 3) Grenseverdi for uorganisk kvikksølv

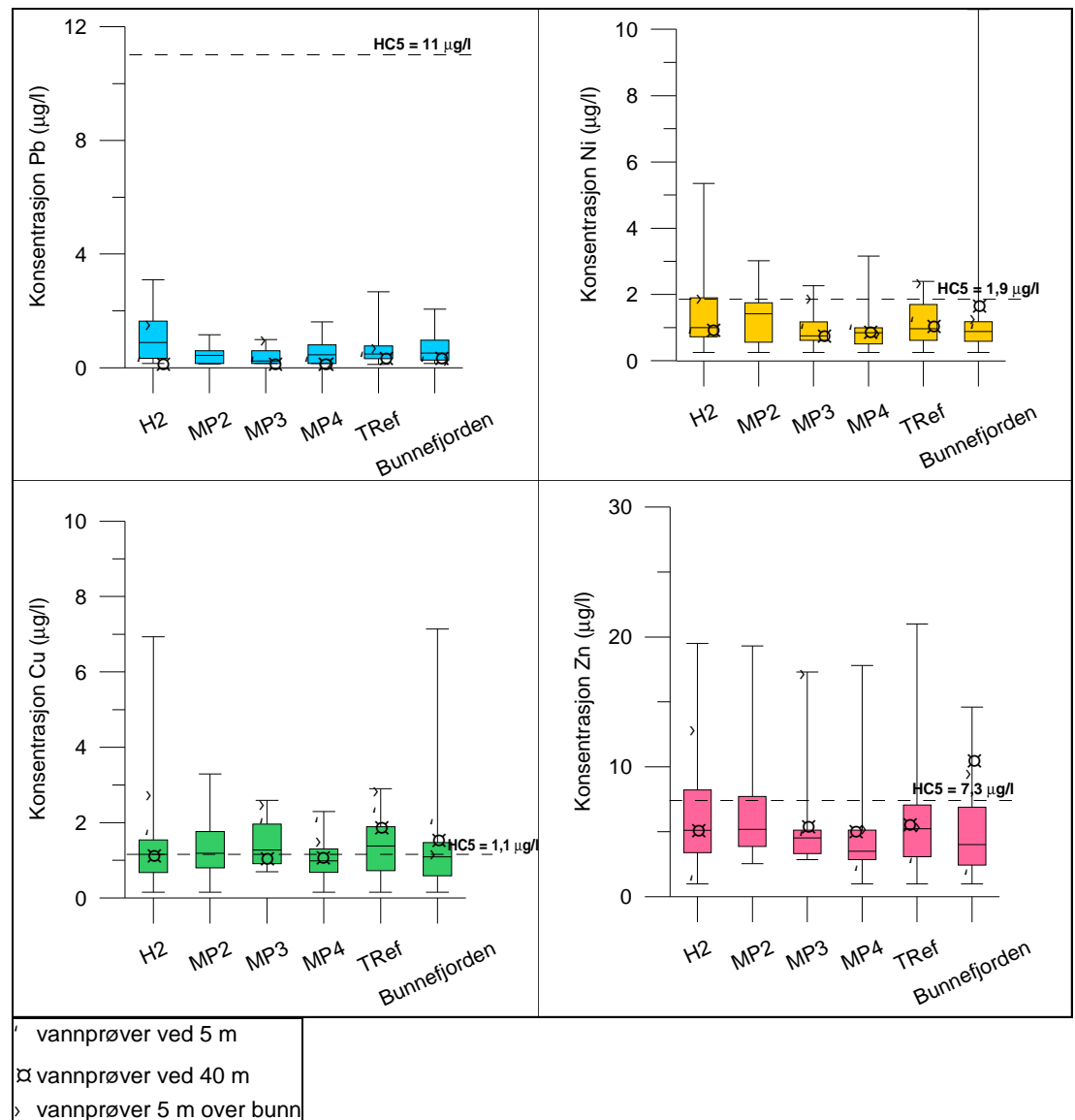
Tabell 7 Konsentrasjoner av tungmetaller og organiske forbindelser i vannprøver tatt ved dypvannsdeponiet og i Bunneffjorden den 29. august 2007, rett over havbunnen.

Parameter	Enhet	TRef bunn	MP3 bunn	MP4 bunn	H2 bunn	B.fj. bunn	HC5 ¹⁾
Turbiditet ²⁾	NTU	0,14	0,70	0,33	7,2	0,44	-
Suspendert stoff ²⁾	mg/l	4,8	2,8	2,8	15	7,6	-
Pb	µg/l	0,609	0,901	i.p.	1,8	0,405	11
Cd	µg/l	i.p.	0,0542	i.p.	i.p.	i.p.	0,34
Cr	µg/l	0,113	0,383	0,252	0,385	0,318	8,7
Cu	µg/l	2,9	2,59	0,252	0,385	1,23	1,1
Hg	µg/l	i.p.	i.p.	i.p.	0,0057	i.p.	0,23 ³⁾
Ni	µg/l	2,4	2,01	0,898	2,08	1,34	1,9
Zn	µg/l	5,28	17,3	4,96	13,1	9,83	7,3
PAH 16	µg/l	i.p.	i.p.	i.p.	0,013	i.p.	-

- i.p. forbindelsen er ikke påvist i analysen
 1) Grenseverdi for økologisk risiko (SFT, 2005)
 2) Målt i vannprøven
 3) Grenseverdi for uorganisk kvikksølv
 4) Analysert med lavere kvantifiseringsgrense av NIVA, se Tabell 8.

Med unntak av kobber, nikkell og sink er alle påviste konsentrasjoner av metaller under grenseverdien for økologisk risiko (HC5). Overvåkingen viser at kobber typisk ligger høyere enn grenseverdien i dette området, se Figur 6. Bunnstoff og notimpregneringsmidler er de største kildene til utslipp av kobber i dag (www.miljostatus.no). Nesten alle resultatene fra prøvetakning gjennomført den 29. august 2007 ligger innenfor det som er observert ved tidligere prøvetakning i samme område. Unntakene er sink, spesielt ved MP3, og kobber ved TRef, som har de høyeste verdiene sett hittil.

To ting som er verd å merke seg er at kobberkonsentrasjonene generelt ligger høyere enn tidligere målinger, også for prøvene tatt i Bunnefjorden, og at de høyeste konsentrasjonene av metaller stort sett er i prøvene tatt 5 meter over bunnen. De høye verdiene av sink i bunnvannet ved nedføringsenheten og MP3 kan ses i sammenheng med nedføring av masser fra Bestumkilen, der det er funnet tilsvarende høye verdier av sink ved mudringsfartøyet.



Figur 6 Konsentrasjonen av utvalgte tungmetaller i vannprøver tatt innenfor og rundt dypvannsdeponiet. Datasettet omfatter alle observasjoner i t.o.m. september 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 i 29. august 2007.

4.3 Dokumentasjon av PAH og PCB ved lave deteksjonsgrenser

På utvalgte prøver som inngår i miljøregnskapet er det gjort analyser av PAH og PCB i vannet med kjemiske metoder med svært høy følsomhet. Grunnen er at konsentrasjonen av PAH og PCB i vannprøvene generelt er for lav til å påvises med standard metoder. Data fra høyt oppløsende metoder er med på å redusere usikkerheten ved beregning av miljøregnskapet. Resultatene er vist i Tabell 8. PCB ble ikke påvist i noen av prøvene, mens PAH ble påvist i prøven fra H2, nedføringsenheten, i lave konsentrasjoner.

Ved kromatografisk analyse av ekstraktene fra de utvalgte vannprøvene ble også en rekke andre organiske forbindelser kvantifisert. Dette er forbindelsene DDE og DDD, som er nedbrytningsprodukter av plantevernmidlet DDT. Disse ble ikke funnet i noen av prøvene. Det ble heller ikke påvist hexaklorbenzen, HCH eller klorstyren i noen av prøvene. Pentaklorbenzen ble påvist i vannprøver ved H2.

Tabell 8 Konsentrasjoner av utvalgte organiske miljøgifter i vannprøver tatt 5 m over sjøbunnen 29. august 2007. Prøvene er analysert ved NIVA Lab. Alle konsentrasjoner er gitt i µg/l.

Stoff	H2* 5 m over bunn	MP3 5 m over bunn	Bunnefjorden 5 m over bunn
PCB-7	i.p.**	i.p.**	i.p.**
PAH-16	67,4	i.p.**	i.p.**
Benso(a)pyren	5,9	<2	<2
Pentaklorbenzen	0,18	<0,1	<0,1
Hexaklorbenzen	<0,1	<0,1	<0,1
Alfa-HCH	<0,2	<0,2	<0,2
Gamma-HCH	<0,2	<0,2	<0,2
Oktaklorstyren	<0,2	<0,2	<0,2
4,4-DDE	<0,2	<0,2	<0,2
4,4-DDD	<0,4	<0,4	<0,4

< betyr mindre enn

i.p. ikke påvist i analysen

* ved nedføringsenheten

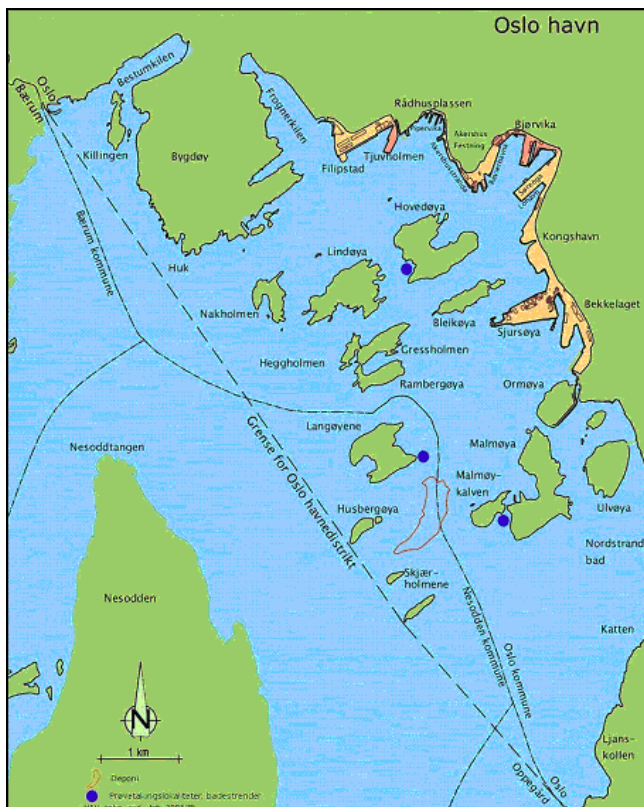
** kvantifikasjonsgrensen for enkeltkomponenter av PCB er 0,2 ng/l, og 2-5 ng/l for PAH komponentene

4.4 Vannkvalitet badeplasser

Den 29. august ble det gjennomført vannprøvetaking for å dokumentere vannkvaliteten ved badestrender rundt deponiområdet. Det ble hentet overflatevann (1 m dyp) fra 3 badeplasser; Langøya, Solvik og Hovedøya. Figur 7 viser lokaliteter for de prøvetatte badeplassene.

Vannprøvene er analysert for tungmetaller, PAH (organiske tjæreforbindelser), PCB, TBT (organisk tinnforbindelse brukt som bunnstoff på båter) og partikkelmengde (turbiditet) ved akkreditert analyselaboratorium. Resultatene fra overvåkingen er vist i Tabell 9. Det er også lagt inn resultater fra vannprøve tatt samme dato i Bunnefjorden ca. 2 km sør for dypvannsdeponiet. Denne

prøven indikerer det naturlige bakgrunnsnivået av metaller i området som ikke er påvirket av Oslo by eller nedføringen i dypvannsdeponiet.



Figur 7 Kart som viser beliggenheten av undersøkte badeplasser.

Tabell 9 Vannkvalitet ved badeplasser og i Bunnefjorden. Prøvene er tatt 29. august 2007. Alle konsentrasjoner er gitt i µg/l.

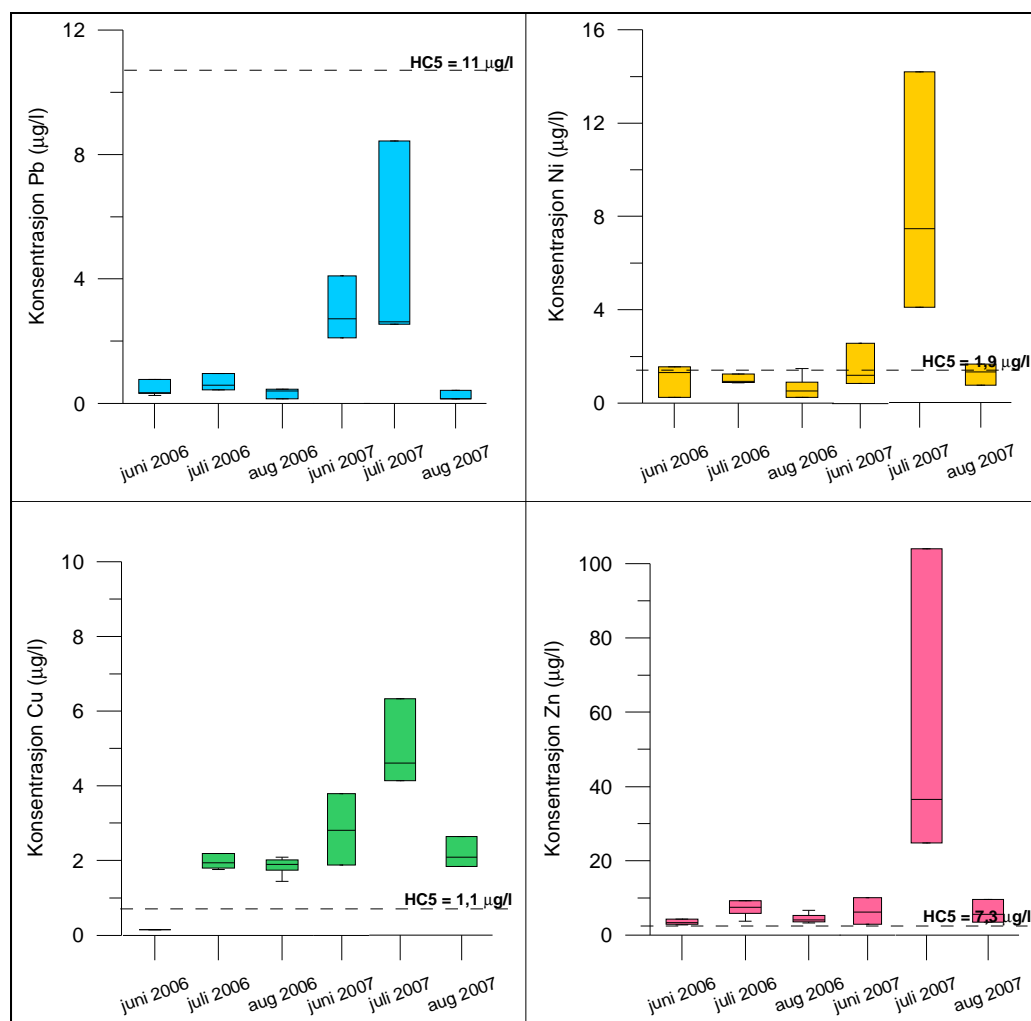
Parameter	Enhet	Solvik	Langøyene	Hovedøya	B.fj. 5 m	HCS ¹⁾
Turbiditet ²⁾	NTU	0,33	0,20	0,38	0,15	-
Suspendert stoff ²⁾	mg/l	3,0	4,9	3,6	2,6	-
Pb	µg/l	i.p.	i.p.	0,423	i.p.	11
Cd	µg/l	i.p.	i.p.	0,0551	i.p.	0,34
Cr	µg/l	0,379	0,254	0,331	0,811	8,7
Cu	µg/l	2,09	1,84	2,64	1,99	1,1
Hg	µg/l	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	0,23 ³⁾
Ni	µg/l	1,34	0,764	1,67	0,92	1,9
Zn	µg/l	5,6	3,45	9,63	2,49	7,3
PAH 16	µg/l	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	-
PCB 7	µg/l	i.p.	i.p.	i.p.	-	-
TBT	µg/l	i.p.	i.p.	i.p.	-	-

- i.p. forbindelsen er ikke påvist i analysen
 1) grenseverdi for økologisk risiko (SFT, 2005)
 2) målt i vannprøven
 3) grenseverdi for uorganisk kvikksølv

De observerte konsentrasjonene av bly, kadmium, krom, nikkel og kvikksølv ligger ved samtlige badeplasser under grenseverdien for økologisk risiko, mens grenseverdien overskrides for kobber ved alle badeplassene og sink ved Hovedøya.

Sammenlignet med resultatene fra Bunnefjorden ligger konsentrasjonene fra badeplassene i samme måleområde for bly, kadmium, krom, kobber og nikkel. For sink ligger alle badeplassene høyere i konsentrasjon enn Bunnefjorden. Prøven fra Hovedøya skiller seg noe ut i forhold til de andre prøvene. Det er ikke påvist kvikksølv i noen av prøvene.

Det er videre ikke påvist verken TBT, PAH eller PCB.



Figur 8 Konsentrasjonen av utvalgte tungmetaller i vannprøver tatt ved badeplassene i august 2007 sammenlignet med resultatene fra 2006. Data er framstilt slik at hver boks angir øvre og nedre kvartil, horisontal strek i boksen gir median. I tillegg vises maksimum- og minimumsverdien.



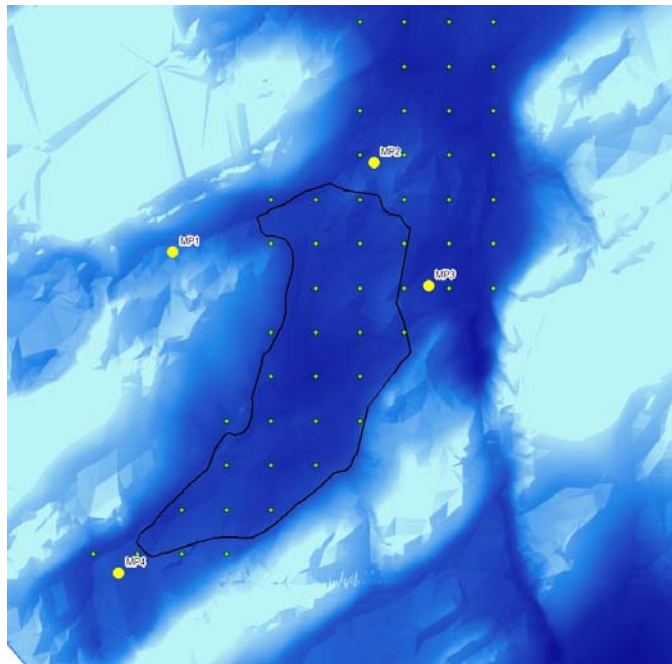
Resultatene viser at konsentrasjonen av tungmetaller i vannprøver tatt ved badeplassene er noe høyere i august 2007 enn i august 2006, men mye lavere enn i prøver tatt i juli 2007. Variasjonen i konsentrasjonene som figur 8 viser, skyldes mest sannsynlig variasjon i nedbørsmengde i de aktuelle periodene. Prøvene er tatt ved 1 m dyp og representere overflatevannet, som er påvirket av avrenning fra land.

Dette var den siste månedlige målingen av badeplasser for 2007.

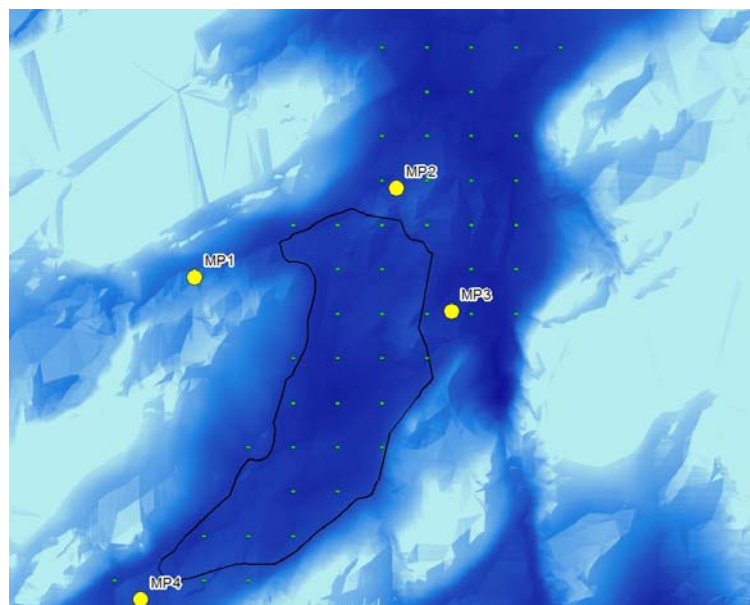
4.5 Turbiditet ved dypvannsdeponi

Det har i tillegg til vannprøvetaking i dypvannsdeponiet og i Bunnefjorden, blitt kartlagt turbiditet i hele deponiområdet både 13. september og 27. september, som en del av utvidelsen av overvåkingen på initiativ fra SFT. Hensikten med dette utvidede programmet er å styrke dokumentasjonen av en eventuell partikkelspredning under arbeidene.

Plassering av prøvepunktene er vist i Figur 9 og Figur 10. Figurene 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 tilsvarer målestasjonene 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 og MP4. 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 9 Prøvepunktene (grønne) hvor turbiditet ble målt i hele vannsøylen 13. september 2007. Gule punkter angir posisjon for målebøyer for kontinuerlig overvåking av turbiditet. Sort omriss angir reguleringsgrensen for dypvannsdeponiet. Oppe til venstre er Langøyene, og til høyre i bildet er Malmøykalven.



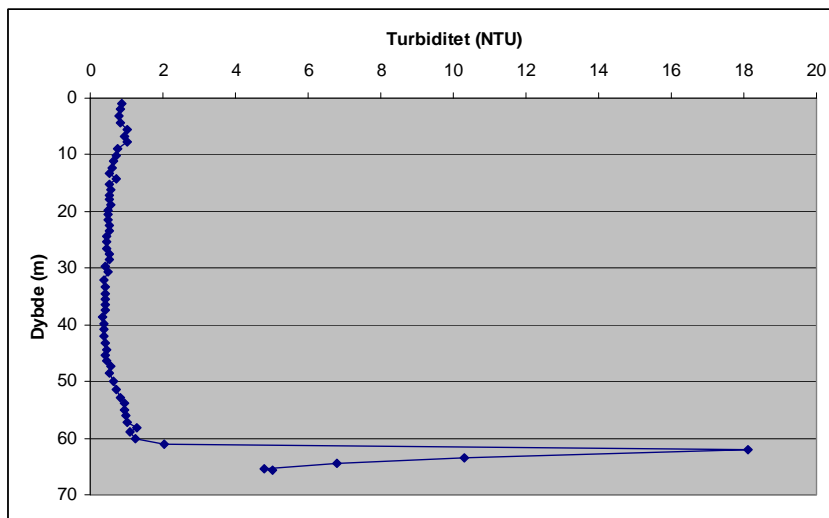
Figur 10 Prøvepunktene (grønne) hvor turbiditet ble målt i hele vannsøylen 27. september 2007. Gule punkter angir posisjon for målebøyer for kontinuerlig overvåking av turbiditet. Sort omriss angir reguleringsgrensen for dypvannsdeponiet. Oppe til venstre er Langøyene, og til høyre i bildet er Malmøykalven.

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 hvor partikkelnivået i vannmassen i og utenfor deponiet overskrider en turbiditet tilsvarende 6 NTU, dvs. 5 NTU + gjennomsnittlig bakgrunnsverdi på 1 NTU. Det bemerkes at figurene viser målinger utført i løpet av ca. 7 timer.

I måleresultatene fra 13. september ble det ikke registret turbiditetsverdier over 6 NTU. Dette fordi siste nedføring var 8. september, noe som innebærer 4 dager uten aktivitet før målingene ble gjennomført. I vannmassen fra overflaten og ned til ca. 60 m vanndybde er turbiditet målt til 0,5 – 1,5 NTU, som anses som naturlig bakgrunnsnivå i området. I den dypeste vannmassen er turbiditet målt til 1,5 – 4 NTU. Dette fenomenet har tidligere blitt observert i august samt i fjor høst, der turbiditeten i bunnvannet var litt høyere pga kjemisk utfelling av naturlige forbindelser i sjøvann ved suboksiske forhold.

Figur 12 viser resultatene fra målinger utført 27. september 2007 sett ovenfra. Dypvannsdeponiets reguleringsgrense er angitt med svart omriss. Svart firkant angir posisjon for nedføringsenheten, grønne punkter er målepunkter og gule punkter angir posisjon for målebøyer for kontinuerlig overvåkning av turbiditet. Arealet farget gult/brunt viser områder hvor målt turbiditet 27. september 2007 overstiger 6 NTU. Figuren viser at området strekker seg godt ut forbi MP3, og grenseverdi er dermed overskredet der. Målingene ble utført mellom to perioder da det ble registrert overskridelser av turbiditet ved dypeste målestasjon på MP3, hhv. kl. 0522-0603 og kl. 1912-2112.

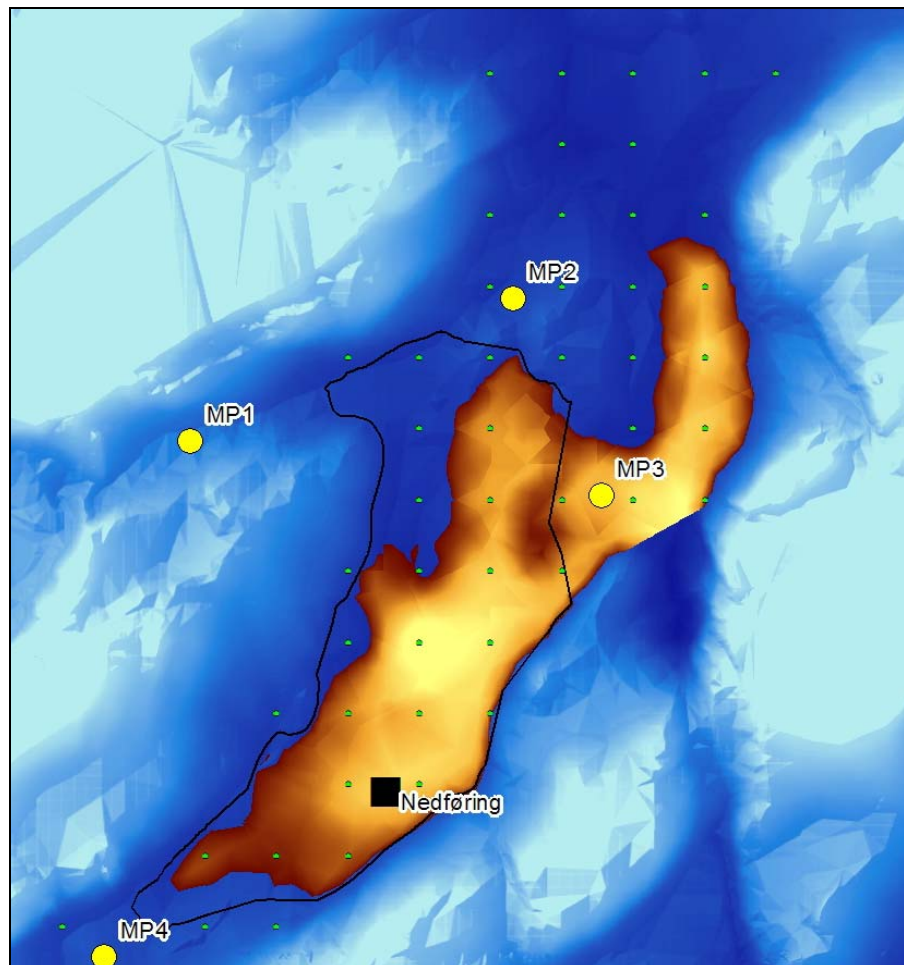
Årsaken til at det registreres overskridelse ved turbiditetskartleggingen og ikke ved turbiditetsensoren på MP3 er at laget med partikler ved turbiditetskartleggingen ligger høyere opp i vannsøylen enn turbiditetsensoren ved 65 m, se Figur 11. Figuren viser at dette laget ligger et sted mellom 60 og 65 m dyp rett ved MP3. Dette fører til en forsinket registrering av overskridelsen ved den dypeste måleren ved MP3.



Figur 11 Turbiditetsprofil i prøvepunkt nærmest MP3 målt den 27. september 2007.

Ved hjelp av måleren ved 50 meter blir det kontrollert at partikkelskyen ikke beveger seg lengre opp i vannsøylen enn 50 meter.

Resultatene viser at målepunkt MP3 ligger godt plassert i forhold til å registrere uønsket spredning ut i Bekkelagsbassenget. Målingene viser samtidig begrensningene ved å ha turbsensoren ved en bestemt dybde. Vi har observert en forsinkelse i varselsystemet ved forhøyet turbiditet, men forsinkelsen inkluderes i miljøregnskapet siden total tid med overskridelse ganges med to. For å unngå denne forsinkelsen kommer målesensor som nå utplassert ved 40 m vanddyb til å bli flyttet til 62 m vanddyb i begynnelsen av 2008. Erfaringen gjennom 2007 har vist at det ikke detekteres partikler så høyt i vannmassene som 40 meter. Denne flyttingen vil hindre at liknede situasjoner vil oppstå i ettertid.

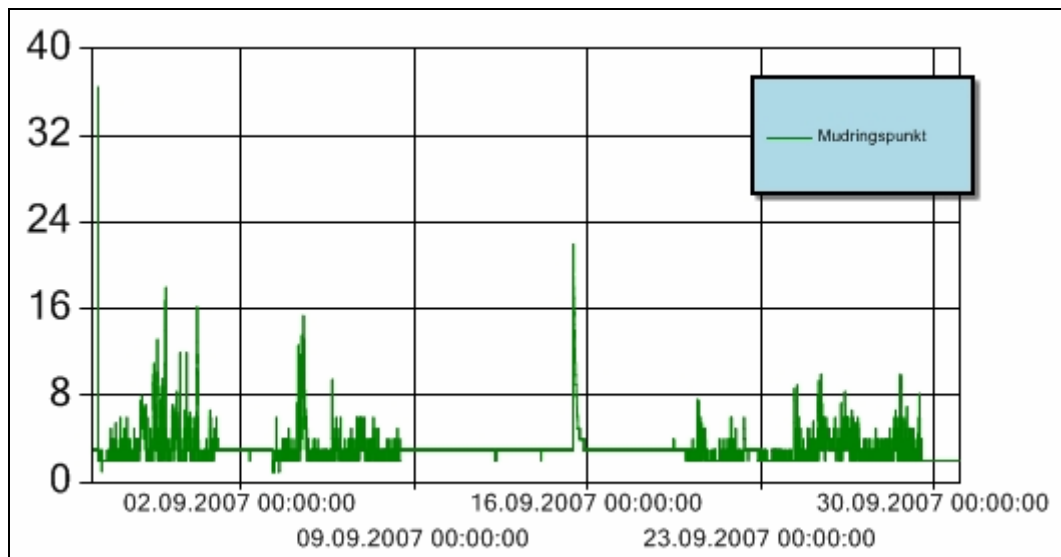


Figur 12 Turbiditet i deponiområdet 27. september 2007. Arealet farget gult/brunt viser områder hvor målt turbiditet overstiger 6 NTU. Svart firkant angir posisjon for nedføringsenheten.

Figur 13 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 og forhøyningene 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, som vist i Figur 12 og Figur 13. Det er i dette området det er prosjektert å bygge en sjeté dersom det blir behov for å utnytte deponiets fulle kapasitet.



Vedlegg A - Overvåkningsdata fra mudringsområdet



Nøkkeldata

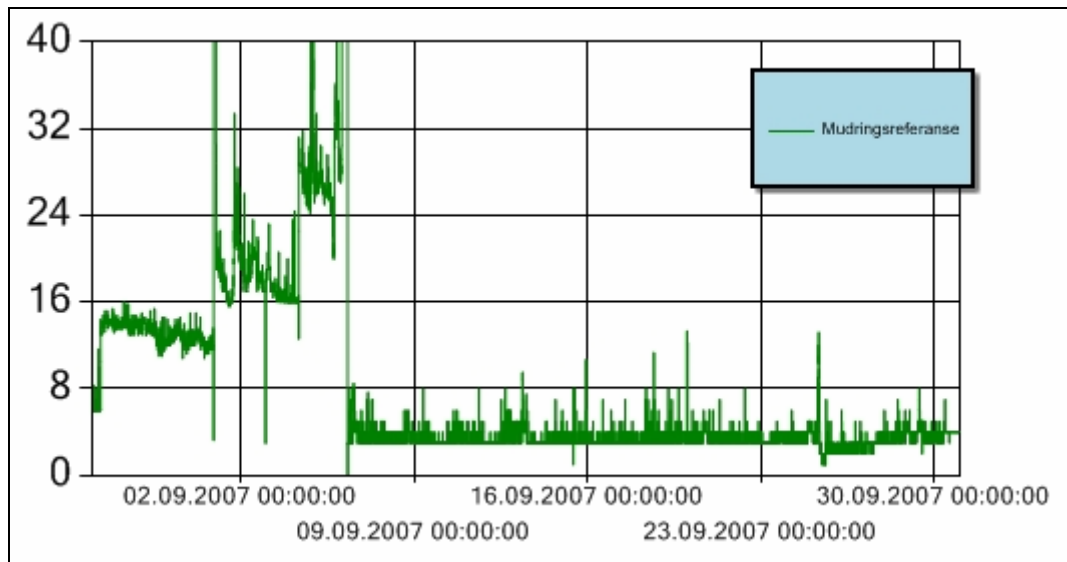
Hendelse	Kommentar
Måleperiode	27/8-07 til 30/9-07
Nedetid automatisk bøye	Nei
Turbiditet over grenseverdi*	Ja, se vedlegg B for detaljer.
Statistisk oppsummering av turbiditetsdata (NTU)	
25 % persentil	2,0
Middelverdi	3,0
Gjennomsnitt	3,1
75 % persentil	3,0

* 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).

OSLO HAVN KF	Rapport nr. 20051785-35	Figur nr. A-1
	Tegner AN	Dato 2007-12-21
	Kontrollert AO	
Godkjent		




Nøkkeldata

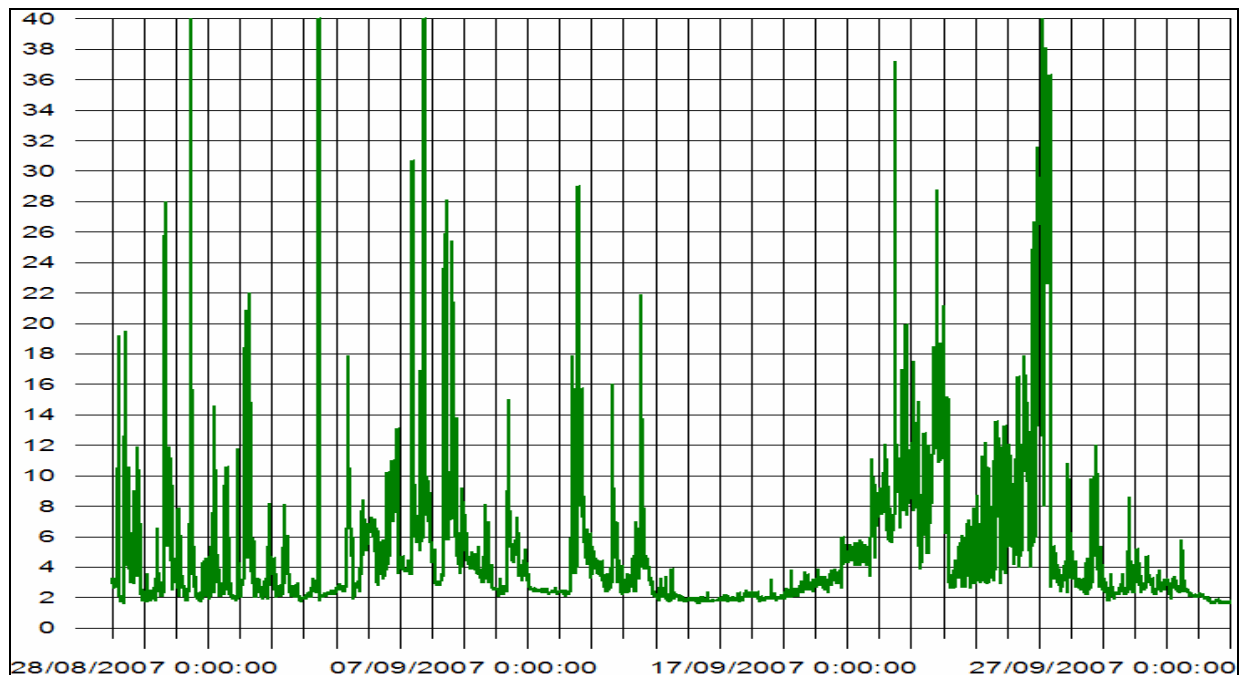
Hendelse	Kommentar
Måleperiode	27/8-07 til 30/9-07
Nedetid automatisk bøye	Nei
Turbiditet over grenseverdi	Ikke relevant for referansemålinger
Statistisk oppsummering av turbiditetsdata (NTU)	
25 % persentil	3,0
Middelverdi	4,0
Gjennomsnitt	8,2
75 % persentil	12,4

Kommentarer:

I perioden 27. august til 6. september gav målesensoren unormalt høye verdier. Bakgrunnsverdi er i perioden satt til 4 NTU for beregning av grenseverdi, utfra målinger i uke 20 og basislinje.

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

OSLO HAVN KF	Rapport nr. 20051785-35	Figur nr. A-2
	Tegner AN	Dato 2007-12-21
	Kontrollert AO	
Godkjent		
Turbiditet ved mudringsreferanse i Bjørvika		




Nøkkeldata

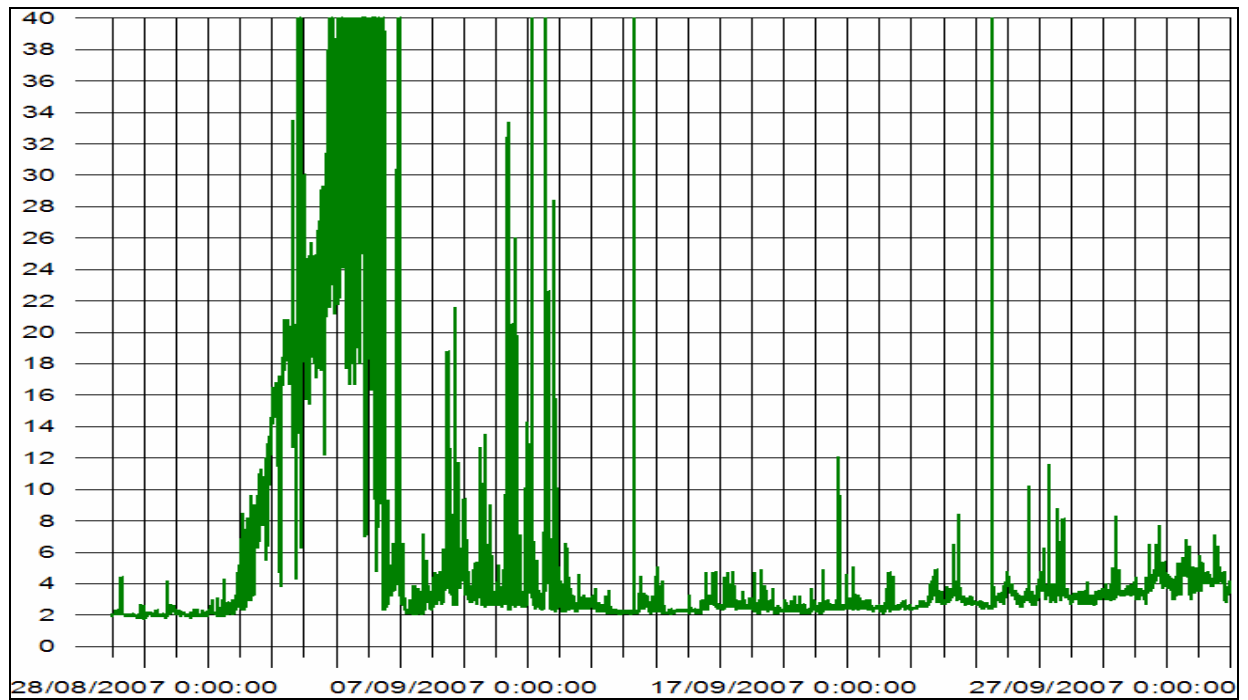
Hendelse	Kommentar
Måleperiode	27/8-07 til 30/9-07
Nedetid automatisk bøye	Nei
Turbiditet over grenseverdi*	Ja, se vedlegg B for detaljer.
Statistisk oppsummering av turbiditetsdata (NTU)	
25 % persentil	2,3
Middelvei	3,2
Gjennomsnitt	4,9
75 % persentil	5,3

* 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).

OSLO HAVN KF	Rapport nr. 20051785-35	Figur nr. A-3
	Tegner AN	Dato 2007-12-21
	Kontrollert AO	
Godkjent		




Nøkkeldata

Hendelse	Kommentar
Måleperiode	27/8-07 til 30/9-07
Nedetid automatisk bøye	Nei
Turbiditet over grenseverdi	Ikke relevant for referansemålinger
Statistisk oppsummering av turbiditetsdata (NTU)	
25 % persentil	2,4
Middelverdi	2,9
Gjennomsnitt	6,5
75 % persentil	4,0

Kommentarer:

I perioden 31. august til 5. september gav målesensoren unormalt høye verdier. Bakgrunnsverdi er i perioden satt til 4 NTU for beregning av grenseverdi, utfra målinger i Bjørvika i uke 20 og basislinje.

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

OSLO HAVN KF	Rapport nr. 20051785-35	Figur nr. A-4
	Tegner AN	Dato 2007-12-21
	Kontrollert AO	
Godkjent		
Turbiditet ved mudringsreferanse i Bestumkilen		



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 Logg for stans i mudring som følge av turbiditet over grenseverdi i Bjørvika, september 2007.

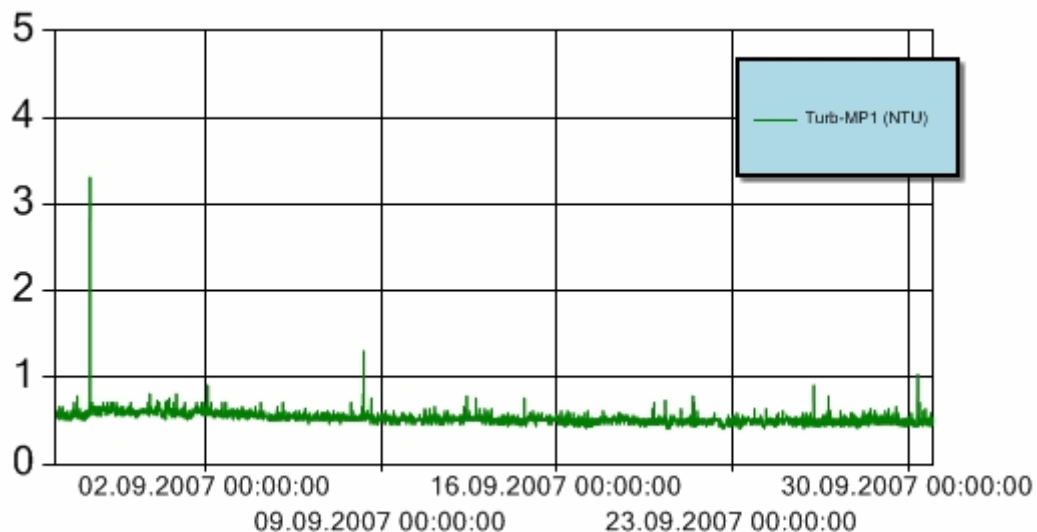
Dato	Stans i mudring	
	Fra kl.	Til kl.
25.09.07	1134	1139
26.09.07	1028	1039

Tabell B2 Logg for stans i mudring som følge av turbiditet over grenseverdi i Bestumkilen, september 2007.

Dato	Stans i mudring	
	Fra kl.	Til kl.
27.08.07	1510	1620
28.08.07	1500	1640
29.08.07	1030	1200
30.08.07	0500	0530
31.08.07	0230	0700
05.09.07	0930	1050
06.09.07	0910	1130
06.09.07	1510	1800
08.09.07	0940	1000
24.09.07	0800	1200
24.09.07	1600	1700
25.09.07	0700	0800
25.09.07	1400	1500
26.09.07	0800	1400
27.09.07	0700	0730
28.09.07	1200	1800
29.09.07	0600	1100



Vedlegg C - Overvåkningsdata fra dypvannsdeponiet



Nøkkeldata

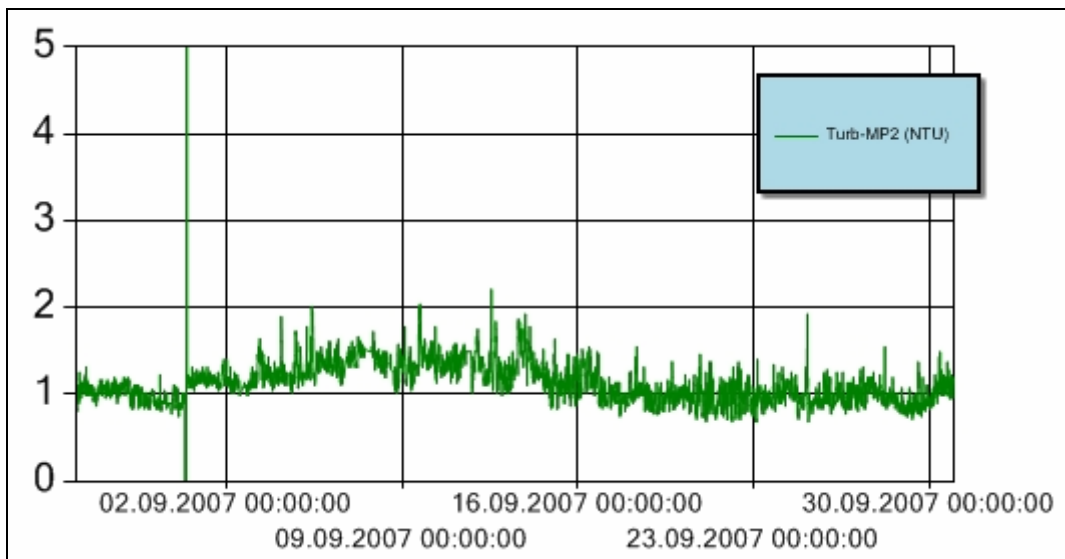
Hendelse	Kommentar
Måleperiode	27/8-07 – 30/9-07
Nedetid automatisk bøye	4/9-07 kl. 0910-1150
Turbiditet over grenseverdi*	Nei
Enkeltmålinger høyere enn 5 NTU+Referanse	Nei
Statistisk oppsummering av turbiditetsdata (NTU)	
25 % persentil	0,5
Middelverdi	0,5
Gjennomsnitt	0,5
75 % persentil	0,6

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

Kommentarer:

Data fra perioden 13/9-07 kl. 1734 – 19/9-07 kl. 0951 har blitt lagt inn i ettertid, fordi dataene ikke hadde blitt automatisk overført til databasen, men lastet ned manuelt.

OSLO HAVN KF	Rapport nr. 20051785-35	Figur nr. C-1
	Tegner AN	Dato 2007-12-07
	Kontrollert AO	
Godkjent		




Nøkkeldata

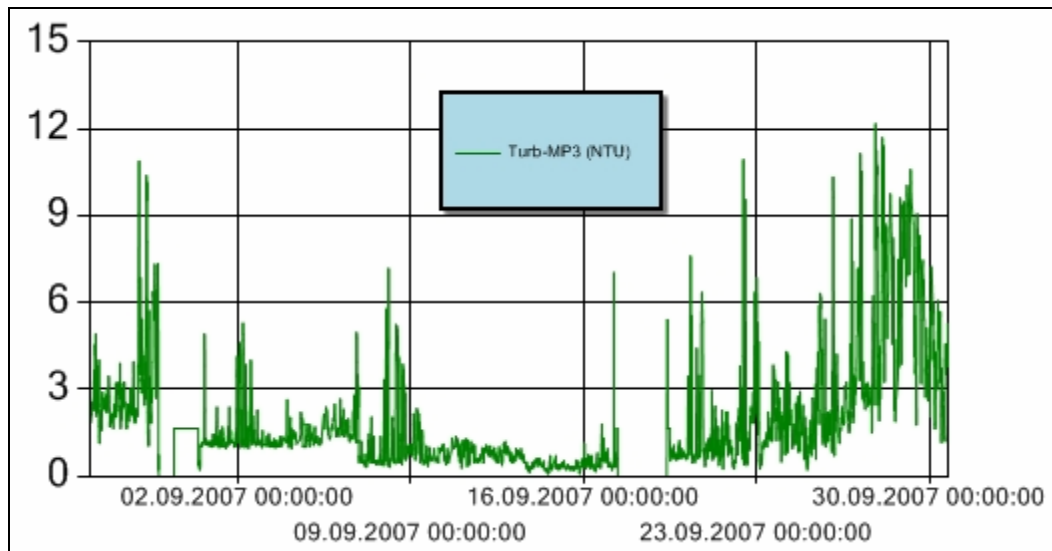
Hendelse	Kommentar
Måleperiode	27/8-07 – 30/9-07
Nedetid automatisk bøye	2/9-07 kl. 1230-1720, 4/9-07 kl. 0910-1150, 6/9-07 kl. 1540-1910, 7/9-07 kl. 1220-1840, 8/9-07 kl. 0950-1210, kl. 1331-1600, 11/9-07 kl. 1510-1800 og 13/9-07 kl. 1200-1410
Turbiditet over grenseverdi*	Nei
Enkeltmålinger høyere enn 5 NTU+Referanse	1 stk, pga oppheising av måleren
Statistisk oppsummering av turbiditetsdata (NTU)	
25 % persentil	1,0
Middelverdi	1,1
Gjennomsnitt	1,1
75 % persentil	1,3

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

Kommentarer:

Bøyen har i perioder vært nede. Dette kan skyldes kontaktproblemer. Det jobbes med å få utbedret feilen. Dataene har gått tapt i de periodene bøyen har vært nede.

OSLO HAVN KF	Rapport nr. 20051785-35	Figur nr. C-2
	Tegner AN	Dato 2007-12-07
	Kontrollert AO	
Godkjent		
Turbiditet ved målepunkt MP2		



Nøkkeldata

Hendelse	Kommentar
Måleperiode	27/8-07 – 30/9-07
Nedetid automatisk bøye	29/8-07 kl. 1857 – 31/8-07 kl. 0940, 3/9-07 kl. 2010-2210, 4/9-07 kl. 0910-1150, 5/9-07 kl. 0851-1100, 17/9-07 kl. 0700 – 19/9 kl. 1122 og 30/9-07 kl. 1743-2353.
Turbiditet over grenseverdi*	29/8-07 kl. 0657-0737, 27/9-07 kl. 0522-0603, kl. 1912-2112, 28/9-07 kl. 0102-0323, kl. 0413-0552, kl. 0840-1340, kl. 2132-2333, 29/9-07 kl. 0112-0832, kl. 1122-1443 og kl. 1633-1712.
Enkeltmålinger høyere enn 5 NTU + Referanse	97 stk

Statistisk oppsummering av turbiditetsdata (NTU)


25 % persentil	0,7
Middelverdi	1,2
Gjennomsnitt	1,8
75 % persentil	2,3

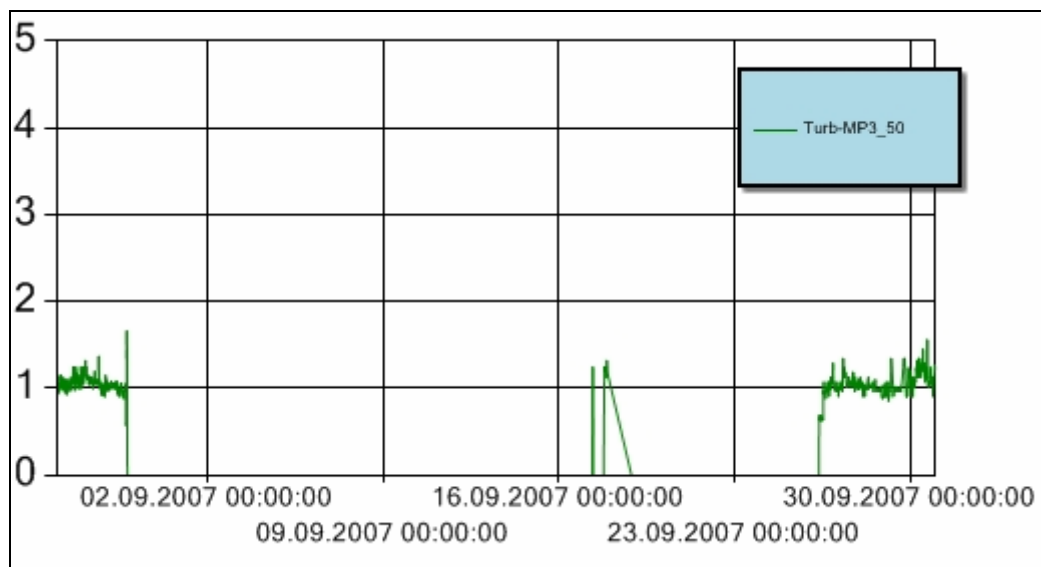
* Grenseverdien er definert som 5 NTU over referanse. Ved overskridelse av grenseverdi i mer enn 20 minutter, skal arbeidene stanses og årsaksforhold avklares.

Kommentarer:

Bøyen slet seg fra festet 29. august, og alle tre sensorene ble skadet. Den 31. august ble sensoren fra TRef monterert på, og bøyen ble satt i posisjon igjen.

Den 17. september sluttet bøyen å sende pga dårlige batteri. Nytt batteri ble monterert 19. september. I de periodene bøyen har vært nede, har dataene gått tapt.

OSLO HAVN KF	Rapport nr. 20051785-35	Figur nr. C-3
	Tegner AN	Dato 2007-12-07
	Kontrollert AO	
Godkjent		



Nøkkeldata

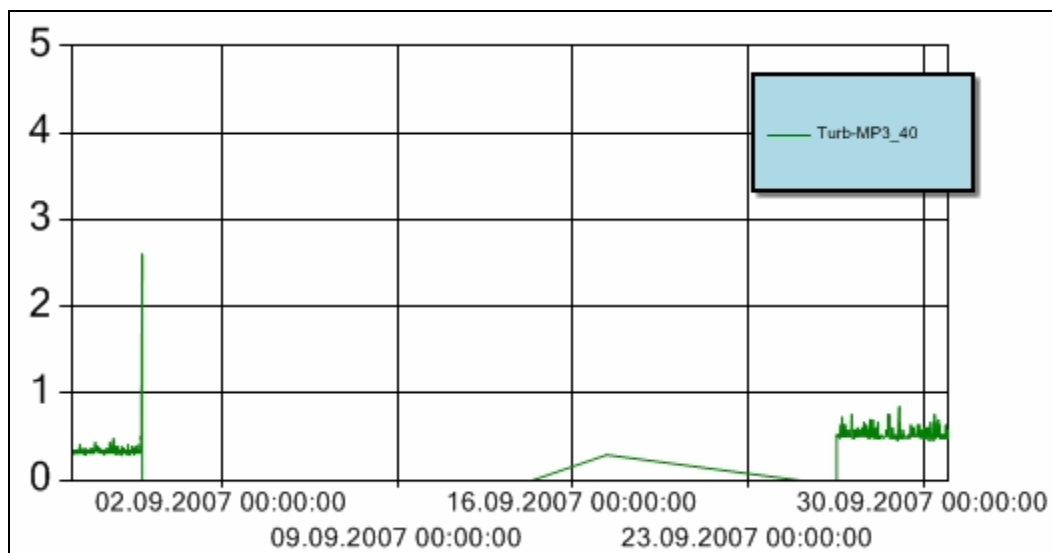
Hendelse	Kommentar
Måleperiode	27/8-07 – 30/9-07
Nedetid automatisk bøye	29/8-07 kl.1857 – 26/9-07 kl. 1242, 28/9-07 kl. 0952-1133 og 29/9-07 kl. 0603-0752
Turbiditet over grenseverdi*	Nei
Enkeltmålinger høyere enn 5 NTU + Referanse	Nei
Statistisk oppsummering av turbiditetsdata (NTU)	
25 % persentil	1,0
Middelverdi	1,1
Gjennomsnitt	1,1
75 % persentil	1,1

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

Kommentarer:

Bøyen slet seg fra festet 29. august, og alle tre sensorene ble skadet. Ny sensor for MP3_50 ble bestilt og påmontert den 26. september.

OSLO HAVN KF	Rapport nr. 20051785-35	Figur nr. C-4
	Tegner AN	Dato 2007-12-07
	Kontrollert AO	
Godkjent		



Nøkkeldata

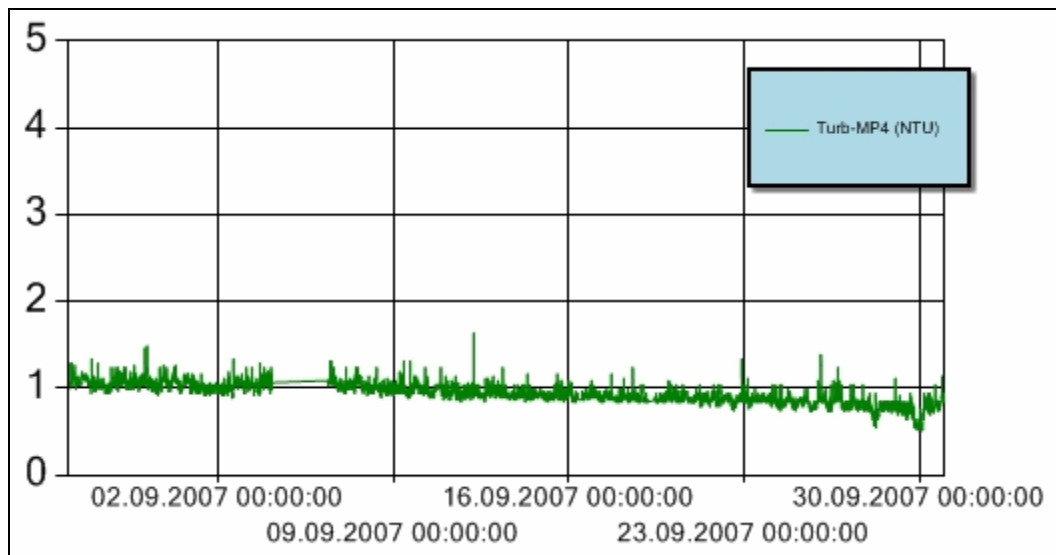
Hendelse	Kommentar
Måleperiode	27/8-07 – 30/9-07
Nedetid automatisk bøye	29/8-07 kl.1857 – 26/9-07 kl. 1242, 28/9-07 kl. 0952-1133 og 29/9-07 kl. 0603-0752
Turbiditet over grenseverdi*	Nei
Enkeltmålinger høyere enn 5 NTU + Referanse	Nei
Statistisk oppsummering av turbiditetsdata (NTU)	
25 % persentil	0,3
Middelverdi	0,5
Gjennomsnitt	0,4
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:

Bøyen slet seg fra festet 29. august, og alle tre sensorene ble skadet. Ny sensor for MP3_40 ble bestilt og påmontert den 26. september.

OSLO HAVN KF	Rapport nr. 20051785-35	Figur nr. C-5
	Tegner AN	Dato 2007-12-07
	Kontrollert AO	
Godkjent		



Nøkkeldata

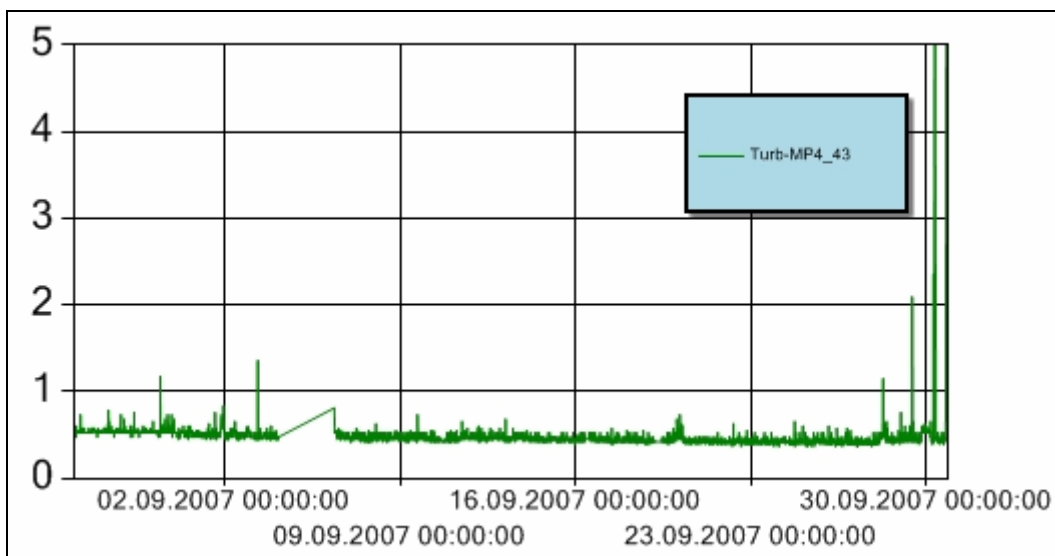
Hendelse	Kommentar
Måleperiode	27/8-07 – 30/9-07
Nedetid automatisk bøye	4/9-07 kl. 0343 – 6/9-07 kl. 0851, 16/9-07 kl. 1002-1212 og 19/9 kl. 0342-0952
Turbiditet over grenseverdi*	Nei
Enkeltmålinger høyere enn 5 NTU+Referanse	Nei
Statistisk oppsummering av turbiditetsdata (NTU)	
25 % persentil	0,9
Middelverdi	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:

Bøyen var nede 4. – 6. september på grunn av et kontaktproblem. I de periodene bøyen har vært nede, har dataene gått tapt.

OSLO HAVN KF	Rapport nr. 20051785-35	Figur nr. C-6
	Tegner AN	Dato 2007-12-07
	Kontrollert AO	
Godkjent		
Turbiditet ved målepunkt MP4		



Nøkkeldata

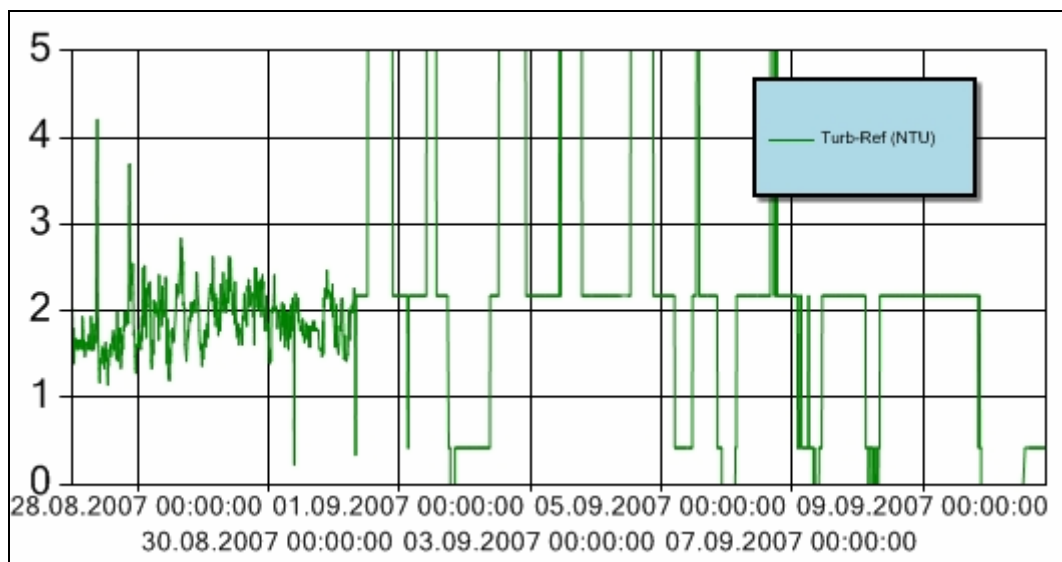
Hendelse	Kommentar
Måleperiode	27/8-07 – 30/9-07
Nedetid automatisk bøye	4/9-07 kl. 0343 – 6/9-07 kl. 0851, 16/9-07 kl. 1002-1212, 19/9 kl. 0342-0952 og 30/9-07 kl. 1942-2352
Turbiditet over grenseverdi*	Nei
Enkeltmålinger høyere enn 5 NTU + Referanse	1 stk
Statistisk oppsummering av turbiditetsdata (NTU)	
25 % persentil	0,4
Middelverdi	0,4
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:

Bøyen var nede 4. – 6. september på grunn av et kontaktproblem. I de periodene bøyen har vært nede, har dataene gått tapt.

OSLO HAVN KF	Rapport nr. 20051785-35	Figur nr. C-7
	Tegner AN	Dato 2007-12-07
	Kontrollert AO	
Godkjent		
Turbiditet ved målepunkt MP4_43 (tidligere MP4_2)		




Nøkkeldata

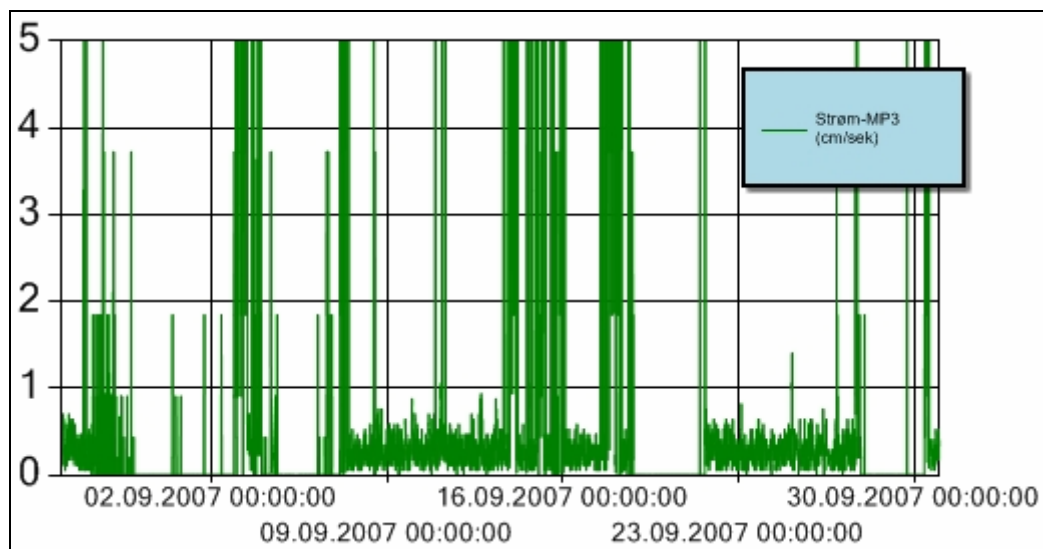
Hendelse	Kommentar
Måleperiode	27/8-07 – 30/9-07
Nedetid automatisk bøye	31/8-07 kl. 0800 – 30/9-07 kl. 2359
Turbiditet over grenseverdi	Ikke relevant for referansemålinger
Enkeltmålinger høyere enn 5 NTU+Referanse	
Statistisk oppsummering av turbiditetsdata (NTU)	
25 % persentil	1,6
Middelverdi	1,9
Gjennomsnitt	1,9
75 % persentil	2,1

Kommentarer:

MP3 slet seg fra festet 29. august, og alle tre sensorene ble skadet. Den 31. august ble sensoren fra TRef lånt og montert på MP3, som nederste måler. Pga dette finnes det ikke målinger fra TRef fra 31. august og ut perioden.

I perioden uten sensor på TRef har 1 NTU blitt benyttet som referanseverdi.

OSLO HAVN KF	Rapport nr. 20051785-35	Figur nr. C-8
	Tegner AN	Dato 2007-12-07
	Kontrollert AO	
Godkjent		



Nøkkeldata

Hendelse	Kommentar
Måleperiode	27/8-07 – 30/9-07
Nedetid automatisk bøye	4/9-07 kl. 0910-1150 og 5/9-07 kl. 0800-1030.
Strømhastighet over grenseverdi*	Nei, bare støy
Statistisk oppsummering av strømhastighetsdatadata (cm/sekund)**	
25 % persentil	0,2
Middelverdi	0,2
Gjennomsnitt	0,3
75 % persentil	0,4


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

**Høye enkeltverdier (>15 cm/s) regnes som støy og har ikke blitt tatt med i utregningene.

Kommentarer

Data fra følgende perioder er vurdert til ikke reelle:

28/8-07 kl. 1241 – 7/9-07 kl. 0910, 13/9-07 kl. 2140 – 14/9 kl. 0340, 14/9-07 kl. 2240 – 15/9-07 kl. 0610, 15/9-07 kl. 1340 – 16/9-07 kl. 0100, 17/9-07 kl. 1150 – 18/9-07 kl. 0840, 18/9-07 kl. 1500 – 21/9-07 kl. 1601 og 27/9-07 kl. 2055 – 30/9-07 kl. 1415

OSLO HAVN KF	Rapport nr. 20051785-35	Figur nr. C-9
	Tegner AN	Dato 2007-12-07
	Kontrollert AO	
Godkjent		

Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



Dokumentinformasjon/Document information					
Dokumenttittel/Document title Overvåking av forurensning ved mudring og deponering. Månedrappport september 2007.			Dokument nr./Document No. 20051785-35		
Dokumenttype/Type of document K Rapport/Report œ Teknisk notat/Technical Note		Distribusjon/Distribution œ Fri/Unlimited K Begrenset/Limited œ Ingen/None		Dato/Date 21. desember 2007 Rev.nr./Rev.No. 0	
Oppdragsgiver/Client Oslo Havn KF					
Emneord/Keywords					
Stedfesting/Geographical information					
Land, fylke/Country, County Norge, Oslo			Havområde/Offshore area		
Kommune/Municipality Oslo			Felt navn/Field name		
Sted/Location			Sted/Location		
Kartblad/Map			Felt, blokknr./Field, Block No.		
UTM-koordinater/UTM-coordinates					
Dokumentkontroll/Document control					
Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001					
Rev./Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egenkontroll/ Self review av/by:	Sidemanns- kontroll/ Colleague review av/by:	Uavhengig kontroll/ Independent review av/by:	Tverrfaglig kontroll/ Inter- disciplinary review av/by:
0	Original dokument	AN	AO		
Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release		Dato/Date		Sign. Prosjektleder/Project Manager	
				Audun Hauge	