

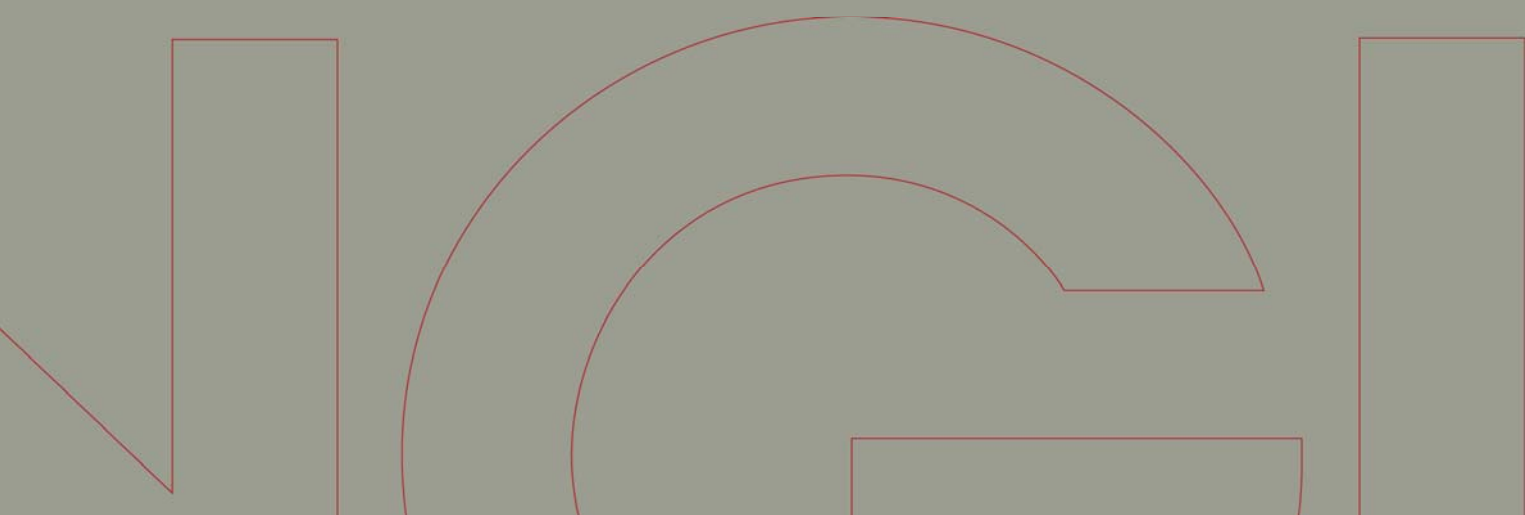


Rapport / Report

Overvåking av forurensning ved mudring og deponering

Overvåking under utlegging av rene
tildekkingsmasser på dypvanns-
deponi ved Malmøykalven

20051785-59
20. mars 2009



Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autenticiteten av dette dokumentet garanteres. Adressaten bør vurdere dette før bruk av dokumentet.

Dokumentet skal 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 NGL.

Neither the confidentiality nor the integrity of this document can be guaranteed following electronic transmission. The addressee should consider this before using this document.

This document shall not be used in parts, or for other purposes than the document was prepared for. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the owner's consent. No changes to the document shall be made without consent from NGL.

Prosjekt

Prosjekt: Overvåking av forurensning ved mudring og deponering
Rapportnummer: 20051785-59
Rapporttittel: Overvåking under utlegging av rene tildekkingsmasser på dypvannsdeponi ved Malmøykalven
Dato: 20. mars 2009

Hovedkontor:
Pb. 3930 Ullevål Stadion
0806 Oslo

Avd Trondheim:
Pb. 1230 Pirsenteret
7462 Trondheim

T 22 02 30 00
F 22 23 04 48

Kontonr 5096 05 01281
Org. nr 958 254 318 MVA

ngi@ngi.no
www.ngi.no

Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: Oslo havn KF
Oppdragsgivers
kontaktperson: Jarle Berger
Kontraktreferanse: 40HAV05

For NGI

Prosjektleder: Audun Hauge
Rapport utarbeidet av: Arne Pettersen

Sammendrag

Oslo havn har i perioden februar 2006 til oktober 2008 deponert mudrede sedimenter i dypvannsdeponiet ved Malmøykalven. I tråd med krav gitt i SFTs tillatelse ble utleggingen av det første laget med rene dekkmasser påbegynt umiddelbart etter nedføringen av mudrede masser var avsluttet. Dekkmassene består av knust gneis (0-8 mm) levert av Åsland Pukk. Massene er godkjent til formålet i henhold til SFTs tildekkingsveileder.

Denne rapporten gir resultater fra overvåking av turbiditet og vannkvalitet som er gjennomført under utlegging av det første laget med tildekkingsmasser.

Det er gjennomført overvåking under utlegging av det første dekklaget på dypvannsdeponiet med kontinuerlig måling av turbiditet med automatiske overvåkingsbøyer, ved manuelle målinger av turbiditet i hele vannsøylen og ved dokumentasjon av vannkvalitet ved kjemisk analyse av vannprøver.

Sammendrag (forts.)



Rapport nr.: 20051785-59
Dato: 2009-03-20
Rev. dato:
Side: 2 / Rev.: 0

Overvåkingen dokumenterer at tildekkingsmassene sedimenterer innen et avgrenset område rundt den tildekkingsruten fartøyet passerer over. Utleggingen gir forhøyede konsentrasjoner av partikler i vann, men dette består av rent materiale. Utleggingen av det første laget dekkmasser førte til en begrenset oppvirvling av deponert sediment, men dette blir ikke virvlet lengre opp enn 10 m over sjøbunnen.

Entreprenør startet arbeidene sør i deponiet der det ikke ble deponert mudrede masser. Før utleggingsmetoden var optimert ble det observert flere episoder med overskridelse av grenseverdien for turbiditet. Optimeringen av metoden omfattet endret prosedyre for innlasting av dekkmasser og endringer i prosedyre for tversgående slipp av dekkmasser. Disse endringene i prosedyre har gitt redusert partikkelmengde i vann under utlegging, og et jevnere dekklag med bedre kvalitet.

1	Innledning	4
2	Gjennomføring av utlegging	4
3	Overvåking	8
3.1	Kontinuerlig overvåking under utlegging	8
3.2	Manuelle turbiditetsmålinger og vannprøvetakning ved utlegging	9
4	Resultater og diskusjon	9
4.1	Kontinuerlig overvåking av turbiditet ved automatiske målebøyer	9
4.2	Manuelle målinger av turbiditet ved utlegging	10
4.3	Dokumentasjon av vannkvalitet under utlegging	16
5	Oppsummering og konklusjon	18
6	Referanser	19

Kartbilag 1	Oversikt over stasjonsnettet for vannprøver og turbiditetsmålinger
Vedlegg A	Overvåkingsdata fra automatiske målebøyer
Vedlegg B	Analyserapport fra vannprøver tatt under utlegging av dekkmasser

Kontroll- og referanseside

1 Innledning

Oslo havn har i perioden februar 2006 til oktober 2008 deponert mudrede sedimenter i dypvannsdeponiet ved Malmøykalven. I tråd med krav gitt i SFTs tillatelse ble utleggingen av det første laget med rene dekkmasser påbegynt umiddelbart etter nedføringen av mudrede masser var avsluttet. Dekkmassene består av knust gneis (0-8 mm) levert av Åsland Pukk. Massene er godkjent til formålet i henhold til SFTs tildekkingsveileder (SFT, 2006 og Multiconsult, 2008).

Denne rapporten gir resultater fra overvåking av turbiditet og vannkvalitet som er gjennomført under utlegging av det første laget med tildekkingsmasser (HAV, 2006).

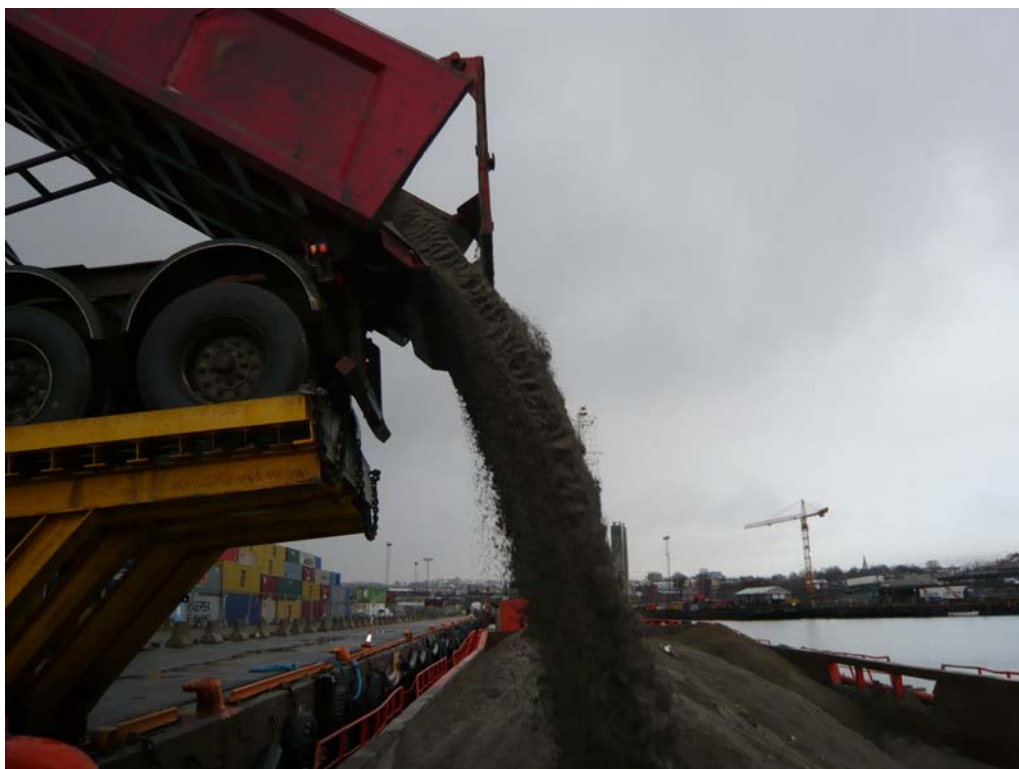
2 Gjennomføring av utlegging

Tildekking av dypvannsdeponiet utføres av Secora AS. Utleggingen skjer fra splittlekter som trekkes sidelengs mens lekteren åpnes gradvis. Dypvannsdeponiet er delt inn i ruter av 30 m x 220 m som ved jevn utlegging gir et dekklag som er opp mot 10 cm tykt. Totalt skal det legges ut minimum 40 cm dekkmasse, lagt ut i fem lag.

Splittlekteren trekkes sidelengs ved assistanse av en slepebåt ved baugen av splittlekteren i kombinasjon med fartøyets eget framdriftsmaskineri. Om bord i lekteren blir åpningen av splittlekteren styrt av en av entreprenørens operatører. Ved oppstart av tildekkingen ble det erfart at noe masse ikke gikk ut av lasterommet. Lekteren ble da trukket tilbake i samme rutenett for å kompensere for dette. Figur 1-6 gir en billedserie som illustrerer hvordan arbeidene utføres.

Utlegging av det første tildekkingslaget er gjort i perioden 24/11-08 til 13/1-09. Det ble utført reparasjonsarbeider av lag 1 fram til 6/2-09.

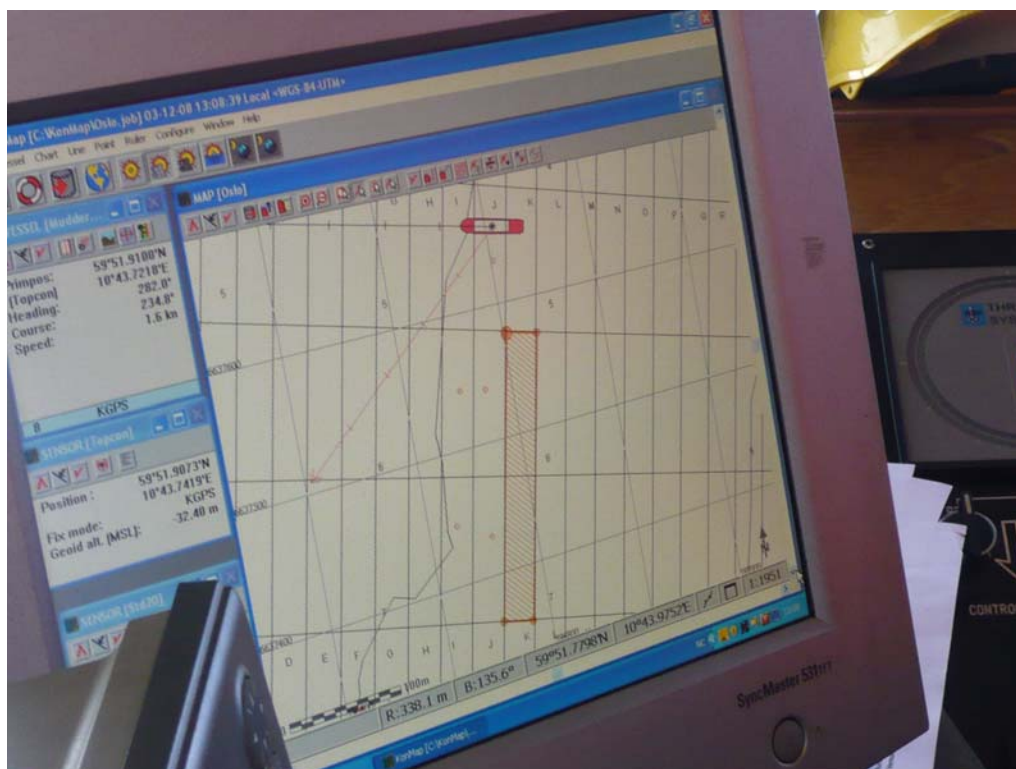
Med bakgrunn i overvåking av dekklaget med målestaver, SPI undersøkelser og geotekniske undersøkelser (NGI, 2009) ble utleggingen av lag 2 påbegynt 9/2-09.



Figur 1 Masser fra Åsland pukk lastes ombord i splittlekter M079 ved Sørengutstikkeren.



Figur 2 Splittlekter M079 på veg ut mot dypvannsdeponiet med ca 700 m³ tildekkingsmasse.



Figur 3 Lekteren posisjoneres i forhold til den rute (30 m x 220 m) der dekkmassene skal legges ut.



Figur 4 Massene legges ut fra splittlekteren mens den trekkes sidelengs assistert av slepebåt. Senere er lekterens baugtrustere benyttet.



Figur 5 Massene legges ut mens fartøyets hastighet er 1-2 knop.



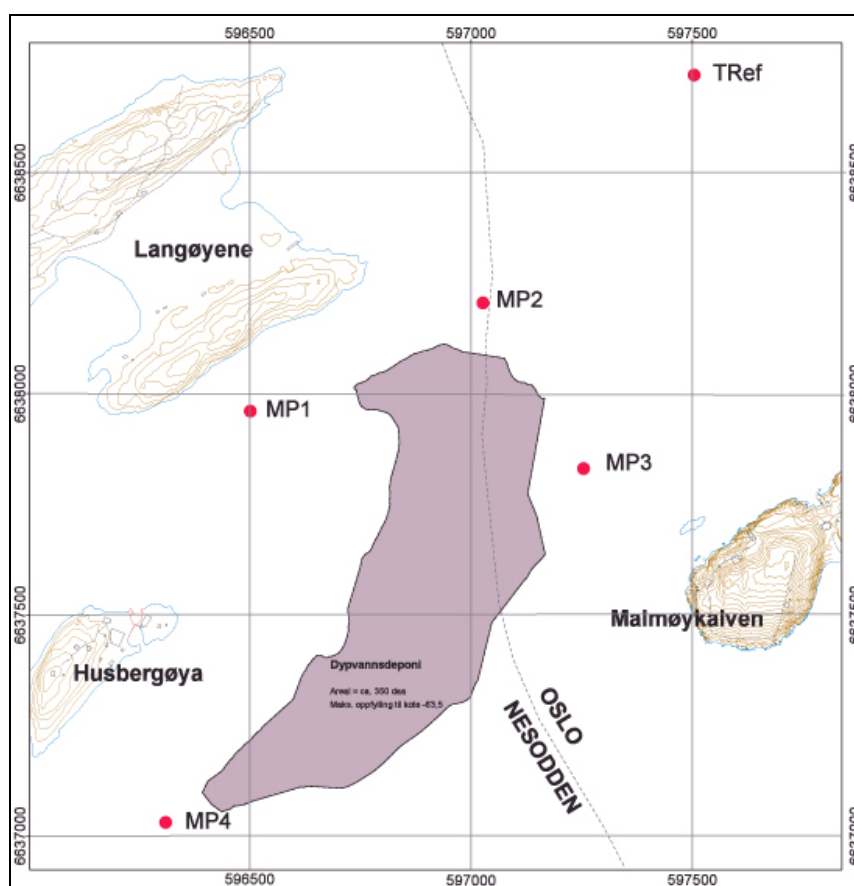
Figur 6 Lekteren lukkes og vender tilbake til Sørengutstikkeren for lasting av mer tildekkingsmasse.

3 Overvåking

Overvåking under utlegging av det første laget dekkmasser har omfattet kontinuerlig måling av turbiditet ved automatiske overvåkingsbøyer rundt deponiet, samt manuelle målinger av turbiditet i hele vannsøylen etter utlegging av masser og dokumentasjon av vannkvalitet ved vannprøvetakning.

3.1 Kontinuerlig overvåking under utlegging

Turbiditeten er målt ved fire målepunkter rundt deponiet og ved en referanse-stasjon 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 etablert sensorer ved 50 m vanddyp på MP3 og ved 43 m vanddyp på MP4.



Figur 1 Kart over deponiområdet med automatiske målestasjoner.

Bøyeriggene for turbiditetsmålinger er satt opp med utstyr fra Aanderaa Instruments som kontinuerlig måler innhold av partikler i vannet (turbiditet). Måledata fra bøyene overføres fortløpende til NGIs server og er tilgjengelig via en website. Det genereres tekstmeldinger (SMS) automatisk dersom grenseverdien overskrides i mer enn 20 minutter, eller hvis datastrømmen avbrytes. Disse meldingene ble sendt til entreprenør og NGI slik at tiltak kunne bli iverksatt umiddelbart dersom grenseverdien ble overskredet.

Overvåkingsbøylene var operative under utlegging av første lag med dekkmasser som angitt i kontrollplanen for arbeidene (HAV, 2006). Utstyret ble demobilisert 8.-12. Februar 2009 på grunn av isdannelse i området.

3.2 Manuelle turbiditetsmålinger og vannprøvetakning ved utlegging

Manuelle målinger av turbiditet i hele vannsøylen og dokumentasjon av vannkvalitet ble gjennomført 11/12-08. Denne dagen fulgte NGI utleggingen av to lektelass. Posisjonen til disse er vist i kartbilag 1. Det ble målt turbiditet i hele vannsøylen ved punktene A-H etter utlegging av hvert lass.

Det ble videre tatt vannprøver i punkt D (ved 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60 og 65 m vanndyp) og i bunnvannet 5 m over sjøbunnen ved punkt B, C, E og F etter utlegging av andre lass. Prøvene ble sendt akkreditert laboratorium for kjemisk analyse.

4 Resultater og diskusjon

4.1 Kontinuerlig overvåking av turbiditet ved automatiske målebøyer

Tabell 1 oppsummerer resultatene fra kontinuerlig måling av turbiditet ved de automatiske overvåkingsbøylene som var utplassert rundt dypvannsdeponiet. I vedlegg A-1 til A-7 er resultatene presentert i detalj. Vedlegg A-8 viser resultatene fra målingene av strømhastighet i bunnvannet ved dypvannsdeponiet.

Tabell 1 Resultater fra måling av turbiditet ved overvåkingsbøyer rundt deponiet under utlegging av første lag tildekkingsmasser.

Stasjon	Nedetid ¹	Overskridelse av grenseverdi for turbiditet ¹	Turbiditet (NTU)			
			Nedre kvartil ²	Middel verdi	Gjennomsnitt	Øvre kvartil ³
MP1	Se vedlegg A-1 til A-7.	Nei	0,6	0,7	0,9	0,9
MP2		12/1-09 og 13/1-09	0,4	0,6	0,8	0,9
MP3-65		6/1-09, 7/1-09, 12/1-09 og 3/2-09	0,9	1,0	1,3	1,3
MP3-50		16/12-08, 6/1-09, 7/1-09, 8/1-09, 12/1-09 og 3/2-09	0,7	1,0	1,4	1,5
MP4		24/11-08, 25/11-08, 26/11-08, 27/11-08, 28/11-08, 29/11-08, 30/11-08, 3/12-08, 4/12-08, 6/12-08, 15/12-08 og 26/1-09	0,8	1,1	2,0	2,1
MP4-43		24/11-08 og 25/11-08	0,4	0,6	0,9	1,0
TRef		Ikke relevant for referansemåling	0,4	0,6	0,8	0,7

¹ Se vedlegg A-1 til A-7 for detaljer,

² 25 % av måleverdiene er lavere enn dette, ³ 75 % av måleverdiene er lavere enn dette.

Resultatene fra overvåkingsbøylene viser at det under oppstart av utleggingen av dekkmasser sør i deponiområdet ble observert flere episoder med overskridelse av grenseverdi for turbiditet. I denne innledende fasen av

tildekkingsarbeidene pågikk det innkjøring av utleggingsmetoden. Erfaringene fra denne første perioden ble brukt til å optimere prosedyren for utlegging. Dette omfattet tiltak som å redusere mengden tildekkingsmasse i hvert lekterlass, samt å legge massene langs sidene i lekterens lasterom. Dette medførte at massene gled lettere og jevnere ut under utlegging. Videre ble metoden for å trekke lekteren sidelengs forbedret. Dette ble innledningsvis gjort med assistanse av slepebåt, og senere kun ved fartøyets egne baugtrustere. Under utleggingen av de første lassene helt sør (areal tilsvarende tre 30 m x 200 m) ble ikke lekteren trukket sidelengs men lagt ut ved konvensjonell splittmetode.

Den innledende metodeinnkjøringen ble gjort helt sør i deponiområdet fordi det ikke var deponert mudrede masser der.

Som det framgår av figur A-1 til A-7 ble partikkelmengden under utlegging redusert som følge av disse justeringene. Videre ble det oppnådd en tilfredsstillende kvalitet på tildekkingslaget (NGI, 2009).

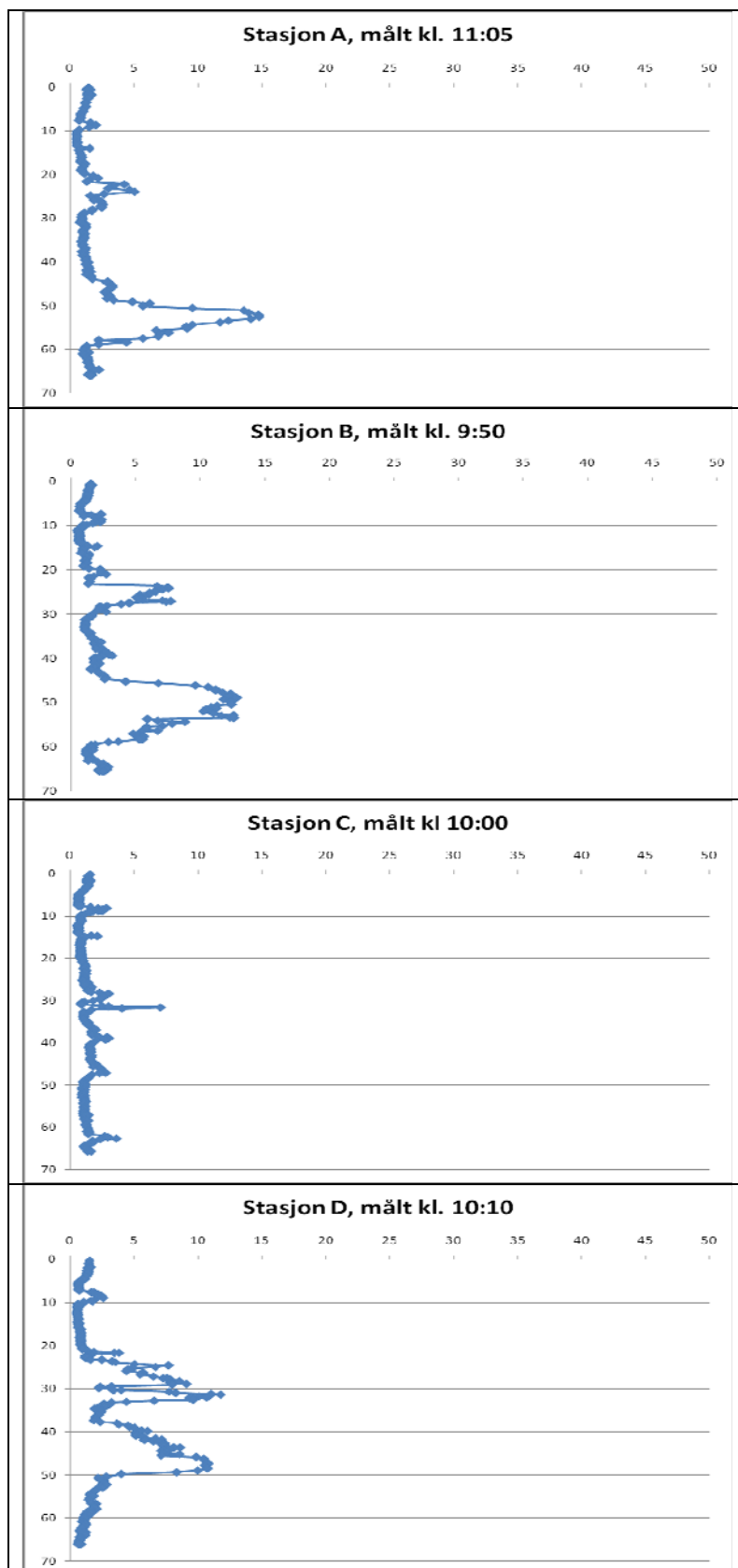
Ved målebøye MP3 og MP2 ble det også observert turbiditet over grenseverdien. Disse hendelsene er knyttet til utlegging av dekkmasser i området i nærheten av disse målebøyene. Under reparasjonsarbeidene av dekklaget sør i deponiet ble det av samme grunn observert forhøyet turbiditet ved MP4 i slutten av januar.

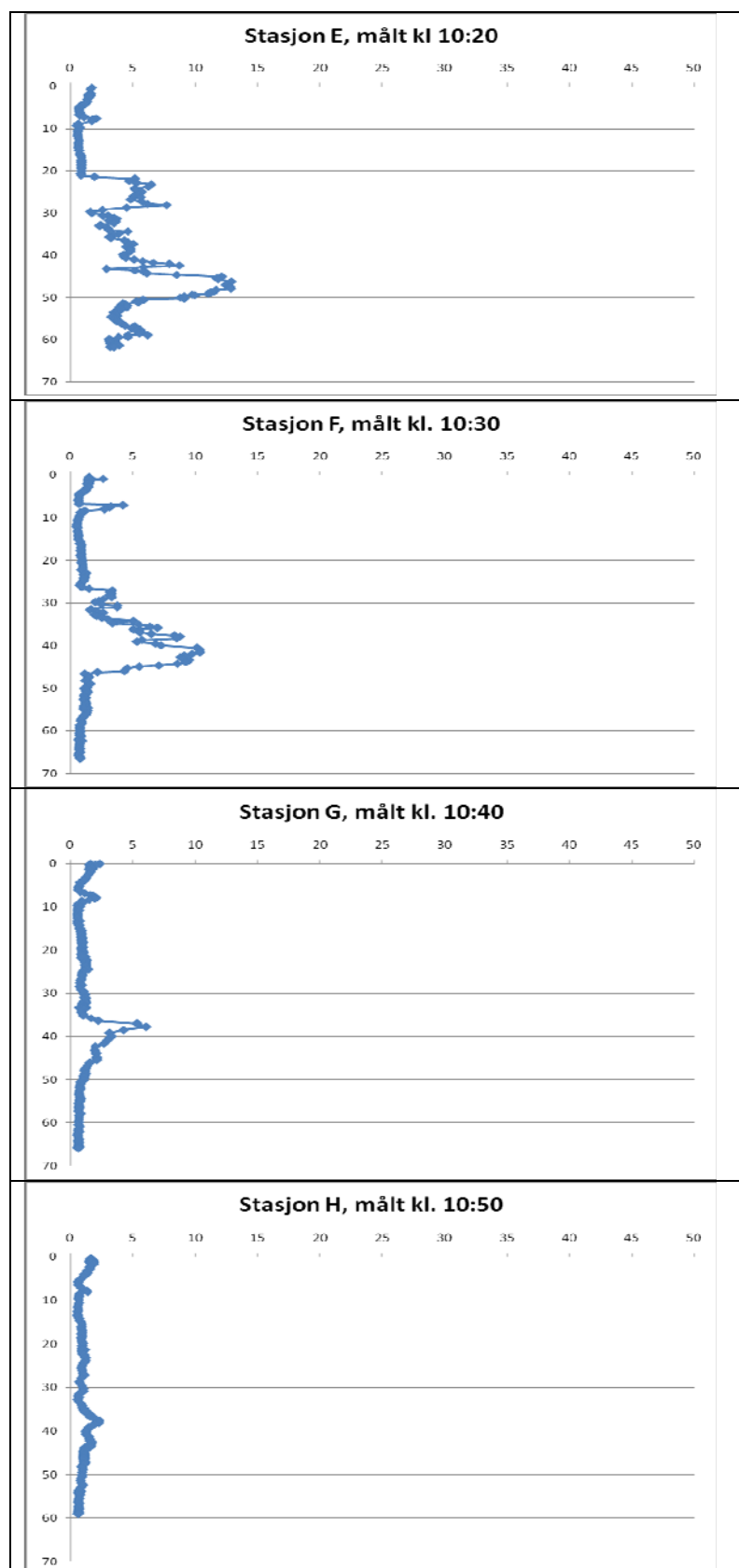
Ved målestasjon MP3 og MP4 var det etablert turbiditetssensor også høyere i vannmassene, ved henholdsvis 50 m og 43 m vanddyp. Her ble det også registrert episoder med høyere turbiditet. Disse observasjonene skyldes sannsynligvis sedimentasjonen av finstoff fra tildekkingen. Dette materialet har en lavere sedimentasjonshastighet enn resten av de rene massene, og vil derfor i større grad ha en horisontal spredning når det slippes fra overflaten.

Strømhastigheten i bunnvannet har i perioden vært 0,2 cm/sekund, se vedlegg A-8 for flere detaljer. NIVA overvåker området på vegne av Fagrådet for indre Oslofjord, og har rapportert at det var dypvannsutskiftning i desember 2008 og februar 2009 i Bekkelagsbassenget (NIVA, 2009).

4.2 Manuelle målinger av turbiditet ved utlegging

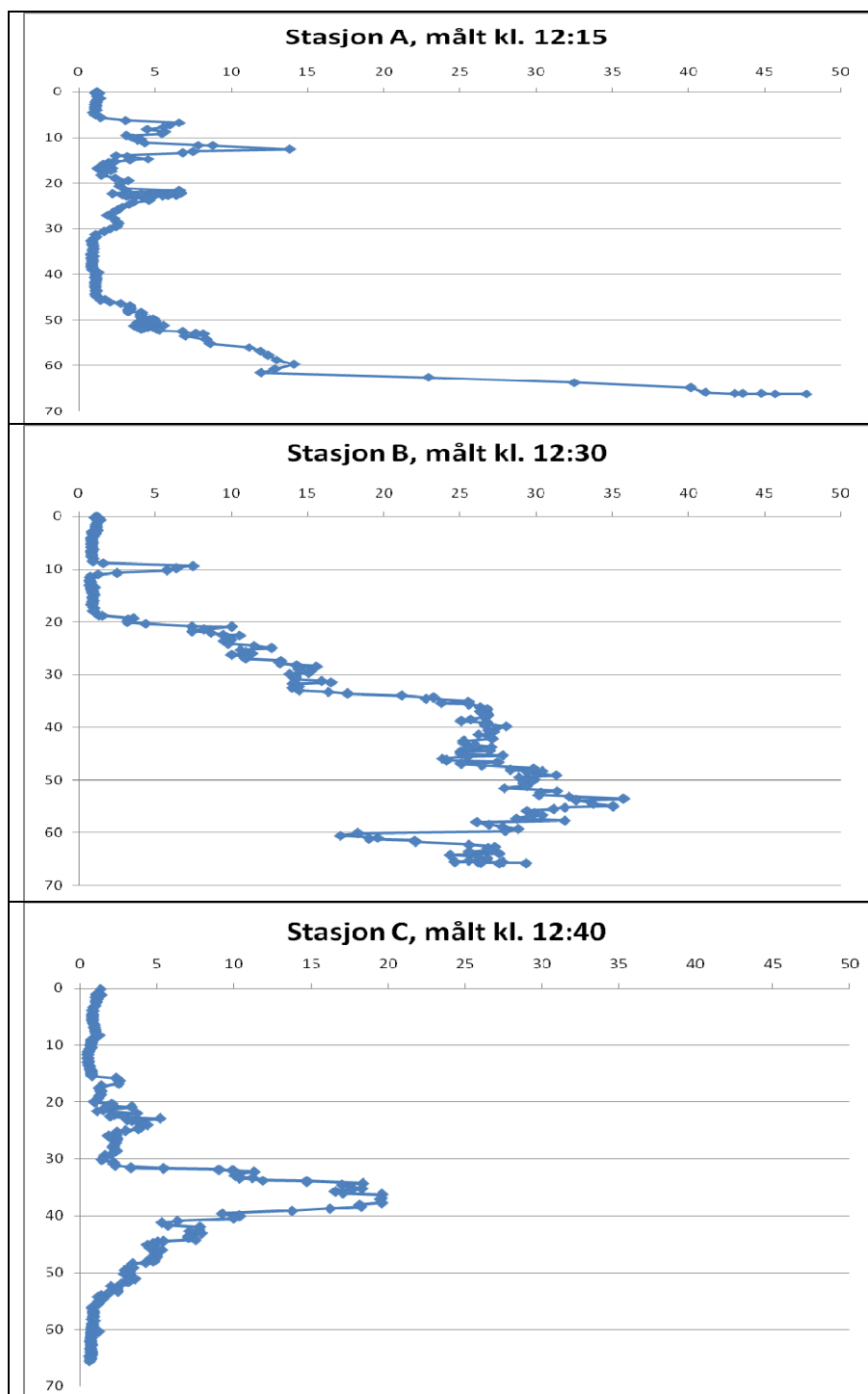
Figur 2 presenterer resultatene fra de manuelle målingene av turbiditet under utlegging av det første lasset med dekkmasser som ble lagt ut 11/12-08 fra kl. 7:35-7:40. Målingene ble gjennomført i tidsperioden fra klokken 9:25 til 11:05

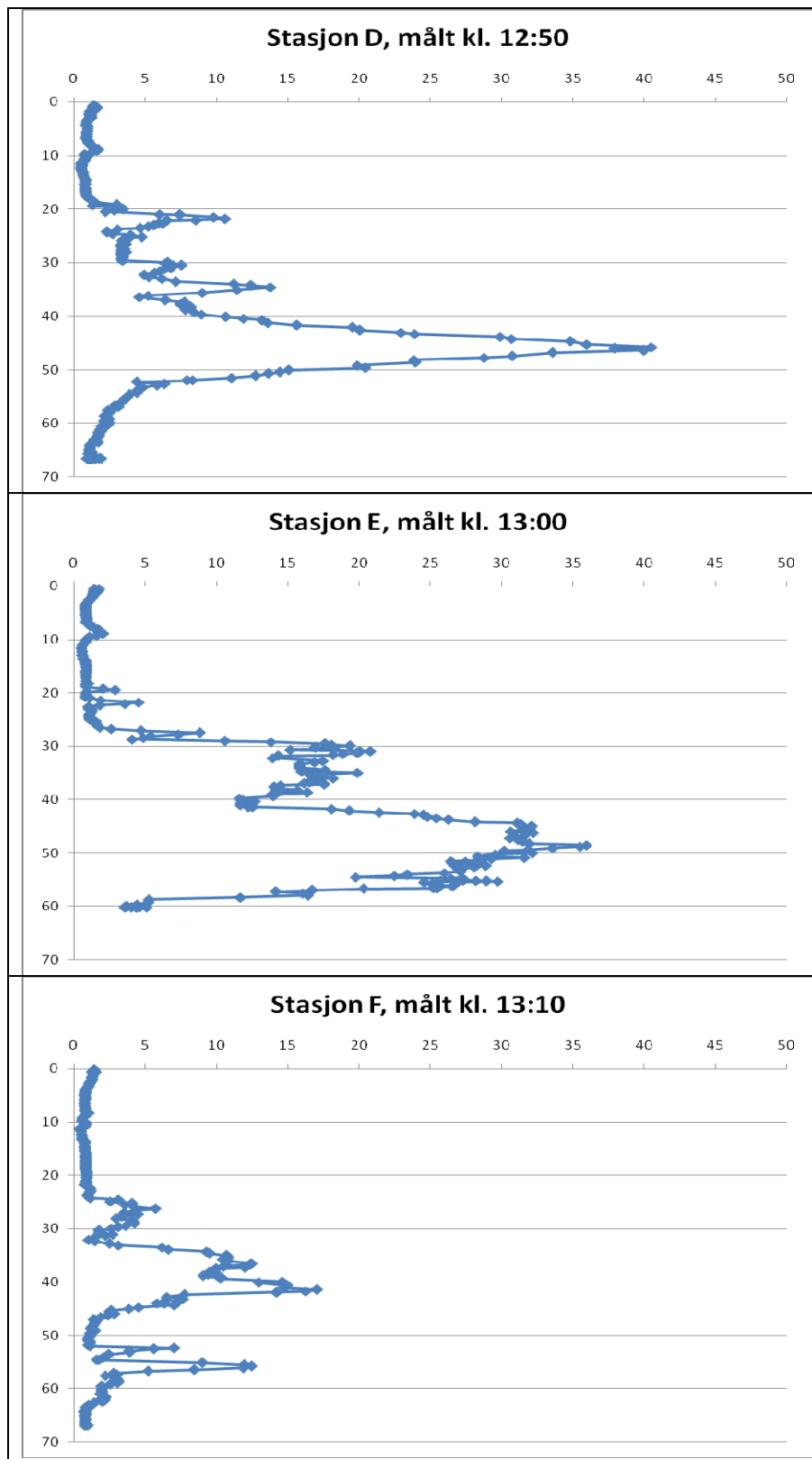


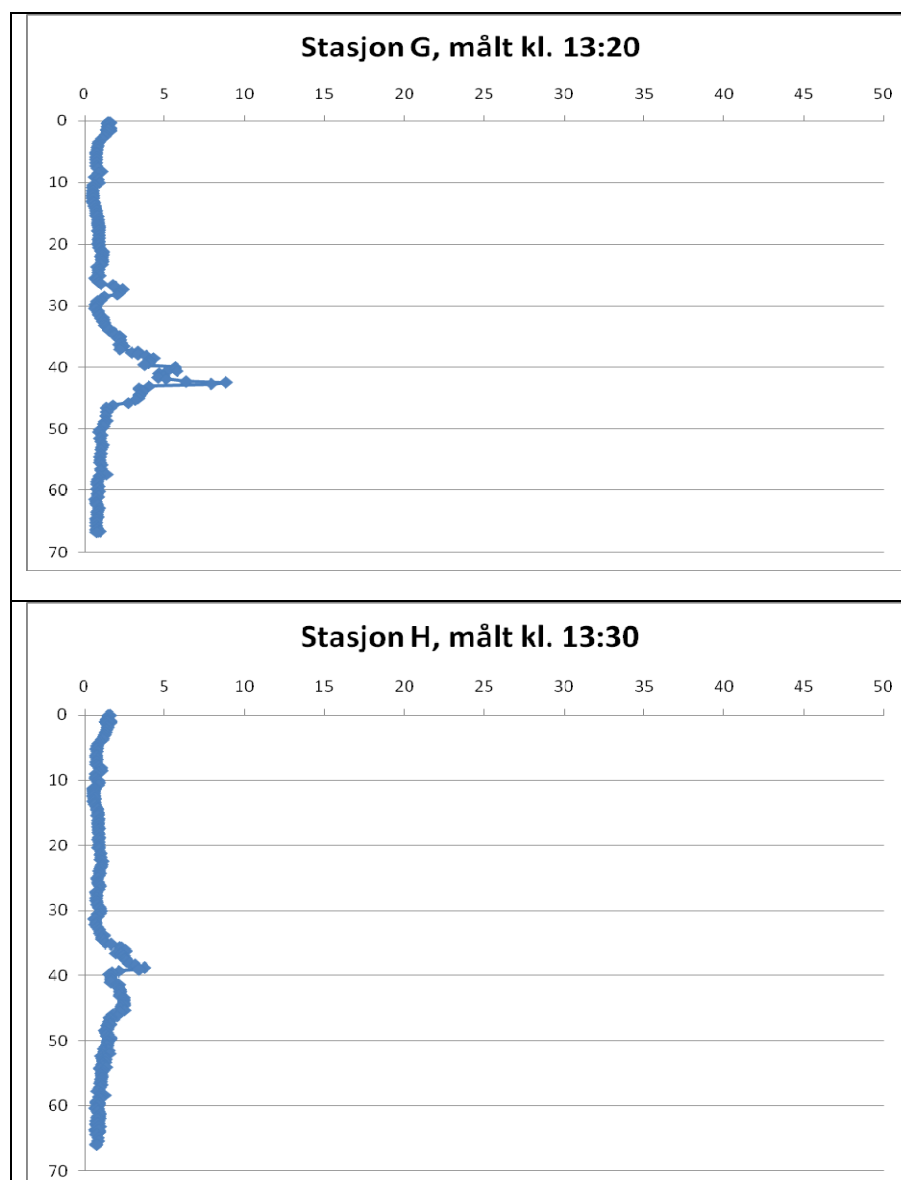


Figur 2 Turbiditet etter utlegging av første lass dekkmasser

I figur 3 presenteres resultatene fra manuell måling av turbiditet etter utlegging av det andre lasset den 11/12-08. Utleggingen ble utført i tidsperioden fra kl. 11:35-12:00. Denne måleserien ble utført fra kl. 12:15 til 13:30.







Figur 3 Turbiditet etter utlegging av andre lass dekkmasser.

Resultatene fra de manuelle målingene av turbiditet etter utlegging av dekkmasser gir, sammen med resultatene fra analysene av vannprøver presentert under, grunnlag for en mer detaljert forståelse av effektene på partikkelmengden i vann under utlegging.

Det naturlige bakgrunnsnivået er lavt i vinterhalvåret, og rundt 1 NTU i hele vannsøylen. Alle utslag over dette nivået i figur 2 og 3 er følgelig å anse som en effekt av tildekkingsarbeidene.

Etter den første utleggingen i felt 1 observeres en økning i partikkelmengden nedover i vannsøylen, spesielt ved observasjonspunkt A, B, D, E og F. Lekteren er trukket fra nord mot sør, og disse punktene ved siden av og rett sør for tildekkingsfeltet. Ved rutene C, G og H, som ligger nord og 150 m øst for utleggingsfeltet er partikkelmengde i vertikalprofilet vesentlig mindre, men det

observeres turbiditet i sjikt noe høyere oppe i vannmassene (se spesielt stasjon G).

Etter utlegging av det andre lasset dekkmasser i felt 2 gjøres tilsvarende observasjoner, men partikkelmengden er generelt høyere. I punkt C og G og H er det observert partikler i et sjikt ved 40-50 m vanddyp. Ved observasjonspunkt A, B og E er det høy partikkelmengde i nedre del av vannsøylen. Ved punkt D og F er ikke partikkelmengde like høy i bunnvannet.

Resultatene viser tildekkingsmassene synker ned til bunnen innenfor et avgrenset område rundt ruten fartøyet går over. Utleggingen gir sannsynligvis en horisontal vannbevegelse i bunnvannet rett over sjøbunnen foran massene som legges ut, dvs. i samme retning som lekteren trekkes. En del finstoff fra dekkmassene vil ha en lavere sedimentasjonshastighet dermed få en noe større horisontal spredning. Det er sannsynligvis dette som er observert i punktene C, G og H.

Når observasjonene av turbiditet i vann sammenholdes med observasjonene av dekklaget med sedimentkamera (NGI, 2009) ser det ut til at det blir en god overlapp mellom rutene lekteren trekkes over, noe som fører til et jevnt dekklag. Samtidig ser det ut til at avdrift og tap av finstoff ut av deponiområdet er beskjedent.

4.3 Dokumentasjon av vannkvalitet under utlegging

Vannprøvene er analysert hos ALS Scandinavia. Originale analyserapporter er presentert i sin helhet i vedlegg A for komplett dokumentasjon og sporbarhet. Analysene er gjort på ufiltreerte prøver slik at både løste og partikkelbundede stoffer inngår i måleresultatet. Tabell 2 og 3 oppsummerer resultatene fra disse analysene. Konsentrasjoner som er presentert i uthevet skrift er vurdert til å være høyere enn bakgrunnsnivået i området.

Tabell 2 Vannkvalitet i bunnvann under utlegging. Alle konsentrasjoner er gitt i µg/l.

Stoff	B	C	E	F
PAH-16	i.p	i.p	i.p	i.p
Cd	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cr	0,103	0,143	0,765	0,298
Cu	14,4	4,77	2,56	3,82
Hg	<0,002	<0,002	0,0060	<0,002
Ni	5,77	2,26	1,50	1,78
Pb	4,23	0,800	1,13	0,586
Zn	37,4	8,34	6,15	5,77

i.p betyr at forbindelsene ikke er påvist over metodens nedre bestemmelsesgrense. Se analyserapport i vedlegg a.

Tabell 3 Vannkvalitet i vannsøyle ved stasjon D under tildekking. Alle konsentrasjoner er gitt i µg/l.

Stoff	D 5m	D 10m	D 20m	D 30m	D 40m	D 50m	D60m	D 65m (bunnvann)
PAH-16	i.p	i.p	i.p	i.p	i.p	i.p	i.p	i.p
Cd	<0,05	<0,05	0,0595	<0,05	<0,05	<0,05	0,0558	<0,05
Cr	0,140	<0,1	0,174	0,289	0,230	0,271	0,414	0,335
Cu	1,71	1,37	1,92	4,26	2,75	2,46	2,52	10,8
Hg	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,0059	0,0058
Ni	0,902	1,16	1,01	1,66	0,906	1,20	1,27	1,85
Pb	<0,3	<0,3	0,307	0,878	0,626	0,515	0,890	1,64
Zn	4,65	3,61	3,79	6,51	3,80	4,46	4,32	15,8

i.p betyr at forbindelsene ikke er påvist over metodens nedre bestemmelsesgrense. Se analyserapport i vedlegg a.

Resultatene viser at det ved 65 m og 60 m vanddyp ved stasjon D, og i bunnvannet ved stasjon B og E er påvist forhøyede konsentrasjoner av tungmetallene Zn, Hg, Cu, Ni og Pb. Som det framgår av tabell 1 og 2 er ikke alle disse metallene påvist i forhøyede konsentrasjoner i hver av de nevnte prøvene. Ved episoder med turbiditet over grenseverdi under nedføring av mudrede masser kunne de samme metallene observeres i forhøyede konsentrasjoner i forhold til bakgrunnsnivået i området. Det er derfor sannsynlig at vannmassene prøvene er hentet fra er påvirket av partikulært materiale fra de deponerte mudrede massene ved at utleggingen har gitt en resuspensjon i bunnvannet.

Det ble derimot ikke påvist PAH i noen av vannprøvene. Metodens nedre bestemmelsesgrense varierer fra 0,01 µg/l til 0,1 µg/l for de ulike PAH kongenerene. Større resuspensjon av mudrede masser ville ha gitt målbare PAH verdier i vannprøvene.

Resultatene fra vannprøvene viser at kun partikulært materiale i bunnvannet (vannmassene opp til 10 m over sjøbunnen) inneholder forhøyede nivåer av metaller. Dette skyldes oppvirvling av deponert materiale fra sjøbunnen. Resultatene fra vannprøvene viser at det som observeres av turbiditet høyere opp i vannsøylen skyldes den sedimenterende, rene tildekkingsmassen. Den horisontale utbredelsen av oppvirvling av deponert materiale er imidlertid observert til å være begrenset og innenfor en radius av 100 m fra der massene legges ut.

Karakteriseringen av tildekkingsmassene (Multiconsult, 2008) viste at tildekkingsmassene hadde en viss utlekking av Cd, Cu og Ni. Utlekking av metallene Cd, Cu, Ni og Co er observert fra en rekke materialer som er aktuelle til tildekkingsformål (NGI, 2002 og Eek et al. 2007). Dette er materialer som maskinknust gneis, kalk og dolomitt samt sand (naturlig avsatt løsmasse).

Overvåkingen viser at det er påvist Cd ved 20m og 60m vanddyp ved stasjon D. Det er mulig at dette skyldes utlekking fra tildekkingsmassene, men konsentrasjonene er lave og marginalt over metodens nedre bestemmelsesgrense.

5 Oppsummering og konklusjon

Det er gjennomført overvåking under utlegging av det første dekklaget på dypvannsdeponiet ved Malmøykalven med kontinuerlig måling av turbiditet med automatiske overvåkingsbøyer, ved manuelle målinger av turbiditet i hele vannsøylen og ved dokumentasjon av vannkvalitet ved kjemisk analyse av vannprøver.

Overvåkingen dokumenterer at tildekkingsmassene sedimenterer innen et avgrenset område rundt den tildekkingsruten fartøyet passerer over. Utleggingen gir forhøyede konsentrasjoner av partikler i vann, men dette består av rent materiale. Utleggingen av det første laget dekkmasser førte til en begrenst oppvirvling av deponert sediment, men dette blir ikke virvlet lengre opp enn 10 meter over sjøbunnen.

Entreprenør startet arbeidene sør i deponiet der det ikke ble deponert mudrede masser. Før utleggingsmetoden var optimert ble det observert flere episoder med overskridelse av grenseverdien for turbiditet ved de automatiske overvåkingsbøyene. Optimeringen av metoden omfattet endret prosedyre for innlasting av dekkmasser og endringer i prosedyre for tversgående slipp av dekkmasser. Disse endringene i prosedyre har gitt redusert partikkelmengde i vann under utlegging, og et jevnere dekklag med bedre kvalitet.

6 Referanser

Eek E., Godøy O., Aagaard P. and Breedveld G.D. (2007).
Experimental determination of efficiency of capping materials during consolidation of metal contaminated dredged material. Chemosphere 69 (2007) 719-728.

HAV (2006)

Ren Oslofjord. Gjennomføring av Oslo kommunes helhetlig tiltaksplan for forurenset sediment i Oslo havnedistrikt. Kontrollplan for mudring og deponering i dypvannsdeponi. Rev. 03, datert 11. November 2008.

Multiconsult (2008)

Karakterisering av masser for tildekking av sjøbunn. Undersøkelse av egnethet for tildekkingsmasser brukes ved Malmøykalven, sammendragsrapport. Multiconsult rapport 117917-3, datert 23. September 2008

NGI (2002)

Utvikling av teknologi for miljømudring. Adsorpsjonsegenskaper til ulike løsmasser brukt som filtermasse. NGI rapport 994125-2, datert 10. Desember 2002.

NGI (2009)

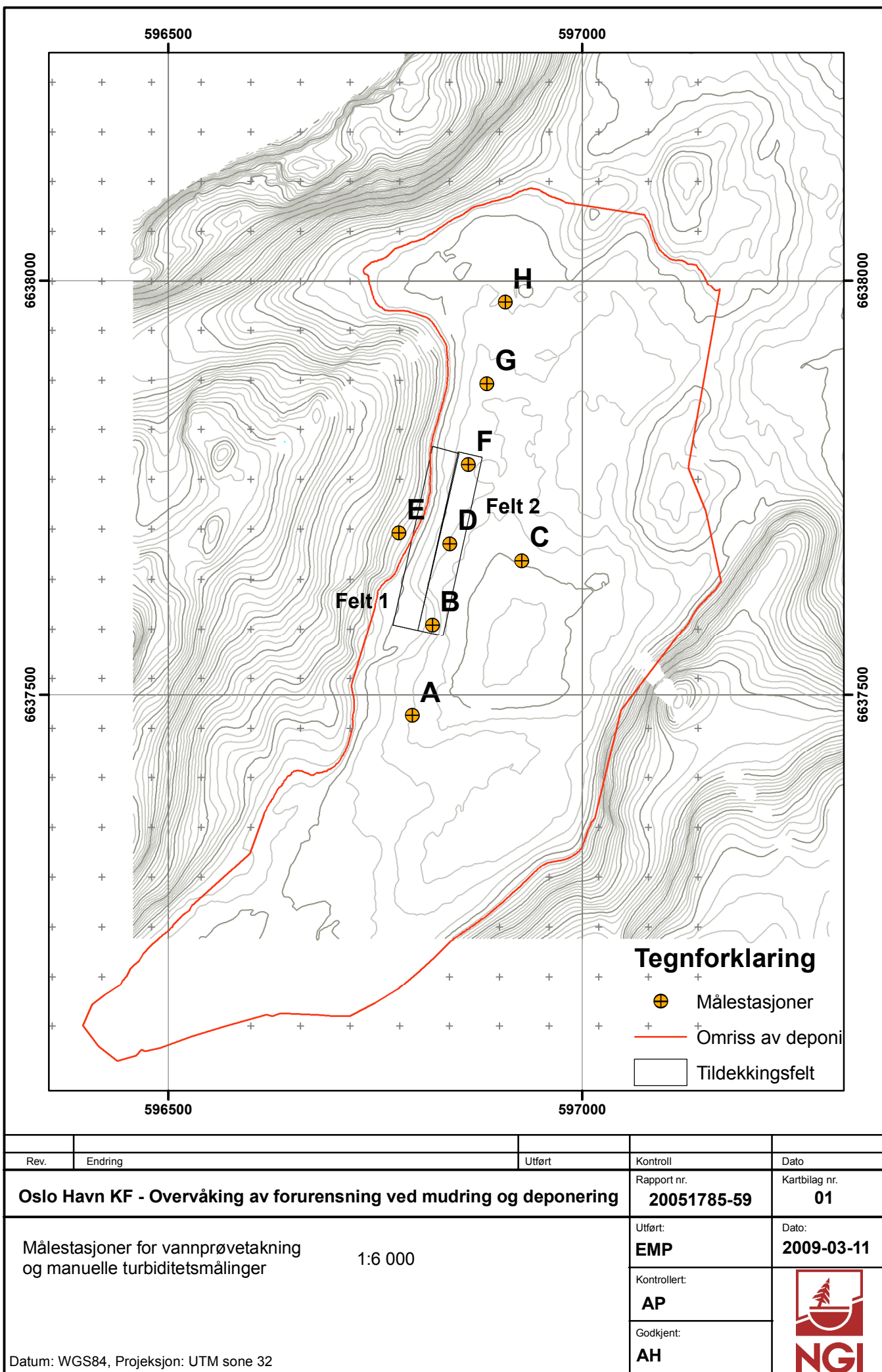
Overvåking av forurensning ved mudring og deponering. Kontroll av tildekking av dypvannsdeponiet etter utlegging av første dekklag. NGI rapport 20051785-61, datert 27. januar 2009.

NIVA (2009)

Miljøovervåking av indre Oslofjord. Foreløpige resultater fra tokt 16/2-09. Toktrapport datert 27. Februar 2009.

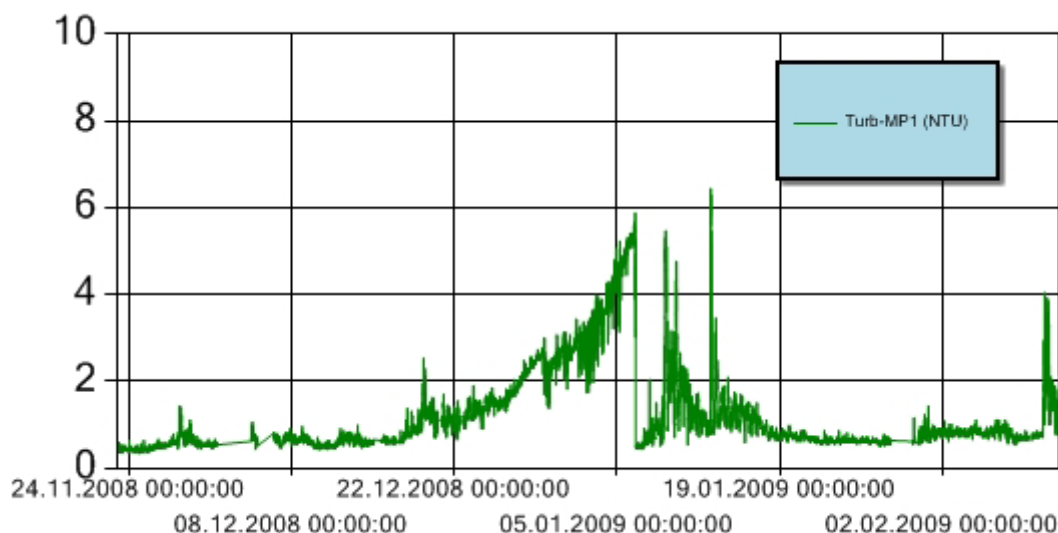
SFT (2006)

Veiledende testprogram for masser til bruk for tildekking av forurensede sedimenter (tildekkingsveileder). TA-2143/2005, ISBN 82-7655-501-2.



Rev.	Endring	Utført	Kontroll	Dato
Oslo Havn KF - Overvåking av forurensning ved mudring og deponering			Rapport nr. 20051785-59	Kartbilag nr. 01
Målestasjoner for vannprøvetakning og manuelle turbiditetsmålinger 1:6 000 Datum: WGS84, Projeksjon: UTM sone 32			Utført: EMP	Dato: 2009-03-11
			Kontrollert: AP	
			Godkjent: AH	

Vedlegg A - Overvåkingsdata fra automatiske målebøyer



Nøkkeldata

Hendelse	Kommentar
Måleperiode	24/11-08 til 8/2-09
Nedetid automatisk bøye	1/12-08 til 4/12-08 28/1-09 til 30/1-09
Turbiditet over grenseverdi*	Nei
Enkeltmålinger høyere enn 5 NTU+Referanse**	Nei
Statistisk oppsummering av turbiditetsdata (NTU)	
25 % persentil	0,6
Middelverdi	0,7
Gjennomsnitt	0,9
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.

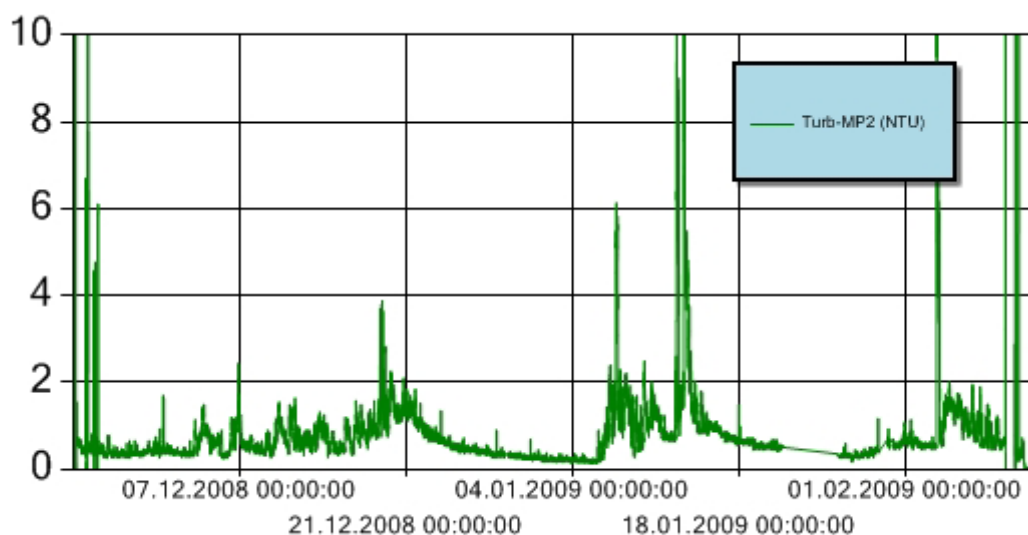
** Omfatter også data fra evt. overskridelse av grenseverdi

Kommentarer:

I perioden 24/12-08 til 6/1-09 viste dataene en jevn stigning. Da sensoren ble tatt opp for inspeksjon 6/1-09 ble det observert begroing. Da dette ble renset vekk ble det igjen målt verdier rundt 1 NTU.

Entreprenøren arbeidet ikke i juleferien.

OSLO HAVN KF	Rapport nr. 20051785-59	Figur nr. A-1
Turbiditet ved målepunkt MP1	Tegner AP	Dato 2009-03-20
	Kontrollert GBr	
	Godkjent GBr	



Nøkkeldata

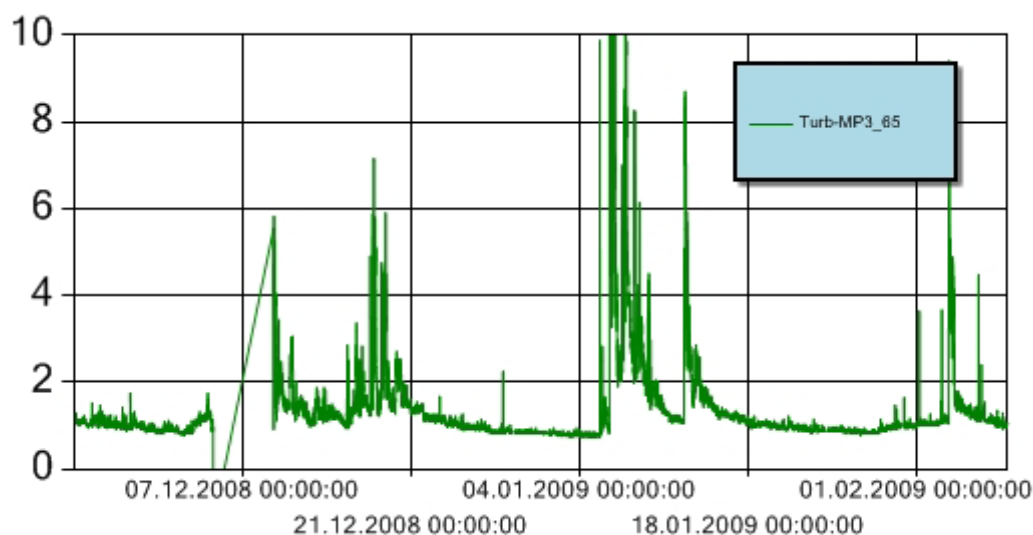
Hendelse	Kommentar
Måleperiode	24/11-08 til 8/2-09
Nedetid automatisk bøye	21/1-09 til 26/1-09
Turbiditet over grenseverdi*	12/1-09 kl. 16:47-18:47 12/1-09 kl. 19:37-20:37 13/1-09 kl. 8:07 til 9:58
Enkeltmålinger høyere enn 5 NTU+Referanse**	44 stk
Statistisk oppsummering av turbiditetsdata (NTU)	
25 % persentil	0,4
Middelverdi	0,6
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.

** Omfatter også data fra evt. overskridelse av grenseverdi

Kommentarer:

OSLO HAVN KF	Rapport nr. 20051785-61	Figur nr. A-2
Turbiditet ved målepunkt MP2	Tegner AP	Dato 2009-03-20
	Kontrollert GBr	
	Godkjent GBr	



Nøkkeldata

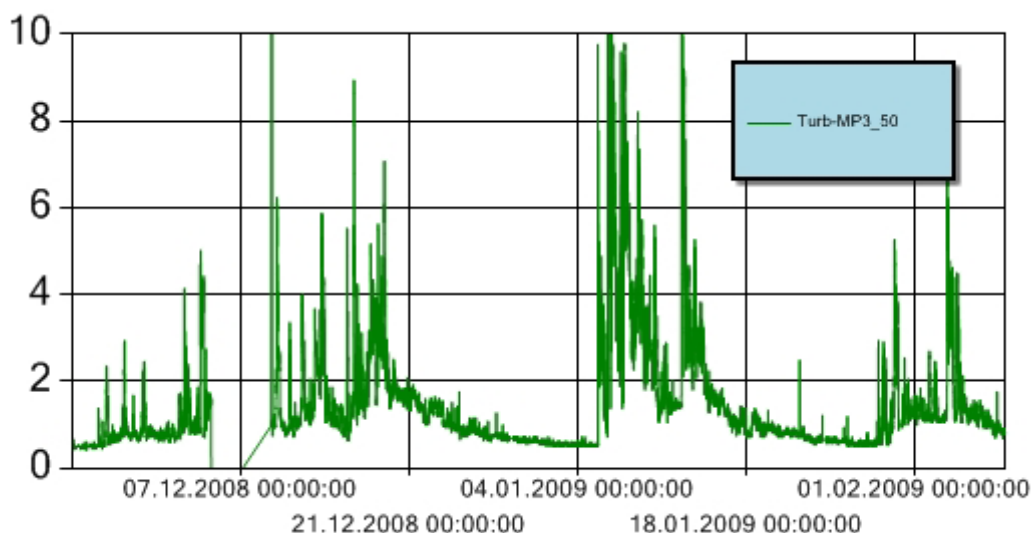
Hendelse	Kommentar
Måleperiode	24/11-08 til 8/2-09
Nedetid automatisk bøye	4/12-08 til 9/12-08
Turbiditet over grenseverdi*	6/1-09 kl. 11:15-11:45 6/1-09 kl. 12:25-13:35 6/1-09 kl. 17:45-21:55 7/1-09 kl. 16:45-17:15 7/1-09 kl. 18:15-21:35 12/1-09 kl. 17:25-19:25 3/2-09 kl. 15:25-16:35
Enkeltmålinger høyere enn 5 NTU + Referanse**	81 stk
Statistisk oppsummering av turbiditetsdata (NTU)	
25 % persentil	0,9
Middelverdi	1,0
Gjennomsnitt	1,3
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.

** Omfatter også data fra evt. overskridelse av grenseverdi

Kommentar:

OSLO HAVN KF	Rapport nr. 20051785-58	Figur nr. A-3
Turbiditet ved målepunkt MP3_65	Tegner AP	Dato 2009-03-20
	Kontrollert GBr	
	Godkjent GBr	



Nøkkeldata

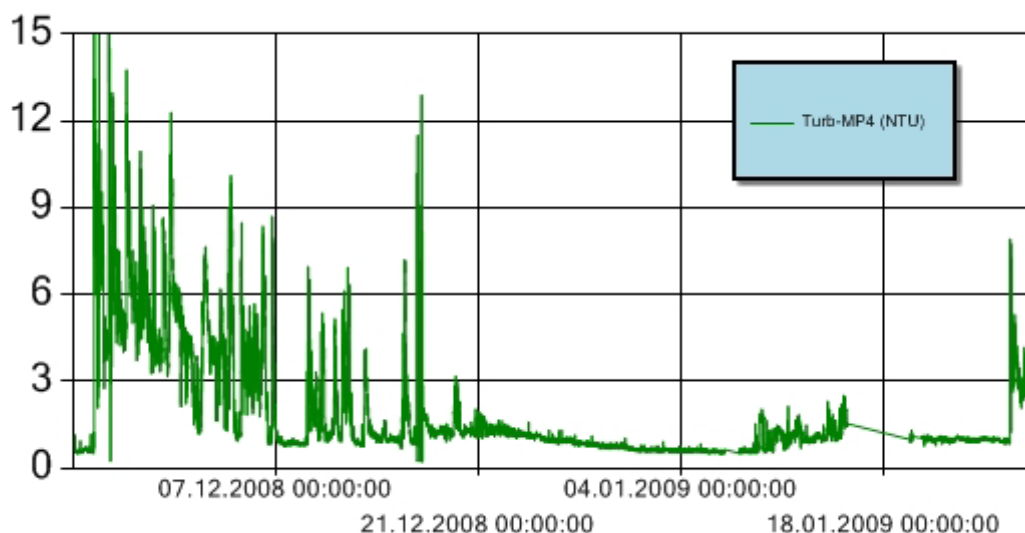
Hendelse	Kommentar
Måleperiode	24/11-08 til 8/2-09
Nedetid automatisk bøye	4/12-08 til 9/12-08
Turbiditet over grenseverdi*	16/12-08 kl. 9:24-9:54, 6/1-09 kl. 11:15-14:25 6/1-09 kl. 18:45-21:25 6/1-09 kl. 22:25-7/1-09 kl. 01:55 7/1-09 kl. 14:15-15:45, 7/1-09 kl. 19:45-23:25 8/1-09 kl. 01:25-03:45 8/1-09 kl. 22:45-9/1-09 kl. 02:35 12/1-09 kl. 14:25-16:35, 12/1-09 kl. 18:05-19:05 12/1-09 kl. 19:25-20:15, 12/1-09 kl. 21:05-21:35 3/2-09 kl. 15:55-16:35
Enkeltmålinger høyere enn 5 NTU + Referanse**	136 stk
Statistisk oppsummering av turbiditetsdata (NTU)	
25 % persentil	0,7
Middelverdi	1,0
Gjennomsnitt	1,4
75 % persentil	1,5

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

** Omfatter også data fra evt. overskridelse av grenseverdi

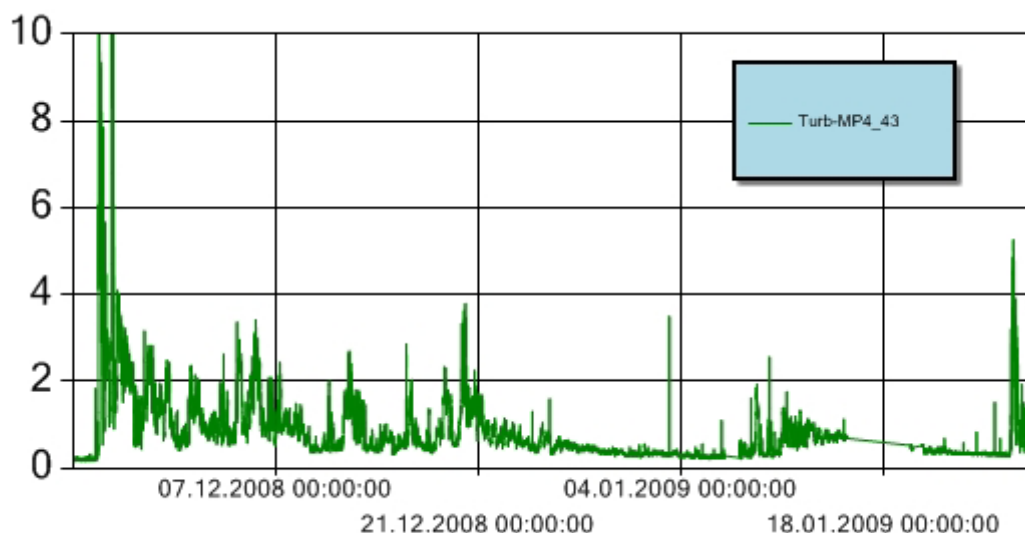
Kommentarer:

OSLO HAVN KF	Rapport nr. 20051785-58	Figur nr. A-4
Turbiditet ved målepunkt MP3_50	Tegner AP	Dato 2009-03-20
	Kontrollert GBr	
	Godkjent GBr	



Nøkkeldata

Hendelse	Kommentar
Måleperiode	24/11-08 til 8/2-09
Nedetid automatisk bøye	15/1-09-19/1-09
Turbiditet over grenseverdi*	24/11-08 kl. 10:22-15:52, 24/11-08 kl. 18:12-25/11-08 kl. 02:02, 25/11-08 kl. 10:22-12:42, 25/11-08 kl. 15:42-22:32, 26/11-08 kl. 01:22-01:52, 26/11-08 kl. 02:22-02:52, 26/11-08 kl. 04:02-05:22, 26/11-08 kl. 15:56-27/11-08 kl. 03:06 27/11-08 kl. 04:36-06:36, 27/11-08 kl. 07:46-08:36, 27/11-08 kl. 14:36-17:16, 27/11-08 kl. 17:46-18:26, ' 27/11-08 kl. 20:56-28/11-08 kl. 01:56 28/11-08 kl. 02:46-03:16, 29/11-08 kl. 04:26-07:16, 29/11-08 kl. 16:16-23:36, 30/11-08 kl. 00:46-02:16, 30/11-08 kl. 06:06-06:46, 2/12-08 kl. 00:31-05:41, 3/12-08 kl. 18:01-18:41, 3/12-08 kl. 19:51-23:01, 4/12-08 kl. 14:26-15:26, 6/12-08 kl. 02:46-03:26, 6/12-08 kl. 05:26-05:56, 6/12-08 kl. 17:46-18:36, 15/12-08 kl. 21:16-22:06, 26/1-09 kl. 18:15-18:55
Enkeltmålinger høyere enn 5 NTU+Referanse**	355 stk
Statistisk oppsummering av turbiditetsdata (NTU)	
25 % persentil	0,8
Middelverdi	1,1
Gjennomsnitt	2,0
75 % persentil	2,1
* Grenseverdien er definert som 5 NTU over referanse. Ved overskridelse av grenseverdi i mer enn 20 minutter, skal arbeidene stanses og årsaksforhold avklares. ** Omfatter også data fra evt. overskridelse av grenseverdi	
OSLO HAVN KF	Rapport nr. 20051785-58 Figur nr. A-5
Turbiditet ved målepunkt MP4	Tegner AP
	Kontrollert GBr
	Godkjent GBr
	



Nøkkeldata

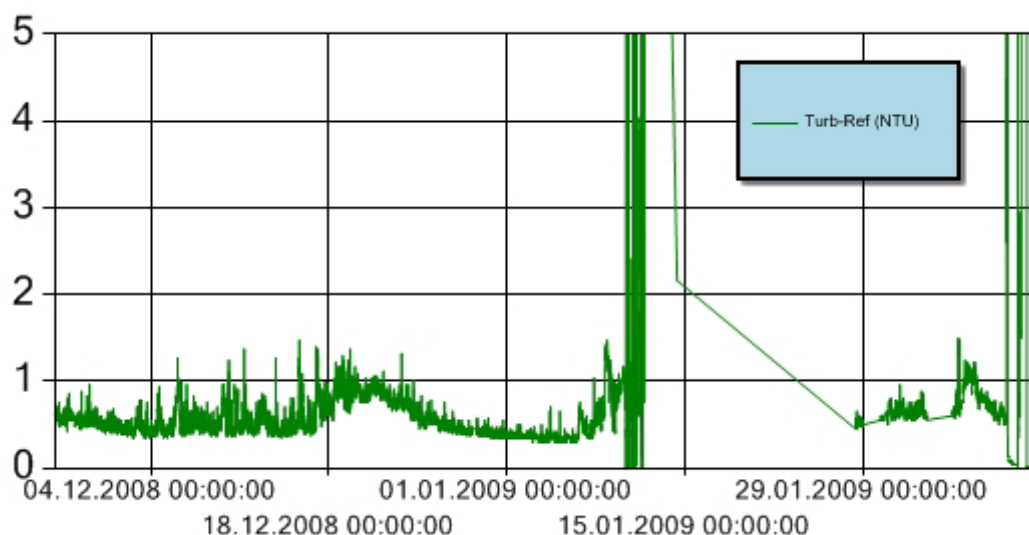
Hendelse	Kommentar
Måleperiode	24/11-08 til 8/2-09
Nedetid automatisk bøye	15/1-09-19/1-09
Turbiditet over grenseverdi*	24/11-08 17:52-21:22 25/11-08 14:42-18:22
Enkeltmålinger høyere enn 5 NTU + Referanse**	44 stk
Statistisk oppsummering av turbiditetsdata (NTU)	
25 % persentil	0,4
Middelverdi	0,6
Gjennomsnitt	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.

** Omfatter også data fra evt. overskridelse av grenseverdi

Kommentarer:

OSLO HAVN KF	Rapport nr. 20051785-58	Figur nr. A-6
Turbiditet ved målepunkt MP4_43	Tegner AP	Dato 2009-03-20
	Kontrollert GBr	
	Godkjent GBr	



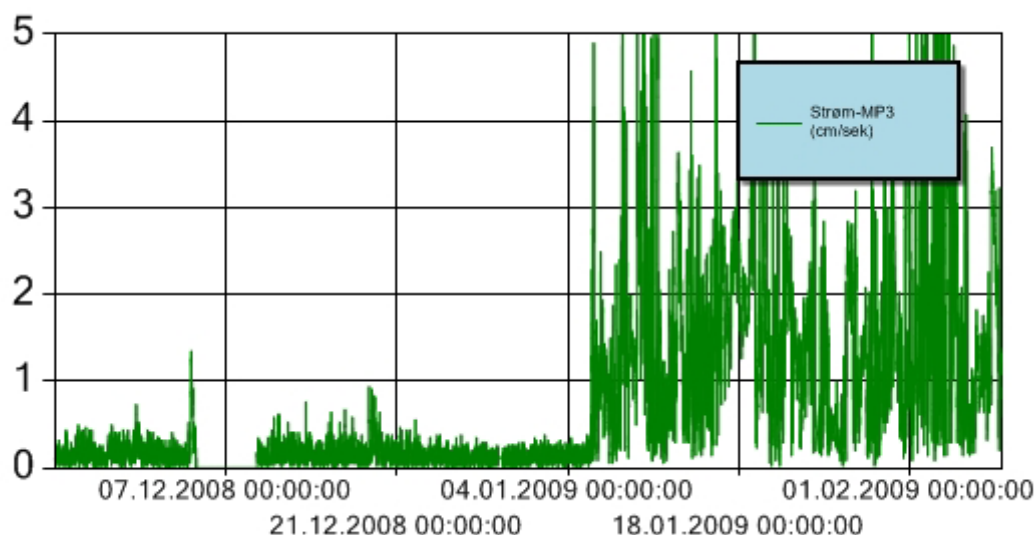
Nøkkeldata

Hendelse	Kommentar
Måleperiode	24/11-08 til 8/2-09
Nedetid automatisk bøye	11/1-09 til 28/1-09
Turbiditet over grenseverdi	Ikke relevant for referansemålinger
Enkeltmålinger høyere enn 5 NTU+Referanse	
Statistisk oppsummering av turbiditetsdata (NTU)	
25 % persentil	0,4
Middelverdi	0,6
Gjennomsnitt	0,8
75 % persentil	0,7

Kommentarer:

Under nedetiden i referansemåleren ble data fra forutgående periode benyttet for generering av automatiske varsler.

OSLO HAVN KF	Rapport nr. 20051785-58	Figur nr. A-7
Turbiditet ved målepunkt T-Ref	Tegner AP	Dato 2009-03-20
	Kontrollert GBr	
	Godkjent GBr	



Nøkkeldata

Hendelse	Kommentar
Måleperiode	24/11-08 til 8/2-09
Nedetid automatisk bøye	4/12-08 til 9/12-08. Signalstøy i perioden 6/2-09 til 8/2-09
Strømhastighet over grenseverdi*	Nei
Statistisk oppsummering av strømhastighetsdata (cm/sekund)	
25 % persentil	0,1
Middelverdi	0,1
Gjennomsnitt	0,2
75 % persentil	0,2

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

Kommentarer:

I den statistiske oppsummeringen er data fra 6. Januar til 8. Februar 2009 ikke tatt med. I denne perioden lå måleren på sjøbunnen som følge av punktert flytelegeme, og målingene var følgelig ikke reelle.

I henhold til kontrollplanen er det ikke påkrevd med målinger av strømhastighet under utlegging av tildekkingsmasser.

OSLO HAVN KF	Rapport nr. 20051785-56	Figur nr. A-8
Strømhastighet ved målepunkt MP3	Tegner AP	Dato 2009-03-20
	Kontrollert GBr	
	Godkjent GBr	

Vedlegg B - Analyserapport fra vannprøver tatt under utlegging av dekkmasser

Rapport

N0807838

Page 1 (13)

TKQ5591MYP



Prosjekt **Ren Oslofjord**
 Bestnr **20051785**
 Registrert **2008-12-12**
 Utstedt **2008-12-23**

NGI
Arne Pettersen
Miljøgeologi
Box 3930 Ullevål Stadion
0806 Oslo
Norge

+4722230448

Analyse av vann

Deres prøvenavn	E Saltvann				
Labnummer	N00055866				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Naftalen	<0.1		µg/l	1	1
Acenaftylene	<0.01		µg/l	1	1
Acenaften	<0.01		µg/l	1	1
Fluoren	<0.02		µg/l	1	1
Fenantren	<0.03		µg/l	1	1
Antracen	<0.02		µg/l	1	1
Fluoranten	<0.03		µg/l	1	1
Pyren	<0.06		µg/l	1	1
Benso(a)antracen^	<0.01		µg/l	1	1
Krysen^	<0.01		µg/l	1	1
Benso(b)fluoranten^	<0.01		µg/l	1	1
Benso(k)fluoranten^	<0.01		µg/l	1	1
Benso(a)pyren^	<0.02		µg/l	1	1
Dibenso(ah)antracen^	<0.01		µg/l	1	1
Benso(ghi)perylene	<0.01		µg/l	1	1
Indeno(123cd)pyren^	<0.01		µg/l	1	1
Sum PAH-16	n.d		µg/l	1	1
Sum PAH carcinogene^	n.d		µg/l	1	1
Ca	384	46	mg/l	2	E
Fe	0.163	0.026	mg/l	2	E
K	396	48	mg/l	2	E
Mg	1210	149	mg/l	2	E
Na	10300	1380	mg/l	2	E
S	919	114	mg/l	2	E
Al	132	26	µg/l	2	H
Ba	13.4	2.5	µg/l	2	H
Cd	<0.05		µg/l	2	H
Co	0.196	0.110	µg/l	2	H
Cr	0.765	0.252	µg/l	2	H
Cu	2.56	0.63	µg/l	2	H
Hg	0.0060	0.0009	µg/l	2	F
Mn	16.8	3.4	µg/l	2	H
Ni	1.50	0.44	µg/l	2	H
Pb	1.13	0.23	µg/l	2	H
P	67.5	14.8	µg/l	2	H
Zn	6.15	2.13	µg/l	2	H

Rapport

N0807838

Page 2 (13)

TKQ5591MYP



Deres prøvenavn	B Saltvann				
Labnummer	N00055867				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Naftalen	<0.1		µg/l	1	1
Acenaftylen	<0.01		µg/l	1	1
Acenaften	<0.01		µg/l	1	1
Fluoren	<0.02		µg/l	1	1
Fenantren	<0.03		µg/l	1	1
Antracen	<0.02		µg/l	1	1
Fluoranten	<0.03		µg/l	1	1
Pyren	<0.06		µg/l	1	1
Benso(a)antracen^	<0.01		µg/l	1	1
Krysen^	<0.01		µg/l	1	1
Benso(b)fluoranten^	<0.01		µg/l	1	1
Benso(k)fluoranten^	<0.01		µg/l	1	1
Benso(a)pyren^	<0.02		µg/l	1	1
Dibenso(ah)antracen^	<0.01		µg/l	1	1
Benso(ghi)perylene	<0.01		µg/l	1	1
Indeno(123cd)pyren^	<0.01		µg/l	1	1
Sum PAH-16	n.d		µg/l	1	1
Sum PAH carcinogene^	n.d		µg/l	1	1
Ca	364	44	mg/l	2	E
Fe	0.0368	0.0085	mg/l	2	H
K	388	48	mg/l	2	E
Mg	1210	150	mg/l	2	E
Na	10300	1380	mg/l	2	E
S	890	110	mg/l	2	E
Al	12.5	6.2	µg/l	2	H
Ba	11.1	2.1	µg/l	2	H
Cd	<0.05		µg/l	2	H
Co	0.181	0.150	µg/l	2	H
Cr	0.103	0.189	µg/l	2	H
Cu	14.4	2.8	µg/l	2	H
Hg	<0.002		µg/l	2	F
Mn	13.2	2.7	µg/l	2	H
Ni	5.77	1.21	µg/l	2	H
Pb	4.23	0.79	µg/l	2	H
P	49.6	11.1	µg/l	2	H
Zn	37.4	10.2	µg/l	2	H

Rapport

N0807838

Page 3 (13)

TKQ5591MYP



Deres prøvenavn	C Saltvann				
Labnummer	N00055868				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Naftalen	<0.1		µg/l	1	1
Acenaftylen	<0.01		µg/l	1	1
Acenaften	<0.01		µg/l	1	1
Fluoren	<0.02		µg/l	1	1
Fenantren	<0.03		µg/l	1	1
Antracen	<0.02		µg/l	1	1
Fluoranten	<0.03		µg/l	1	1
Pyren	<0.06		µg/l	1	1
Benso(a)antracen^	<0.01		µg/l	1	1
Krysen^	<0.01		µg/l	1	1
Benso(b)fluoranten^	<0.01		µg/l	1	1
Benso(k)fluoranten^	<0.01		µg/l	1	1
Benso(a)pyren^	<0.02		µg/l	1	1
Dibenso(ah)antracen^	<0.01		µg/l	1	1
Benso(ghi)perylene	<0.01		µg/l	1	1
Indeno(123cd)pyren^	<0.01		µg/l	1	1
Sum PAH-16	n.d		µg/l	1	1
Sum PAH carcinogene^	n.d		µg/l	1	1
Ca	382	46	mg/l	2	E
Fe	0.0324	0.0084	mg/l	2	H
K	400	49	mg/l	2	E
Mg	1230	152	mg/l	2	E
Na	10600	1410	mg/l	2	E
S	915	114	mg/l	2	E
Al	9.67	5.80	µg/l	2	H
Ba	11.2	2.1	µg/l	2	H
Cd	<0.05		µg/l	2	H
Co	0.169	0.119	µg/l	2	H
Cr	0.143	0.327	µg/l	2	H
Cu	4.77	1.04	µg/l	2	H
Hg	<0.002		µg/l	2	F
Mn	15.0	3.2	µg/l	2	H
Ni	2.26	0.84	µg/l	2	H
Pb	0.800	0.172	µg/l	2	H
P	51.2	11.4	µg/l	2	H
Zn	8.34	2.57	µg/l	2	H

Rapport

N0807838

Page 4 (13)

TKQ5591MYP



Deres prøvenavn	F Saltvann				
Labnummer	N00055869				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Naftalen	<0.1		µg/l	1	1
Acenaftylen	<0.01		µg/l	1	1
Acenaften	<0.01		µg/l	1	1
Fluoren	<0.02		µg/l	1	1
Fenantren	<0.03		µg/l	1	1
Antracen	<0.02		µg/l	1	1
Fluoranten	<0.03		µg/l	1	1
Pyren	<0.06		µg/l	1	1
Benso(a)antracen^	<0.01		µg/l	1	1
Krysen^	<0.01		µg/l	1	1
Benso(b)fluoranten^	<0.01		µg/l	1	1
Benso(k)fluoranten^	<0.01		µg/l	1	1
Benso(a)pyren^	<0.02		µg/l	1	1
Dibenso(ah)antracen^	<0.01		µg/l	1	1
Benso(ghi)perylene	<0.01		µg/l	1	1
Indeno(123cd)pyren^	<0.01		µg/l	1	1
Sum PAH-16	n.d		µg/l	1	1
Sum PAH carcinogene^	n.d		µg/l	1	1
Ca	388	47	mg/l	2	E
Fe	0.0418	0.0095	mg/l	2	H
K	402	49	mg/l	2	E
Mg	1180	149	mg/l	2	E
Na	10400	1390	mg/l	2	E
S	908	113	mg/l	2	E
Al	18.9	6.5	µg/l	2	H
Ba	10.3	1.9	µg/l	2	H
Cd	<0.05		µg/l	2	H
Co	0.0872	0.1010	µg/l	2	H
Cr	0.298	0.167	µg/l	2	H
Cu	3.82	0.88	µg/l	2	H
Hg	<0.002		µg/l	2	F
Mn	14.3	2.9	µg/l	2	H
Ni	1.78	0.48	µg/l	2	H
Pb	0.586	0.136	µg/l	2	H
P	48.1	10.9	µg/l	2	H
Zn	5.77	1.82	µg/l	2	H

Rapport

N0807838

Page 5 (13)

TKQ5591MYP



Deres prøvenavn	D-5m Saltvann				
Labnummer	N00055870				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Naftalen	<0.1		µg/l	1	1
Acenaftilen	<0.01		µg/l	1	1
Acenaften	<0.01		µg/l	1	1
Fluoren	<0.02		µg/l	1	1
Fenantren	<0.03		µg/l	1	1
Antracen	<0.02		µg/l	1	1
Fluoranten	<0.03		µg/l	1	1
Pyren	<0.06		µg/l	1	1
Benso(a)antracen^	<0.01		µg/l	1	1
Krysen^	<0.01		µg/l	1	1
Benso(b)fluoranten^	<0.01		µg/l	1	1
Benso(k)fluoranten^	<0.01		µg/l	1	1
Benso(a)pyren^	<0.02		µg/l	1	1
Dibenso(ah)antracen^	<0.01		µg/l	1	1
Benso(ghi)perylene	<0.01		µg/l	1	1
Indeno(123cd)pyren^	<0.01		µg/l	1	1
Sum PAH-16	n.d		µg/l	1	1
Sum PAH carcinogene^	n.d		µg/l	1	1
Ca	360	43	mg/l	2	E
Fe	0.0223	0.0063	mg/l	2	H
K	353	43	mg/l	2	E
Mg	1120	139	mg/l	2	E
Na	9630	1290	mg/l	2	E
S	857	107	mg/l	2	E
Al	11.4	6.0	µg/l	2	H
Ba	10.6	2.0	µg/l	2	H
Cd	<0.05		µg/l	2	H
Co	0.0940	0.1060	µg/l	2	H
Cr	0.140	0.158	µg/l	2	H
Cu	1.71	0.52	µg/l	2	H
Hg	<0.002		µg/l	2	F
Mn	6.52	1.37	µg/l	2	H
Ni	0.902	0.424	µg/l	2	H
Pb	<0.3		µg/l	2	H
P	41.3	9.8	µg/l	2	H
Zn	4.65	1.57	µg/l	2	H

Rapport

N0807838

Page 6 (13)

TKQ5591MYP



Deres prøvenavn	D-10m Saltvann				
Labnummer	N00055871				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Naftalen	<0.1		µg/l	1	1
Acenaftilen	<0.01		µg/l	1	1
Acenaften	<0.01		µg/l	1	1
Fluoren	<0.02		µg/l	1	1
Fenantren	<0.03		µg/l	1	1
Antracen	<0.02		µg/l	1	1
Fluoranten	<0.03		µg/l	1	1
Pyren	<0.06		µg/l	1	1
Benso(a)antracen^	<0.01		µg/l	1	1
Krysen^	<0.01		µg/l	1	1
Benso(b)fluoranten^	<0.01		µg/l	1	1
Benso(k)fluoranten^	<0.01		µg/l	1	1
Benso(a)pyren^	<0.02		µg/l	1	1
Dibenso(ah)antracen^	<0.01		µg/l	1	1
Benso(ghi)perylene	<0.01		µg/l	1	1
Indeno(123cd)pyren^	<0.01		µg/l	1	1
Sum PAH-16	n.d		µg/l	1	1
Sum PAH carcinogene^	n.d		µg/l	1	1
Ca	357	43	mg/l	2	E
Fe	0.0175	0.0058	mg/l	2	H
K	374	46	mg/l	2	E
Mg	1130	139	mg/l	2	E
Na	9610	1280	mg/l	2	E
S	853	106	mg/l	2	E
Al	8.83	5.74	µg/l	2	H
Ba	10.4	2.0	µg/l	2	H
Cd	<0.05		µg/l	2	H
Co	0.0797	0.1100	µg/l	2	H
Cr	<0.1		µg/l	2	H
Cu	1.37	0.44	µg/l	2	H
Hg	<0.002		µg/l	2	F
Mn	7.12	1.57	µg/l	2	H
Ni	1.16	0.42	µg/l	2	H
Pb	<0.3		µg/l	2	H
P	40.5	9.4	µg/l	2	H
Zn	3.61	1.47	µg/l	2	H

Rapport

N0807838

Page 7 (13)

TKQ5591MYP



Deres prøvenavn	D-20m Saltvann				
Labnummer	N00055872				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Naftalen	<0.1		µg/l	1	1
Acenaftylen	<0.01		µg/l	1	1
Acenaften	<0.01		µg/l	1	1
Fluoren	<0.02		µg/l	1	1
Fenantren	<0.03		µg/l	1	1
Antracen	<0.02		µg/l	1	1
Fluoranten	<0.03		µg/l	1	1
Pyren	<0.06		µg/l	1	1
Benso(a)antracen^	<0.01		µg/l	1	1
Krysen^	<0.01		µg/l	1	1
Benso(b)fluoranten^	<0.01		µg/l	1	1
Benso(k)fluoranten^	<0.01		µg/l	1	1
Benso(a)pyren^	<0.02		µg/l	1	1
Dibenso(ah)antracen^	<0.01		µg/l	1	1
Benso(ghi)perylene	<0.01		µg/l	1	1
Indeno(123cd)pyren^	<0.01		µg/l	1	1
Sum PAH-16	n.d		µg/l	1	1
Sum PAH carcinogene^	n.d		µg/l	1	1
Ca	365	44	mg/l	2	E
Fe	0.0353	0.0084	mg/l	2	H
K	374	46	mg/l	2	E
Mg	1180	145	mg/l	2	E
Na	10000	1350	mg/l	2	E
S	885	110	mg/l	2	E
Al	7.33	5.75	µg/l	2	H
Ba	9.35	1.76	µg/l	2	H
Cd	0.0595	0.0378	µg/l	2	H
Co	0.121	0.103	µg/l	2	H
Cr	0.174	0.160	µg/l	2	H
Cu	1.92	0.50	µg/l	2	H
Hg	<0.002		µg/l	2	F
Mn	11.3	2.4	µg/l	2	H
Ni	1.01	0.37	µg/l	2	H
Pb	0.307	0.100	µg/l	2	H
P	46.2	10.5	µg/l	2	H
Zn	3.79	1.40	µg/l	2	H

Rapport

N0807838

Page 8 (13)

TKQ5591MYP



Deres prøvenavn	D-30m Saltvann				
Labnummer	N00055873				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Naftalen	<0.1		µg/l	1	1
Acenaftylen	<0.01		µg/l	1	1
Acenaften	<0.01		µg/l	1	1
Fluoren	<0.02		µg/l	1	1
Fenantren	<0.03		µg/l	1	1
Antracen	<0.02		µg/l	1	1
Fluoranten	<0.03		µg/l	1	1
Pyren	<0.06		µg/l	1	1
Benso(a)antracen^	<0.01		µg/l	1	1
Krysen^	<0.01		µg/l	1	1
Benso(b)fluoranten^	<0.01		µg/l	1	1
Benso(k)fluoranten^	<0.01		µg/l	1	1
Benso(a)pyren^	<0.02		µg/l	1	1
Dibenso(ah)antracen^	<0.01		µg/l	1	1
Benso(ghi)perylene	<0.01		µg/l	1	1
Indeno(123cd)pyren^	<0.01		µg/l	1	1
Sum PAH-16	n.d		µg/l	1	1
Sum PAH carcinogene^	n.d		µg/l	1	1
Ca	379	45	mg/l	2	E
Fe	0.0855	0.0172	mg/l	2	H
K	382	47	mg/l	2	E
Mg	1190	147	mg/l	2	E
Na	10200	1380	mg/l	2	E
S	917	115	mg/l	2	E
Al	41.1	10.5	µg/l	2	H
Ba	9.67	1.82	µg/l	2	H
Cd	<0.05		µg/l	2	H
Co	0.165	0.109	µg/l	2	H
Cr	0.289	0.175	µg/l	2	H
Cu	4.26	0.85	µg/l	2	H
Hg	<0.002		µg/l	2	F
Mn	12.2	2.4	µg/l	2	H
Ni	1.66	0.59	µg/l	2	H
Pb	0.878	0.185	µg/l	2	H
P	47.2	11.2	µg/l	2	H
Zn	6.51	1.97	µg/l	2	H

Rapport

N0807838

Page 9 (13)

TKQ5591MYP



Deres prøvenavn	D-40m Saltvann				
Labnummer	N00055874				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Naftalen	<0.1		µg/l	1	1
Acenaftylen	<0.01		µg/l	1	1
Acenaften	<0.01		µg/l	1	1
Fluoren	<0.02		µg/l	1	1
Fenantren	<0.03		µg/l	1	1
Antracen	<0.02		µg/l	1	1
Fluoranten	<0.03		µg/l	1	1
Pyren	<0.06		µg/l	1	1
Benso(a)antracen^	<0.01		µg/l	1	1
Krysen^	<0.01		µg/l	1	1
Benso(b)fluoranten^	<0.01		µg/l	1	1
Benso(k)fluoranten^	<0.01		µg/l	1	1
Benso(a)pyren^	<0.02		µg/l	1	1
Dibenso(ah)antracen^	<0.01		µg/l	1	1
Benso(ghi)perylene	<0.01		µg/l	1	1
Indeno(123cd)pyren^	<0.01		µg/l	1	1
Sum PAH-16	n.d		µg/l	1	1
Sum PAH carcinogene^	n.d		µg/l	1	1
Ca	381	46	mg/l	2	E
Fe	0.0600	0.0130	mg/l	2	H
K	403	50	mg/l	2	E
Mg	1210	149	mg/l	2	E
Na	10300	1370	mg/l	2	E
S	910	113	mg/l	2	E
Al	27.8	7.7	µg/l	2	H
Ba	8.85	1.70	µg/l	2	H
Cd	<0.05		µg/l	2	H
Co	<0.05		µg/l	2	H
Cr	0.230	0.163	µg/l	2	H
Cu	2.75	0.73	µg/l	2	H
Hg	<0.002		µg/l	2	F
Mn	11.7	2.4	µg/l	2	H
Ni	0.906	0.446	µg/l	2	H
Pb	0.626	0.141	µg/l	2	H
P	46.9	10.8	µg/l	2	H
Zn	3.80	1.40	µg/l	2	H

Rapport

N0807838

Page 10 (13)

TKQ5591MYP



Deres prøvenavn	D-50m Saltvann				
Labnummer	N00055875				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Naftalen	<0.1		µg/l	1	1
Acenaftylen	<0.01		µg/l	1	1
Acenaften	<0.01		µg/l	1	1
Fluoren	<0.02		µg/l	1	1
Fenantren	<0.03		µg/l	1	1
Antracen	<0.02		µg/l	1	1
Fluoranten	<0.03		µg/l	1	1
Pyren	<0.06		µg/l	1	1
Benso(a)antracen^	<0.01		µg/l	1	1
Krysen^	<0.01		µg/l	1	1
Benso(b)fluoranten^	<0.01		µg/l	1	1
Benso(k)fluoranten^	<0.01		µg/l	1	1
Benso(a)pyren^	<0.02		µg/l	1	1
Dibenso(ah)antracen^	<0.01		µg/l	1	1
Benso(ghi)perylene	<0.01		µg/l	1	1
Indeno(123cd)pyren^	<0.01		µg/l	1	1
Sum PAH-16	n.d		µg/l	1	1
Sum PAH carcinogene^	n.d		µg/l	1	1
Ca	361	43	mg/l	2	E
Fe	0.0848	0.0175	mg/l	2	H
K	372	46	mg/l	2	E
Mg	1150	143	mg/l	2	E
Na	10600	1430	mg/l	2	E
S	895	113	mg/l	2	E
Al	49.4	15.5	µg/l	2	H
Ba	9.17	1.73	µg/l	2	H
Cd	<0.05		µg/l	2	H
Co	0.106	0.102	µg/l	2	H
Cr	0.271	0.170	µg/l	2	H
Cu	2.46	0.57	µg/l	2	H
Hg	<0.002		µg/l	2	F
Mn	12.7	2.5	µg/l	2	H
Ni	1.20	0.43	µg/l	2	H
Pb	0.515	0.165	µg/l	2	H
P	50.3	11.7	µg/l	2	H
Zn	4.46	1.64	µg/l	2	H

Rapport

N0807838

Page 11 (13)

TKQ5591MYP



Deres prøvenavn	D-60m Saltvann				
Labnummer	N00055876				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Naftalen	<0.1		µg/l	1	1
Acenaftylen	<0.01		µg/l	1	1
Acenaften	<0.01		µg/l	1	1
Fluoren	<0.02		µg/l	1	1
Fenantren	<0.03		µg/l	1	1
Antracen	<0.02		µg/l	1	1
Fluoranten	<0.03		µg/l	1	1
Pyren	<0.06		µg/l	1	1
Benso(a)antracen^	<0.01		µg/l	1	1
Krysen^	<0.01		µg/l	1	1
Benso(b)fluoranten^	<0.01		µg/l	1	1
Benso(k)fluoranten^	<0.01		µg/l	1	1
Benso(a)pyren^	<0.02		µg/l	1	1
Dibenso(ah)antracen^	<0.01		µg/l	1	1
Benso(ghi)perylene	<0.01		µg/l	1	1
Indeno(123cd)pyren^	<0.01		µg/l	1	1
Sum PAH-16	n.d		µg/l	1	1
Sum PAH carcinogene^	n.d		µg/l	1	1
Ca	373	45	mg/l	2	E
Fe	0.230	0.045	mg/l	2	H
K	343	42	mg/l	2	E
Mg	1160	143	mg/l	2	E
Na	9370	1250	mg/l	2	E
S	907	112	mg/l	2	E
Al	123	25	µg/l	2	H
Ba	9.64	1.81	µg/l	2	H
Cd	0.0558	0.0382	µg/l	2	H
Co	0.202	0.112	µg/l	2	H
Cr	0.414	0.178	µg/l	2	H
Cu	2.52	0.58	µg/l	2	H
Hg	0.0059	0.0009	µg/l	2	F
Mn	15.2	3.2	µg/l	2	H
Ni	1.27	0.51	µg/l	2	H
Pb	0.890	0.185	µg/l	2	H
P	57.2	12.6	µg/l	2	H
Zn	4.32	1.54	µg/l	2	H

Rapport

N0807838

Page 12 (13)

TKQ5591MYP



Deres prøvenavn	D-65m Saltvann				
Labnummer	N00055877				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført
Naftalen	<0.1		µg/l	1	1
Acenaftylen	<0.01		µg/l	1	1
Acenaften	<0.01		µg/l	1	1
Fluoren	<0.02		µg/l	1	1
Fenantren	<0.03		µg/l	1	1
Antracen	<0.02		µg/l	1	1
Fluoranten	<0.03		µg/l	1	1
Pyren	<0.06		µg/l	1	1
Benso(a)antracen^	<0.01		µg/l	1	1
Krysen^	<0.01		µg/l	1	1
Benso(b)fluoranten^	<0.01		µg/l	1	1
Benso(k)fluoranten^	<0.01		µg/l	1	1
Benso(a)pyren^	<0.02		µg/l	1	1
Dibenso(ah)antracen^	<0.01		µg/l	1	1
Benso(ghi)perylene	<0.01		µg/l	1	1
Indeno(123cd)pyren^	<0.01		µg/l	1	1
Sum PAH-16	n.d		µg/l	1	1
Sum PAH carcinogene^	n.d		µg/l	1	1
Ca	364	44	mg/l	2	E
Fe	0.134	0.027	mg/l	2	H
K	376	46	mg/l	2	E
Mg	1200	149	mg/l	2	E
Na	11100	1490	mg/l	2	E
S	894	114	mg/l	2	E
Al	74.7	21.2	µg/l	2	H
Ba	8.71	1.65	µg/l	2	H
Cd	<0.05		µg/l	2	H
Co	0.174	0.106	µg/l	2	H
Cr	0.335	0.180	µg/l	2	H
Cu	10.8	2.2	µg/l	2	H
Hg	0.0058	0.0009	µg/l	2	F
Mn	14.6	2.9	µg/l	2	H
Ni	1.85	0.75	µg/l	2	H
Pb	1.64	0.31	µg/l	2	H
P	54.1	11.8	µg/l	2	H
Zn	15.8	4.8	µg/l	2	H

Rapport

N0807838

Page 13 (13)

TKQ5591MYP



* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

Metodespesifikasjon	
1	Bestemmelse av polysykliske aromatiske hydrokarboner, PAH-16.
	Metode: EPA-8270-C Ekstraksjon: Heksan Deteksjon og kvantifisering: GC/MSD Kvantifikasjonsgrenser: 0,01-0,10 µg/l
2	Analyse av tungmetaller (V-5)
	Metode: EPA metoder (modifisert) 200.7 (ICP-AES) og 200.8 (ICP-SFMS). Analyse av Hg er utført med AFS etter SS-EN 13506 (modifisert). Forbehandling: Surgjøring med 1 ml salpetersyre per 100 ml prøve. Gjelder ikke prøver som er surgjort før ankomst til laboratoriet. For analyse av W er prøven ikke surgjort. For analyse av Se er prøven oppsluttet med HCl i autoklav (120°C) i 30 minutter. For analyse av Ag er prøven konserveret med HCl.

Underleverandør ¹	
E	ICP-AES
F	AFS
H	ICP-SFMS
1	Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163.

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", ISO, Geneva, Switzerland 1993) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

Laboratorier akkrediteres av Styrelsen for akkreditering og teknisk kontroll (SWEDAC) etter svensk lov. Den akkrediterte virksomheten ved laboratoriene oppfyller kravene i SS-EN ISO/IEC 17 025 (2005).

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Scandinavia) eller laboratorium (underleverandør).

Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



Dokumentinformasjon/Document information					
Dokumenttittel/Document title Overvåking av forurensning ved mudring og deponering - Overvåking under utlegging av rene tildekkingsmasser på dypvannsdeponi				Dokument nr/Document No. 20051785-59	
Dokumenttype/Type of document		Distribusjon/Distribution		Dato/Date 20. mars 2009	
☒ Rapport/Report		☐ Fri/Unlimited		Rev.nr./Rev.No. 0	
☐ Teknisk notat/Technical Note		☒ Begrenset/Limited			
		☐ Ingen/None			
Oppdragsgiver/Client Oslo havn KF					
Emneord/Keywords chemical analysis, environmental geotechnology, field instrumentation, harbour, sea bed, sea water					
Stedfesting/Geographical information					
Land, fylke/Country, County Oslo				Havområde/Offshore area	
Kommune/Municipality Oslo				Feltnavn/Field name	
Sted/Location Malmøykalven				Sted/Location	
Kartblad/Map 1914IV				Felt, blokknr./Field, Block No.	
UTM-koordinater/UTM-coordinates 32VNM375970					
Dokumentkontroll/Document control					
Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001					
Rev./Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egen-kontroll/ Self review av/by:	Sidemanns-kontroll/ Colleague review av/by:	Uavhengig kontroll/ Independent review av/by:	Tverrfaglig kontroll/ Inter-disciplinary review av/by:
0	Originaldokument	AP	GBr		
Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release		Dato/Date 20. mars 2009		Sign. Prosjektleder/Project Manager Audun Hauge	

NGI er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen geofagene. Vi utvikler optimale løsninger for samfunnet, og tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg.

NGI arbeider i følgende markeder: olje og gass, bygg og anlegg, samferdsel, naturskade og miljøteknologi.

NGI er en privat stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskap i Houston, Texas, USA.

NGI ble utnevnt til "Senter for fremragende forskning" (SFF) i 2002, og leder "International Centre for Geohazards" (ICG).

www.ngi.no

NGI is a leading international centre for research and consulting in the geosciences.

NGI develops optimum solutions for society, and offers expertise on the behaviour of soil, rock and snow and their interaction with the environment, installations and structures.

NGI works within the oil and gas, building and construction, transportation, natural hazards and environment sectors.

NGI is a private foundation with office and laboratory in Oslo, branch office in Trondheim and daughter company in Houston, Texas, USA. NGI was awarded Centre of Excellence status in 2002, and leads the International Centre for Geohazards (ICG).

www.ngi.no



Hovedkontor/Main office:
PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo
Norway

Besøksadresse/Street address:
Sognsveien 72, NO-0855 Oslo

Avd Trondheim/Trondheim office:
PO Box 1230 Pirsenteret
NO-7462 Trondheim
Norway

Besøksadresse/Street address:
Pirsenteret, Havnegata 9, NO-7010 Trondheim

T: (+47) 22 02 30 00
F: (+47) 22 23 04 48

ngi@ngi.no
www.ngi.no

Kontonr 5096 05 01281 /IBAN NO26 5096 0501 281
Org. nr./Company No.: 958 254 318 MVA

BSI EN ISO 9001
Sertifisert av/Certified by BSI, Reg. No. FS 32989

