

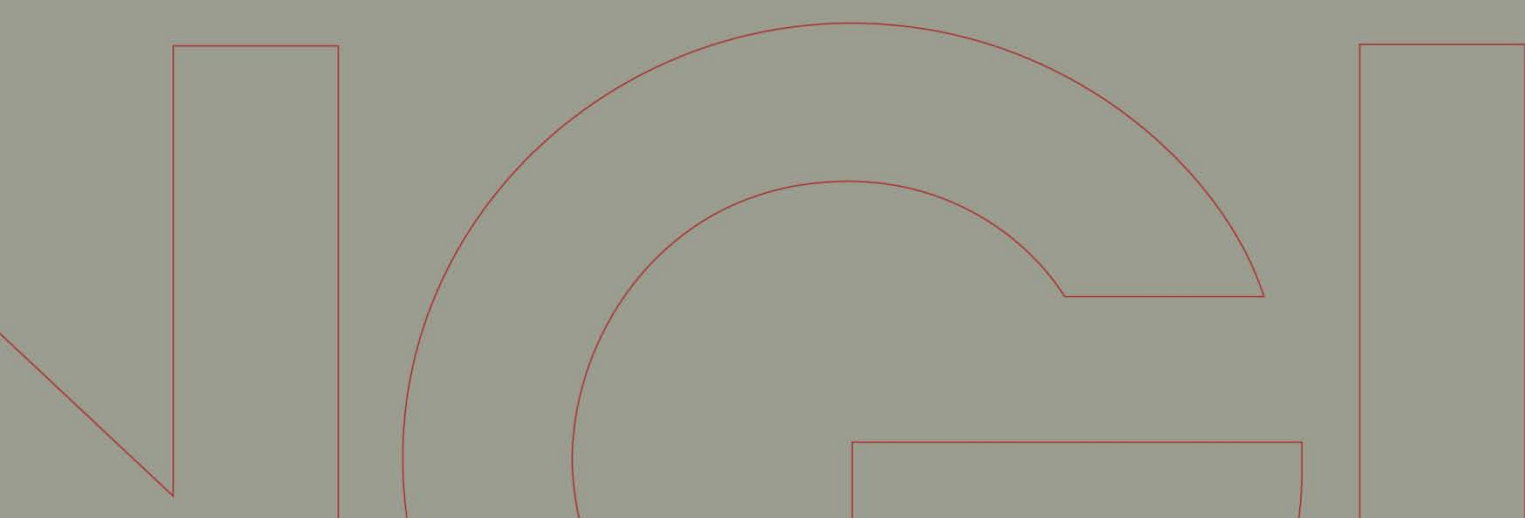


Rapport / Report

Oslo Havn KF - Overvåkning av forurensning ved mudring og deponering

Dypvannsdeponi ved Malmøykalven Sluttrapport del 2 - Dokumentasjon av tildekking

20051785-00-559-R
12. desember 2011



Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentisiteten av dette dokumentet garanteres. Adressaten bør vurdere denne risikoen og ta fullt ansvar for bruk av dette 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 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 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: Oslo Havn KF - Overvåkning av
forurensning ved mudring og deponering
Dokumentnr.: 20051785-00-559-R
Dokumenttittel: Dypvannsdeponi ved Malmøykalven
Sluttrapport del 2 - Dokumentasjon av
tildekking
Dato: 12. desember 2011

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: Arne Pettersen
Utarbeidet av: Amy M P Oen
Kontrollert av: Gijs Breedveld

Sammendrag

Denne rapporten, sluttrapport del 2 for dypvannsdeponiet ved Malmøykalven, omhandler tildekkingen med sand av deponiet. Sluttrapport del 1 for dypvannsdeponiet, omhandler miljøkvalitet i og utenfor deponiet og forelå februar 2010 (NGI-rapport 20051785-65).

Rapporten gir en oversikt over dokumentasjonen fra ferdigstillelse av dypvannsdeponiet ved Malmøykalven og tykkelse av tildekkingslaget i forhold til Klifs tillatelse til etablering av dypvannsdeponiet. Videre sammenstiller rapporten de ulike tildekkingsfasene og omhandler karakterisering av aktuelle dekkmasser, samt kontroll av utbredelse, dekningsgrad og tykkelse av tildekkingslaget.

Sammendrag (forts.)



Dokumentnr.: 20051785-00-559-R
Dato: 2011-12-08
Side: 4

Secora AS har på vegne av Oslo Havn KF, gjennomført tildekking av dypvannsdeponiet som har blitt gjennomført i 4 ulike faser:

1. Prøvetildekking (mars 2007)
2. Første tildekkingslag (november 2008 fram til februar 2009)
3. Hovedtildekking (februar til juli 2009)
4. Supplerende tildekking (september 2010 fram til april 2011)

Under prøvetildekking, utlegging av første tildekkingslag og hovedtildekking har tildekkingsmassene blitt fraktet til dypvannsdeponiet ved Malmøykalven, der massene ble lagt ut ved hjelp av splittlekter som ble slept på tvers over tildekkingsfeltet ved hjelp av en slepebåt. Under supplerende tildekking ble tildekkingsmassene pumpet i rør og sluppet ut under vannoverflaten for å sedimentere.

Tildekkingsmassene har vært karakterisert og godkjent i henhold til Klifs tildekkingsveileder. I tillegg har NGI siden mars 2009 kontrollert at tildekkingsmassene har et tilfredsstillende lavt innhold av metaller, PAH og TOC ved ukentlige stikkprøver.

Kontroll av tildekkingslaget etter gjennomført hovedtildekking, er gjort ved målestaver. Stavene ble avlest og innrapportert av Secora og Rambøll. Etter hovedtildekkingen gjennomførte NGI byggherres egenkontroll for å verifisere tykkelsen på dekklaget ved hjelp av kjerneprøvetaking. Med bakgrunn i data fra rapportene til Rambøll og byggherres egenkontroll ble det identifisert et behov for supplerende tildekking. Tildekkingslagets tykkelse etter at supplerende tildekking var gjennomført ble på ny bestemt ved avlesning av målestaver av Secora og Rambøll.

Samlet tykkelse av tildekkingslaget er basert på tykkelse rapportert i juni 2010, etter at hovedtildekking var ferdigstilt, samt tykkelse rapportert oktober 2011 etter supplerende tildekking. Sammenstillingen av data viser måleresultater for tildekkingslagstykkelse som varierer fra 0,4 til 0,9 m sand. Målingene representerer samtlige av de 38 ruter, som dekker hele området regulert til dypvannsdeponi.

Rambøll konkluderer som følger i sin rapport datert 20. oktober 2011:
”Hele dypvannsdeponiet på Malmøykalven tilfredsstillende nå kravet om 0,4 m mektighet på overdekkingslaget.”

Innhold



Dokumentnr.: 20051785-00-559-R
Dato: 2011-12-12
Side: 5

1	Innledning	6
2	Organisering av kontroll og oppfølging	6
	2.1 Dokumentoversikt	8
3	Utlegging av tildekkingsmasser	8
	3.1 Prøvetildekking	8
	3.2 Første tildekkingslag	9
	3.3 Hovedtildekking	11
	3.4 Supplerende tildekking	12
4	Tykkelse av tildekkingslaget	13
5	Konklusjon	13
6	Referanser	16

Kontroll- og referanseside

1 Innledning

Oslo Havn KF har i perioden 2006-2008 på vegne av Oslo kommune gjennomført tiltak i Oslo havnedistrikt for å forbedre miljøtilstanden ved å fjerne eller tildekke forurensede sedimenter. Arbeidene er utført med bakgrunn i Helhetlig tiltaksplan for forurensede sedimenter i Oslo havnedistrikt, vedtatt av Bystyret i Oslo 26.10.2005.

Tiltaksarbeidene omfattet mudring av forurensede masser i områder ned mot ca kote -15 m. Mudrede masser er transportert til dypvannsdeponiet ved Malmøykalven der de er nedført via lukket rør til sjøbunnen. Det har tidligere blitt utarbeidet en egen sluttrapport for mudrings- og tildekkingsarbeider (NGI, 2009a).

Sluttrapportering for dypvannsdeponiet ved Malmøykalven er delt i to delrapporter. Sluttrapport del 1, har tidligere blitt utarbeidet (NGI, 2009b) og dokumenterer miljøstatus før deponiet ble etablert, kontroll og oppfølging i driftsfasen og status over deponiet og tilgrensende områder etter tildekking pr. juni 2009.

Denne sluttrapporten, del 2, gir en dokumentasjon av ferdigstillelse av deponiet og tykkelse av tildekkingslaget i forhold til Klifs tillatelse til etablering av dypvannsdeponiet.

I perioden etter at deponiet er lukket skal tildekkingens effekt dokumenteres og det skal kontrolleres om forholdene er stabile (NGI, 2005). Denne etterkontrollen dokumenteres i egen rapport.

2 Organisering av kontroll og oppfølging

Prosjektet "Ren Oslofjord" har gjennomført tiltak ifbm. opprydding av forurensede sedimenter i Oslo Havn KF etter tre tillatelser fra Klif (tidligere SFT):

1. Tillatelse til mudring av forurensede sedimenter i Oslo havnedistrikt, tillatelse gitt 08.12.2005
2. Tillatelse til etablering av dypvannsdeponi ved Malmøykalven og deponering av forurensede sedimenter, tillatelse gitt 20.09.2005
3. Tillatelse til tildekking av forurensede sedimenter i forbindelse med gjennomføring av helhetlig tiltaksplan i Oslo havnedistrikt, tillatelse gitt 30.04.2008

Kontroll og oppfølging av arbeidene er beskrevet i kontrollplaner som er utarbeidet på grunnlag av vilkår gitt i Klifs tillatelser (NGI, 2005). Det er gitt detaljerte prosedyrer for hvordan dette skal gjennomføres og hvem som har ansvaret for gjennomføring av kontrollen og oppfølgingen av resultatene. Kontrollplanen ble oversendt Klif før tiltaket ble iverksatt.

I henhold til kontrollplanen (NGI, 2005) har entreprenøren Secora hatt ansvaret for følgende kontroll og overvåkning i forbindelse med tildekking av dypvannsdeponiet:

- Kontroll av tildekkingsmasser. Entreprenør bestiller karakterisering av aktuelle dekkmassene etter SFT veileder TA-2143 (SFT, 2005).
- Kontroll av utbredelse, dekningsgrad og tykkelse av tildekkingen.

Totalt skal det legges ut minimum 0,4 m dekkmasse. Entreprenør har oversendt rapporter utarbeidet av Rambøll Norge AS, som dokumenterer tildekking til Oslo Havn.

Under tildekkingen har byggherre ved NGI hatt ansvar for følgende overvåkning etter kontrollplanen:

- Produksjonskontroll av tildekkingsmassene. Etter Klifs revisjon av prosjektet i februar 2009, ble dette tilleggskravet inkludert under "Kontroll av tildekkingsmasser" i kontrollplanen. Siden da har NGI tatt ukentlig ut stikkprøve fra masser fra Åsland pukkverk for kjemiske analyser.
- Overvåkning under utlegging av første lag med dekkmasser på dypvannsdeponiet har omfattet målinger av turbiditet med automatiske overvåkningsbøyer og manuelt utstyr samt vannprøvetakning for dokumentasjon av vannkvalitet.
- Kontroll av utbredelse, dekningsgrad og tykkelse av tildekkingen. NGI har gjennomført sedimentkamera (SPI) undersøkelse etter utlegging av første lag dekkmasser med NIVA som underleverandør. Det ble også utført prøvetakning for geotekniske analyser.

2.1 Dokumentoversikt

Tabell 1 Oversikt over krav i kontrollplan og Klifs tillatelse vedrørende dokumentasjon av tildekking av dypvannsdeponiet med rene masser.

Punkt i kontrollplan	Henvisning til punkt i SFT tillatelse	Kort beskrivelse	Dokumentasjon
Forberedende arbeider	*	Prøvetildekking	NGI (2008a)
C.4.1	pk. 7.1	Kontrollere at tildekkingsmassene tilfredsstiller krav iht. SFT veileder 2143/2005	Multiconsult (2008)
		Ukentlig stikkprøve for analyse av kjemisk innhold	NGI (2009e) NGI (2010c)
C.4.2	pk. 7.2	Overvåkning av turbiditet og vannkvalitet under utlegging av første lag dekkmasser	NGI (2009c)
C.4.3	pk. 7.4 pk. 8.2	Kontroll av dekklagets tykkelse etter utlegging av 1. lag	NGI (2009d) NIVA (2009)
		Dokumentasjon av lagtykkelse og dekningsgrad med målestaver	Rambøll (2010) Rambøll (2011)
		Visuell inspeksjon for å følge utvikling i bunnfauna	NIVA (2011) samt etterkontroll
C.4.3 HAVs egenkontroll*	*	Dokumentasjon av lagtykkelse, utbredelse og dekningsgrad med kjerneprøvetaker	NGI (2010a)
C.4.4	pk. 8.2	Kontroll av tildekkingens effekt	Målinger utført sommer 2011, rapportering pågår.
Tredjeparts-kontroll	*	Metodevurdering	DNV (2009a) DNV (2009b)

*Krav ikke definert av kontrollplan eller Klifs tillatelse.

3 Utlegging av tildekkingsmasser

3.1 Prøvetildekking

I mars 2007 ble det gjennomført en prøvetildekking på dypvannsdeponiet for å vurdere egnede metoder for utlegging av tildekkingsmaterialet. Utlegging ble gjennomført 7. og 8. mars 2007 ved hjelp av splittlekter som ble slept på tvers over prøvefelt ved hjelp av en slepebåt (Figur 1). Ren sand fra Storsand Sandtak

AS (fraksjon 0-8 mm) ble lag ut i et prøvfelt på 5000 m². Informasjon om karakterisering av dette tildekkingsmaterialet er tidligere dokumentert av NGI (NGI, 2008a).



Figur 1 *Bilde av utlegging av tildekkingsmaterialet ved hjelp av splittlekter under prøvetildekking.*

Det ble gjennomført fysiske undersøkelser av deponerte masser både før (12. desember 2006) og etter (26. mars 2007) utlegging i samarbeid med NIVA. Studiene omfattet vurdering av styrken i mudrede masser i deponiet samt fordeling av tildekkingsmaterialet etter utlegging ved hjelp av sedimentprofil fotografering med SPI kamera (NGI, 2008a).

Resultater fra undersøkelsene viste at utlegging av sand fungerte bra ved hjelp av splittlekter. Det ble anbefalt å legge ut flere tynne lag for å oppnå en jevn lagtykkelse. Sedimentenes styrke økte etter tildekking og sanden viste seg å være delvis innblandet i overflatesediment (5-8 cm dyp). Det ble også observert at sanden under prøvetildekkingen spredde seg over et større areal enn det definerte prøvfeltet. Tykkelse av sandlaget i prøvfeltet ble estimert til 4-6 cm.

3.2 Første tildekkingslag

Etter at deponeringen av mudrede masser ble avsluttet i oktober 2008 gjennomførte entreprenør (Secora AS) utlegging av første tildekkingslag på dypvannsdeponiet. Arbeidet ble utført i perioden november 2008 - januar 2009, etterfulgt av reparasjonsarbeid av det første lag fram til februar 2009.

3.2.1 *Materiale og utleggingsmetode*

Tildeckingsmassene som ble benyttet ble levert av Åsland Pukkverk AS, og består av knust gneis (0-8 mm). Massene er godkjent til formålet (Multiconsult, 2008) i henhold til Klifs tildeckingsveileder (SFT, 2005). Det er også gjort en vurdering av massenes egnethet for den benyttede tildeckingsmassen (NGI, 2008b).

Utleggingen av første tildeckingslaget ble gjennomført fra splittlekter som trekkes sidelengs mens lekteren åpnes gradvis. I begynnelsen av utleggingen ble det observert flere episoder med overskridelse av grenseverdien for turbiditet (NGI, 2009c). Optimering av utleggingsmetoden underveis gav redusert partikkelmengde i vann under utlegging.

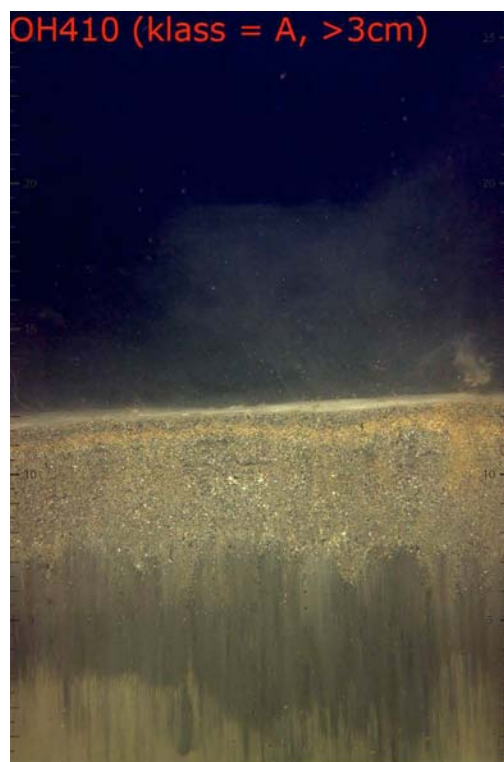
3.2.2 *Overvåkning og undersøkelser*

I perioden 7.-9. januar samt den 21. januar 2009 ble det gjennomført undersøkelse av det første tildeckingslaget i henhold til kontrollplanen (HAV, 2009). Kontroll omfattet bruk av SPI kamera og uttak av uforstyrrede prøver med boxcorer for analyser i geoteknisk laboratorium. I tillegg ble det gjennomført overvåkning av turbiditet (kontinuerlig måling av turbiditet med automatiske overvåkningsbøyer og manuelle målinger av turbiditet i hele vannsøylen) og vannkvalitet ved kjemiske analyser av vannprøver tatt under utlegging av det første laget.

Overvåkningen av turbiditet viste at tildeckingsmassene førte til begrenset oppvirvling av deponerte mudrede masser, men ikke lengre opp enn 10 m over sjøbunnen. Resultatene fra vannprøvene bekreftet dette og kun partikulært materiale i vannmassene opp til 10 m over sjøbunnen inneholdt forhøyde nivåer av metaller. Horisontal utbredelse av oppvirvlet, deponert materiale var imidlertid observert til å være begrenset og innenfor en radius av 100 m fra der massene ble lagt ut (NGI, 2009c).

Geotekniske analyser viste at de mudrede massene i deponiet oppførte seg som normalkonsolidert leire, og ved lagvis tildekking med sand opptil en tykkelse av 0,4 m ville man ha en sikkerhetsfaktor mot brudd større enn 2, noe som anses å være høyt i geoteknisk analyser (NGI, 2009d).

Resultater fra sedimentprofil fotografering med SPI kamera og boxcoreprøver viste at sanden hadde fordelt seg relativt jevnt (NGI, 2009d). Basert på 97 analyserte SPI bilder var 55 stasjoner tildekket 3 cm, 20 stasjoner tildekket mellom 1-3 cm sand (Figur 2). På 13 bilder ble det funnet sand under sedimentoverflaten, mens det ikke ble observert sand på 8 bilder (NIVA, 2009).



Figur 2 *Bilde tatt med SPI kamera etter utlegging av første tildekkingslaget (sandlagstykkelse ca. 4-5 cm).*

3.3 Hovedtildekking

I perioden fra februar 2009 til juli 2009 fortsatte Secora med tildekkingsarbeidene av dypvannsdeponiet. Det ble benyttet det samme tildekkingsmaterialet og den samme utleggingsmetoden som beskrevet ovenfor.

3.3.1 Overvåking i henhold til kontrollplanen

Etter revisjon av kontrollplanen i mars 2009 (som resultat av Klifs revisjon av prosjektet i februar 2009), har NGI kontrollert at tildekkingsmassene har et tilfredsstillende lavt innhold av metaller, PAH og TOC ved ukentlige stikkprøver. Stikkprøvene er tatt som en mottakskontroll ved at det er hentet ut prøve fra lasset på en tilfeldig ankommet bil. Disse kontrollene er dokumentert i egne tekniske notater (NGI, 2009e).

3.3.2 Tredjepartskontroll av utleggingsmetode

I mai 2009 gjennomførte Det Norske Veritas (DNV) på oppdrag fra Klif en tredjepartskontroll for å vurdere utleggingsmetoden der utleggingen skjer fra splittlekter som trekkes sidelengs mens lekteren åpnes gradvis. DNVs vurdering er basert på observasjoner under en befaring hvor lasting av tildekkingsmasser på lekter og tildekking av dypvannsdeponiet med sand fra to lektere ble utført av Secora. DNV konkluderte at arbeidene forløp som normalt for denne type utstyr

og massene gikk forholdsvis jevnt ut av splittlekteren under befaringen, noe raskere mot slutten når lekterens hastighet sideveis økte (DNV, 2009a). DNV har også utarbeidet en erfaringsrapport om tildekking som inkluderte erfaringer fra USA samt en vurdering av styrker og svakheter ved den valgte teknologien og fremgangsmåten (DNV, 2009b). DNV konkluderte at det var lite sannsynlig at massene kan legge seg i store hauger på sjøbunnen med tanke på de korngraderinger som er valgt, kombinert med stort vanddyp. I tillegg antyder DNV at man kan forvente at massene spres mer enn planlagt, og det må flere runder til med utlegging for å oppnå ønsket tykkelse av tildekkingslaget.

3.3.3 Dokumentasjon av lagtykkelse

Dokumentasjon av lagtykkelse, utbredelse og dekningsgrad med målestaver, har vært gjennomført av entreprenør i samarbeid med Rambøll Norge AS.

For å dokumentere tykkelsen av laget med rene masser etter at entreprenøren erklærte seg ferdig, har NGI på oppdrag av Oslo Havn KF, gjennomført byggherrens egenkontroll i perioden. Undersøkelsene ble gjennomført i november 2009 og resultatene er tidligere rapporterte (NGI, 2010a). I samtlige 79 prøver som ble hentet opp ved kjerneprøvetaking ble det observert tildekkingsmasser på toppen av de deponerte massene med en gjennomsnittlig tykkelse på 25,7 cm. NGI konkluderte at kravet om at hele dypvannsdeponiet skal tildekkes med minimum 0,4 m tildekkingsmasser ikke var oppfylt.

På vegne av Secora har Rambøll Norge AS gjennomført en vurdering av tildekkingslaget (Rambøll, 2010). Vurdering er basert på avlesning av målestavene som ble plassert i et rutenett på 100 m x 100 m i dypvannsdeponiet. Avlesningen ble gjennomført ved ROV-inspeksjoner, hvor man tok bilder for å dokumentere nivået på målestaven (tykkelse av tildekkingslaget). Rambøll konkluderte med at gjennomsnittstykkelse av tildekkingslaget var på 31 cm (beregnet på grunnlag av målinger utført på 26 av de 45 målestavene som ble satt ut) og at 34 – 46 % av dypvannsdeponiet hadde en tykkelse av tildekkingslaget på 40 cm (Rambøll, 2010).

De ulike metodene som har blitt anvendt for å kontrollere tildekking av dypvannsdeponiet innebærer forskjellige usikkerhetsmomenter (NGI, 2010a; Rambøll, 2010). Derfor ble alle data sammenstilt og presentert på et møte i august 2010. Sammenstilling ble gjennomgått og akseptert av både Oslo Havn og Secora (NGI, 2010b). Oversikten viste at av totalt 38 ruter som dekker hele deponiet var det 17 ruter som viste en sandtildekking på 0,4 m eller mer.

3.4 Supplerende tildekking

For å tildekke enkelte områder der tykkelse av tildekkingslaget ikke tilfredstilte krav i tillatelsen ble det besluttet å gjennomføre supplerende tildekking. I perioden fra september 2010 til april 2011 har Agder Marine AS vært innleid av Secora for å utføre supplerende tildekking av dypvannsdeponiet. Under denne perioden ble

det benyttet en annen metode for utlegging av tildekkingsmasser. Vann ble spylt inn i fartøyets lasterom slik at tildekkingsmassene ble ført ut av båten og sluppet ut under vannoverflaten for så å sedimentere på deponiet.

NGI fortsatte med å ta ukentlig stikkprøver av tildekkingsmassene som produksjonskontroll. Disse kontrollene er dokumentert i egne tekniske notater (NGI, 2010c).

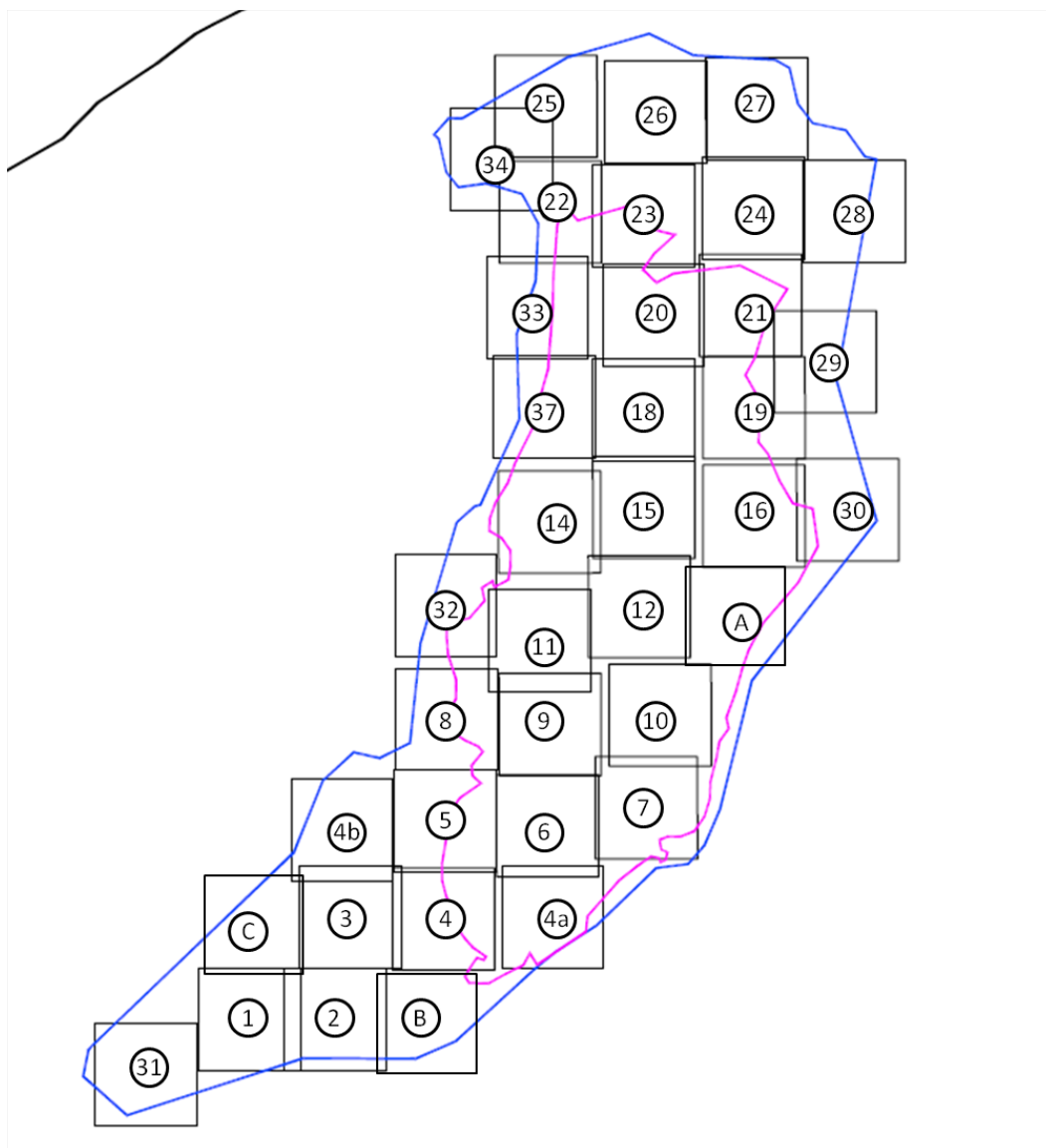
Det ble benyttet målestaver for å vurdere tykkelse av tildekking. Secora satte ut nye målestaver på feltene hvor det var nødvendig å gjennomføre supplerende tildekking. Etter at tildekkingsmassene var lagt ut, ble målestavene fotografert med hjelp av en ROV. Bildene ble benyttet (sammen med tidligere dokumentasjon) for å vurdere tykkelse av tildekkingslaget (Rambøll, 2011).

4 Tykkelse av tildekkingslaget

Samlet tykkelse av tildekkingslaget er basert på tykkelse rapportert i august 2010 etter hovedtildekking var ferdigstilt (NGI, 2010b) og på tykkelse rapportert etter supplerende tildekking var gjennomført i vinter 2011 (Rambøll, 2011). Oversikt over ruteinndeling ved dypvannsdeponiet er vist i Figur 3, og oversikt over tykkelse av tildekkingslaget i hver rute er vist i Tabell 2.

5 Konklusjon

Sammenstillingen av data viser måleresultater som varierer fra 0,4 til 0,9 m sand. Målingene representerer samtlige av de 38 ruter, som dekker hele området regulert til dypvannsdeponi. Rambøll konkluderer i sin rapport datert 20. oktober 2011: *"Hele dypvannsdeponiet på Malmøykalven tilfredsstillers nå kravet om 0,4 m mektighet på overdekningslaget."*



Figur 3 *Oversikt over ruteinndeling ved dypvannsdeponiet, blå linje er reguleringsgrense for deponiet, rød linje område der masser er deponert.*

Tabell 2 Sammenstilling av tildekkingsstykkelse per oktober 2011 basert på NGI (2010b) og Rambøll (2011).

Feltrute/ målestav	Hovedtildekking (2009) (cm)	Supplerende tildekking (2011) (cm)	Samlet tykkelse (cm)
1	44	-	44
2	35	4,8	39,8
3	27	20,3	47,3
4	40	-	40
4a	40	-	40
4b	15	34	49
5	20	25,2	45,2
6	45	-	45
7	12,5	31,1	43,6
8	45	-	45
9	30	10	40
10	40	-	40
11	14	27,3	41,3
12	40	-	40
14	20	38,4	58,4
15	35	6,5	41,5
16	40	-	40
17	40	-	40
18	40	-	40
19	20	68,8	88,8
20	40	-	40
21	24	28,8	52,8
22	30	20,6	50,6
23	25	25,5	50,5
24	40	-	40
25	84	-	84
26	40	-	40
27	40	-	40
28	23	32,9	55,9
29	20	44,8	64,8
30	40	-	40
31	44	-	44
32	35	5	40
33	36	15,3	51,3
34	21,5	21	42,5
Hjørne A	20	51,8	71,8
Hjørne B	15	28,1	43,1
Hjørne C	20	24,8	44,8

6 Referanser

DNV (2009a)

Fase1. Befaring ved tildekking på Malmøykalven 8.5.2009. DNV teknisk rapport 2009-0762, rev 1 datert 18/5-09.

DNV (2009b)

Fase 2. Vurdering av tildekking ved Malmøykalven. DNV teknisk rapport 2009-0817, rev 2 datert 15/6-09.

HAV (2009)

Ren Oslofjord. Gjennomføring av Oslo kommunes "Helhetlig tiltaksplan for forurensede sedimenter i Oslo havnedistrikt" Kontrollplan for mudring og deponering i dypvannsdeponiet. Rev 4, datert 16/3-2009.

Multiconsult (2008)

Karakterisering av masser for tildekking av sjøbunn. Rapport 117917-3, datert 23/9-08

NGI (2005)

Kontrollplan for mudring og deponering. NGI rapport 20051459-2, rev 4 datert 16/3-09.

NGI (2008a)

Overvåkning av forurensning ved mudring og deponering. Prøvetildekking av dypvannsdeponiet. NGI rapport 20051785-34, datert 15/4-08.

NGI (2008b)

Overvåkning av forurensning ved mudring og deponering. Masser for tildekking av forurenset sjøbunn i Oslo Havn. NGI rapport 20051785-53, datert 24/11-08.

NGI (2009a)

Overvåkning av forurensning ved mudring og deponering. Ny sjøbunn etter tiltak i Oslo havn –Sluttrapport. NGI rapport 20051785-64, rev 1, 1. juli 2009

NGI (2009b)

Overvåkning av forurensning ved mudring og deponering. Dypvannsdeponi ved Malmøykalven. Sluttrapport del 1: Miljøkvalitet. NGI rapport 20051785-65, rev 01 datert 5/2-10.

NGI (2009c)

Overvåkning av forurensning ved mudring og deponering. Overvåkning under utlegging av rene tildekkingsmasser på dypvannsdeponi ved Malmøykalven. NGI rapport 20051785-59, datert 20/3-09.

NGI (2009d)

Overvåkning av forurensning ved mudring og deponering. Kontroll av tildekking av dypvannsdeponiet etter utlegging av første dekklag. NGI rapport 20051785-61, datert 27/1-09.

NGI (2009e)

Serie med tekniske notater fra ukentlig produksjonskontroll av dekkmasser:

1. Kontroll 2/3-09. NGI teknisk notat 20051785, datert 2/3-09
2. Kontroll 12/3-09. NGI teknisk notat 20051785, datert 26/3-09
3. Kontroll 18/3-09. NGI teknisk notat 20051785, datert 1/4-09
4. Kontroll 23/3-09. NGI teknisk notat 20051785, datert 14/4-09
5. Kontroll 2/4-09. NGI teknisk notat 20051785, datert 27/4-09
6. Kontroll 16/4-09. NGI teknisk notat 20051785, rev 1 datert 20/5-09
7. Kontroll 24/4-09. NGI teknisk notat 20051785, rev 1 datert 20/5-09
8. Kontroll 28/4-09. NGI teknisk notat 20051785-00-471-TN, datert 20/5-09
9. Kontroll 6/5-09. NGI teknisk notat 20051785-00-474-TN, datert 26/5-09
10. Kontroll 11/5-09. NGI teknisk notat 20051785-00-477-TN, datert 8/6-09
11. Kontroll 19/5-09. NGI teknisk notat 20051785-00-487-TN, datert 15/5-09
12. Kontroll 28/5-09. NGI teknisk notat 20051785-00-492-TN, datert 23/6-09
13. Kontroll 4/6-09. NGI teknisk notat 20051785-00-506-TN, datert 15/7-09
14. Kontroll 15/6-09. NGI teknisk notat 20051785-00-507-TN, datert 15/7-09
15. Kontroll 24/6-09. NGI teknisk notat 20051785-00-508-TN, datert 15/7-09

NGI (2010a)

Overvåkning av forurensning ved mudring og deponering. Kontroll av tildekkingslagets tykkelse. Byggherrens egenkontroll. NGI rapport 20051785-00-513-R, datert 26/2-2010.

NGI (2010b)

Dypvannsdeponi Malmøykalven. Sammenstilling av data vedrørende tykkelse på tildekkingslaget. NGI teknisk notat 20051785-00-520-TN, datert 23/8-2010.

NGI (2010c)

Serie med tekniske notater fra ukentlig produksjonskontroll av dekkmasser:

1. Kontroll 16/9-10. NGI teknisk notat 20051785, datert 22/9-10
2. Kontroll 21/9-10. NGI teknisk notat 20051785, datert 1/10-10
3. Kontroll 27/9-10. NGI teknisk notat 20051785, datert 7/10-10
4. Kontroll 6/10-10. NGI teknisk notat 20051785, datert 26/10-10
5. Kontroll 12/10-10. NGI teknisk notat 20051785, datert 27/10-10
6. Kontroll 18/10-10. NGI teknisk notat 20051785, datert 4/11-10
7. Kontroll 26/10-10. NGI teknisk notat 20051785, datert 9/11-10
8. Kontroll 9/11-10. NGI teknisk notat 20051785, datert 19/11-10
9. Kontroll 16/11-10. NGI teknisk notat 20051785, datert 29/11-10
10. Kontroll 23/11-10. NGI teknisk notat 20051785, datert 7/12-10
11. Kontroll 30/11-10. NGI teknisk notat 20051785, datert 13/12-10
12. Kontroll 7/12-10. NGI teknisk notat 20051785, datert 17/12-10
13. Kontroll 13/12-10. NGI teknisk notat 20051785, datert 6/1-11

14. Kontroll 17/1-11. NGI teknisk notat 20051785, datert 4/2-11
15. Kontroll 26/1-11. NGI teknisk notat 20051785, datert 4/2-11
16. Kontroll 3/2-11. NGI teknisk notat 20051785, datert 15/2-11
17. Kontroll 7/2-11. NGI teknisk notat 20051785, datert 17/2-11
18. Kontroll 15/2-11. NGI teknisk notat 20051785, datert 4/3-11
19. Kontroll 23/2-11. NGI teknisk notat 20051785, datert 8/3-11
20. Kontroll 3/3-11. NGI teknisk notat 20051785, datert 18/3-11
21. Kontroll 9/3-11. NGI teknisk notat 20051785, datert 22/3-11
22. Kontroll 24/6-11. NGI teknisk notat 20051785, datert 5/7-11
23. Kontroll 27/6-11. NGI teknisk notat 20051785, datert 6/7-11

NIVA (2009)

Undersøkelse av tildekking av dypvannsdeponiet ved Malmøykalven med Sedimentprofilkamera. NIVA rapport 5775-2009, datert 31/3-09.

NIVA (2011)

Potensielle bioturbatorer i deponiet ved Malmøykalven. NIVA rapport 6138-2011, datert 22/3-11.

Rambøll (2010)

Secora AS. Sluttrapport for tildekking av dypvannsdeponi på Malmøykalven. Dokument nr. M-RAP-001-1060036D rev3, datert 17/6-2010.

Rambøll (2011)

Secora AS. Sluttrapport for tildekking av dypvannsdeponi på Malmøykalven. Dokument nr. M-RAP-001-1060036E rev2, datert 21/10-2011.

SFT (2005)

Veiledende testprogram for masser til bruk for tildekking av forurensede sedimenter. SFT veileder TA2143/2005.

Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



Dokumentinformasjon/Document information													
Dokumenttittel/Document title Dypvannsdeponi ved Malmøykalven. Sluttrapport del 2: Dokumentasjon av tildekking						Dokument nr./Document No. 20051785-00-559-R							
Dokumenttype/Type of document		Distribusjon/Distribution				Dato/Date 12.12.2011							
<input checked="" type="checkbox"/> Rapport/Report		<input type="checkbox"/> Fri/Unlimited				Rev.nr./Rev.No. 0							
<input type="checkbox"/> Teknisk notat/Technical Note		<input checked="" type="checkbox"/> Begrenset/Limited											
		<input type="checkbox"/> Ingen/None											
Oppdragsgiver/Client Oslo Havn KF													
Emneord/Keywords Harbor, sea water, sea bed, field measurements, capping, environmental geotechnology													
Stedfesting/Geographical information													
Land, fylke/Country, County Oslo						Havområde/Offshore area							
Kommune/Municipality Oslo						Feltnavn/Field name							
Sted/Location Oslo havnedistrikt						Sted/Location							
Kartblad/Map 1914 IV						Felt, blokknr./Field, Block No.							
UTM-koordinater/UTM-coordinates Sone 32 N6642602, E596951													
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					AO		GBr					
Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release				Dato/Date 12/12-2011			Sign. Prosjektleder/Project Manager Arne Pettersen						

NGI (Norges Geotekniske Institutt) 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.

Vi arbeider i følgende markeder: olje, gass og energi, bygg, anlegg og 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 (Norwegian Geotechnical Institute) 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 natural and built environment.

NGI works within the oil, gas and energy, 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