



Rapport / Report

Oslo Havn KF - Overvåking av forurensning ved mudring og deponering

**Kontroll av tildekkingslagets
tykkelse. Byggherres
egenkontroll.**

20051785-00-513-R
26. februar 2010



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 tredjemand 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 - Overvåking av
forurensning ved mudring og deponering
Dokumentnr.: 20051785-00-513-R
Dokumenttittel: Kontroll av tildekkingslagets tykkelse.
Byggherres egenkontroll.
Dato: 26. februar 2010

Hovedkontor:
Pb. 3930 Ullevål Stadion
0806 Oslo

Avd Trondheim:
Pb. 1230 Pilsenteret
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
Utarbeidet av: Arne Pettersen og Espen Eek
Kontrollert av: Gijs Breedveld og Tom Lunne

Sammendrag

NGI har gjennomført undersøkelse av tykkelsen av tildekkingslaget på dypvannsdeponiet ved Malmøykalven med kjerneprøvetaker med tynnvegget stålrør. Undersøkelsen er gjort på vegne av Oslo Havn KF, og inngår som byggherres egenkontroll. Feltarbeidet ble gjennomført i uke 46, 47 og 49 i 2009.

Resultatene viser at det er observert sand på toppen av de deponerte massene i alle prøvepunktene det ble hentet opp kjerneprøve. Den gjennomsnittlige tykkelsen på tildekkingslaget er estimert til 25,7 cm ved interpolering av observerte lagtykkelse med GIS dataverktøy. I enkelte prøver ble det observert utlagte sandmasser i sjikt nede i de deponerte massene. Dette indikerer at det har forekommet nedsynking av tildekkingsmasser. Disse er imidlertid observert til å være av svært lokal og begrenset art.

I laboratorium er det gjort tester for å finne tørr minimum og tørr maksimum egenvekt av tildekkingslaget. Resultatene viser at denne ligger mellom 1,4 og 2,1 tonn/m³.

HOVEDKONKLUSJON

NGI har på vegne av Oslo havn gjennomført byggherres egenkontroll av dypvannsdeponiet for å dokumentere tykkelsen av tildekkingslaget. Med bakgrunn i resultatene fra 79 kjerneprøver fra NGIs undersøkelser gjennomført i uke 46, 47 og 49 i 2009 kan det trekkes følgende konklusjoner:

- **I samtlige prøver som ble hentet opp er det observert tildekkingsmasser på toppen av de deponerte massene.**
- **Den gjennomsnittlige tykkelsen på tildekkingslaget er 25,7 cm.**
- **SFTs krav om at hele dypvannsdeponiet skal tildekkes med minimum 40 cm tildekkingsmasser er ikke oppfylt.**

Innhold

1	Innledning	6
2	Kontroll og oppfølging av sandtildekking	6
3	Feltarbeid	8
3.1	Kjerneprøvetakning	8
3.2	Behandling av prøvematerialet	10
3.3	Feilkilder ved kjerneprøvetakning	10
4	Resultater og diskusjon	11
4.1	Feltobservasjoner	11
4.2	Tildeckingslagets tykkelse	19
4.3	Bestemmelse av tildeckingsmassenes egenvekt	20
5	Oppsummering	20
6	Vurdering	21
7	Konklusjon	23
8	Referanser	24

KART

Kart nr. 1	Borplan for kjerneprøvetakning
Kart nr. 2	Observerte sandtykkelse
Kart nr. 3	Interpolert sandtykkelse

VEDLEGG

Vedlegg A	Liste med koordinater for prøvestasjonene
Vedlegg B	Fotografier av tildeckingslaget
Vedlegg C	Statens kartverk: Dypvannsdeponiet

Kontroll- og referanseside

1 Innledning

Oslo Havn KF har gjennomført mudring av forurensede sedimenter i Oslo havnedistrikt i perioden 2006-2008. Mudrede masser er deponert i dypvannsdeponi etablert ved Malmøykalven. Prosjekt ren Oslofjord har også omfattet tildekking med rene masser i havneområdene. NGI har tidligere utarbeidet sluttrapport for tiltaksarbeidene i Oslo havn (NGI 2009) og for miljøkvaliteten vedrørende deponeringen av massene i dypvannsdeponiet (NGI 2009b). Etter at deponeringen av mudrede masser ble avsluttet i oktober 2008 har entreprenør (Secora AS) gjennomført tildekking av dypvannsdeponiet med rene masser (knust gneis fra Åsland Pukk, fraksjon 0-8 mm). Disse arbeidene ble avsluttet sommeren 2009.

Etter at entreprenør erklærte seg ferdig med tildekkingsarbeidene bestilte Oslo Havn KF en undersøkelse av NGI for å dokumentere tykkelsen av laget med rene masser. Denne undersøkelsen inngår i byggherres kontroll av utførte arbeider før formell overtakelse kan gjennomføres. Denne rapporten oppsummerer NGIs undersøkelse av tykkelsen av tildekkingslaget med rene masser på dypvannsdeponiet.

2 Kontroll og oppfølging av sandtildekking

Kontrollplanen (NGI 2005) definerer den kontroll og oppfølging som skal gjøres i forbindelse med tildekking av deponiet med rene masser. Tabell 1 gir en kort oppsummering av hvor det foreligger dokumentasjon vedrørende disse kravene.

Tabell 1 Oversikt over krav i kontrollplan og SFT 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 (2008)
C.4.1	pk. 7.1	Kontrollere at tildekkingsmassene tilfredsstillende iht. SFT veileder 2143/2005	Multiconsult (2008)
		Ukentlig stikkprøve for analyse av kjemisk innhold	NGI (2009c)
C.4.2	pk. 7.2	Overvåkning av turbiditet og vannkvalitet under utlegging av første lag dekkmasser	NGI (2009d)
C.4.3	pk. 7.4 pk. 8.2	Dokumentasjon av lagtykkelse, utbredelse og dekningsgrad med målestaver, bathymetriske målinger og loggføring av utført arbeid.	Overlevert av Secora AS på byggemøter. Dokumentasjon er ikke endelig akseptert av byggherre.
		Kontroll av dekklagets tykkelse etter utlegging av 1. lag	NGI (2009e) NIVA (2009)
		Visuell inspeksjon for å følge utvikling i bunnfauna	Utføres etter at tildekkingen er gjennomført.
C.4.3 HAVs egenkontroll*	*	Dokumentasjon av lagtykkelse, utbredelse og dekningsgrad med kjerneprøvetaker	Denne rapporten
C.4.4	pk. 8.2	Kontroll av tildekkingens effekt	Utføres etter at tildekkingen er gjennomført.
Tredjeparts-kontroll	*	Metodevurdering	DNV (2009a) DNV (2009b)

*Krav ikke definert av kontrollplan eller SFT tillatelse.

3 Feltarbeid

3.1 Kjerneprøvetakning

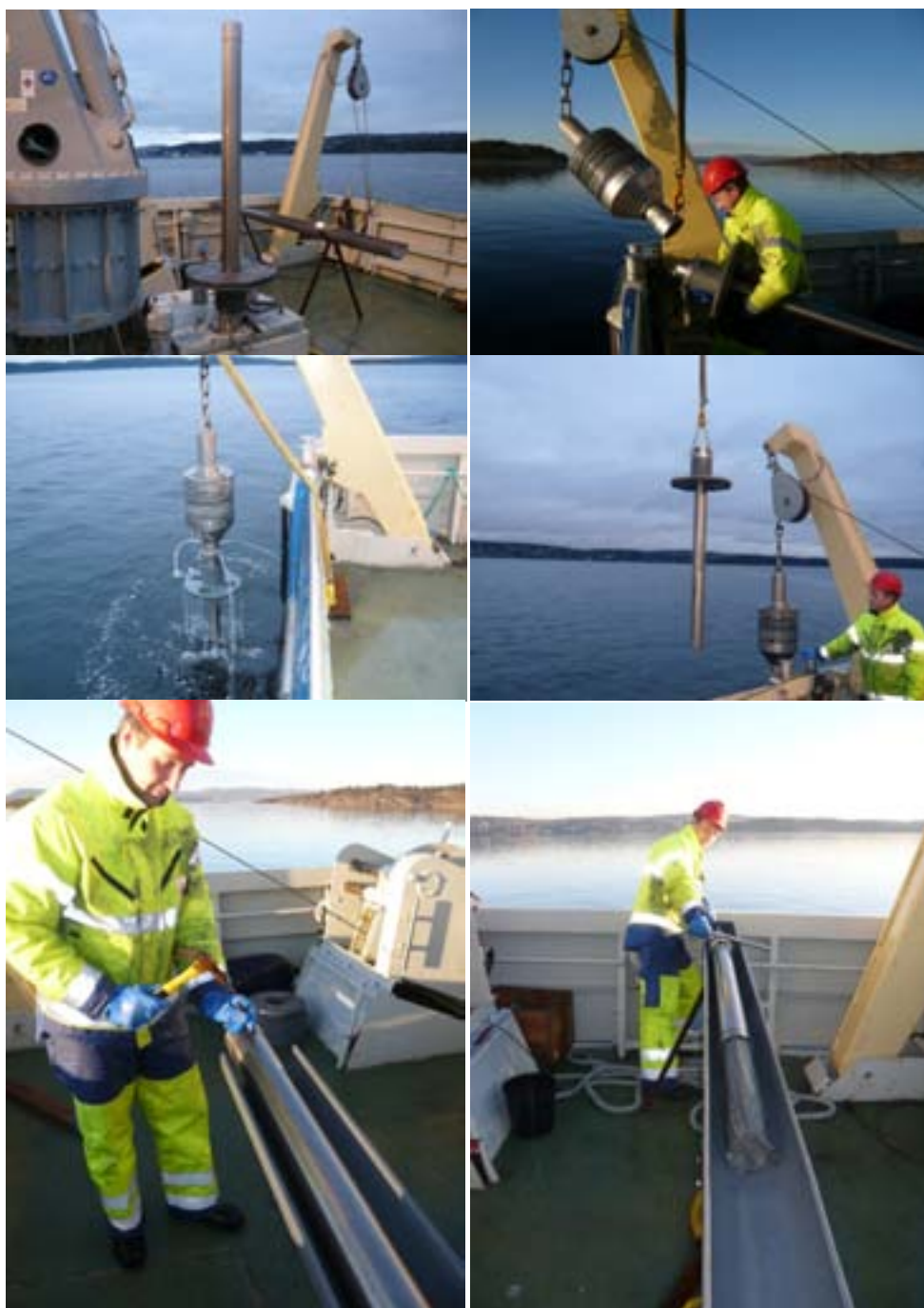
NGI har gjennomført prøvetakning med stor kjerneprøvetaker for å dokumentere lagtykkelse, utbredelse og dekningsgrad at tildekkingslaget på dypvannsdeponiet. Feltarbeidet ble gjennomført i løpet av ni dager i uke 46, 47 og 49 i 2009. Fartøyet F/F Braarud tilhørende Universitetet i Oslo ble benyttet under arbeidene. Vedlagte kartbilag 1 viser prøvepunktene for undersøkelsen. Det er gitt koordinater for disse punktene i vedlegg A.

Forut for feltarbeidet ble NGIs kjerneprøvetaker ombygget for å kunne benyttes til dette oppdraget. Kravet til utstyret var at det skulle penetrere sandlag på mer enn 40 cm, og samtidig ikke overpenetrere ned i den underliggende deponerte massen. Videre måtte det prøvetatte materialet ikke drenere ut av prøverøret under opphaling til overflaten.

For å kunne beskrive, vurdere og konservere prøvetatt materiale var det videre behov for en anordning for utskyving av prøvesylindrene i felt. Figur 1 viser kjerneprøvetakeren. Bildeserien i figur 2 illustrerer metoden for prøvetakning.



Figur 1 Gundersen coreren består av en variabel loddetsats(450-1100 kg) med en spesiell "truge" for å hindre overpenetrasjon under prøvetakning. For å penetrere sandlaget er prøverøret (110 mm) utført i tynnvegget stål og påmontert skjær med spesielt utviklet sandfang for tett avlukking av prøvematerialet.



Figur 2

Gjennomføring av prøvetakning med Gundersen corer. Øverst fra venstre viser bildene: 1) Stålrør med skjær og sandfang monteres i festebajonett med "truge". 2) Festebajonetten kobles til loddsatsen. 3) Prøvetakeren heises til overflate etter prøvetakning. 4) Prøverøret kobles fra loddsatsen og heises om bord i F/F Braarud. 5) Popnaglene som fester skjær og sandfang til prøverøret fjernes. 6) Prøven skyves ut.

3.2 Behandling av prøvematerialet

Etter at prøvetakning og utskyving av materialet var gjennomført ble det gjennomført oppmåling, beskrivelse og fotografering av prøven. Det ble tatt ut prøver av sandlaget som oppbevares ved NGI miljølaboratoriet (standard lagringstid) for eventuelle analyser etter behov.

3.3 Feilkilder ved kjerneprøvetakning

All prøvetakning vil være beheftet med noe usikkerhet av både systematisk og tilfeldig art. Kjente systematiske feilkilder søkes minimert ved å optimere metoden slik at disse blir så små som mulige. Tilfeldige feil kan kontrolleres og minimeres ved at prøvetakningsfrekvensen og prøveprogrammet er tilstrekkelig omfattende. Ved prøvetakning med kjerneprøvetaker har NGI identifisert flere mulige systematiske feilkilder:

1. Overpenetrasjon. Dette skjer ved at kjerneprøvetakeren går så langt ned i sedimentet at topplaget trykkes gjennom prøverøret og over lokket i festebajonetten slik at materialet går tapt når prøven heises opp til båten. Dette vil resultere i en underestimering av sandlagets tykkelse. Denne feilkilden er fjernet ved at prøvetakeren er påmontert en spesiell "truge" som stanser penetrasjonen et par desimeter under toppen på prøverøret. I felt observeres det at dette har fungert ved at det ikke gjenfinnes materiale på lokket på festebajonetten.
2. Komprimering av prøven under utskyving. Dette kan skje ved at materialet i prøvesylinderen komprimeres under utskyving, og kan resultere i en underestimering av lagtykkelsene i materialet. Dette er et potensielt problem spesielt der det må brukes mye kraft for å skyve ut prøve som inneholder stiv leire. Måling i felt av prøvelengde før og etter utskyving indikerer at dette ikke utgjør noen vesentlig feilkilde.
3. Plugging. Hvis det blir for stor motstand kan deler av prøvematerialet skyves til side av prøverøret i stedet for å skyves innover i røret når kjerneprøvetakeren penetrerer ned i sedimentet. Dette kan skje bl.a. når vanntrykket i røret blir for stort som følge av at kjerneprøven går for raskt ned i sjøbunnen eller at vannet ikke slipper raskt nok ut gjennom ventilen over bajonettkoblingen. Dette kan medføre en underestimering av lagtykkelsene i prøvematerialet. Dette er søkt motvirket ved at prøvetakeren er ført sakte ned i sedimentet og presset ned kun av loddets egenvekt. NGI antar at denne effekten ikke er reproduserbar, og av mer tilfeldig karakter slik at et program med mange prøvetakninger som er gjort her vil fange opp dette ved store variasjoner i nærliggende prøver. For ytterligere å kunne dokumentere at plugging ikke har medført underestimering av sandlagets tykkelse kan det vurderes om det skal gjennomføres måling av lagtykkelse med en annen metode, for eksempel CPT (cone penetration test).

4 Resultater og diskusjon

4.1 Feltobservasjoner

NGI har gjennomført kjerneprøvetakning ved totalt 88 posisjoner i dypvannsdeponiet, se borplan i kartbilag 1. Ved noen stasjoner ble det tatt prøver i flere paralleller. Resultatene fra undersøkelsen er oppsummert i tabell 2. I vedlegg B er det vist fotografier av tildekkingslaget.

Fra 79 prøvetakningsposisjoner ble sikret god kjerneprøve. I alle disse prøvene ble det observert tildekkingsmasser på toppen av deponert masse. Dette tildekkingslaget har generelt et klart skille ned til de underliggende massene, uten visuelt synlig innblanding. I vedlagte kartbilag nr. 2 er den observerte tykkelsen av tildekkingsmasse presentert. Fotografiet i figur 3 gir et eksempel på hvordan disse prøvene ser ut.



Figur 3 *Fotografi av kjerneprøve fra stasjon 25 som viser sandlaget på toppen av dypvannsdeponiet, klart avskilt fra de underliggende deponerte massene.*

I enkelte prøver (punkt 10, 15, 18 og 46) penetrerte prøvetakeren ikke gjennom hele sandlaget og ned i underliggende masser. Sandtykkelsen i disse punktene kan derfor være større enn det som er observert. I tabell 2 er sandtykkelsen for disse prøvene derfor oppgitt som ”større enn, >”.

Ved to stasjoner (26 og 29) ble det påtruffet noe hardt, sannsynligvis gjenstander eller vrakrester. Ved 7 posisjoner (80, 81, 82, 87, 92, 97 og 99) rant prøvematerialet ut av prøverøret under opphaling gjennom vannet. Disse prøvene var hovedsakelig tatt i slutten av prøvetakningsperioden etter at den originale ventilen som sitter over selve prøverøret var gått tapt og erstattet med et provisorium. Funksjonen til denne ventilen er å gi et undertrykk over prøven og dermed bidra til å sikre at materialet holdes på plass.

I enkelte av prøvene er det imidlertid observert sand i sjikt nede i de deponerte massene. Fotografiet i figur 4 viser et eksempel på dette. Dette gjelder i prøvepunkt 50, 61, 68, 70 og 86 som i hovedsak er i randsonen i den sydlige delen av deponiet. Det er også observert sandsjikt i underliggende masser ved prøvepunkt 17, 31 og 35 men der er sjiktet tynt (1-2 cm).



Figur 4 *Fotografi av kjerneprøve fra stasjon 50 som viser 3 cm sand på toppen av de deponerte massene (venstre), og i sjikt 40-77 cm nede i underliggende masser (høyre).*

Observasjonene av tildekkingsmasser i nivå under de deponerte massene kan tyde på at det har skjedd en lokal nedsynkning av masser. Årsaken til dette kan være at massene som ble sluppet ut fra tildekkingslekteren ikke gikk i suspensjon, men traff bunnen samlet som en klump. Fotografiet i figur 4 viser at sandlaget

observert nede i de deponerte massene ikke er separert på samme måte som observert i prøver fra overflatematerialet som vist i figur 3.

De observerte nedsynkningene ser imidlertid ut til å være svært begrenset i omfang. Prøver tatt fra nærliggende posisjoner har ikke dekkmasser nede i deponert materiale.

Tabell 2 Resultater fra undersøkelse med kjerneprøvetaker

Prøvepunkt	Tykkelse sandlag over deponerte masser (cm)	Total lengde kjerneprøve (cm)	Kort beskrivelse	Merknad
1	15	60	Sand over stiv grå leire. Klart skille	
2	18	53	Sand over stiv grå leire. Klart skille	
3	22	94	Sand over svart leire. Klart skille. Underliggende masser: stiv grå leire	
4	35	108	Sand over stiv grå leire. Klart skille	
5	19	140	Sand over svart leire. Klart skille. Underliggende masser: stiv grå leire	
6	24	145	Sand over svart leire. Klart skille. Underliggende masser: stiv grå leire	
7	23	115	Sand over svart leire. Klart skille. Underliggende masser: stiv grå leire	
8	16	149	Sand over svart leire. Klart skille. Underliggende masser: stiv grå leire	
9	21	135	Sand over svart leire. Klart skille. Underliggende masser: grå leire med svarte felter over stiv grå leire	
10	>57	57	Sand	Kjerneprøvetaker penetrerte ikke ned til underliggende masser
11	28	50	Sand over stiv grå leire. Klart skille	

Prøvepunkt	Tykkelse sandlag over deponerte masser (cm)	Total lengde kjerneprøve (cm)	Kort beskrivelse	Merknad
12	11	79	Sand over stiv leire. Klart skille. Underliggende masser: mørk grå leire over stiv lys grå leire	
13	16	130	Sand over stiv grå leire. Klart skille. Underliggende masser: mørkere leire, noe løsere	
14	41	94	Sand over svart silt, leire. Klart skille. Underliggende masser: stiv grå leire	
15	>42	42	Sand	Kjerneprøvetaker penetrerte ikke ned til underliggende masser
15B	>38	38	Sand	Kjerneprøvetaker penetrerte ikke ned til underliggende masser
16	19	147	Sand over mørk silt. Klart skille. Underliggende masser: lys leire over mørk silt over lys grå leire	
17	18 og i nivå 24-26 cm	75	Sand overlys grå leire. Klart skille. Underliggende masser: sand over lys grå leire over svart silt over leire med svarte felter	2 cm sand nede i massene, totalt 20 cm
18	>40	40	Sand	Kjerneprøvetaker penetrerte ikke ned til underliggende masser
18 B	30	95	Sand over lys grå leire Klart skille. Underliggende masser: grå leire med svarte striper over lys grå leire og stein	
19	24	31	Sand over grå leire med svarte seams. Klart skille	
20	16	75	Sand over grå leire. Klart skille. Underliggende masser: svart silt over lys grå leire	

Prøvepunkt	Tykkelse sandlag over deponerte masser (cm)	Total lengde kjerneprøve (cm)	Kort beskrivelse	Merknad
21	20	38	Sand over gråsvart og bløt leire. Klart skille	
22	28	105	Sand over svart slam silt. Klart skille. Underliggende masser: lys grå leire	
23	34	119	Sand over stiv lys grå leire. Klart skille	
24	19	124	Sand over svart leire, Klart skille. Underliggende masser: lys grå leire	
25	34	71	Sand over mørk leire. Klart skille	
26	-	-	-	Påtreffer noe hardt. Kan ikke prøvetas
27	24	38	Sand over lys grå leire. Klart skille	
28	42	42	Sand	
29	-	-	-	Påtreffer noe hardt. Kan ikke prøvetas
30	8	53	Sand over lys grå leire med noe stein. Klart skille	
31	23 og i nivå 25-26 cm	110	Sand over mørk leire Underliggende masser: sand over svart leire	1 cm sand nede i massene, totalt 24 cm
32	19	51	Sand over mørk leire, silt. Klart skille	
33	29	90	Sand over mørk bløt leire. Klart skille. Underliggende masser: svart leire, silt	
34D	17	130	Sand over bløt gråsvart leire. Klart skille	
35	32 og i nivå 37-39 cm	64	Sand over sand og leire. Underliggende masser: sand over mørk leire	2 cm sand nede i massene, totalt 34 cm
36A	30	30	Sand	
36B	18	82	Sand over mørk leire. Klart skille. Underliggende masser: silt og finsand over svart sand (ikke tildekkingsmasse)	
37A	28	28	Sand	

Prøvepunkt	Tykkelse sandlag over deponerte masser (cm)	Total lengde kjerneprøve (cm)	Kort beskrivelse	Merknad
37B	11	35	Sand over lyg grå bløt leire. Klart skille	
38	22	96	Sand over bløt mørk grå leire. Klart skille	
39A	23	145	Sand over svart slit. Klart skille. Underliggende masser: lys leire	
39B	24	114	Sand over mørk silt. Klart skille.	
40	24	49	Sand over svart, mørk grå leire. Klart skille	
41	29	70	Sand over bløt mørk leire. Klart skille	
42	22	128	Sand over mørk silt, leire, sand. Klart skille Underliggende masser: mørk leire over lys grå leire	
43	19	31	Sand over mørk bløt leire. Klart skille. stein i sandfang	
44	23	85	Sand over mørk bløt silt. Klart skille	
45	21	101	Sand over grått, leirig slam. Klart skille	
46	>60	60	Sand	Kjerneprøvetaker penetrerte ikke ned til underliggende masser
46B	39	75	Sand over sand med tynne leirlag over sand	
47	17	38	Sand over siltig leire. Klart skille	
48B	18	109	Sand over grå mørk leire. Klart skille	
49	68	100	Sand over mørk grå leire. Klart skille	
50	3 og i nivå 40-77 cm	77	Sand over mørk grå leire. Klart skille. Underliggende masser: sand	37 cm sand nede i massene, totalt 40 cm
50B	97	97	Sand over sand med lommer av leire over sand	
51C	16	95	Sand over grå, svart leire, silt. Klart skille	
52	31	103	Sand over mørk leire. Klart skille	

Prøvepunkt	Tykkelse sandlag over deponerte masser (cm)	Total lengde kjerneprøve (cm)	Kort beskrivelse	Merknad
53	22	85	Sand over mørk leire. Klart skille	
54	4	83	Sand over grå leire. Klart skille	
54B	6	96	Sand over grå leire. Klart skille	
55	20	101	Sand over svart silt, leire. Klart skille. Underliggende masser: svart silt, leire med steiner	
56	104	104	Sand	
56B	34	80	Sand over mørk leire. Klart skille	
56C	33	78	Sand over mørk leire. Klart skille	
56D	13	101	Sand over mørk leire. Klart skille. Underliggende masser: sand over mørk leire	
57A	13	101	Sand over mørk leire. Klart skille	Prøve notert som dårlig prøvetatt, data brukes ikke videre
57B	19	81	Sand over mørk stiv leire. Klart skille	
58	8	96	Sand over lys grå stiv leire. Klart skille	
59	24	95	Sand over mørk leire. Klart skille. Underliggende masser: lys leire	
60	36	76	Sand over mørk leire. Klart skille	
61	9	81	Sand over mørk leire. Klart skille. Underliggende masser: leire, sand over mørk leire over sand over stiv mørk leire	7 cm sand nede i massene, totalt 16 cm
62	23	88	Sand over mørk leire. Klart skille. Underliggende masser: lys leire	
63	32	62	Sand over lys stiv leire. Klart skille	
64	42	76	Sand over mørk leire. Klart skille. Underliggende masser: lys leire	

Prøvepunkt	Tykkelse sandlag over deponerte masser (cm)	Total lengde kjerneprøve (cm)	Kort beskrivelse	Merknad
65	32	102	Sand over mørk og gradvis lysere leire. Klart skille.	
66	24	99	Sand over mørk leire. Klart skille. Underliggende masser: lys leire	
67	24	99	Sand over mørk leire. Klart skille. Underliggende masser: lys leire	
68	17 og i nivå 47-69 cm	73	Sand over grå leire. Klart skille. Underliggende masser: sand over lys grå leire	22 cm sand nede i massene, totalt 39 cm
69	20	90	Sand over mørk og gradvis lysere leire. Klart skille.	
70	11 og i nivå 29-36 cm	105	Sand over mørk silt, noe sand/lys leire iblandet. Underliggende masser: sand over lys leire over lys leire og sand over lys grå leire	7 cm sand nede i massene, totalt 18 cm
71	15	90	Sand over mørk leire. Klart skille. Underliggende masser: lys leire	
72	15	79	Sand over mørk leire. Klart skille	
73	23	46	Sand over grå leire. Klart skille	
74	29	91	Sand over mørk leire. Klart skille Underliggende masser: lys leire	
75	20	129	Sand over mørk leire. Klart skille	
76	23	131	Sand over svart leire. Klart skille. Underliggende masser: mørk leire	
77	23	109	Sand over mørk leire. Klart skille Underliggende masser: lys leire	

Prøvepunkt	Tykkelse sandlag over deponerte masser (cm)	Total lengde kjerneprøve (cm)	Kort beskrivelse	Merknad
78	11	148	Sand over mørk leire og silt. Klart skille. Underliggende masser: lys leire	Noe av sandlaget på toppen gikk tapt
79	25	77	Sand over lys leire med mørke felter. Klart skille. Underliggende masser: lys leire	
80	-	-	-	Prøvemateriale renner ut, noe sand igjen i sandfanget. 3 bomskudd
81	-	-	-	3 bomskudd
82	-	-	-	Tomt rør, massene renner ut. Flere bomskudd
86	73 og i nivå 78-95 og 98-115 cm	115	Sand over svart leire, sand. Underliggende masser: sand over svart leire, sand over sand	Kjerneprøvetaker penetrerte ikke ned til underliggende masser. 34 cm sand nede i massene, totalt 107 cm
87	-	-	-	2 bomskudd. Materialet renner ut. Sand på ventillokket
90C	19	110	Sand over svart bløt leire. Klart skille	Prøven overpenetrert. I tillegg to bomskudd (overpenetrasjon).
92	-	-	-	2 bomskudd. Materialet renner ut. Sand på toppen av ventillokket
97	-	-	-	Bomskudd, materialet renner ut
99	-	-	-	Bomskudd, materialet renner ut

4.2 Tildekkingslagets tykkelse

Med bakgrunn i resultatene som er presentert i tabell 2 er det utarbeidet kart som viser tykkelsen til tildekkingslaget (vedlagte kartbilag 3). Dette kartet er utarbeidet ved at det er gjort en interpolering mellom de observerte sandtykkelsene (vedlagte kartbilag 2) med GIS verktøy. Interpoleringsmetoden som er benyttet er Inverse Distance Weighted (IDW). Med denne metoden estimeres verdier i celler mellom observasjonspunktene ved en vekting i forhold til avstanden til øvrige observasjonspunkter. I kartbilag nr 3 er disse estimerte verdiene presentert som fargekoter fra mørk (laveste verdi) mot lysere fargetoning (høyeste verdi). Ut fra

denne interpoleringen er det beregnet at den gjennomsnittlige tykkelsen på tildekkingslaget er 25,7 cm.

4.3 Bestemmelse av tildekkingsmassenes egenvekt

NGI Løsmasselaboratoriet har gjennomført målinger av tørr maksimum og tørr minimum egenvekt på noen få prøver av tildekkingsmasse. Metoden er akkreditert, og er utført i henhold til prosedyre LLP010. Testene er gjort på materialet hentet opp fra dypvannsdeponiet ved kjerneprøvetakingen som er beskrevet i denne rapporten og materiale innhentet under NGIs stikkprøvekontroll fra lastebil ved Sjørengautstikkeren. Resultatene fra undersøkelsene er presentert i tabell 3. Resultatene er rapportert med benevnning kN/m^3 og omregnet til tonn/m^3 .

Tabell 3 Resultater tørr minimum og tørr maksimum egenvekt for tildekkingsmassen.

Prøve	Minimum egenvekt	Maksimum egenvekt
Deponi, Tildekkingsmasse* 0-10 cm	13,75 kN/m^3 1,40 tonn/m^3	19,71 kN/m^3 2,01 tonn/m^3
Deponi, Tildekkingsmasse* 14-28 cm	13,65 kN/m^3 1,39 tonn/m^3	19,77 kN/m^3 2,02 tonn/m^3
Materiale før utlegging**	13,92 kN/m^3 1,42 tonn/m^3	20,98 kN/m^3 2,14 tonn/m^3

* Blandprøve av materiale fra stasjon 22 og 27 (se tabell 2)

**Materiale innhentet under produksjonskontroll 2/3-09

5 Oppsummering

NGI har gjennomført undersøkelse av tykkelsen av tildekkingslaget på dypvannsdeponiet ved Malmøykalven med kjerneprøvetaker med tynnvegget stålrør. Undersøkelsen er gjort på vegne av Oslo Havn KF, og inngår som byggherres egenkontroll. Feltarbeidet ble gjennomført i uke 46, 47 og 49 i 2009 etter at entreprenør hadde erklært tildekkingsarbeidene som ferdigstilt.

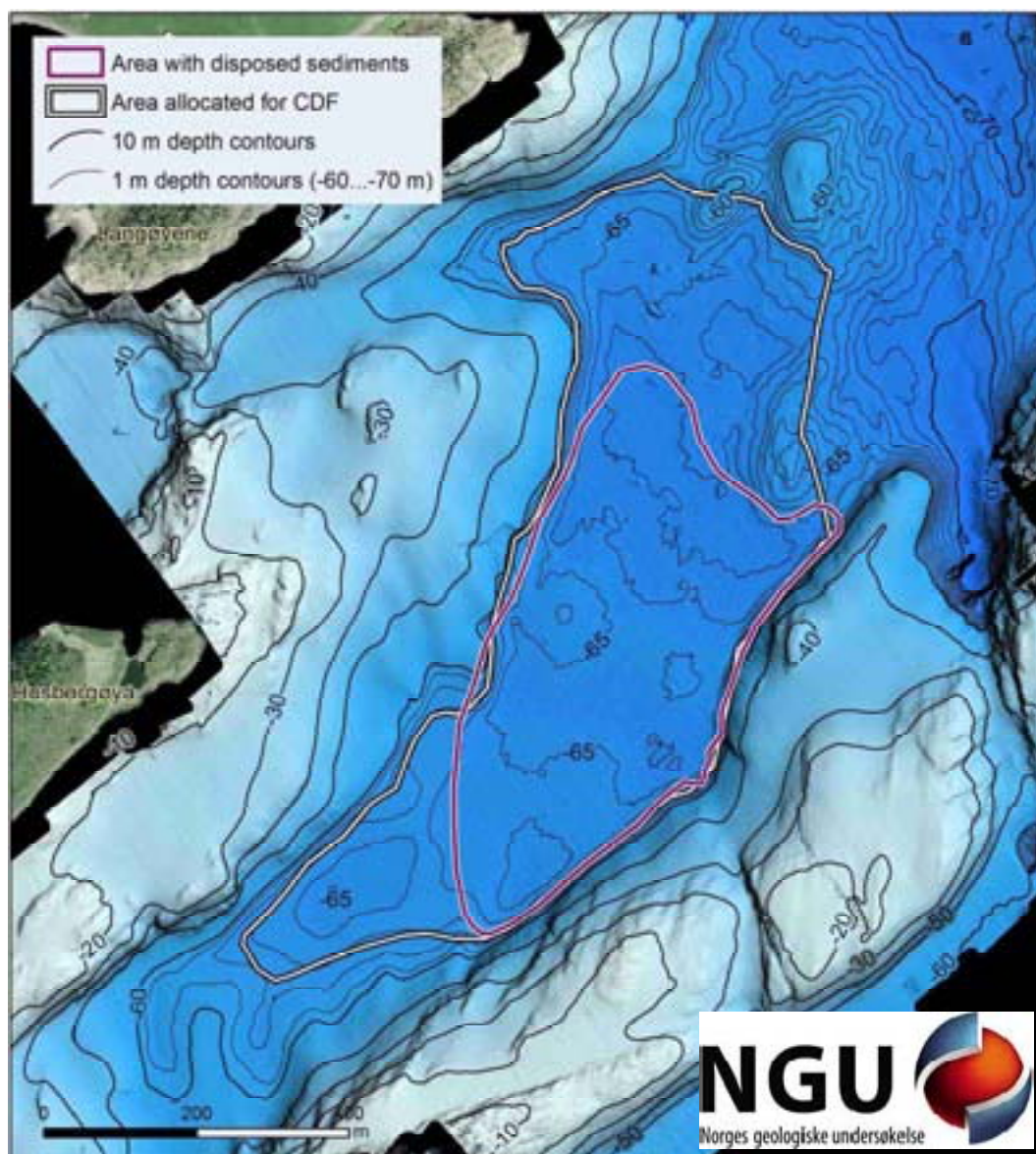
Resultatene viser at det er observert sand på toppen av de deponerte massene i alle prøvepunktene det ble hentet opp kjerneprøve. Den gjennomsnittlige tykkelsen på tildekkingslaget er estimert til 25,7 cm ved interpolering av observerte lagtykkelse med GIS dataverktøy. I enkelte prøver ble det observert utlagte sandmasser i sjikt nede i de deponerte massene. Dette indikerer at det har forekommet nedsynking av tildekkingsmasser. Disse er imidlertid observert til å være av svært lokal og begrenset art.

I laboratorium er det gjort tester for å finne tørr minimum og tørr maksimum egenvekt av tildekkingslaget. Resultatene viser at denne ligger mellom 1,4 og 2,1 tonn/m^3 .

6 Vurdering

Resultatene viser at hele dypvannsdeponiets areal innenfor reguleringsgrensen er tildekket med sand. Sandlaget er i gjennomsnitt 25,7 cm tykt, noe som ikke tilfredsstillter det krav SFT har satt til tykkelse på tildekkingslaget. Dekklaget er imidlertid av en slik utbredelse og tykkelse at det tilsvarer den tildekkingen som ofte utføres ved tildekking av forurensede sedimenter. NGI mener derfor at det ikke er noen risiko for spredning av forurensning fra deponiet slik det ligger i dag, men forutsetter at tildekkingen utbedres i løpet av rimelig tid. Utbredelsen av tildekkingslaget går utover det areal der mudrede masser er nedført (figur 5). Dette betyr at utleggingen av tildekkingsmasser har gitt en positiv miljøforbedring utover isolasjon av deponerte masser fordi disse arealene har sedimenter som er forurenset bl.a. fra perioden området ble benyttet som dumpeplass (fram til mudringsforbudet ble innført i 1991).

Statens kartverk har gjennomført oppmåling av sjøbunnen i dypvannsdeponiet. Oppmålingene ble gjennomført i mai 2009. Dette kartet er vist i vedlegg C og viser at den nye sjøbunnen etter tildekking framstår som jevn.



Figur 5 Kart som viser hvor nedførte masser er deponert innenfor dypvannsdeponiets reguleringsgrense pr. april 2008, NGU (2008) og Lepland et. al (2009).

7 Konklusjon

NGI har på vegne av Oslo havn gjennomført byggherres egenkontroll av dypvannsdeponiet for å dokumentere tykkelsen av tildekkingslaget. Med bakgrunn i resultatene fra 79 kjerneprøver fra NGIs undersøkelser gjennomført i uke 46, 47 og 49 i 2009 kan det trekkes følgende konklusjoner:

- I samtlige prøver som ble hentet opp er det observert tildekkingsmasser på toppen av de deponerte massene.
- Den gjennomsnittlige tykkelsen på tildekkingslaget er 25,7 cm.
- SFTs krav om at hele dypvannsdeponiet skal tildekkes med minimum 40 cm tildekkingsmasser er ikke oppfylt.

8 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.

Lepland et. al (2009)

Lepland, A., Bøe, R., Lepland, A., Totland, O. Monitoring the volume and lateral spread of disposed sediments by acoustic methods, Oslo Harbor, Norway. Journal of Environmental Management 90 (2009) 3589-3598.

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 (2008)

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

NGI (2009)

Overvåkning av forurensning ved mudring og deponering. Ny sjøbunn etter tiltak i Oslo havn. Sluttrapport. NGI rapport 20051785-64, rev 1 datert 1/7-09.

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)

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 (2009d)

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 (2009e)

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.

NGU (2008)

Volume of disposed sediments in the deep water confined disposal facility at Malmøykalven, inner Oslofjord. NGU rapport 2008.059, datert 26/6-08.

NIVA (2009)

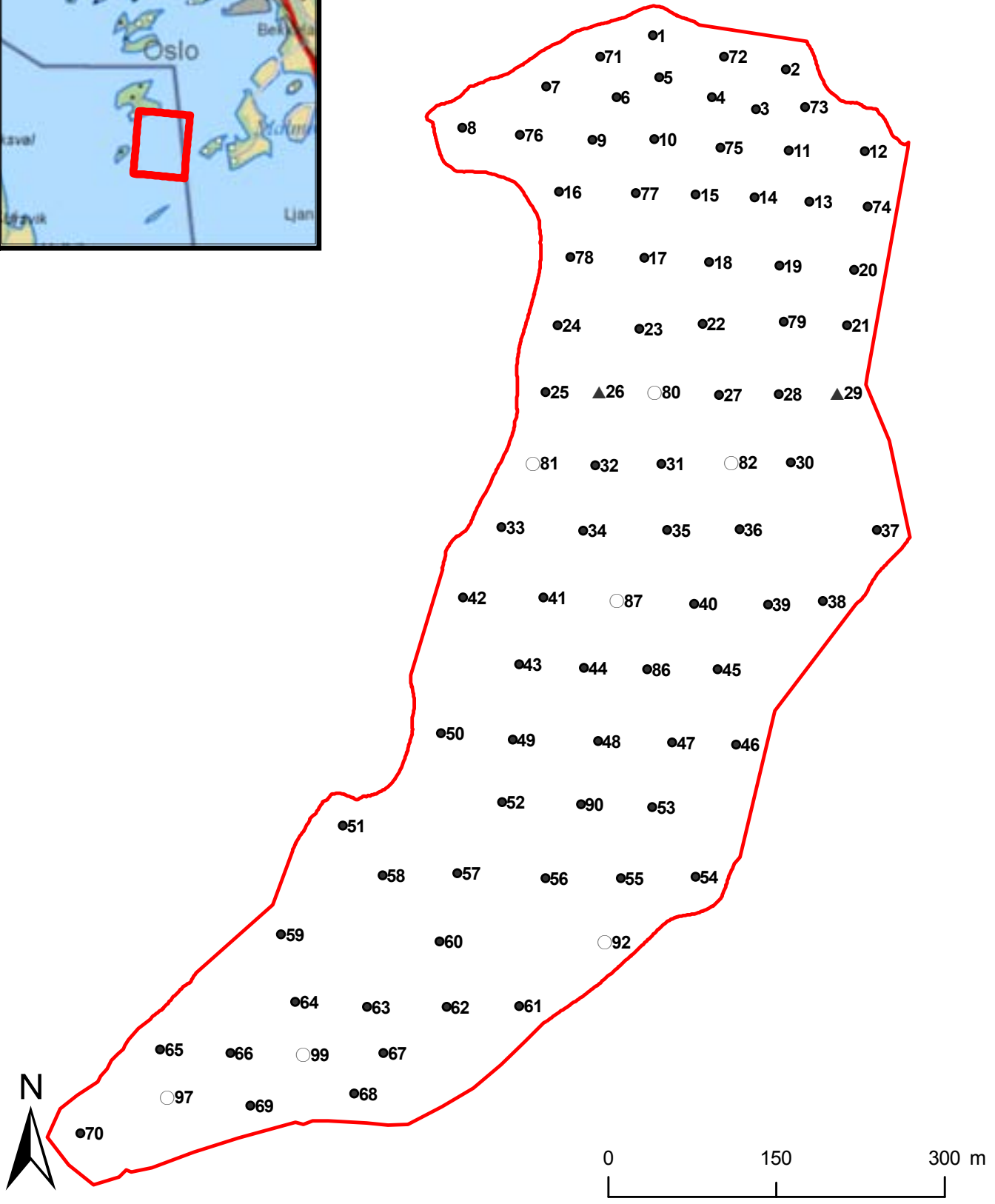
Undersøkelse av tildekking av dypvannsdeponiet ved Malmøykalven med Sedimentprofilkamera. NIVA rapport 5775-2009, datert 31/3-09.



Dokumentnr.: 20051785-00-513-R
Dato: 2010-02-26
KART

KART

Kart nr. 1	Borplan for kjerneprøvetakning
Kart nr. 2	Observert sandtykkelse
Kart nr. 3	Interpolert sandtykkelse




Tegnforklaring

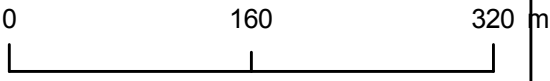
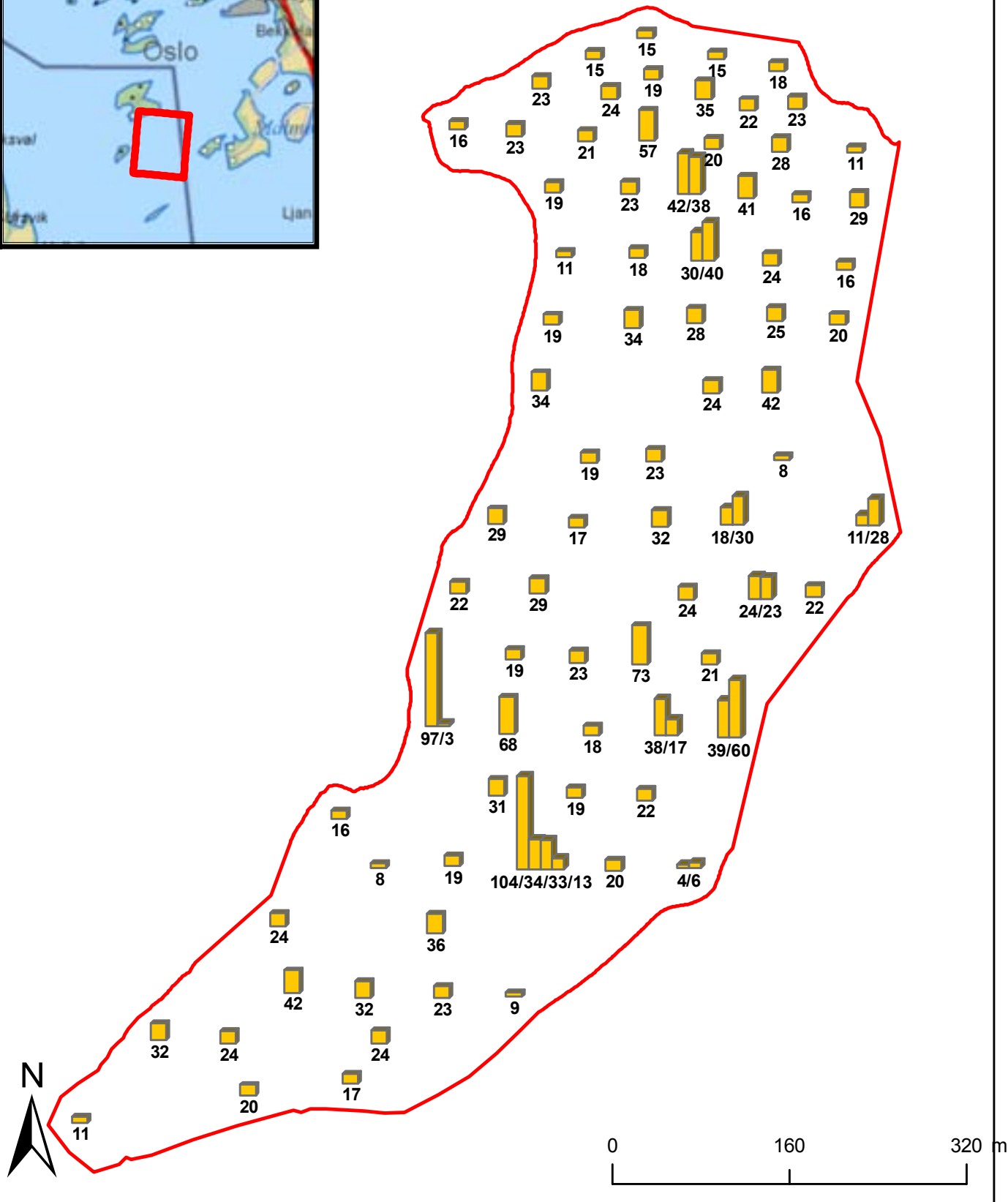
— Deponigrænse

Prøvepunkter/stasjonsnr

- Vellykket prøve
- ▲ Hard bunn / mulig vrak
- Tom prøvetaker

Målestokk (A4): 1:5 000 Datum: WGS84, Kartprojeksjon: UTM 32

Borplan kjerneprøvetakning		
Dypvannsdeponi	Prosjektnr. 20051785	Kart nr. 1
Prøvetatt i uke 46, 47 og 49 i 2009	Utført KST	Dato 2010-01-13
	Kontrollert AP	
	Godkjent AP	

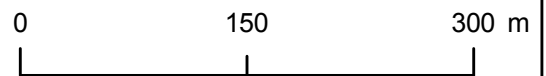
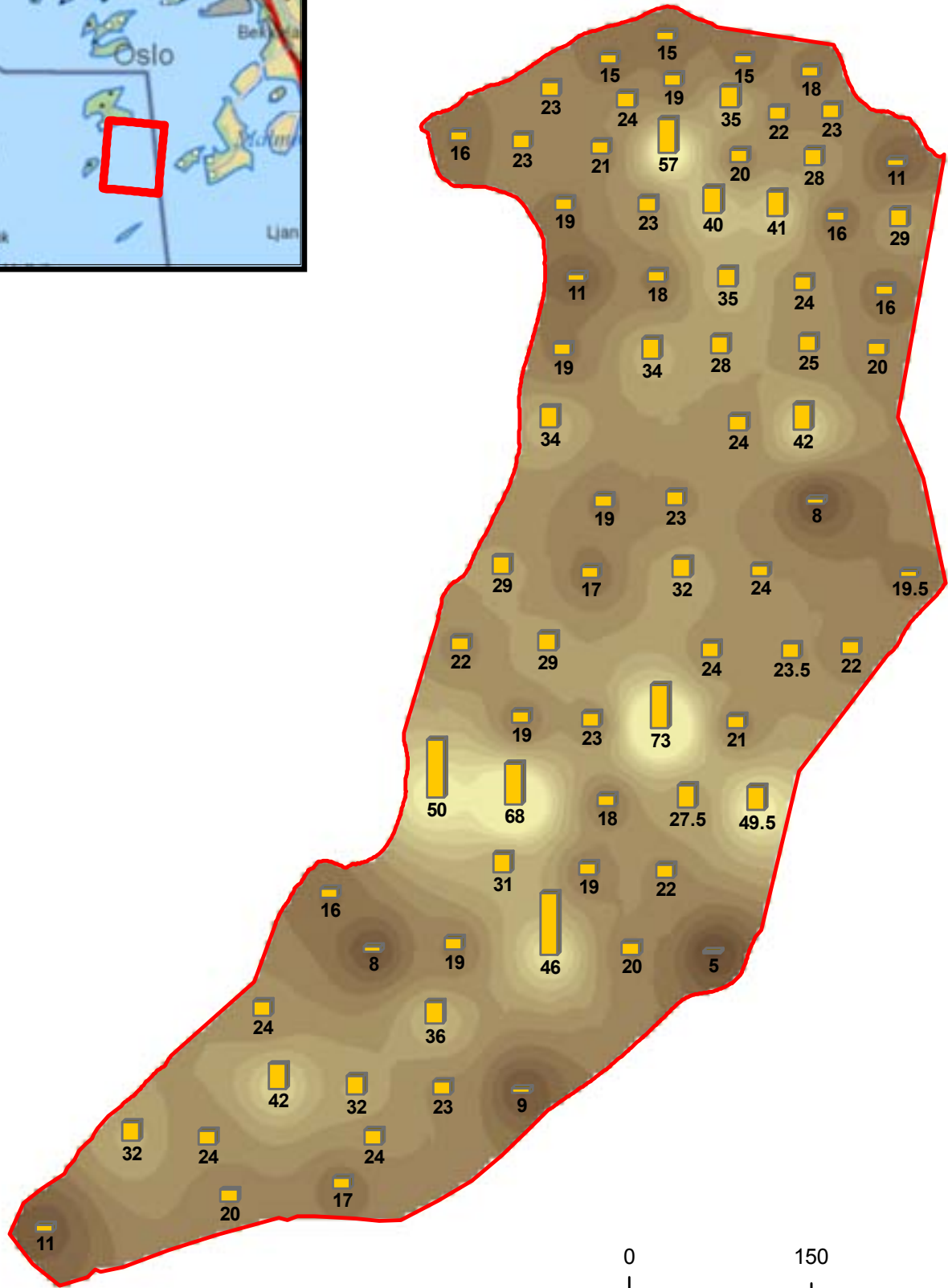


Tegnforklaring

- Sandtykkelse (cm)
- Deponigrænse

Målestokk (A4): 1:5 000 Datum: WGS84, Kartprojeksjon: UTM 32

Observert sandtykkelse		
Dypvannsdeponi Observasjoner gjort i uke 46, 47 og 49 i 2009	Prosjektnr. 20051785	Kart nr. 2
	Utført KST	Dato 2010-01-13
	Kontrollert AP	
	Godkjent AP	



Tegnforklaring

Interpolert sandtykkelse (cm)

- 5.1 - 5.7
- 5.8 - 9.3
- 9.4 - 13
- 13.1 - 16.6
- 16.7 - 20.2
- 20.3 - 23.8
- 23.9 - 27.4

- 27.5 - 31
- 31.1 - 34.6
- 34.7 - 38.2
- 38.3 - 41.9
- 42 - 45.5
- 45.6 - 72.4

Sandtykkelse (cm)

Deponigrænse

Målestokk (A4): 1:5 000 Datum: WGS84, Kartprojeksjon: UTM 32

Interpolert sandtykkelse		
Dypvannsdeponi	Prosjektnr. 20051785	Kart nr. 3
Observasjoner gjort i uke 46, 47 og 49 i 2009.	Utført KST	Dato 2010-01-13
Interpolasjon er utført ved hjelp av Inverse Distance Weighting (IDW) teknikk.	Kontrollert AP	
Gjennomstykkelse er 25.7 cm, med et standardavvik på 7.2 cm.	Godkjent AP	

Vedlegg A - Koordinater for prøvestasjonene

Innhold

1 Koordinatliste

2

1 Koordinatliste

Koordinatliste for prøvestasjoner som vist i borplan i vedlagte kart nr. 1.

Datum: WGS84, kartprojeksjon UTM32.

Stasjon nr	Lengdegrad	Breddegrad
1	10,73121971	59,86896335
2	10,73333039	59,86866668
3	10,73283605	59,86835376
4	10,7321345	59,86845751
5	10,73130614	59,86862893
6	10,73061598	59,86847964
7	10,72950742	59,86857767
8	10,7281505	59,86826244
9	10,73021976	59,8681375
10	10,7312006	59,86813329
11	10,73334249	59,86801164
12	10,73455115	59,86799429
13	10,73365358	59,86759685
14	10,73277775	59,86764676
15	10,73184426	59,86768202
16	10,72966222	59,86773324
17	10,73099176	59,86718097
18	10,73203036	59,86713327
19	10,73314314	59,86708982
20	10,73433958	59,86703998
21	10,73420439	59,86659905
22	10,73189688	59,8666414
23	10,73088954	59,86661439
24	10,72958716	59,86665834
25	10,72936711	59,86612735
26	10,7302166	59,86611861
27	10,73213465	59,86606943
28	10,7330831	59,86606223
29	10,73401308	59,86605812
30	10,73324962	59,86551274
31	10,73118273	59,86552508
32	10,73013141	59,86553075
33	10,72860532	59,86505288
34	10,72990723	59,86500895
35	10,73125082	59,86499272
36	10,73239773	59,86498435
37	10,73458724	59,86495025
38	10,73370241	59,86439261
39	10,73281963	59,86437497
40	10,73164677	59,86439711

Stasjon nr	Lengdegrad	Breddegrad
41	10,72925011	59,86447655
42	10,72796933	59,86449667
43	10,72882913	59,86395013
44	10,72986552	59,86390726
45	10,73199269	59,86386588
46	10,73225781	59,86325615
47	10,73123819	59,86328924
48	10,73005631	59,86331434
49	10,72869719	59,86334561
50	10,72755746	59,86341182
51	10,72595047	59,86268984
52	10,72849741	59,86284692
53	10,73089191	59,86277521
54	10,73155317	59,86220447
55	10,73035803	59,86221347
56	10,72915934	59,86222581
57	10,72776167	59,86228441
58	10,72656507	59,86228615
59	10,72492414	59,86183327
60	10,72745102	59,8617407
61	10,72869418	59,86120882
62	10,72752967	59,86121354
63	10,72626632	59,86123055
64	10,72511979	59,86128726
65	10,7229473	59,86093106
66	10,72406528	59,86088959
67	10,72650641	59,86085904
68	10,72602405	59,86054194
69	10,72436723	59,86046425
70	10,7216441	59,8602799
71	10,73037557	59,86880815
72	10,73235359	59,86877731
73	10,73362104	59,86835872
74	10,73457841	59,86754387
75	10,73225352	59,86805137
76	10,72906491	59,86819721
77	10,73089105	59,86770412
78	10,72982057	59,86720641
79	10,73318993	59,86664304
80	10,731095	59,86610179
81	10,72912813	59,86556021
82	10,73228912	59,86552321
86	10,73087283	59,86388061
87	10,73041066	59,86444019



Stasjon nr	Lengdegrad	Breddegrad
90	10,72975836	59,86281265
92	10,73007504	59,86170345
97	10,72304035	59,86055127
99	10,72522497	59,8608624

Vedlegg B - Fotografier av tildekkingslaget

Innhold

Foto av det sandtildekkede toppsjiktet i hver kjerneprøve.







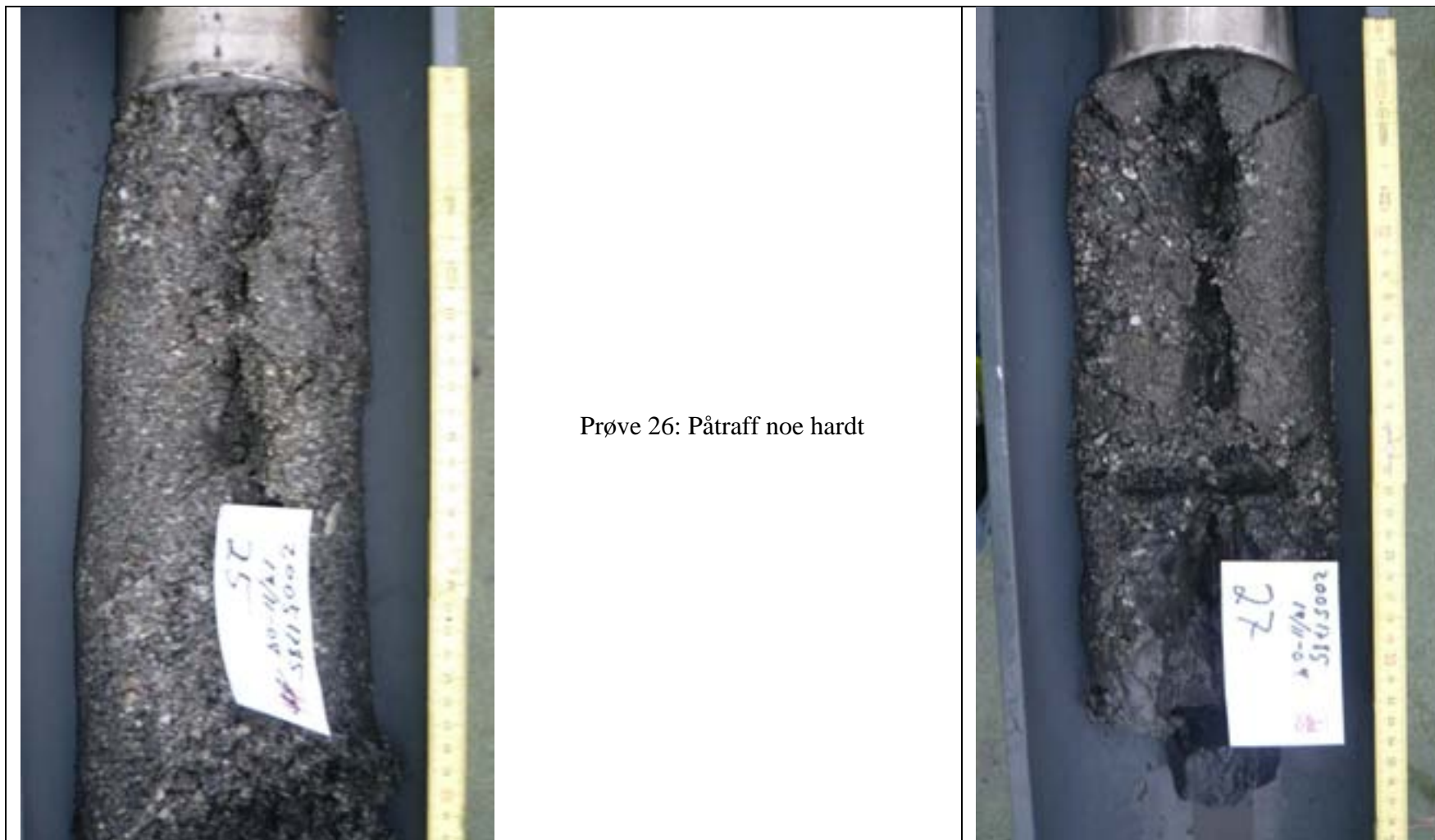












Bilde av prøve 28 mangler
Prøve 29: Påtraff noe hardt.

















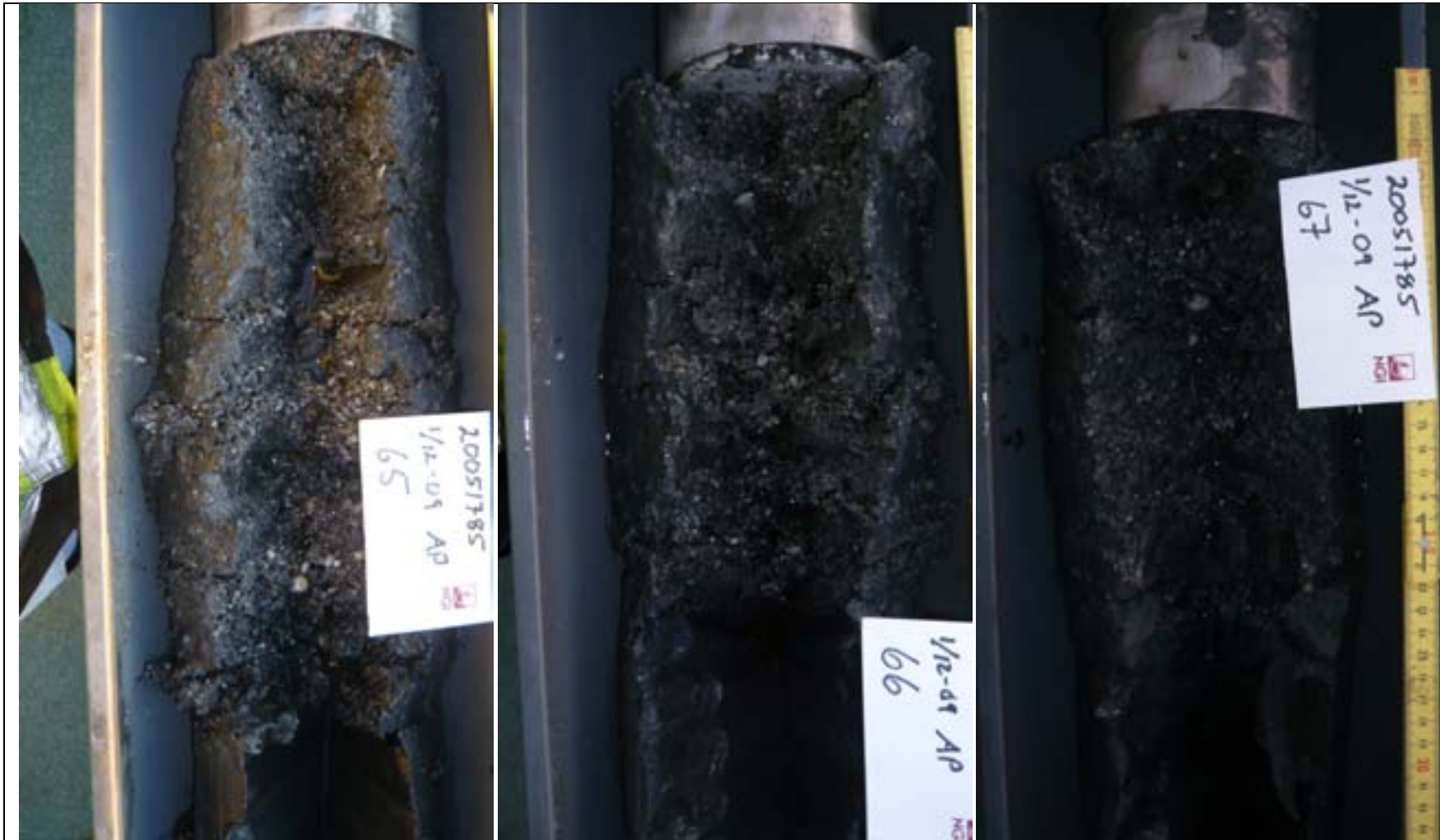




Bilde 59 mangler







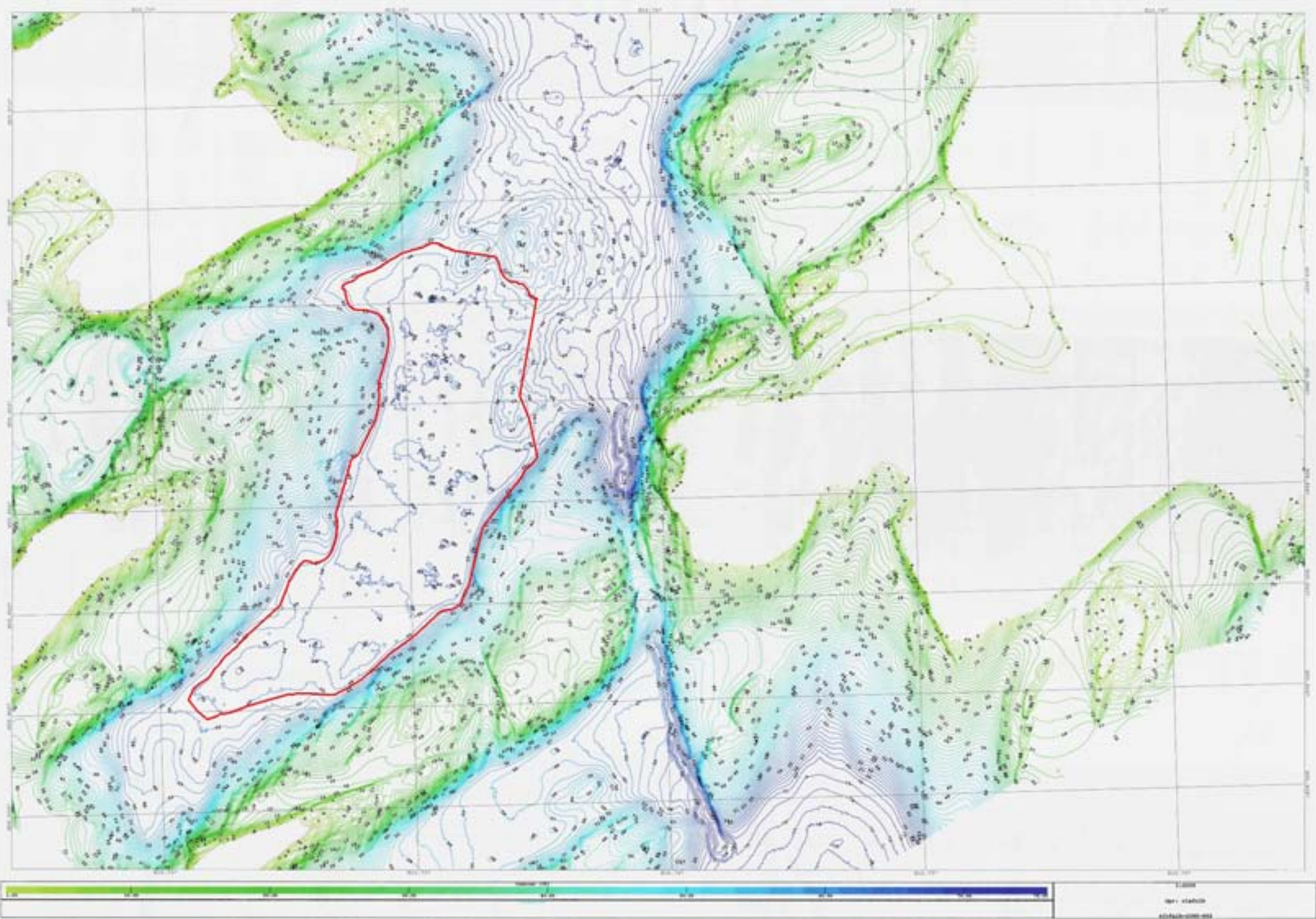


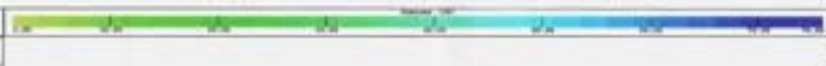
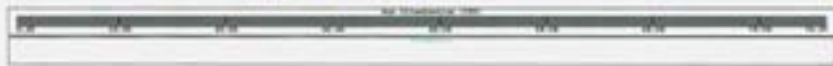
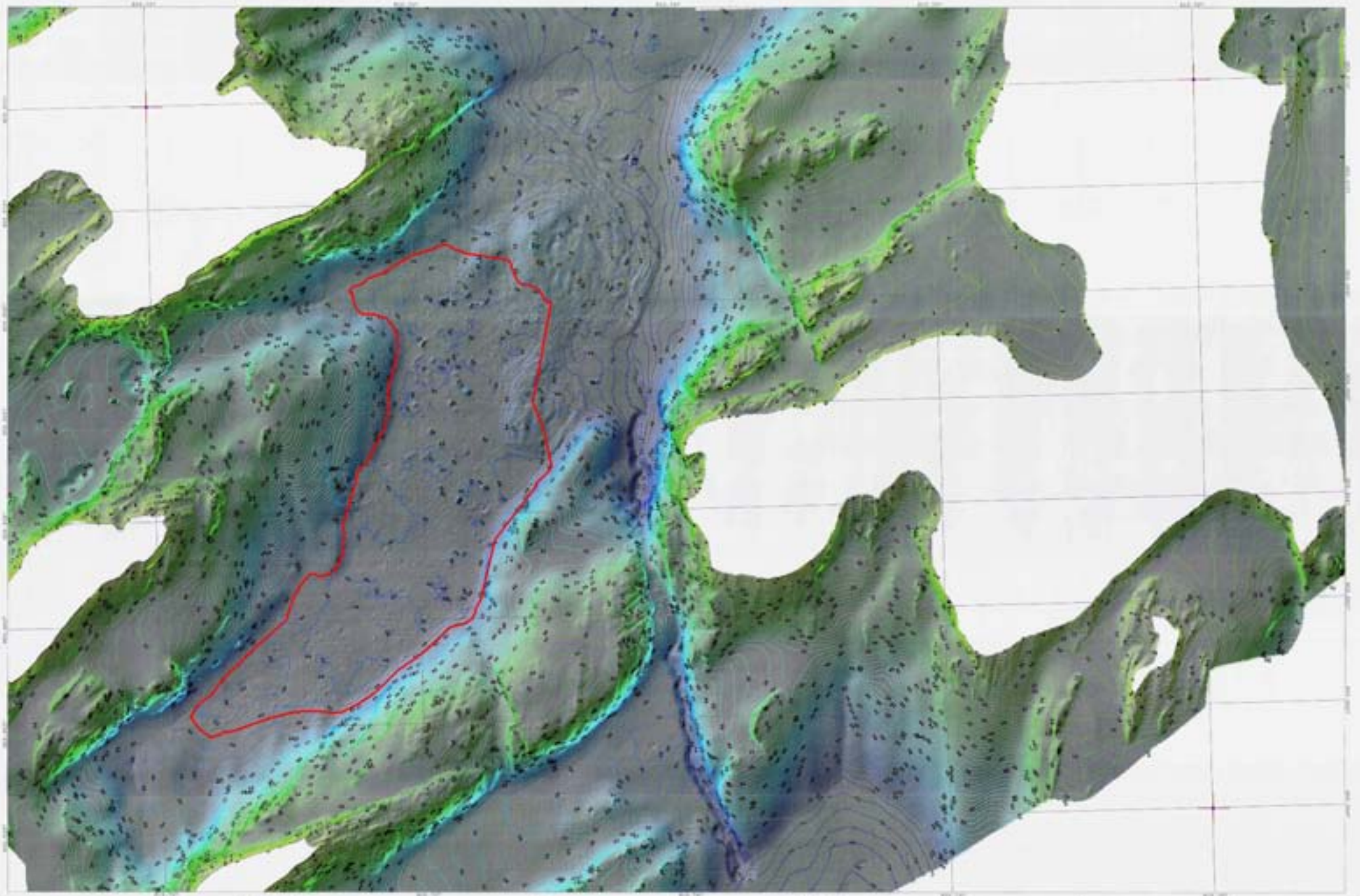
Dokumentnr.: 20051785-00-513-R
Dato: 2010-02-26
Side: 24 / Vedlegg B

Bilde fra prøve 68-79, 86 og 90 mangler

Vedlegg C - Statens Kartverk. Oppmålt sjøbunn dypvannsdeponiet mai 2009

Merknad. NGI har tegnet inn dypvannsdeponiets reguleringsgrense





Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



Dokumentinformasjon/Document information					
Dokumenttittel/Document title Kontroll av tildekkingslagets tykkelse. Byggherres egenkontroll.			Dokument nr./Document No. 20051785-00-513-R		
Dokumenttype/Type of document		Distribusjon/Distribution		Dato/Date 2010-02-26	
<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 Environ geotechnology, harbor, 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 1914				Felt, blokknr./Field, Block No. UTM-koordinater/UTM-	
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	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	Originaldokument	AP	GBr		
Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release		Dato/Date 26. februar 2010		Sign. Prosjektleder/Project Manager Audun Hauge	

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, gas 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:
Sognveien 72, NO-0855 Oslo

Avd Sandheim/Sandheim office:
PO Box 1230 Pinstreel
NO-7402 Sandheim
Norway

Besøksadresse/Street address:
Pinstreel, Hornvigata 9, NO-7010 Sandheim

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

ngi@ngi.no
www.ngi.no

Kontonr 5096 05 01281 /BAN 7026 5096 0501 281
Org. no/Company No.: 958 254 318 MVA

ISO EN 90 001
sertifisert av/Certified by BSI, Reg. No. 75 3299

