

Vedlegg 3

Dokumentasjon av tildekkingsmasser (morene):

- testing ihht TA2143-2005 (Norconsult 2013)
- prøvepunkt,
- siktekurvar
- analyseresultat

Til: Statens vegvesen region vest v/Mette Alsvik

Frå: Norconsult v/ Jostein Kjørstad

Dato: 2013-05-30

Dokumentasjon av tildekkingsmassar, utfylling Buøy - UTKAST

1 DOKUMENTASJON AV TILDEKKINGSMASSAR IHHT TA2143-2005

For den planlagde utfyllinga på Buøy skal det leggest eit tildekkingslag mellom dei forureina sedimenta og sjølve tunnelsteinutfyllinga. Sjå SHA_YM-038 *Søknad om utfylling Buøy [E03]*.

Det leggest opp til å nytte morenemassar (sand og grus) frå den planlagde dagsonen på Hundvåg Nord, sett føre at desse tilfredsstillir krav sett i Klif vegleiar TA2143-2005, «*Veiledende testprogram til bruk for tildekking av forurenede masser*».

2 TESTING IHHT TA2143

2.1 Trinn 1 Generell karakterisering

2.1.1 Opphav og forureining

Dette er jomfruelege morenemassar frå den planlagde dagsonen på Hundvåg Nord. Massane kjem frå eit jordbruksområde, og det er ingen spesifikk mistanke om forureining. Det vart likevel tatt miljøtekniske prøver samstundes med den geotekniske prøveboringa. Prøvene vart analysert for «normpakken basic», som inneheld dei mest vanlege miljøgiftene: 8 typiske tungmetall, PCB, PAH, olje og BTEX.

Resultata syner at morenemassane kan reknast som reine (tilstandsklasse 1 ihht TA2553). Arsenkonsentrasjonen er over normverdi i to prøver (tilsvarande tilstandsklasse 2), men dette er grunna naturleg høgt bakgrunnsnivå i fyllittmassar i Stavanger-regionen, og reknast ikkje som forureining.

Analyseresultat og kart over prøvepunkt er lagt ved notatet.

Alle konsentrasjonane er uansett under grenseverdien for *Trinn 1* på 20mg/kg (tabell vist under).

Tabell 1 *Trinn 1 vurdering. Akseptverdier for totalinnhold av forbindelser i tildekkingsmaterialet. (mg/kg f.s.)*

Parameter	Oppmudrede masser	Andre masser
Totalt organisk karbon (TOC)	10000 (1%)	5000 (0,5%)
Arsen	Kfr tilstandsklasse II for metaller og organiske miljøgifter generelt SFT TA 1467/1997	20
Bly		60
Kadmium		1
Kopper		100
Krom		70
Kvikksølv		0,6
Nikkel		50
Sink		150
Jern		ingen verdi
Mangan		ingen verdi
Sum PAH 16		2
Benz(a)pyren		0,05

Morenemassane vert grava ut som ein del av anleggsarbeida for entreprise E03 i Ryfastsambandet, «Solbakk tunnelen frå Hundvåg Nord». I utgangspunktet vert det lagt opp til at massane vert frakta direkte frå Hundvåg nord til utfyllingsstaden på Buøy (evt via lekter frå Kuneset på Hundvåg). Noko mellomlagring av delar av massane må nok påreknast, og denne skal gjerast på ein slik måte at kvaliteten på massane ikkje vert forringa.

2.1.2 Kornstorleik

Siktekurvar frå den geotekniske prøvetaking syner at kornstorleiken er hovudsakleg 0,1-5mm, dvs som sand og grus. Siktekurvane er lagt ved notatet.

2.1.3 Totalt organisk karbon (TOC)

Det er ikkje analysert for totalt organisk karbon (TOC), men sidan dette er morenemassar, er det lite truleg at TOC-innhaldet er høgare enn 0,5%, som er kravet i TA2143.

For å stadfeste dette, skal SVV utføre supplerande boringar og tatt ut fleire prøver i løpet av mai 2013. Desse prøvene skal mellom anna testast for glødetap, som gjev ein indikasjon på TOC.

2.1.4 Konklusjon

Sett føre at TOC-innhald vert stadfesta til mindre enn 0,5%, kan massane ihht TA2143 karakteriserast som kjemisk eigna for tildekking utfrå denne Trinn 1-vurderinga.

Vi kan difor gå rett til Trinn 4 – Stedsspesifikk risikovurdering.

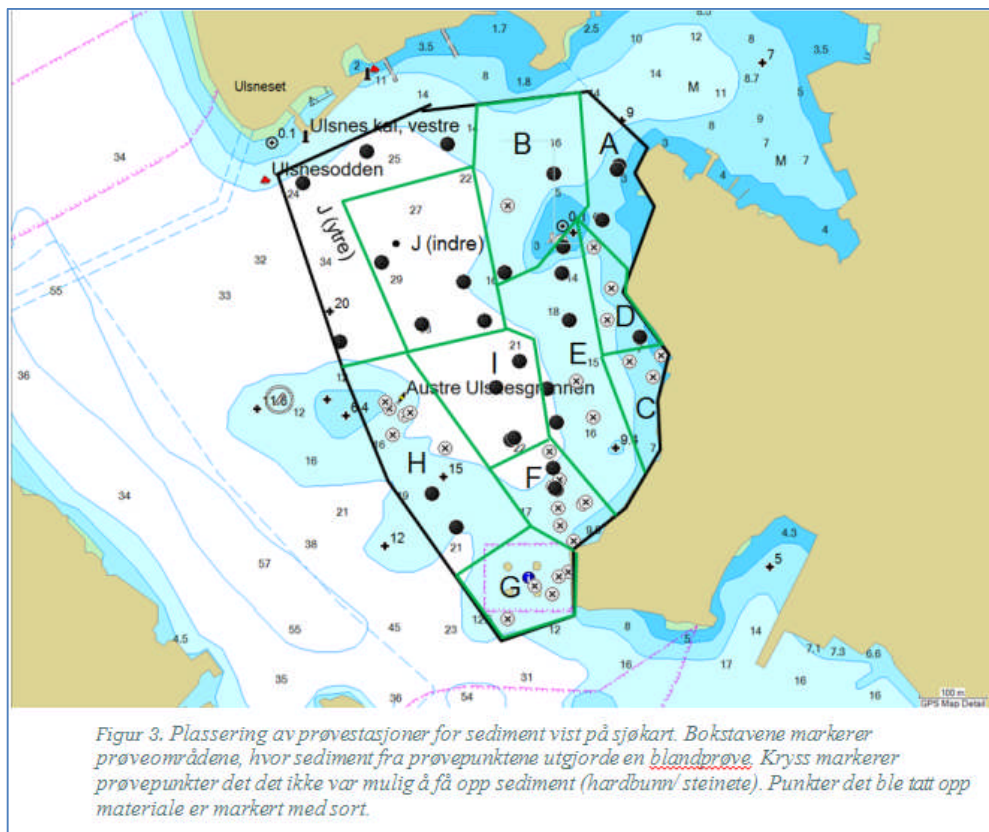
2.2 Trinn 4 Stadsspesifikk vurdering

Skildring av tildekkingsområdet:

Syner til konsekvensutgreiing og politisk sak vedlagt SHA_YM-038 *Søknad om utfylling*. Eksisterande sedimentbotn er forureina, og

Skildring av tildekkingsmaterialet og samvirke med sediment

Sedimentprøvene syner at sedimentet hovudsakleg består av siltig sand, som vist i tabell under (labrapport er lagt ved notatet)



Figur 1 - Sedimentprøvetakingskart frå SHA_YM-005

Tabell 1 Kornstorleik sediment Buøy

Område	Leire %	Silt %	Sand %	Klassifisering
A	1,01	49,19	49,80	Sandig SILT
B	0,85	31,32	67,83	Siltig SAND
D	0,48	23,56	75,96	Siltig SAND
E	0,43	14,44	85,14	SAND
F	0,65	20,72	78,63	Siltig SAND
H	0,37	11,35	88,29	SAND
J _{indre}	0,41	13,62	85,97	SAND

Tildeckingsmassene (morene) består hovedsakelig av siltig til grov sand (jmfr kornfordeling lagt til dette notatet), med $d_{15} = 0,125\text{mm}$ for dei fleste massane.

DETTE OPPDATERAST NÅR SUPPLERANDE PRØVETAKING ER UTFØRT.

I høve tabell 4 i TA2143 er desse massane eigna for å tildekke den aktuelle typen sediment.

Tabell 4 Typiske kornstørrelser for aktuelle materialer

Forurenset sediment				Egnet tildekkingsmateriale	
Forurenset sediment	Kornstørrelse d_{50} , (mm)	Permeabilitet k m/s	Kornstørrelse d_{50} , (mm)	Kornstørrelse d_{50} , (mm)	Beskrivelse, i tilfelle bruk av ensgradert materiale
Siltig leire	< 0.002	$10^{-9} - 10^{-11}$	0.006	< 0.004 – 0.03	Middels til grov silt
Ensgradert silt	0.004	Ca. 10^{-7}	0.02	0.008 – 0.1	Middels silt til fin sand
Velgradert silt	0.006	Ca. 10^{-8}	0.1	0.012 – 0.5	Grov silt til middels sand
Ensgradert sand	0.08	Ca. 10^{-9}	0.2	0.08 – 1	Middels til grov sand
Velgradert sand	0.08	Ca. 10^{-9}	6	0.08 – 30	Middels sand til grov grus

Rekolonisering

Området vil bli utfyllt og nytt landområde etablert over utfyllinga. Fyllingsfoten vil bestå av plastra tunnelstein, som historisk sett gjev gode forhold for marint liv til å re-etablere seg.

Vurdering av fare for erosjon og resuspensjon som følge av straum/ bølger/ skipstrafikk

Sidan området vil bli utfyllt, tunnelstein plassert over morenmassane og nytt landområde etablert over utfyllinga, vil fare for erosjon og resuspensjon av tildekkingslaget vere liten.

Sandvika, 2013-05-30

Norconsult v/ Jostein Kjørstad

Vedlegg: Oversikt prøvepunkt Hundvåg;
 Analyseresultater;
 Kornfordeling Hundvåg;
 Kornfordeling sediment Buøy

Korngradering geoteknikk

Region Vest

 Oppdragsnr. **3110211**
 Prosjektnr **300465**
 Ansvarsområde **33040**

 Oppdragsnavn **Rv13 Ryfast**
 Prosjektnavn **RV13 RYFAST**
 Ansvarlig **Ryfast**

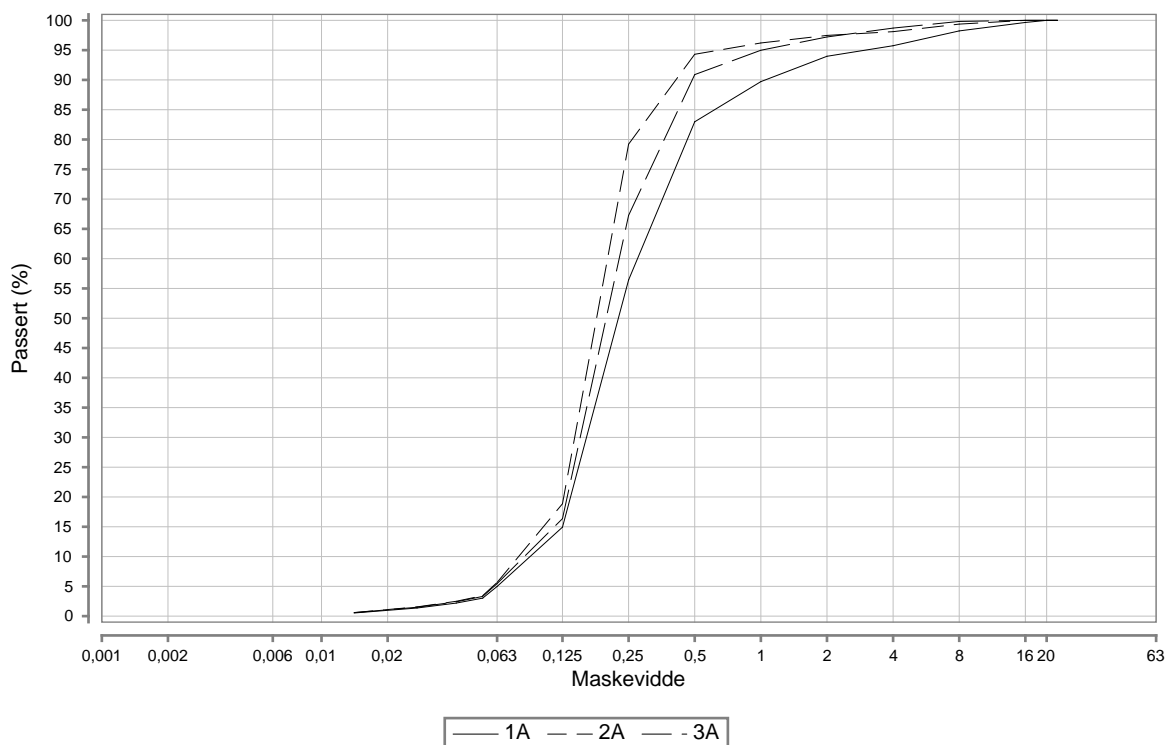
Prøveserienummer: 1

Sylinder / Pose nr.	1A	2A	3A		
Uttaksdato	09.11.2011	09.11.2011	09.11.2011		
Uttatt kl.					
Analysetype	Våtsikt	Våtsikt	Våtsikt		
Humus (Glødetap)					
Vanninnhold (%)	20,6	26,6	22,1		
% <63µm av <20mm	5,0	5,7	5,5		
% <20µm av <20mm	1,0	1,1	1,1		

Siktedata - Passert(%)

Pr.nr.	µm				mm							
	63	125	250	500	1	2	4	8	16	20	22,4	
1A	95,0	85,1	43,6	17,0	10,3	6,0	4,3	1,8	0,4	0,0	0,0	
2A	94,3	81,1	20,8	5,7	3,8	2,5	1,9	0,6	0,0	0,0	0,0	
3A	94,5	83,6	32,7	9,1	5,0	2,8	1,3	0,2	0,0	0,0	0,0	

Leir	Silt			Sand			Grus		
	Fin	Middels	Grov	Fin	Middels	Grov	Fin	Middels	Grov



Syl/pose	Vegnr	HP	Km*/profil	Avst.cl	Dybde	Jordart	Cu	TG
1A	RV13		*16		1,0 - 1,5	Sand	3,1	T1
2A	RV13		*16		2,0 - 2,5	Sand	2,5	T1
3A	RV13		*16		3,0 - 3,5	Sand	2,7	T1

Sted: _____

Dato: _____

Signatur: _____

Korngradering geoteknikk

Region Vest

 Oppdragsnr. **3110211**
 Prosjektnr **300465**
 Ansvarsområde **33040**

 Oppdragsnavn **Rv13 Ryfast**
 Prosjektnavn **RV13 RYFAST**
 Ansvarlig **Ryfast**

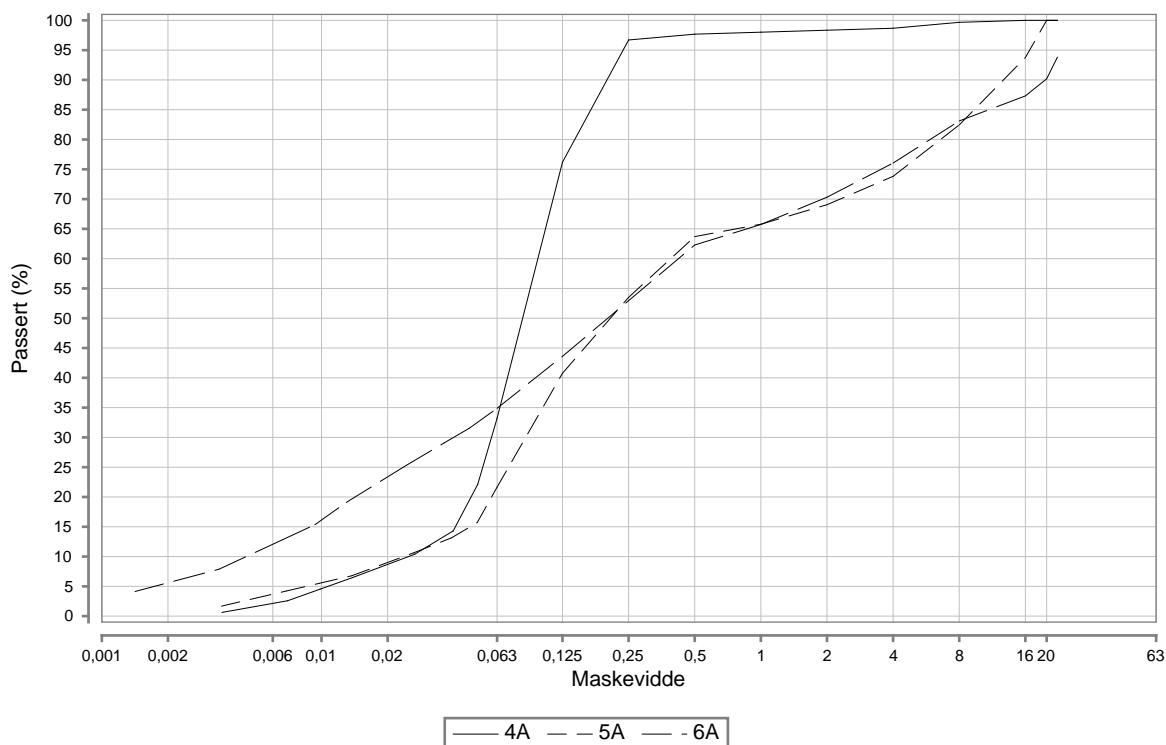
Prøveserienummer: 1

Sylinder / Pose nr.	4A	5A	6A		
Uttaksdato	09.11.2011	09.11.2011	09.11.2011		
Uttatt kl.					
Analysetype	Våtsikt	Våtsikt	Våtsikt		
Humus (Glødetap)					
Vanninnhold (%)	18,9	9,2	5,9		
% <63µm av <20mm	33,2	21,7	38,7		
% <20µm av <20mm	8,7	9,0	25,9		

Siktedata - Passert(%)

Pr.nr.	µm				mm							
	63	125	250	500	1	2	4	8	16	20	22,4	
4A	66,8	23,8	3,3	2,3	2,0	1,7	1,3	0,3	0,0	0,0	0,0	
5A	78,3	59,2	46,5	36,3	34,2	30,9	26,2	17,6	6,2	0,0	0,0	
6A	65,1	56,4	47,1	37,7	34,3	29,7	24,0	16,9	12,7	9,8	6,2	

Leir	Silt			Sand			Grus		
	Fin	Middels	Grov	Fin	Middels	Grov	Fin	Middels	Grov



Syl/pose	Vegnr	HP	Km*/profil	Avst.cl	Dybde	Jordart	Cu	TG
4A	RV13		*16		4,3 - 4,8	Siltig sand	3,9	T2
5A	RV13		*16		5,3 - 5,8	Sandig grusig siltig materiale	16,5	T2
6A	RV13		*16		6,0 - 6,5	Sandig grusig siltig leirig materiale	92,8	T4

Sted: _____

Dato: _____

Signatur: _____

Oppdrag - 3110211

Prøveserie: 1

Dato	Merknad
2011-11-17	(Geoprovenr. 6): Hull 16 Dybde 6,0- 6,5m består av sandig grusig siltig matriale med vanninnhold 5,9%
2011-11-17	(Geoprovenr. 5): Hull 16 dybde 5,25- 5,75m består av sandig grusig siltig matriale med vanninnhold på 9,2%
2011-11-17	(Geoprovenr. 4): Hull 16 Dybde 4,25- 4,75m består av siltig sand med vanninnhold 18,9%
2011-11-17	(Geoprovenr. 3): Hull 16 Dybde 3,0- 3,5m består av sand med vanninnhold 22,1%
2011-11-17	(Geoprovenr. 2): Hull 16 Dybde 2,0- 2,5m består av sand med vanninnhold på 26,6%
2011-11-17	(Geoprovenr. 1): Hull 16 Dybde 1,0- 1,5m består av sand med vanninnhold 20,6%



Korngradering geoteknikk

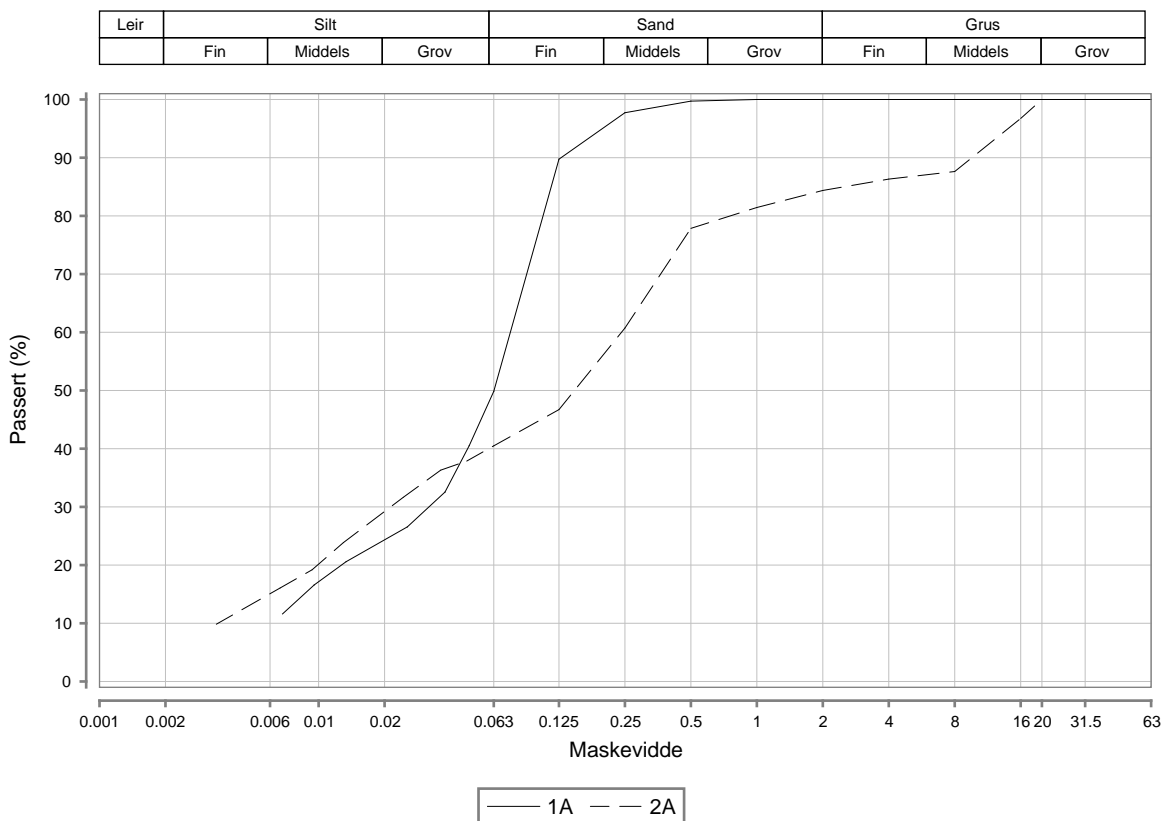
Oppdragsnr.	0711020	Oppdragsnavn	Ryfast/ Lundsneset
Prosjektnr	301524	Prosjektnavn	Ryfast-Tekniske Avklaringer
Ansvarsområde	30101	Ansvarlig	Distriktssjefs Stab Sør-Rog

Prøveserienummer: 1

Sylinder / Pose nr.	1A	2A			
Uttaksdato	28.03.2007	28.03.2007			
Uttatt kl.					
Analysetype	Våtsikt	Våtsikt			
Humus (Glødetap)					
Vanninnhold (%)	14,0	10,7			
% <63µm av <20mm	49,9	40,5			
% <20µm av <20mm	24,3	29,2			

Sikte-data

Pr.nr.	µm				mm										
	63	125	250	500	1	2	4	8	11,2	16	20	31,5	63	125	
1A	50,1	10,3	2,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2A	59,5	53,3	39,3	22,1	18,6	15,6	13,7	12,4	0,0	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0



Syl/pose	Vegnr	HP	Km (*profil)	Avst.cl	Dybde	Jordart	Cu	TG
1A	RV13		*1141		22,0 - 22,5	Sandig silt	*4,5	T4
2A	RV13		*1141		34,2 - 34,4	Sandig siltig materiale	69,5	T4

Sted: _____

Dato: _____

Signatur: _____

Korngradering geoteknikk

Region Vest

 Oppdragsnr. **3110211**
 Prosjektnr **300465**
 Ansvarsområde **33040**

 Oppdragsnavn **Rv13 Ryfast**
 Prosjektnavn **RV13 RYFAST**
 Ansvarlig **Ryfast**

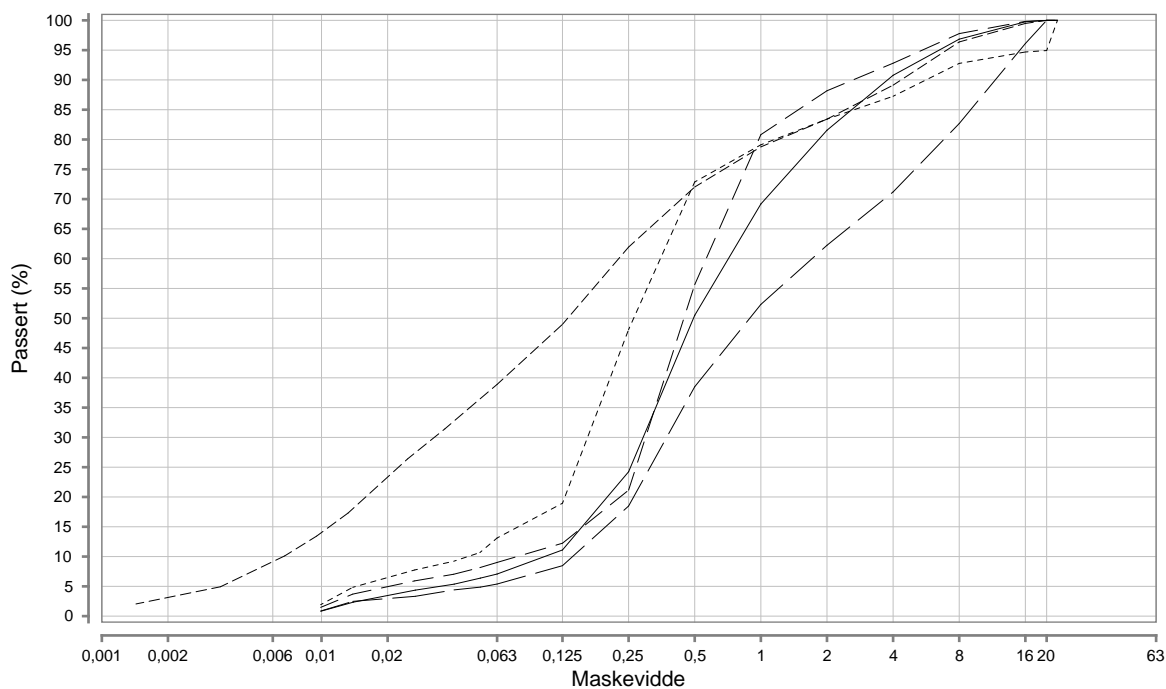
Prøveserienummer: 2

Sylinder / Pose nr.	1A	2A	3A	4A	5A
Uttaksdato	08.11.2011	08.11.2011	08.11.2011	08.11.2011	08.11.2011
Uttatt kl.					
Analysetype	Våtsikt	Våtsikt	Våtsikt	Våtsikt	Våtsikt
Humus (Glødetap)					
Vanninnhold (%)	16,5	12,2	12,1	13,4	6,2
% <63µm av <20mm	7,1	9,0	5,4	13,8	38,9
% <20µm av <20mm	3,5	4,9	3,0	6,8	23,3

Siktedata - Passert(%)

Pr.nr.	µm				mm						
	63	125	250	500	1	2	4	8	16	20	22,4
1A	92,9	88,9	75,8	49,5	30,8	18,4	9,2	3,2	0,2	0,0	0,0
2A	91,0	87,8	78,9	44,4	19,2	11,8	7,2	2,2	0,2	0,0	0,0
3A	94,6	91,5	81,5	61,5	47,7	37,8	28,8	17,3	3,9	0,0	0,0
4A	86,9	81,1	51,9	27,1	20,9	16,6	12,7	7,2	5,3	5,1	0,0
5A	61,1	51,0	38,1	28,0	21,2	16,6	10,9	3,6	0,5	0,0	0,0

Leir	Silt			Sand			Grus		
	Fin	Middels	Grov	Fin	Middels	Grov	Fin	Middels	Grov



— 1A — — 2A — — 3A - - - - 4A - - - - 5A

Syl/pose	Vegnr	HP	Km*/profil	Avst.cl	Dybde	Jordart	Cu	TG
1A	RV13		*1306		1,0 - 1,5	Sand	6,9	T2
2A	RV13		*1306		2,0 - 2,5	Sand	7,3	T2
3A	RV13		*1306		3,0 - 3,5	Sandig grusig materiale	12,3	T1
4A	RV13		*1306		4,0 - 4,3	Sand	7,5	T2
5A	RV13		*1306		4,3 - 4,5	Sandig siltig materiale	33,6	T4

Sted: _____

Dato: _____

Signatur: _____

Korngradering geoteknikk

Merknader

Region Vest

Oppdrag - 3110211

Prøveserie: 2

Dato	Merknad
2011-11-17	(Geoprovenr. 5): Hull 1306 Dybde 4,3- 4,5m består av sandig siltig matriale med vanninnhold på 6,2%
2011-11-17	(Geoprovenr. 4): Hull 1306 Dybde 4,0- 4,3m består av sand med vanninnhold på 13,4%
2011-11-17	(Geoprovenr. 3): Hull 1306 Dybde 3,0- 3,5m består av sandig grusig matriale med vanninnhold på 12,1%
2011-11-17	(Geoprovenr. 2): Hull 1306 Dybde 2,0- 2,5m består av sand med vanninnhold 12,2%
2011-11-17	(Geoprovenr. 1): Hull 1306 Dybde 1,0- 1,5m består av sand med vanninnhold 16,5%

Korngradering geoteknikk

Region Vest

 Oppdragsnr. **3110211**
 Prosjektnr **300465**
 Ansvarsområde **33040**

 Oppdragsnavn **Rv13 Ryfast**
 Prosjektnavn **RV13 RYFAST**
 Ansvarlig **Ryfast**

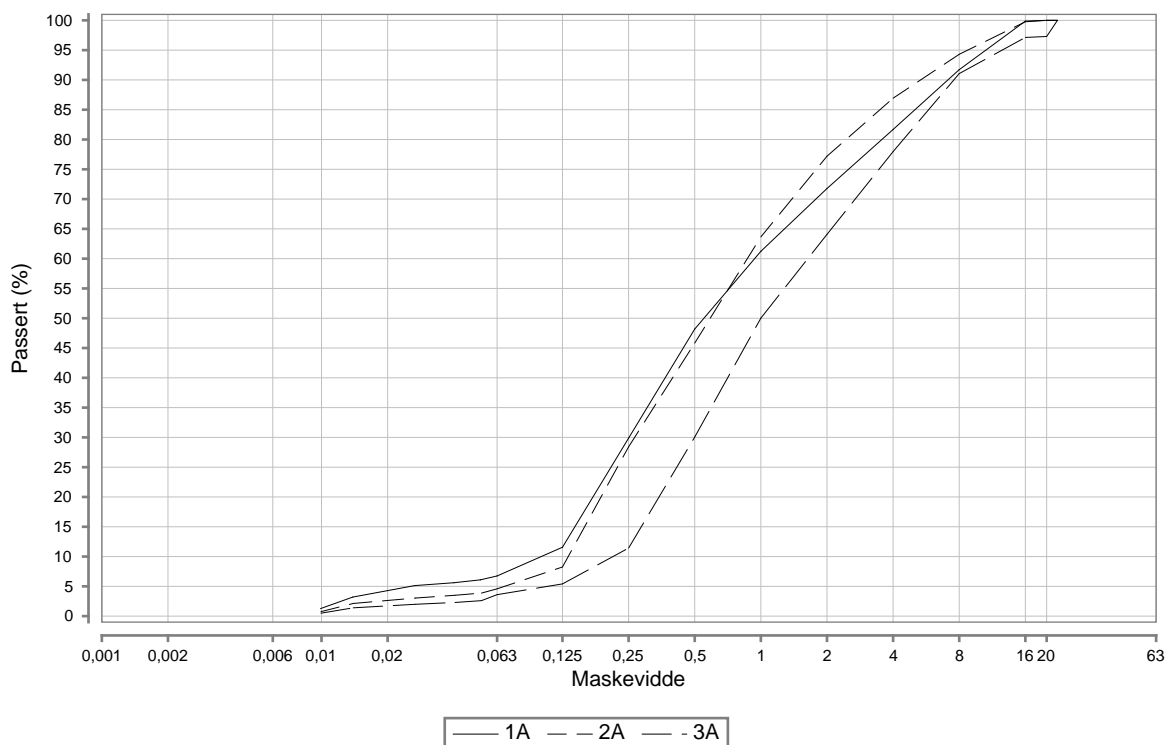
Prøveserienummer: 3

Sylinder / Pose nr.	1A	2A	3A		
Uttaksdato	09.11.2011	09.11.2011	09.11.2011		
Uttatt kl.					
Analysetype	Våtsikt	Våtsikt	Våtsikt		
Humus (Glødetap)					
Vanninnhold (%)	9,4	10,0	10,8		
% <63µm av <20mm	6,7	4,6	3,7		
% <20µm av <20mm	4,3	2,6	1,8		

Siktedata - Passert(%)

Pr.nr.	µm				mm							
	63	125	250	500	1	2	4	8	16	20	22,4	
1A	93,3	88,4	70,1	51,8	38,8	28,2	18,3	8,3	0,1	0,0	0,0	
2A	95,4	91,8	71,6	54,2	36,3	22,8	13,1	5,7	0,2	0,0	0,0	
3A	96,4	94,6	88,6	69,9	50,0	35,9	22,0	8,9	2,9	2,7	0,0	

Leir	Silt			Sand			Grus		
	Fin	Middels	Grov	Fin	Middels	Grov	Fin	Middels	Grov



Syl/pose	Vegnr	HP	Km/*profil	Avst.cl	Dybde	Jordart	Cu	TG
1A	RV13		*2205		1,0 - 1,5	Grusig sand	9,4	T2
2A	RV13		*2205		2,0 - 2,5	Grusig sand	6,5	T1
3A	RV13		*2205		3,0 - 3,5	Grusig sand	7,7	T1

Sted: _____

Dato: _____

Signatur: _____

Oppdrag - 3110211

Prøveserie: 3

Dato	Merknad
2011-11-17	(Geoprovenr. 3): Hull 2205 Dybde 3,0- 3,5m består av grusig sand med vanninnhold på 10,8%
2011-11-17	(Geoprovenr. 1): Hull 2205 Dybde 1,0- 1,5m består av grusig sand med vanninnhold 9,4%
2011-11-17	(Geoprovenr. 2): Hull 2205 Dybde 2,0- 2,5m består av grusig sand med vanninnhold 10,0%

ELEMENT	SAMPLE	HU2205-1	HU2205-2	HU2208-1	HU2208-2	HU2215-1	HU2215-2
Løsmassedyp (m)		0-1	1-2	0-1	1-2	0-1	1-2
Dato for uttak		10.11.11	10.11.11	10.11.11	10.11.11	10.11.11	10.11.11
Tørrestoff (E)	%	84,8	88,9	86,5	89,6	85,8	90,5
As	mg/kg TS	0,62	<0.50	1,13	0,79	17,9	8,05
Pb	mg/kg TS	6,3	4,7	3,6	4,9	7,9	6,7
Cd	mg/kg TS	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
Cu	mg/kg TS	2,6	3,32	3,06	7,5	8,37	14,3
Cr	mg/kg TS	2,93	7,21	4,23	13,8	6,05	9,8
Hg	mg/kg TS	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20
Ni	mg/kg TS	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	7
Zn	mg/kg TS	10,7	14	18,6	17	37,8	31,6
Bensen	mg/kg TS	<0.0100	<0.0100	<0.0100	<0.0100	<0.0100	<0.0100
Toluen	mg/kg TS	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30
Etylbensen	mg/kg TS	<0.200	<0.200	<0.200	<0.200	<0.200	<0.200
Xylener	mg/kg TS	<0.100	<0.100	<0.100	<0.100	<0.100	<0.100
Fraksjon C5-C6		<7.0	<7.0	<7.0	<7.0	<7.0	<7.0
Fraksjon >C6-C8	mg/kg TS	<7.0	<7.0	<7.0	<7.0	<7.0	<7.0
Fraksjon >C8-C10	mg/kg TS	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Fraksjon >C10-C12	mg/kg TS	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Fraksjon >C12-C16	mg/kg TS	<3	<3	<3	<3	<3	<3
Fraksjon >C16-C35	mg/kg TS	27	17	17	20	22	<10
Fraksjon >C12-C35	mg/kg TS	27	17	17	20	22	<13
sum THC							
Naftalen	mg/kg TS	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Acenaftylen	mg/kg TS	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Acenaften	mg/kg TS	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Fluoren	mg/kg TS	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Fenantren	mg/kg TS	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Antracen	mg/kg TS	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Fluoranten	mg/kg TS	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Pyren	mg/kg TS	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Benso(a)antracen^	mg/kg TS	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Krysen^	mg/kg TS	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Benso(b)fluoranten^	mg/kg TS	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Benso(k)fluoranten^	mg/kg TS	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Benso(a)pyren^	mg/kg TS	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Indeno(123cd)pyren^	mg/kg TS	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Dibenso(ah)antracen^	mg/kg TS	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Benso(ghi)perylene	mg/kg TS	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Sum PAH-16	mg/kg TS	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
PCB 28	mg/kg TS	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030
PCB 52	mg/kg TS	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030
PCB 101	mg/kg TS	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030
PCB 118	mg/kg TS	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030
PCB 138	mg/kg TS	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030
PCB 153	mg/kg TS	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030
PCB 180	mg/kg TS	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030
Sum PCB-7	mg/kg TS	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Tilstandsklasse 1 (TA-5553)

Tilstandsklasse 2 (TA-2553)

Arseninnehald over normverdi er grunna høgt naturleg bakgrunnsnivå i fyllittmassar i regionen.

November 2011.

Miljøtekniske prøver tatt under geotekniske boringar utført av Statens Vegvesen på vegne av NO.

Analyseresultat gjennomgått og klassifisert ihht TA2553 av Anne Fevang, Norconsult.



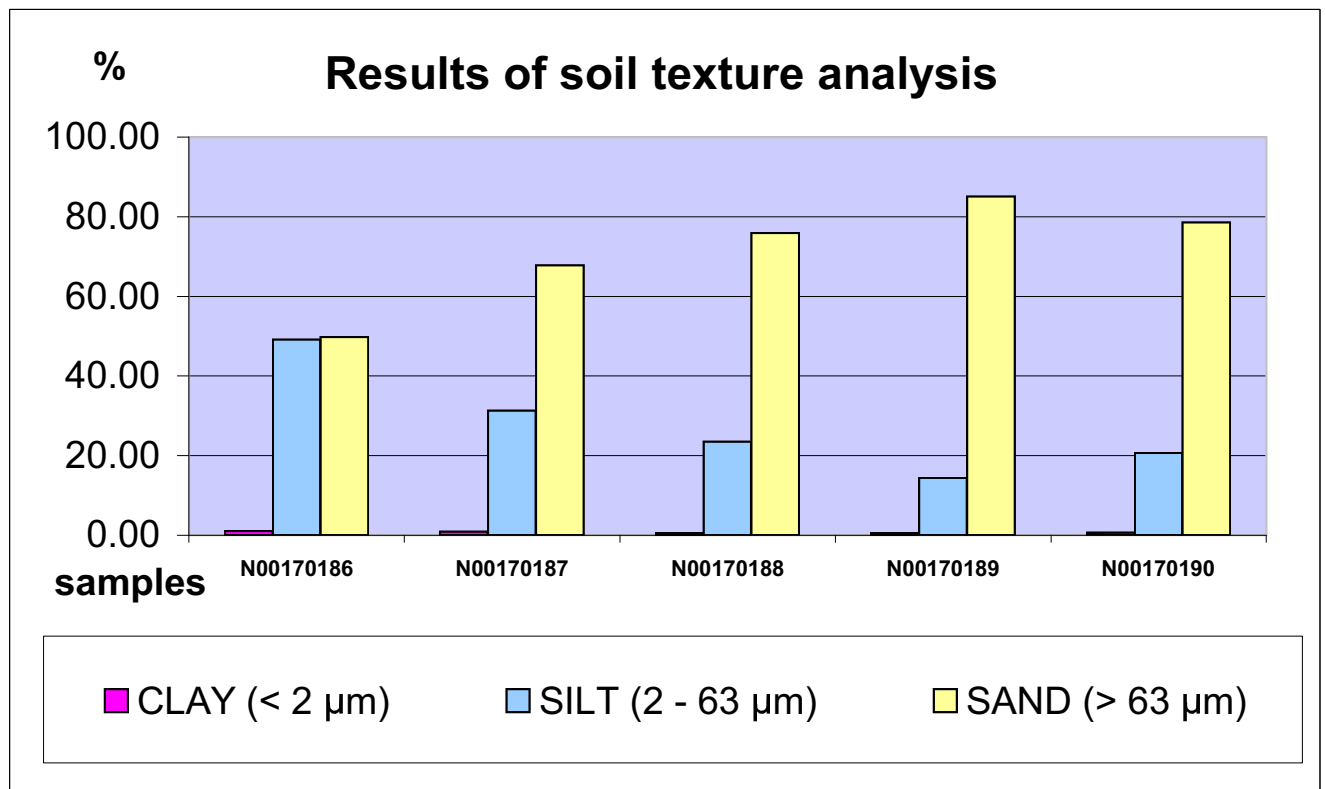
ALS Czech Republic, s.r.o., Na Harfě 336/9, 190 00 Praha 9

ALS Czech Republic, s.r.o., Laboratory Česká Lípa **Annex No. 1 to the Test Report No.: PR1143954**

Bendlova 1687/7, CZ-470 03 Česká Lípa, Czech Republic

RESULTS OF SOIL TEXTURE ANALYSIS

Sample label:	N00170186	N00170187	N00170188	N00170189	N00170190
Lab. ID:	001	002	003	004	005
Gross sample weight [g]	8.33	10.69	11.40	14.18	13.71
CLAY (< 2 µm) [%]	1.01	0.85	0.48	0.43	0.65
SILT (2 - 63 µm) [%]	49.19	31.32	23.56	14.44	20.72
SAND (> 63 µm) [%]	49.80	67.83	75.96	85.14	78.63



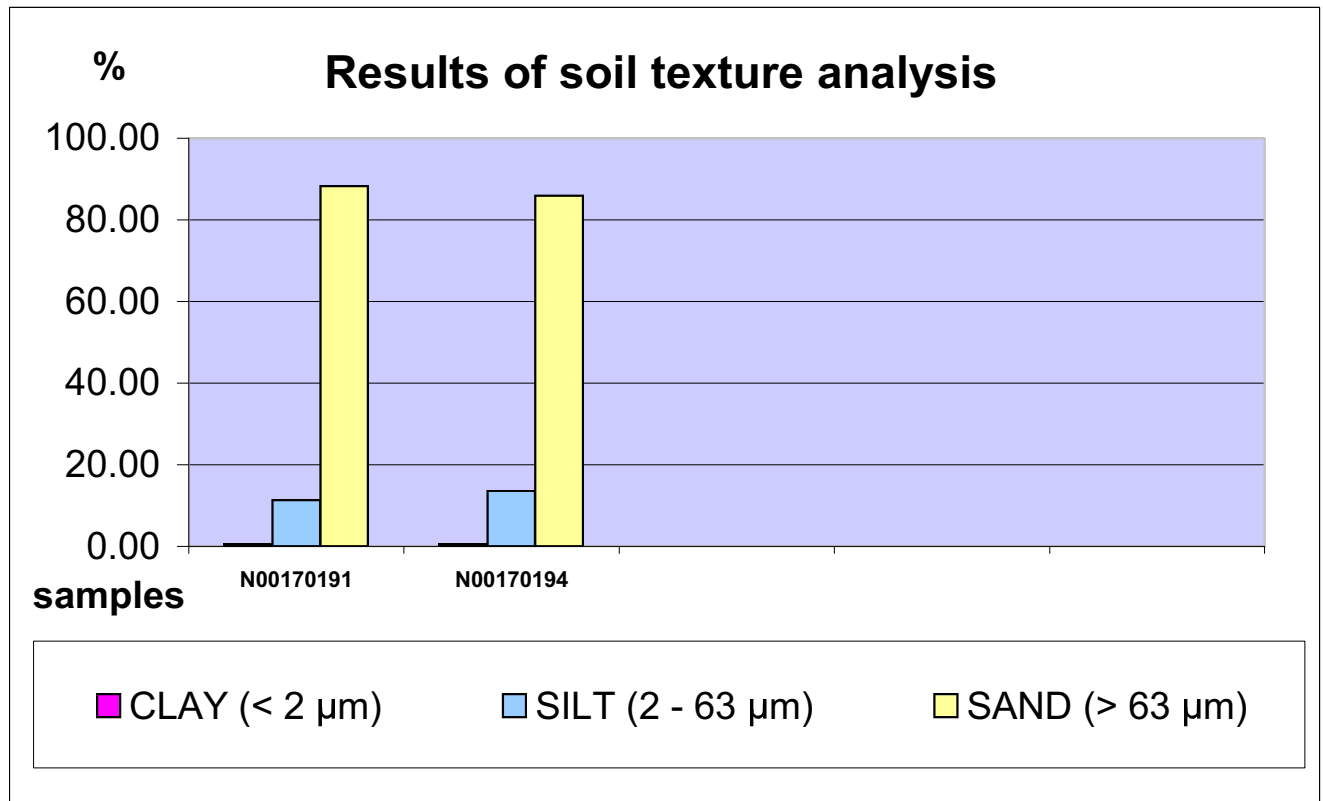
Test method specification: CZ_SOP_D06_07_120 Grain size analysis using the wet sieve analysis using laser diffraction (fraction from 2 µm to 63 mm) Fraction > 0.063 mm determined by wet sieving method, other fractions determined from the fraction "< 0.063mm" by laser particle size analyzer using liquid dispersion mode. Fractions "Sand >63 µm", "Silt 2-63 µm" and "Clay <2 µm" evaluated from measured data.

Test specification, deviations, additions to or exclusions from the test specification:



RESULTS OF SOIL TEXTURE ANALYSIS

Sample label:	N00170191	N00170194
Lab. ID:	006	007
Gross sample weight [g]	13.35	13.05
CLAY (< 2 μm) [%]	0.37	0.41
SILT (2 - 63 μm) [%]	11.35	13.62
SAND (> 63 μm) [%]	88.29	85.97



Test method specification: CZ_SOP_D06_07_120 Grain size analysis using the wet sieve analysis using laser diffraction (fraction from 2 μm to 63 mm) Fraction > 0.063 mm determined by wet sieving method, other fractions determined from the fraction "< 0.063mm" by laser particle size analyzer using liquid dispersion mode. Fractions "Sand >63 μm", "Silt 2-63 μm" and "Clay <2 μm" evaluated from measured data.

Test specification, deviations, additions to or exclusions from the test specification:

Vedlegg 4

*SHA/YM-005 Miljøundersøkelse av sediment forbindelse med utfylling, Buøy (Norconsult/
Statens Vegvesen Region Vest, 2011/2013)*

Statens vegvesen Region vest

Miljøundersøkelse av sediment i forbindelse med utfylling, Buøy med tiltaksplan

Rv 13 Ryfast

Forprosjekt

2013-05-28 Oppdragsnr.: 5111687



D02	2013-05-28	Oppdatert rapport etter utvikling i prosjektet	Glhau	Grs/ jokjo	BjKle
A01	2012-12-06	Rettet figur 1 og tabell 1 (manglet i rev A00). Ingen andre endringer.	Glhau	jokjo	-
A00	18.11.2011	Sedimentundersøkelser Buøy	Glhau/ pebec	Grs	BjKle
Rev.	Dato:	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Innhold

1	Innledning	6
1.1	Bakgrunn	6
1.2	Tidligere undersøkelser	7
1.3	Kilder til forurensning lokalt	7
1.4	Naturverdier	8
2	Metodikk- risiko for forurensning	9
2.1	Bakgrunn	9
3	Sedimentundersøkelse Buøy	10
3.1	Kartlegging av Sedimentforurensning	10
3.1.1	Prøvestasjonene	10
3.1.2	Prøveprogram og analyser	11
3.1.3	Sedimentets forureningsgrad	12
3.1.3.1	Metaller	14
3.1.3.2	PAH	14
3.1.3.3	PCB	14
3.1.3.4	TBT	14
3.1.3.5	Behov for miljørettet risikovurdering	14
3.2	Risikovurdering	15
3.2.1	Partikler	16
3.2.2	Porevann	16
3.2.3	Konklusjon	17
3.3	Risiko for spredning slik sedimentet ligger i dag	17
4	Spredning av plastfiber	20
4.1	Plastfiber	20
4.2	Skyteledninger	20
5	Påvirkning fra partikler og sprengstoffrester	21
5.1	Forventet spredning partikler og nitrogenforbindelser	21
6	Tiltaksvurderinger, beskrivelse av alternative tiltak og løsninger	23
6.1.1	Null-alternativ	23
6.1.2	Fjerning av forurenset sediment - mudring	23
6.1.2.1	Vanlig bakgraver/grabb.	23
6.1.2.2	Miljøgrabb.	24
6.1.2.3	Sugemudring	24
6.1.3	Utfyllingsmetode	24
6.1.3.1	Skånsom plassering av massene	25
6.1.3.2	Beskyttende lag	25
6.1.3.3	Geotekstil	25
6.1.4	Begrense forureningsspredning	25
6.1.4.1	Arbeid innenfor sjete	26
6.1.4.2	Siltgardin	26
6.1.5	Spesielle tiltak mot spredning av plastfiber	26

6.1.5.1	Oppsamlingslenser (type Buster)	26
6.1.5.2	OP- skimmer.	26
6.1.5.3	Innsamling med håv fra båt	27
6.1.6	Redusere risikoen knyttet til spredning	27
6.1.6.1	Tidspunkt for gjennomføring	27
6.1.6.2	Overvåkning	27
6.1.6.3	Beskyttelse av biologisk verdier	28
6.1.7	Kostnader	28
7	Anbefalt tiltak	29
8	Miljøbudsjett	Error! Bookmark not defined.
9	Overvåking	30
10	Referanser	31
	Vedlegg 1: Prøvebeskrivelse	32
	Vedlegg 3: Analyseresultater	37

Sammendrag

I forbindelse med bygging av Eiganestunnelen og Ryfast- forbindelsen mellom Stavanger og Ryfylke vil det foregå utfyllingsarbeider i sjø ved flere lokaliteter. Utfylling i sjø krever avklaring av forurensningssituasjonen i sedimentene i henhold til veiledning TA-1979/2004 fra Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif). Denne rapporten omhandler miljøundersøkelsen av sediment i utfyllingsområdet ved Buøy, i Stavanger kommune.

Det ble tatt prøver av det øverste sjiktet av sedimentet. Prøvene ble deretter analysert for stoffer som er vanlig forurensning i havneområder.

Forurensning i sedimentene utløser krav til risikovurdering og tiltaksplan i forbindelse med utfyllingsarbeidet. Risikovurderingen viser at potensiell forurensningsspredning med porevann kan føre til overskridelser av PNEC for TBT i et betydelig volum av resipienten, samt lokale overskridelser av samtlige forurensningsstoffer som er analysert. I tillegg er det knyttet risiko til spredning av tungmetaller via partikkeloppvirvling.

Det foreslås tiltak for å redusere oppvirvling av sediment under utfylling av masser, samt overvåking før, etter og under tiltaket.

1 Innledning

1.1 BAKGRUNN

Statens Vegvesen har behov for å fylle ut i sjø ved Buøy, med overskuddsmasser fra tunneler i Ryfast- forbindelsen. Norconsult har på oppdrag fra Statens Vegvesen gjennomført en undersøkelse av miljøsituasjonen i sedimentet i det planlagte utfyllingsområdet.

Det planlagte tiltaket er vist i Figur 1. Et areal på 120 000 m² blir berørt av utfyllingsarbeidene. Ca. ½ av massene vil bli transportert med leker til området.

Undersøkelsene følger "Veileder for håndtering av forurensede sedimenter, TA-1979/2004", med grenseverdier fra "Veileder for klassifisering av miljøgifter i vann og sediment TA-2229/2007 fra Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif).



Figur 1: Planlagt utfyllingsområde ved Buøy, nytt landareal vist i rødt. Bildet er tatt fra presentasjon fra Statens vegvesen (2010), med skisse av utfyllingen.

1.2 TIDLIGERE UNDERSØKELSER

Utfyllingsområdet ligger i området mellom Byfjorden og Bangarvågen. Kildene i området er kartlagt i tiltaksplanen for Stavanger Havn (Fylkesmannen i Rogaland, 2002). Konsentrasjonene var i klasse III og høyere for både PAH og PCB i samtlige prøver.

1.3 KILDER TIL FORURENSNING LOKALT

I Bangarvågen har det tidligere vært en kommunal fyllplass på land. I tillegg har Forsvaret aktivitet på Ulsnes som har bidratt til forurensningen i området. Verftsområdet til Kværner Oil & Gas dekker nesten halve Buøy. Virksomheten består av bygging av nye plattformer, og seksjoner til disse. Det er mye skipstrafikk i området.

Stavanger havn er en delvis lagdelt resipient. Området er beskyttet mot bølgeeksponering, har lav strømningshastighet og kort oppholdstid for bunnvann. Kjemisk og økologisk tilstand i havna er klassifisert som moderat. Forurensningen skyldes både diffuse kilder som avrenning fra byen og forurensning fra punktkilder og fra industri. (Vann-nett).

Forurensning som kan være knyttet til skipstrafikk inkluderer følgende stoffer:

- Bly, krom, sink, kvikksølv (skipsmaling).
- TBT (tributyltinn) (begroingshindrende middel i skipsmaling / bunnstoff - utfaset).

- Kobber: Brukes i bunnstoff, samt skipsmaling.
- Hydrokarboner (drivstoff)
- Driftsutslipp av olje

Det er laget en tiltaksplan for opprydding av sedimentene i Stavanger Havn, hvor utfyllingsområdet er inkludert (Fylkesmannen i Rogaland, 2002). Området er med i tiltaksplan for Bangarvågen. Her er det foreslått tildekking eller mudring. Behov for flere prøver, samt kjerneprøver nevnes som behov videre for å velge løsning for opprydding. Det nevnes også at man må få kontroll på aktive kilder før tiltak gjennomføres.

Sedimentet i Bangardvågen er en aktiv kilde til forurensning til Byfjorden for PAH og PCB-forurensning, i følge tiltaksplanen for sedimenter i Stavanger havn. Man ønsker å stanse tilførsel av forurensning til Byfjorden, for å kunne oppheve kostholdsråd. Kostholdsrådet er satt på grunn av høye konsentrasjoner av PAH og PCB.

1.4 NATURVERDIER

Det er ingen registrerte biologiske verdier i sjø. I nærområdet er Tjuvholmen er viktig hekkeplass for sjøfugl, og vannkanten rundt benyttes av ærfugl til søk etter mat. (naturbase). Under prøvetakingen ble det også observert hummer/krabbe- teiner som var satt ut innenfor det planlagte utfyllingsområdet.

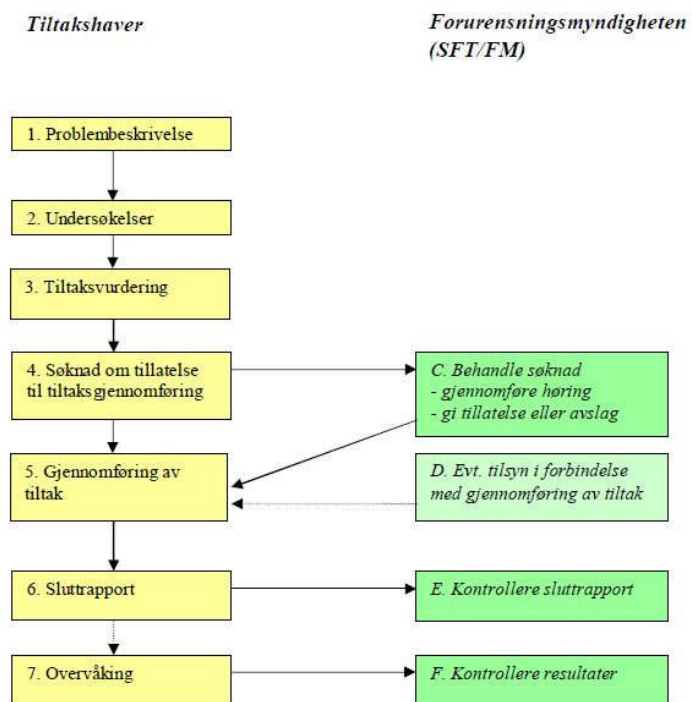
2 Metodikk- risiko for forurensning

2.1 BAKGRUNN

Tiltak forurensede sedimenter er styrt av veiledningen TA 1979/2004. Denne undersøkelsen skal vurdere om det er behov for tiltak knyttet til eventuelt forurenset sediment som følge av utfylling. Rapporten omhandler punkt 2 i Figur 2 og skal resultere i en tiltaksvurdering (punkt 3). Dette gjelder følgende forhold:

- Er sedimentet forurenset over grenseverdier?
- Vil forurensningen kunne bli transportert og spredd som følge av tiltaket?
- Er potensial for transport og spredning av forurensning knyttet til partikler og porevann uakseptabel stor?
- Er det behov for å utarbeide en tiltaksplan for utfyllings- og mudringsarbeidet, og dermed ha bedre kontroll på tiltakets forurensningspotensial?

VEDLIKEHOLDSMUDRING / UTBYGGING



Figur 2. Utdrag fra TA-1979/2004, saksgang for vedlikeholdsmudring/ utbygging

3 Sedimentundersøkelse Buøy

3.1 KARTLEGGING AV SEDIMENTFORURENSNING

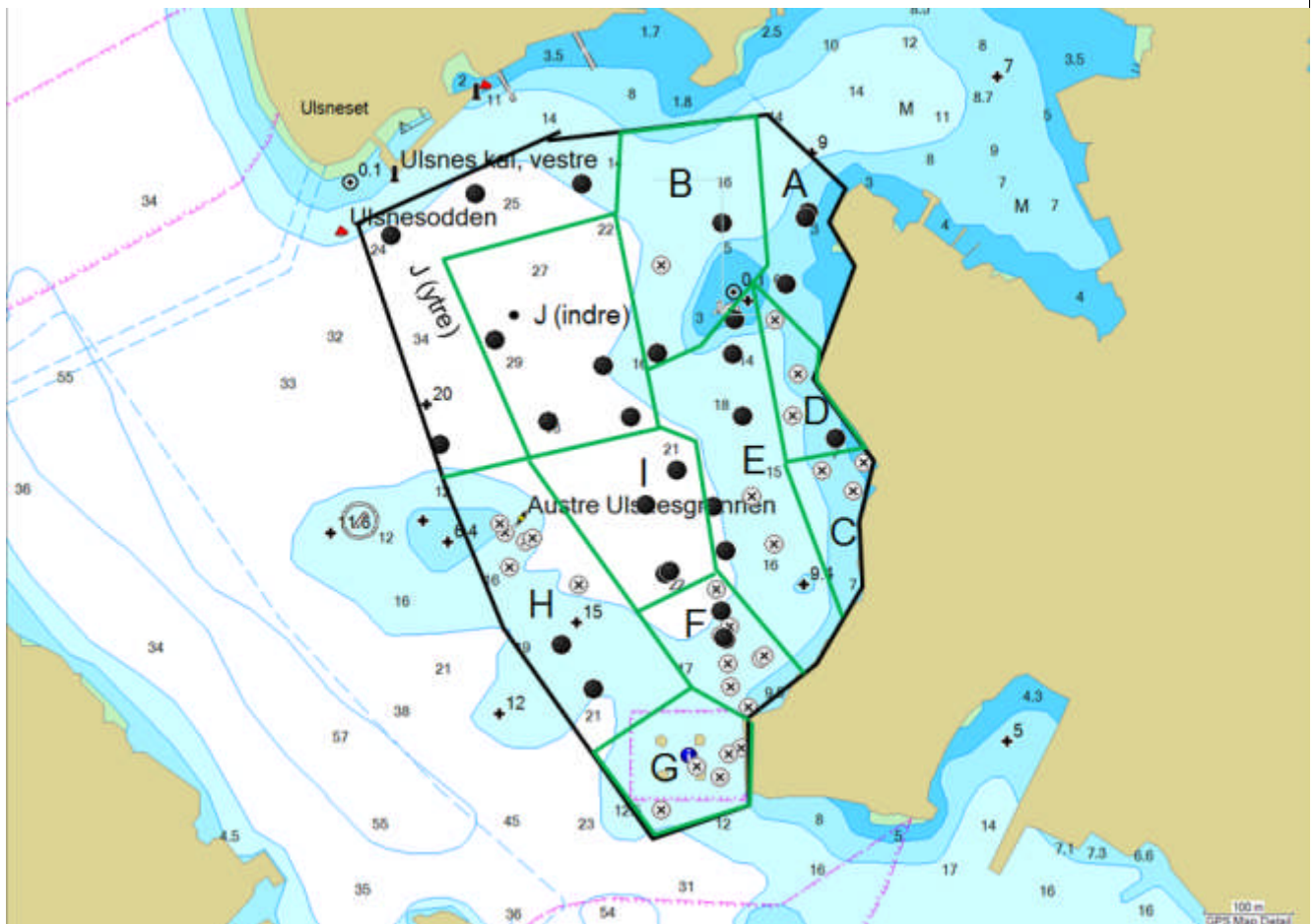
3.1.1 Prøvestasjonene

Prøvetakingen ble utført den 13. og 14. oktober 2011 fra båt, fra selskapet Bukser og Berging fra Stavanger. Prøvestasjonene ble valgt på bakgrunn av planlagte områder for utfylling, vist på Figur 3 nedenfor.

Prøvene fra utfyllingsområdet ble tatt med en liten Van Veen-grabb. Materialet representerer de øvre 2 cm av sedimentet. Hver prøve består av blandprøve av 4-5 grabbskudd tatt innenfor områdene vist i Figur 3. Endelig plassering av stasjonene ble gjort i felt på bakgrunn av sedimentets sammensetning. Figuren under viser avgrensningen av områdene for hver av blandprøvene.

Under transport til laboratoriet til ALS knuste prøver fra delområder I og J (ytre). Det var ikke nok materiale igjen til full analyse av prøvene. Det var derimot nok materiale til å lage blandprøver med J indre til å få resultater av forurensningskonsentrasjonen i disse områdene (kornfordeling ble ikke målt).

- Prøve J ytre er en blandprøve av sediment fra områder J (ytre) og den tilgrensende stasjonen J (indre). TBT er analysert i sediment fra J (ytre).
- Prøve I er en blandprøve av sediment fra områder I og den tilgrensende stasjonen J (indre). TBT er analysert i sediment fra område I.



Figur 3. Plassering av prøvestasjoner for sediment vist på sjøkart. Bokstavene markerer prøveområdene, hvor sediment fra prøvepunktene utgjorde en blandprøve. Krysser markerer prøvepunkter det det ikke var mulig å få opp sediment (hardbunn/ steinete). Punkter det ble tatt opp materiale er markert med sort.

Punkter det det ble tatt opp sediment er markert med sort. Det det ikke var mulig å få opp sediment etter 4 forsøk er punktet markert med kryss.

En beskrivelse av sedimentprøvene er gitt i vedlegg 1. Området besto hovedsakelig at sandig sediment, med innslag av hardbunn i områder D, E, F og H. Rett utenfor kaien, ved stasjon G besto sjøbunnen av hardbunn. Her er sediment trolig spylt bort av påvirkning fra propeller. Området C rett ved land besto også kun av grovere masser og stein. Prøven fra område Buøy D er tatt fra ett punkt, men er også en blandprøve av sedimentet.

Området A skilte seg ut, med mye finmateriale. Prøven herfra luktet kraftig av H_2S , noe som indikerer sakte nedbrytning av organisk materiale.

3.1.2 Prøveprogram og analyser

Analyseparametrene ble valgt ut fra ofte forekommende forurensning i norske havner og fjorder. Stoffene som er undersøkt er:

- Tungmetaller
- PCB₇ (Polykloreerte bifenylar)

- PAH (polysykliske aromatiske hydrokarboner)
- TBT (Tribytyltinn (TBT-ion))

I tillegg ble prøvene analysert for:

- Vanninnhold
- Kornstørrelser (vekt % <63 µm og <2µm)
- TOC (Totalt Organisk Karbon)

3.1.3 **Sedimentets forurensningsgrad**

Områdenes forurensningsgrad er beskrevet i tabellform, hvor fargehenvisninger følger tabellen nedenfor.

Tabell 1. Beskrivelse tilstandsklasser, Klif (TA-2229/2007)

Tilstandsklasse (SFT; TA-2229/2007)

I Bakgrunn	Bakgrunnsnivå
II God	Ingen toksiske effekter
III Moderat	Kroniske effekter ved langtidseksponering
IV Dårlig	Akutt toksiske effekter ved kortidseksponering
V Svært dårlig	Omfattende akutt-toksiske effekter

Tabell 2 nedenfor viser målte konsentrasjoner av forurensning i sedimentet. Konsentrasjonene er klassifisert etter TA-2229/2007.

Tabell 2. Målt sedimentkonsentrasjon av forurensning i sedimentprøver fra utfyllingsområde, klassifisert etter TA-2229/2007.

Parameter	Benevning	Buøy A	Buøy B	Buøy D	Buøy E	Buøy F	Buøy H	Buøy J indre	Buøy I	Buøy J ytre
As	mg/kg TS	11	7,44	5,28	5,57	9,98	8,23	7,29	7,93	3,38
Pb	mg/kg TS	68,8	52,9	29,1	38,4	82,4	54,7	40,3	60,6	28,2
Cu	mg/kg TS	65,6	50,1	35,1	34,9	73,3	67,7	39,5	52,9	20,2
Cr	mg/kg TS	18,5	14,7	10,9	12,6	23,6	18	15,9	17,7	6,52
Cd	mg/kg TS	0,24	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
Hg	mg/kg TS	<0.20	0,82	<0.20	0,25	<0.20	0,49	0,29	<0.20	<0.20
Ni	mg/kg TS	19	12,9	30,7	12,8	31,1	29,2	13,9	14,6	5,4
Zn	mg/kg TS	158	88,9	108	93,2	317	123	83,4	196	38,5
Naftalen	mg/kg TS	<0.010	0,011	<0.010	0,014	0,122	0,042	0,02	0,014	<0.010
Acenaftilen	mg/kg TS	<0.010	0,015	<0.010	<0.010	<0.010	0,03	0,018	<0.010	<0.010
Acenaften	mg/kg TS	0,016	0,037	0,039	0,028	0,168	0,053	0,035	0,032	0,019
Fluoren	mg/kg TS	<0.010	0,029	0,029	0,016	0,102	0,047	0,024	0,019	0,011
Fenantren	mg/kg TS	0,088	0,265	0,282	0,12	0,667	0,277	0,219	0,164	0,102
Antracen	mg/kg TS	0,019	0,062	0,047	0,023	0,072	0,082	0,059	0,036	0,032
Fluoranten	mg/kg TS	0,236	0,472	0,72	0,199	0,746	0,553	0,448	0,322	0,202
Pyren	mg/kg TS	0,2	0,409	0,468	0,172	0,592	0,491	0,371	0,237	0,166
Benso(a)antracen	mg/kg TS	0,112	0,283	0,239	0,108	0,271	0,43	0,248	0,18	0,128
Krysen	mg/kg TS	0,148	0,33	0,384	0,131	0,322	0,404	0,288	0,187	0,135
Benso(b)fluoranten	mg/kg TS	0,196	0,387	0,531	0,196	0,439	0,672	0,417	0,245	0,166
Benso(k)fluoranten	mg/kg TS	0,124	0,238	0,261	0,101	0,169	0,387	0,225	0,142	0,115
Benso(a)pyren	mg/kg TS	0,151	0,366	0,338	0,143	0,289	0,522	0,324	0,24	0,166
Dibenso(ah)antracen	mg/kg TS	0,038	0,066	0,061	0,035	0,055	0,081	0,055	0,062	0,044
Benso(ghi)perylen	mg/kg TS	0,153	0,301	0,346	0,122	0,21	0,348	0,247	0,188	0,124
Indeno(123cd)pyren	mg/kg TS	0,123	0,29	0,331	0,11	0,206	0,335	0,252	0,174	0,118
Sum PAH-16	mg/kg TS	1,6	3,56	4,08	1,52	4,43	4,75	3,25	2,24	1,53
Sum PAH carcinogene	mg/kg TS	0,892	1,96	2,14	0,824	1,75	2,83	1,81	1,23	0,872
PCB 28	mg/kg TS	<0.0014	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007
PCB 52	mg/kg TS	0,00139	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	0,00127	0,00166
PCB 101	mg/kg TS	0,00309	0,00253	0,00186	0,00109	0,00158	0,00087	0,0016	0,00122	0,00406
PCB 118	mg/kg TS	0,0023	0,00309	0,00102	0,00127	0,0016	0,00099	0,00187	0,00141	0,00328
PCB 138	mg/kg TS	0,00503	0,00526	0,00364	0,00222	0,00262	0,00212	0,00356	0,00271	0,00507
PCB 153	mg/kg TS	0,00332	0,00449	0,00277	0,0018	0,00166	0,00147	0,00247	0,00195	0,00328
PCB 180	mg/kg TS	0,00162	0,00238	0,00151	0,00081	0,00092	0,00093	0,00144	0,00084	0,00102
Sum PCB-7	mg/kg TS	0,0168	0,0178	0,0108	0,00719	0,00838	0,00638	0,0109	0,00813	0,0184
Tributyltinnkation	mg/kg TS	0,080	0,086	0,041	0,063	0,094	0,068	0,076	0,0433	0,0374
Tørrstoff (E)	%	49,1	61,4	67,3	70,6	70,8	71,7	67,8	76,3	80,8
Tørrstoff (L)	%	44,9	51,1	66	77,1	70,7	70,4	62,5	64,3	68,7
Kornstørrelse >63 µm	%	49,8	67,8	76	85,1	78,6	88,3	86		
Kornstørrelse <2 µm	%	1	0,8	0,5	0,4	0,6	0,4	0,4		
TOC	% TS	2,24	3,07	1,3	2	1,41	1,77	2,24	2,07	2,72

Kornfordelingen viser at sedimentet er nokså sandig i hele området, med lite finstoff. Det er mer finkornig materiale i prøven fra område Buøy A. Det er et relativt høyt innhold av organisk materiale i prøvene, opp til 3 %.

Hele området er forurenset over tilstandsklasse III av metaller, PAH, PCB og TBT.

3.1.3.1 Metaller

Sedimentprøver fra områder A, F og H har analyserte kobberkonsentrasjoner i klasse IV. Dette er vist på kart i figur Figur 4. Prøven fra prøveområde B er forurenset av kvikksølv i tilstandsklasse III. Arsen, bly, krom, kadmium, nikkel og sink er målt i klasse I-II i alle prøver.

3.1.3.2 PAH

Enkeltforbindelser av PAH er målt i klasse IV og V i sedimentprøvene. Sum-PAH er i klasse III i prøver fra områdene Buøy B, D, F, H og J (indre). Dette er vist på kartutsnitt i Figur 5.

3.1.3.3 PCB

Konsentrasjonen av PCB₇ i prøven fra prøveområde B og fra J ytre er i tilstandsklasse III.

3.1.3.4 TBT

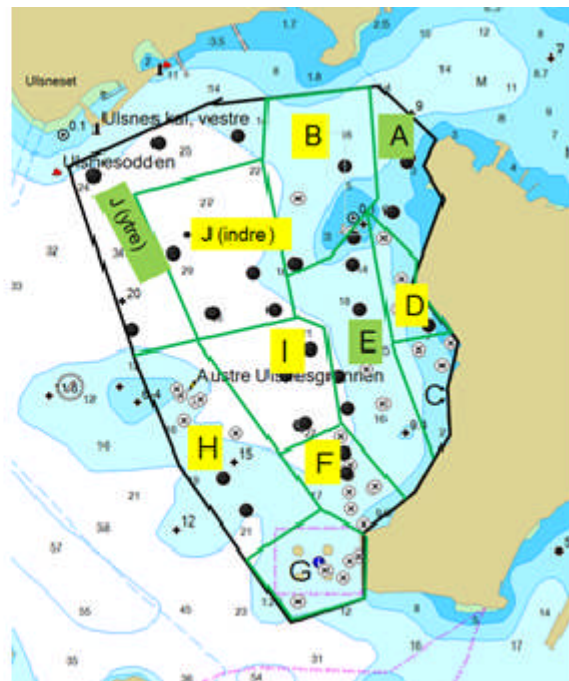
Det er målt konsentrasjoner av TBT i tilstandsklasse IV i samtlige sedimentprøver fra utfyllingsområdet. De høyest konsentrasjonene av TBT er målt i prøvene Buøy F, A og B.

3.1.3.5 Behov for miljørettet risikovurdering

Tiltak i sedimentet vil kreve en miljørettet risikovurdering og en eventuell påfølgende tiltaksplan for utfylling i forurenset sediment



Figur 4: Prøvestasjonene klassifisert etter Klifs tilstandsklasser for kobber



Figur 5: Prøvestasjonene klassifisert etter Klifs tilstandsklasser for sum-PAH

3.2 RISIKOVURDERING

Det er knyttet potensiell risiko til spredning av forurensning fra overflatesedimentet ved utfylling i havneområdet. For å beregne potensiell risiko for spredning av forurensning er det gjort beregninger av oppvirvlet materiale samt hvor mye forurensning som kan forekomme fra porevannet. Konsentrasjonen av forurensning i porevannet er beregnet ut fra mengde og stedsspesifikke fordelingskoeffisienter, K_d , (TA-2231/2007). Utrekningene er vist i tabell nedenfor.

Utfyllingsarbeidene ved Buøy vil sannsynligvis foregå i et tidsrom på 2 år. Det antas at det ikke vil legges ut masser hver dag under perioden. For å få en konservativ beregning av forurensningspredningen under tiltaket er det brukt en tiltaksperiode på 1 år (365 dager) for å beregne spredning av forurenset porevann.

Et areal på 120 000 m² blir berørt av utfyllingsarbeidene. Det er mye stein/hardbunn i områdene nær land, ved kaiområdet og ved grunnene. Disse arealene vil ikke bidra til spredning av forurenset sediment. Andel av sedimentarealet som kan påvirkes av utfyllingsarbeidet er regnet ut fra antall prøvepunkter der det ble tatt opp sediment (ca. 48 %). Det antas at de øverste 10 cm av sedimentet kan virvles opp under utlegging av tunnelmasser. Det er brukt en sedimenttetthet på 1,6 kg/L i beregningene.

Spredning av forurenset porevann er sammenlignet med PNEC («predicted no effect concentration», kronisk toksisitet for marine organismer) (TA-2803/2011). Det er beregnet hvor stort volum av resipienten som vil påvirkes i konsentrasjoner over denne grenseverdien for økologisk effekt.

Tabell 3: Beregnet spredning av forurensning under tiltaket med partikler og porevann.

Parameter	Partikler			Porevann			Volum resipient påvirket over PNEC (m3)
	Konsentrasjon mg/kg	Mengde oppvirvlet materiale totalt (kg)	Stedsspesifikk K(d) (mg/kg)/(mg/l) TA 2802/2011	Mengde totalt mg (Porevann) over 1 år	Mengde per dag i mg Miksing 1m ³	Genseverdi PNEC(mg/l)	
Arsen	7,34	67	6607	2431	4	0,0048	1
Bly	50,60	461	154882	714	1	0,0022	1
Kadmium	0,24	2	130000	4	0,01	0,00024	0,03
Kobber	48,81	445	24409	4373	8	0,00064	12
Krom totalt (III + VI)	15,38	140	120000	280	1	0,0034	0,1
Kvikksølv	0,46	4	100000	10	0,02	0,000048	0,4
Nikkel	18,84	172	7079	5821	11	0,0022	5
Sink	134,00	1221	73000	4014	7	0,0029	3
Naftalen	0,04	0	27	2991	5	0,0024	2
Acenaftilen	0,02	0,2	54	845	2	0,0013	1
Acenaften	0,05	0	130	801	1	0,0038	0,4
Fluoren	0,03	0	213	355	1	0,0025	0,3
Fenantren	0,24	2	479	1109	2	0,0013	2
Antracen	0,05	0	589	178	0,3	0,00011	3
Fluoranten	0,43	4	3020	314	1	0,00012	5
Pyren	0,35	3	1231	613	1	0,000023	48
Benzo(a)antracen	0,22	2	10475	46	0,1	0,000012	7
Krysen	0,26	2	8320	68	0,1	0,00007	2
Benzo(b)fluoranten	0,36	3	16988	46	0,1	0,00003	3
Benzo(k)fluoranten	0,20	2	16601	26	0,0	0,000027	2
Benzo(a)pyren	0,28	3	17383	35	0,1	0,00005	1
Dibenzo(a,h)antracen	0,22	2	40751	12	0,02	0,000002	11
Benzo(ghi)perylene	0,06	1	21387	6	0,01	0,00003	0,3
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,23	2	48994	10	0,02	0,000002	9
Tributyltinn (TBT-ion)	0,07	1	23	6227	11	0,00000021	53916
PCB 28	<0.0007		851				
PCB 52	0,001525	0,01	1047	3	0,01		
PCB 101	0,001988889	0,02	7081	1	0,001		
PCB 118	0,00187	0,02	70818	0,1	0,0001		
PCB 138	0,003581111	0,03	10720	1	0,001		
PCB 153	0,002578889	0,02	107188	0,1	0,0001		
PCB 180	0,001274444	0,01	20423	0,1	0,000		

3.2.1 Partikler

Det er beregnet en betydelig spredning av forurensning under hele tiltaksperioden med partikler, blant annet: 461 kg bly, 445 kg kobber og 4 kg kvikksølv. Beregnet spredning av TBT og PAH- stoffer er også i kilo- omfang. Spredning med partikler kan føre til spredning av forurensning til mindre forurensede områder. Tiltaksplanen for forurenset sediment i Stavanger havn (Fylkesmannen i Rogaland, 2002) viser at sedimentet i tilgrensende området «indre del av Byfjorden» er forurenset av PCB i klasse I til III og sum PAH i klasse III til V. Stasjonene i Indre Byfjord er ikke forurenset av tungmetaller (klasse I til II). Det er derfor en risiko for spredning av metallforurensning til mindre forurensede områder ved tiltaket.

3.2.2 Porevann

Den beregnede spredningen av forurensning vil overskride PNEC i resipienten, med størst overskridelse av TBT. Et beregnet volum på ca. 54 000 m³ vil påvirkes over PNEC per dag under tiltaksperioden.

Slik som sedimentet ligger nå i dag, bidrar området til overskridelser av spredning av forurensning, uten påvirkning fra tiltak eller skipstrafikk. Dette gjelder særlig spredning av PAH- forbindelser.

3.2.3 Konklusjon

På grunn av tiltakets omfang i areal og over tid vurderes det at forurensningsspredningen til vannsøylen, med overskridelser av PNEC er uakseptabel. Spredning av forurensning til vannsøylen kan også føre til opptak av miljøgifter i organismer. Tiltaket kan også føre til spredning av tungmetaller til mindre forurensede områder. Det bør utføres avbøtende tiltak for å redusere forurensningsspredningen.

3.3 RISIKO FOR SPREDNING SLIK SEDIMENTET LIGGER I DAG

Slik sedimentet ligger i dag medfører det uakseptabel spredning av forurensning, uten påvirkning fra skipstrafikk og tiltak. Det er benyttet Klifs regneark for risikovurdering, som følger veiledning for risikovurdering av forurenset sediment (TA-2802/2011). Beregnet spredning fra sedimentet er vist i Tabell 4.

Tabell 4: Beregnet spredning av forurensning fra utfyllingsområdet, uten påvirkning fra skipstrafikk eller tiltak i sedimentet.

Stoff	Beregnet spredning ikke påvirket av skipsoppvirvling ($F_{diff} + F_{org}$)		Beregnet total spredning ($F_{diff} + F_{org} + F_{skip}$)		Spredning (F_{tot}) dersom C_{sed} er lik grenseverdi for trinn 1 ($mg/m^2/år$)	F_{tot} overskrider tillatt spredning med:	
	Maks ($mg/m^2/år$)	Middel ($mg/m^2/år$)	$F_{tot, maks}$ ($mg/m^2/år$)	$F_{tot, middel}$ ($mg/m^2/år$)		Maks	Middel
Arsen	11,10724159	7,416047164	1,11E+01	7,42E+00	5,25E+01		
Bly	4,101033987	2,518353395	4,10E+00	2,52E+00	3,81E+00	8 %	
Kadmium	0,009801809	0,009801809	9,80E-03	9,80E-03	1,06E-01		
Kobber	16,23866068	10,81346618	1,62E+01	1,08E+01	1,10E+01	47 %	
Krom totalt (III + VI)	0,867545204	0,565374798	8,68E-01	5,65E-01	2,05E+01		
Kvikksølv	0,054364583	0,030662951	5,44E-02	3,07E-02	4,10E-02	33 %	
Nikkel	21,51489934	13,03653779	2,15E+01	1,30E+01	3,17E+01		
Sink	28,99246531	12,25549007	2,90E+01	1,23E+01	2,70E+01	7 %	
Naftalen	29,14000237	8,87735045	2,91E+01	8,88E+00	1,42E+02		
Acenaftalen	3,541029827	2,478720879	3,54E+00	2,48E+00	7,38E+00		
Acenaften	8,648794024	2,442483497	8,65E+00	2,44E+00	1,49E+01		
Fluoren	3,195800498	1,084848943	3,20E+00	1,08E+00	1,42E+01		
Fenantren	10,07377878	3,665022964	1,01E+01	3,67E+00	1,19E+01		
Antracen	0,991713693	0,580515333	9,92E-01	5,81E-01	5,98E-01	66 %	
Fluoranten	3,809121545	2,211491776	3,81E+00	2,21E+00	7,94E-01	380 %	179 %
Pyren	5,503516081	3,208318496	5,50E+00	3,21E+00	2,83E+00	94 %	13 %
Benzo(a)antracen	1,240115629	0,640566187	1,24E+00	6,41E-01	1,13E-01	1001 %	469 %
Krysen	2,555454893	1,63686866	2,56E+00	1,64E+00	9,77E-01	162 %	68 %
Benzo(b)fluoranten	3,121848231	1,677064302	3,12E+00	1,68E+00	5,59E-01	459 %	200 %
Benzo(k)fluoranten	1,83972373	0,930689984	1,84E+00	9,31E-01	5,00E-01	268 %	86 %
Benzo(a)pyren	2,369899936	1,280795219	2,37E+00	1,28E+00	9,55E-01	148 %	34 %
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,537943989	0,345961325	5,38E-01	3,46E-01	3,74E-02	1337 %	824 %
Dibenzo(a,h)antracen	0,156336328	0,106583203	1,56E-01	1,07E-01	5,64E-01		
Benzo(ghi)perylen	1,280156847	0,833409901	1,28E+00	8,33E-01	3,83E-02	3240 %	2075 %
PCB 28	mangler data	mangler data	mangler data	mangler data			
PCB 52	0,124504282	0,114378934	1,25E-01	1,14E-01			
PCB 101	0,044873228	0,021982233	4,49E-02	2,20E-02			
PCB 118	0,003624798	0,002066577	3,62E-03	2,07E-03			
PCB 138	0,038293948	0,026071271	3,83E-02	2,61E-02			
PCB 153	0,003269073	0,001877634	3,27E-03	1,88E-03			
PCB 180	0,009072018	0,004857892	9,07E-03	4,86E-03			
Sum PCB7	2,24E-01	1,71E-01	2,24E-01	1,71E-01			
DDT	mangler data	mangler data	mangler data	mangler data	1,85E-02		
Tributyltinn (TBT-ion)	15,83180173	11,03786248	1,58E+01	1,10E+01	1,15E+01	38 %	

3.4 SPREDNING AV FORURENSNING UNDER TILTAKET SAMMENLIGNET MED NATURLIG SPREDNING

Det er beregnet spredning ved utfylling av masser i hele området uten avbøtende tiltak. Dette er sammenlignet med naturlig spredning av forurensning fra området (beregninger fra regneark til TA-2802/2011). Beregningene er kun gjort for stoffer hvor det ble analysert konsentrasjoner over Klifs tilstandsklasse II i en eller flere prøver. Sammenligningen er vist i tabell 7.

Tabell 5: Beregnet spredning av forurensning fra utfyllingsområdet ved naturlig spredning, ved utlegging av masser i hele området

Parameter	Beregnet naturlig spredning fra sedimentet		Beregnet spredning ved tiltak, sammenlignet med naturlig spredning	
	Middel (mg/m ² /år)	Middel (kg/år)	Mengde oppvirvlet materiale totalt (kg)	Mengde oppvirvlet materiale totalt (kg)/ middel naturlig spredning
Kobber	10,81	1	445	343
Kvikksølv	0,03	0,00	4	1087
Acenaften	2,44	0	0,4	1
Fenantren	3,67	0	2	5
Antracen	0,58	0,1	0,4	6
Fluoranten	2,21	0	4	15
Pyren	3,21	0	3	8
Benzo(a)antracen	0,64	0,1	2	26
Krysen	1,64	0,2	2	10
Benzo(b)fluoranten	1,68	0	3	15
Benzo(k)fluoranten	0,93	0,1	2	18
Benzo(a)pyren	1,28	0,2	3	20
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,35	0,0	2	48
Benzo(ghi)perylene	0,83	0,1	1	10
PCB 52	0,11	0,01	0,01	1
PCB 101	0,02	0,00	0,02	8
PCB 118	0,002	0,000	0,02	81
PCB 138	0,03	0,00	0,0	10
PCB 153	0,002	0,000	0,0	89
PCB 180	0,005	0,001	0,01	17
Sum PCB7	0,17	0,02	0,1	5
Tributyltinn (TBT-ion)	11,04	1	1	0,8

Det er vist av risikovurderingen at det knyttes størst risiko til TBT for overskridelser av PNEC i vannsøylen under tiltaket som følge av utfyllingsarbeider ved Buøy. Spredningen fra sedimentet i utfyllingsarealet under tiltaket er noe lavere enn den beregnede naturlige spredningen av TBT som følge av biologisk aktivitet og diffusjon. Dette er trolig på grunn av overestimeringer i beregninger av utlekkingen av TBT i beregningene etter TA-2802/2011.

Spredning av kobber under tiltaket er også vist å føre til overskridelser av PNEC i vannsøylen. Tilgrensende områder i Indre Byfjord er vist å ha lave konsentrasjoner av kobber (I til II) (Fylkesmannen i Rogaland 2002). Spredning av kobber under tiltaket kan derfor føre til forhøyet kobberkonsentrasjon her.

Avbøtende tiltak som diskutert i kapittel 6, vil kunne redusere forurensningsspredningen.

4 Spredning av plastfiber

4.1 PLASTFIBER

Armeringsfiber blandes i sprøytebetong som brukes som sikring i tunnelen. Disse er noen cm lange, tynne, og er lagd av plast. Tidligere har man brukt stålfiber i sprøytebetong, men under tunnelbygging under sjø får man ikke lenger tillatelse til å bruke stålfiber, for å unngå problemer med rust. Erfaringer fra Finnfast-forbindelsen viser at disse blir med i sprengsteinsmassene, og flyter opp under utlegging av massene. Informasjon om fibrene er gitt i skriv til lokalbefolkningen fra Statens Vegvesen (Nærinformasjon nr. 1 2009). Det er tidligere brukt ulike metoder for oppsamling av disse. Ved anleggsarbeidet med Finnfast ble det totalt samlet inn ca. 20 søplesekker med materialet. Man kan forvente at lignende mengder med disse plastfibrene slipper ut under utlegging av masser ved Buøy.

Plast som kastes i naturen kan medføre miljøfare, spesielt når plasten kastes fra båter og ut i havet (Miljøstatus). Dette skyldes blant annet lang nedbrytningstid og at enkelte typer plast inneholder giftige tilsetningsstoffer som kan lekke ut. Fugler og dyr kan skades eller dø hvis de får i seg plastavfall, setter seg fast i det, eller kommer i kontakt med det på andre uheldige måter.

For å unngå at disse spres og forårsaker forurensning, må disse samles opp med en gang under utlegging av sprengsteinsmasser.

Arbeidet kommer til å gå kontinuerlig, under ulike værforhold. Ved høye bølger og mye vind vil det være vanskelig å kunne samle opp alt plastmateriale som flyter opp. Det blir derfor viktig å informere om potensiell forurensning av strandkanten til lokalbefolkningen i kommuner som kan motta forurensning. Ved dårlig vær er det også viktig å vurdere HMS for personell som deltar i å samle opp plastmaterialet. Flere løsninger forslås for å samle opp materialet. I kapittel 6 diskuteres ulike tiltak.

4.2 SKYTELEDNINGER

Ved tidligere utfyllinger av sprengsteinsmasser har man også opplevd forurensning med skyteledninger (gule plastledninger av plast). Disse må brukes ved visse typer sprengstofftyper. Det anbefales at det benyttes sprengstoff som ikke krever bruk av disse ledningene, for å unngå forurensning av plastledninger, i tillegg til problematikken med plastfiber.

5

Påvirkning fra partikler og sprengstoffrester

Solbakk tunnelen har et masseoverskudd på ca. 2,0 mill. m³ hvorav ca. 1,0 mill. m³ tas ut via Hundvåg nord og tilsvarende på Solbakksiden. Fra Hundvåg nord kjøres massene på Hundvåg Ring til utskipping på Buøy. Den er gjort endringer i planlagt utfylling ved Buøy. Utfyllingsområdet på ca. 0,2 km² har et gjennomsnittlig dyp på 15 m. Det gir en utfylling på ca. 3 mill. m³, dvs. ca. 2 mill. m³ fjell. Det vil si at 1 til 2 mill. m³ sprengmasser skal deponeres ved Buøy.

5.1 FORVENTET SPREDNING PARTIKLER OG NITROGENFORBINDELSER

Ved utlegging av sprengsteinsmasser vil det være utslipp av partikler og sprengstoffrester fra massene.

Uomsatt sprengstoff inneholder ca. 50 % ammoniumforbindelser og 50 % nitratforbindelser. Toksisiteten av NH_x (NH₃/NH₄⁺) vil være avhengig av pH-verdien i vannet. Ved normal pH i sjø (ca. 8-8,5) vil det meste av NH_x foreligge som ammonium, NH₄⁺. Ved høyere pH-verdier derimot, vil en større andel av NH_x finnes som ammoniakk, NH₃. Ved anvendelse av sprøytebetong i tunneldrift kan avrenningen bli svært basisk og føre til dannelse av ammoniakk (Hindar og Roseth, 2003). Ammoniakk er akutt toksisk i lave konsentrasjoner for fisk. For vannlevende organismer er det satt en PNEC-verdi for ammoniakk på 0,4 µg/L. Alabaster og Loyd (1982) anbefaler å unngå ammoniakk-konsentrasjoner over 25 µg/L.

Nitratforbindelser har ikke direkte toksisk effekt, men kan føre til overgjødning av vannmassene. Dette kan gi økt algevekst og forstyrre likevekten mellom ulike organismer i vannet. Tilstandsklassene med hensyn nitrat-nitrogen er gitt i veiledning for klassifisering av miljøtilstand i henhold til vannforskriften (Veiledning 01:2009). I marine miljøer er nitrogen ofte vekstbegrensende og tilførsel av nitrat kan føre til eutrofiering (Bækken, 1998).

Deponering av 1-2 mill. m³ utsprengt masse tilsvarer ca. 13-80 tonn nitrogen fordelt på 2 år. Det tilsvarer en tilførsel på 6,5-40 tonn per år. 3,25-20 tonn ammoniumnitrogen og like mye nitratnitrogen hvert år. Ved pH 8,2 og temperatur 20 °C vil ca. 3,6 % av ammoniumnitrogen være tilstede som ammoniakk. Det tilsvarer et utslipp av 117-720 kg ammoniakknitrogen per år.

Stavanger Havn er en del av vassdragsområdet Stavanger og Sandes kommuner som mottar vann fra Storåna, Imselva og Høleelva. Ferskvannstilførselen fra de tre nedbørsfeltene er henholdsvis 36, 172 og 18 mill. m³/år (NVE Atlas). Når tilførselen av nitrogenforbindelser fra sprengsteinsmassene fordeles på ferskvannstilførselen tilsvarer det en konsentrasjon av total nitrogen på 29-177 µg/L, fortynnet i ferskvannstilførselen. Den høyeste konsentrasjonen er i tilstandsklasse I, men økningen som følge av utslippet vil kunne føre til konsentrasjoner i høyere tilstandsklasser. Konsentrasjonen av ammoniakk vil være 0,5-3,2 µg/L. Konsentrasjonene nær deponeringen vil imidlertid være høyere. Stavanger Havn ligger forholdsvis skjermet for ferskvannstilførselen til vassdragsområdet den er en del av, og mesteparten av fortynningen av tilførte nitrogenforbindelser må kanskje skje som følge av vannutskiftning. For å oppnå en konsentrasjon av ammoniakknitrogen under 25 µg/L ved fortynning fra vannutskiftning, kreves en utskiftning av ca. 13.000-80.000 m³ vann hvert døgn. Oppholdstiden for bunnvann i Stavanger Havn er kort (dager) (Vann-

nett). Det tyder på god vannutskiftning og er med på å bidra til fortynning av konsentrasjonen av ammoniakk og andre nitrogenforbindelser. I området markert på figur 1 utskiftes ca. 192 000 m³ med vann to ganger i døgnet av tidevann alene.

Skadepotensialet fra partikler fra sprengning antas å være høyere enn fra naturlige partikler fordi de er skarpere. Mengden partikler dannet vil avhenge av sprengningsmetoden og berggrunnen. Direkte fra boring av ladehull antas dannelse av en partikkelmengde tilsvarende ca. 1 % av total tunnelmasse. Noen partikler vil bli liggende igjen, noe vil følge vann ut og noe vil være knyttet til sprengsteinen (Bækken og Dale 2011). Det har blitt målt konsentrasjoner mellom 0,3 og 6 mg SS/L i utløpet av Vangsvatnet under en utfylling (Bjerknes og Aasnes 1990). Disse konsentrasjonene er langt under anbefalte verdier. Nært utfyllingen vil konsentrasjonen være høyere.

6 Tiltaksvurderinger, beskrivelse av alternative tiltak og løsninger

Det finnes flere alternative tiltak og løsninger som kan iverksettes for å begrense risikoen spredning av forurensning dumping av masser i sjø bidrar til. Det kan være tiltak som:

- begrense sannsynlighet for oppvirvling og utlekking ved utfylling
- begrense omfanget av spredningen

6.1.1 **Null-alternativ**

Null-alternativet er beskrevet av dagens tilstand. Det er ikke iverksatt aktive tiltak for å stanse spredningen av forurensning til sjø og utenforliggende sedimenter. Denne løsningen er bare aktuelt dersom nye data kan vise at spredningen er lavere enn antatt. Det er ikke planlagt innhenting av nye data.

Fordel

- Rimelig

Ulemper

- Forurensede masser vil spres til nærliggende områder
- Sjølevende organismer som fisk kan bli påvirket

6.1.2 **Fjerning av forurenset sediment - mudring**

Det forurensede sedimentlaget kan fjernes før utfyllingsarbeidet starter. All mudring i forurenset sediment fører til stor forurensningsspredning. I tillegg krever mudringstiltak løsninger for deponering, og medfører ofte store kostnader. Det er ulike gravemetoder tilgjengelig. Noen er spesialutformet for å redusere spredning av forurensning. Aktuelle metoder er:

- Vanlig bakgraver/grabb
- Miljø grabb
- Sugemudring

6.1.2.1 **Vanlig bakgraver/grabb.**

Vanlig metode som effektivt fjerner massene på sjøbunnen.

Fordeler

- Rimelig (i forhold til andre mudremetoder)

- Effektiv

Ulemper

- Forurensede masser vil spres under mudring.
- Vil ikke forhindre spredning av plastfibre fra sprengsteinsmassene under utfylling.
- Behov for deponering- økte kostnader

6.1.2.2 Miljøgrabb.

Vanlig metode som effektivt fjerner massene på sjøbunnen med mindre spredning av partikler og porevann, men som ikke virker etter hensikten i masser som inneholder stein.

Fordeler

- Rimelig(i forhold til andre mudremetoder)
- Effektiv
- Mindre forurensing vil spres sammenlignet med vanlig bakgraver

Ulemper

- Virker ikke etter hensikten i masser som inneholder stein (vil være uegnet i store deler av dette området)
- Vil ikke forhindre spredning av plastfibre eller partikler fra sprengsteinsmassene under utfylling.
- Behov for deponering- økte kostnader

6.1.2.3 Sugemudring

Vanlig metode som effektivt fjerner fine homogene masser fra sjøbunnen, med liten spredning av partikler og porevann. Metoden genererer store mengder vann (opp til 90 %). Dette vannet vil, når sedimentene har porevannskonsentrasjoner over PNEC for sjøvann, være betydelig forurenset.

Fordel

- Mindre spredning

Ulemper

- Problemer med stein (vil være uegnet i store deler av dette området)
- Porevann må renses eller håndteres på annen måte
- Kostbart
- Vil ikke forhindre spredning av plastfibre eller partikler fra sprengsteinsmassene under utfylling.
- Behov for deponering- økte kostnader

6.1.3 Utfyllingsmetode

Valgt metode for utfylling kan redusere forurensningsspredning: Sedimentet på sjøbunnen holdes på plass. Aktuelle metoder er:

- massene legges skånsomt ned på bunnen,
- beskyttende lag av sand
- geotekstil med overdekning

6.1.3.1 Skånsom plassering av massene

Forurensningsspredningen kan reduseres når det først legges et tynnere lag av rene masser på bunnen før hoveddelen av overdekningsmassene blir plassert. Slik skånsom utlegging kan utføres med gravemaskin.

Fordel

- Mindre spredning

Ulemper

- Noe spredning må på regnes
- Økte kostnader
- Vil ikke forhindre spredning av plastfibre eller partikler fra sprengsteinsmassene under utfylling.

6.1.3.2 Beskyttende lag

Forurensningspredningen kan reduseres ved at det legges et lag med sand før plassering starter, jf. punktet ovenfor.

Fordel

- Mindre spredning

Ulemper

- Økte kostnader
- Vil ikke forhindre spredning av plastfibre eller partikler fra sprengsteinsmassene under utfylling.

6.1.3.3 Geotekstil

Forurensningspredningen kan reduseres ved å legge en geotekstil på bunnen før dumpingen starter. Ofte gjøres dette i kombinasjon med et lag med sand for å beskytte tekstilen.

Fordel

- Mindre spredning av forurensning

Ulemper

- Økte kostnader
- Vil ikke forhindre spredning av plastfibre eller partikler fra sprengsteinsmassene under utfylling.
- Ikke egnet i områder med mye stein

6.1.4 Begrense forurensningspredning

Begrense spredning innebærer flere tiltak:

- Etablering av sjete
- Siltgardin

6.1.4.1 Arbeid innenfor sjete

Arbeid innenfor sjeté vil gi effektiv beskyttelse mot spredning av forurensede partikler.

Fordeler

- Effektiv
- Kan brukes i strømutsatte områder
- Minimerer spredning av plastfiber fra sprengsteinsmassene.
- Reduksjon av partikkelspredning under utfylling bak sjetéen.

Ulempe

- Det vil bli spredning av forurensning ved utlegging av sjete
- Ikke mulig med lektertransport av masser under hele tiltaksperioden.

6.1.4.2 Siltgardin

Arbeid innenfor siltgardin som lukker inn tiltaksområdet gir effektiv begrensning av partikkelspredning, men kan slippe igjennom finfraksjonen av partikler.

Fordeler

- Effektiv begrensning av partikkelspredning
- Lett å håndtere
- Minimerer spredning av plastfiber fra sprengsteinmassene

Ulemper

- Slipper gjennom finfraksjonen
- Kostbart
- Virker ikke i strømutsatte områder.

6.1.5 **Spesielle tiltak mot spredning av plastfiber**

6.1.5.1 Oppsamlingslenser (type Buster)

Slike lenser brukes mye i oljevernberedskap.

Fordel

- Lenser vil være en god løsning for å samle opp materiale på overflaten.

Ulemper

- Begrensning i forhold til bølgehøyde.
- Stanser ikke spredning av forurensning fra sediment.

6.1.5.2 OP- skimmer.

Katamaranbåt som brukes av havnevesener og noe i oljevernberedskap. Bør kjøpes inn med tanke på senere brukere av båten, som det lokale havnevesenet.

Fordeler

- Kan effektivt samle opp søppel på vannoverflaten.
- Kan benyttes til samfunnsnyttig formål i etterkant av tiltaket.

Ulemper

- Kostbar i innkjøp.
- Stanser ikke spredning av forurensning fra sediment.

6.1.5.3 Innsamling med håv fra båt

Enkel oppsamling kan benyttes dersom det ikke blir store mengder plastfiber.

Fordel

- Enkelt, billig utstyr.

Ulemper

- Begrensning i forhold til bølgehøyde.
- Anbefales ikke dersom man ønsker å unngå forurensning av materialet i nærområdet.
- Stanser ikke spredning av forurensning fra sediment.

6.1.6 Redusere risikoen knyttet til spredning

Risikoen ved forurensingsspredning kan også reduseres på flere måter enn ved de direkte tiltaksrelaterte som er beskrevet ovenfor:

- Tidspunkt for gjennomføring
- Overvåkning
- Utestenging av biologiske verdier

6.1.6.1 Tidspunkt for gjennomføring

Ved å utføre tiltaket på tidspunkt hvor det er lite sannsynlig at viktige biologiske verdier er tilstede i resipienten, og når det er lite biologisk produksjon i havet, er det mulig å redusere risikoen forurensning.

Fordeler

- Redusere risikoen
- Billig

Ulemper

- Begrenser gjennomføringsevnen. Ved bygging av Ryfast- forbindelsen er man helt avhengig av å kunne legge ut masser i utfyllingene kontinuerlig, gjennom hele året.
- Vil ikke forhindre spredning av plastfibre eller partikler fra sprengsteinsmassene under utfylling.

6.1.6.2 Overvåkning

Ved en god overvåking vil risikoen reduseres ved at årsakene til utilsiktet spredning kan identifiseres og tiltak iverksettes.

Fordeler

- Reduserer risikoen
- Tiltak kan rask iverksettes

6.1.6.3 Beskyttelse av biologisk verdier

Det er flere måter å beskytte biologiske verdier mot påvirkning av et tiltak. I dette tilfelle vil bruk av sjete og siltgardin være relevant for å beskytte marine organismer.

6.1.7 **Kostnader**

En oversikt over mulige kostnader ved alternative tiltak er vist i tabell nedenfor.

Tabell 6 Kostnader for ulike tiltaksalternativer (Kostnadene er indikative og overordnet)

Tiltaksalternativ	Operasjoner/elementer	Kostnad kr
Null alternativet	Ingen	ingen
Mudring	Bakgraver	104 millioner (mudring og deponering, tiltaksplan Stavanger havn)
	Miljøgrabb (relativt til bakgraver)	
	Sugemudring (relativt til bakgraver), med vannrensning	
Utleggingsmetode	Skånsom med gravemaskin	
	Beskyttende lag med sand	Ca. 30 millioner (tiltaksplan Stavanger havn)
	Geotekstil	Ca. 115 millioner (tiltaksplan Stavanger havn)
Begrense spredning	Sjete	
	Siiltgardin	Ca. 200 000
Redusere risiko	Tidspunkt for gjennom føring	Ikke aktuelt for gjennomføring
	Overvåkning	100 000 +
	Beskyttelse av biologiske verdier	Jf. siltgardin, sjete

7

Anbefalt tiltak

For å forhindre spredning av forurensning under tiltaket bør det gjøres forurensningsreducerende tiltak. Anbefalingen er gjort i forhold til reduksjon i spredning av partikler, plastfibre og forurensning, mest mulig kostnads effektivt.

Det anbefales at man gjør tiltak i forbindelse med utfyllingsmetode. Dette kan være et beskyttende lag med sand før utfylling. I tillegg bør det samles opp plastfibre underveis i tiltaket for å forhindre forsøpling.

8

Overvåking

Spredning av forurensning under tiltaket bør dokumenteres gjennom overvåking. Det etableres et overvåkingsprogram i forkant av tiltaket. Spredning av forurensning under tiltaket kan dokumenteres med følgende parameter.

- Turbiditetsmålinger
- Passive prøvetakere og/eller blåskjell

9 Referanser

Alabaster og Loyd (1982). Water quality criteria for freshwater fish. 2nd ed. Butterworths, London.

Bjerknes, V og Aasnes, K-J, (1990) Anleggsarbeid på RV 13 ved Bulken i Voss kommune. Effekter på vannkvalitet og bunndyr. NIVA-rapport 2428

Bækken, Torleif og Dale, Trine, (2011) Miljørisikovurdering ved dumping av sprengstein fra vegtunnel i Vangsvatnet ved Voss. NOTAT 03.03.2011

Bækken, Torleif, (1998) Avrenning av nitrogen fra tunnelmasse, NIVA-rapport 3902-98

Direktoratsgruppa for gjennomføringen av vanndirektivet (2009). Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften.

Hindar, Atle og Roseth, Roger, (2003) E-18 gjennom sulfidberggrunn i Agder; anbefaling om avbøtende tiltak for å hindre sur avrenning og annen belastning av resipienter, NIVA-rapport 4642-2003

Karttjenesten NVE Atlas <http://atlas.nve.no>

Klif (2003). Veileder for håndtering av forurenset sediment (TA 1979/2003).

Klif (2008). Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sediment. TA 2229/2007

Klif (2011). Risikovurdering av forurenset sediment (TA-2802/2011).


Klif (2011). Bakgrunnsdokument til veiledere for risikovurdering (TA-2803/2011)

Karttjenesten Vann-nett <http://vann-nett.nve.no/saksbehandler/>

MILJØOPPFØLGINGSPROGRAM. REGULERINGSPLAN Region vest Sør-Rogaland distrikt April 2008 E39 / rv. 13 Stavanger - Solbakk

Statens vegvesen (2010). Presentasjon av Tor Geir Espedal (prosjektleder). Rv. 13 Ryfast / E39 Eiganestunnelen- status pr. 15. mars 2010

Vedlegg 1: Prøvebeskrivelse

Prøvepunkter		GPS-koordinater	Beskrivelse	Bilde
A	A 1	N58 59.418 E5 43.279	Mykt sediment, mørkt, fint, noe H2S-lukt, organisk materiale	
	A 2	N58 59.414 E5 43.275	Mykt sediment, mørkt, fint, noe H2S-lukt, organisk materiale	
	A 3	N58 59.374 E5 43.252	Mykt sediment, mørkt, fint, noe H2S-lukt, organisk materiale	
	A 4	N58 59.352 E5 43.240	Stein	
B	B 1	N58 59.333 E5 43.100	Ingenting	
	B 2	N58 59.332 E5 43.100	Alge og sediment, sand. 5 forsøk	
	B 3	N58 59.385 E5 43.105	Steinete	
	B 4	N58 59.411 E5 43.177	Sediment, sand. mørkt	

Prøvepunkter		GPS-koordinater	Beskrivelse	Bilde
C	C 1	N58 59.248 E5 43.331	Steinfylling/ hardbunn	Ikke prøve
	C 2	N58 59.265 E5 43.344	Steinfylling/ hardbunn	
D	D 1	N58 59.319 E5 43.267	Steinfylling/ hardbunn	
	D 2	N58 59.294 E5 43.261	Steinfylling/ hardbunn	
	D 3	N58 59.261 E5 43.295	Steinfylling	
	D 4	N58 59.280 E5 43.310	Mørkt grått sediment, lysere i overflaten. Svak H2S-lukt	
E	E 1	N58 59.357 E5 43.188	Ved grunne, ingen prøve steinfylling	
	E 2	N58 59.352 E5 43.191	Sand	
	E 3	N58 59.331 E5 43.189	Sand, litt prøve	
	E 4	N58 59.293 E5 43.201	Litt prøve, Sand med småstein	
	E 5	N58 59.245 E5 43.213	Ikke prøve	
	E 6	N58 59.216 E5 43.238	Ved rund fartøysmekaniske, ikke prøve	
	E 7	N58 59.212 E5 43.181	Litt sand	
	E 8	N58 59.238 E5 43.167	Prøve, bløtt materiale, litt lukt. Mest prøve fra denne stasjonen	

Prøve-punkter		GPS- koordinater	Beskrivelse	Bilde
F	F 1	N58 59.147 E5 43.223	Steinbunn	
	F 10	N58 59.188 E5 43.170	Ikke prøve	
	F 11	N58 59.143 E5 43.185	Ikke prøve	
	F 12	N58 59.160 E5 43.175	Ikke prøve	
	F 2	N58 59.148 E5 43.227	Steinbunn	
	F 3	N58 59.148 E5 43.227	Steinbunn	
	F 4	N58 59.117 E5 43.208	Ved kai, ikke prøve	
	F 5	N58 59.129 E5 43.188	Stein, ikke prøve	
	F 6	N58 59.158 E5 43.181	Sandig prøve, noe finmateriale	
	F 7	N58 59.165 E5 43.186	Stein, ikke prøve	
	F 8	N58 59.159 E5 43.178	Sand	
	F 9	N58 59.175 E5 43.175	Småstein, ikke prøve	
	G	G 1	N58 59.080 E5 43.148	
G 2		N58 59.092 E5 43.200	Hardbunn, ikke prøve	
G 3		N58 59.088 E5 43.185	Hardbunn, ikke prøve	
G 4		N58 59.074 E5 43.175	Hardbunn, ikke prøve	
G 5		N58 59.054 E5 43.105	Hardbunn, ikke prøve	
J y 2		N58 59.403 E5 42.786	Sand/ skjellsand	
J y 3		N58 59.429 E5 42.886	Stein, sediment	
J y 4		N58 59.435 E5 43.012	Mye stein, noe prøve	

Prøvepunkter		GPS-koordinater	Beskrivelse	Bilde
H	H 1	N58 59.127 E5 43.025	Sand	
	H 2	N58 59.155 E5 42.987	Sand, skjell	
	H 3	N58 59.202 E5 42.927	Stein, alger	
	H 4	N58 59.223 E5 42.921	Innslag av småstein	
	H 5	N58 59.228 E5 42.915	Stein	
	H 6	N58 59.218 E5 42.945	Hardbunn	
	H 7	N58 59.220 E5 42.954	Hardbunn	
	H 8	N58 59.191 E5 43.009	Hardbunn	
I	I 1	N58 59.198 E5 43.110	Sand, sort, noe lysere øverst	
	I 2	N58 59.199 E5 43.115	Sand, sort, noe lysere øverst	
	I 3	N58 59.240 E5 43.086	Stein, noe prøve	
	I 4	N58 59.260 E5 43.124	Sand, bøtt, noe prøve	
	I 5	N58 59.293 E5 43.069	Sand grått, skjell, stein	

Prøvepunkter		GPS-koordinater	Beskrivelse	Bilde
J indre	J i 1	N58 59.324 E5 43.036	Steinprøve	
	J i 2	N58 59.290 E5 42.972	Prøve, bløt sand	
	J i 3	N58 59.340 E5 42.909	Ved bøye, god prøve, sandig	
J ytre	J y 1	N58 59.276 E5 42.844	Småstein, sand, prøve	

Vedlegg 3: Analyseresultater

Analyserapport fra ALS Laboratory Group.



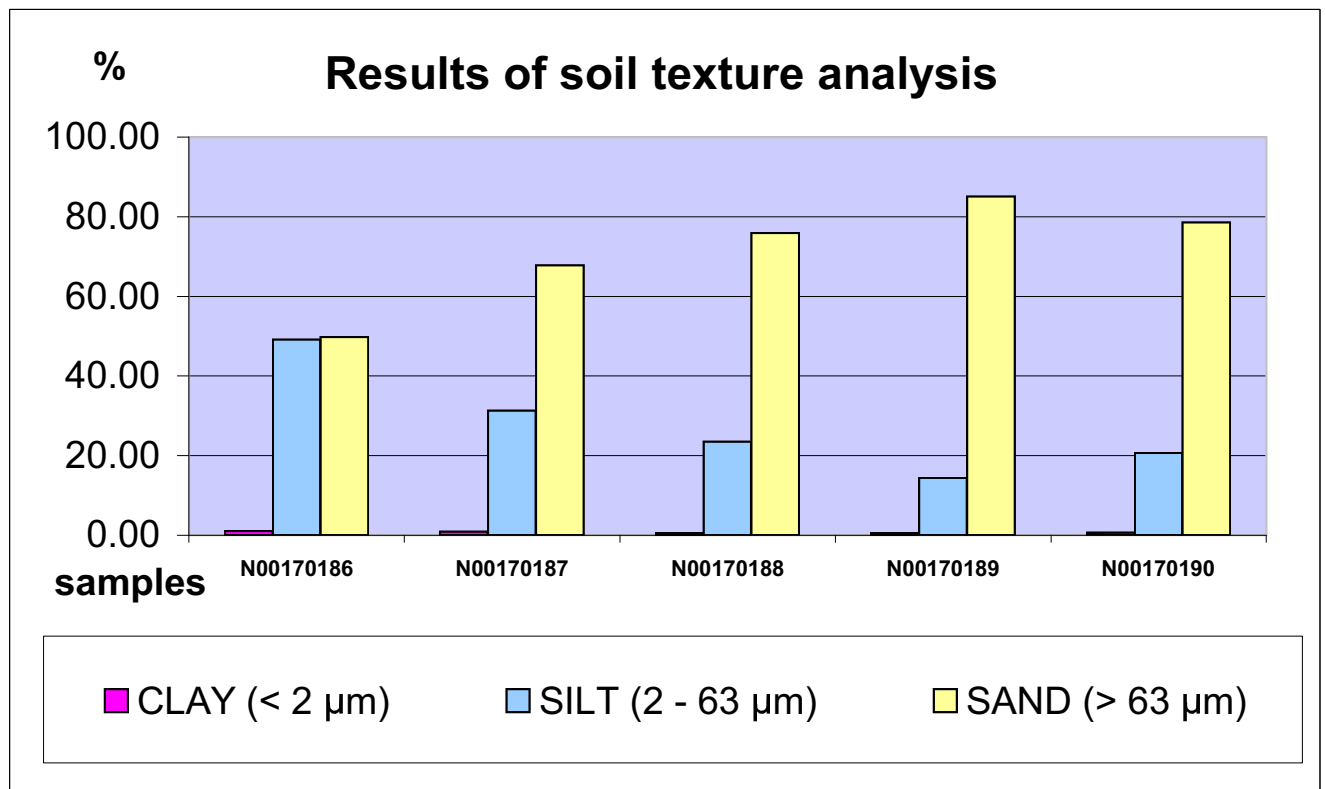
ALS Czech Republic, s.r.o., Na Harfě 336/9, 190 00 Praha 9

ALS Czech Republic, s.r.o., Laboratory Česká Lípa **Annex No. 1 to the Test Report No.: PR1143954**

Bendlova 1687/7, CZ-470 03 Česká Lípa, Czech Republic

RESULTS OF SOIL TEXTURE ANALYSIS

Sample label:	N00170186	N00170187	N00170188	N00170189	N00170190
Lab. ID:	001	002	003	004	005
Gross sample weight [g]	8.33	10.69	11.40	14.18	13.71
CLAY (< 2 µm) [%]	1.01	0.85	0.48	0.43	0.65
SILT (2 - 63 µm) [%]	49.19	31.32	23.56	14.44	20.72
SAND (> 63 µm) [%]	49.80	67.83	75.96	85.14	78.63



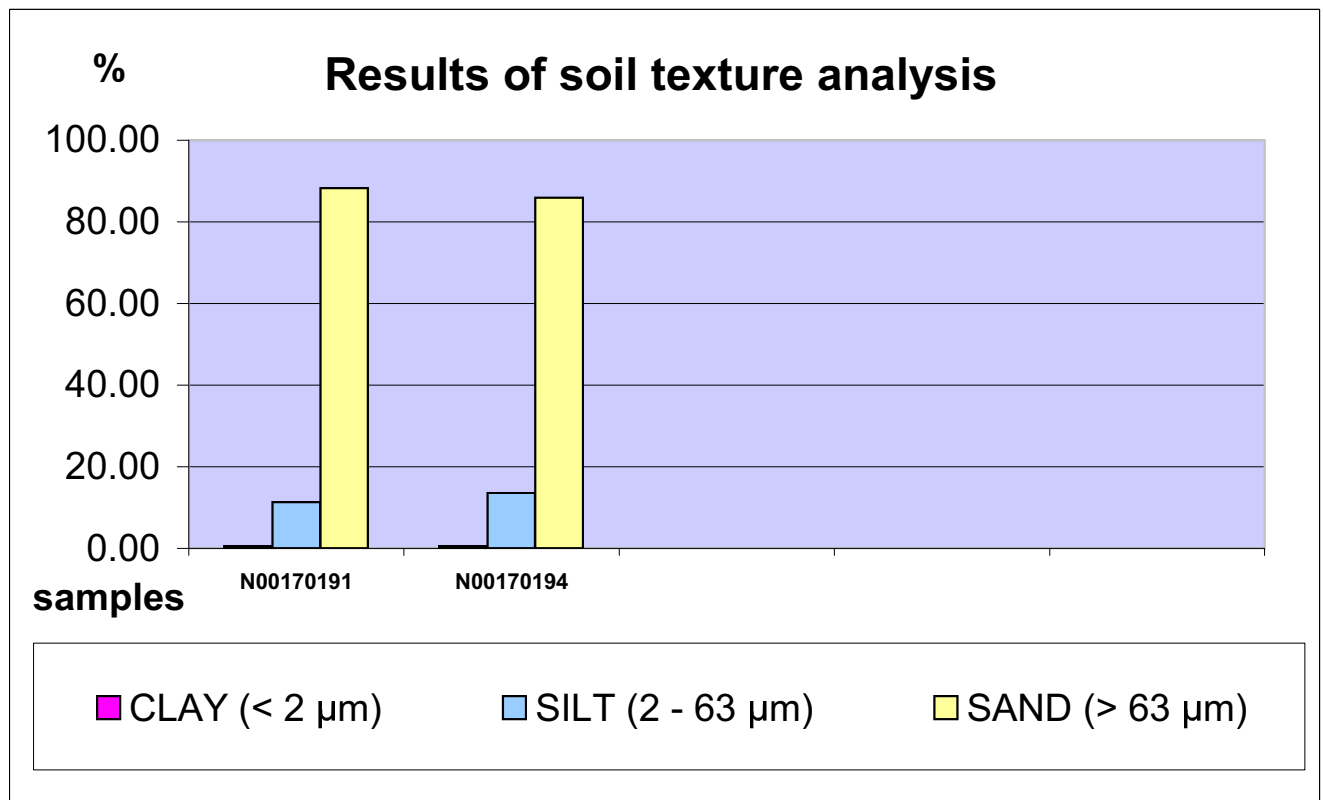
Test method specification: CZ_SOP_D06_07_120 Grain size analysis using the wet sieve analysis using laser diffraction (fraction from 2 µm to 63 mm) Fraction > 0.063 mm determined by wet sieving method, other fractions determined from the fraction "< 0.063mm" by laser particle size analyzer using liquid dispersion mode. Fractions "Sand >63 µm", "Silt 2-63 µm" and "Clay <2 µm" evaluated from measured data.

Test specification, deviations, additions to or exclusions from the test specification:



RESULTS OF SOIL TEXTURE ANALYSIS

Sample label:		N00170191	N00170194
Lab. ID:		006	007
Gross sample weight [g]		13.35	13.05
CLAY (< 2 µm) [%]		0.37	0.41
SILT (2 - 63 µm) [%]		11.35	13.62
SAND (> 63 µm) [%]		88.29	85.97



Test method specification: CZ_SOP_D06_07_120 Grain size analysis using the wet sieve analysis using laser diffraction (fraction from 2 µm to 63 mm) Fraction > 0.063 mm determined by wet sieving method, other fractions determined from the fraction "< 0.063mm" by laser particle size analyzer using liquid dispersion mode. Fractions "Sand >63 µm", "Silt 2-63 µm" and "Clay <2 µm" evaluated from measured data.

Test specification, deviations, additions to or exclusions from the test specification:



Prosjekt **Ryfast**
 Bestnr **5111687**
 Registrert **2011-10-18**
 Utstedt **2011-11-04**

Norconsult
Gunn Lise Haugestøl

Vestfjordsgt. 4
N-1338 Sandvika
Norge

Analyse av faststoff

Deres prøvenavn	Buøy A Sediment					
Labnummer	N00170186					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	49.1	4.91	%	1	1	MOBE
Kornstørrelse >63 µm	49.8	5.0	%	1	1	MOBE
Kornstørrelse <2 µm	1.0	0.1	%	1	1	MOBE
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	MOBE
TOC	2.24		% TS	1	1	MOBE
Naftalen	<0.010		mg/kg TS	1	1	MOBE
Acenaftilen	<0.010		mg/kg TS	1	1	MOBE
Acenaften	0.016	0.005	mg/kg TS	1	1	MOBE
Fluoren	<0.010		mg/kg TS	1	1	MOBE
Fenantren	0.088	0.026	mg/kg TS	1	1	MOBE
Antracen	0.019	0.006	mg/kg TS	1	1	MOBE
Fluoranten	0.236	0.071	mg/kg TS	1	1	MOBE
Pyren	0.200	0.060	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(a)antracen[^]	0.112	0.034	mg/kg TS	1	1	MOBE
Krysen[^]	0.148	0.044	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(b)fluoranten[^]	0.196	0.059	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(k)fluoranten[^]	0.124	0.037	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(a)pyren[^]	0.151	0.045	mg/kg TS	1	1	MOBE
Dibenso(ah)antracen[^]	0.038	0.011	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(ghi)perylene	0.153	0.046	mg/kg TS	1	1	MOBE
Indeno(123cd)pyren[^]	0.123	0.037	mg/kg TS	1	1	MOBE
Sum PAH-16	1.60		mg/kg TS	1	1	MOBE
Sum PAH carcinogene[^]	0.892		mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 28	<0.0014		mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 52	0.00139	0.00042	mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 101	0.00309	0.00093	mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 118	0.00230	0.00069	mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 138	0.00503	0.00151	mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 153	0.00332	0.00100	mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 180	0.00162	0.00049	mg/kg TS	1	1	MOBE
Sum PCB-7	0.0168		mg/kg TS	1	1	MOBE
As	11.0	2.20	mg/kg TS	1	1	MOBE
Pb	68.8	13.8	mg/kg TS	1	1	MOBE
Cu	65.6	13.1	mg/kg TS	1	1	MOBE
Cr	18.5	3.71	mg/kg TS	1	1	MOBE
Cd	0.24	0.05	mg/kg TS	1	1	MOBE
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1	MOBE
Ni	19.0	3.8	mg/kg TS	1	1	MOBE
Zn	158	31.7	mg/kg TS	1	1	MOBE



Deres prøvenavn		Buøy A Sediment				
Labnummer		N00170186				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (L)	44.9		%	2	V	MOBE
Monobutyltinnkation*	7.18	2.52	µg/kg TS	2	B	MOBE
Dibutyltinnkation*	37.1	11.2	µg/kg TS	2	B	MOBE
Tributyltinnkation	80.4	21.1	µg/kg TS	2	C	MOBE
PCB: forhøyet rapporteringsgrense pga matriksinterferens.						



Deres prøvenavn	Buøy B Sediment					
Labnummer	N00170187					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	61.4	6.14	%	1	1	MOBE
Kornstørrelse >63 µm	67.8	6.8	%	1	1	MOBE
Kornstørrelse <2 µm	0.8	0.08	%	1	1	MOBE
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	MOBE
TOC	3.07		% TS	1	1	MOBE
Naftalen	0.011	0.003	mg/kg TS	1	1	MOBE
Acenaftylen	0.015	0.005	mg/kg TS	1	1	MOBE
Acenaften	0.037	0.011	mg/kg TS	1	1	MOBE
Fluoren	0.029	0.009	mg/kg TS	1	1	MOBE
Fenantren	0.265	0.080	mg/kg TS	1	1	MOBE
Antracen	0.062	0.018	mg/kg TS	1	1	MOBE
Fluoranten	0.472	0.142	mg/kg TS	1	1	MOBE
Pyren	0.409	0.123	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(a)antracen^	0.283	0.085	mg/kg TS	1	1	MOBE
Krysen^	0.330	0.099	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(b)fluoranten^	0.387	0.116	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(k)fluoranten^	0.238	0.071	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(a)pyren^	0.366	0.110	mg/kg TS	1	1	MOBE
Dibenso(ah)antracen^	0.066	0.020	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(ghi)perylene	0.301	0.090	mg/kg TS	1	1	MOBE
Indeno(123cd)pyren^	0.290	0.087	mg/kg TS	1	1	MOBE
Sum PAH-16	3.56		mg/kg TS	1	1	MOBE
Sum PAH carcinogene^	1.96		mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 28	<0.0007		mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 52	<0.0007		mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 101	0.00253	0.00076	mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 118	0.00309	0.00093	mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 138	0.00526	0.00158	mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 153	0.00449	0.00135	mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 180	0.00238	0.00071	mg/kg TS	1	1	MOBE
Sum PCB-7	0.0178		mg/kg TS	1	1	MOBE
As	7.44	1.49	mg/kg TS	1	1	MOBE
Pb	52.9	10.6	mg/kg TS	1	1	MOBE
Cu	50.1	10.0	mg/kg TS	1	1	MOBE
Cr	14.7	2.94	mg/kg TS	1	1	MOBE
Cd	<0.10		mg/kg TS	1	1	MOBE
Hg	0.82	0.16	mg/kg TS	1	1	MOBE
Ni	12.9	2.6	mg/kg TS	1	1	MOBE
Zn	88.9	17.8	mg/kg TS	1	1	MOBE
Tørrstoff (L)	51.1		%	2	V	MOBE
Monobutyltinnkation*	22.8	7.80	µg/kg TS	2	B	MOBE
Dibutyltinnkation*	62.7	20.1	µg/kg TS	2	B	MOBE
Tributyltinnkation	85.5	22.6	µg/kg TS	2	C	MOBE



Deres prøvenavn	Buøy D Sediment					
Labnummer	N00170188					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	67.3	6.73	%	1	1	MOBE
Kornstørrelse >63 µm	76.0	7.6	%	1	1	MOBE
Kornstørrelse <2 µm	0.5	0.05	%	1	1	MOBE
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	MOBE
TOC	1.30		% TS	1	1	MOBE
Naftalen	<0.010		mg/kg TS	1	1	MOBE
Acenaftylen	<0.010		mg/kg TS	1	1	MOBE
Acenaften	0.039	0.012	mg/kg TS	1	1	MOBE
Fluoren	0.029	0.009	mg/kg TS	1	1	MOBE
Fenantren	0.282	0.085	mg/kg TS	1	1	MOBE
Antracen	0.047	0.014	mg/kg TS	1	1	MOBE
Fluoranten	0.720	0.216	mg/kg TS	1	1	MOBE
Pyren	0.468	0.140	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(a)antracen^	0.239	0.072	mg/kg TS	1	1	MOBE
Krysen^	0.384	0.115	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(b)fluoranten^	0.531	0.159	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(k)fluoranten^	0.261	0.078	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(a)pyren^	0.338	0.101	mg/kg TS	1	1	MOBE
Dibenso(ah)antracen^	0.061	0.018	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(ghi)perylene	0.346	0.104	mg/kg TS	1	1	MOBE
Indeno(123cd)pyren^	0.331	0.099	mg/kg TS	1	1	MOBE
Sum PAH-16	4.08		mg/kg TS	1	1	MOBE
Sum PAH carcinogene^	2.14		mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 28	<0.0007		mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 52	<0.0007		mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 101	0.00186	0.00056	mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 118	0.00102	0.00031	mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 138	0.00364	0.00109	mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 153	0.00277	0.00083	mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 180	0.00151	0.00045	mg/kg TS	1	1	MOBE
Sum PCB-7	0.0108		mg/kg TS	1	1	MOBE
As	5.28	1.06	mg/kg TS	1	1	MOBE
Pb	29.1	5.8	mg/kg TS	1	1	MOBE
Cu	35.1	7.03	mg/kg TS	1	1	MOBE
Cr	10.9	2.18	mg/kg TS	1	1	MOBE
Cd	<0.10		mg/kg TS	1	1	MOBE
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1	MOBE
Ni	30.7	6.1	mg/kg TS	1	1	MOBE
Zn	108	21.6	mg/kg TS	1	1	MOBE
Tørrstoff (L)	66.0		%	2	V	MOBE
Monobutyltinnkation*	6.13	2.07	µg/kg TS	2	B	MOBE
Dibutyltinnkation*	17.1	5.43	µg/kg TS	2	B	MOBE
Tributyltinnkation	41.1	10.8	µg/kg TS	2	C	MOBE



Deres prøvenavn	Buøy E Sediment					
Labnummer	N00170189					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	70.6	7.06	%	1	1	MOBE
Kornstørrelse >63 µm	85.1	8.5	%	1	1	MOBE
Kornstørrelse <2 µm	0.4	0.04	%	1	1	MOBE
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	MOBE
TOC	2.00		% TS	1	1	MOBE
Naftalen	0.014	0.004	mg/kg TS	1	1	MOBE
Acenaftylen	<0.010		mg/kg TS	1	1	MOBE
Acenaften	0.028	0.008	mg/kg TS	1	1	MOBE
Fluoren	0.016	0.005	mg/kg TS	1	1	MOBE
Fenantren	0.120	0.036	mg/kg TS	1	1	MOBE
Antracen	0.023	0.007	mg/kg TS	1	1	MOBE
Fluoranten	0.199	0.060	mg/kg TS	1	1	MOBE
Pyren	0.172	0.052	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(a)antracen^	0.108	0.032	mg/kg TS	1	1	MOBE
Krysen^	0.131	0.039	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(b)fluoranten^	0.196	0.059	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(k)fluoranten^	0.101	0.030	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(a)pyren^	0.143	0.043	mg/kg TS	1	1	MOBE
Dibenso(ah)antracen^	0.035	0.010	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(ghi)perylene	0.122	0.037	mg/kg TS	1	1	MOBE
Indeno(123cd)pyren^	0.110	0.033	mg/kg TS	1	1	MOBE
Sum PAH-16	1.52		mg/kg TS	1	1	MOBE
Sum PAH carcinogene^	0.824		mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 28	<0.0007		mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 52	<0.0007		mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 101	0.00109	0.00033	mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 118	0.00127	0.00038	mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 138	0.00222	0.00066	mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 153	0.00180	0.00054	mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 180	0.00081	0.00024	mg/kg TS	1	1	MOBE
Sum PCB-7	0.00719		mg/kg TS	1	1	MOBE
As	5.57	1.11	mg/kg TS	1	1	MOBE
Pb	38.4	7.7	mg/kg TS	1	1	MOBE
Cu	34.9	6.99	mg/kg TS	1	1	MOBE
Cr	12.6	2.53	mg/kg TS	1	1	MOBE
Cd	<0.10		mg/kg TS	1	1	MOBE
Hg	0.25	0.05	mg/kg TS	1	1	MOBE
Ni	12.8	2.6	mg/kg TS	1	1	MOBE
Zn	93.2	18.6	mg/kg TS	1	1	MOBE
Tørrstoff (L)	77.1		%	2	V	MOBE
Monobutyltinnkation*	14.5	4.93	µg/kg TS	2	B	MOBE
Dibutyltinnkation*	31.9	9.76	µg/kg TS	2	B	MOBE
Tributyltinnkation	63.0	16.6	µg/kg TS	2	C	MOBE



Deres prøvenavn	Buøy F Sediment					
Labnummer	N00170190					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	70.8	7.08	%	1	1	MOBE
Kornstørrelse >63 µm	78.6	7.9	%	1	1	MOBE
Kornstørrelse <2 µm	0.6	0.06	%	1	1	MOBE
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	MOBE
TOC	1.41		% TS	1	1	MOBE
Naftalen	0.122	0.037	mg/kg TS	1	1	MOBE
Acenaftylen	<0.010		mg/kg TS	1	1	MOBE
Acenaften	0.168	0.050	mg/kg TS	1	1	MOBE
Fluoren	0.102	0.030	mg/kg TS	1	1	MOBE
Fenantren	0.667	0.200	mg/kg TS	1	1	MOBE
Antracen	0.072	0.022	mg/kg TS	1	1	MOBE
Fluoranten	0.746	0.224	mg/kg TS	1	1	MOBE
Pyren	0.592	0.178	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(a)antracen^	0.271	0.081	mg/kg TS	1	1	MOBE
Krysen^	0.322	0.096	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(b)fluoranten^	0.439	0.132	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(k)fluoranten^	0.169	0.051	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(a)pyren^	0.289	0.087	mg/kg TS	1	1	MOBE
Dibenso(ah)antracen^	0.055	0.016	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(ghi)perylene	0.210	0.063	mg/kg TS	1	1	MOBE
Indeno(123cd)pyren^	0.206	0.062	mg/kg TS	1	1	MOBE
Sum PAH-16	4.43		mg/kg TS	1	1	MOBE
Sum PAH carcinogene^	1.75		mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 28	<0.0007		mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 52	<0.0007		mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 101	0.00158	0.00047	mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 118	0.00160	0.00048	mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 138	0.00262	0.00078	mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 153	0.00166	0.00050	mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 180	0.00092	0.00027	mg/kg TS	1	1	MOBE
Sum PCB-7	0.00838		mg/kg TS	1	1	MOBE
As	9.98	2.00	mg/kg TS	1	1	MOBE
Pb	82.4	16.5	mg/kg TS	1	1	MOBE
Cu	73.3	14.7	mg/kg TS	1	1	MOBE
Cr	23.6	4.72	mg/kg TS	1	1	MOBE
Cd	<0.10		mg/kg TS	1	1	MOBE
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1	MOBE
Ni	31.1	6.2	mg/kg TS	1	1	MOBE
Zn	317	63.4	mg/kg TS	1	1	MOBE
Tørrstoff (L)	70.7		%	2	V	MOBE
Monobutyltinnkation*	13.0	4.42	µg/kg TS	2	B	MOBE
Dibutyltinnkation*	25.7	8.02	µg/kg TS	2	B	MOBE
Tributyltinnkation	93.9	24.5	µg/kg TS	2	C	MOBE



Deres prøvenavn	Buøy H Sediment					
Labnummer	N00170191					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	71.7	7.17	%	1	1	MOBE
Kornstørrelse >63 µm	88.3	8.8	%	1	1	MOBE
Kornstørrelse <2 µm	0.4	0.04	%	1	1	MOBE
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	MOBE
TOC	1.77		% TS	1	1	MOBE
Naftalen	0.042	0.012	mg/kg TS	1	1	MOBE
Acenaftylen	0.030	0.009	mg/kg TS	1	1	MOBE
Acenaften	0.053	0.016	mg/kg TS	1	1	MOBE
Fluoren	0.047	0.014	mg/kg TS	1	1	MOBE
Fenantren	0.277	0.083	mg/kg TS	1	1	MOBE
Antracen	0.082	0.025	mg/kg TS	1	1	MOBE
Fluoranten	0.553	0.166	mg/kg TS	1	1	MOBE
Pyren	0.491	0.147	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(a)antracen^	0.430	0.129	mg/kg TS	1	1	MOBE
Krysen^	0.404	0.121	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(b)fluoranten^	0.672	0.201	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(k)fluoranten^	0.387	0.116	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(a)pyren^	0.522	0.156	mg/kg TS	1	1	MOBE
Dibenso(ah)antracen^	0.081	0.024	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(ghi)perylene	0.348	0.104	mg/kg TS	1	1	MOBE
Indeno(123cd)pyren^	0.335	0.100	mg/kg TS	1	1	MOBE
Sum PAH-16	4.75		mg/kg TS	1	1	MOBE
Sum PAH carcinogene^	2.83		mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 28	<0.0007		mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 52	<0.0007		mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 101	0.00087	0.00026	mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 118	0.00099	0.00030	mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 138	0.00212	0.00064	mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 153	0.00147	0.00044	mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 180	0.00093	0.00028	mg/kg TS	1	1	MOBE
Sum PCB-7	0.00638		mg/kg TS	1	1	MOBE
As	8.23	1.64	mg/kg TS	1	1	MOBE
Pb	54.7	10.9	mg/kg TS	1	1	MOBE
Cu	67.7	13.5	mg/kg TS	1	1	MOBE
Cr	18.0	3.61	mg/kg TS	1	1	MOBE
Cd	<0.10		mg/kg TS	1	1	MOBE
Hg	0.49	0.10	mg/kg TS	1	1	MOBE
Ni	29.2	5.8	mg/kg TS	1	1	MOBE
Zn	123	24.7	mg/kg TS	1	1	MOBE
Tørrstoff (L)	70.4		%	2	V	MOBE
Monobutyltinnkation*	20.1	6.86	µg/kg TS	2	B	MOBE
Dibutyltinnkation*	28.3	8.58	µg/kg TS	2	B	MOBE
Tributyltinnkation	68.4	18.0	µg/kg TS	2	C	MOBE



Deres prøvenavn	Buøy I Sediment					
Labnummer	N00170192					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	76.3	7.63	%	1	1	JVHH
Vanninnhold	23.7	2.37	%	1	1	JVHH
Kornstørrelse <63 µm	-----		%	1	1	JVHH
Kornstørrelse >63 µm	-----		%	1	1	JVHH
Kornstørrelse <2 µm	-----		%	1	1	JVHH
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	JVHH
TOC	2.07		% TS	1	1	JVHH
Naftalen	0.014	0.004	mg/kg TS	1	1	JVHH
Acenaftalen	<0.010		mg/kg TS	1	1	JVHH
Acenaften	0.032	0.010	mg/kg TS	1	1	JVHH
Fluoren	0.019	0.006	mg/kg TS	1	1	JVHH
Fenantren	0.164	0.049	mg/kg TS	1	1	JVHH
Antracen	0.036	0.011	mg/kg TS	1	1	JVHH
Fluoranten	0.322	0.097	mg/kg TS	1	1	JVHH
Pyren	0.237	0.071	mg/kg TS	1	1	JVHH
Benso(a)antracen^	0.180	0.054	mg/kg TS	1	1	JVHH
Krysen^	0.187	0.056	mg/kg TS	1	1	JVHH
Benso(b)fluoranten^	0.245	0.074	mg/kg TS	1	1	JVHH
Benso(k)fluoranten^	0.142	0.042	mg/kg TS	1	1	JVHH
Benso(a)pyren^	0.240	0.072	mg/kg TS	1	1	JVHH
Dibenso(ah)antracen^	0.062	0.018	mg/kg TS	1	1	JVHH
Benso(ghi)perylene	0.188	0.056	mg/kg TS	1	1	JVHH
Indeno(123cd)pyren^	0.174	0.052	mg/kg TS	1	1	JVHH
Sum PAH-16	2.24		mg/kg TS	1	1	JVHH
Sum PAH carcinogene^	1.23		mg/kg TS	1	1	JVHH
PCB 28	<0.0007		mg/kg TS	1	1	JVHH
PCB 52	<0.0007		mg/kg TS	1	1	JVHH
PCB 101	0.00122	0.00037	mg/kg TS	1	1	JVHH
PCB 118	0.00141	0.00042	mg/kg TS	1	1	JVHH
PCB 138	0.00271	0.00081	mg/kg TS	1	1	JVHH
PCB 153	0.00195	0.00058	mg/kg TS	1	1	JVHH
PCB 180	0.00084	0.00025	mg/kg TS	1	1	JVHH
Sum PCB-7	0.00813		mg/kg TS	1	1	JVHH
As	7.93	1.59	mg/kg TS	1	1	JVHH
Pb	60.6	12.1	mg/kg TS	1	1	JVHH
Cu	52.9	10.6	mg/kg TS	1	1	JVHH
Cr	17.7	3.53	mg/kg TS	1	1	JVHH
Cd	<0.10		mg/kg TS	1	1	JVHH
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1	JVHH
Ni	14.6	2.9	mg/kg TS	1	1	JVHH
Zn	196	39.3	mg/kg TS	1	1	JVHH
Tørrstoff (L)	64.3		%	2	V	MOBE
Monobutyltinnkation*	18.0	6.09	µg/kg TS	2	B	MOBE
Dibutyltinnkation*	29.5	9.12	µg/kg TS	2	B	MOBE
Tributyltinnkation	43.3	11.4	µg/kg TS	2	C	MOBE

Prøve knust i tranport til lab.



Deres prøvenavn	Buøy J ytre Sediment					
Labnummer	N00170193					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	80.8	8.08	%	1	1	JVHH
Vanninnhold	19.2	1.92	%	1	1	JVHH
Kornstørrelse <63 µm	-----		%	1	1	JVHH
Kornstørrelse >63 µm	-----		%	1	1	JVHH
Kornstørrelse <2 µm	-----		%	1	1	JVHH
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	JVHH
TOC	2.72		% TS	1	1	JVHH
Naftalen	<0.010		mg/kg TS	1	1	JVHH
Acenaftylen	<0.010		mg/kg TS	1	1	JVHH
Acenaften	0.019	0.006	mg/kg TS	1	1	JVHH
Fluoren	0.011	0.003	mg/kg TS	1	1	JVHH
Fenantren	0.102	0.031	mg/kg TS	1	1	JVHH
Antracen	0.032	0.010	mg/kg TS	1	1	JVHH
Fluoranten	0.202	0.060	mg/kg TS	1	1	JVHH
Pyren	0.166	0.050	mg/kg TS	1	1	JVHH
Benso(a)antracene^	0.128	0.038	mg/kg TS	1	1	JVHH
Krysen^	0.135	0.040	mg/kg TS	1	1	JVHH
Benso(b)fluoranten^	0.166	0.050	mg/kg TS	1	1	JVHH
Benso(k)fluoranten^	0.115	0.034	mg/kg TS	1	1	JVHH
Benso(a)pyrene^	0.166	0.050	mg/kg TS	1	1	JVHH
Dibenso(ah)antracene^	0.044	0.013	mg/kg TS	1	1	JVHH
Benso(ghi)perylene	0.124	0.037	mg/kg TS	1	1	JVHH
Indeno(123cd)pyrene^	0.118	0.035	mg/kg TS	1	1	JVHH
Sum PAH-16	1.53		mg/kg TS	1	1	JVHH
Sum PAH carcinogene^	0.872		mg/kg TS	1	1	JVHH
PCB 28	<0.0007		mg/kg TS	1	1	JVHH
PCB 52	0.00166	0.00050	mg/kg TS	1	1	JVHH
PCB 101	0.00406	0.00122	mg/kg TS	1	1	JVHH
PCB 118	0.00328	0.00098	mg/kg TS	1	1	JVHH
PCB 138	0.00507	0.00152	mg/kg TS	1	1	JVHH
PCB 153	0.00328	0.00098	mg/kg TS	1	1	JVHH
PCB 180	0.00102	0.00031	mg/kg TS	1	1	JVHH
Sum PCB-7	0.0184		mg/kg TS	1	1	JVHH
As	3.38	0.68	mg/kg TS	1	1	JVHH
Pb	28.2	5.6	mg/kg TS	1	1	JVHH
Cu	20.2	4.05	mg/kg TS	1	1	JVHH
Cr	6.52	1.30	mg/kg TS	1	1	JVHH
Cd	<0.10		mg/kg TS	1	1	JVHH
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1	JVHH
Ni	5.4	1.1	mg/kg TS	1	1	JVHH
Zn	38.5	7.7	mg/kg TS	1	1	JVHH
Tørrstoff (L)	68.7		%	2	V	MOBE
Monobutyltinnkation*	11.5	3.92	µg/kg TS	2	B	MOBE
Dibutyltinnkation*	15.6	5.15	µg/kg TS	2	B	MOBE
Tributyltinnkation	37.4	9.79	µg/kg TS	2	C	MOBE

Prøve knust i tranport til lab.



Deres prøvenavn	Buøy J indre Sediment					
Labnummer	N00170194					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	67.8	6.78	%	1	1	MOBE
Kornstørrelse >63 µm	86.0	8.6	%	1	1	MOBE
Kornstørrelse <2 µm	0.4	0.04	%	1	1	MOBE
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	MOBE
TOC	2.24		% TS	1	1	MOBE
Naftalen	0.020	0.006	mg/kg TS	1	1	MOBE
Acenaftalen	0.018	0.005	mg/kg TS	1	1	MOBE
Acenaften	0.035	0.011	mg/kg TS	1	1	MOBE
Fluoren	0.024	0.007	mg/kg TS	1	1	MOBE
Fenantren	0.219	0.066	mg/kg TS	1	1	MOBE
Antracen	0.059	0.018	mg/kg TS	1	1	MOBE
Fluoranten	0.448	0.134	mg/kg TS	1	1	MOBE
Pyren	0.371	0.111	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(a)antracen^	0.248	0.074	mg/kg TS	1	1	MOBE
Krysen^	0.288	0.086	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(b)fluoranten^	0.417	0.125	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(k)fluoranten^	0.225	0.068	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(a)pyren^	0.324	0.097	mg/kg TS	1	1	MOBE
Dibenso(ah)antracen^	0.055	0.016	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(ghi)perylene	0.247	0.074	mg/kg TS	1	1	MOBE
Indeno(123cd)pyren^	0.252	0.076	mg/kg TS	1	1	MOBE
Sum PAH-16	3.25		mg/kg TS	1	1	MOBE
Sum PAH carcinogene^	1.81		mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 28	<0.0007		mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 52	<0.0007		mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 101	0.00160	0.00048	mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 118	0.00187	0.00056	mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 138	0.00356	0.00107	mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 153	0.00247	0.00074	mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 180	0.00144	0.00043	mg/kg TS	1	1	MOBE
Sum PCB-7	0.0109		mg/kg TS	1	1	MOBE
As	7.29	1.46	mg/kg TS	1	1	MOBE
Pb	40.3	8.0	mg/kg TS	1	1	MOBE
Cu	39.5	7.91	mg/kg TS	1	1	MOBE
Cr	15.9	3.19	mg/kg TS	1	1	MOBE
Cd	<0.10		mg/kg TS	1	1	MOBE
Hg	0.29	0.06	mg/kg TS	1	1	MOBE
Ni	13.9	2.8	mg/kg TS	1	1	MOBE
Zn	83.4	16.7	mg/kg TS	1	1	MOBE
Tørrstoff (L)	62.5		%	2	V	MOBE
Monobutyltinnkation*	23.6	7.99	µg/kg TS	2	B	MOBE
Dibutyltinnkation*	40.7	13.0	µg/kg TS	2	B	MOBE
Tributyltinnkation	76.2	20.1	µg/kg TS	2	C	MOBE



* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

Metodespesifikasjon	
1	<p>Analyse av sediment basispakke - del 1</p> <p>Bestemmelse av Vanninnhold</p> <p>Metode: ISO 760 Kvantifikasjonsgrense: 0,010 % Deteksjon og kvantifisering: Karl Fischer</p> <p>Bestemmelse av Kornfordeling (<63 µm, >63 µm og <2 µm)</p> <p>Metode: CZ_SOP_D06_07_N11 Kvantifikasjonsgrense: 0,10 %</p> <p>Bestemmelse av TOC</p> <p>Metode: DIN ISO 10694, CSN EN 13137 Kvantifikasjonsgrense: 0,010%TS Deteksjon og kvantifisering: Coulometrisk bestemmelse</p> <p>Analyse av polysykliske aromatiske hydrokarboner, PAH-16</p> <p>Metode: EPA 8270/8131/8091, ISO 6468 Kvantifikasjonsgrenser: 0,010 mg/kg TS Deteksjon og kvantifisering: GC/MSD</p> <p>Analyse av polyklorerte bifenyler, PCB-7</p> <p>Metode: DIN 38407-del 2, EPA 8082. Deteksjon og kvantifisering: GC-MSD Kvantifikasjonsgrenser: 0,002 mg/kg TS</p> <p>Analyse av metaller, M-1C</p> <p>Metode: EPA 200.7, ISO 11885 Deteksjon og kvantifisering: ICP-AES Kvantifikasjonsgrenser: As(0.50), Cd(0.10), Cr(0.25), Cu(0.10), Pb(1.0), Hg(0.20), Ni(5.0), Zn(1.0) alle enheter i mg/kg TS</p>
2	<p>Bestemmelse av tinnorganiske forbindelser.</p> <p>Metode: DIN 19744 Ekstraksjon: Metanol/heksan Rensing: Alumina Derivativering: Na tetraetyl borat (NaBEt4) Deteksjon og kvantifisering: GC-AED Kvantifikasjonsgrenser: 1 µg/kg TS Note: Monobutyltinnkation og dibutyltinnkation er ikke akkreditert.</p>



	Godkjenner
JVHH	Janken Hald
MOBE	Monica Bendiksen

	Underleverandør ¹
B	GC-ICP-MS
C	GC-ICP-MS
V	Våtkemi
1	<p>Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekia</p> <p>Lokalisering av andre ALS laboratorier:</p> <p>Ceska Lipa Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa Pardubice V Raji 906, 530 02 Pardubice</p> <p>Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163.</p> <p>Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon</p>

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 konfidensinterval 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

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).

Vedlegg 5

Grunnundersøkingar

- *Rv13 Ryfast – Sjøfylling Buøy: Grunnundersøkelser. Grunnforhold. Datarapport. 216366-RIG-RAP [UTDRAG] (Multiconsult/ SVV, 2012)*
- *«Rv13 Ryfast og E39 Eiganestunnelen Utfylling av sprengsteinmasser Buøy. Grunnforhold. Geotekniske og miljøtekniske vurderinger» Multiconsult 2009*

Notat

Oppdrag:	Rv 13 RYFAST og E39 Eiganestunnelen	Dato:	9. september 2009
Emne:	Utfylling av sprengsteinsmasser Buøy. Grunnforhold. Geotekniske og miljøtekniske vurderinger	Oppdr.nr.:	212751-1-116
Til:	Statens vegvesen Region Vest	Bjørn Åmdal	
Kopi:			
Utarbeidet av:	Øyvind Riste	Sign.:	
Kontrollert av:	Ove Færgestad	Sign.:	
Godkjent av:	Øyvind Riste	Sign.:	
<p>Sammendrag:</p> <p>Et av flere alternativer i forbindelse med de arbeidene som pågår for å vurdere håndteringen av sprengsteinsmassene fra Ryfasttunnelene (Hundvågtunnelen og Solbakkunnelen) og Eiganestunnelen, er å foreta utfylling i sjøområdet på vestsiden av Buøy. Sjødybden i det aktuelle området er oppimot 30 m, og grunnen består i det alt vesentlige av morenemateriale (sandige- og grusige masser med en del blokk). Ut fra de utførte grunnboringene er morenemassene faste til meget faste. Løsmassemektheten er oppimot 25-30 m, men det er flere partier med oppstikkende fast fjell. Sjøbunnen har slak helning. Grunnboringene viser i tillegg at det på sjøbunnen, over morenemassene, ligger 0.5-2 m bløte masser (gytjige/sandige). De refleksjonsseismiske undersøkelsene indikerer videre at det i to lokale partier finnes lommer med sorterte sand-, silt- og leirmasser.</p> <p>Det øvre laget med mektighet 0.5-2 m bestående av bløte, antatt gytjige og sandige masser, antas ikke å ville medføre geotekniske problemer ved en utfylling. Disse vil i noen grad bli fortrent under utfylling, og mektigheten er vesentlig for liten til å medføre stabilitetsproblemer. Tilsvarende gjelder for lokale lommer av lagdelte sand-, silt- eller leirmasser. Disse ligger lokalt i lommer omgitt av faste masser/fjell. I tillegg er sjøbunnsbelningen slak. Disse vil ikke medføre andre konsekvenser enn lokalt noe større setninger i den ferdige utfyllingen sammenlignet med i de områdene hvor det fylles direkte på fjell eller hvor sjøbunnen i sin helhet består av fastere morenemasser. Foreliggende data om grunnforholdene og sjøbunnsbelningen i området tilsier at en eventuell utfylling vil bli liggende med god sikkerhet mot utglidning. Det aktuelle området er således velegnet geoteknisk sett for en større utfylling.</p> <p>Sjøfronten i utfyllingen må erosjonssikres (plastres).</p> <p>De kjemiske analysene viser at sjøbunnen i området er sterkt til meget sterkt forurenset av PAH (polysykliske aromatiske hydrokarboner - "tjærestoffer") og B(a)P (benzoapyren), samt at enkelte av prøvene er markert forurenset av tungmetallene bly, kvikksølv, kadmium og sink, samt PCB. Utførte undersøkelser av forurensningstilstanden i sjøbunnsedimentene indikerer at forurensningen er lokalisert i de øvre 20-30 cm. Forurensningstilstanden i sjøbunnsedimentene i det aktuelle området vest for Buøy er ikke noe særtilfelle for Stavanger havneområde. Forurensningstilstanden flere andre steder i Stavanger havneområde er på tilsvarende nivå. I forbindelse med andre utfyllingsprosjekter under tilsvarende forhold er det gitt tillatelse til utfylling på vilkår av at sjøbunnen tildekkes med et sand/gruslag eller fiberduk, eventuelt at det i tillegg installeres et siltskjørt rundt utfyllingsområdet.</p> <p>Mudring har normalt ikke vært påkrevd, men det som kan aktualisere mudring, er at det i en utfyllingstillatelse stilles krav om at utfylling må foregå innenfor et omsluttende siltskjørt. Slike siltskjørt er vanskelige å håndtere på de sjødybdene og under de strømningsforholdene som er i Byfjorden. Utfylling kan da utføres etter at de øverste 30 cm er mudret. Ved å benytte en spesialgrabb ("miljøgrabb") kan mudring utføres uten bruk av siltskjørt. Alternativet til denne løsningen er å etablere en sjete av sprengsteinsmasser rundt utfyllingsområdet. Forut for etablering av denne sjeteen mudres de øverste 30 cm av sjøbunnen under selve sjeteen, eventuelt legges det ut en fiberduk før utfylling. Sjeteen vil fungere som en barriere for forurensningsspredning fra de påfølgende utfyllingsarbeidene på innsiden av sjeteen, slik at disse kan utføres uten mudring av det forurensete topplaget. For å hindre spredning av oppvirkede forurensete sjøbunnsedimenter ut åpningen av sjeteen, kan det installeres et neddykket siltskjørt her.</p> <p>En av endringene i Forurensningsforskriftens kapittel 2, den såkalte bygge- og graveforskriften, som trådte i kraft 1. juli 2009, er at definisjonen av forurenset grunn nå også inkluderer "Grunn som danner syre eller andre stoffer som kan medføre forurensning i kontakt med vann og/eller luft, regnes som forurenset grunn dersom ikke annet blir dokumentert". Fylltitten i Stavangerområdet (som Hundvågtunnelen og Eiganestunnelen vil gå gjennom) har et høyt innhold av arsen. Fylltitten er imidlertid ikke en reaktiv bergart, og det vil ved utfylling ikke oppstå kjemiske reaksjoner som frigjør arsen. Fylltitten i Stavanger området faller således ikke under definisjonen av forurenset grunn.</p>			

7. Det Norske Veritas rapport nr. 2003-0067. Kartlegging av miljøgifter i Bangarvågen og Vågen i Stavanger Havn.
8. Fylkesmannen i Rogaland rapport september 2003. Stavanger Havn - Oppsummerende rapport. Forslag til videre arbeider.

3. Skisserte planer

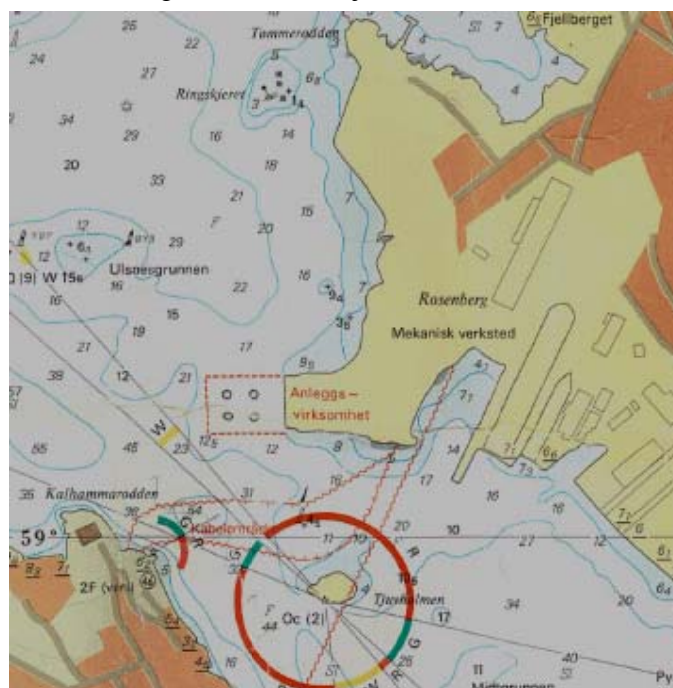
Figur 2 viser tre alternative utfyllingsplaner. Det presiseres at de skisserte planene er på et tidlig stadium og kun vist for å illustrere mulige alternativer for utfyllinger.



Figur 2 Tre alternative utfyllinger

4. Dybdeforhold

Sjødybden i det planlagte utfyllingsområdet er vel 30 m sentralt i utfyllingsområdet, stigende både mot Ulsnesgrunnen i vest, Tømmerodden og Ringskjeret i nord og kaiområdet til Rosenberg verft i sørøst, kfr. figur 3 (utsnitt av sjøkart).



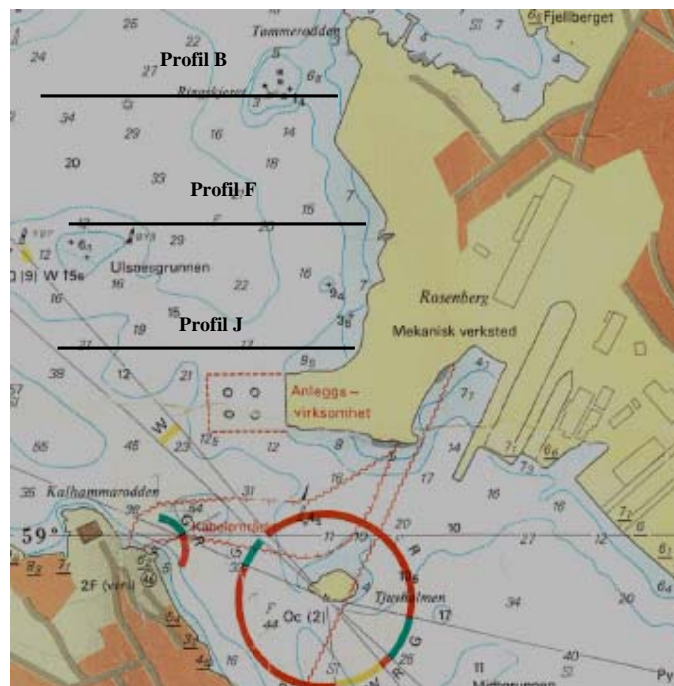
Figur 3

5. Grunnforhold

Grunnen i sjøbunnsområdet består i det alt vesentlige av morenemateriale (sandige- og grusige masser med en del blokk). Ut fra de utførte grunnboringene er morenemassene faste til meget faste. Grunnboringene viser i tillegg at det i deler av sjøbunnsområdet, over morenemassene, ligger 0.5-2 m bløte masser (gyttjige/sandige masser). De refleksjonsseismiske undersøkelsene indikerer videre at det i to lokale partier finnes lommer med sorterte sand-, silt- og leirmasser.

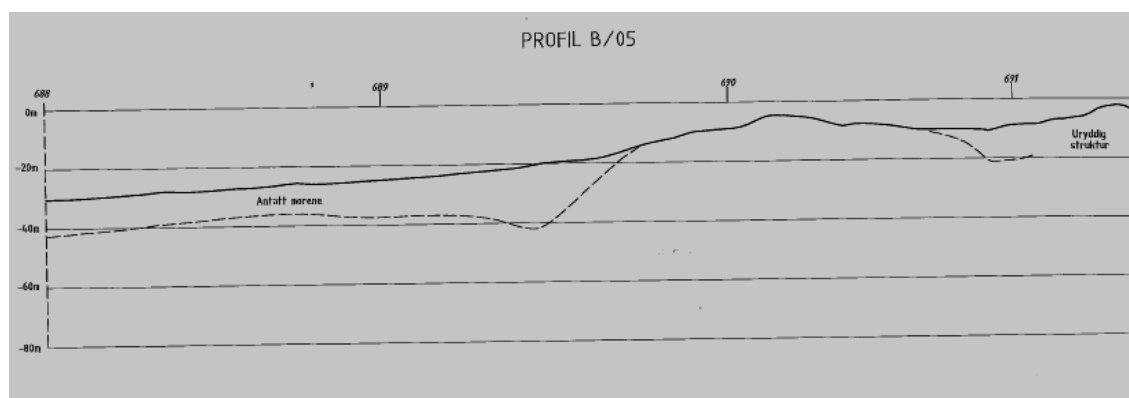
Løsmassemektingen er oppimot 25-30 m, med oppstikkende fjell flere steder.

På figurene 5-7 har vi vist tre typiske profiler fra det aktuelle sjøbunnsområdet. Profilene er hentet fra rapporten fra de refleksjonsseismiske undersøkelsene. Beliggenheten av disse profilene fremgår av figur 4.

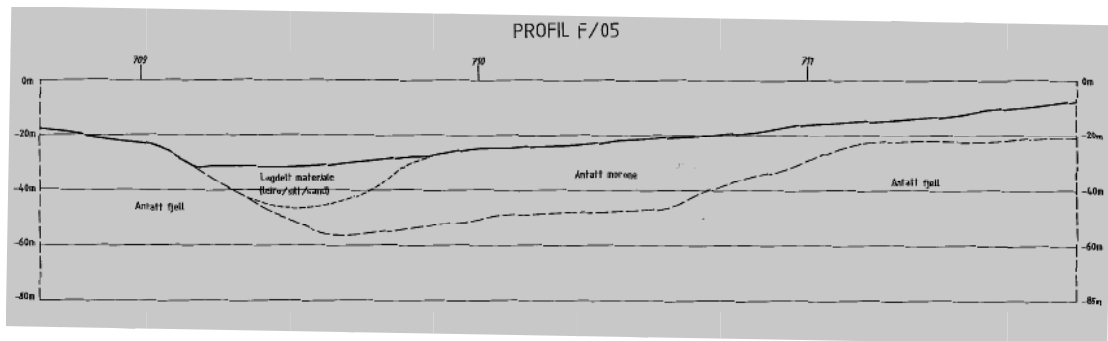


Figur 4 Beliggenheten av profil B, F og J i rapport fra GEOMAP AS.

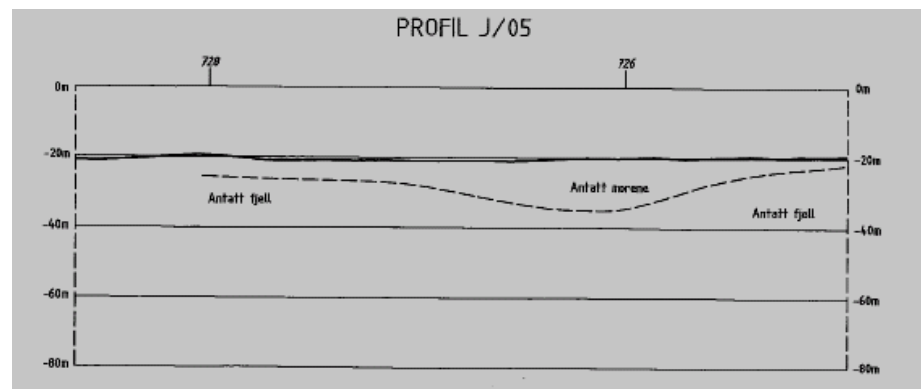
Som det fremgår av figurene 5-7 heller sjøbunnen slakt utover, og i deler av sjøområdet er det oppstikkende grunner (Ulsnesgrunnen i vest og Ringskjeret i nord).



Figur 5



Figur 6



Figur 7

6. Geoteknisk vurdering

Foreliggende data om grunnforholdene indikerer at grunnen under sjøbunnen domineres av faste til meget faste morenemasser og oppstikkende fjell flere steder. Sjøbunnen antas videre å ligge med slak helning. Dette tilsier at en eventuell utfylling vil bli liggende med god sikkerhet mot utglidning.

Det øvre laget med mektighet 0,5-2 m bestående av bløte, antatt gytjige- og sandige masser, som forekommer i deler av sjøbunnsområdet, antas ikke å ville medføre problemer ved en utfylling. Disse vil i noen grad bli fortrent under utfylling, og mektigheten er vesentlig for liten til å medføre stabilitetsproblemer (kfr. pkt. 8 for betydningen disse har for de miljøtekniske tiltakene).

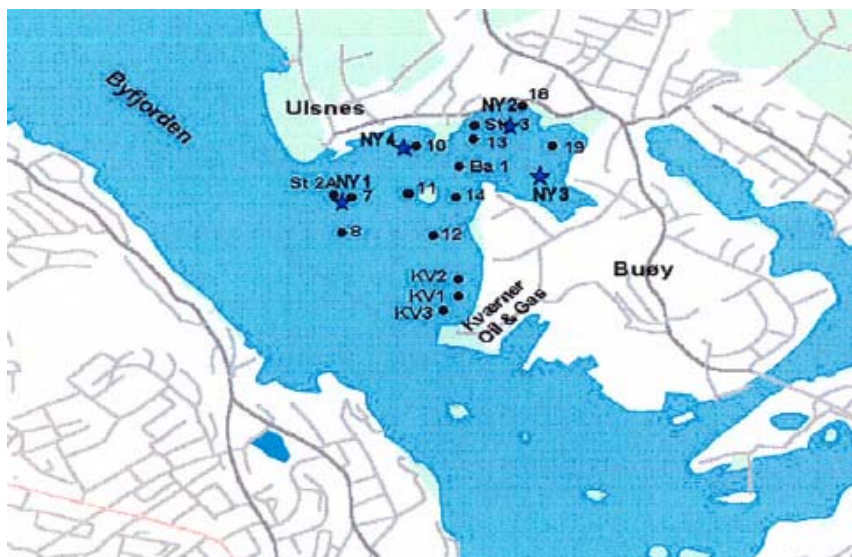
Tilsvarende gjelder for lokale lommer av lagdelte sand-, silt- eller leirmasser. Disse ligger lokalt i lommer omgitt av faste masser/fjell. I tillegg er sjøbunnehelningen slak. Forutsatt at disse hensyntas i fyllingsprosedyren, vil de ikke medføre andre konsekvenser enn lokalt noe større setninger i den ferdige utfyllingen sammenlignet med i de områdene hvor det fylles direkte på fjell eller hvor sjøbunnen i sin helhet består av fastere morenemasser. Det aktuelle området er således velegnet geoteknisk sett for en større utfylling.

I en senere fase må det utføres flere grunnboringer fra flåte/borefartøy for nærmere dokumentasjon av grunnforholdene. De utførte grunnundersøkelsene er tilstrekkelige til å konkludere med at en utfylling i det aktuelle sjøområdet er teknisk gjennomførbar, og de foreliggende dataene om grunnforholdene tilsier også, som nevnt over, at forholdene er velegnet for større utfyllinger i sjø. Dataene fra utvidete grunnundersøkelser vil måtte benyttes ved detaljplanlegging av fyllingsarbeidene og utformingen av fyllingsskråninger.

Det henvises til pkt. 7-9 når det gjelder miljømessige aspekter ved en utfylling.

7. Forurensningstilstand i sjøbunnsedimentene

Figur 8 viser prøvetakingspunkter for sjøbunnsedimenter i det aktuelle utfyllingsområdet. Det er utført kjemiske analyser av de innhentede prøvene, og disse er klassifisert etter SFT Veiledning 97:03. De kjemiske analysene viser at sjøbunnen i området er sterkt til meget sterkt forurenset av PAH (polysykliske aromatiske hydrokarboner - "tjærestoffer") og B(a)P (benzoapyren), samt at enkelte av prøvene er markert forurenset av tungmetallene bly, kvikksølv, kadmium og sink, samt PCB. Dataene er hentet fra ref. 5 og ref. 6 (kfr. punkt 2). De utførte prøvetakingene viser også at sjøbunnen er forurenset ned til dybde 20-30 cm.



Figur 8 Beliggenheten av prøvetakingspunkter

Tabell B Fullstendige analysedata fra Bangarvågen. Prøvene er tatt i 2001.

	Stasjon	St. 7	St. 8	St. 10	St. 11	St. 12	St. 13	St. 14	St. 18	St. 19
Dybde	m	22	26	9	8	16	10	6	5	5
Cd	(mg/kg)	0,052	0,081	0,188	0,126	0,09	0,786	0,559	0,706	0,671
	Tilstand	I	I	I	I	I	II	II	II	II
Cr	(mg/kg)	9,15	14,5	15,4	16,7	12,6	22,6	48,1	18,9	19,1
	Tilstand	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Cu	(mg/kg)	18,9	33,9	42,8	45	29,3	82,5	87,1	63,1	82,7
	Tilstand	I	I	II	II	I	II	II	II	II
Ni	(mg/kg)	7,26	14,4	11,1	14,5	13,2	15,7	14,5	12,6	12,2
	Tilstand	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Pb	(mg/kg)	29	45,1	56	58,4	41,4	105	96,8	84,2	88,8
	Tilstand	I	II	II	II	II	II	II	II	II
Zn	(mg/kg)	56,6	93,5	91,1	104	103	181	459	150	168
	Tilstand	I	I	I	I	I	II	II	II	II
Hg	(mg/kg)	0,29	0,63	0,78	0,79	0,43	1,51	2,39	1,25	1,59
	Tilstand	II	III	III	III	II	III	III	III	III
PAH ₁₅	(µg/kg)	4005	8050	7897	8040	4958	11347	14076	8460	8076
	Tilstand	III	IV	IV	IV	III	IV	IV	IV	IV
B(a)P	(µg/kg)	399	941	682	627	435	1010	1123	730	770
	Tilstand	IV	V	V	V	IV	V	V	V	V
PCB ₇	(µg/kg)	11,27	14,69	12,42	14,12	7,35	41,24	43	24,41	18,76
	Tilstand	II	III	III	III	II	III	III	III	III
Σ PCB	(µg/kg)	22,54	29,38	24,84	28,24	14,7	82,48	86	48,82	37,52
	Tilstand	II	III	III	III	II	III	III	III	III
TS	%	54,8	59,2	50,3	43,3	62,5	37,7	41	42,6	40,4
Org. C	(µg/mg TS)	10,4	18,4	27,7	25,1	12,2	52,1	52	38,8	40,5
Kornford.	% < 63 µm	14	23	27	48	22	40	33	27	32

Figur 9 Resultater fra utført prøvetaking, kfr. figur 8 for beliggenheten av prøvetakingspunkter. Tilstandsklasse refererer til tilstandsklasser i SFT Veiledning 97:03, fra tilstandsklasse I - lite/ubetydelig forurenset til tilstandsklasse IV - meget sterkt forurenset

	Stasjon	KV1	KV2	KV3	St. 2A	Sta 3	Ba1
Dybde	m	11	10	10	16	12	14
Cd	(mg/kg)	2,1	0,2	0,2	0,17	0,53	0,28
	Tilstand	III	I	I	I	II	II
Cr	(mg/kg)	47,6	78,1	55,2	37	58,3	43
	Tilstand	I	II	I	I	I	I
Cu	(mg/kg)	89,2	182,3	112,2	43,3	95	74,7
	Tilstand	III	III	II	II	II	II
Ni	(mg/kg)	58,9	128,5	78	19,5	21	20,6
	Tilstand	II	II	II	I	I	I
Pb	(mg/kg)	94,4	218,8	85,9	66,4	283	73,2
	Tilstand	III	III	II	II	III	II
Zn	(mg/kg)	804	1300	765	137	198	139
	Tilstand	III	III	III	I	II	I
Hg	(mg/kg)	0,06	1,58	0,01	0,67	2,82	0,82
	Tilstand	I	III	I	III	III	III
PAH ₁₅	(µg/kg)	2244	6992	6806	7458	13627	4027
	Tilstand	III	IV	IV	IV	IV	III
B(a)P	(µg/kg)	172	509	421	950	1010	411
	Tilstand	III	V	IV	V	V	IV
PCB ₇	(µg/kg)	7,3	23,4	26,4	154,3	595,6	-
	Tilstand	II	III	III	V	V	-
Σ PCB	(µg/kg)	14,6	46,8	52,8	308,6	1191,2	-
	Tilstand	II	III	III	V	V	-
TS	%	75	71	75	57,3	34,4	-
Org. C	(µg/mg TS)	-	-	-	-	-	-
Kornford.	%<63 µm	-	-	-	-	-	-

Figur 10 Resultater fra utført prøvetaking, kfr. figur 8 for beliggenheten av prøvetakingspunkter. Tilstandsklasse refererer til tilstandsklasser i SFT Veiledning 97:03, fra tilstandsklasse I - lite/ubetydelig forurenset til tilstandsklasse V - meget sterkt forurenset

Forurensningstilstanden i sjøbunnsedimentene i det aktuelle området vest for Buøy er ikke noe særtilfelle for Stavanger havneområde. Forurensningstilstanden flere andre steder i Stavanger havneområde er på tilsvarende nivå.

8. Miljøtekniske tiltak

Det er utført flere utfyllinger i sjø i Stavanger havn i de siste 10-20 årene, i områder med tilsvarende forurensningstilstand som i det aktuelle området på vestsiden av Buøy. Av relevante prosjekter nevnes Badedammen-utbyggingen, Stavanger Brygge og Idun Eiendom - alle lokalisert i Strømsteinenområdet, utfyllingen på Siriskjær og Lervig i Stavanger Østre Havn og Byfjorden Panorama ved Kalhammeren. Det er gitt tillatelse fra Fylkesmannens Miljøvernnavdeling til slike utfyllinger på vilkår av at det iverksettes tiltak under utfylling for å hindre spredning av forurensete sjøbunnsedimenter.

Tiltakene har nesten uten unntak vært krav om tildekking av sjøbunnen med et sand-/gruslag eller fiberduk med høy strekkstyrke. Fiberduken dekkes innledningsvis med et 0.5-1 m tykt av lag av sprengstein med maksimal blokk-/steinstørrelse typisk 0.5 m, samt eventuelt at det rundt utfyllingsområdet etableres et omsluttende siltskjørt.

Ved liten mektighet av det øvre topplaget av gytjige/sandige masser kan det benyttes fiberduk og eventuelt et omsluttende siltskjørt. Sprengsteinsmassene som fylles ut, vil penetrere de gytjige/sandige massene ved at fiberduken under utfylling synker ned/presses ned på de underliggende fastere morenemasser.

Ved større mektighet av topplaget av gytjige/sandige masser bør det benyttes sand/grus fordi sprengsteinsmassene sannsynligvis ikke vil klare å penetrere dette topplaget når det benyttes fiberduk (fyllingen vil "henge" på fiberduken). Tildekking med sand/grus vil redusere

oppvirvlingen, men de rene tildekkingsmassene med sand/grus vil bli blandet med det bløtere topplaget av gytjige/sandige masser. Det kan være at det på grunn av dette vil bli krevd benyttet et omsluttende siltskjørt i tillegg.

Mudring har normalt ikke vært påkrevd, men det som kan aktualisere mudring, er at det i en utfyllingstillatelse stilles krav om at utfylling må foregå innenfor et omsluttende siltskjørt. Slike siltskjørt er vanskelige å håndtere på de sjødybdene og under de strømningsforholdene som er i Byfjorden. Utfylling kan da utføres etter at de øverste 30 cm er mudret. Ved å benytte en spesialgrabb ("miljøgrabb") kan mudring utføres uten bruk av siltskjørt. Mudrede masser må normalt leveres godkjent mottaksanlegg for forurensede masser, eventuelt kan det forsøkes søkt om å få deponere disse innenfor fyllingsbegrensningen.

Alternativet til denne løsningen er å etablere en sjeté av sprengsteinsmasser rundt utfyllingsområdet. Forut for etablering av denne sjeteen mudres de øverste 30 cm av sjøbunnen under selve sjeteen, eventuelt legges det ut fiberduk før utfylling av sjeteen. Denne sjeteen vil fungere som en barriere for forurensningsspredning fra de påfølgende utfyllingsarbeidene på innsiden av sjeteen slik at disse kan utføres uten mudring av det forurensede topplaget eller legging av fiberduk. For å hindre spredning av oppvirvlede forurensede sjøbunnsedimenter ut åpningen av sjeteen, kan det installeres et neddykket siltskjørt her. Denne løsningen er det gitt tillatelse til i forbindelse med en planlagt utfylling av 500.000 m³ ved Storasundskjærene i Haugesund.

Unntaksvis må det av stabilitetshensyn mudres på grunn av at det øvre laget av bløtere gytjige/sandige masser har stor mektighet. I det aktuelle området er det påvist en mektighet av de øverste bløtere sjøbunnsmassene på 0.5-2 m. Ved utfylling vil disse massene bli penetrert av sprengsteinsmassene forutsatt, som beskrevet over, at det benyttes sand/grus som tildekkingsmasser når mektigheten av disse bløtere massene er av betydning. Geoteknisk sett vil det neppe være påkrevd med mudring ved inntil ca. 2 m mektighet av det bløtere topplaget av gytjige/sandige masser, og miljømessig vil avbøtende tiltak i form av tildekking med sand/grus og eventuelt et omsluttende siltskjørt være tilfredsstillende.

Detaljerte grunnundersøkelser i en senere fase kan dog vise at det er områder med mektighet av bløtere masser som tilsier at mudring av disse bør vurderes. Det nevnes at mudring i slike områder i flere prosjekter har vært delt i to: Miljømudring av de øvre anslagsvis 30 cm (der sjøbunnen er forurenset) utføres med en spesialgrabb/"miljøgrabb". Mudring under anslagsvis 30 cm dybde utføres med en vanlig grabb, og disse ikke-forurensede mudringsmassene kan deponeres på godkjent dumpelass i sjøområdet i Stavangerområdet, eventuelt innenfor fyllingsområdet dersom dette stabilitetsmessig er forsvarlig. Denne fremgangsmåten ble benyttet i forbindelse med mudring av over 700.000 m³ ved bygging av Risavika Havn, i et sjøområde med stor mektighet av kompressible masser (leire/silt).

Den permanente innkapslingen av de forurensede sjøbunnsedimentene vil være selve tildekkingen med sprengsteinsmasser. Det nevnes at et av de mest aktuelle miljøtekniske tiltakene for å redusere de negative miljøpåvirkningene fra forurensede sjøbunnsmasser er tildekking med sand/grus og som i dette tilfellet, sprengstein.

Sprengsteinsmasser fra tunnelsprengning er normalt mer finknust enn sprengsteinsmasser fra dagsprengning. Spesielt vil sprengsteinsmasser fra fyllitt (som Hundvågtunnelen og Eiganestunnelen vil gå gjennom) være velgradert og finknust.

9. Sprengsteinsmasser av fyllitt ved utfylling. Miljøtekniske forhold

Forurensningsforskriftens kapittel 2, den såkalte bygge- og graveforskriften, er revidert, og den nye forskriften trådte i kraft 1. juli 2009.

Forurenset grunn defineres nå som grunn som har konsentrasjoner av tungmetaller og miljøgifter over normverdiene, og samtidig over det naturgitte bakgrunnsnivået i grunnen. Grunn der konsentrasjonen av uorganiske helse- eller miljøfarlige stoffer ikke overstiger lokalt

naturlig bakgrunnsnivå i området der et terrenginngrep er planlagt gjennomført, skal derfor ikke anses for forurenset.

En av endringene i forskriften er definisjonen av forurenset grunn som nå også inkluderer ”Grunn som danner syre eller andre stoffer som kan medføre forurensning i kontakt med vann og/eller luft, regnes som forurenset grunn dersom ikke annet blir dokumentert”.

Eksempelvis vil alunskiferen i Osloområdet falle inn under denne definisjonen fordi dette er en bergart som inneholder reaktiv magnetkis. Ved tilgang på luft og vann oppstår en kjemisk reaksjon der et av produktene er syre.

Fyllitten i Stavangerområdet, som Hundvågtunnelen og Eiganestunnelen vil gå gjennom, har et høyt innhold av arsen som er forklaringen på at jordsmonnet i Stavanger har et naturlig høyt innhold av arsen. Fyllitten er imidlertid ikke en reaktiv bergart (som alunskifer er), og det vil ved utfylling ikke oppstå kjemiske reaksjoner som frigjør arsen.

10. Erosjonssikring

Sjøfronten i utfyllingen må erosjonssikres (plastres). Til dette benyttes grove steinblokker. Detaljprosjektering av en erosjonssikring består i å bestemme blokkstørrelse, enkel/dobbel plastring og til hvilken dybde det skal erosjonssikres. Grunnlaget for denne detaljprosjekteringen er beregninger og vurderinger basert på bølgehøyder og vindretninger.

Rapport

Oppdragsgiver: **Statens vegvesen Region vest**

Oppdrag: **Rv.13 Ryfast - Sjøfylling Buøy
2010042626-136**

Emne: **Grunnundersøkelser. Grunnforhold
Datarapport**

Dato: **4. oktober 2012**

Rev. - Dato

Oppdrag- /
Rapportnr. **216366-RIG-RAP - 001_rev00**

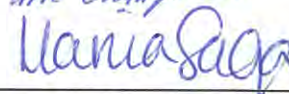
Oppdragsleder: **Atle Christophersen**

Sign.:



Saksbehandler: **Marina M. Saga**

Sign.:



Kontaktperson
hos Oppdragsgiver: **Bjørn Christian Grassdal**

Sammendrag:

Sjøbunnen i det planlagte utfyllingsområdet ligger på det dypeste på vel kote minus 33 i nordvestre del, i en forsenkning mellom Ulsnesgrunnen på ca. kote minus 8 i vest og Ringskjeret på ca. kote 0 i nordøst. Sjøbunnen forøvrig ligger for en stor del på kote minus 15-25. Sjøbunnen ligger generelt med svakt fall mot vest. Brattere partier finnes i følge bunnkotekartet i stigningen opp mot/øst for Ulsnesgrunnen og nordvest for Ringskjeret. Nord og vest for kaien i syd, hvor senkkassene står, ligger sjøbunnen i store trekk på kote minus 12-15. Syd for dette området faller sjøbunnen med helning ca. 1:3 ned til ca. kote minus 54 (dvs. utenfor selve utfyllingsområdet).

Generelt er det i sonderingene i de sydvestre og nordre delene av det planlagte utfyllingsområdet, samt i sonderingene nær dagens strandlinje i øst, registrert små løsmassemektigheter (0-6 m). Løsmassemektighetene øker vesentlig inn mot den tidligere omtalte forsenkningen mellom Ulsnesgrunnen og Ringskjeret. I den dypeste sonderingen er det her boret gjennom 16.2 m løsmasser ned til kote minus 49.8 uten at antatt fjell er påvist.

Generelt er det registrert et øvre 0-2 m tykt lag av løse masser. Derunder er det, med unntak av i borpunktene i den omtalte forsenkningen, i sin helhet påvist enten antatt fjell eller fast lagrede masser ned til antatt fjell. I forsenkningen er det lokalt registrert løse/bløte masser ned til nærmere 10 m dybde. Derunder er det, som ellers, i sin helhet påvist enten antatt fjell eller fast lagrede masser ned til antatt fjell.

Prøvetakingene viser at det 0-2 m tykke laget av løse masser i hovedsak består av fin sand med varierende innhold av silt og grus, og de er stedvis noe gytjige. De underliggende, løse massene i forsenkningen består av siltig og sandig leire. Leiren kan karakteriseres som bløt til middels fast. De faste massene videre i dybden antas å bestå av sandige og siltige morenemasser.

Innholdsfortegnelse

1.	Innledning	3
2.	Tidligere utførte undersøkelser i området	4
3.	Nå utførte undersøkelser	4
4.	Kabler/utslippsledninger på sjøbunnen	5
5.	Grunnforhold.....	6

Tegninger

216366	-G1	Borplan
	-G10	
t.o.m.	-G15	Geotekniske data
	-G60	
t.o.m.	-G62	Korngradering
	-G75	
t.o.m.	-G78	Kontinuerlig ødometer
	-G79	
t.o.m.	-G90	Treaksialforsøk
	-G101	
t.o.m.	-G151	Totalsonderinger nr. 1-51 i detalj
	-G500	
t.o.m.	-G513	Lengdeprofiler A-N

Vedlegg

Koordinatliste utførte borpunkter

Geotekniske bilag

1. Innledning

I forbindelse med reguleringsplan for Rv.13 Ryfast vurderes et område vest for Buøy som aktuelt deponiområde for tunnelmasser, kfr. nedenstående utsnitt av reguleringsplanen (nr. B02-1) utarbeidet av Dimensjon AS (figur 1). Det aktuelle området avgrenses av Tømmerodden i nordøst, Bangavågen i nordvest, Ulsnesgrunnen i Byfjorden i vest og Rosenberg verfts anleggsområde/kai i sydøst.



Figur 1 Utsnitt av reguleringsplanen

Utsnittet viser med rød strek antatt maksimal utfylling (i plan på kote pluss 3) og fyllingsfot for denne (for fyllingsskråning med helning 1:5).

Innvunnet areal (på kote pluss 3) vil eventuelt utgjøre inntil ca. 120 daa. Sjødybden innenfor utfyllingsområdet er for en stor del 15-25 m og på det dypeste ca. 33 m. Det er anslått et fyllingsvolum på ca. 2.5 millioner m³.

Statens vegvesen Region vest har engasjert Multiconsult AS til å utføre grunnundersøkelser i det aktuelle deponiområdet.

Denne rapporten inneholder resultatene av grunnundersøkelsene og gir videre en beskrivelse av de registrerte grunnforholdene.

2. Tidligere utførte undersøkelser i området

Det er siden 1973 utført grunnundersøkelser i flere omganger for ulike prosjekter i området. De fleste undersøkelsene har hovedsakelig omfattet fjellkontrollboringer for å kartlegge fjelloverflatens beliggenhet i forhold til aktuelle plasseringer av senkkasser samt for bestående kai i syd. Resultatene av alle utførte undersøkelser i området framgår av følgende rapporter:

- Rapport nr. 7294 av 10.08.73 - Rosenberg verft. Dokkprosjekt. Orienterende grunnundersøkelser. Utarbeidet av NOTEBY, NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL AS
- Rapport nr. 27148-1 av 09.03.84 - Rosenberg verft. Flytting av senkkasser. Grunnundersøkelser. Grunnforhold. Geoteknisk vurdering. Utarbeidet av NOTEBY, NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL AS
- Rapport nr. 35285-1 av 18.04.89 - Rosenberg verft. Snorre TLP Deck. Fjellkontrollboringer. Datarapport. Utarbeidet av NOTEBY, NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL AS
- Rapport nr. 251702-1 av 15.03.05 - Buøy Invest AS. Rosenberg verft. Refleksjonsseismiske undersøkelser ved Tømmerodden og Knudaskjær (Boomer profilering). Utarbeidet av GEOMAP as
- Rapport nr. 2005058-1 av 10.06.05 - Buøy Invest AS. Utfylling ved Tømmerodden og Knudaskjæret. Grunnundersøkelse. Utarbeidet av Geovest-Haugland AS

3. Nå utførte undersøkelser

Feltarbeidet er utført i perioden 11.06.12-06.07.12, i generelt relativt bra vær, men med noe urolig sjø enkelte dager.

Grunnundersøkelsene er utført med borrhigg fastmontert i borebåten "M/B Frøy".

Undersøkelsene har omfattet 51 stk. totalsonderinger og prøvetaking i 6 punkter, med både 54 mm sylinderprøvetaker, ramprøvetaker og liten grabb.

Totalsonderingene gir opplysninger om massenes relative fasthet, klare lagdelinger og dybder til fast grunn. Sonden presses og dreies ned under konstant hastighet og rotasjon, samtidig som motstanden mot nedtrengning registreres elektronisk. Utstyret kan bore gjennom stein og fast grunn ved at slaghammer kobles inn. Fjell påvises ved at det normalt bores 2-3 m ned i antatt fjelloverflate.

Normalt kan grunnboringer på sjøen med dette utstyret utføres ved vanddybder på inntil 30-35 m (ved rolig sjø), med totale borddybder på inntil 40-50 m.

På sjøen lar det seg ikke gjøre å forankre borebåten i tilstrekkelig grad. Normalt lar det seg derfor ikke gjøre å dreie/presse totalsonderingsutstyret ned med større kraft enn i størrelsesorden 10 kN. Ved større motstand må vannspyling og slaghammer kobles inn under totalsondering.

Sylinderprøvetaking gir i prinsipp, ved gunstige prøvetakingsforhold, både representative og uforstyrrede prøver, mens ramprøvetaking og grabbing gir representative, men forstyrrede prøver. Også sylinderprøver vil imidlertid i noen grad være forstyrrede, avhengig av massenes sammensetning og korngradering, samt hvor urolig sjøen er ved prøvetakingen.

Prøvene er rutineundersøkt i vårt geotekniske laboratorium, hvor de er klassifisert, og hvor vanninnhold er målt. Tyngdetetthet er målt på alle sylinderprøver. På siltige/leirige sylinderprøver er det utført enaksial- og/eller konusforsøk. Det er videre utført sikteanalyser på 13 delprøver og bestemmelse av organisk innhold på 12 av disse delprøvene.

For å undersøke massenes setningsegenskaper er det utført kontinuerlige ødometerforsøk på 4 prøver. Videre er det for å undersøke massenes effektive skjærfasthetsparametere utført treksialforsøk på 6 prøver.

En nærmere beskrivelse av undersøkelsesmetodene og oppteeningen av resultatene er vedlagt (Geotekniske bilag).

Punktene plassering er valgt med grunnlag i plan for maksimal utfylling samt foreliggende kunnskap om grunnforholdene i området. Borebåten har lagt seg i posisjon ved hjelp av GPS om bord. Liste over koordinater for utførte borpunkter er vedlagt (Koordinatliste).

Vi har benyttet digitalt kartgrunnlag mottatt fra Dimensjon AS ved utarbeidelsen av borplanen og lengdeprofilene. Det er opplyst at sjøbunnskotene på kartgrunnlaget antas å være referert til NN 1954.

Sjøbunnskotene i borpunktene er bestemt med utgangspunkt i høydefastmerke referert til NN 1954 satt ut av Geomatikk AS. Koordinater og høyde for dette er vedlagt (Koordinatliste).

En del resultater fra tidligere utførte undersøkelser i området er lagt inn på borplanen. Også sjøbunnskotene (og angitte fjellkoter) for alle disse er omregnet til NN 1954.

4. Kabler/utslippsledninger på sjøbunnen

Gravemeldinger er innhentet fra Stavanger kommune, Stavangerregionen Havn IKS, Lyse Infra AS, Geomatikk AS, Telenor, Forsvarsbygg, Bergen Group Rosenberg AS og Kystverket.

Lyse Infra AS har liggende en høyspent sjøbunnskabel mellom Tømmerodden og Ulsnes, kfr. nedenstående kartutsnitt (figur 2). EB Marine AS ble engasjert til å påvise kablen under borearbeidene, for å unngå å skade denne.



Figur 2 Lyse AS' høyspentkabel på sjøbunnen



Figur 3 Stavanger kommunes 600 mm utslippsledning

Videre har Stavanger kommune liggende en offentlig 600 mm utslippsledning i området, kfr. ovenstående kartutsnitt (figur 3). Traseen som vises i kartet, er godt dokumentert på land, men det er usikkert hvor langt ut i sjøen ledningen går.

Pr. dato har vi ikke kjennskap til andre kabler eller ledninger i det aktuelle utfyllingsområdet. Både Geomatikk AS og Lyse Infra AS har imidlertid kabler liggende på sjøbunnen lenger syd.

Videre har NATO FORACS Norway en forankret fortøyningsbøye liggende i nordvestre del av undersøkelsesområdet (markert med rød ring på figur 1), samt at det står igjen noen

konstruksjoner/senkkasser på sjøbunnen nord og vest for kaien i den sydlige delen av området (kfr. figur 1).

5. Grunnforhold

Resultatene av våre totalsonderinger er vist i detalj i profil på tegninger nr. -G101 t.o.m. -G151. Data fra laboratorieundersøkelsene av de opptatte prøvene fremgår av tegninger nr. -G10 t.o.m. -G15, -G60 t.o.m. -G62 og -G75 t.o.m. -G90.

Borpunktens plassering er vist på borplanen, tegning nr. -G1. På borplanen er registrert sjøbunnskote i borpunktene (på tidspunktet for boring) og antatt fjellkote angitt, samt boret dybde i løsmasser og i antatt fjell.

Sjøbunnsverflaten og resultatene av undersøkelsene er videre opptegnet i 14 lengdeprofiler (A-N), vist på tegninger nr. -G500 t.o.m. -G513. På disse er det påført antatte løsmassetyper, basert på registrerte bormotstander, prøvetakinger og borlederens erfaring.

Sjøbunnen i det planlagte utfyllingsområdet ligger på det dypeste på vel kote minus 33 i nordvestre del, i en forsenkning mellom Ulsnesgrunnen på ca. kote minus 8 i vest og Ringskjeret på ca. kote 0 i nordøst. Sjøbunnen forøvrig ligger for en stor del på kote minus 15-25. Sjøbunnen ligger generelt med svakt fall mot vest. Brattere partier finnes i følge bunnkotekartet i stigningen opp mot/øst for Ulsnesgrunnen og nordvest for Ringskjeret. Nord og vest for kaien i syd, hvor senkkassene står, ligger sjøbunnen i store trekk på kote minus 12-15. Syd for dette området faller sjøbunnen med helning ca. 1:3 ned til ca. kote minus 54 (dvs. utenfor selve utfyllingsområdet).

Sjøbunnen er i borpunktene registrert på fra kote minus 5.4 (punkt nr. 40 nord for Tømmerodden) til minus 35.6 (punkt nr. 1 sydvest for kaien i syd).

Nord og vest for kaien i syd lå sjøbunnen opprinnelig på ca. kote minus 5-10. Gjennom gjentatte og ulike etableringer av senkkasser for aktuelle konstruksjoner samt kai har dette området blitt nedsprenget slik at sjøbunnen i dag for en stor del består av bart fjell eller av et tynt lag avrettingsmasser over fjell. Resultatene av de tidligere utførte refleksjonsseismiske undersøkelsene bekrefter dette. Disse viser videre at kollen mellom borpunktene nr. 9, 10, 15 og 16 i hovedsak består av bart fjell, i likhet med østre side av Ulsnesgrunnen (sydvest for borpunktene nr. 21, 22, 27 og 32). Videre består Ringskjeret av bart fjell.

I borpunktene nr. 1 og 2, som er utført fra sjøbunn på kote hhv. minus 35.6 og minus 27.7 i skråningen sydvest for kaien, er det boret til hhv. 14.0 m og 17.9 m dybde uten at antatt fjell er påvist. Massene i denne skråningen antas å bestå av et 1.5-2.5 m tykt lag av relativt løst lagret sand over faste til meget faste sand- og morenemasser videre i dybden.

Resultatene av sonderingene nr. 3-39 og 41-51 (sydfra og nordover) er alle vist i profilene A-N. Generelt er det i sonderingene i de sydvestre og nordre delene av det planlagte utfyllingsområdet, samt i sonderingene nær dagens strandlinje i øst, registrert små løsmassemektigheter (0-6 m). I borpunkt nr. 40 nord for Tømmerodden er antatt fjell påvist i 0.1 m dybde. Løsmassemektighetene øker vesentlig inn mot den tidligere omtalte forsenkningen mellom Ulsnesgrunnen og Ringskjeret. I den dypeste sonderingen (nr. 28 ca. midt i denne forsenkningen) er det boret gjennom 16.2 m løsmasser ned til kote minus 49.8 uten at antatt fjell er påvist. Størst løsmassemektighet, 20.6 m (tilsvarende antatt fjell på kote minus 42.3), er påvist i borpunkt nr. 19.

Generelt er det registrert et øvre 0-2 m tykt lag av løse masser. Derunder er det, med unntak av i borpunktene i den omtalte forsenkningen, i sin helhet påvist enten antatt fjell eller fast lagrede masser ned til antatt fjell, og det har vært nødvendig å benytte både vannspyling og

slag for å penetrere disse. En del steiner og blokker er registrert i løsmassene, og i enkelte av borpunktene har det vært vanskelig å angi overgangen mellom faste, antatte morenemasser og fjell.

Prøvetakingene viser at det 0-2 m tykke laget av løse masser i hovedsak består av fin sand med varierende innhold av silt og grus, og de er stedvis noe gytjige. De faste massene derunder antas å bestå av sandige og siltige morenemasser.

I borpunktene i den omtalte forsenkningen er det lokalt registrert løse/bløte masser ned til nærmere 10 m dybde i borpunkt nr. 28 (vist i profilene F og I). Mektigheten avtar til ca. 5 m i borpunktene nr. 23 og 34 (vist i profil I), mens den kun er 1.5-3 m i de øvrige borpunktene hvor slike masser er registrert. Derunder er det som ellers i sin helhet påvist enten antatt fjell eller fast lagrede masser ned til antatt fjell.

Prøvetakingene viser at også i denne forsenkningen består de øvre 1-2 m av sandige masser (som ellers i området). Derunder er det registrert siltig og sandig leire. Leiren kan karakteriseres som bløt til middels fast i det den synes å ha en udrenert skjærfasthet på i størrelsesorden 20-40 kN/m². De faste massene derunder antas å bestå av sandige og siltige morenemasser.

Det øvre 0-2 m tykke laget av sandige masser har et vanninnhold på i størrelsesorden 20-40 %, som tilsier at de er noe kompressible. Utførte ødometerforsøk på prøver av disse, kfr. tegningene nr. -G70 og -G76, viser at massene er middels kompressible, i det de kan tolkes til å ha et setningsmodultall m på ca. 55. Treksialforsøk utført på de samme prøvene, kfr. tegningene nr. -G79, -G81 og -G89, indikerer at disse massene kan beregnes å ha karakteristiske skjærfasthetsparametere attraksjon $a = 0$ kN/m² og friksjonsvinkel $\phi_k = 33-35^\circ$.

De underliggende massene av siltig og sandig leire har et vanninnhold på 35-40 %, som tilsier at de er relativt kompressible. Utførte ødometerforsøk på prøver av disse, kfr. tegningene nr. -G77 og -G78, bekrefter dette, i det de kan tolkes til å ha et setningsmodultall m på ca. 20. Treksialforsøk utført på de samme prøvene, kfr. tegningene nr. -G83, -G85 og -G87, indikerer at disse massene kan beregnes å ha karakteristiske skjærfasthetsparametere attraksjon $a = 5-10$ kN/m² og friksjonsvinkel $\phi_k = 26^\circ$.

Bergarten i området er en forskifret, småfoldet fyllitt.



(BORINGENE I ENKEL PARENTES ER TIDLIGERE UTFØRTE BORINGER UTFØRT AV GEOVEST-HAUGALAND KFR. RAPPORT NR. 2005058-1)
 (BORINGENE I DOBBEL PARENTES ER TIDLIGERE UTFØRTE BORINGER UTFØRT AV NOTEBY KFR. RAPPORT NR. 7294)

⊕ TOTALSONDERING KARTGRUNNLAG FRA DIMENSJON RÅDGIVNING AS:
 1899 t kart 001, 1899 t kart 003, 1899 t kart 005,
 1899 t kart 006 (disse er også grunnlag for profilene).

⊙ PRØVETAKING

⊗ FJELLKONTROLLBORING

TERRENGKOTE
 BORPUNKT NR. _____ BORET DYBDE I LØSMASSER+BORET DYBDE I ANT. FJELL
 ANT. FJELLKOTE

BORBOK NR. 24414, 24450, 24489, 25650

LAB. BOK NR. 2060

HØYDEFESTMERKE KAI H=1.07

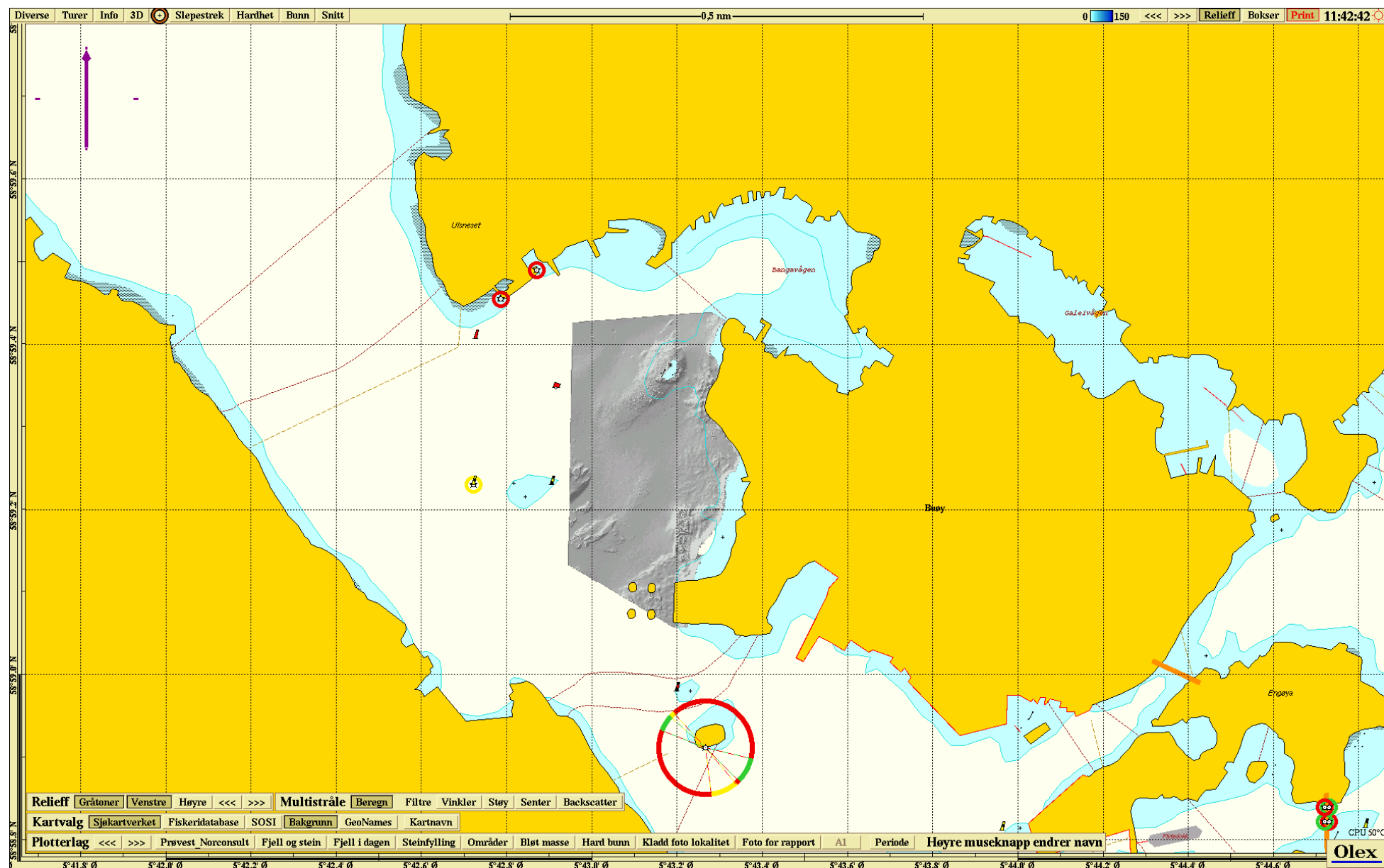
INNMALING AV PUNKTER UTFØRT VHA GPS I BOREBÅT

Rev.	Beskrivelse	Dato	Utarb.	Kontr.	Godkj.
	Borplan	24.09.12			
		Original format	A1		GEO
		Tegningens filnavn	06_08_12_Borplan		
		Underlagets filnavn			
STATENS VEGVESEN, REGION VEST					Målestokk
RV.13 RYFAST-SJØFYLLING BUØY					1:2000
MULTICONSULT		Dato	24.09.12	Utarbeid	ms
Stikknavn: 13		e-post:	sandnes@multiconsult.no	Kontrolleret	ach
4319 Sandnes		Oppdrag nr.:	216366	Godkjent	ovf
Tlf. 51 22 46 00		Tegning nr.:	G1	Rev.	
Faks 51 22 46 01		www.multiconsult.no			

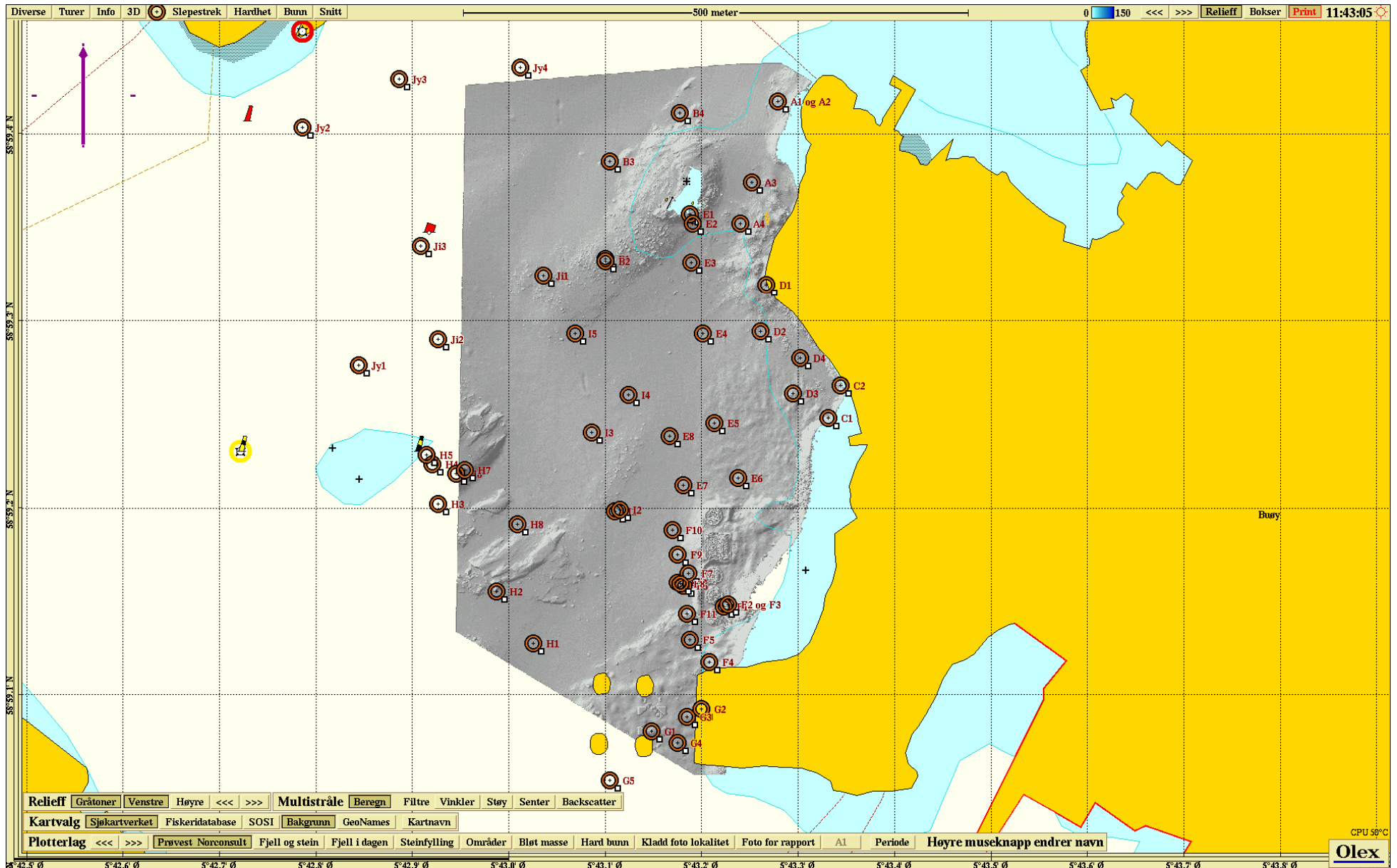
Vedlegg 6

Sjøbotnkartlegging (Parker Maritime)

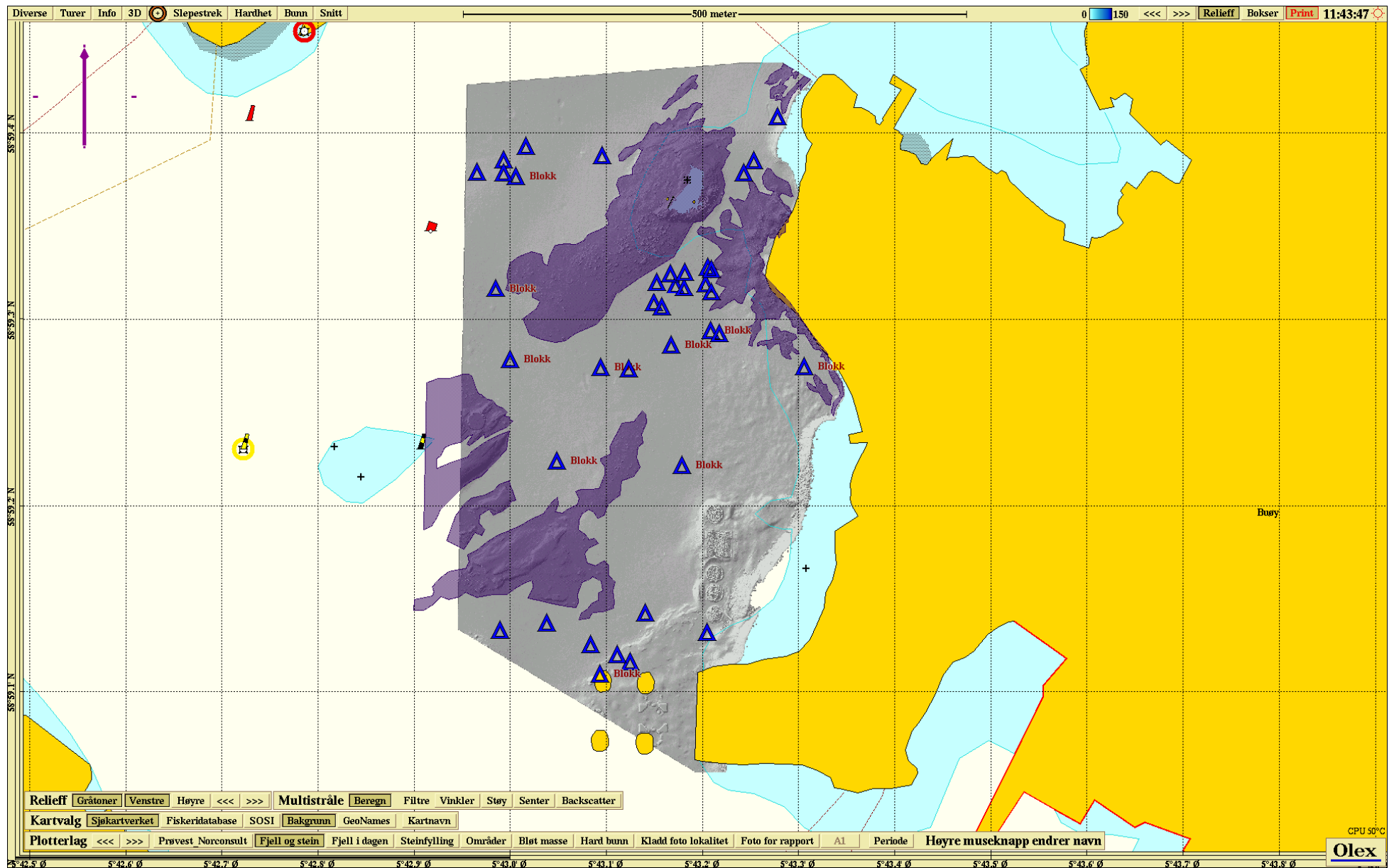
- Rapport
- PDF-kart (2)
- Olex-presentasjon



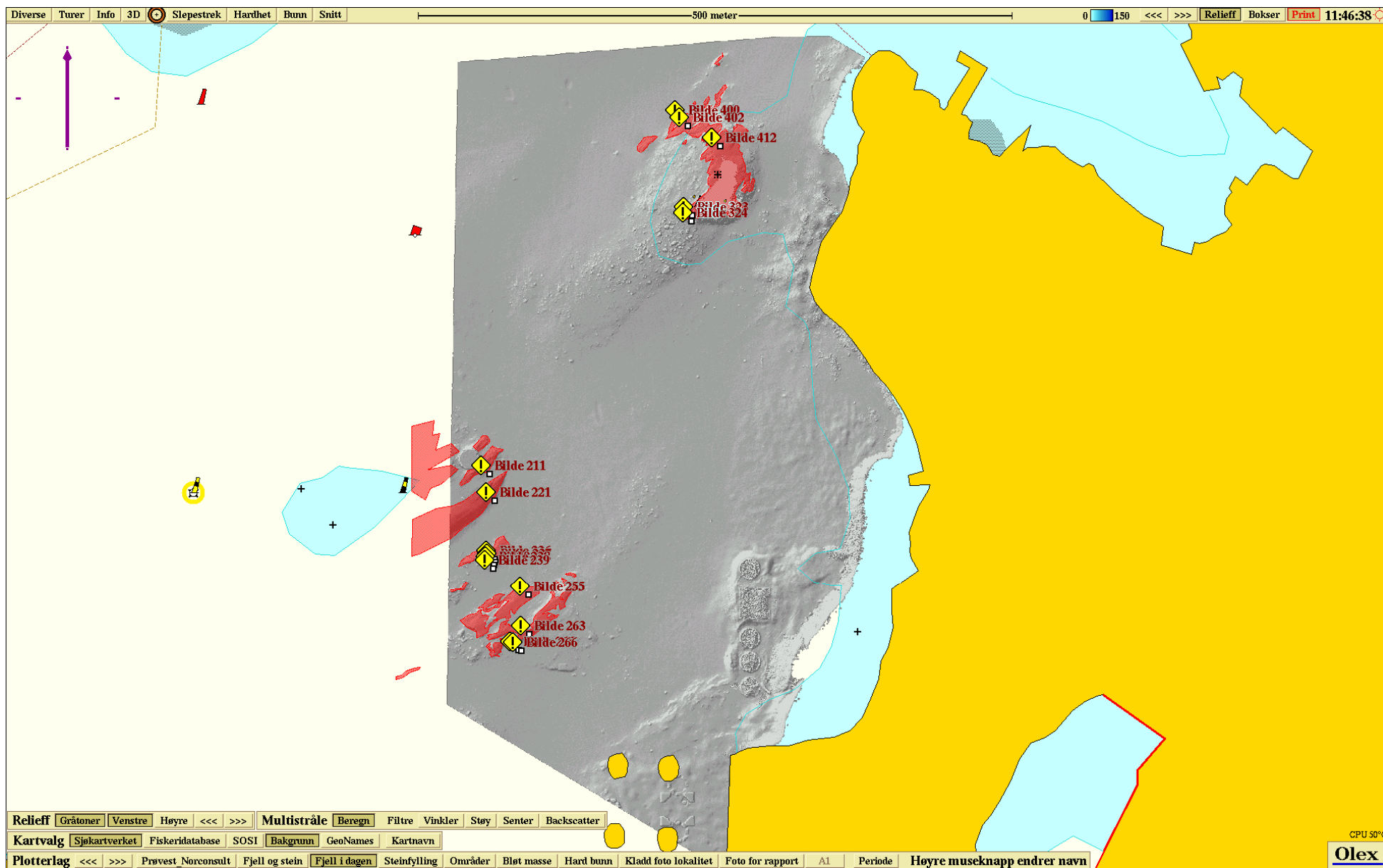
Figur 1 Oversikt over kartlagt område utenfor Buøy. Sedimentklassifisering av dette området vises i bildene nedenfor.



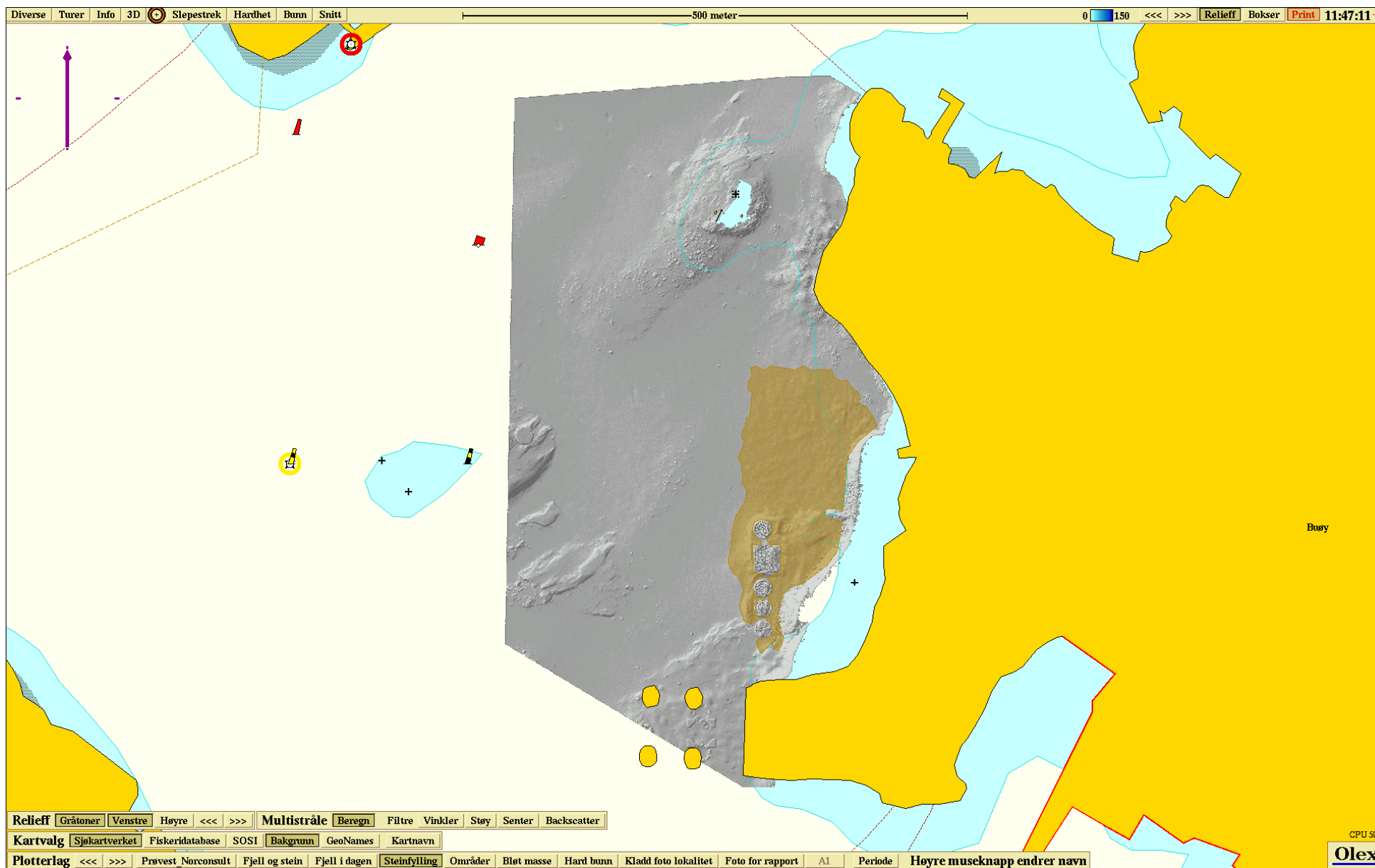
Figur 2 Sedimentundersøkelse Buøy gjennomført av Norconsult oktober 2011. Prøvestasjonene omtalt i Norconsult dokument no. YM-005.



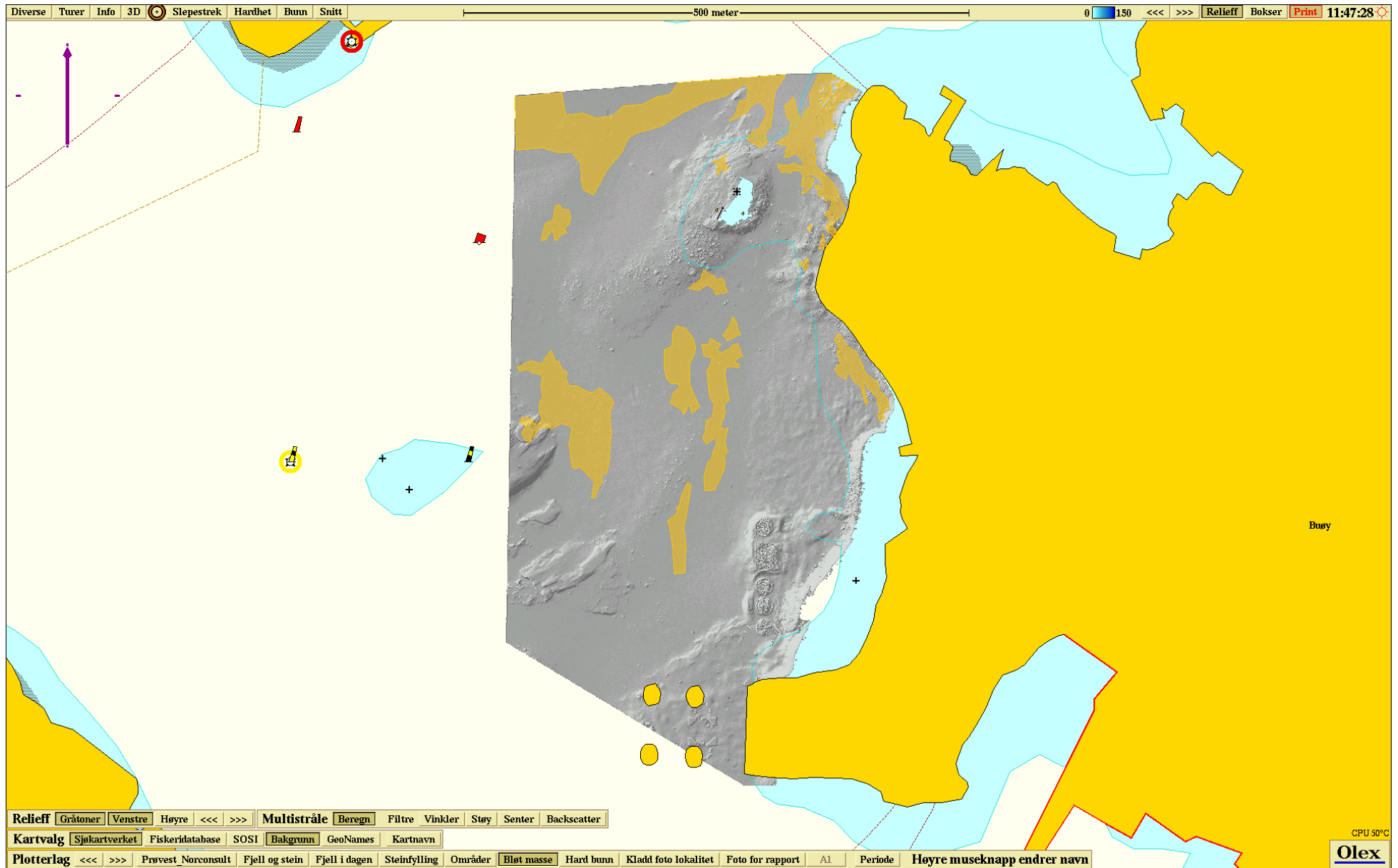
Figur 3 Områder med "Fjell og Stein" er her merket som lilla. Skyggerelieff ligger i bunn. Blå trekanter viser "Steinblokker".



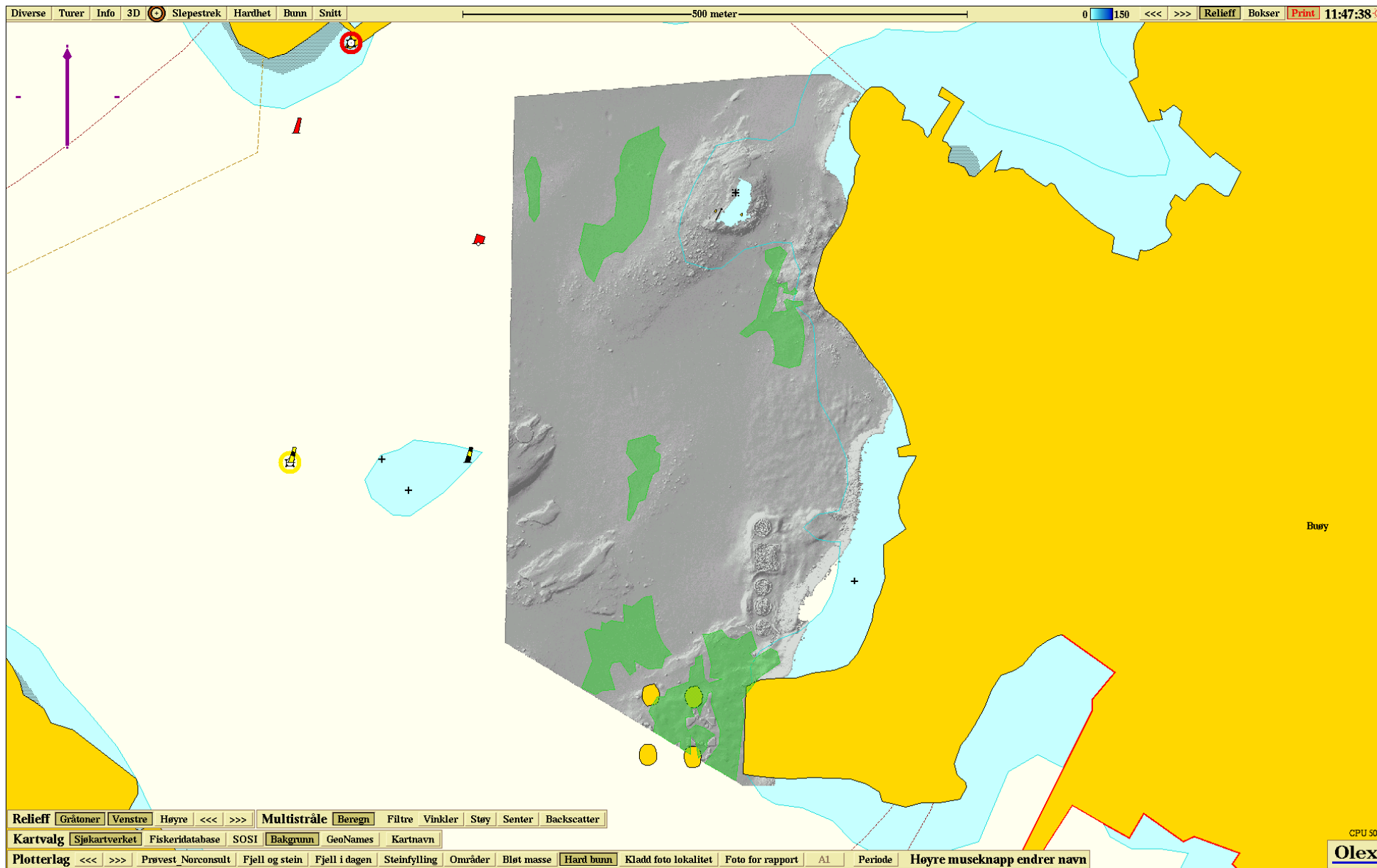
Figur 4 Områder lokalisert som "Oppstikkende Fjell" er uthevet med rød farge. Gule merker henviser til posisjon og nummer på undervannsbilder.



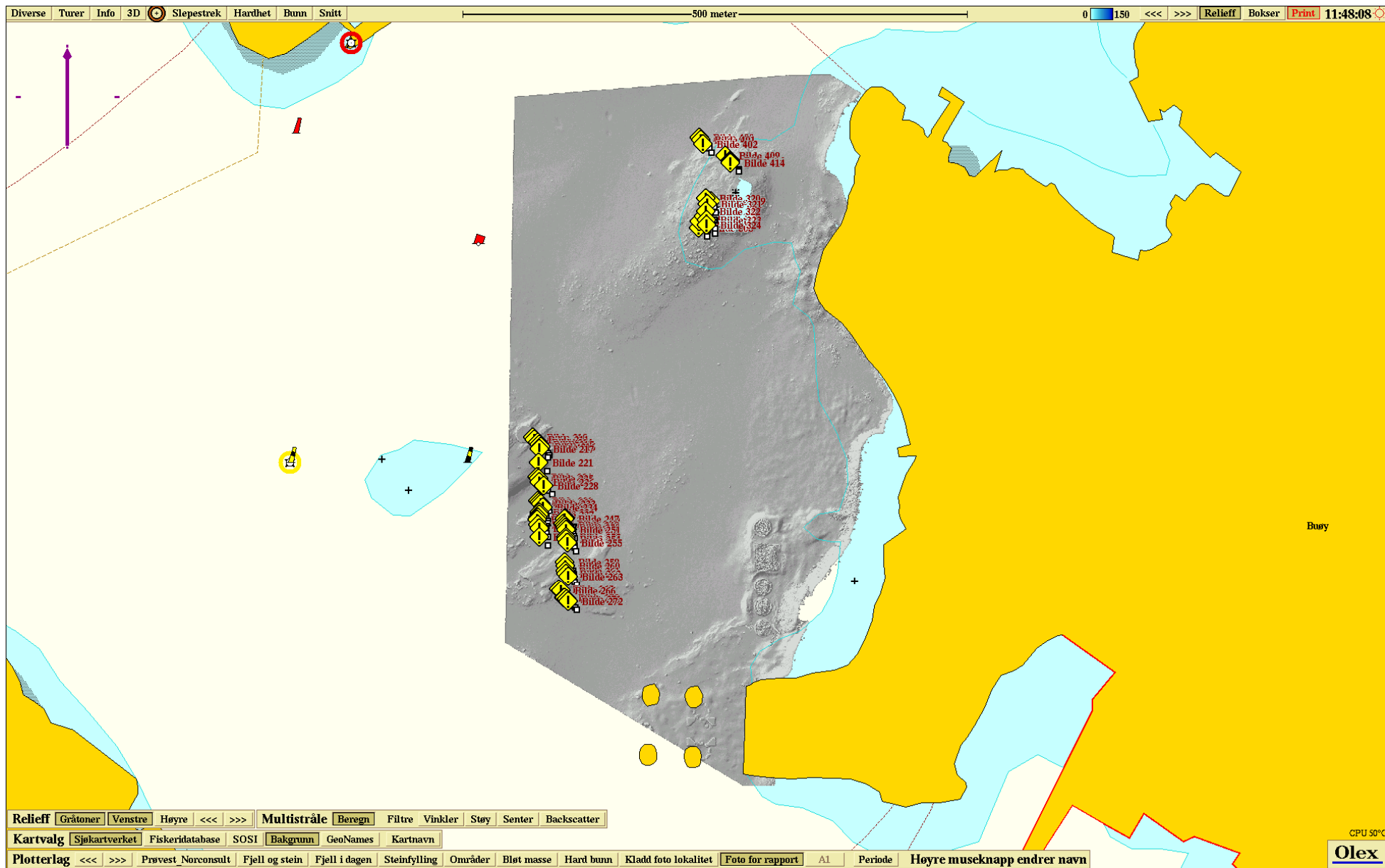
Figur 5 Sandfarget område representerer "Steinfylling".



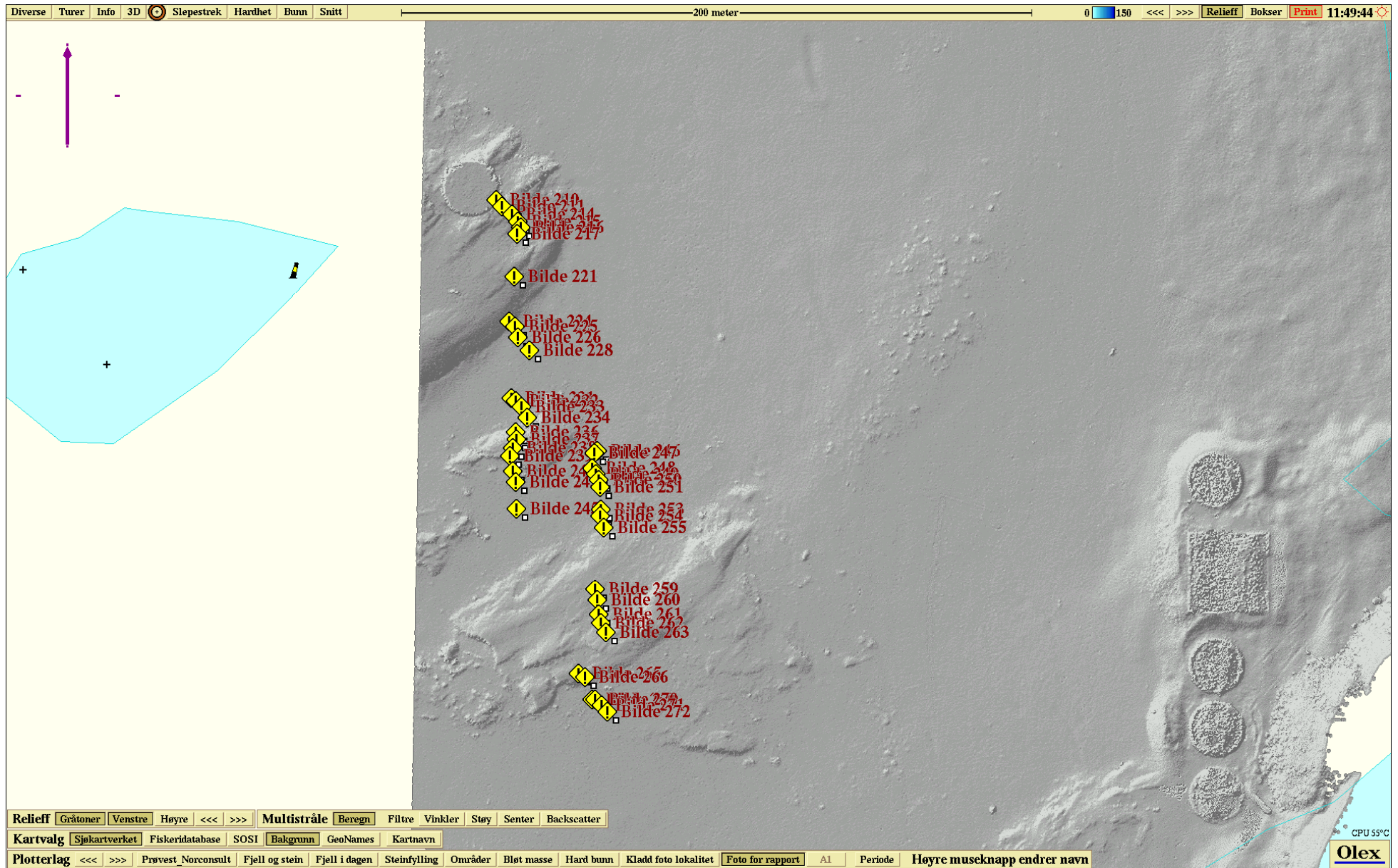
Figur 6 Lysebrune områder representerer her "Bløt Masse" på sjøbunnen.



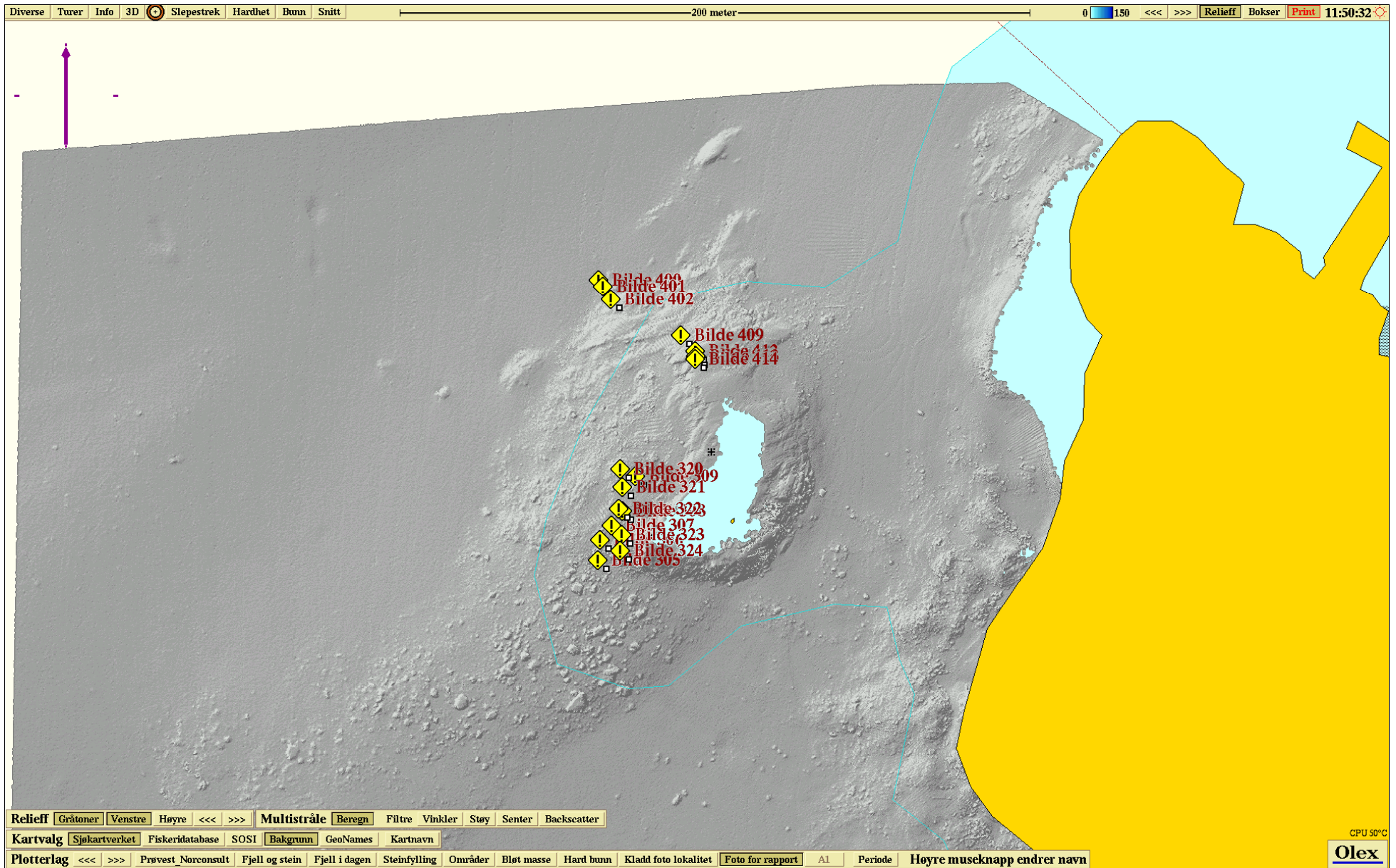
Figur 7 Områdene merket med grønt representerer her "Hard Bunn".



Figur 8 Oversikt over områdene som ble gjenstand for undervannsfotografering.



Figur 9 Nærbilde av område i sør-vest med merkene som viser posisjon og nummer på undervannsbildene som ble tatt. Se detaljer i rapport.



Figur 10 Nærbilde av grunne nord-øst som viser hvor undervannsbilder ble tatt.



Parker Maritime AS
Parker Hannifin Corp-FCG

RAPPORT

Sedimentkartlegging av dumpeområde utenfor Buøy for Ryfast

Kunde

Norconsult AS, Hovedkontor

Dokumentreferanse

1302011-13000220

0	For Bruk	13000220	21.03.2013	TK	IMG	RUE
REV. NR	GRUNN FOR UTGIVELSE	DOK. NR.	REV. DATO	SKREVET AV	KONTR. AV	GODKJ. AV

1	Innledning	2
1.1	Prosjektbeskrivelse	2
1.2	Kartoversikt	2
1.3	Arbeidsomfang	3
2	Feltarbeid	3
2.1	Planlagt arbeid	3
2.2	Estimert nøyaktighet på bildetaking	4
3	Data analyse av sediment klassifisering	4
3.1	Tilgjengelig materiale	4
3.2	Retningslinjer	4
3.3	Metode	5
4	Observasjoner og kommentarer	5
4.1	Sediment klassifisering	5
4.2	Observasjoner	5
5	Leveranse	11
6	Personell	11
6.1	Feltarbeid Multistrålekartlegging	11
6.2	Feltarbeid Undervannsfotografering	12
6.3	Prosessering, tolking, kartproduksjon og rapportering	12
7	Utstyr	12
7.1	Gruntvannskartleggingsbåt S/L Bintang	12
7.2	Datasystem på S/L Bintang kartleggingsbåt	13
7.3	Fartøy koordinater Bintang	15

VEDLEGG 1

Liste over bilder benyttet for beskrivelser

Sedimentkartlegging av dumpeområde utenfor Buøy for Ryfast		
REV. NR	REV. DATO	DOKUMENT REFERANSE
0	21.03.2013	1302011-13000220

1 Innledning

Parker Maritime foretok en kartlegging av dumpeområder for Ryfast for Norconsult tidligere i år. Kartleggingen ble utført med multistråle ekkolodd i dumpeområdene Buøy, Hundvåg og Solbakk (se rapport 1202050-130000077 sendt 12.02.2013).

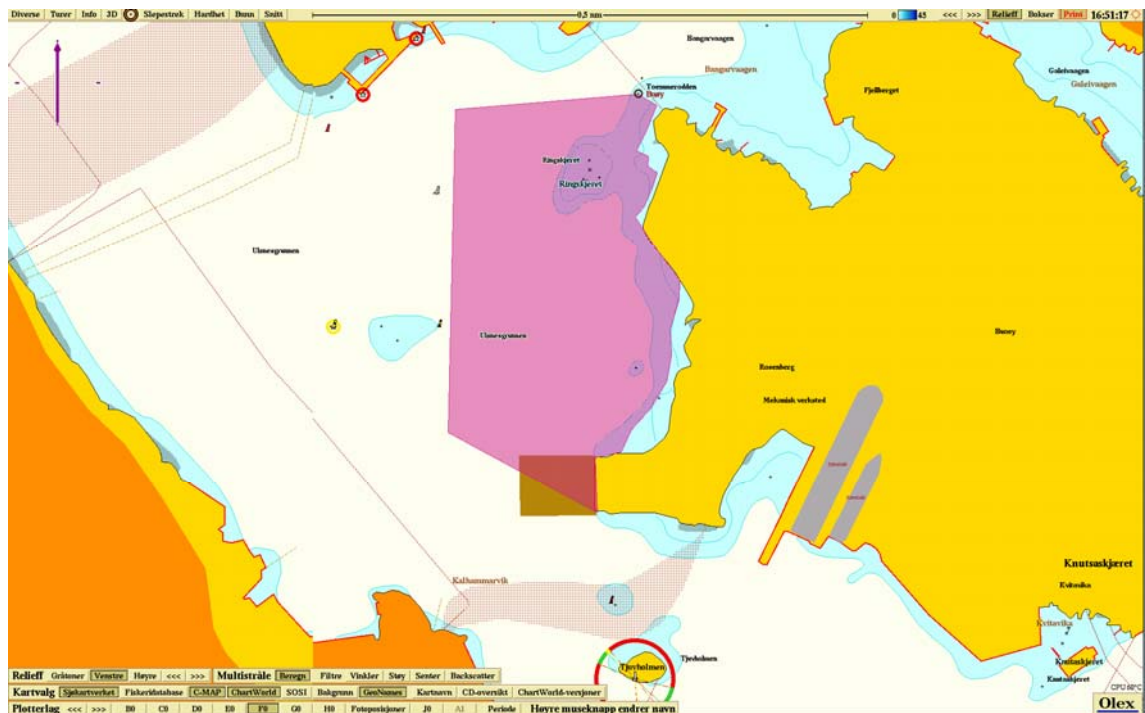
Sjøbunnskartleggingen som ble gjennomført viser i hovedsak detaljert sjøbunnsstopografi. Ekkostyrken fra multistråleloddet gir en indikasjon på sedimenthardhet i det øverste bunnet. Dette sammen med sjøbunnsstopografi kan gi skille mellom fjell og løsmasser. Tykkelse og sedimenttype kan ikke dokumenteres kun på bakgrunn av dette.

1.1 Prosjektbeskrivelse

Norconsult ønsket på vegne av sin oppdragsgiver Statens vegvesen at Parker Maritime skulle utføre følgende;

- "Tolking av eksisterende data, hvor resultatet komplimenteres med nye undervannsbilder"
- "Undervannsbildene må være av en slik kvalitet at de viser berg og oppstikkende fjell"
- "Alle løsmasser blir sett på som forurenset uavhengig av mektighet og områdene med berg og fjell skulle avgrensnes"
- "Resultatet av tolkingen skal danne grunnlag for kart som angir utfylling og som vil være en del av konkurransegrunnlaget. Da vil entreprenøren sin tildekking være i forhold til de angitte områder"

1.2 Kartoversikt



Figur 1 Oversikt over dumpeområde ved Buøy

Sedimentkartlegging av dumpeområde utenfor Buøy for Ryfast			
REV. NR	REV. DATO	DOKUMENT REFERANSE	
0	21.03.2013	1302011-13000220	

1.3 Arbeidsomfang

Parker Maritime har fått geolog Christian Lysholm til analysere de forskjellige sedimenttypene i det aktuelle området på Buøy. Dette er gjort på bakgrunn av tilgjengelige ressurser innhentet tidligere (dybdekart, relieff, ekkostyrke og rapporter) samt nye undervannsbilder tatt langs profiler merket ut i fra disse opplysningene.

Arbeidsomfanget kan da kort beskrives slik:

1. Sedimentklassifisering basert på kontorstudie av tilgjengelig materiale
2. Innhenting av undervannsbilder langs gitte trasèer med S/L Bintang
3. Justering av klassifisering etter bildeanalyse
4. Rapportering og kartfremstilling

2 Feltarbeid

Undervannsfotograferingen ble gjennomført 20.03.2013 ved hjelp av vårt kartleggingsfartøy S/L Bintang. Dykkekameraet som ble benyttet var et Nikon D700 med Zeiss 18 mm linse bygget inn i et undervannsflasker. Kameraet er forbundet via kabel med ethernet til en PC ombord i båten. Det er montert et "live view" video system foran kamera i flasken for å se hva som blir tatt bilde av. Dette systemet er kun laget for å kunne ta stillbilder.

Kamerasystemet tilhører en avdeling i Parker Maritime som driver med undervannsfotogrammetri og er vel utprøvd på forskjellige jobber da helst med ROV.

Kameraet ble montert på en stang sammen med blitz og lyskaster. Denne riggen ble senket i sjøen ved hjelp av tauverk fra baugen av båten under fotograferingen. Posisjonering av riggen ble gjort ved hjelp av logging av offset frem til baug. Kamera ble rigget slik at det så ned- og fremover i ca.70 graders helning fra horisontalplanet.

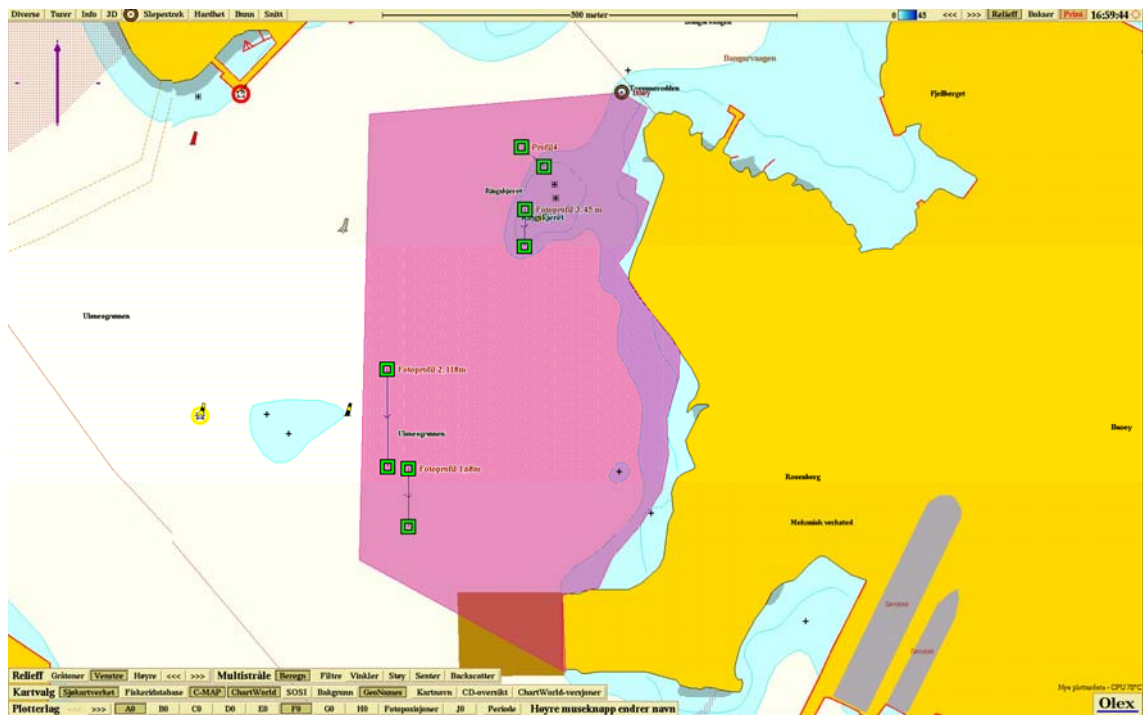


Figur 2 Bilder av fotorigg i vann og på land

2.1 Planlagt arbeid

Fire kartleggingsprofiler ble bestemt i forkant på bakgrunn av analyseringen av sedimentklassifiseringen. Båten ble navigert til disse lokasjonene og bildetaking ble foretatt langs de fire forhåndsbestemte profilene.

Sedimentkartlegging av dumppeområde utenfor Buøy for Ryfast			
REV. NR	REV. DATO	DOKUMENT REFERANSE	
0	21.03.2013	1302011-13000220	



Figur 3 Områder valgt ut for fotografering, hovedsakelig ved bart fjell

2.2 Estimert nøyaktighet på bildetaking

Klokkene på kartplottersystemet Olex og PC for bildetaking ble synkronisert før start. Ved bildetaking ble også posisjonen på kamerariggen loggført sammen med kursen på båten. Tidssynkroniseringen gjorde at vi hadde posisjon og retning på hvert bilde. Det vil imidlertid være en del feilkilder på grunn av blant annet strøm- og vindforhold slik som at kamerarigg dypt i sjøen antagelig ikke hadde samme kurs som båten.

Det viktigste var imidlertid å få et bilde av forholdene langs trasèene for å få styrket analysen.

3 Data analyse av sediment klassifisering

3.1 Tilgjengelig materiale

- Parker: (2013, rapport 1202050-13000077) Multistråledata: Dybdekart, relieff og refleksivitet.
- Parker: Tilgang på undervannsbilder tatt 20.03.2012
- Multiconsult 2009: Oppdr. Nr. 212751-1-116. Utfylling av sprengningsmasser Buøy. Grunnforhold. Geotekniske og miljøtekniske vurderinger.

(Data og rapporter fra seismiske undersøkelser samt geotekniske borer og var ikke tilgjengelige, men er omtalt i Multiconsult 2009).

3.2 Retningslinjer

E-post fra Jørn-Morten Dahl, Norconsult, datert 13.03.2013, sitat: Ønske fra Statens Vegvesen: "Tolkning av eksisterende data, hvor resultatet kompletteres med nye undervannsbilder". Undervannsbilder må være av en slik kvalitet at de viser berg og oppstikkende fjell.

Vi ser på alle løsmasser som forurenset uavhengig av mektighet, og det er områder med berg og fjell som skal avgrenses.

Resultatet av tolkningen må danne grunnlag for kart som angir utfylling og som vil være en del av konkurransegrunnlaget. Da vil entreprenøren sin tildekking være i forhold til de angitte områder.

Sedimentkartlegging av dumpeområde utenfor Buøy for Ryfast			
REV. NR	REV. DATO	DOKUMENT REFERANSE	
0	21.03.2013	1302011-13000220	

3.3 Metode

Sjøbunnen er klassifisert i 6 hovedtyper basert på tolkningen av topografi/relieff og av ekkostyrke (akustisk refleksivitet) fra MBE data og informasjon fra tidligere undersøkelser. Forholdsvis mest arbeid er lagt i å påvise fjell uten overdekning. Stillbilder ble tatt av sjøbunn, spesielt i områder med antatt rent fjell. I alt 59 gode bilder, derav 17 bilder av fjell eller mulig fjell.

4 Observasjoner og kommentarer

4.1 Sediment klassifisering

Under tolkningsarbeidet ble sjøbunnen i det kartlagte området klassifisert som vist i tabell 4 under. Se også vedlagte sjøbunnskart.

Sjøbunn type	Farge i Olex	Akustisk beskrivelse	Materiale/sediment, Kommentar
1) Oppstikkende fjell	Rosa	Høy ekkostyrke, flekker med lav og medium ekkostyrke	Glatt overflate med sprekker. Lommer med bløt masse. Også algevekst i vandedybde < 10 m
2) Fjell og stein	Grønn	Uregelmessig, lav til høy ekkostyrke	Uregelmessig relieff. Bløt masse mellom stein og blokk. Også noe algevekst i vandedybde < 10 m
3) Hard bunn	Brun	Høy ekkostyrke med små flekker med lav til medium ekkostyrke	Delvis tett sand og grus med små lommer av bløt masse. Kan overlape 2)
4) Middels hard bunn	Oransje	Middels ekkostyrke med flekker av både lav og høy ekkostyrke.	Delvis tett sand eller grus med lommer av bløt masse
5) Bløt bunn	Lyseblå	Lav ekkostyrke	Løs sand og gytje
6) Steinfylling	Lysegrå	Høy ekkostyrke	Lite eller ingen tegn til bløt masse
7) Blokk	Blå trekanter	Punkter med høy ekkostyrke.	Større blokk utenfor 2) områder. Også tydelig på relieff. NB Alle blokker er ikke markerte

Figur 4 Tabell over sjøbunnstyper

4.2 Observasjoner

1) Rent fjell

Arealer av rent fjell forekommer a) omkring Ringskjeret i nord, og b) øst for Ulsnesgrunnen i den sentrale, vestlige delen av utfyllingsområdet.

Den sikreste indikasjonen på rent fjell er ved Ringskjeret hvor fjellet er vasket rent i tidevannssonen og kan følges greit herfra på relieff. Men arealene av rent fjell er oppstykket og små på større dyp enn 5 meter. I tillegg til sedimenter er det begroing av alger, dette gir en annen akustisk ekkostyrke enn forventet fra rent fjell.

I området øst for Ulsnesgrunnen er det oppstikkende fjell, kfr relieff. Men ekkostyrken er såpass lav at det antas at fjellet er drapert med noe løs masse i form av finkornige sediment. Her kan det også være noe begroing av alger, kfr tidligere funn i prøve (Norconsult 2012, lokalitet H3).

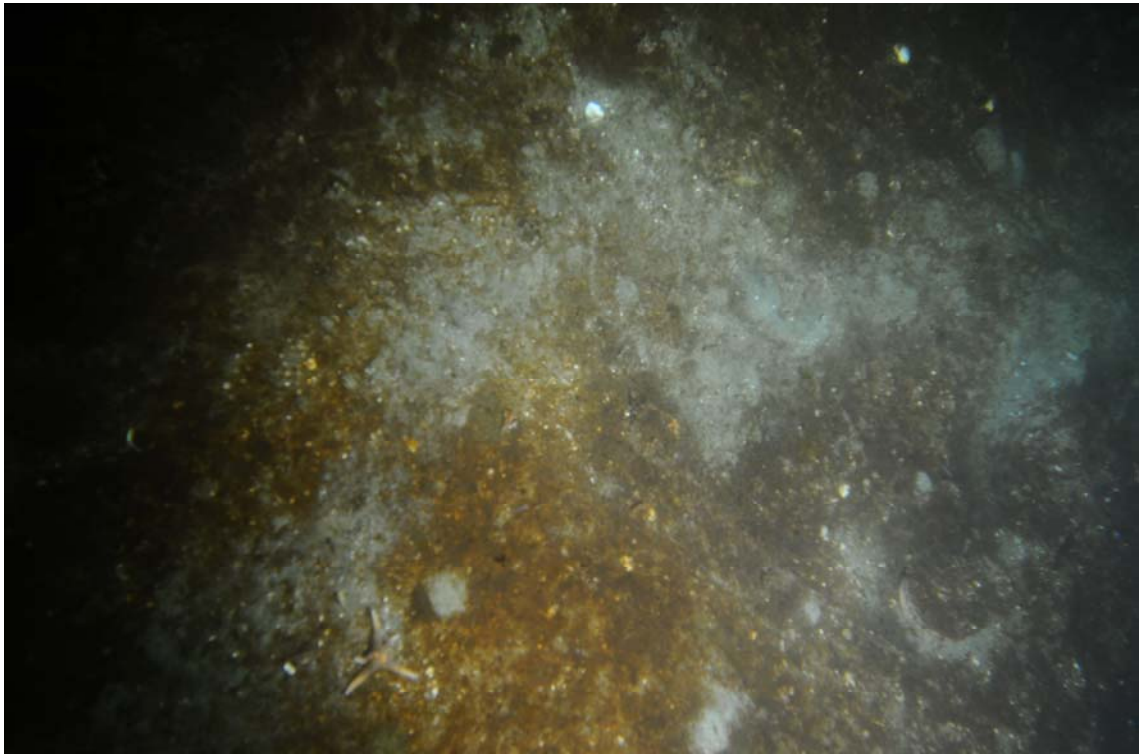
Fjell ved Ringskjeret

Vandedybden over fjellarealene omkring Ringskjeret er fra 0 til 16 meter. Dypest i nord og i nordvest.

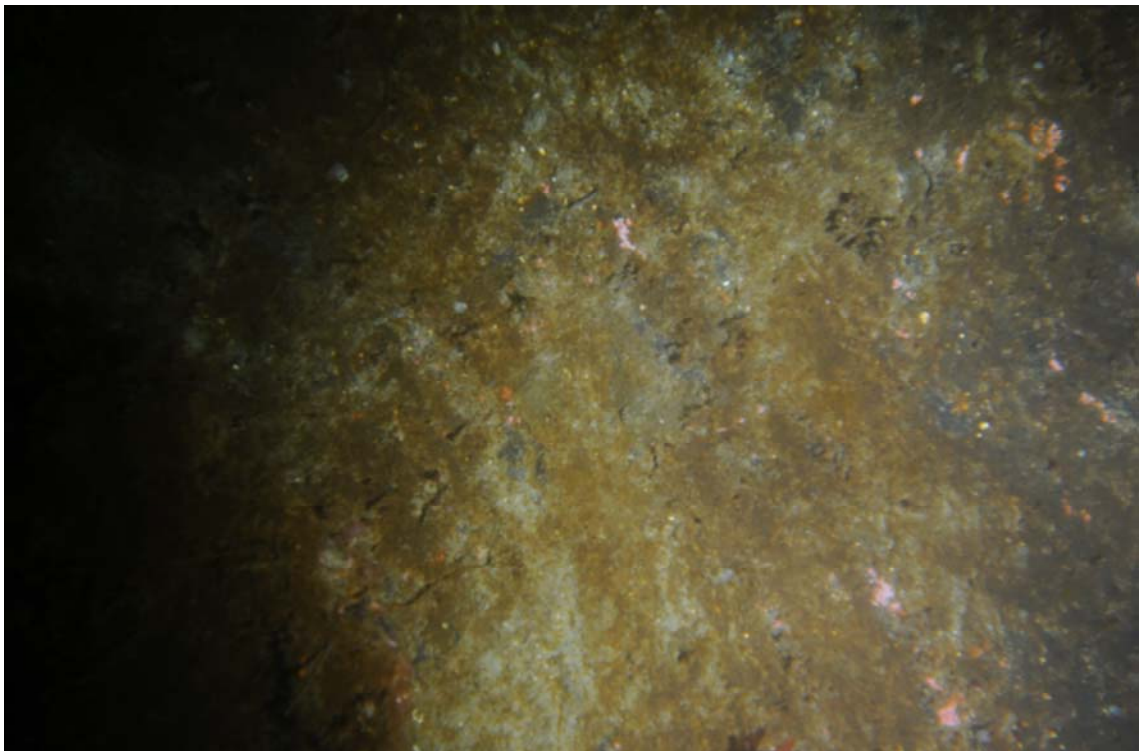
Fjell er eksponert i bølgeslags- og tidevannssonen. Det er til dels kraftig begroing av brunalger ned til ca 10 meters dybde. På fjell, og mellom stein og blokk, finnes skjellsand og grus. Også slam i små mengder.

Se bildeeksempler under.

Sedimentkartlegging av dumpeområde utenfor Buøy for Ryfast			
REV. NR	REV. DATO	DOKUMENT REFERANSE	
0	21.03.2013	1302011-13000220	

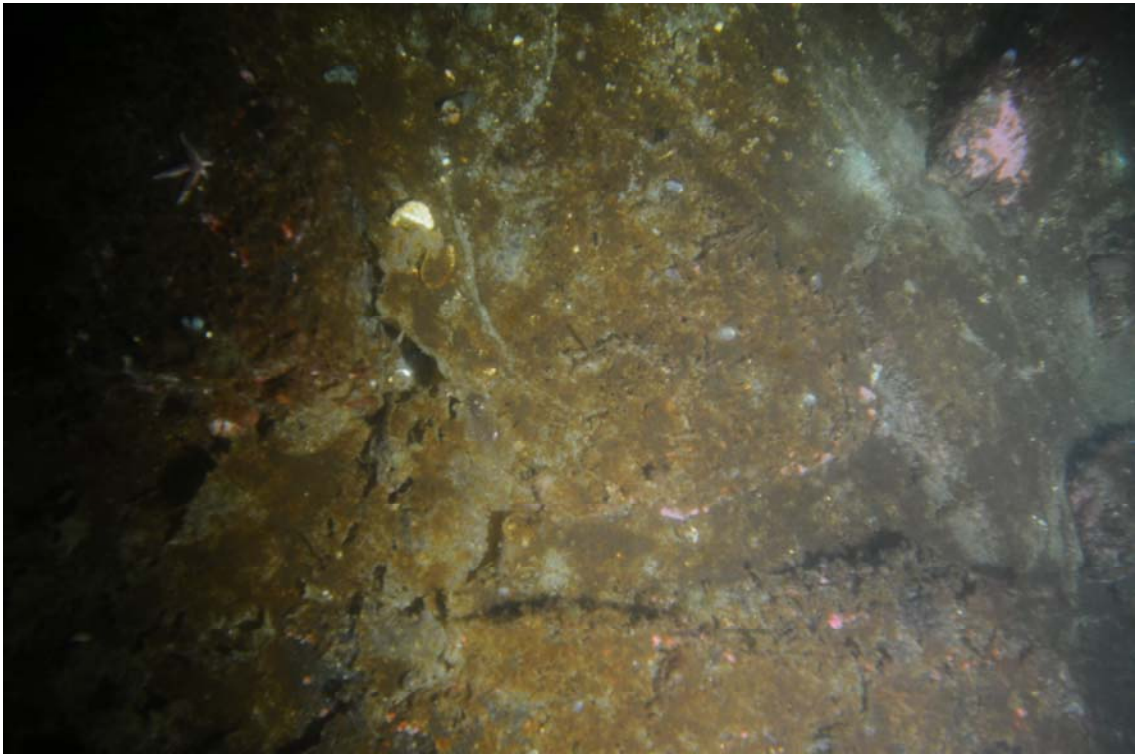


Figur 5 Bilde 400. Eksponert fjell. Meget lite slam. Lite begroing. Vanndybde 18 m. Opp er 167 grader.

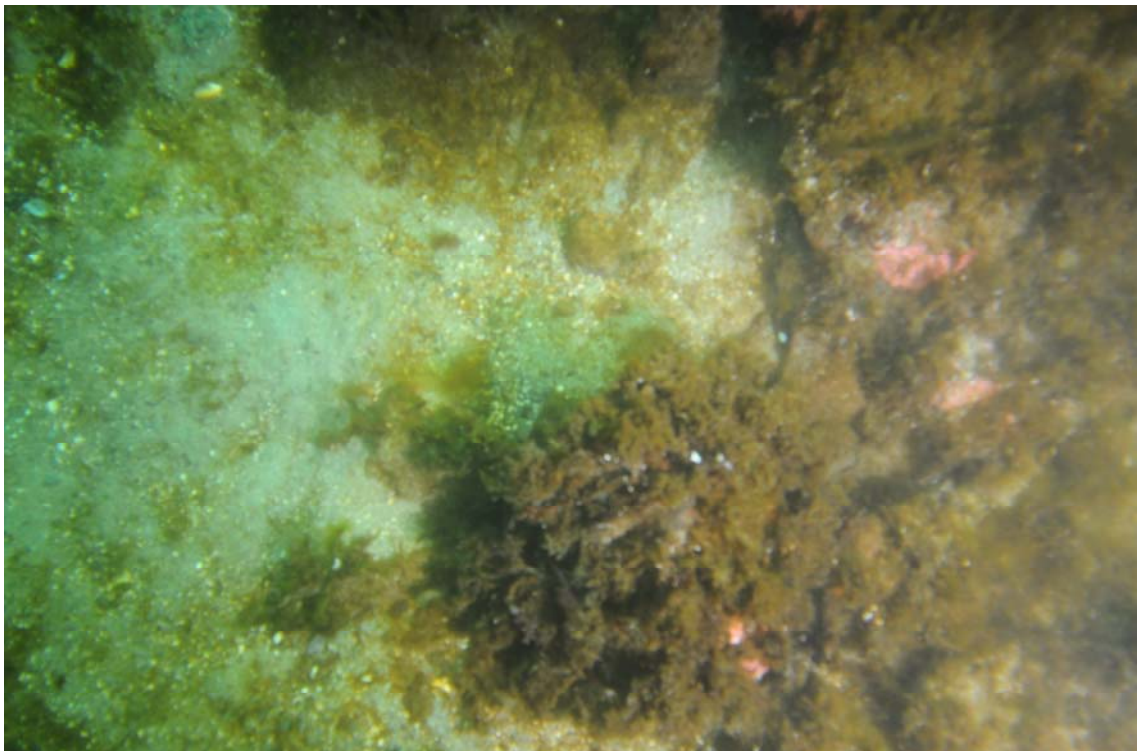


Figur 6 Bilde 402. Eksponert fjell. Meget lite slam. Lite begroing. Vanndybde 16 m. Opp er 155 grader.

Sedimentkartlegging av dumpeområde utenfor Buøy for Ryfast			
REV. NR	REV. DATO	DOKUMENT REFERANSE	
0	21.03.2013	1302011-13000220	



Figur 7 Bilde 401. Oppsprukket fjell eller blokk. Lite slam. Lite begroing. Vanndybde 17 m. Opp er 148 grader.



Figur 8 Bilde 409. Grus, skjellsand og stein, antagelig tynt overdekke på fjell. Noe slam. Begroing alger og litt kalk. Vanndybde 8 m. Opp er 116 grader.

Sedimentkartlegging av dumpeområde utenfor Buøy for Ryfast			
REV. NR	REV. DATO	DOKUMENT REFERANSE	
0	21.03.2013	1302011-13000220	

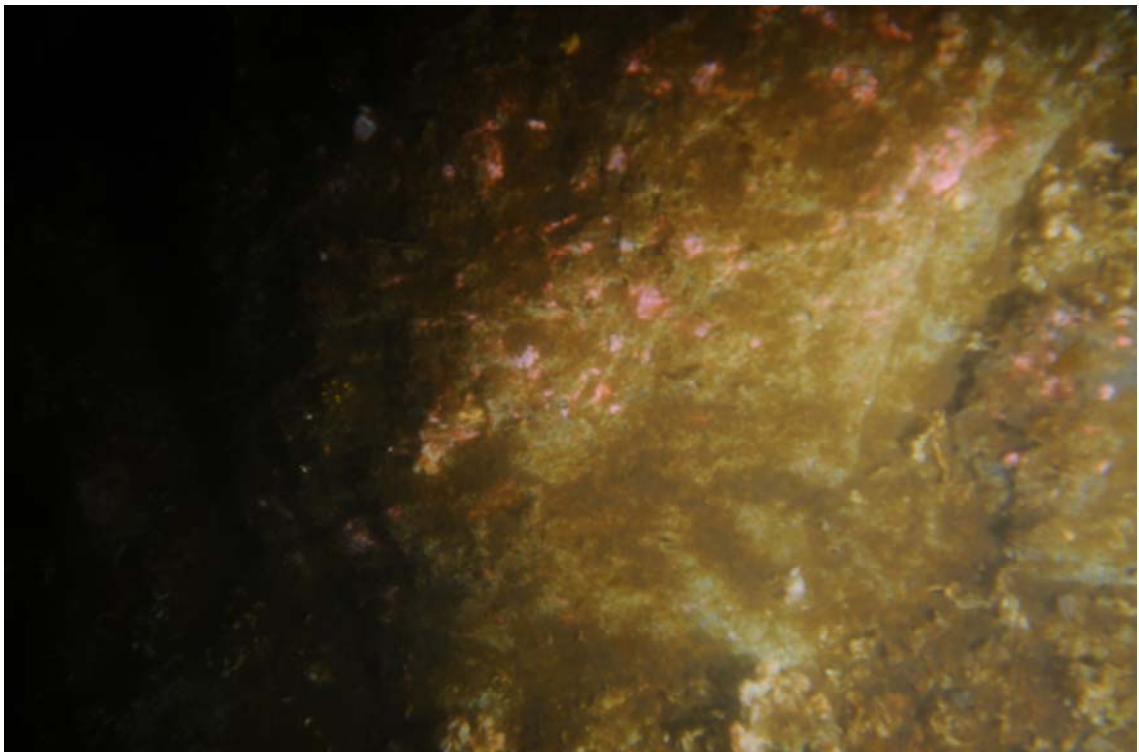


Figur 9 Bilde 323. Eksempel på kraftig begroing. På fjell? Vanndybde 6 m. Opp er 176 grader.

Fjell øst for Ulsnesgrunnen

Vanndybde over fjellarealene øst for Ulsnesgrunnen er fra 17 til 28 meter. Dypest i øst. En del slam i dette området, også på fjell. Lite begroing.

Se bildeeksempler under.

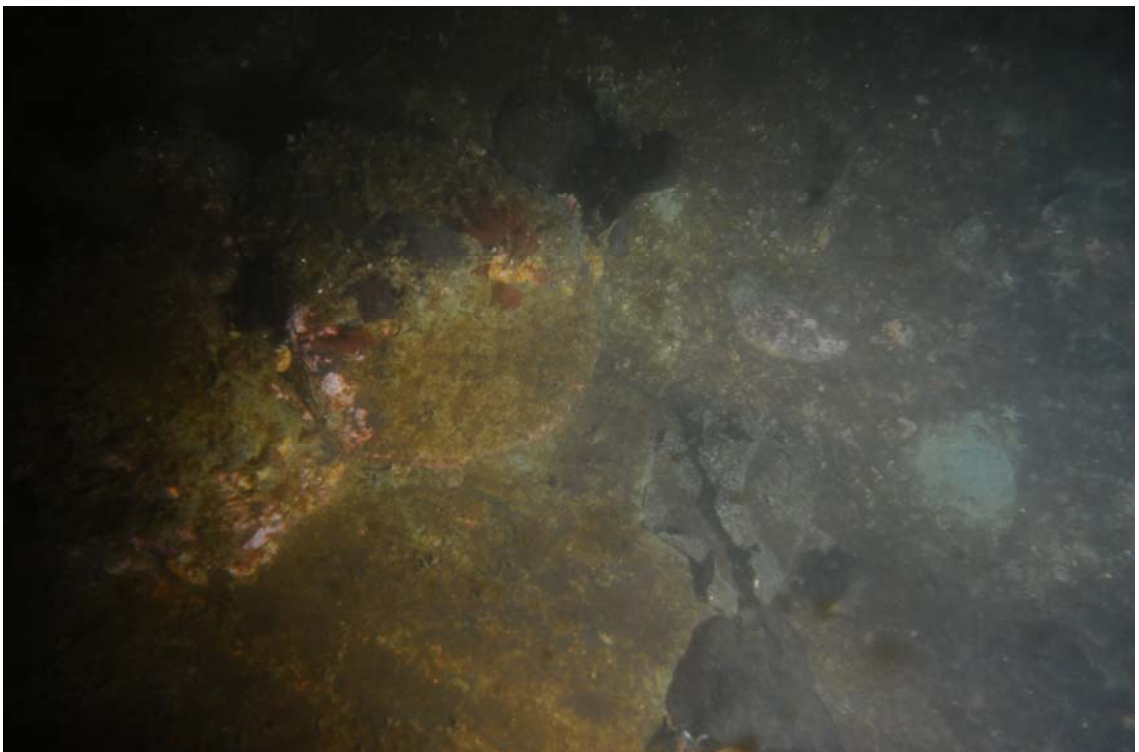


Figur 10 Bilde 211. Fjell med noe slam. Kalkholdig begroing. Vanndybde 23,5 m. Opp er 147 grader.

Sedimentkartlegging av dumpeområde utenfor Buøy for Ryfast			
REV. NR	REV. DATO	DOKUMENT REFERANSE	
0	21.03.2013	1302011-13000220	



Figur 11 Bilde 237. Fjell med grus i forsenkning/sprekk. En del slam. Begroing mest kalk. Vanndybde 21,5 m. Opp er 183 grader.



Figur 12 Bilde 265. Oppsprukket fjell med noe stein. Lite slam. Vanndybde 17,5 m. Opp er 147 grader. Noe begroing av kalk.

2) Fjell og stein

På denne sjøbunnstypen er det til dels et stort antall og tetthet av stein og blokk. Blokkstørrelsen kan være opp i flere kubikkmeter og er kantede eller noe avrundet. Løse,

Sedimentkartlegging av dumpeområde utenfor Buøy for Ryfast			
REV. NR	REV. DATO	DOKUMENT REFERANSE	
0	21.03.2013	1302011-13000220	

finkornige sediment finnes i disse områdene. I de grunne områdene nærme Ringskjeret er det grus og skjellsand mellom stein og blokk. Se bildeeksempel nedenfor. Det er kraftig begroing på stein og blokk i de grunne områdene (< 10 m dybde). Denne sjøbunnstypen kan overlape sjøbunnstype 3).



Figur 13 322. Grus og skjellsand innenfor område med stein og stor blokk. Vanddybde 6 m. Opp er 25 grader.

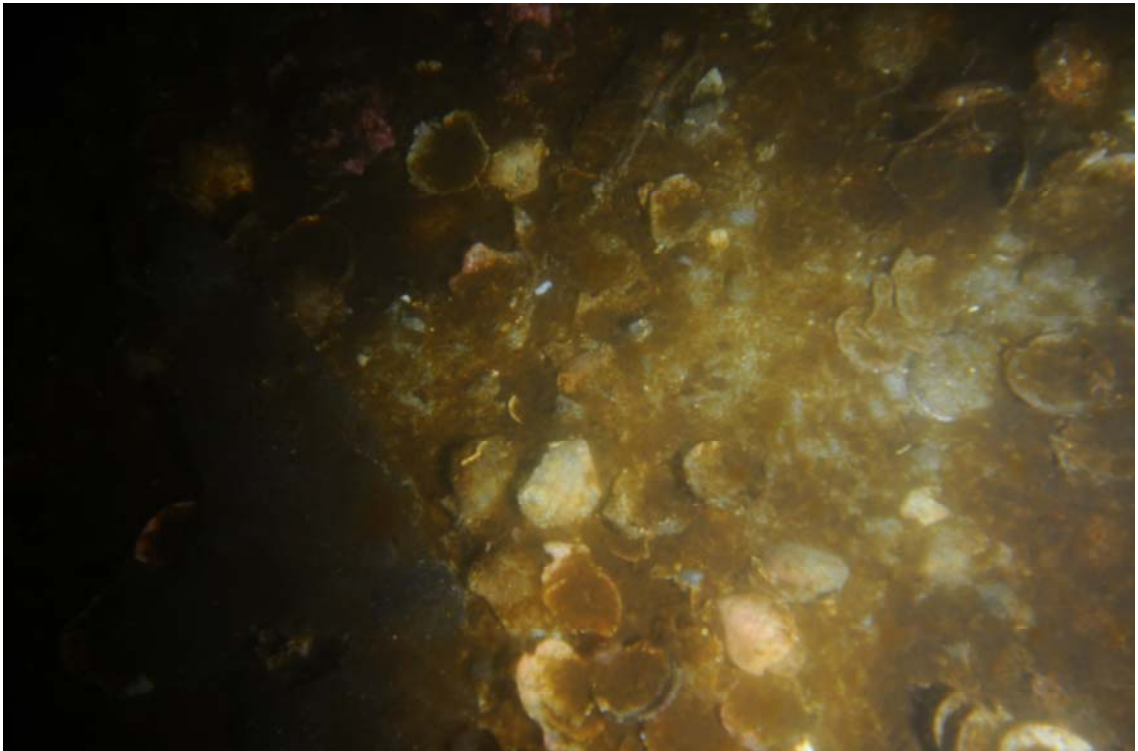
3) Hard bunn

Dette er områder med høy ekkostyrke. For en stor del tett sand eller grus. Små flekker med lav til middels ekkostyrke viser at bløt masse også forekommer på denne sjøbunnstypen. Kan overlape sjøbunnstype 2).

4) Middels hard bunn

Middels ekkostyrke med flekker av både lav og høy ekkostyrke. Tett eller ganske løs sand eller grus med lommer av bløt masse. Flekker med høy ekkostyrke kan skyldes skjell, se bildeeksempel. 20 til 100 % tildekking med skjell ble i dette tilfellet sett innenfor et ~ 20 m diameter område. Det er uvisst om dette skyldes dumping. Ingen levende skjell ble observert. Merk at det her er en del slam.

Sedimentkartlegging av dumpeområde utenfor Buøy for Ryfast			
REV. NR	REV. DATO	DOKUMENT REFERANSE	
0	21.03.2013	1302011-13000220	



Figur 14 Figur 15. Bilde 247. Høy ekkostyrke skyldes her en stor konsentrasjon av skjell. En del slam. Vanndybde 25 m. Opp er 208 grader.

5) Bløt bunn

Stort sett flat bunn med lav ekkostyrke. Bløte masser, sand og/eller gytje.

6) Steinfylling

Høy og homogen ekkostyrke. Lite eller ingen bløte masser. Lite eller ingen begroing.

7) Spredte blokker forekommer på alle sjøbunnstypene, unntatt på steinfyllingen. Noen av disse blokkene kan være mer enn 1 kubikkmeter store. Vær oppmerksom på at ikke alle blokker er markerte på kartet. Det henvises til relieff.

5 Leveranse

Denne leveransen til Norconsult vil inneholde:

- Rapport (dette dokument)
- Olex presentasjon med bilder vedrørende klassifisering av sjøbunn
- Sjøbunnskart over dumpeområder i PDF format
- SOSI data
- Undervannsbilder

Eventuelle andre formater kan leveres på forespørsel.

6 Personell

6.1 Feltarbeid Multistrålekartlegging

Morten S. Frøyland	Senior Surveyor
Truls Kiær	Senior Surveyor
Leif A Ødegård	Båtfører

Sedimentkartlegging av dumpeområde utenfor Buøy for Ryfast		
REV. NR	REV. DATO	DOKUMENT REFERANSE
0	21.03.2013	1302011-13000220

6.2 Feltarbeid Undervannsfotografering

Truls Kiær	Senior Surveyor
Steinar Skjerve	Kameratekniker
Kåre Haugland	Tekniker
Jan H.Råke	Båtfører

6.3 Prosessering, tolking, kartproduksjon og rapportering

Rolf A Ueland	Prosjekt Leder
Christian Lysholm	Geolog
Ingunn M.Gramstad	Kartfremstilling
Truls Kiær	Rapportering

7 Utstyr

Parker Maritime har kartleggingsbåten S/L Bintang med Kongsberg EM3002B multistråle ekkolodd. Dette er oppgradert til siste versjon med ny elektronikk og lang puls opsjon. Maksimum dybde i sjøvann er mellom 200-250m.

Utstyret består av følgende hovedkomponenter:

- Kartleggingsbåt med multistråle ekkolodd
- Kamerarigg for undervannsfotografering
- Prosessering og kartframstillingsutstyr og programvare
- Annet måle og dokumentasjons utstyr

Alt utstyret som benyttes er av anerkjent kvalitet og nøyaktighet. Utstyret kalibreres og kontrolleres i henhold til fabrikantens anbefalinger for maksimal nøyaktighet.

7.1 Gruntvannskartleggingsbåt S/L Bintang

Det følgende gir en kort informasjon om utstyret på kartleggings båten



Dette er en 26' Flipper båt som er ombygd for kartleggings formål. Båten er utstyrt med et Kongsberg Simrad EM 3002 Multistråle ekkolodd for høypresisjons kartlegging på grunt vann.

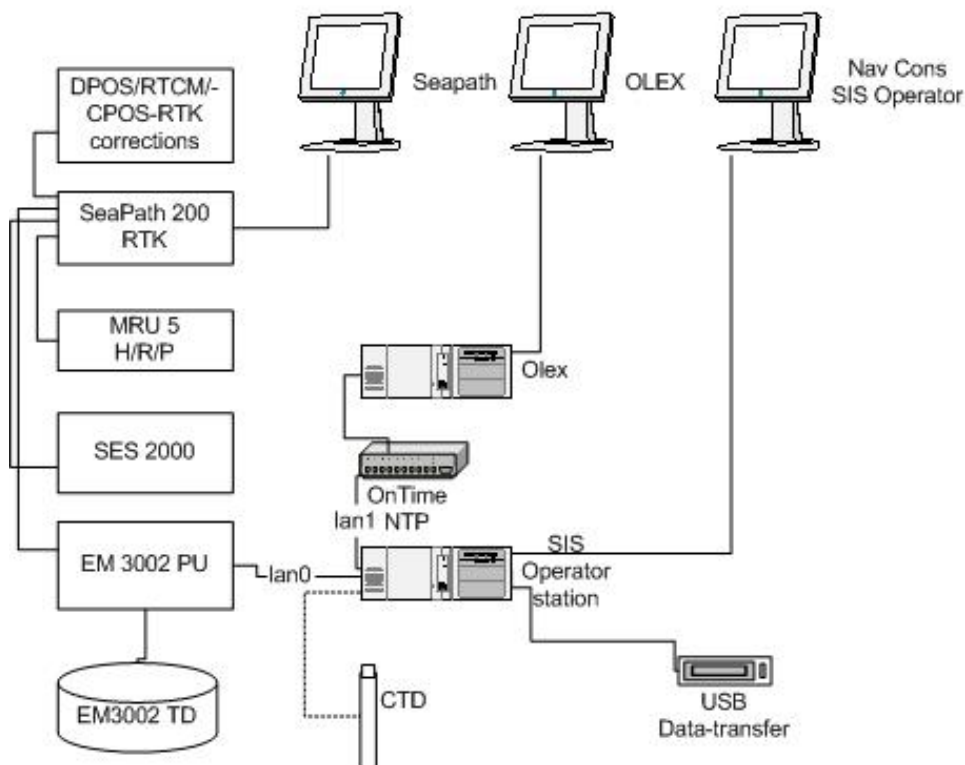
Sedimentkartlegging av dumpeområde utenfor Buøy for Ryfast			
REV. NR	REV. DATO	DOKUMENT REFERANSE	
0	21.03.2013	1302011-13000220	

Tekniske data:

Lengde	7.95m
Bredde	2.95m
Dypgang	1.0m
Motor	Yanmar 225 hp/ diesel
Transitt hastighet	ca 25 kts
Strømforsyning	2.2Kva 220 VAC inverter
Kommunikasjon	VHF/ GSM Mobiltelefon
Radar	Furuno Radar M-1715
AIS	Jotron AIS transponder
Kartplotter	Olex med ChartWorld

7.2 Datasystem på S/L Bintang kartleggingsbåt

**Configuration of equipment
Survey Launch**



Multistråle ekkolodd	Kongsberg Simrad EM 3002B Singelhode multistråle system. Montert på en over siden svinger stang. Svingeren kan brukes i horisontal og skrå stilling. Skråstilling dekker mot land på grunt vann.
Attitude Sensor	Seapath 200 RTK m/MRU 5
Posisjonering	Seapath 200 RTK med CPOS korreksjon
Timing	GPS based 1PPS
Lydhastighetsprobe	SAVI SD 202 Self recording CTD sensor 0-500m

Sedimentkartlegging av dumpeområde utenfor Buøy for Ryfast		
REV. NR	REV. DATO	DOKUMENT REFERANSE
0	21.03.2013	1302011-13000220



Parker Maritime
Parker Hannifin Corp-FCG

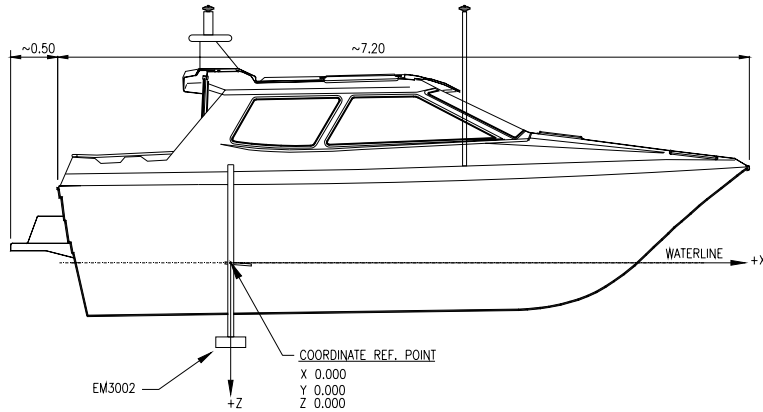
Side 14 av 16

Operatørstasjon	HWS 11 OS Win XP
Operator software	KM SIS
Online QC	Olex Chart System (Linux)
Tillegg	
Kamerarigg	Nikon D700 m/ Zeiss 18mm linse undervannskamera

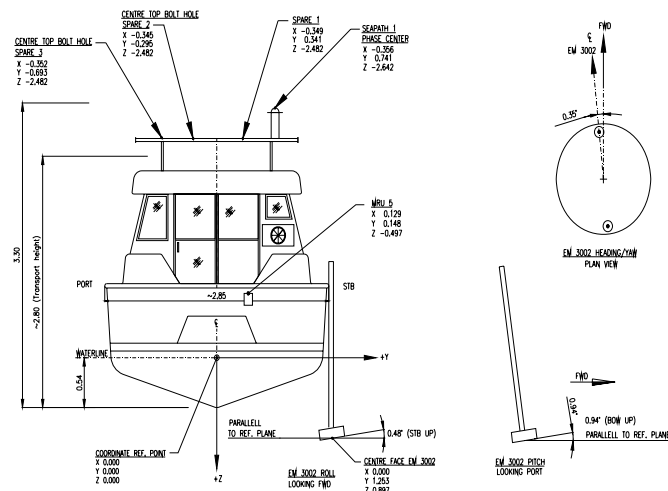
Sedimentkartlegging av dumpeområde utenfor Buøy for Ryfast		
REV. NR	REV. DATO	DOKUMENT REFERANSE
0	21.03.2013	1302011-13000220

7.3 Fartøy koordinater Bintang

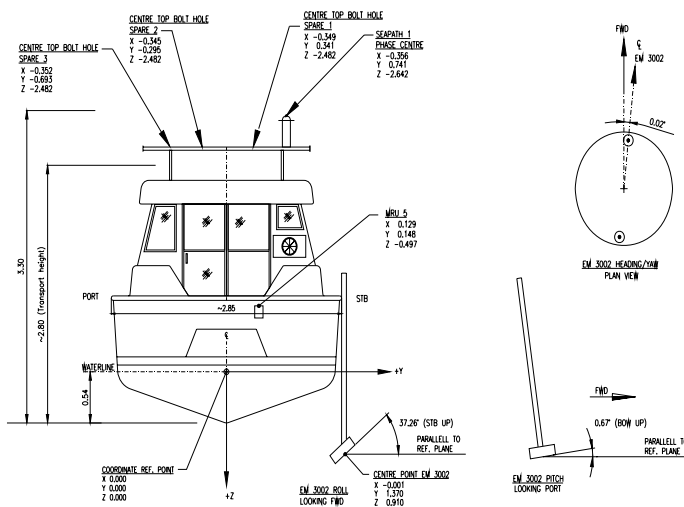
Følgende figurer viser utstyrs plassering på S/L Bintang



Figur 16 Sett fra Styrbord

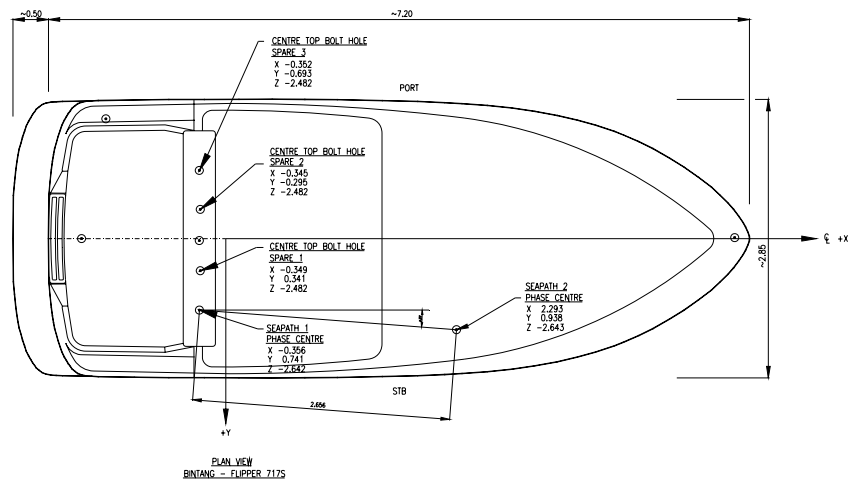


Figur 17 Offset for ekkolodd i horisontal posisjon.



Figur 18 Offset for ekkolodd i vippet posisjon

Sedimentkartlegging av dumpemråde utenfor Buøy for Ryfast			
REV. NR	REV. DATO	DOKUMENT REFERANSE	
0	21.03.2013	1302011-13000220	



Figur 19 Antenne offset

Sedimentkartlegging av dumpemråde utenfor Buøy for Ryfast			
REV. NR	REV. DATO	DOKUMENT REFERANSE	
0	21.03.2013	1302011-13000220	



Parker Maritime
Parker Hannifin Corp-FCG

VEDLEGG 1

Liste over bilder benyttet for beskrivelser

Generelle notater

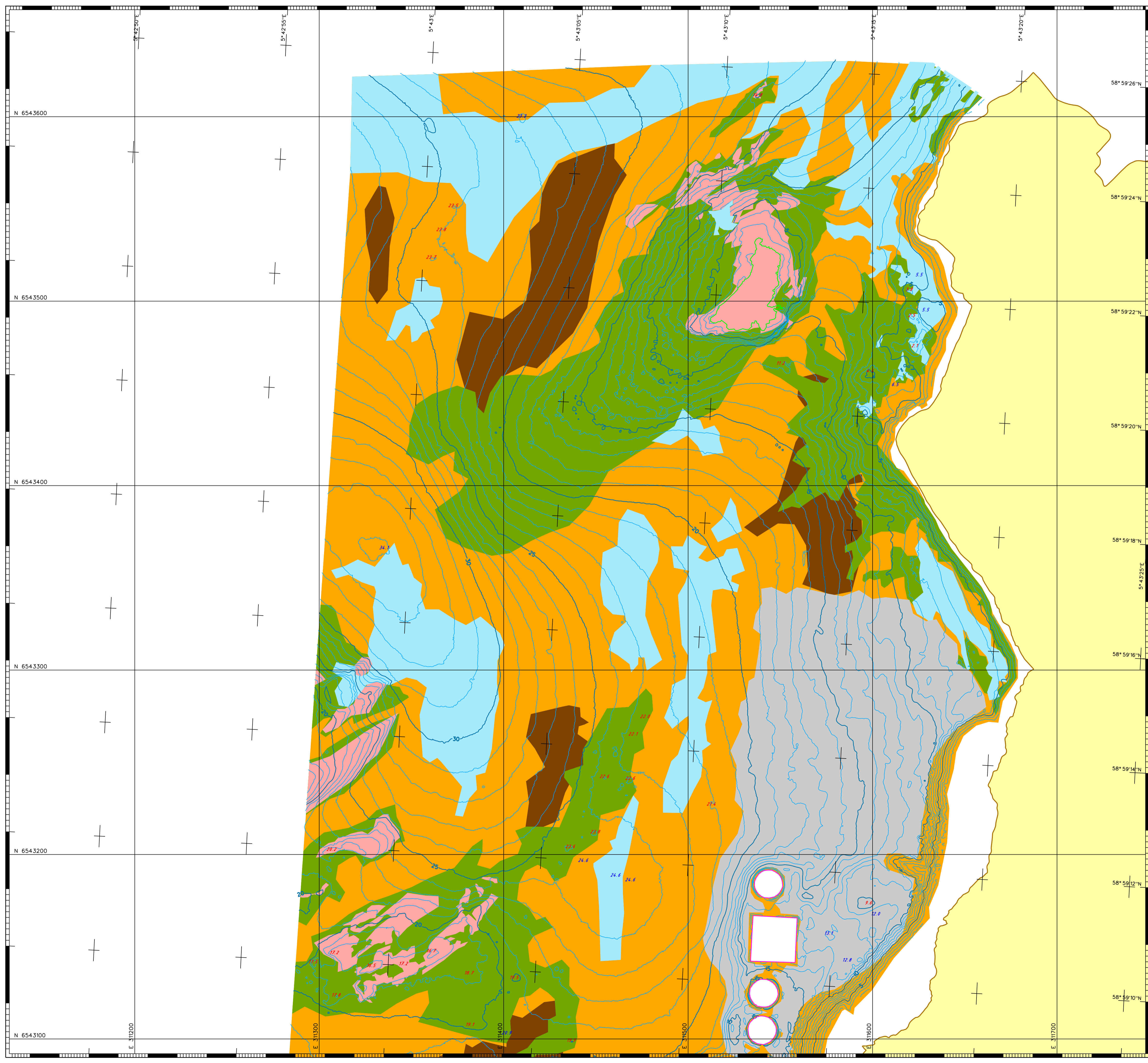
Liste over bilder benyttet for beskrivelser.

Retning refererer til topp av bilde, +/- 20 grader.

Kamera tilt ca 70 grader.

(Begroing er stort sett brunalger hvis ikke annet er nevnt).

Bilde nr	Tid	Nord	Øst	Dybde (m)	Retning (°)	Beskrivelse	Kommentar
Ved Ringskjeret							
400	12:36:17	58°59,403	5°43,146	18	167	Fjell. Meget lite slam.	Lite begroing.
401	12:36:24	58°59,402	5°43,147	17	148	Oppsprukket fjell eller blokk. Litt slam.	Lite begroing.
402	12:36:33	58°59,400	5°43,150	16	155	Fjell. Noe slam.	Noe begroing
409	12:40:38	58°59,394	5°43,173	8	116	Grus/skjellsand og stein. Noe slam.	Begroing på stein.
412	12:41:18	58°59,391	5°43,178	5	136	Fjell. Noe slam.	Begroing. Uskarpt foto.
413	12:41:37	58°59,390	5°43,178	4,5	136	Grus/skjellsand og småstein. Lite slam.	Begroing
414	12:41:48	58°59,390	5°43,178	4,5	136	Grus/skjellsand og småstein. Lite slam.	Begroing, også grønnalger
320	11:36:50	58°59,371	5°43,153	6,5	193	Sand/skjellsand og stein. Noe slam.	Begroing på stein. Også løst organisk materiale.
309	11:04:03	58°59,370	5°43,158	6	8	Fjell eller stor blokk?	Dekket av kraftig begroing
321	11:37:06	58°59,368	5°43,154	6	178	Grus/skjellsand og stein. Litt slam.	Begroing på stein.
322	11:37:23	58°59,364	5°43,153	6	191	Grus/skjellsand og stein. Lite slam.	Begroing på stein.
308	11:03:29	58°59,364	5°43,154	6	25	Grus/skjellsand og stein. Meget lite slam.	Begroing på stein.
307	11:03:10	58°59,361	5°43,150	6,5	47	Grus/skjellsand og stein. Litt slam.	Begroing på stein.
323	11:37:36	58°59,360	5°43,154	6	176	Fjell eller stor blokk?	Dekket av kraftig begroing
306	11:02:58	58°59,359	5°43,147	7	21	Grus/skjellsand mellom stein og blokk. Litt slam.	Kraftig begroing på stein og blokk.
324	11:37:47	58°59,357	5°43,153	5	193	Noe grus/skjellsand og stein på fjell? Lite eller ingen slam.	Begroing på stein og fjell(?)
305	11:02:45	58°59,355	5°43,146	8	336	Grus/skjellsand og stein. Lite eller ingen slam.	Begroing på stein.
Øst for Ulsnesgrunnen							
210	11:54:14	58°59,243	5°42,973	23	206	Grus/skjellsand og småstein. Spredt sprengt stein. Noe slam.	Begroing bare på naturlig stein.
211	11:54:24	58°59,242	5°42,975	23,5	147	Fjell med noe slam.	Litt begroing, også kalkholdig.
214	11:55:59	58°59,241	5°42,979	24	84	Grus med noe småstein.	Beskjeden begroing på småstein.
215	11:55:39	58°59,239	5°42,980	25	138	Grus med stein. Noe slam. Litt skjell.	Litt begroing, noe kalk på større stein.
216	11:55:49	58°59,238	5°42,981	25	126	Grus med småstein. Noe slam,	Lite begroing på småstein.
217	11:55:59	58°59,237	5°42,980	24,5	200	Grus med småstein, Noe slam. Noe skjell.	Litt begroing på småstein.
221	11:56:59	58°59,230	5°42,979	23	171	Grus og stein. Muligens noe fjell. Litt slam.	Litt begroing, kalk på stein og fjell(?).
224	11:58:03	58°59,222	5°42,978	25	173	Grus med småstein. En del slam.	Litt begroing på stein. Noe skrot.
225	11:58:17	58°59,221	5°42,979	26	146	Grus. En del slam. Litt skjell.	Beskjeden tilgroing. Skrot (flaske).
226	11:58:31	58°59,219	5°42,980	26	142	Sand og grus, Noe slam.	Litt begroing.
228	11:58:54	58°59,217	5°42,984	26	152	Grus og stein. En del slam.	Litt begroing på stein.



TEGNFORKLARING

- Kystlinje (MHV)
- 0 linje (Vref)
- Dybdekonturer
- 12.5 Toppunkt
- 12.5 Dyppunkt
- Middels hard bunn
- Hard bunn
- Fjell og stein
- Undervannskabel
- Rørdledning
- Boyer og staker
- Lykter
- Hurtigbåtmerke
- RTK referansestasjon med høyde (ref. NN54) H=5.620
- Oppmåling grense mot land
- Betongfundamenter
- Gruntområde

Tegnforklaring er felles for alle Parker Maritime AS prosjekter, variasjoner kan forekomme.

BESKRIVELSE

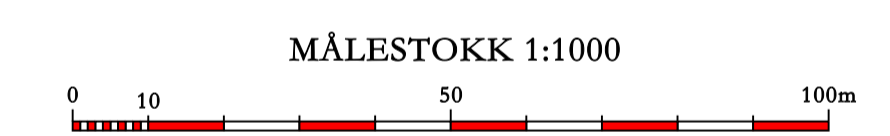
OPPMÅLINGSPERIODE Januar 2013
 VANNSTAND - Sted Stavanger
 - Kilde Kartverket, Sjøkartverket
 FARTØY S/L Bintang
 POSISJONERING - overflate SatRef C-POS
 - undervann
 RTK REF. STASJON Kartverket, Hønefoss
 - øst 0
 - nord 0
 - høyde 0
 EKKOLODD - multistråle EM3002
 BEVEGELSE SENSORER - gyro Seapath 200 RTK
 - attitude Seapath 200 RTK

Karttype: Topografisk

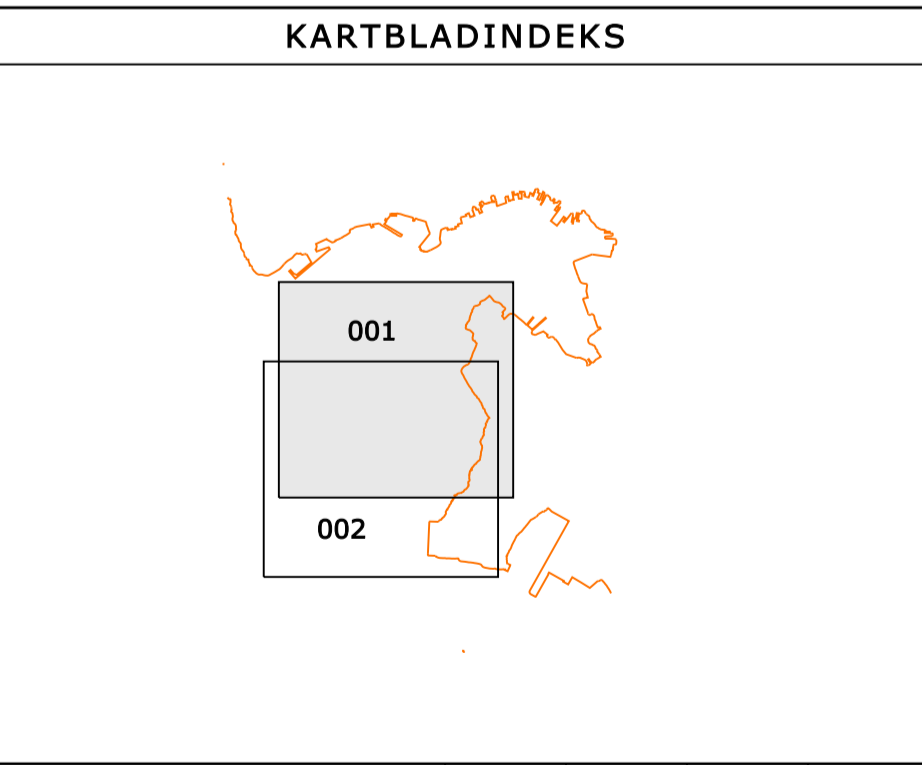
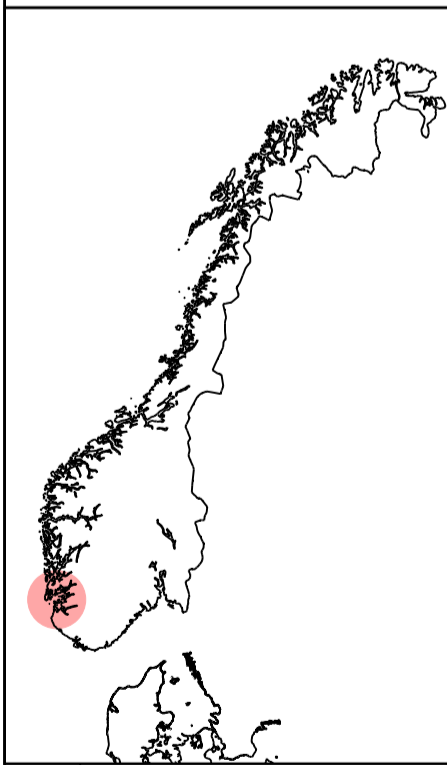
MERKNADER

Dybdekonturer generert fra digital terreng med 0,5 x 0,5 m rutenett.

Derimot anses ikke er oppgitt, er all data prosessert ved bruk av programpakken Stepan fra Kingsburg Simrad AS. Digital terrengmodellering og kartprosjisering er utført ved bruk av programpakken QGIS fra QGIS-AS. Kartkomponering og kartografisk redigering er utført i MicroStation. **IKKE FOR NAVIGASJON**



Koordinatsystem EUREF89 / UTM Sone 32
 Vertikal referanse NN54



0	Revisjon 0	22.03.2013	IMG	TK	RUE
REV.	REVISJON	DATE	AV	KONTROLL	ODKJENT

Parker Maritime AS

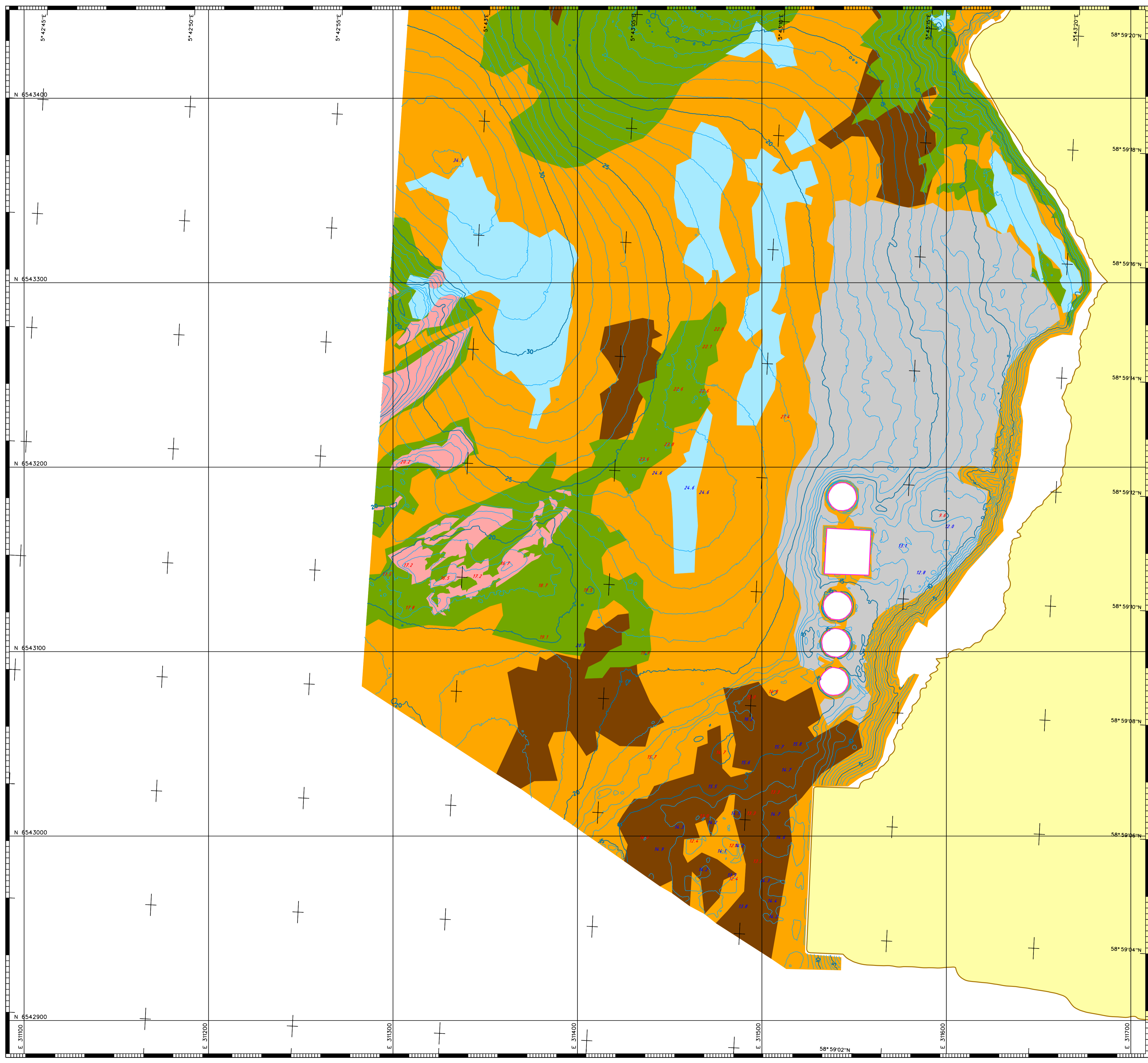
KUNDE
Norconsult AS

KUNDEPROSJEKT
Kartlegging av dumpeområder Ryfast

TITTEL
Sjøbunnstyper

PROSJEKT NR. 1302011 **NETT-FAKSN** 00_Charts_no.dgn **DRUKKE** Buøy, Stavanger

Originalt sheet: A1



TEGNFORKLARING

- Kystlinje (MHV)
- 0-linje (Vref) Fyllt område (Vref-MHV)
- Dybdekonturer
- 12.5 Toppunkt
- 12.5 Dyppunkt
- Middels hard bunn
- Hard bunn
- Fjell og stein
- Undervannskabel
- Rørdledning
- Bøyer og staker
- Lykter
- Hurtigbåtmerke
- Bløt bunn
- Oppstikkende fjell
- Steinfylling
- PP1000 RTK referansestasjon med høyde (ref. NN54)
- H=5.620
- Oppmåling grense mot land
- Betongfundamenter
- Gruntområde

Tegnforklaring er felles for alle Parker Maritime AS prosjekter, variasjoner kan forekomme.

BESKRIVELSE

OPPMÅLINGSPERIODE Januar 2013
 VANNSTAND - Sted Stavanger
 - Kilde Kartverket, Sjøkartverket
 FARTØY S/L Bintang
 POSISJONERING - overflate SatRef C-POS
 - undervann
 RTK REF. STASJON Kartverket, Hønefoss
 - øst 0
 - nord 0
 - høyde 0
 EKKOLODD - multistråle EM3002
 - enkeltstråle
 BEVEGELSE SENSORER - gyro Seapath 200 RTK
 - attitude Seapath 200 RTK

Karttype: Topografisk

MERKNADER

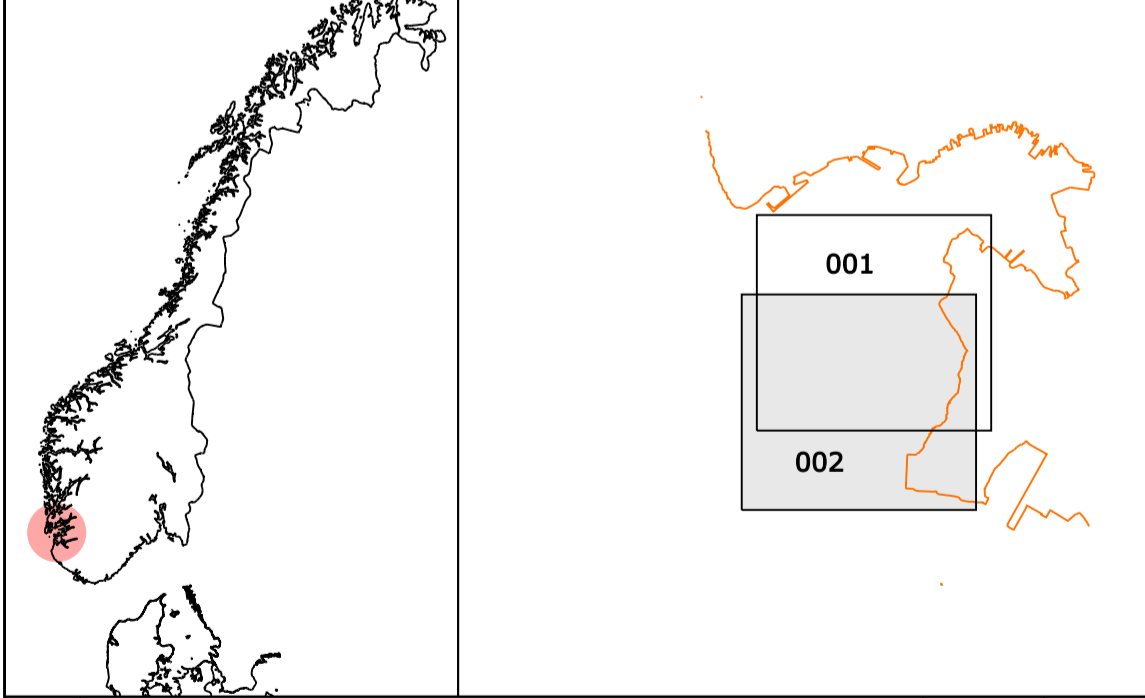
Dybdekonturer generert fra digital terreng med 0,5 x 0,5 m rutenett.

Derimot anses ikke er oppgitt, er all data prosessert ved bruk av programpakken Stepan fra Kongsberg Simrad AS. Digital terrengmodellering og kartprosjisering er utført ved bruk av programpakken Clear for Clear AS. Kartkomponering og kartografisk redigering er utført i MicroStation. **IKKE FOR NAVIGASJON**



Koordinatsystem EUREF89 / UTM Sone 32 Vertikal referanse NN54

KARTBLADINDEKS



REV	REVISJON	AV	DATE	KONTROLL	GDOKJENT	
0	Revisjon 0		22.03.2013	IMG	TK	RUE



KUNDE **Norconsult AS**
 KUNDEPROSJEKT Kartlegging av dumpeområder Ryfast
 TITTEL **Sjøbunnstyper**

FW PROSJEKT nr	1302011	FW-FAKAV	00_Charts_no.dgn	DNRSZ	Buoy, Stavanger				
TEGMG nr									
Kontroll	Prosjekt	Dwg. Kode	Område/System	Diode	Tegn Kode	Rev. nr	01	TG002	0

Originalt sheet: A1

Vedlegg 7

Utlekkingsberegninger fyllitt

- Beregninger (rekneark)
- Analyseresultat (ristetest og totalinnhold)

Utlekking av arsen frå fyllitt, Buøy

Data			
Analyseresultat			
Arsenkonsentrasjon i stein	26,9 mg/kg TS	(ALS rapport)	
Beregnet utvasket mengde: Arsen	0,0591 mg/kg TS	(ALS rapport)	Berekna utvaska mengde er basert på utlekkning frå stein knust til fraksjonar <4mm.
Ca størrelse på fyllinga		Berekingar	
m3 stein i fylling	1,40E+06 m3	Lengd fyllingsfot	35,75260778 m
Eigenvekt stein i fyllinga	1,6 t/m3	lengd skråning	46,67171481 m
Masse stein fylling (tonn)	2,24E+06 t	Tverrsnitt fyllingsfot (m2)	536,2891167 m2
Masse stein fylling (kg)	2,24E+09 kg		
Lengde på fylling (mot sjø)		Forutsett at berre fyrste 1m vatn kjem i kontakt med fyllinga	
Høgde	800 m	Tverrsnitt vatn over skråning (m3)	536,2891167 m3
Skråningsvinkel	30 m	Volum vatn over fyllingsfot (m3)	429031,2933 m3
	40 grader		
	0,698131701 radianar		
		Forutsetningar:	
		Stein er kvadratiske kuber. L = W = H	
		Lik gjennomstrøyming i heile utfyllinga og langs alle sider.	
		Eigenvekt fyllitt = 2,5	
		PNEC Arsen i sjøvatn (TA 22)	4,8 ug/L
		PNEC Arsen i sediment kl2	52 mg/kg
		Eigenvekt sediment	1600 kg/m3

Utlekkingspotensial

Utlekking heng saman med kontakt med vatn. Kontaktflata påverkar kor mykje arsen vert tilgjengeleg for utlekkning. Dess mindre fraksjon, dess større overflate relativt til volum, og dess høgare utlekkingspotensial.

Basert på erfaringstal frå tidlegare tunnelsteinfyllingar, har vi anslått ei fraksjonsfordeling som vist under.

Utlekkingspotensialet er vist som ein funksjon av overflatal, der den minste fraksjonen (<4mm) tilsvare resultatet frå utlekkningstesten. Større fraksjonar har mindre utlekkingspotensial.

Det samla utlekkingspotensialet for fyllinga vert då summen av potensiala for kvar fraksjon.

Sprengsteinfraksjon'	Max str mm	Anslått andel (%)	Volum m3	Masse kg	Overflate stein mm2	Volum stein mm3	Ratio overflate/volum	Utlekkingspotensiale som funksjon av overflateareal (mg/kg)	Totalt utlekkingspotensial i fyllinga (mg)	Arsen utlekkning (kg)	arsen (ug)
<4mm	4	15 %	2,10E+05	3,36E+08	96	64	1,5	0,0591	1,99E+07	19,8576	1,99E+10
4-40mm	40	25 %	3,50E+05	5,60E+08	9600	64000	0,15	0,00591	3,31E+06	3,3096	3,31E+09
40-400mm	400	30 %	4,20E+05	6,72E+08	960000	64000000	0,015	0,000591	3,97E+05	0,397152	3,97E+08
400-1000mm	1000	30 %	4,20E+05	6,72E+08	6000000	1000000000	0,006	0,0002364	1,59E+05	0,1588608	1,59E+08
sum		100 %	1,40E+06	2,24E+09					2,37E+07	23,7232128	2,37E+10

Konsentrasjon i vatnet

Grovberekinga er forklart i søknadsdokument SHA_YM-038, kapittel 4.

Kor lang tid det tek før alt arsen er lekka ut av fyllinga

Kor lang tid det tek før alt vatnet rundt fyllinga er skifta ut.

Utlekkings-periode (år)	Opphaldsperiode (år) tr	Utlekkings-rate (mg/år) Ft	Volum vatn over fyllingsfot (m3) Vsjø	Konsentrasjon i vatnet C _{sv} (ug/l)	Faktor for ekstra utlekkning under sjøve utfyllinga	Konsentrasjon i vatnet (ug/l) under utfylling
	50	0,02	474464,256	0,022117932	100	2,211793235

Utfelling frå vatn til sediment

Grovberekinga er forklart i søknadsdokument SHA_YM-038, kapittel 4.

Viss vi antar at alt arsenet vert felt ut av vatnet i løpet av dei fyrste 50m, jamt fordelt.

Fyllingslengde (m)	Grense (m)	Areal (m2)	Totalt utlekkingspotensial i fyllinga (mg)	PNEC sediment (As mg/kg)	Arsen per areal (mg/m2)	Kun øvste cm (m)	Kg sediment pr m2 (kun øvste 10 cm) (kg/m2)	Arsen i sediment (mg/kg)
	800	50	40000	2,37E+07	52	593,08032	0,01	16
								37,06752

Utlekking av arsen frå fyllitt, Buøy

(Med formel-piler vist.)

Data			
Analyseresultat			
Arsenkonsentrasjon i stein	26,9 mg/kg TS	(ALS rapport)	
Beregnet utvasket mengde: Arsen	0,0591 mg/kg TS	(ALS rapport)	Berekinga utvaska mengde er basert på utlekking frå stein knust til fraksjonar <4mm.

Ca størrelse på fyllinga

m3 stein i fylling
 Eigenvekt stein i fyllinga
 Masse stein fylling (tonn)
 Masse stein fylling (kg)

1,40E+06 m3
 1,6 t/m3
 2,24E+06 t
 2,24E+09 kg

Berekingar

Lengd fyllingsfot → 35,75260778 m
 lengd skråning → 46,67171481 m
 Tverrsnitt fyllingsfot (m2) → 536,2891167 m2

Forutsetningar:

Stein er kvadratiske kuber. L = W = H
 Lik gjennomstrøyming i heile utfyllinga og langs alle sider.
 Eigenvekt fyllitt = 2,5

Lengde på fylling (mot sjø)
 Høgde
 Skråningsvinkel

800 m
 30 m
 40 grader
 0,69813170 radianar

Forutsett at berre fyrste 1m vatn kjem i kontakt med fyllinga
 Tverrsnitt vatn over skråning (m3) → 536,2891167 m3
 Volum vatn over fyllingsfot (m3) → 429031,2933 m3

PNEC Arsen i sjøvatn (TA 22) → 4,8 ug/L
 PNEC Arsen i sediment kl2 → 52 mg/kg

Eigenvekt sediment → 1600 kg/m3

Utlekkingspotensial

Utlekking heng saman med kontakt med vatn. Kontaktflata påverkar kor mykje arsen vert tilgjengeleg for utlekking. Dess mindre fraksjon, dess større overflate relativt til volum, og dess høgare utlekkingspotensial. Basert på erfaringstal frå tidlegare tunnelsteinfyllingar, har vi anslått ei fraksjonsfordeling som vist under. Utlekkingspotensialet er vist som ein funksjon av overflatal, der den minste fraksjonen (<4mm) tilsvarar resultatet frå utlekkings testen. Større fraksjonar har mindre utlekkingspotensial. Det samla utlekkingspotensialet for fyllinga vert då summen av potensiala for kvar fraksjon.

Sprengsteinfraksjon'	Max str mm	Anslått andel (%)	Volum m3	Masse kg	Overflate stein mm2	Volum stein mm3	Ratio overflate/volum	Utlekkingspotensiale som funksjon av overflateareal (mg/kg)	Totalt utlekkingspotensial i fyllinga (mg)	Arsen utlekking (kg)	arsen (ug)
<4mm	4	15 %	2,10E+05	3,36E+08	96	64	1,5	0,0591	1,99E+07	19,8576	1,99E+10
4-40mm	40	25 %	3,50E+05	5,60E+08	9600	64000	0,15	0,00591	3,31E+06	3,3096	3,31E+09
40-400mm	400	30 %	4,20E+05	6,72E+08	960000	64000000	0,015	0,000591	3,97E+05	0,397152	3,97E+08
400-1000mm	1000	30 %	4,20E+05	6,72E+08	6000000	1000000000	0,006	0,0002364	1,59E+05	0,1588608	1,59E+08
sum		100 %	1,40E+06	2,24E+09					2,37E+07	23,7232128	2,37E+10

Konsentrasjon i vatnet

Grovberekinga er forklart i søknadsdokument SHA_YM-038, kapittel 4.
 Kor lang tid det tek før alt arsen er lekka ut av fyllinga
 Kor lang tid det tek før alt vatnet rundt fyllinga er skifta ut.

Utlekkings-periode (år)	Opphaldsperiode (år) tr	Utlekkings-rate (mg/år) Ft	Volum vatn over fyllingsfot (m3) Vsjø	Konsentrasjon i vatnet C _{sv} (ug/l)	Faktor for ekstra utlekking under sjøve utfyllinga	Konsentrasjon i vatnet (ug/l) under utfylling
	50	0,02	474464,256	429031,2933	100	2,211793235

Utfelling frå vatn til sediment

Grovberekinga er forklart i søknadsdokument SHA_YM-038, kapittel 4.
 Viss vi antar at alt arsenet vert felt ut av vatnet i løpet av dei fyrste 50m, jamt fordelt.

Fyllingslengde (m)	Grense (m)	Areal (m2)	Totalt utlekkingspotensial i fyllinga (mg)	PNEC sediment (As mg/kg)	Arsen per areal (mg/m2)	Kun øvste cm (m)	Kg sediment pr m2 (kun øvste 10 cm) (kg/m2)	Arsen i sediment (mg/kg)	
	800	50	40000	2,37E+07	52	593,08032	0,01	16	37,06752



Prosjekt
 Bestnr **5111687**
 Registrert **2013-03-20**
 Utstedt **2013-04-03**

Norconsult AS
Jostein Kjørstad
Vestfjordgaten 4
N-1338 SANDVIKA
Norge

Analyse av material

Deres prøvenavn	Stein stein					
Labnummer	N00241131					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Knusing*	-----			1	1	CASL
Tørrstoff før utvasking	100		%	2	2	RATE
Mengde innveid	174.2		g	2	2	RATE
Volum tilsatt	1756.9		ml	2	2	RATE
pH	8.9			2	2	RATE
Ledningsevne (konduktivitet)	176.4		µS/cm	2	2	RATE
As (Arsen)	5.86	1.75	µg/l	3	H	RIKR
Ba (Barium)	4.01	0.81	µg/l	3	H	RIKR
Cd (Kadmium)	<0.05		µg/l	3	H	RIKR
Cr (Krom)	<0.5		µg/l	3	H	RIKR
Cu (Kopper)	1.02	0.29	µg/l	3	H	RIKR
Hg (Kvikksølv)	<0.02		µg/l	3	F	RIKR
Mo (Molybden)	21.8	4.5	µg/l	3	H	RIKR
Ni (Nikkel)	<0.5		µg/l	3	H	RIKR
Pb (Bly)	<0.2		µg/l	3	H	RIKR
Sb (Antimon)	1.01	0.25	µg/l	3	H	RIKR
Se (Selen)*	1.51		µg/l	3	G	RIKR
Zn (Sink)	4.74	1.89	µg/l	3	H	RIKR
Klorid (Cl-)	14	0.76	mg/l	4	3	RATE
Fluorid (F-)	<0.15		mg/l	4	3	RATE
Sulfat (SO4)	30	2.2	mg/l	4	3	RATE
DOC	5.2	0.35	mg/l	4	3	RATE
Beregnet utvasket mengde:	-----			5	4	RATE
As (Arsen)	0.0591		mg/kg TS	5	4	RATE
Ba (Barium)	0.0404		mg/kg TS	5	4	RATE
Cd (Kadmium)	note		mg/kg TS	5	4	RATE
Cr (Krom)	note		mg/kg TS	5	4	RATE
Cu (Kopper)	0.0103		mg/kg TS	5	4	RATE
Hg (Kvikksølv)	note		mg/kg TS	5	4	RATE
Mo (Molybden)	0.220		mg/kg TS	5	4	RATE
Ni (Nikkel)	note		mg/kg TS	5	4	RATE
Pb (Bly)	note		mg/kg TS	5	4	RATE
Sb (Antimon)	0.0102		mg/kg TS	5	4	RATE
Se (Selen)	0.0152		mg/kg TS	5	4	RATE
Zn (Sink)	0.0478		mg/kg TS	5	4	RATE
Klorid (Cl-)	141		mg/kg TS	6	3	RATE
Fluorid (F-)	<1.51		mg/kg TS	6	3	RATE



Deres prøvenavn	Stein stein						
Labnummer	N00241131						
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign	
Sulfat (SO4)	303		mg/kg TS	6	3	RATE	
DOC	52.4		mg/kg TS	6	3	RATE	
Cd (Kadmium): <0,000504 mg/kg TS Cr (Krom): <0,00504 mg/kg TS Hg (Kvikksølv): <0,000202 mg/kg TS Ni (Nikkel): <0,00504 mg/kg TS Pb (Bly): <0,00202 mg/kg TS							



* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

Metodespesifikasjon	
1	Knusing
2	<p>Ristetest, MLP 430 (NS-EN 12457), 1-trinns ristetest, NS-EN 12457-3:</p> <p>Metode: 175 g prøve ble tilsatt vann til L/S=10 (alpha-Q vann) og ristet i 24 timer ved 10 rpm. Etter 15 min henstand ble prøven filtrert (0,45 µm). L/S betyr mengde vann i forhold til faststoff.</p> <p>Note: Metoden er ikke akkreditert for organiske forbindelser.</p>
3	<p>Analyse av tungmetaller (V-4A)</p> <p>Metode: EPA metoder (modifisert) 200.7 (ICP-AES) og 200.8 (ICP-AES) Forbehandling: Filtrering Surgjøring med 1 ml salpetersyre per 100 ml prøve. Ved analyse av Se er prøven oppsluttet med HCl i Autoklav (120 °C i 30 minutter). For analyse Ag skal prøven være konsertvert med Ag. Analyse av Hg utført med AFS etter EN ISO 17852:2008.</p>
4	<p>Bestemmelse av Klorid, fluorid, sulfat og DOC.</p> <p>Metode: Klorid, fluorid og sulfat: EN ISO 10304-1/-2-D19/20 DOC: DIN EN 1484-H3 Deteksjon og kvantifisering: Klorid, fluorid og sulfat: Ionekromatografi DOC: IR-fotometri</p>
5	Metode: Beregning av utvasket mengde
6	Metode: Beregning av utvasket mengde

	Godkjenner
CASL	Carina Slåtta
RATE	Randi Telstad
RIKR	Rikke Krefting

Underleverandør ¹	
F	<p>AFS</p> <p>Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige Akkreditering: SWEDAC, registreringsnr. 2030</p>
G	<p>AFS</p> <p>Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige Akkreditering: SWEDAC, registreringsnr. 2030</p>
H	<p>ICP-SFMS</p> <p>Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige Akkreditering: SWEDAC, registreringsnr. 2030</p>

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).



Underleverandør ¹	
1	Ansvarlig laboratorium: Multiconsult Geolab, Hoffveien 1, 0275 Oslo, Norge
2	Ansvarlig laboratorium: Norges Geotekniske Institutt, Pb 3930 Ullevål Stadion, 0806 Oslo, Norge Akkreditering: Norsk Akkreditering, TEST 118
3	Ansvarlig laboratorium: GBA, Flensburger Straße 15, 25421 Pinneberg, Tyskland Lokalisering av andre GBA laboratorier: Hildesheim Daimlerring 37, 31135 Hildesheim Gelsenkirchen Wiedehopfstraße 30, 45892 Gelsenkirchen Freiberg Meißner Ring 3, 09599 Freiberg Hameln: Brekelbaumstraße 1, 31789 Hameln Hamburg: Goldschmidstraße 5, 21073 Hamburg Akkreditering: DAkks, registreringsnr. D-PL-14170-01-00 Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon
4	Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige Akkreditering: SWEDAC, registreringsnr. 2030

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

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.



Prosjekt
 Bestnr **5111687**
 Registrert **2013-05-08**
 Utstedt **2013-05-10**

Norconsult AS
Jostein Kjørstad

Vestfjordgaten 4
N-1338 SANDVIKA
Norge

Analyse av material

Deres prøvenavn	Stein stein				
Labnummer	N00247574				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
As (Arsen)*	26.9	mg/kg	1	S	ERAN
Cd (Kadmium)*	0.185	mg/kg	1	S	ERAN
Co (Kobolt)*	24.7	mg/kg	1	S	ERAN
Cr (Krom)*	26.2	mg/kg	1	S	ERAN
Cu (Kopper)*	38.1	mg/kg	1	S	ERAN
Hg (Kvikksølv)*	<0.04	mg/kg	1	S	ERAN
Ni (Nikkel)*	70.1	mg/kg	1	S	ERAN
Pb (Bly)*	19.5	mg/kg	1	S	ERAN
V (Vanadium)*	27.9	mg/kg	1	S	ERAN
Zn (Sink)*	68.9	mg/kg	1	S	ERAN



* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

Metodespesifikasjon	
1	<p>Analyse av tungmetaller (I-2) i materialprøver</p> <p>Metode: EPA metoder (modifisert) 200.7 (ICP-AES) og 200.8 (ICP-MS) Forbehandling: Klippes eller oppløses med 7 M HNO₃ Oppslutning: HNO₃/vann (1:1) i mikrobølgeovn, ev Autoklav 120 °C i 30 minutter .</p>

Godkjenner	
ERAN	Erlend Andresen

Underleverandør ¹	
S	<p>ICP-SFMS</p> <p>Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige Akkreditering: SWEDAC, registreringsnr. 2030</p>

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

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).

Vedlegg 8

*Rv13 Ryfast – Sjøfylling Buøy: Stabilitet. Beregningsrapport. 216366-RIG-RAP-002 ,
(Multiconsult/SVV 2013)*

Rapport

Oppdragsgiver: **Statens vegvesen Region vest**

Oppdrag: **Rv.13 Ryfast-Sjøfylling Buøy
2010042626-136**

Emne: **Stabilitet
Beregningsrapport**

Dato: **15. januar 2013**

Rev. - Dato

Oppdrag- /
Rapportnr. **216366-RIG-RAP - 002_rev00**

Oppdragsleder: **Ove Færgestad**

Sign.: 

Saksbehandler: **Marina Saga**

Sign.: 

Kontaktperson
hos Oppdragsgiver: **Bjørn Christian Grassdal**

Sammendrag:

Multiconsult AS er engasjert til å utføre beregninger og vurderinger av stabilitetsforholdene for det planlagte deponiet. Denne rapporten inneholder resultatene fra disse beregningene med forslag til aktuelle stabiliserende tiltak.

Beregningene i profil 10 viser at fyllingens planlagte skråningshelning (ca. 1:2.5) gir lav partialfaktor, dvs. ikke tilfredsstillende sikkerhet mot brudd i korttidstilstanden (utfyllingsfasen). Dette innebærer at det må iverksettes stabiliserende tiltak i profil 10. I de øvrige profilene er stabilitetsforholdene tilfredsstillende.

Utfyllingsarbeidene må utføres på en slik måte at risiko for mannskap og utstyr begrenses til et minimum. Utfylling med lekter opp til et høyest mulig/praktisk nivå er da et vesentlig element. Vi ser for oss at utfyllingsarbeidene utføres lagvis, fra laveste nivå i utfyllingsområdet. Lagtykkelsen tilpasses aktuelt lekterutstyr, men bør være i størrelsesorden 2-3 m.

Innholdsfortegnelse

1.	Innledning	4
2.	Grunnforhold	4
3.	Geoteknisk prosjektering	7
3.1	Regelverk	7
3.2	Krav til prosjektering - geoteknisk kategori	7
3.3	Konsekvensklasse/pålitelighetsklasse (CC/CR)	7
3.4	Kvalitetssystem	7
3.5	Prosjekterings- og utførelseskontroll	7
3.6	Lastforutsetninger	8
3.6.1	Trafikk- og terrenglaster	8
3.6.2	Jordskjelvlaster	8
3.6.3	Grunnvann - poretrykk	8
3.7	Dimensjoneringsmetode	8
3.8	Grensetilstander og partialfaktorer	9
3.8.1	Grensetilstander	9
3.8.2	Partialfaktorer for geotekniske parametere/jordparametere	9
3.8.3	Partialfaktorer for påvirkninger	9
3.8.4	Partialfaktorer for motstand	9
4.	Stabilitetsanalyser - generelle forutsetninger og valg	10
4.1	Grunnlag	10
4.2	Lagdelinger	10
4.1	Beregningsprofiler	11
4.2	Jordparametere	13
4.2.1	Fylling	13
4.2.2	Sand	13
4.2.3	Leire	14
4.2.4	Sand/morene	14
4.2.5	Oppsummering jordparametere	14
4.3	Poretrykk/grunnvann	14
4.4	Laster	15
5.	Stabilitetsanalyser - analysemetoder	16
5.1	Analysemetoder og glideflater	16
6.	Stabilitetsanalyser - beregninger og resultater	17
6.1	Resultater beregningsprofil 6	17
6.2	Resultater beregningsprofil 7	18
6.3	Resultater beregningsprofil 8	19

6.4	Resultater beregningsprofil 10.....	20
7.	Stabiliserende tiltak i profil 10.....	22
8.	Langtidsstabilitet for utfylling ved kai.....	23
8.1	Resultat fra beregningsprofil 11 dersom belastning 50 kPa bak kai.....	23
9.	Viktige og kritiske momenter ved utfyllingsarbeidene.....	24

1. Innledning

I forbindelse med reguleringsplan for Rv.13 Ryfast vurderes et område vest for Buøy som aktuelt deponiområde for tunnelmasser. Det aktuelle området avgrenses av Tømmerodden i nordøst, Bangavågen i nordvest, Ulsnesgrunnen i Byfjorden i vest og Rosenberg verfts anleggsområde/kai i sydøst.

Denne rapporten inneholder resultatene av stabilitetsberegningene for den aktuelle fyllingen.

2. Grunnforhold

Generelt refereres det til rapport nr. 216366-RIG-RAP-001_rev00 av 04.10.12 for detaljert beskrivelse av grunnforholdene i området. Sammendraget i rapporten sier følgende, kfr. også utsnitt av borplanen, figur 1 på neste side:

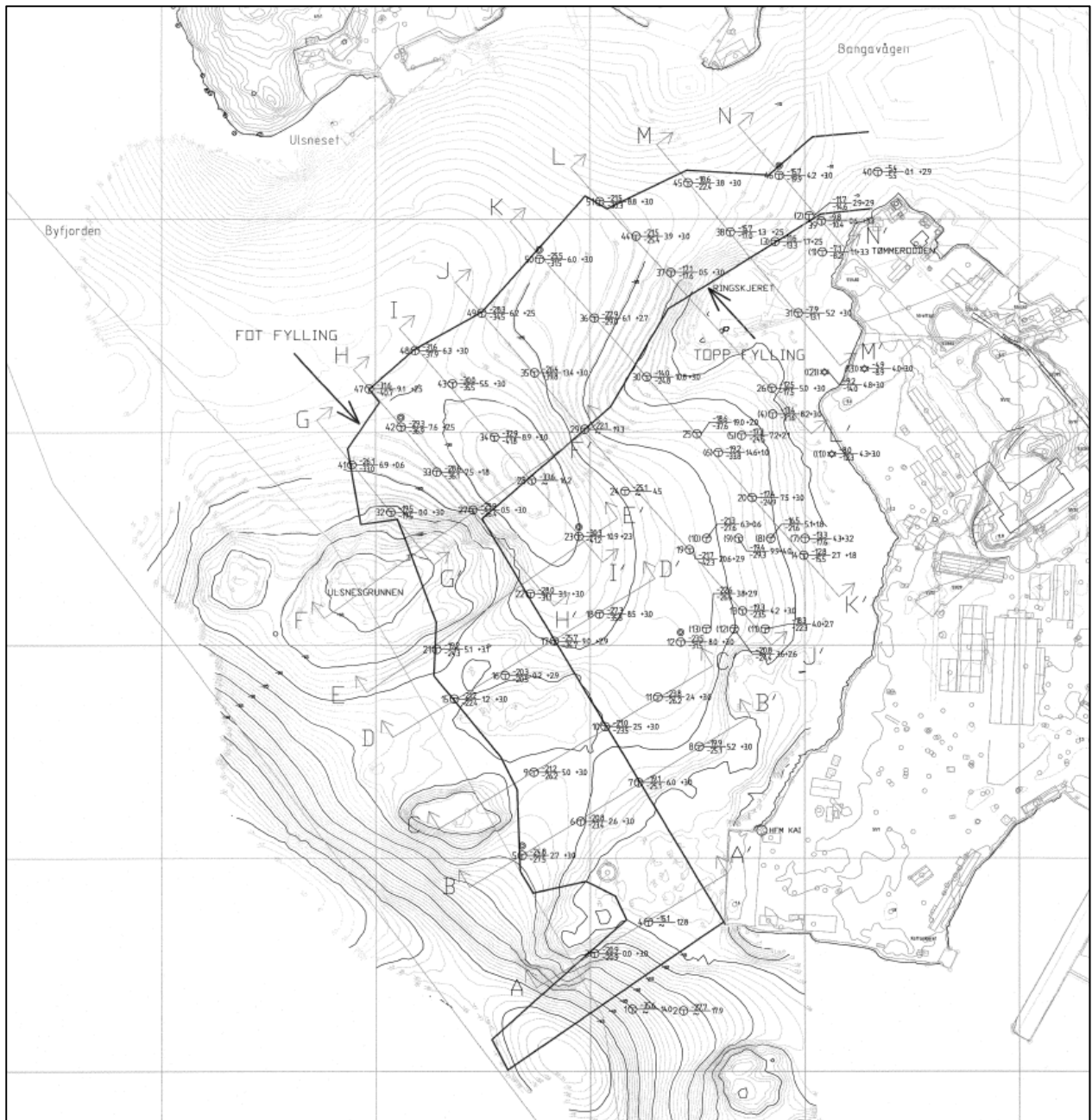
«Sjøbunnen i det planlagte utfyllingsområdet ligger på det dypeste på vel kote minus 33 i nordvestre del, i en forsenkning mellom Ulsnesgrunnen på ca. kote minus 8 i vest og Ringskjeret på ca. kote 0 i nordøst. Sjøbunnen forøvrig ligger for en stor del på kote minus 15-25. Sjøbunnen ligger generelt med svakt fall mot vest. Brattere partier finnes i følge bunnkotecartet i stigningen opp mot/øst for Ulsnesgrunnen og nordvest for Ringskjeret. Nord og vest for kaien i syd, hvor senkkassene står, ligger sjøbunnen i store trekk på kote minus 12-15. Syd for dette området faller sjøbunnen med helning ca. 1:3 ned til ca. kote minus 54 (dvs. utenfor selve utfyllingsområdet).

Generelt er det i sonderingene i de sydvestre og nordre delene av det planlagte utfyllingsområdet, samt i sonderingene nær dagens strandlinje i øst, registrert små løsmassemektheter (0-6 m). Løsmassemekthetene øker vesentlig inn mot den tidligere omtalte forsenkningen mellom Ulsnesgrunnen og Ringskjeret. I den dypeste sonderingen er det her boret gjennom 16.2 m løsmasser ned til kote minus 49.8 uten at antatt fjell er påvist.

Generelt er det registrert et øvre 0-2 m tykt lag av løse masser. Derunder er det, med unntak av i borpunktene i den omtalte forsenkningen, i sin helhet påvist enten antatt fjell eller fast lagrede masser ned til antatt fjell. I forsenkningen er det lokalt registrert løse/bløte masser ned til nærmere 10 m dybde. Derunder er det, som ellers, i sin helhet påvist enten antatt fjell eller fast lagrede masser ned til antatt fjell.

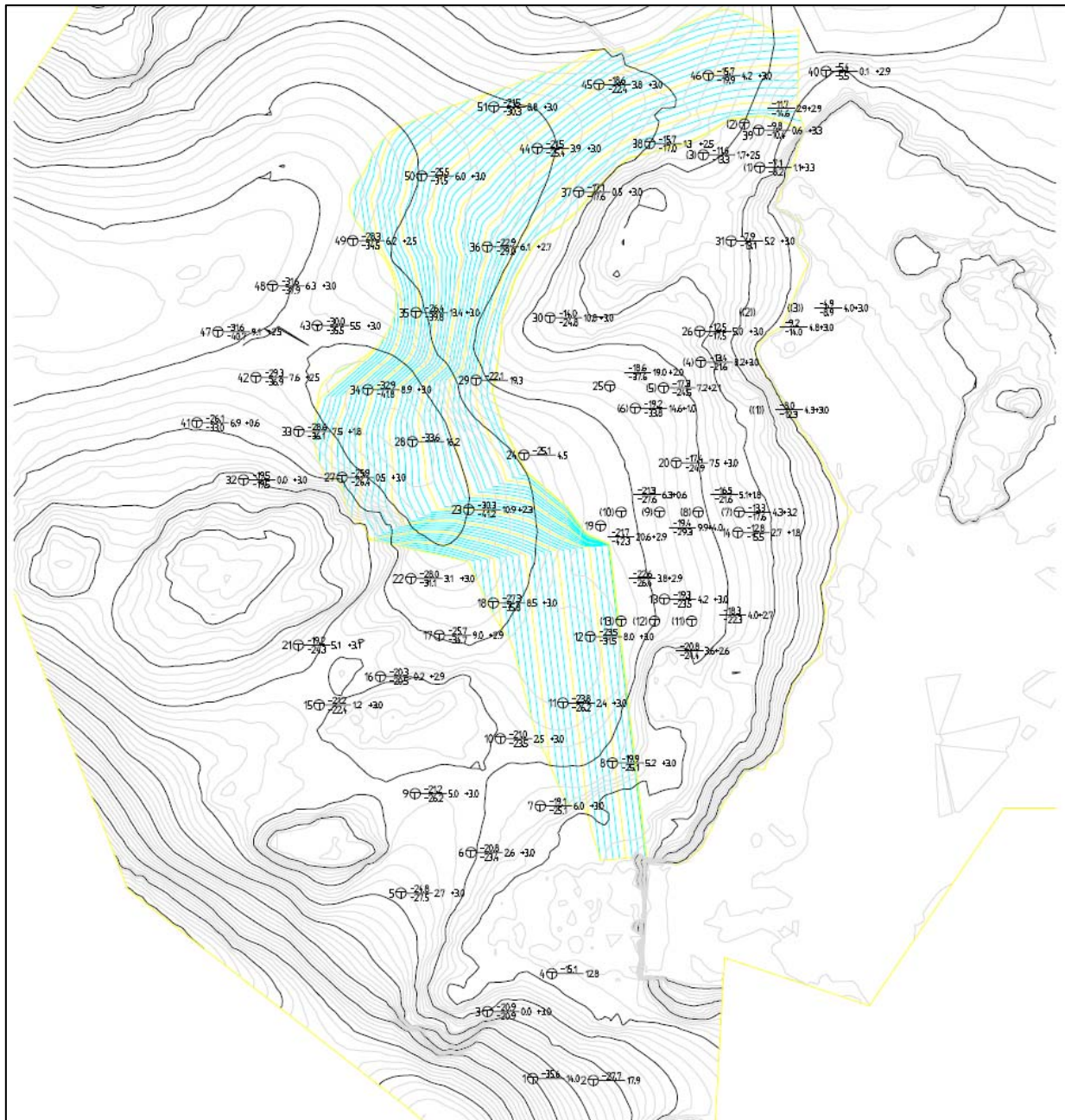
Prøvetakingene viser at det 0-2 m tykke laget av løse masser i hovedsak består av fin sand med varierende innhold av silt og grus, og de er stedvis noe gytjige. De underliggende, løse massene i forsenkningen består av siltig og sandig leire. Leiren kan karakteriseres som bløt til middels fast. De faste massene videre i dybden antas å bestå av sandige og siltige morenemasser.»

Sjøbunnskotene i borpunktene er bestemt med utgangspunkt i høydefastmerke referert til NN 1954 satt ut av Geomatikk AS.



Figur 1: Borplan, kfr. rapport nr. 216366-RIG-RAP-001_rev00

Nå aktuell utforming av deponiet er vist i utsnitt av fyllingsplanen, figur 2.



Figur 2: Aktuell fyllingsplan

Med grunnlag i resultatene av undersøkelsene og den nå aktuelle utformingen av deponiet har vi etablert 11 typiske fyllingsprofiler, med beliggenhet ca. som vist på figur 3 i kapittel 4. Disse profilene danner grunnlaget for våre beregninger av stabilitetsforholdene.

Vi har benyttet digitalt kartgrunnlag 1899_Kart_Autocad.dwg mottatt fra Dimensjon AS ved utarbeidelsen av beregningsprofilene. Det er opplyst at sjøbunnskotene på kartgrunnlaget er referert til NN 1954.

3. Geoteknisk prosjektering

3.1 Regelverk

Prosjektering skal følge Statens vegvesens krav, gitt gjennom Statens vegvesens håndbøker og regelverk. Statens vegvesens håndbok 016 er bygget opp for å tilfredsstille kravene i NS-EN 1997-1:2004+NA:2008 (Eurokode 7) og NS-EN 1990-1:2002+NA:2008 (Eurokode 0).

3.2 Krav til prosjektering - geoteknisk kategori

NS-EN 1997-1:2004+NA:2008 stiller krav til prosjektering ut fra tre ulike geotekniske kategorier. Valg av kategori gjøres ut fra standardens punkt 2.1 "Krav til prosjekteringen".

Prosjektet innebærer utfylling i sjø.

Det er utført undersøkelser i form av totalsonderinger og prøvetakinger. På utvalgte prøver er det utført treaksial- og ødometerforsøk.

Kjente grunnforhold tilsier at utfyllingsprosjektet kan klassifiseres i geoteknisk kategori 2 som omfatter konvensjonelle arbeider uten unormale risikoer eller vanskelige grunn- eller belastningsforhold.

Dette innebærer at prosjekteringen bør omfatte kvantitative geotekniske data og analyser for å sikre at de grunnleggende kravene blir oppfylt. Rutinemessige prosedyrer for felt- og laboratorieprøving og for prosjektering og utførelse kan da benyttes for prosjekteringen.

3.3 Konsekvensklasse/pålitelighetsklasse (CC/CR)

NS-EN 1990:2002+NA:2008 definerer byggverks plassering med hensyn til konsekvensklasse og pålitelighetsklasse (CC/CR). Konsekvensklasser er behandlet i standardens tillegg B (informativt), mens veiledende eksempler på klassifisering av byggverk i pålitelighetsklasser er vist i nasjonalt tillegg NA (informativt), tabell NA.A1 (901).

Geoteknisk kan prosjektet plasseres i pålitelighetsklasse (CC/RC) 2 (kfr. også figurene 0.1 og 0.7 i håndbok 016).

3.4 Kvalitetssystem

NS-EN 1990:2002+NA:2008 krever at ved prosjektering av konstruksjoner i pålitelighetsklasse 2, 3 og 4 skal et kvalitetssystem være tilgjengelig, og at dette systemet skal tilfredsstille NS-EN ISO 9000-serien for konstruksjoner i pålitelighetsklasse 4. Multiconsult AS sitt system tilfredsstiller sistnevnte, og kravet er ivaretatt også for konsekvensklasse 2.

3.5 Prosjekterings- og utførelseskontroll

NS-EN 1990:2002+NA:2008 gir føringer for krav til omfang av prosjekteringskontroll og utførelseskontroll avhengig av pålitelighetsklasse.

I henhold til tabell NA.A1 (902) og NA.A1 (903) i NS-EN 1990-1:2002+NA:2008 legges kontrollklasse N (Normal) til grunn for geotekniske arbeider i pålitelighetsklasse 2.

Normal prosjekteringskontroll innebærer at det utføres grunnleggende kontroll og i tillegg kollegakontroll.

Normal utførelseskontroll innebærer at det skal utføres basiskontroll og intern systematisk kontroll.

3.6 Lastforutsetninger

3.6.1 Trafikk- og terrenglaster

Karakteristiske trafikk- og terrenglaster velges i henhold til håndbok 016, underkapittel 0.3.5.

Ved stabilitetsberegninger benyttes jevnt fordelt last F_{rep} på 10 kPa over hele vegens planeringsbredde hvis ugunstig (0 hvis gunstig), banketter inkludert. Tilsvarende gjelder for gang- og sykkelveger. For terreng uten vegtrafikk benyttes en jevnt fordelt last F_{rep} på 5 kPa hvis ugunstig (0 hvis gunstig), som skal dekke mulig belastning fra jordbruksrelaterede aktiviteter, snølast og lignende.

3.6.2 Jordskjelvlaster

I henhold til underkapittel 4.3.7 under kapittel 4 «Stabilitet» i håndbok 016 vil tregheitsinduserte horisontalkrefter måtte tas hensyn til ved stabilitetsberegninger.

NS-EN 1998-5:2004+NA:2008 (Eurokode 8-5) omfatter *konstruksjoner*. I henhold til punkt 4.1.3.1 (1)P i denne kreves det utført stabilitetsanalyser hvor jordskjelvlaster må hensyntas *dersom det skal oppføres konstruksjoner i eller nær skråninger*. Slike analyser skal sikre at sikkerheten og/eller konstruksjonenes funksjonalitet er ivarettatt.

Dette innebærer at om skråningens stabilitet har innvirkning på konstruksjoner, stiller standarden krav til at tilstrekkelig sikkerhet og/eller funksjonalitet under seismisk påvirkning skal dokumenteres med beregninger.

Hittil er dette tolket slik at jordskjelvvurderinger utelates dersom skråningen ikke påvirker konstruksjoner. Det er således pr. i dag ikke vanlig praksis å ta hensyn til jordskjelvlaster ved beregninger av skråningsstabilitet.

3.6.3 Grunnvann - poretrykk

Ved beregningene er laveste lavvann (dvs. kote minus 0.85 NN54) benyttet som referanse for hydrostatisk poretrykk.

Når et mett jordmateriale belastes med en tilleggslast q (i dette tilfellet vekt fra fyllmasser og eventuelle overflatelaster), oppstår spenningsforandringer i jorda. Dersom pålastningen q skjer på sand, blir lasten direkte opptatt av kornskjelettet, som får en effektiv spenningsøkning $\Delta\sigma' = q$ (porevannet presses ut etter hvert slik at setningene δ kommer i takt med pålastningen). Setningene er i store trekk utviklet når pålastningen er avsluttet.

Dersom pålastningen skjer på mett silt/leire, vil tilleggslasten q i første omgang i stor grad bæres av økt poretrykk Δu . Praktisk sett gjør dette silten/leiren svakere, og sikkerheten mot grunnbrudd reduseres. Det oppståtte poreovertrykket Δu medfører en gradvis utpressing av porevann, og kornskjelettet presses sammen. Denne dreneringen gjør at poreovertrykket Δu gradvis avtar igjen, med det resultat at lasten q gradvis overføres til kornskjelettet, med gradvis økt effektivspenning $\Delta\sigma'$ til følge. Dette betyr at silten/leiren vil få tilbake sin opprinnelige styrke, men dette er normalt en tidkrevende prosess. Denne tar i størrelsesorden måneder til mange år - avhengig av tykkelsen på silt-/leirlaget og av hvor tett silten/leiren er.

3.7 Dimensjoneringsmetode

NS-EN 1997-1:2004+NA:2008 angir tre ulike dimensjoneringsmetoder i geoteknikk, dvs. tre ulike metoder for hvordan forholdet mellom dimensjonerende lastvirkning og dimensjonerende motstand skal avveies. Ved geoteknisk prosjektering benyttes i Norge dimensjoneringsmetode 3 i henhold til NS-EN 1997-1:2004+NA:2008, med unntak av for peler der det benyttes dimensjoneringsmetode 2.

For fyllingsarbeidene benyttes derfor dimensjoneringsmetode 3.

I denne metoden benyttes partialfaktorer på påvirkninger eller på lastvirkninger fra konstruksjonen og på grunnens fasthetsparametere.

Det skal påvises at en grensetilstand for brudd eller for stor deformasjon ikke vil oppstå hvis følgende kombinasjon av sett med partialfaktorer er brukt:

Kombinasjon: (A1* eller A2**) ”+” M2 ”+” R3”

* På konstruksjonslaster

** På geotekniske laster

3.8 Grensetilstander og partialfaktorer

3.8.1 Grensetilstander

I stabilitetsberegningene er bruddgrensetilstanden dimensjonerende.

3.8.2 Partialfaktorer for geotekniske parametere/jordparametere

Et eventuelt brudd i fyllingen kan karakteriseres som «nøytralt brudd».

Krav til partialfaktor (M2) for dette prosjektet kan da fastlegges til $\gamma_m \geq 1.4$ både med hensyn på effektivspennings- og totalspenningsanalyser (kfr. figur 0.3 i håndbok 016).

3.8.3 Partialfaktorer for påvirkninger

Aktuelle laster defineres som trafikklaster.

I henhold til håndbok 016, underkapittel 0.3.5, skal det ved stabilitetsberegninger benyttes en partialfaktor (A2) for trafikklaster på $\gamma_F = \gamma_Q = 1.3$ (eller 0 hvis lasten har gunstig virkning) i henhold til dimensjoneringsmetode 3.

3.8.4 Partialfaktorer for motstand

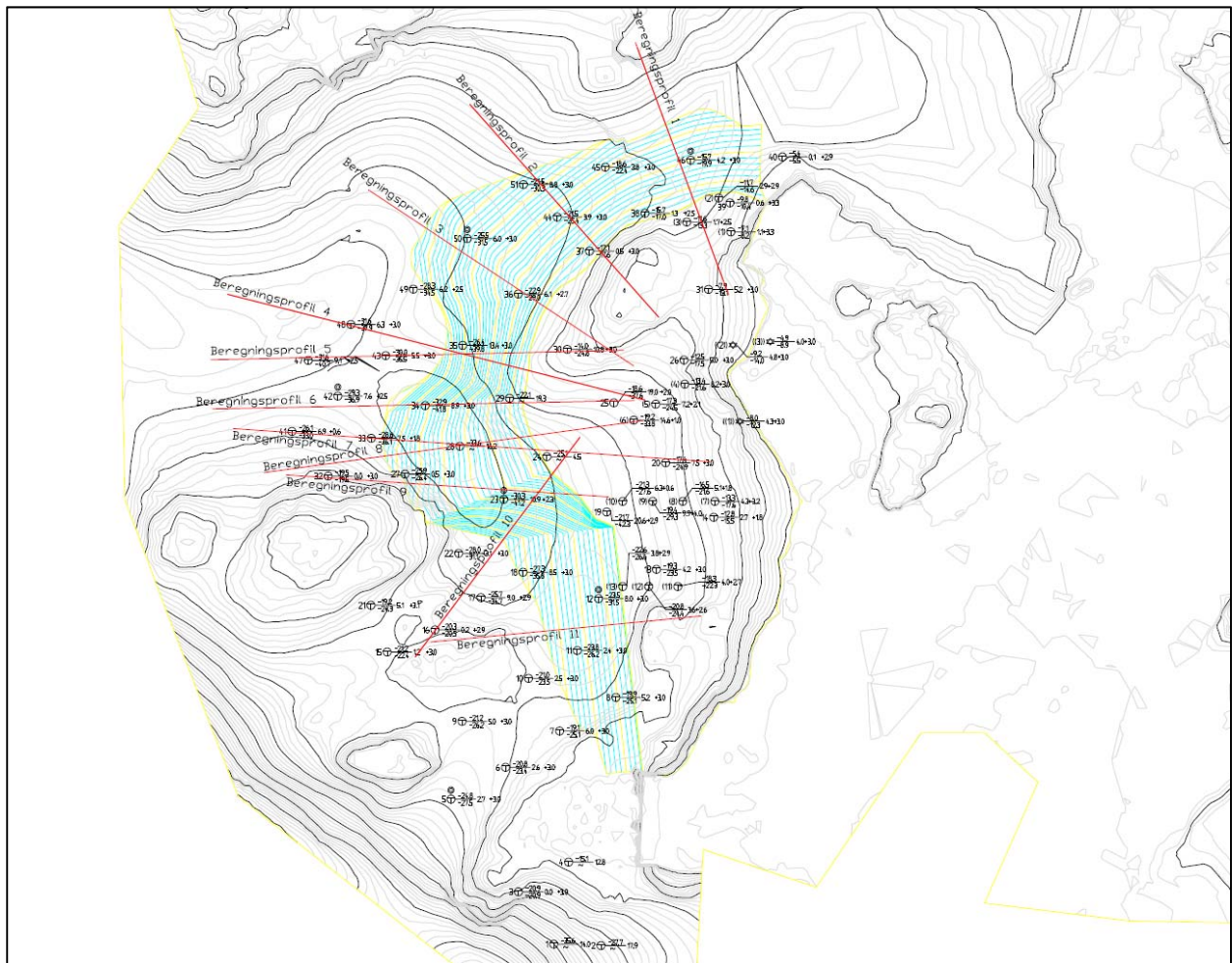
Partialfaktor (R3) for motstand, γ_R , bestemmes ut fra tabell NA.A.14 i NS-EN 1997-1:2004+NA:2008 (for skråninger og områdestabilitet). Tabellen gir $\gamma_{R,e} = 1.0$.

Dette betyr at motstanden i løsmassene ikke skal reduseres utover det som framkommer ved å legge partialfaktor på geotekniske parametere.

4. Stabilitetsanalyser - generelle forutsetninger og valg

4.1 Grunnlag

Fyllingsområdet og beliggenheten av beregningsprofilene er vist på figur 3. Profilenes plassering er valgt ved å vektlegge grunnforhold hvor massene er løst lagret og/eller hvor løsmassemektingen er stor, samt fyllingens beliggenhet og utforming.



Figur 3: Plassering beregningsprofiler

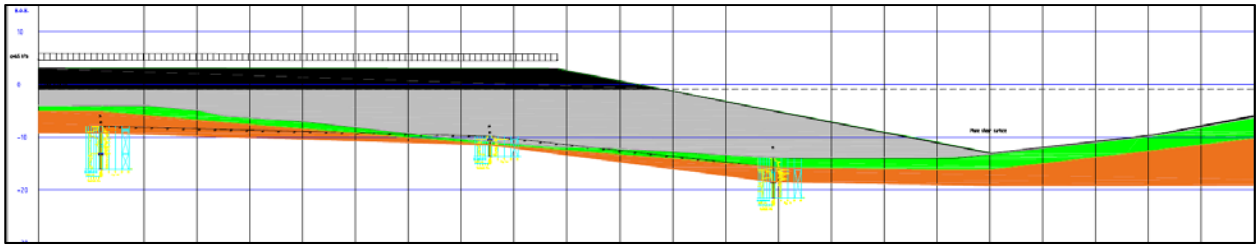
4.2 Lagdelinger

Med basis i utførte grunnundersøkelser i området er følgende generelle lagdeling lagt til grunn for stabilitetsanalysene:

- Lag 1: Fylling over kote minus 0.85 (Sort)
- Lag 2: Fylling under kote minus 0.85 (Lys grå)
- Lag 2: Sand (Grønn)
- Lag 3: Leire (Gul) (hvor slike masser er registrert)
- Lag 4: Sand/morene (Orange)

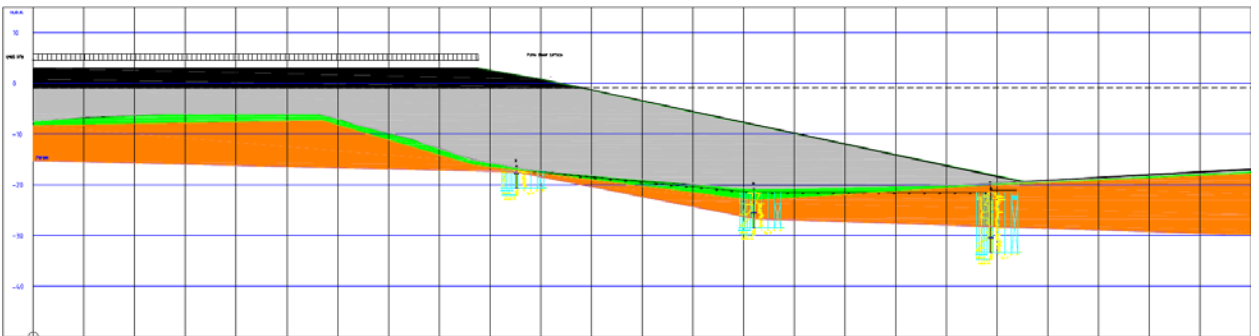
4.1 Beregningsprofiler

Beregningsprofil 1



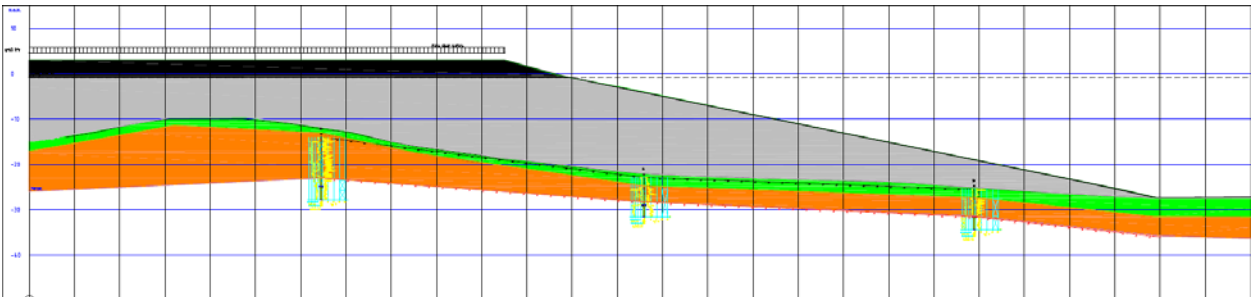
Figur 4: Beregningsprofil 1

Beregningsprofil 2



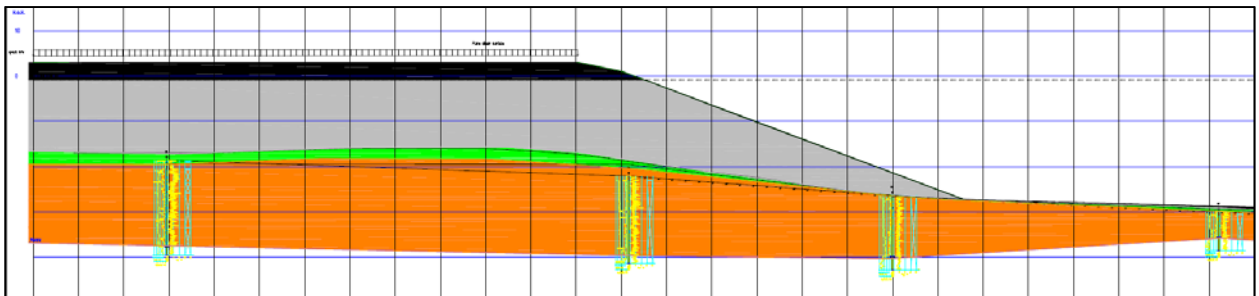
Figur 5: Beregningsprofil 2

Beregningsprofil 3



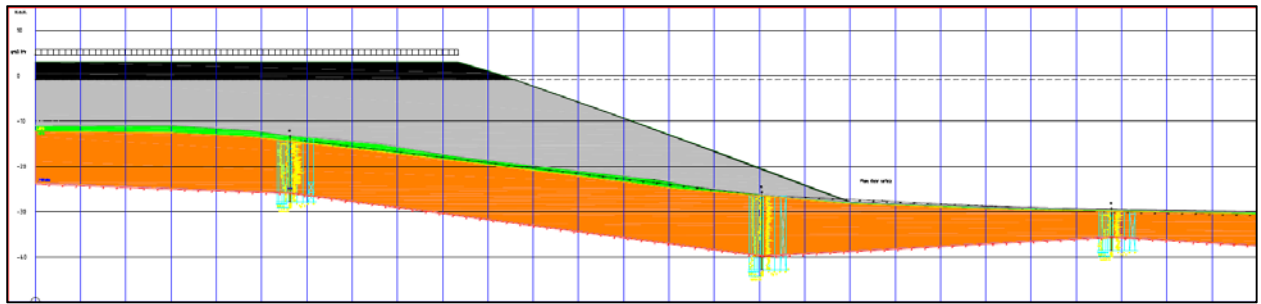
Figur 6: Beregningsprofil 3

Beregningsprofil 4



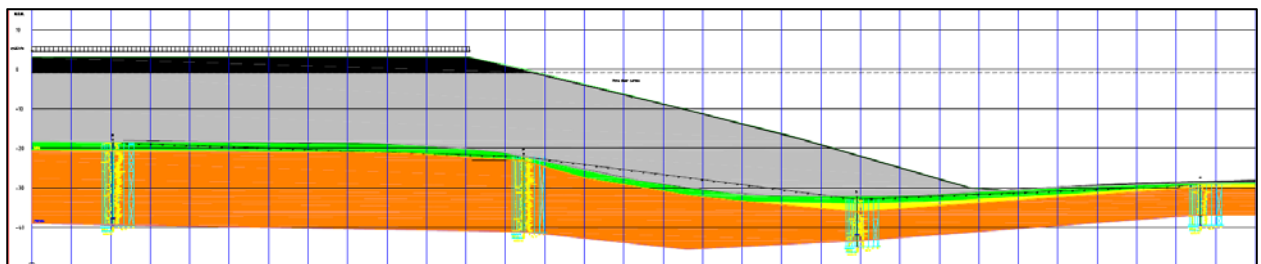
Figur 7: Beregningsprofil 4

Beregningsprofil 5



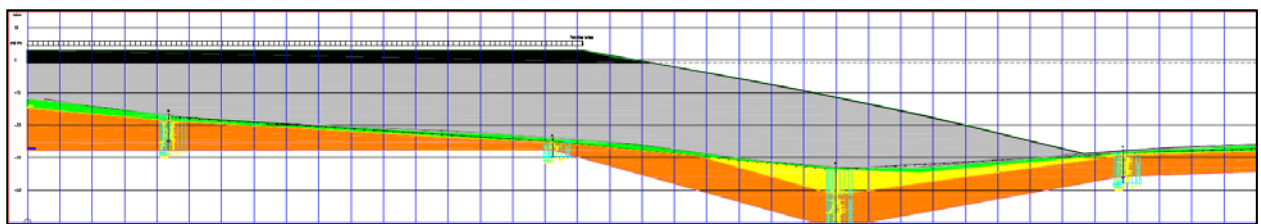
Figur 8: Beregningsprofil 5

Beregningsprofil 6



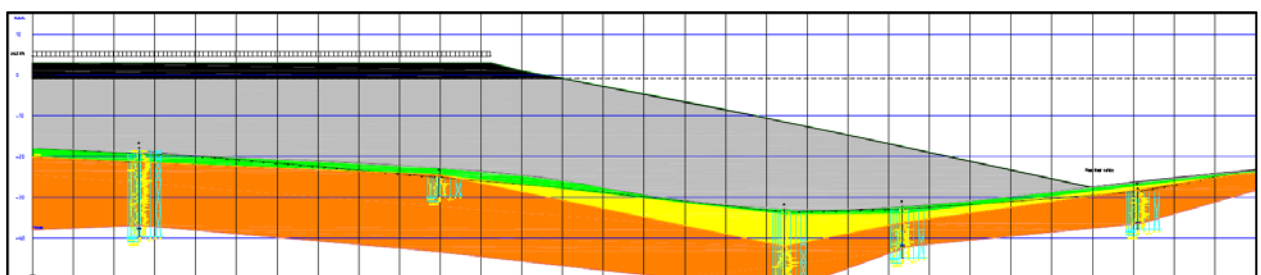
Figur 9: Beregningsprofil 6

Beregningsprofil 7



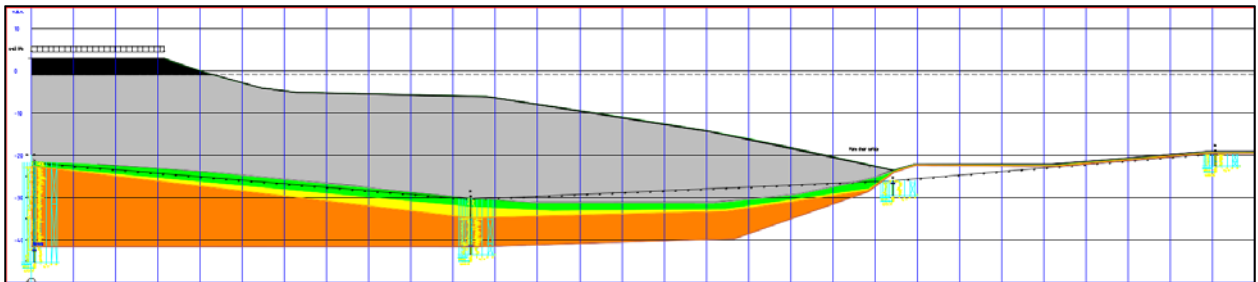
Figur 10: Beregningsprofil 7

Beregningsprofil 8



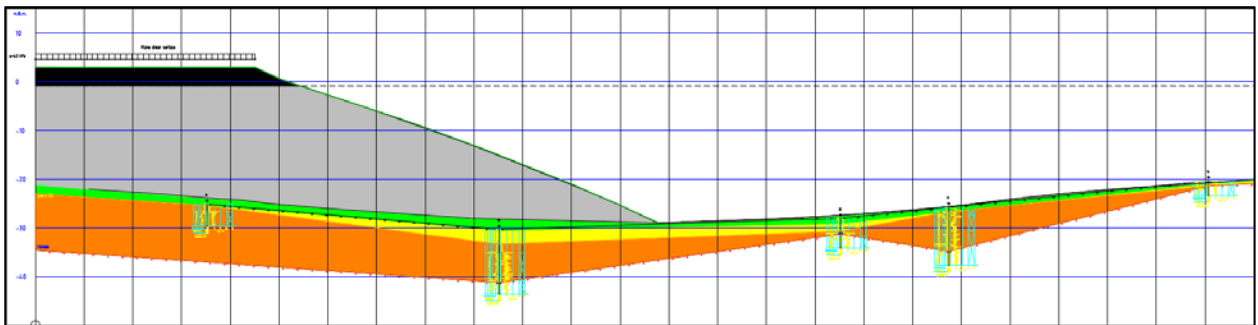
Figur 11: Beregningsprofil 8

Beregningsprofil 9



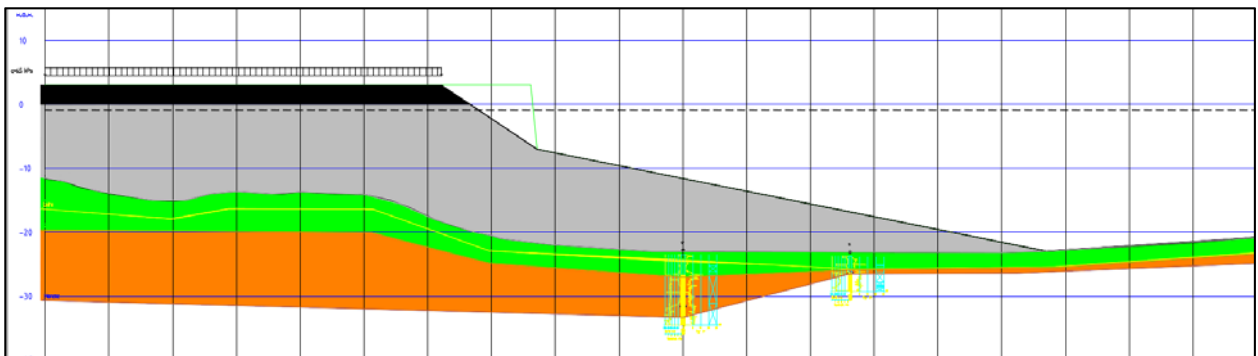
Figur 12: Beregningsprofil 9

Beregningsprofil 10



Figur 13: Beregningsprofil 10

Beregningsprofil 11



Figur 14: Beregningsprofil 11

4.2 Jordparametere

4.2.1 Fylling

De geotekniske parameterene for fyllmassene er basert på anbefaling gitt i e-post av 29.10.12 fra Statens vegvesen Region vest, hvor disse erfaringsmessig er vurdert til karakteristisk friksjonsvinkel $\phi' = 40^\circ$, tyngdetetthet $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$, attraksjon $a' = 0 \text{ kPa}$ (under vann) og 5 kPa over vann.

4.2.2 Sand

Parametere for sanden er valgt med grunnlag i erfaringer og forslag til slike gitt i figur 2.39 i Statens Vegvesens håndbok 016, samt treaksialforsøk på sanden (kfr. rapport nr. 216366-RIG-RAP-001_rev00). Det er således benyttet karakteristisk friksjonsvinkel $\phi' = 33^\circ$, tyngdetetthet $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ og attraksjon $a' = 0 \text{ kPa}$.

4.2.3 Leire

Konusforsøk på opptatte leirprøver (kfr. rapport nr. 216366-RIG-RAP-001_rev00) indikerer at den siltige og sandige leiren har en initiell udrenert skjærfasthet s_u på ca. 20-40 kPa. Vi har valgt å benytte 25 kPa.

Leiren vil konsolidere i takt med overfyllingen. Ved full konsolidering kan det erfaringsmessig legges til grunn at leirens skjærfasthet øker med i størrelsesorden 20 % av effektiv fyllingsvekt (kfr. underkapittel 4.4 i håndbok 016). Ved å legge til grunn at leiren har en konsolideringskoeffisient c_v på $10 \text{ m}^2/\text{år}$ (kfr. ødometerforsøk i rapport nr. 216366-RIG-RAP-001_rev00) og at fyllingen bygges opp lagvis over en periode på minimum 9 måneder, fås at laget da vil være konsolidert for ca. 50 % av effektiv fyllingsvekt. Skjærfastheten vil da ha økt med 10 % av aktuell effektiv fyllingsvekt.

I totalspenningsanalysene er det således lagt til grunn at laget av siltig og sandig leire har en udrenert skjærfasthet på 25 kPa utenfor og i foten av fyllingen. Inn under fyllingen øker den så med 10 % av effektiv fyllingsvekt som følge av konsolideringseffekten.

Effektive skjærfasthetsparametere for dette laget er valgt med grunnlag i erfaringer og forslag til slike gitt i figur 2.39 i Statens Vegvesens håndbok 016, samt treksialforsøk på leiren (kfr. rapport nr. 216366-RIG-RAP-001_rev00). Det er således benyttet karakteristisk friksjonsvinkel $\phi' = 22^\circ$, tyngdetetthet $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ og attraksjon $a' = 5 \text{ kN/m}^2$.

4.2.4 Sand/morene

Parameterne for sand/morene i dybden er erfaringsmessig valgt til karakteristisk friksjonsvinkel $\phi' = 37^\circ$, tyngdetetthet $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ og attraksjon $a' = 0 \text{ kN/m}^2$.

4.2.5 Oppsummering jordparametere

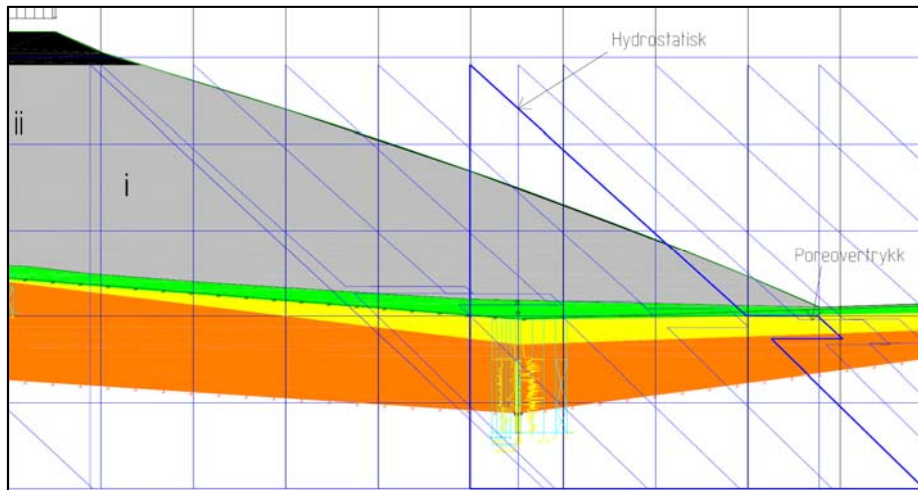
Jordart	Parameter	Friksjonsvinkel ϕ' [°]	Attraksjon a' [kN/m ²]	Udrenert skjærfasthet S_u [kN/m ²]	Tyngdetetthet γ [kN/m ³]
Fylling over kote -0.85		40	5		19
Fylling under kote -0.85		40	0		19
Sand		33	0		19
Leire/silt		22	5	$25+(0.1 \cdot \Delta p')$	18
Sand/morene		37	0		19

Tabell 1: Jordparametere benyttet i beregningene

4.3 Poretrykk/grunnvann

Laveste lavvann (LLV) i Stavanger er benyttet som ytre vannstand ved stabilitetsberegningene. Poretrykk er regnet hydrostatisk fra kote minus 0.85.

I beregningene på effektivspenningsbasis er det utført analyser for en mulig poreovertrykksoppbygging på 50 % av endelig fyllingsbelastning (dvs. fra ok. ferdig fylling ned til opprinnelig sjøbunn) langs den delen av kritisk glideflate som går gjennom leire. Fyllingsarbeidene vil pågå over flere år, slik at grunnen i betydelig grad vil konsolidere for de økte belastningene. Det er derfor vår vurdering at 50 % av endelig fyllingsbelastning er et konservativt anslag på maksimal mulig poreovertrykksutvikling (kfr. også avsnitt 4.2.3). Figuren under viser hvordan poretrykket er modellert i GeoSuite Stabilitet.

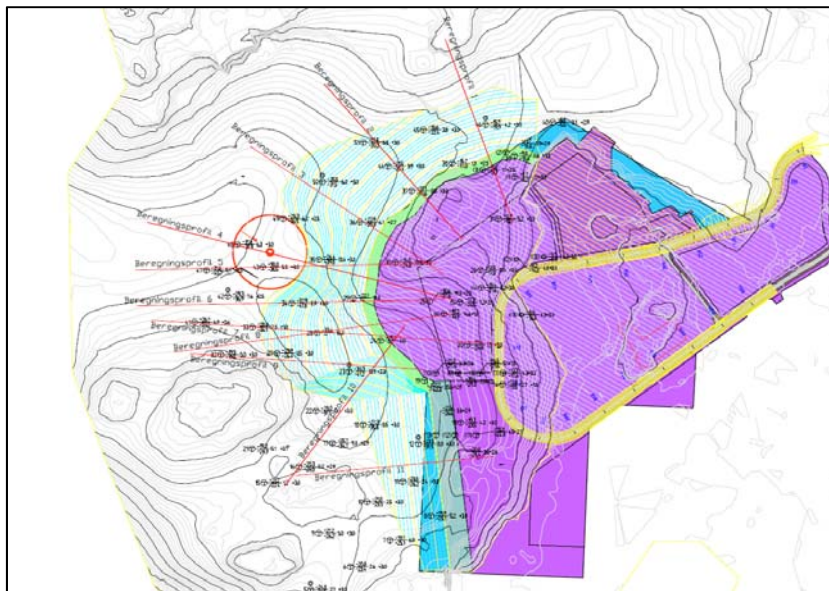


Figur 15: Hydrostatisk poretrykk og poreovertrykk i leire (uthevet blått i aktuelt snitt)

4.4 Laster

Iht. til reguleringsplan, kfr. figur 16, ligger planlagt vei utenfor våre profiler. Planen viser at ytre del av fyllingen skal utformes som et 15 m bredt grøntbelte. Det er i beregningene derfor benyttet en jevnt fordelt last på $5 \text{ kPa} \cdot 1.3 = 6.5 \text{ kPa}$ på topp av fyllingen i dette området (jordbruksrelaterte aktiviteter, snølaste ol.).

I tillegg er det for profil 11, som representerer aktuelt framtidig kaiområde, utført beregninger av langtidsstabilitet for terrenglast 50 kPa (og lastfaktor 1.5) på området bak kaien.



Figur 16: Fyllingsplan med innlagt reguleringsplan

5. Stabilitetsanalyser - analysemetoder

Stabilitetsberegningene er utført med beregningsprogrammet GeoSuite Stabilitet versjon 5.0.7 med beregningsmetode Beast 2003. Beregningsmetoden er basert på grenselikevektsmetoden, og den anvender en versjon av lamellemetoden som tilfredsstillende både kraft- og momentlikevekt. Programmet søker selv etter kritisk sirkulærsylindrisk glideflate for definerte variasjonsområder av sirkelsentrum. Videre kan egne, sammensatte, ikke sirkulærsylindriske glideflater defineres i programmet.

5.1 Analysemetoder og glideflater

I stabilitetsvurderingen av utfyllingen er det to forhold som er undersøkt:

- Stabilitet i utfyllingsfasen (totalspenningsanalyse/med poreovertrykksoppbygging i eventuell leire)
- Stabilitet i permanenttilstanden (uten poreovertrykksoppbygging i eventuell leire/etter utdrenering av et eventuelt poreovertrykk i leire)

Analysemetoder og typer glideflater er vist i tabellene 2 og 3.

Analysemetoder	
I	Korttid, s_u - totalspenningsanalyse med <u>udrenert</u> (U) tilstand for leire
II	Korttid, $a-\phi$ - effektivspenningsanalyse med poreovertrykk i eventuell leire tilsvarende 50 % av effektiv fyllingsvekt
III	Langtid, $a-\phi$ - effektivspenningsanalyse med <u>drenert</u> (D) tilstand for eventuell leire

Tabell 2: Analysemetoder

Glideflater	
i	Sirkulærsylindrisk glideflate
ii	Plan, dyptgående glideflate

Tabell 3: Glideflater

Som vist i tabell 3, er det beregnet partialfaktorer for to typer glideflater. Glideflate type (i) er en sirkulærsylindrisk glideflate for skråningsfronten ned mot sjøbunnen, mens glideflate type (ii) er en sammensatt, lengre og dyperegående glideflate.

6. Stabilitetsanalyser - beregninger og resultater

Det er utført stabilitetsberegninger for alle 11 profilene. I det følgende gjengis resultatene av beregningene for 4 av profilene, nr. 6, 7, 8 og 10. Felles for disse er at stabilitetsforholdene i varierende grad påvirkes av tilstedeværelse av leire i grunnen.

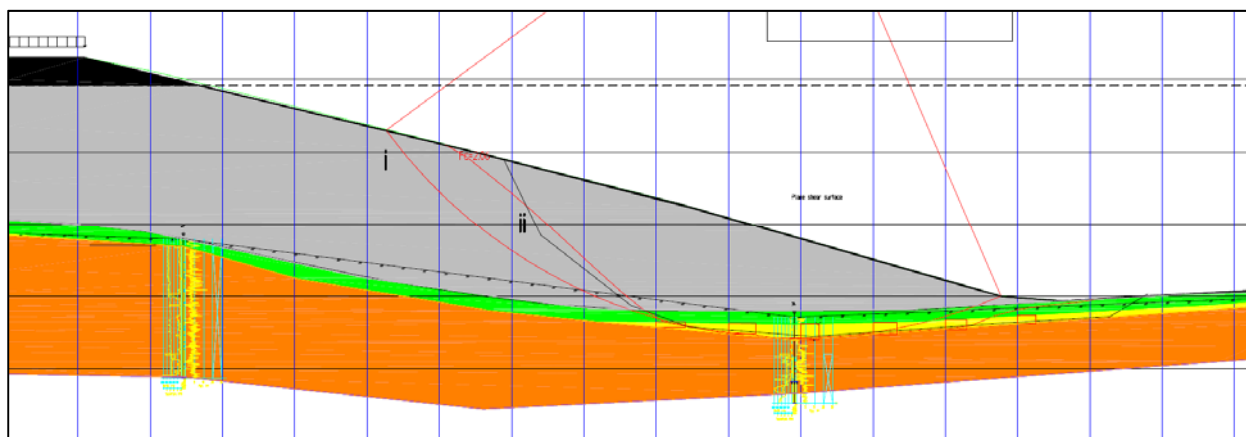
I profilene nr. 1-5 er ikke leire registrert, mens i profilene nr. 9 og 11 har leiren bare liten betydning for stabilitetsforholdene. I alle disse profilene er således stabilitetsforholdene beregnet til å være tilfredsstillende, både i utfyllingsfasen og permanentfasen.

Partialfaktoren γ_m er benevnt med F_c (standard i GeoSuite Stabilitet) på de etterfølgende figurene.

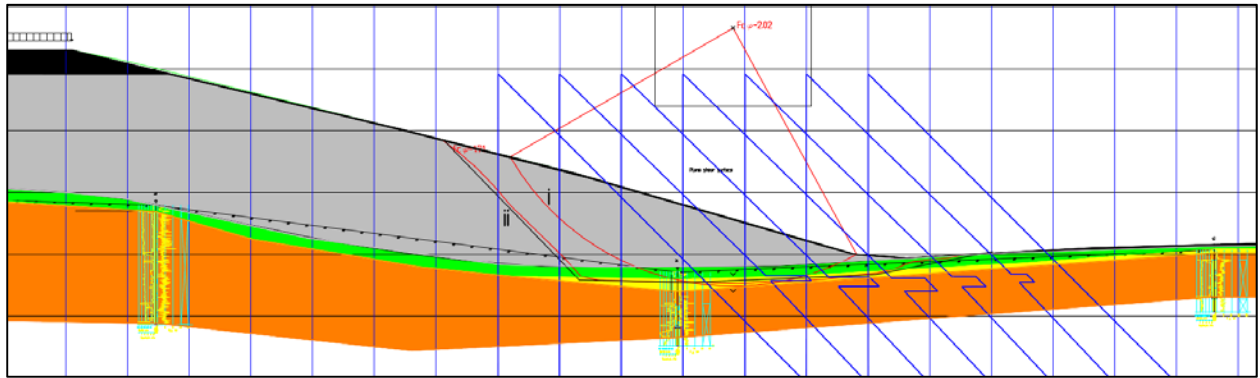
6.1 Resultater beregningsprofil 6

Analysemetode	Partialfaktor	
	i	ii
I (s_u)	2.31	2.06
II ($a-\phi$, $\Delta u=50\%$)	2.02	1.71
III ($a-\phi$, $\Delta u=0\%$)	2.60	2.44

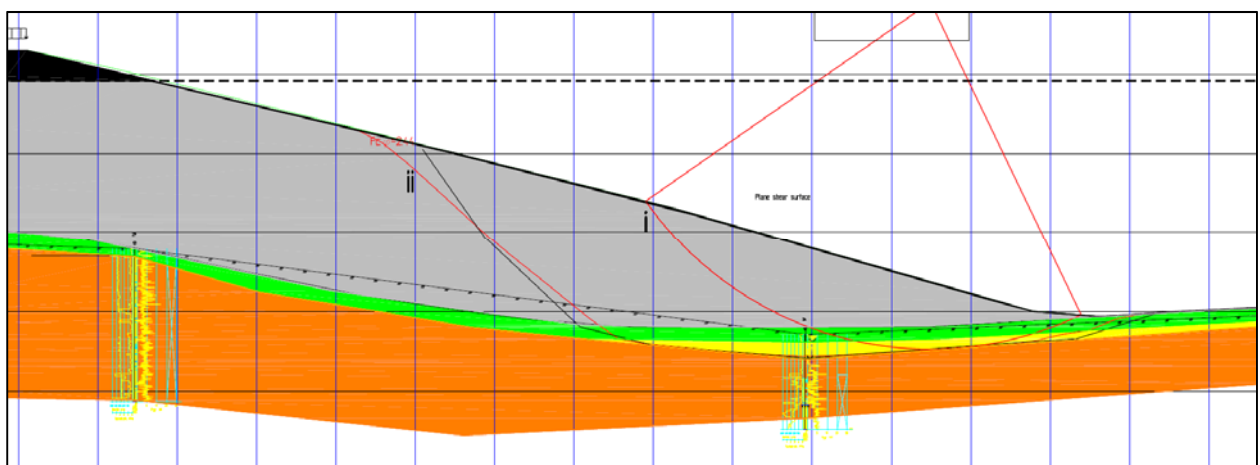
Tabell 4: Resultater beregningsprofil 6



Figur 17: Analysemetode I, korttid, s_u



Figur 18: Analysemetode II, korttid, $a-\phi$

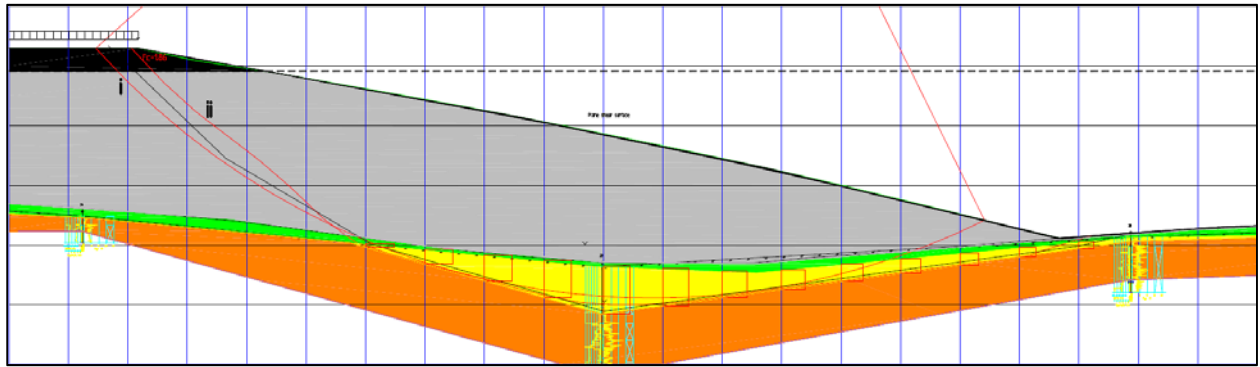


Figur 19: Analysemetode III, langtid, $a-\phi$

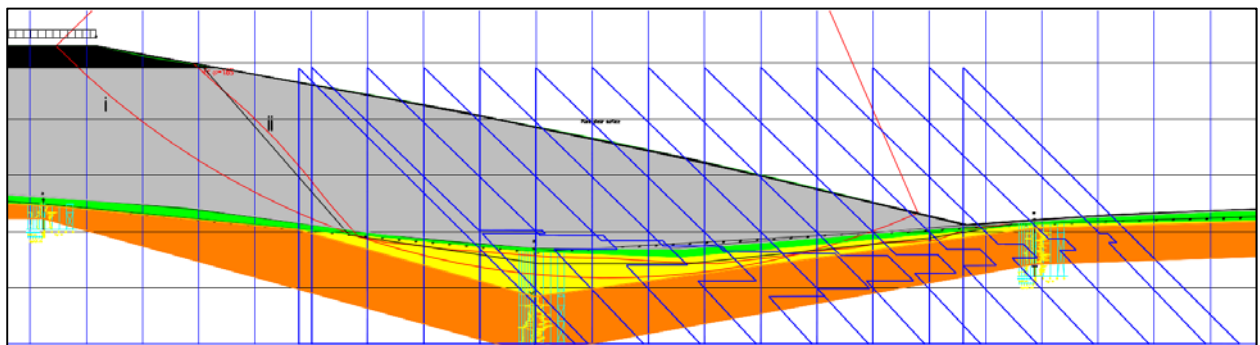
6.2 Resultater beregningsprofil 7

Analysemetode	Partialfaktor	
	i	ii
I (su)	2.16	1.86
II ($a-\phi$, $\Delta u=50\%$)	2.24	1.85
III ($a-\phi$, $\Delta u=0\%$)	2.92	2.83

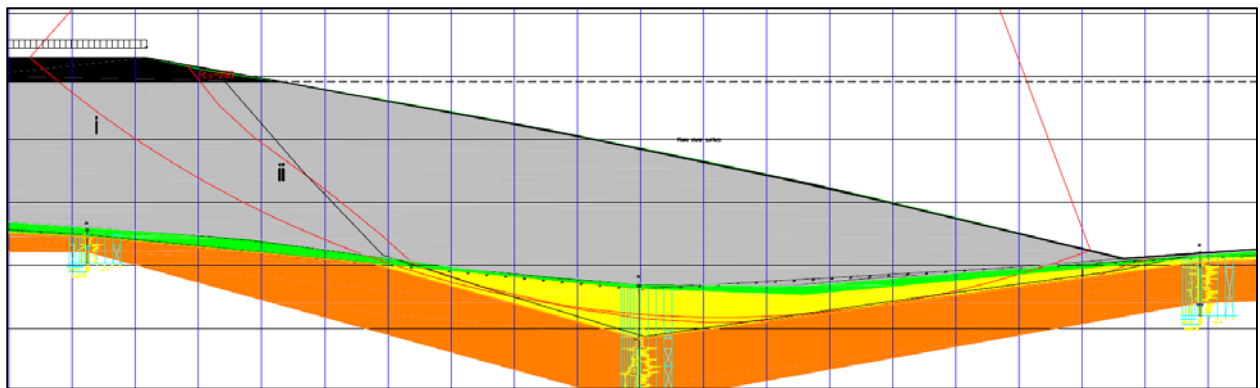
Tabell 5: Resultater beregningsprofil 7



Figur 20: Analysemetode I, korttid, s_u



Figur 21: Analysemetode II, korttid, $a-\phi$

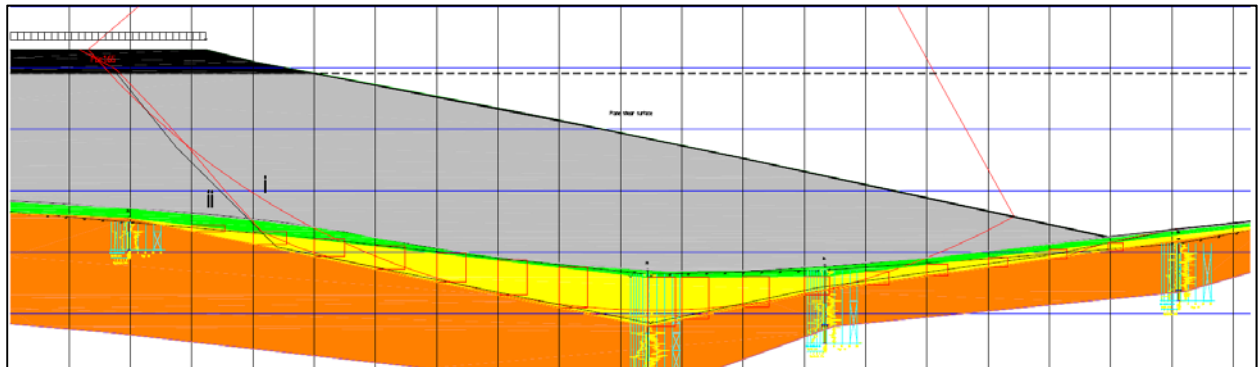


Figur 22: Analysemetode III, langtid, $a-\phi$

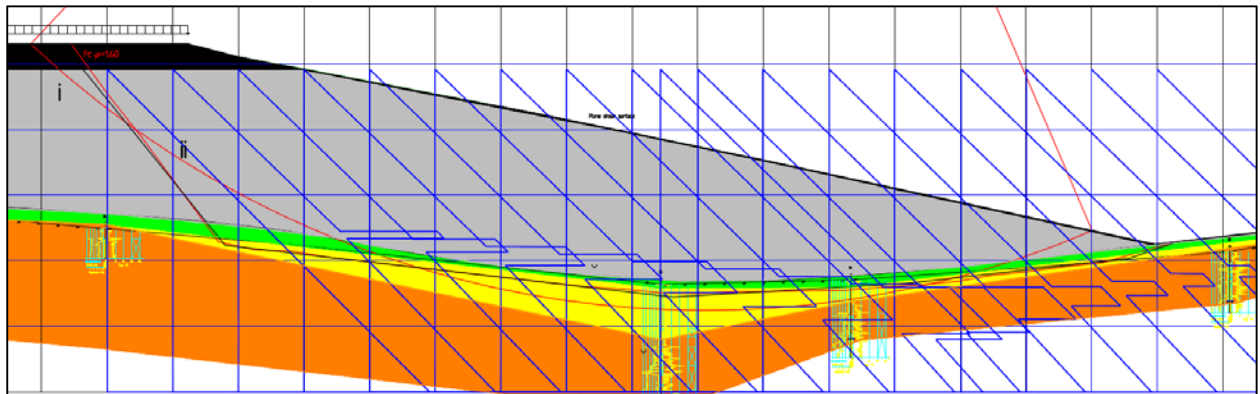
6.3 Resultater beregningsprofil 8

Analysemetode	Partialfaktor	
	i	ii
I (s_u)	2.05	1.65
II ($a-\phi$, $\Delta u=50\%$)	2.18	1.60
III ($a-\phi$, $\Delta u=0\%$)	2.94	2.63

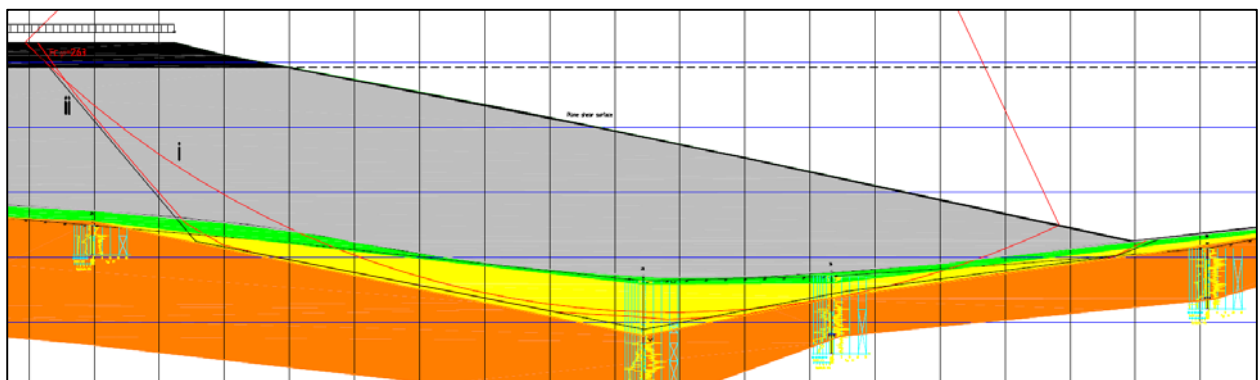
Tabell 6: Resultater beregningsprofil 8



Figur 23: Analysemetode I, korttid, s_u



Figur 24: Analysemetode II, korttid, $a-\phi$



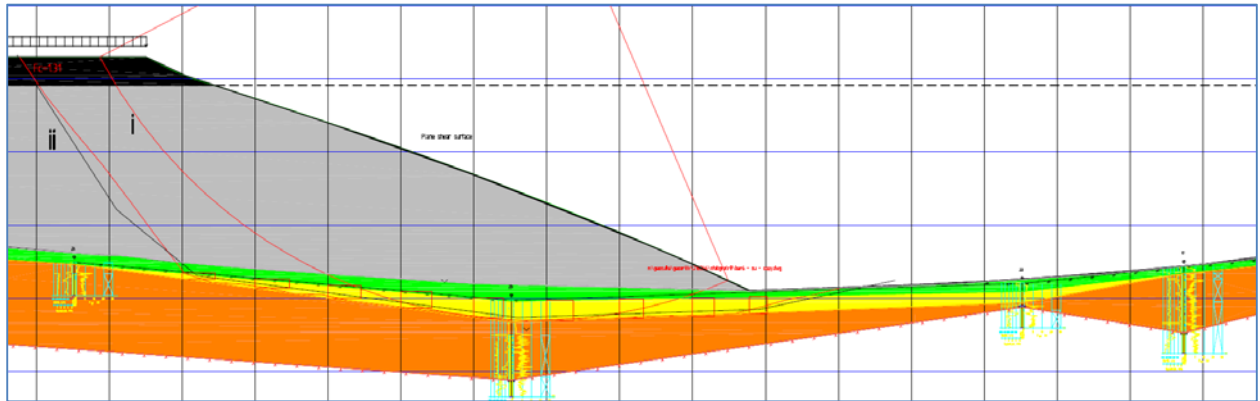
Figur 25: Analysemetode III, langtid, $a-\phi$

6.4 Resultater beregningsprofil 10

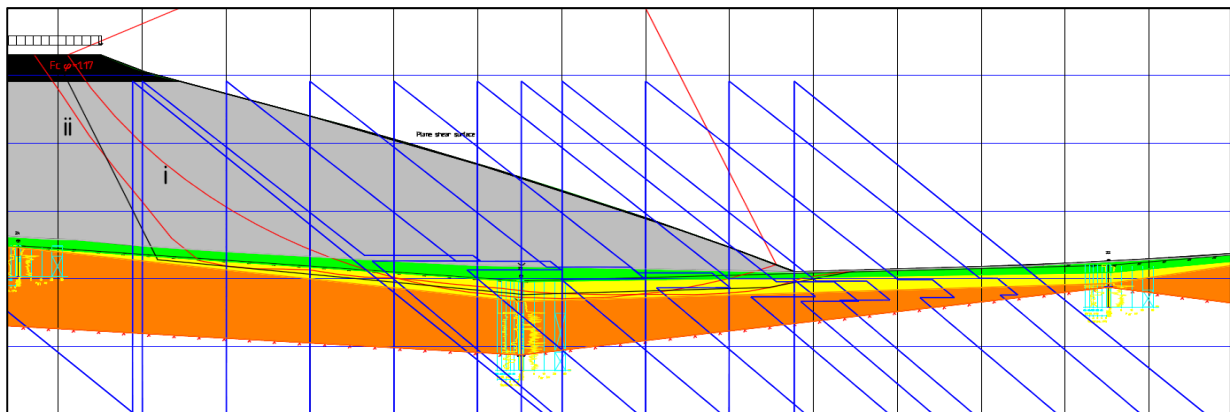
Analysemetode	Partialfaktor	
	i	ii
I (s_u)	1.56	1.31

II (a-φ, Δu=50%)	1.44	1.17
III (a-φ, Δu=0%)	1.86	1.75

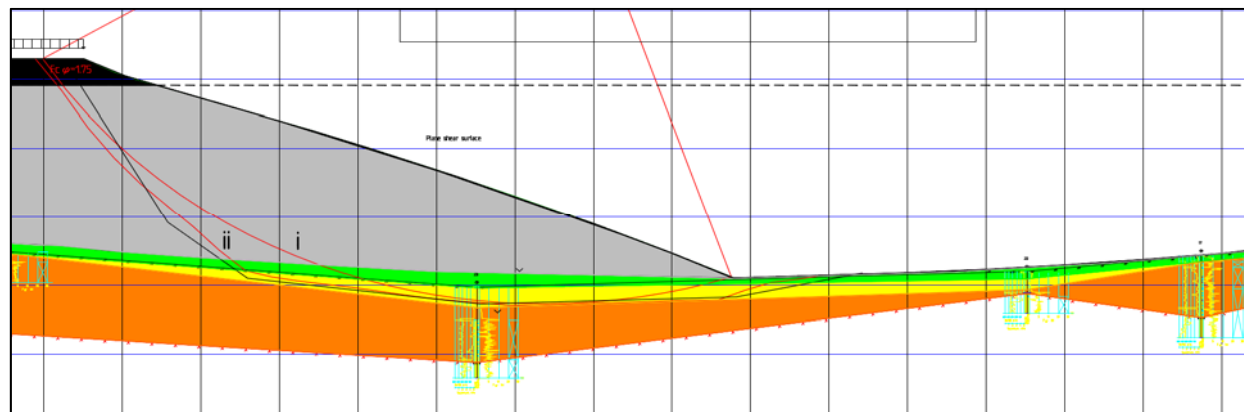
Tabell 7: Resultat beregningsprofil 10



Figur 26: Analysemetode I, korttid, s_u



Figur 27: Analysemetode II, korttid, a-φ



Figur 28: Analysemetode III, langtid, a-φ

Beregningene i profil 10 viser at fyllingens planlagte skråningshelning (ca. 1:2.5) gir for lav partialfaktor, dvs. ikke tilfredsstillende sikkerhet mot brudd i korttidstilstanden (utfyllingsfasen).

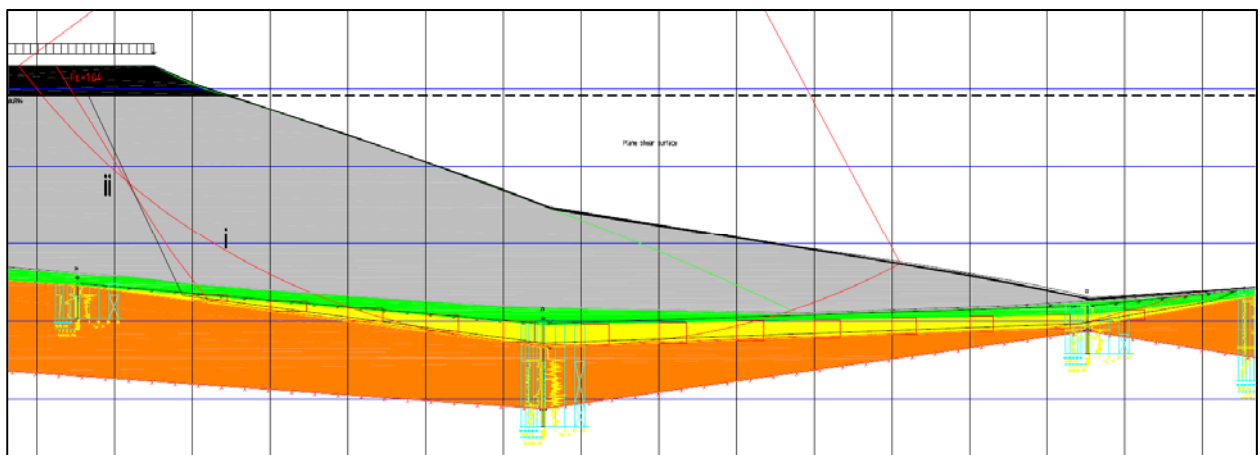
Dette innebærer at det må iverksettes stabiliserende tiltak i profil 10. I de øvrige profilene er stabilitetsforholdene tilfredsstillende (for aktuell fyllingsplan, kfr. figur 2).

7. Stabiliserende tiltak i profil 10

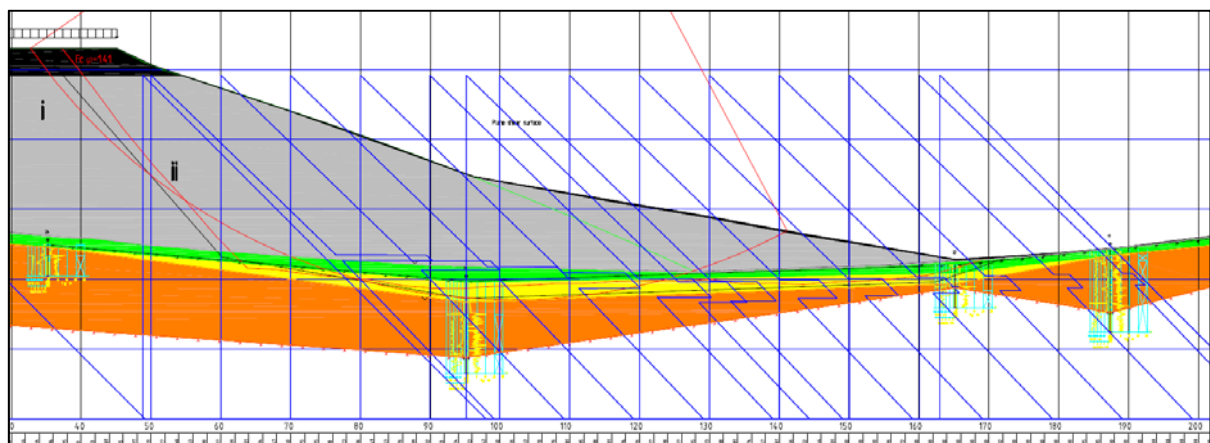
Vi har fått opplyst at skråningshelningen for fyllingen som representeres av profil 10 er valgt for å tilrettelegge for en eventuell senere etablering av kai med vanndybde ca. 10 m i området syd for profilet (representert av profil 11). Stabiliserende tiltak kan derfor iverksettes under dette nivået uten at dette påvirker vanndybdeforholdene ved en eventuell kai.

Analysemetode	Partialfaktor	
	i	ii
I (s_u)	2.09	1.64
II ($a-\phi$, $\Delta u=50\%$)	1.96	1.41
III ($a-\phi$, $\Delta u=0\%$)	2.45	2.17

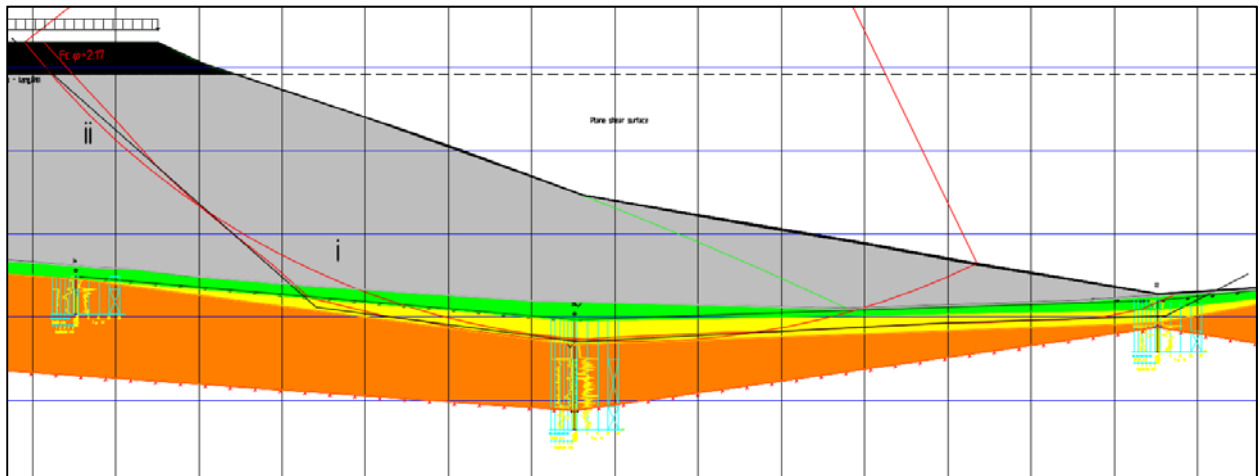
Tabell 8: Resultater beregningsprofil 10, etter stabiliserende tiltak



Figur 29: Analysemetode I, korttid, s_u



Figur 30: Analysemetode II, korttid, $a-\phi$



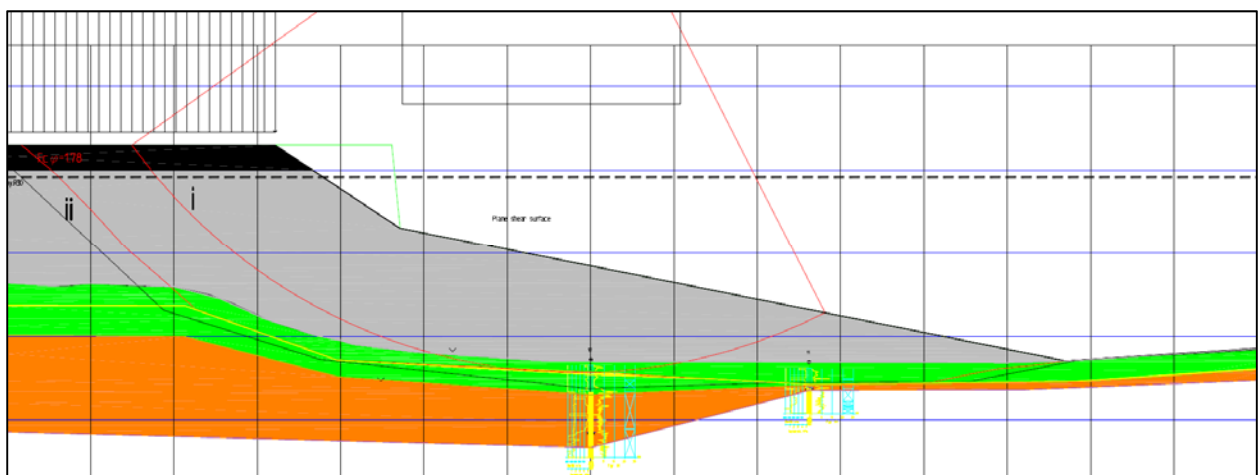
Figur 31: Analysemetode III, langtid, a-φ

Beregningene viser at tilfredsstillende stabilitetsforhold både i utfyllings- og permanentfasen oppnås dersom fyllingen under kote minus 15 legges ut med skråningshelning 1:6 eller slakere.

8. Langtidsstabilitet for utfylling ved kai

8.1 Resultat fra beregningsprofil 11 dersom belastning 50 kPa bak kai

Analysemetode	Partialfaktor	
	i	ii
III (a-φ, Δu=0%)	2.33	1.78



Figur 32: Analysemetode III, langtid, a-φ

Beregningene viser at langtidsstabiliteten for en slik belastning vil være tilfredsstillende.

9. Viktige og kritiske momenter ved utfyllingsarbeidene

Utfyllingsarbeidene må utføres på en slik måte at risiko for mannskap og utstyr begrenses til et minimum. Utfylling med lekter opp til et høyest mulig/praktisk nivå er da et vesentlig element. Vi ser for oss at utfyllingsarbeidene utføres lagvis, fra laveste nivå i utfyllingsområdet. Lagtykkelsen tilpasses aktuelt lekterutstyr, men bør være i størrelsesorden 2-3 m.

Vi har antatt at arbeidene vil strekke seg over adskillige måneder/år slik at undergrunnen får tid til i betydelig grad å konsolidere for hvert enkelt lagutlegg.

De utførte grunnundersøkelsene gir begrensede opplysninger om leirens dreneringsegenskaper, dvs. i hvor stor grad poreovertrykk utvikles som følge av tilleggsbelastninger fra oppfylling, og hvor lang tid det vil ta å konsolidere grunnen for de aktuelle lastene.

Dette er i stor grad hensyntatt i beregningene, ved at det er lagt til grunn at betydelige poreovertrykk kan tillates å oppstå under utfyllingsarbeidene. Poretrykksutviklingen kan følges opp ved på forhånd å installere elektriske piezometere i leirmassene. Vi vurderer behovet for slike som begrenset, tatt i betraktning hvilke poreovertrykk som ut i fra beregningene kan aksepteres å bli utviklet i utfyllingsfasen.

Beregningsresultatene viser imidlertid at utfyllingsarbeidene ikke kan utføres ukritisk, og skråningshelninger må etableres som forutsatt.

Det forutsettes at utfyllingsarbeidene følges opp nøye med gjentatte mengde- og nivåkontroller. Vi ser for oss at det utarbeides loddeprofiler/loddekart for kontroll av at hvert lag er etablert som forutsatt før utleggingen av neste lag igangsettes. Det bør derfor utarbeides detaljerte planer for utfyllingsarbeidene, som deretter bør følges opp av kvalifisert personell.









Arkivreferanser:

Fagområde:	Geoteknikk	Kartblad:	1212 IV
Stikkord:	Sand/Leire	UTM koordinater, Sone:	32V
Land/Fylke:	Rogaland	Øst: 311400	Nord: 6543300
Kommune:	Stavanger		
Sted:	Buøy		

Distribusjon:

- Begrenset (Spesifisert av Oppdragsgiver)
 Intern
 Fri

Dokumentkontroll:

		Dokument 15. januar 2013		Revisjon 1		Revisjon 2		Revisjon 3	
		Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign
Forutsetninger	Utarbeidet	20.11.12							
	Kontrollert	20.11.12							
Grunnlagsdata	Utarbeidet	16.12.12							
	Kontrollert	16.12.12							
Teknisk innhold	Utarbeidet	09.01.13							
	Kontrollert	14.01.13							
Format	Utarbeidet	11.01.13							
	Kontrollert	14.01.13							
Anmerkninger									
Godkjent for utsendelse (Oppdragsansvarlig)				Dato: 15.01.2013		Sign.: 