
RAPPORT

Molo Hamnholmen, Lovund

OPDRAGSGIVER

Vigner Olaisen AS

EMNE

Geotekniske grunnundersøkelser

DATO / REVISJON: 9. november 2018 / 00

DOKUMENTKODE: 10206965-RIG-RAP-001



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Hvis kunden i samsvar med oppdragsavtalen gir tredjepart tilgang til rapporten, har ikke tredjepart andre eller større rettigheter enn det han kan utlede fra kunden. Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

RAPPORT

OPPDRAG	Molo Hamnholmen, Lovund	DOKUMENTKODE	10206965-RIG-RAP-001
EMNE	Geotekniske grunnundersøkelser	TILJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Vigner Olaisen AS	OPPDRAGSLEDER	Roger Kristoffersen
KONTAKTPERSON	Inge Karoliussen	UTARBEIDET AV	Amund Quitzau Growen
KOORDINATER	SONE: 33W ØST: 381770 NORD: 7363740	ANSVARLIG ENHET	10234011 Geoteknikk Midt
GNR./BNR./SNR.	- / - / - / Lurøy		

SAMMENDRAG

Vigner Olaisen AS har engasjert Multiconsult for utførelse av geotekniske grunnundersøkelser i forbindelse med etablering av molo ved Hamnholmen i Lurøy kommune

Utførte supplerende grunnundersøkelser omfatter:

- 10 stk. totalsonderinger
- 2 stk. prøveserier med Ø54 mm sylindrerprøver (BP.6 og 7)

Utførte supplerende sonderinger viser at grunnen består av grove masser av antatt sand og grus over berg. Løsmassemekktigheten varierer mellom 0,1-13,9 meter. Det ble utført prøvetaking i borpunkt 6 på dybde 0,2-1,0 meter under terreng, og i borpunkt 7 på dybde 0,2-1,0 og 1,2-1,8 meter under terreng. Prøven fra borpunkt 6 viser sand med skjellrester. Målt vanninnhold ligger mellom 21,9-24,2 %. I borpunkt 7 viser den øverste prøven grusig sand med skjellrester. Under er det sandig, grusig materiale med skjellrester. Vanninnholdet varierer mellom 17,8-38,3 %.

Fra sonderingene ligger målt bergoverflate mellom kote -2,8 og -17,7. Bergoverflaten tolkes å være dypest midt mellom Hamnholmen og nordliggende holmer/skjær.

					
					
00	09.11.2018	Datarapport grunnundersøkelser	Amund Q. Growen	Kjell Inge Sævdal	Roger Kristoffersen
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	5
1.1	Formål og bakgrunn	5
1.2	Utførelse	5
1.3	Kvalitetssikring og standardkrav	6
1.4	Innhold og bruk av rapporten	6
2	Områdebeskrivelse	7
2.1	Området og topografi	7
3	Geotekniske grunnundersøkelser	8
3.1	Tidligere grunnundersøkelser	8
3.2	Utførte grunnundersøkelser	8
3.2.1	Feltundersøkelser	8
3.2.2	Laboratorieundersøkelser	9
4	Grunnforholdsbeskrivelse	10
4.1	Kvartærgeologisk kart	10
4.2	Eksisterende faresoner for kvikkleireskred	10
4.3	Grunnforhold tolket ut fra grunnundersøkelser	11
4.3.1	Løsmasser	11
4.3.2	Dybde til berg	11
5	Geoteknisk evaluering av resultatene	12
5.1	Avvik fra standard utførelsesmetoder	12
5.2	Viktige forutsetninger	12
5.3	Undersøkelses- og prøve kvalitet	12
5.4	Måling av poretrykk	12
5.5	Påvisning av bergnivå	12
6	Referanser	13

TEGNINGER

10206965-RIG-TEG	-000	Oversiktskart
	-001	Borplan
	-010	Sonderingsresultater BP. 1-4
	-011	Sonderingsresultater BP. 5-7
	-012	Sonderingsresultater BP. 8-10
	-200	Geotekniske data PR-6
	-201	Geotekniske data PR-7
	-300	Korngradering PR-6, d=7,3m og PR-7, d=0,2-1,0m, d=1,2-1,8m

BILAG

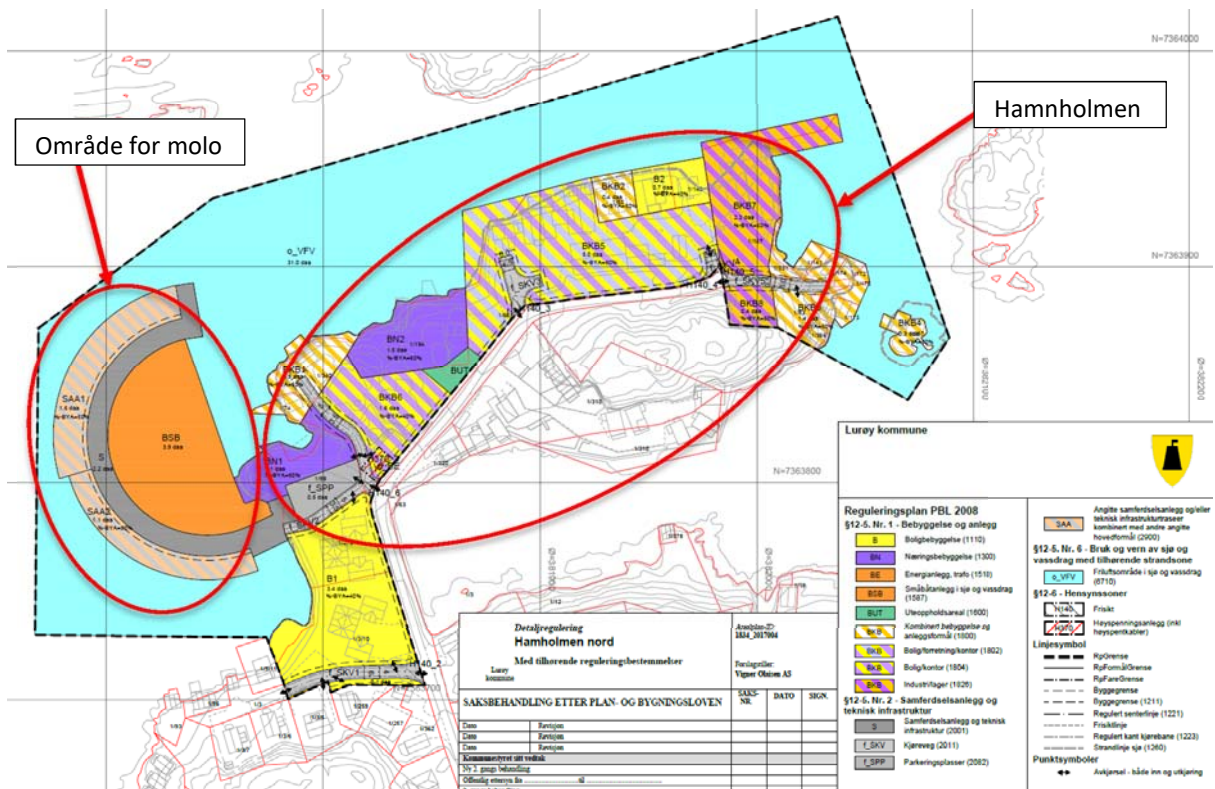
1. Geoteknisk bilag – Feltundersøkelser
2. Geoteknisk bilag – Laboratorieundersøkelser
3. Geoteknisk bilag – Oversikt over metodestandarder og retningslinjer

1 Innledning

Foreliggende rapport presenterer resultater fra utførte geotekniske grunnundersøkelser for molo ved Hamnholmen på Lovund, Lurøy kommune.

1.1 Formål og bakgrunn

Vigner Olaisen AS har engasjert Multiconsult for utførelse av geotekniske grunnundersøkelser i forbindelse med etablering av molo ved Hamnholmen i Lurøy kommune. Grunnundersøkelsene brukes som grunnlag for videre geotekniske vurderinger og stabilitetsberegninger som skal gjøres av Multiconsult.



Figur 1-1: Utsnitt fra detaljregulering (Lurøy kommune)

1.2 Utførelse

Boringenes utførelse er generelt beskrevet i geoteknisk bilag 1, mens oversikt over metodestandarder for utførelse er gitt i geoteknisk bilag 3.

Metodikk/prosedyre for utførelse av laboratorieundersøkelsene er generelt beskrevet i geoteknisk bilag 2.

Feltarbeidet for geotekniske grunnundersøkelser ble utført den 24. og 25. september 2018.

Undersøkelsene ble ledet av borleder Jan-Tore Johansen, og utført med vår borebåt M/S Bore Cat. Borpunktene er satt ut og innmålt med Trimble SPS855 og SPS555H med CPOS. Systemet opplyses å ha en nøyaktighet på +/- 10,0 cm i horisontalplanet og vertikalplanet.

Laboratorieundersøkelsene er utført ved Multiconsults geotekniske laboratorium i Tromsø i uke 43/2018.

1.3 Kvalitetssikring og standardkrav

Oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Multiconsults styringssystem. Systemet omfatter prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for kvalitetsstandard NS-EN ISO 9001:2015 [1]. Feltundersøkelsene er utført iht. NS 8020-1:2016 [2] og tilgjengelige metodestandarder fra Norsk Geoteknisk Forening [3].

Laboratorieundersøkelsene er utført iht. NS 8000-serien og relevante ISO-standarder. Datarapporten er utarbeidet i henhold til NGF-melding nr. 2 [3] og krav i NS-EN-1997 (Eurokode 7) – Del 2 [4].

Oversikt over utvalgte metodestandarder er vist i geoteknisk bilag 3.

1.4 Innhold og bruk av rapporten

Geoteknisk datarapport presenterer resultater fra utførte geotekniske grunnundersøkelser i geotekniske termer og krever geoteknisk kompetanse for videre bruk i rådgivings- og prosjekteringssammenheng. Rapporten inneholder i så måte ingen vurderinger av byggbarhet, metoder eller tiltak.

Geoteknisk datarapport omhandler ikke data eller vurderinger knyttet til tilstedeværelse av forurenset grunn i det undersøkte området. Dersom det foreligger mistanke om forurenset grunn, anbefaler vi at det bestilles miljøtekniske grunnundersøkelser. Dersom miljøtekniske grunnundersøkelser er utført av Multiconsult, rapporteres disse undersøkelsene med tilhørende analyser og resultater i separat miljøteknisk datarapport.

2 Områdebeskrivelse

2.1 Området og topografi

Hamnholmen ligger på nordøstsiden av Lovund i Lurøy kommune. Moloen skal etableres i bukta Leira. Registrert sjøbunn varierer mellom kote -0,9 i den sørlige delen av området (BP.1), til -4,3 i den nordøstlige delen (BP.10).



Figur 2-1: Oversiktskart over aktuelt område [atlas.nve.no]



Figur 2-2: Flyfoto over aktuelt område [www.norgeskart.no]

3 Geotekniske grunnundersøkelser

3.1 Tidligere grunnundersøkelser

Multiconsult har ikke utført grunnundersøkelser i det aktuelle området, men utførte i 2015 grunnundersøkelser ved Naustholmsundet som ligger 700-800 meter sørøst for Hamnholmen [5].

3.2 Utførte grunnundersøkelser

3.2.1 Feltundersøkelser

Utførte supplerende grunnundersøkelser omfatter:

- 10 stk. totalsonderinger
- 2 stk. prøveserier med Ø54 mm sylinderprøver (BP.6 og 7)

Borpunktens plassering er vist på borplan, se tegning -001. Sonderinger er vist på tegning -010 t.o.m. -012.

Tabell 3-1: Koordinat-/høydesystem

Høydesystem	Koordinatsystem	Sone
NN 2000	Euref 89 UTM	33W

Tabell 3-2: Utførte feltundersøkelser

Borpunkt	Koordinater			Metode	Boret dybde			Kommentar
	X	Y	Z		Løs- masse	Ant. Berg	Totalt	
	[m]	[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	
1	7363740,0	381770,0	-0,9	TOT	1,9	3,0	4,9	
2	7363766,5	381764,2	-2,7	TOT	2,7	3,0	5,7	
3	7363818,1	381746,5	-2,6	TOT	6,8	3,0	9,8	
4	7363875,4	381728,2	-3,8	TOT	13,9	3,1	17,0	
5	7363921,9	381715,4	-3,0	TOT	0,1	2,7	2,8	
6	7363776,4	381711,4	-2,0	TOT	8,6	3,0	11,6	
7	7363830,3	381693,2	-2,8	TOT	12,4	3,0	15,4	
8	7363733,2	381674,2	-1,2	TOT	3,3	3,0	6,3	
9	7363843,2	381639,3	-2,7	TOT	7,6	3,0	10,6	
10	7363897,3	381789,5	-4,3	TOT	9,5	2,7	12,2	
PR-6	7363776,4	381711,4	-2,0	PR	1,0		1,0	
PR-7	7363830,3	381693,2	-2,8	PR	1,8		1,8	

TOT=Totalsondering; DrT=Dreietrykkssondering; CPTU=Trykksøndering; PZ=Porettrykksmåling; PR=Prøveserie;

3.2.2 Laboratorieundersøkelser

Prøvene er undersøkt i geoteknisk laboratorium med tanke på klassifisering og identifisering av jordartene, samt bestemmelse av prøvenes mekaniske egenskaper.

Ved undersøkelsen er prøvene klassifisert og beskrevet med måling av vanninnhold.

Følgende laboratorieundersøkelser er utført:

- Rutineundersøkelser av sylindrerprøver (54 mm) fra 2 borpunkt
- Korngraderingsanalyser av prøver fra 2 borpunkt

Resultatene fra rutineundersøkelser er presentert som geotekniske data i tegning -200 og -201.

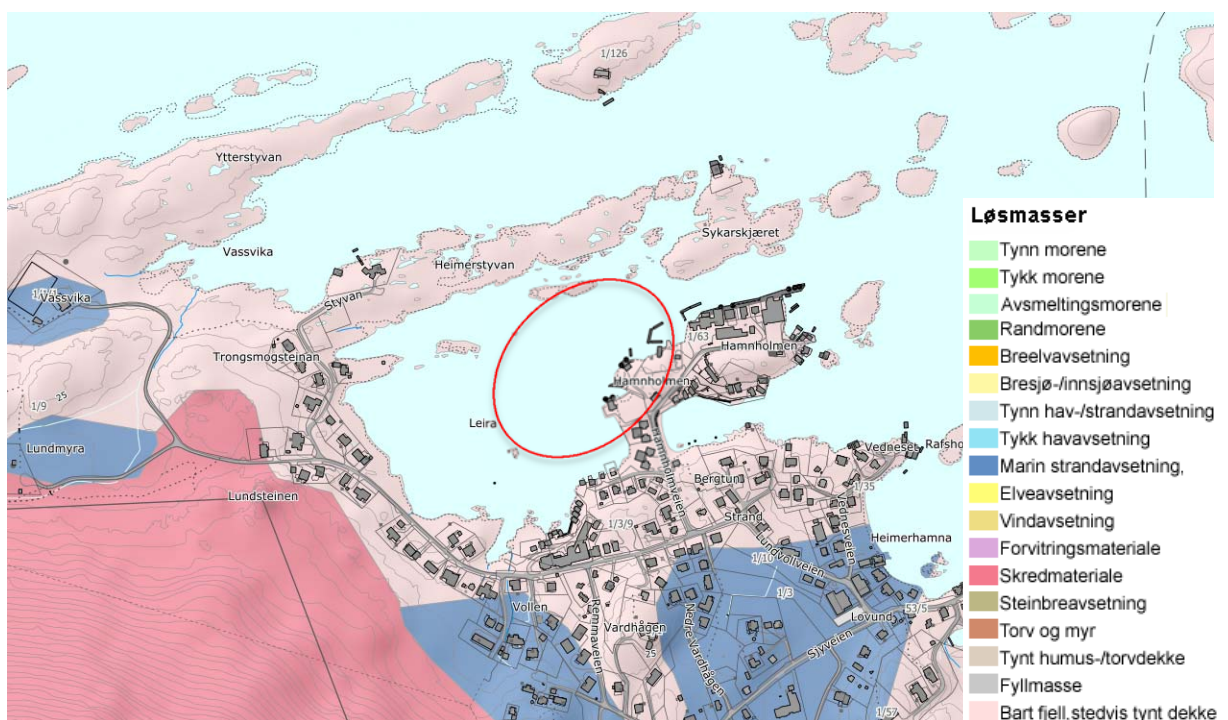
Resultatene fra korngraderingsanalysene er vist i tegning -300.

4 Grunnforholdsbeskrivelse

4.1 Kvartærgeologisk kart

Figur 4-1 viser et utsnitt av kvartærgeologisk kart for det aktuelle området. Kartet viser at det for det meste er bart berg i området rundt bukta Leira.

Det kvartærgeologiske kartgrunnlaget gir en visuell oversikt over landskapsformende prosesser over tid, samt løsmassenes overordnede fordeling. Utgangspunktet for disse oversiktskartene er i all hovedsak visuell overflatekartlegging, og kun i begrenset omfang fysiske undersøkelser. Kartene gir ingen informasjon om løsmassefordeling i dybden og kun begrenset informasjon om løsmassemektighet. For mer informasjon om kvartærgeologiske kart og anvendelse/kvalitet vises til www.ngu.no.



Figur 4-1: Utsnitt fra kvartærgeologisk kart [www.ngu.no]

4.2 Eksisterende faresoner for kvikkleireskred

I henhold til faresonekart på NVE-Atlas [atlas.nve.no] er det ingen kjente faresoner for kvikkleire i det aktuelle området.

4.3 Grunnforhold tolket ut fra grunnundersøkelser

4.3.1 Løsmasser

Utførte sonderinger viser at grunnen består av grove masser av antatt sand og grus over berg. Løsmassemektigheten varierer mellom 0,1-13,9 meter. Det ble utført prøvetaking i borpunkt 6 på dybde 0,2-1,0 meter under terreng, og i borpunkt 7 på dybde 0,2-1,0 og 1,2-1,8 meter under terreng. Prøven fra borpunkt 6 viser sand med skjellrester. Målt vanninnhold ligger mellom 21,9-24,2 %. I borpunkt 7 viser den øverste prøven grusig sand med skjellrester. Under er det sandig, grusig materiale med skjellrester. Vanninnholdet varierer mellom 17,8-38,3 %.

Beskrivelse av usikkerhet og evaluering av resultatene fra grunnundersøkelsen er angitt i kap. 5.

4.3.2 Dybde til berg

Fra sonderingene ligger målt bergoverflate mellom kote -2,8 og -17,7. Bergoverflaten tolkes å være dypest midt mellom Hamnholmen og nordliggende holmer/skjær.

5 Geoteknisk evaluering av resultatene

5.1 Avvik fra standard utførelsesmetoder

Samtlige sonderinger og laboratorieundersøkelser ble utført i henhold til gjeldende standardprosedyrer, se henvisninger i vedlagt bilag 3.

5.2 Viktige forutsetninger

Det gjøres oppmerksom på at grunnundersøkelsene kun avdekker lokale forhold i de respektive utførte borpunktene. Dette benyttes videre til å gi en generell beskrivelse av grunnforholdene i området. Grunnforholdene mellom borpunktene kan variere mer enn det som eventuelt kan interpoleres fra utførte grunnundersøkelser.

5.3 Undersøkelses- og prøve kvalitet

Generelt vurderes kvaliteten på opptatte prøver og utførte undersøkelser som god/akseptabel.

Prøvetaking i borpunkt 6 og 7 ga ikke fulle sylindrer da prøvetakingen ble utført i grove masser. Enkelte sylindere ble skadd under utførelsen.

5.4 Måling av poretrykk

Poretrykk ble ikke målt i forbindelse med grunnundersøkelsene.

5.5 Påvisning av bergnivå

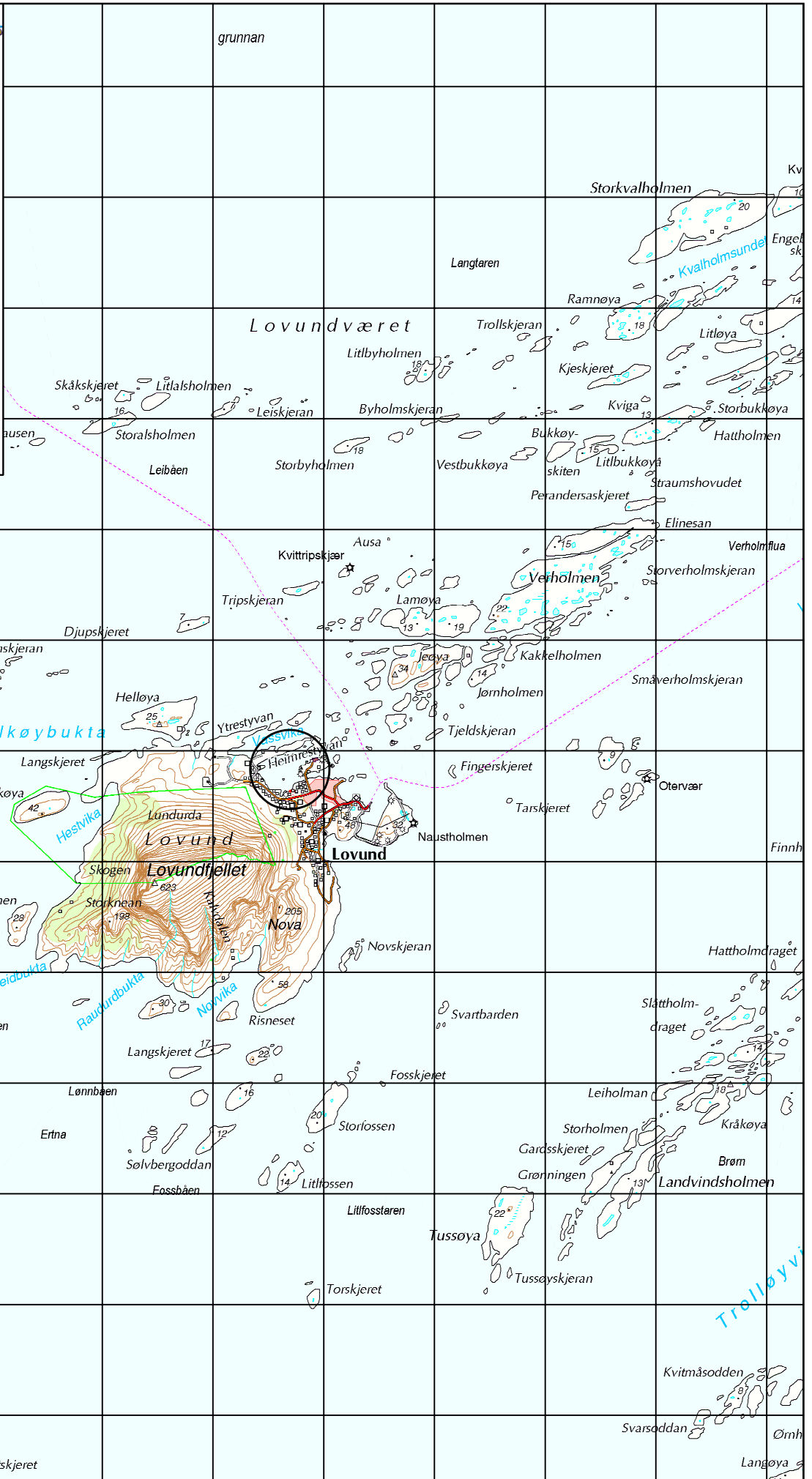
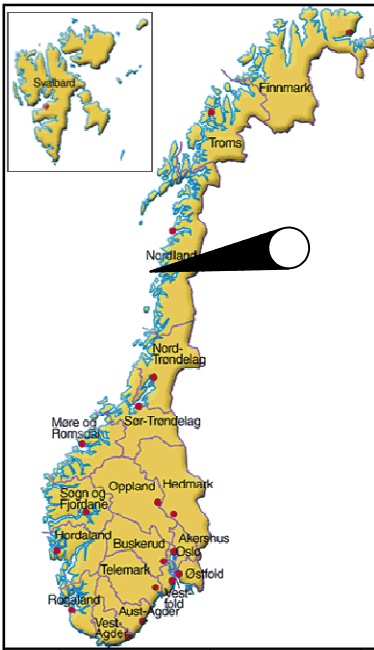
Spesielt for påvisning av overgang til antatt berg ved totalsondering anmerkes følgende:

1. Påvisning av overgang til antatt berg foregår normalt sett ved at det kontrollbores 2-3 m ned i antatt berg. Slik påvisning kan være utfordrende i tilfeller med fast morene over berg. Dette på grunn av at sonderingsresultatet (responsen) fra fast morenemateriale i noen tilfeller er vanskelig å skille fra respons i berg.
2. I områder med dårlig bergkvalitet i overgangssonen mellom løsmasser og berg er det ofte meget vanskelig å skille ut berghorisonten, spesielt i overgangen mellom faste løsmasser (f.eks. morene) og berg. Som utgangspunkt settes alltid antatt bergnivå til tolket øvre berghorisont, uavhengig av kvaliteten til berget. Antatt sone med dårlig bergkvalitet er evt. beskrevet i tekst i rapporten og/eller angitt på sonderingsutskrifter.
3. I tilfeller der det kan være blokk i grunnen med størrelse over 2-3 m i tverrmål, vil det også være en mulighet for at det som antas som bergnivå i virkeligheten er blokk dersom kontrollboringen avsluttes etter 2-3 m boring i blokk.

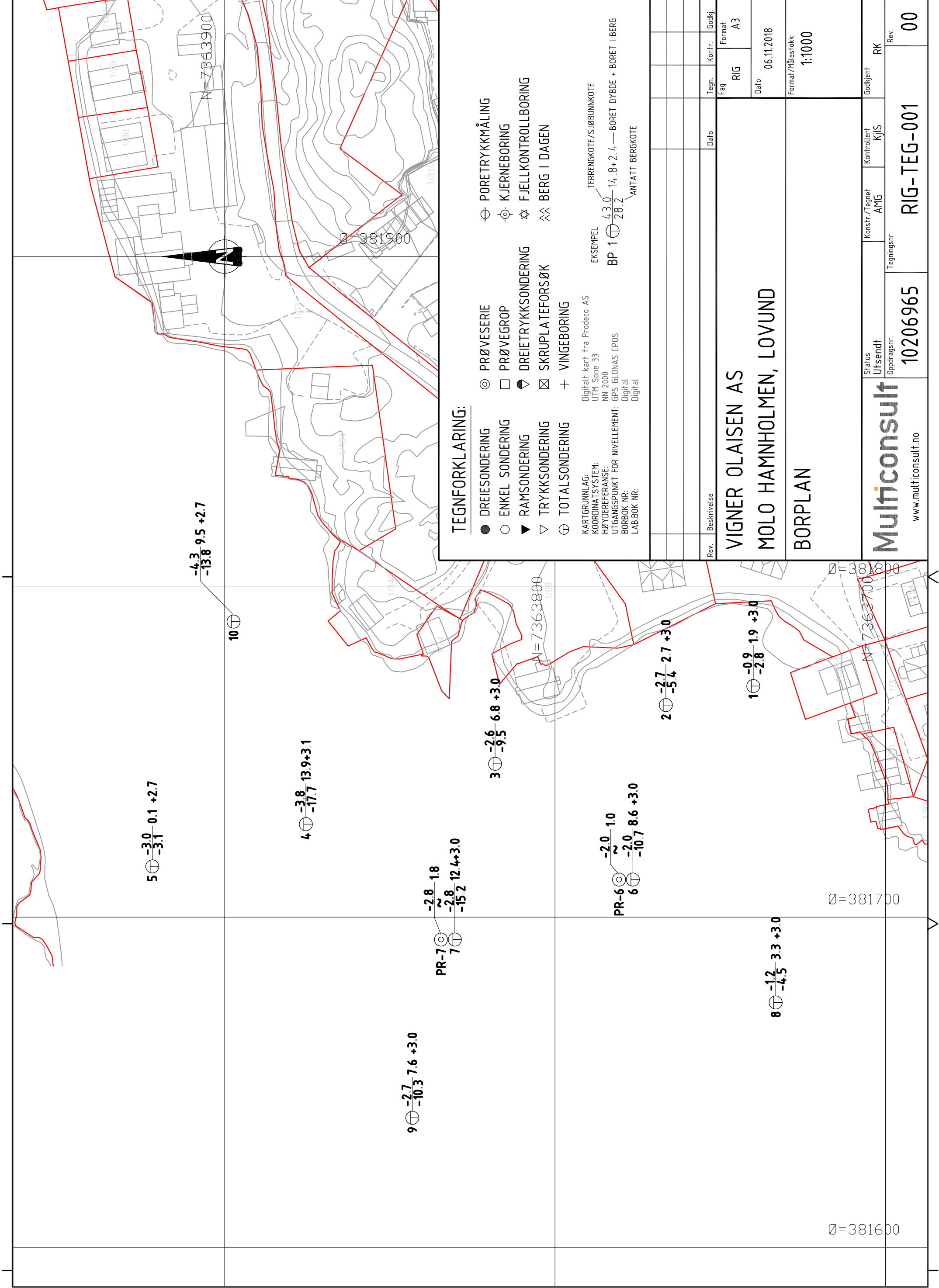
I nevnte tilfeller kan virkelig bergnivå/berghorisont avvike vesentlig fra antatte nivåer tolket fra undersøkelsene. Angitte kotenivåer for antatt bergoverflate må derfor benyttes med forsiktighet.

6 Referanser

- [1] Standard Norge, «Systemer for kvalitetsstyring. Krav (ISO 9001:2015),» Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN ISO 9001:2015.
- [2] Standard Norge, «Kvalifikasjonskrav til utførende av grunnundersøkelser - Del 1: Geotekniske feltundersøkelser (NS 8020-1:2016),» Standard Norge, Norsk standard NS 8020-1:2016, Juni 2016.
- [3] Norsk Geoteknisk Forening (NGF): NGF-Melding nr. 1-11.
- [4] Standard Norge, «Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver (NS-EN 1997-2:2007),» Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN 1997-2:2007/AC:2010+NA:2008, Mars 2007.
- [5] Multiconsult Norge AS, «417546-RIG-RAP-001. Innseiling Naustholmsundet. Grunnundersøkelser geoteknikk,» 18. desember 2018.



 www.multiconsult.no	MOLO HAMNHOLMEN, LOVUND OVERSIKTSKART		Status	Fag	Original format	Dato
			Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Målestokk
			Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
			10206965	RIG	RK	06.11.2018
			RIG-TEG-000		1:50000	
					00	



TEGNFORKLARING:

- DREIESONDERING
- ENKEL SONDERING
- ▼ RAMSONDERING
- ▽ TRYKKSONDERING
- ⊕ TOTALSONDERING
- ⊙ PRØVESERIE
- PRØVEGROP
- ▼ DREIETRYKKSONDERING
- ⊗ SKRUPPLATEFORSØK
- + VINGEBORING
- ⊕ PORETRYKKMÅLING
- ⊙ KJERNEBORING
- ⊗ FJELLKONTROLLBORING
- ⊗ BERG I DAGEN

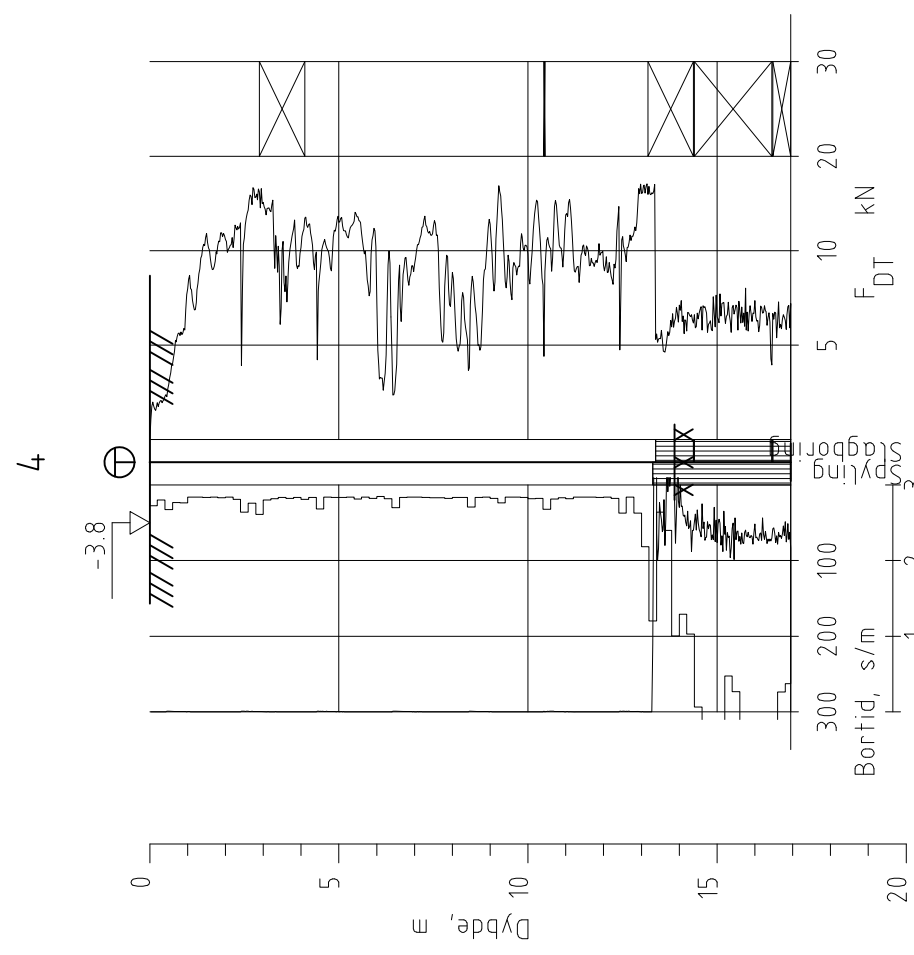
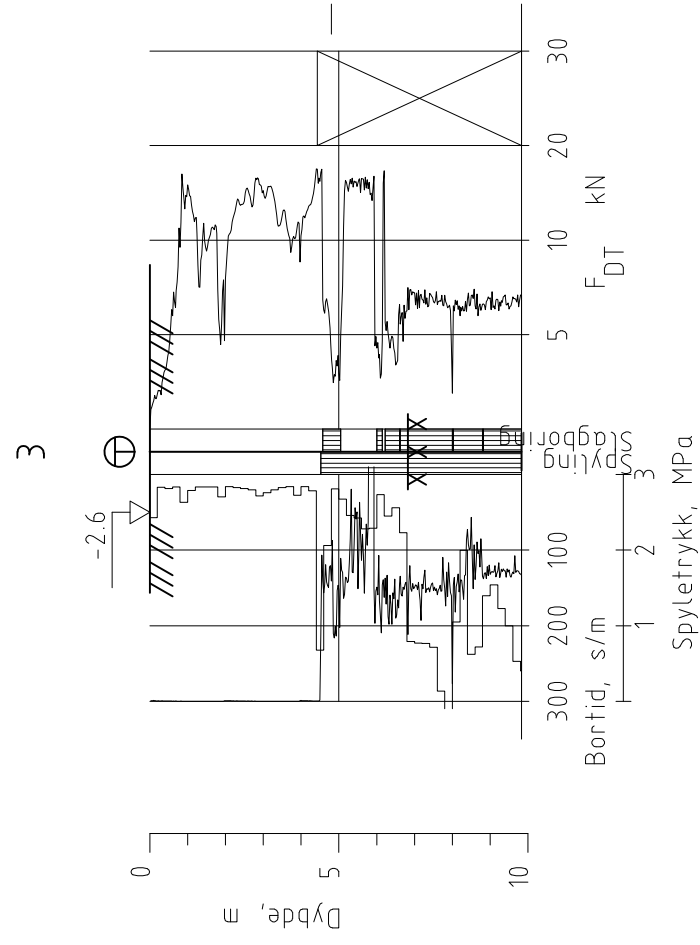
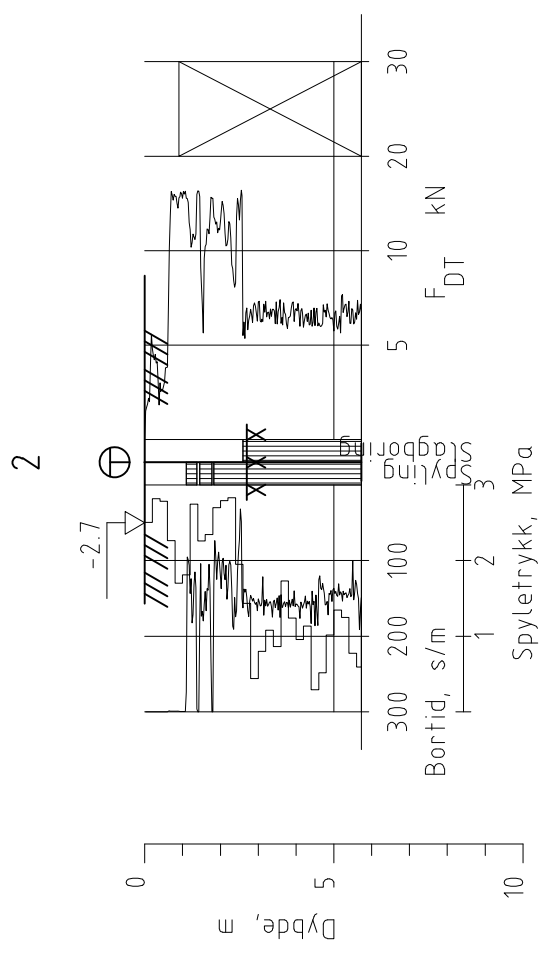
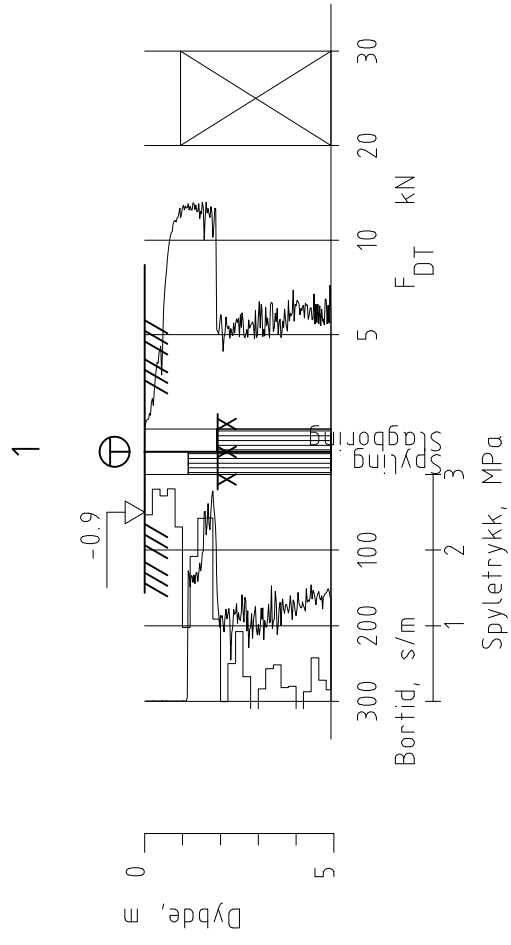
KARTGRUNNLAG: Digitalt kart fra Prodeco AS
 UTM Sone 33
 HØYDEREFERANSE: NN 2000
 UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMENT: GPS GLONAS CPOS
 BOREBOK NR: Digital
 LAB.BOK NR: Digital

EKSEMPEL TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE
 BP 1 ⊕ $\frac{43.0}{28.2}$ 14.8+2.4 — BORET DYBDE + BORET I BERG
 ANTATT BERGKOTE

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
			RIG		Format A3
		Dato			06.11.2018
		Format/Målestokk:			1:1000
VIGNER OLAISEN AS MOLO HAMNHOLMEN, LOVUND BORPLAN					
Status Utsendt Oppdragsnr.	Konstr./Tegnet AMG	Kontrollert KJIS	Godkjent RK		
10206965			Rev. 00		
Multiconsult www.multiconsult.no			RIG-TEG-001		

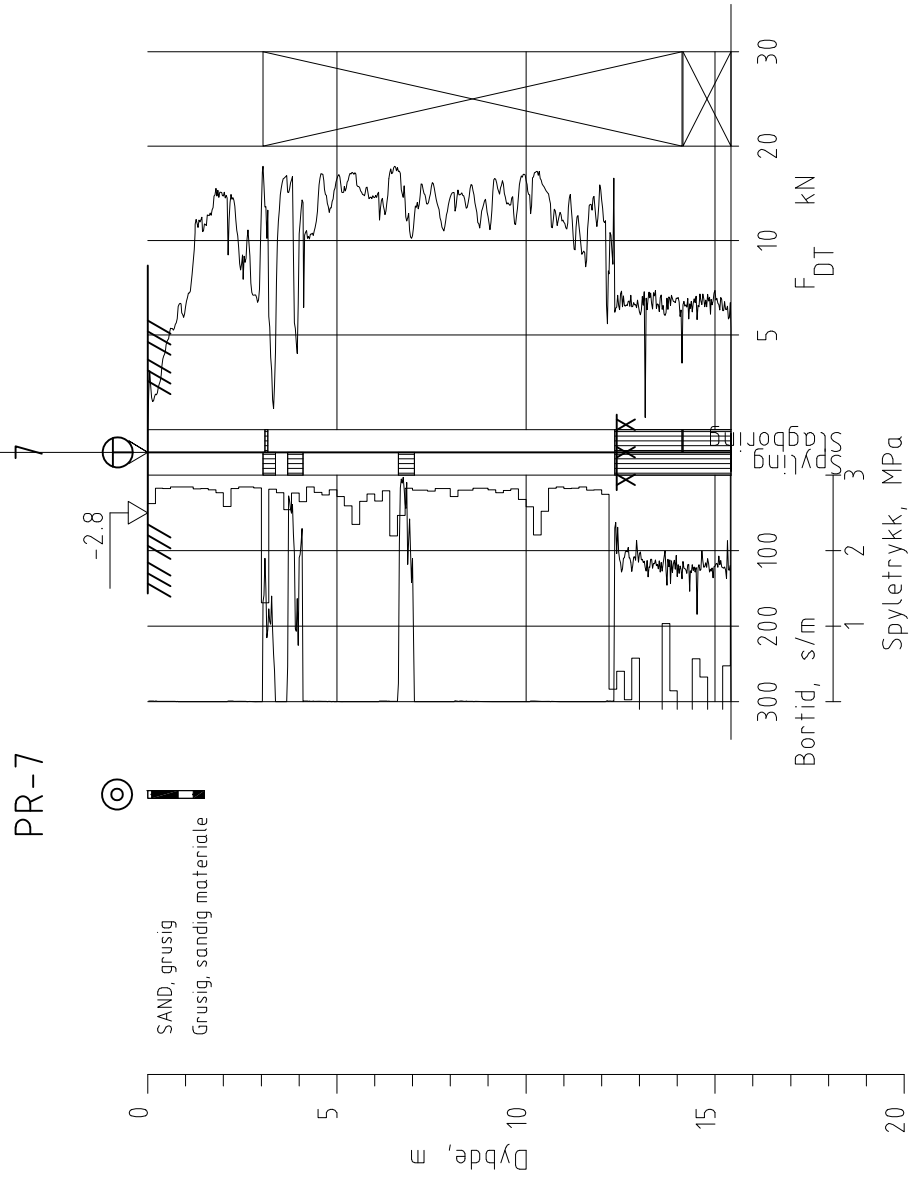
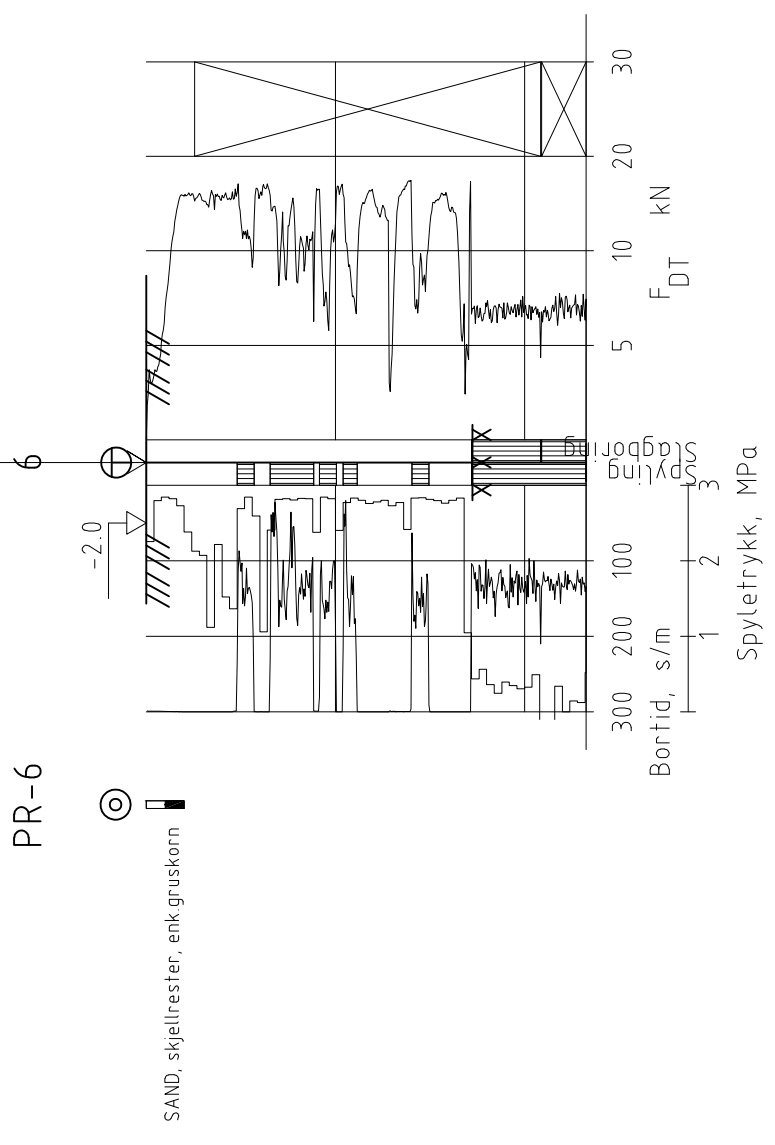
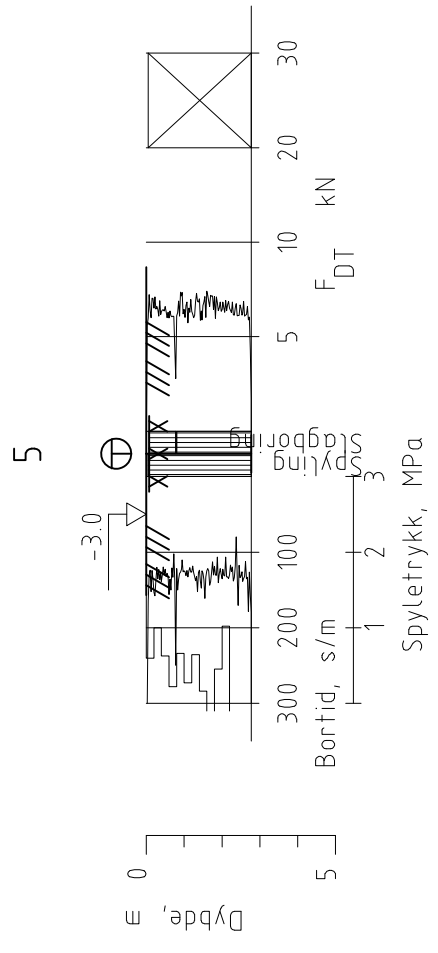
Ø=381600

Ø=381700



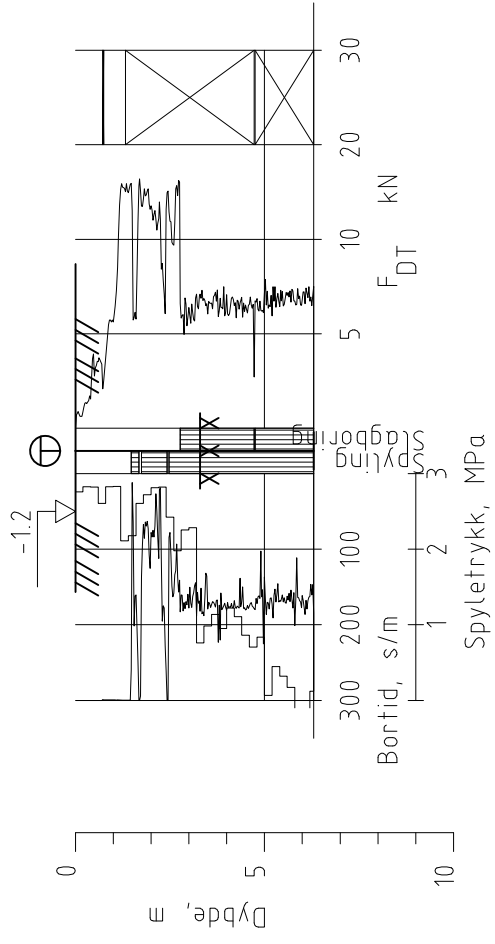
Savletrykk MPa

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	VIGNER OLAISEN AS		Fag	RIG	Format
	MOLO HAMNHOLMEN, LOVJUND				A3
	SONDERINGSRESULTATER	Dato	06.11.2018		
	BP. 1-4	Format/Ålestokk	1:200		
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		Utført	AMG	KJS	RK
		Oppdragsnr.	10206965		Tegningsnr.
			RIG-TEG-010		Rev.
					00

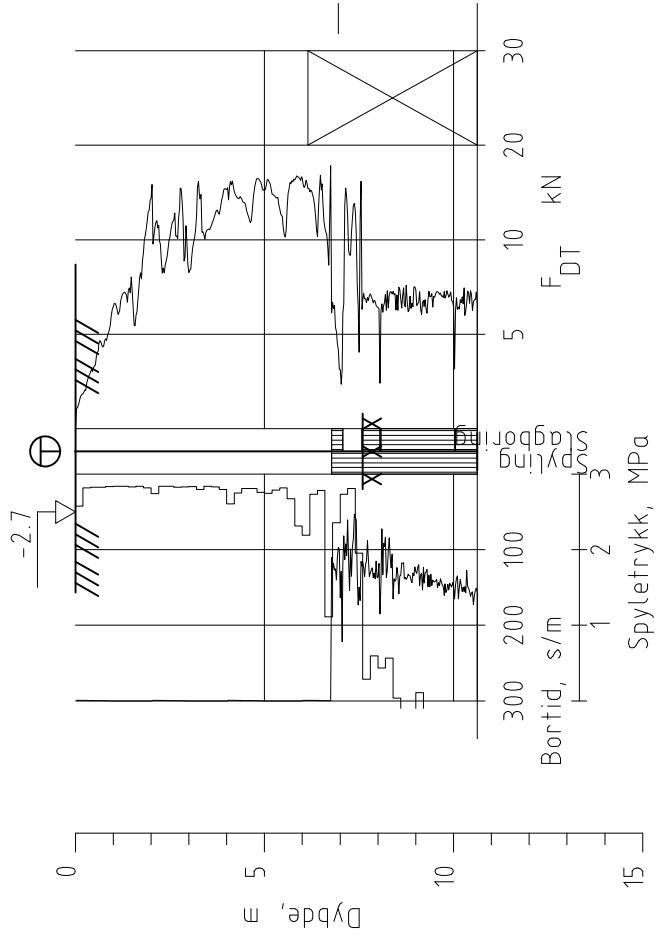


Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
			Fag	RIG	Format
					A3
VIGNER OLASEN AS MOLO HAMNHOLMEN, LOVJUND SONDERINGSRESULTATER BP. 5-7			Dato	06.11.2018	
			Format/Ålestokk: 1:200		
Multiconsult Status Utført Oppdragsnr. 10206965			Konstr./Tegnet AMG	Kontrollert KJS	Godkjent RK
			Tegningsnr. RIG-TEG-011		
			Rev. 00		

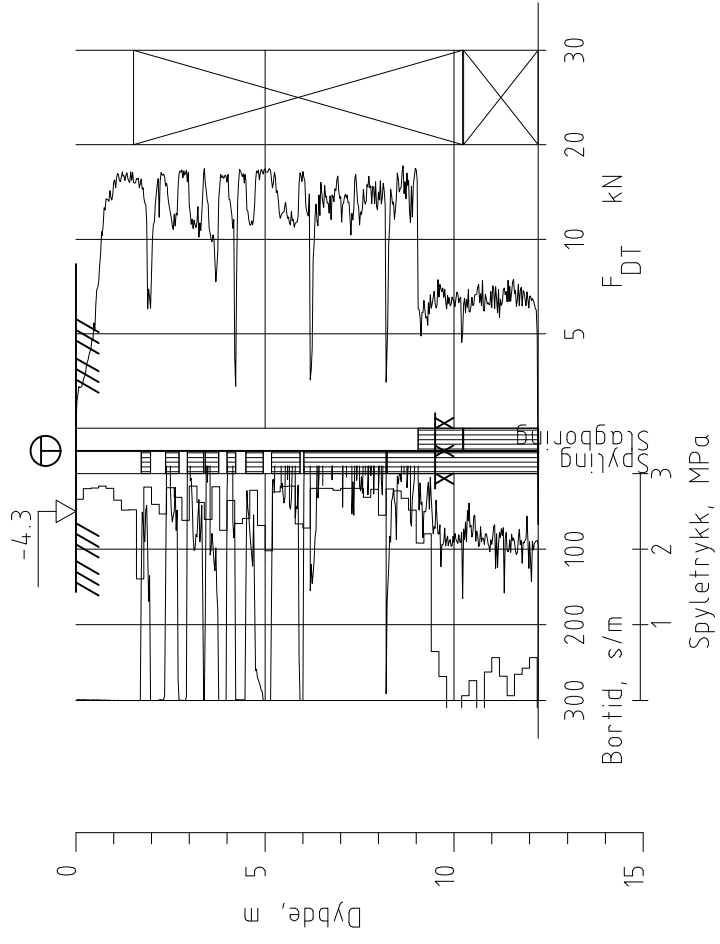
8



9



10



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
			Fag	RIG	Format
					A3
VIGNER OLAISEN AS MOLO HAMNHOLMEN, LOVJUND SONDERINGSRESULTATER BP. 8-10			Dato	06.11.2018	
			Format/Ålestokk:	1:200	
Status	Utsendt	Kontr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	RK
	Oppdragsnr.	AMG	KJS		
10206965		Tegningsnr.		RIG-TEG-012	
				Rev. 00	

Multiconsult

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	Porsitet (%)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					St (-)
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50	
5	SAND, grusig	skjellrester	K			○	○		1,94	46							
	MATERIALE, grusig, sandig	skjellrester	K	○			○										
10																	
15																	
20																	

Symboler:



Enaksialforsøk (strek angir akseial tøyning (%) ved brudd)

○ Vanninnhold¹⁰

▼ Omrørt konus

ρ = Densitet

T = Treaksialforsøk

ρ_s : 2,75 g/cm³

┌ Plastisitetsindeks, Ip

▽ Uomrørt konus

S_t = Sensitivitet

Ø = Ødometerforsøk

Grunnvannstand: m

K = Korngradering

Borbok: Digital

Lab-bok: Digital

PRØVESERIE

Borhull: 7

Vigner Olaisen AS

Dato: 2018-10-25

Molo Hamnholmen, Lovund

Multiconsult
www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet: TEREZK

Kontrollert: RAGS

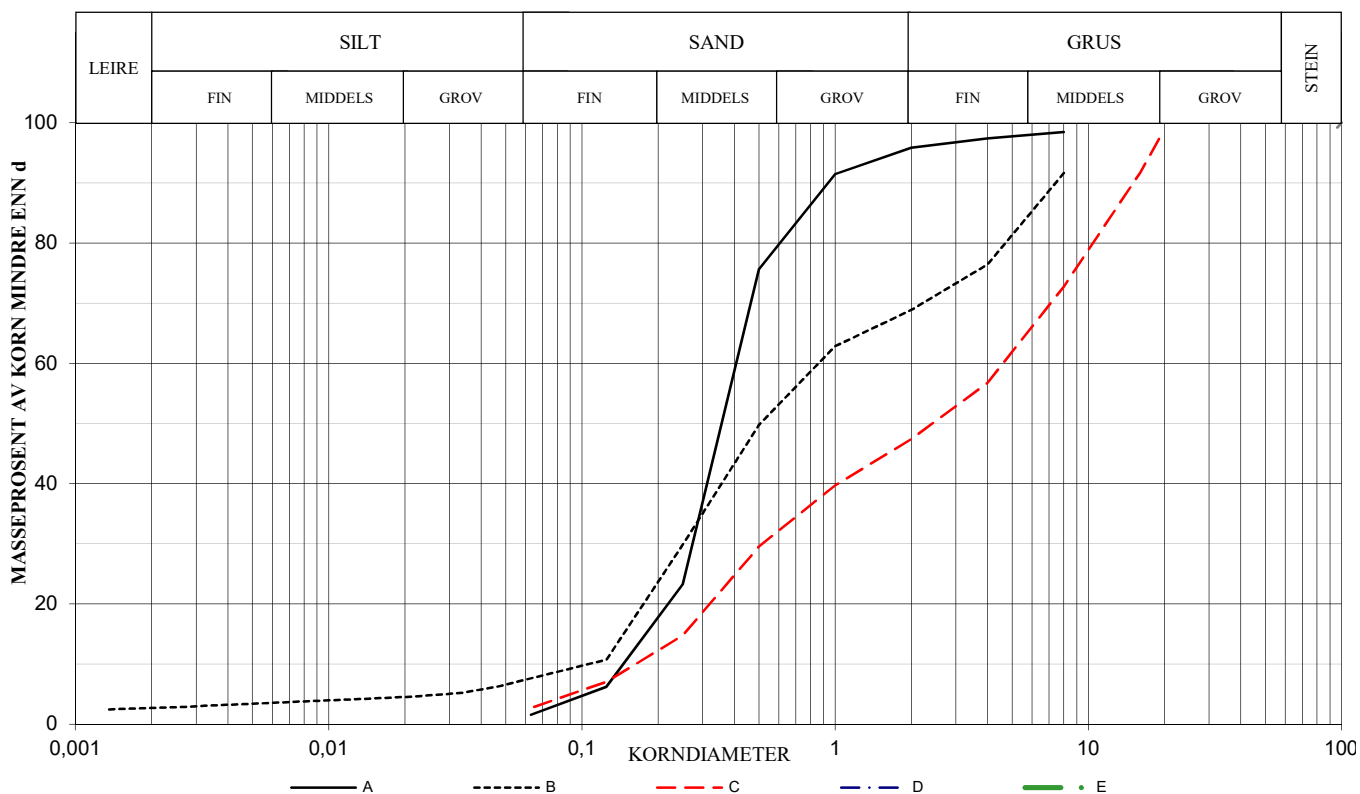
Godkjent: RK

Oppdragsnummer: 10206965

Tegningsnr.: RIG-TEG-201

Rev. nr.: 00

SYM BOL	SERIE NR.	DYBDE (kote)	BESKRIVELSE	ANMERKNINGER	METODE		
					TS	VS	HYD
A	6	0,2-1,0 m	SAND	skjellrester	X	X	
B	7	0,2-1,0 m	SAND, grusig	skjellrester	X	X	X
C	7	1,2-1,8 m	Grusig, sandig MATERIAL	skjellrester	X	X	
D							
E							



SYMBOL:

Ogl. = Glødetap (%)

Ona. = Humusinnhold (%)

Perm. = Permeabilitet (m/s)

$$C_z = \frac{D_{30}^2}{(D_{60})(D_{10})}$$

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

METODE:

TS = Torr sikt

VS = Våt sikt

HYD = Hydrometer



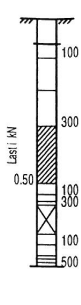
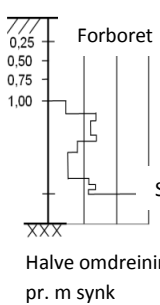
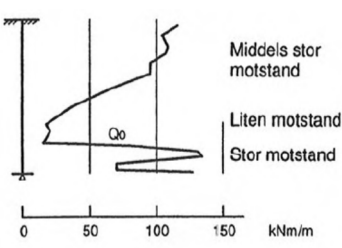
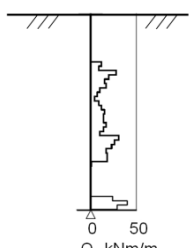
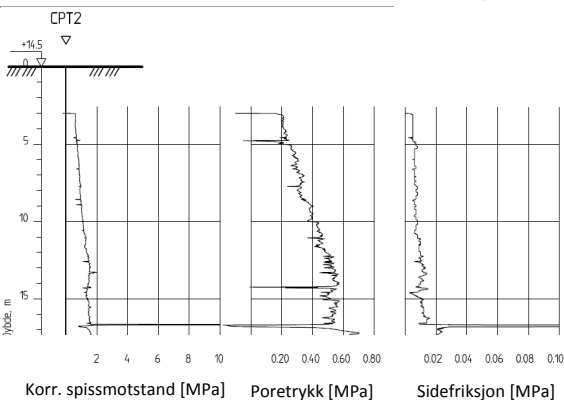
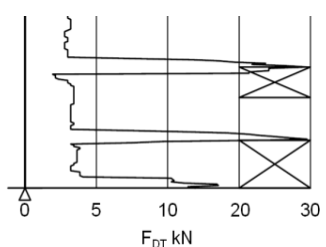

SYM BOL	Vanninnhold %	Telegruppe	Korndensitet ρ_s	< 0,02 mm %	Glødetap %	C_u	D_{10} mm	D_{30} mm	D_{50} mm	D_{60} mm
A	24,2	T1				2,8	0,153	0,282	0,377	0,425
B	27,8	T2		4,5		11,3	0,079	0,252	0,510	0,892
C	17,8	T1				27,9	0,173	0,523	2,556	4,810
D										
E										

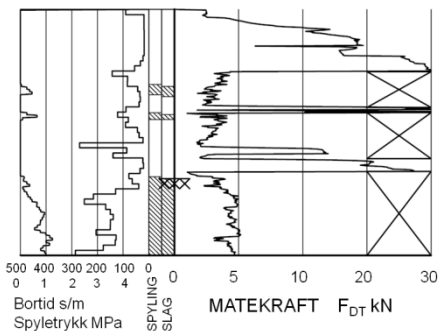
KORNGRADERING		Konstr./Tegnet	Kontrollert	Multiconsult
Vigner Olaisen AS Molo Hamnholmen Lovund		TEREZK	RAGS	
		Dato 26.10.2018	Godkjent RK	
MULTICONSULT AS Kvaløyveien 156, 9013 TROMSØ Tlf.: 77 62 26 00		Oppdragsnummer 10206965	Tegnings nr. RIG-TEG- 300	Rev.

BILAG 1

Geotekniske bilag - feltundersøkelser

(2 sider)

 <p>Avsluttet mot stein, blokk eller fast grunn</p>	 <p>Avsluttet mot antatt berg</p>	<p>Sonderinger utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn. For utførelsesstandarder henvises det til «Geoteknisk bilag – Oversikt over metodestandarder og retningslinjer».</p>
 <p>Forboret Middels stor motstand Meget liten motstand Meget stor motstand Avsluttet uten å nå fast grunn eller berg</p>	 <p>Forboret Slått med slegge Halve omdreininger pr. m synk</p>	<p>DREIESONDERING Utføres med skjøtbare $\phi 22$ mm borstenger med 200 mm vridd spiss. Boret dreies manuelt eller maskinelt ned i grunnen med inntil 1 kN (100 kg) vertikalbelastning på stengene. Hvis det ikke synker for denne lasten, dreies boret maskinelt eller manuelt. Antall $\frac{1}{2}$-omdreininger pr. 0,2 m synk registreres. Boremotstanden presenteres i diagram med vertikal dybdeskala og tverrstrek for hver 100 $\frac{1}{2}$-omdreininger. Skravur angir synk uten dreining, med påført vertikallast under synk angitt på venstre side. Kryss angir at borstengene er rammet ned i grunnen.</p>
 <p>Middels stor motstand Liten motstand Stor motstand 0 50 100 150 kNm/m</p>	 <p>0 50 Q_0 kNm/m</p>	<p>RAMSONDERING Boringen utføres med skjøtbare $\phi 32$ mm borstenger og spiss med normert geometri. Boret rammes med en rammeenergi på 0,38 kNm. Antall slag pr. 0,2 m synk registreres. Boremotstanden illustreres ved angivelse av rammemotstanden Q_0 pr. m nedramming. $Q_0 = \text{loddets tyngde} \cdot \text{fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)}$</p>
 <p>CPT2 +18,5 5 10 15 dybde, m Korr. spissmotstand [MPa] Poretrykk [MPa] Sidefriksjon [MPa]</p>	<p>TRYKKSONDERING (CPT - CPTU) Utføres ved at en sylindrisk, instrumentert sonde med konisk spiss presses ned i grunnen med konstant penetrasjonshastighet 20 mm/s. Under nedpressingen måles kraften mot konisk spiss og friksjonshylse, slik at spissmotstand q_c og sidefriksjon f_s kan bestemmes (CPT). I tillegg kan poretrykket u måles like bak den koniske spissen (CPTU). Målingene utføres kontinuerlig for hver 0,02 m, og metoden gir derfor detaljert informasjon om grunnforholdene. Resultatene kan benyttes til å bestemme lagdeling, jordart, lagringsbetingelser og mekaniske egenskaper (skjærfasthet, deformasjons- og konsolideringsparametre).</p>	
 <p>0 5 10 20 30 F_{DT} kN</p>	<p>DREIETRYKKSONDERING Utføres med glatte skjøtbare $\phi 36$ mm borstenger med en normert spiss med hardmetallsveis. Borstengene presses ned i grunnen med konstant hastighet 3 m/min og konstant rotasjonshastighet 25 omdreininger/min. Rotasjonshastigheten kan økes hvis nødvendig (markeres med kryss på høyre side). Nedpressingskraften F_{DT} (kN) registreres automatisk under disse betingelsene, og gir grunnlag for å bedømme grunnforholdene. Metoden er spesielt hensiktsmessig ved påvisning av kvikkleire i grunnen, men den gir ikke sikker dybde til bergoverflaten.</p>	
 <p>Stein Borsynk i berg cm/min. 10 15 20</p>	<p>BERGKONTROLLBORING Utføres med skjøtbare $\phi 45$ mm stenger og hardmetall borkrone med tilbakeslagsventil. Det benyttes tung slagborhammer og vannspyling med høyt trykk. Boring gjennom lag med ulike egenskaper, for eksempel grus og leire, kan registreres, likedan penetrasjon av blokker og større steiner. For verifisering av berginntrengning bores 3 m ned i berget, eventuelt med registrering av borsynk for sikker påvisning.</p>	



TOTALSONDERING

Kombinerer metodene dreietrykksondring og bergkontrollboring. Det benyttes $\phi 45$ mm borstenger og $\phi 57$ mm stiftborkrone med tilbakeslagsventil. Under nedboring i bløte lag presses boret ned i bakken med konstant hastighet 3 m/min og konstant rotasjonshastighet 25 omdreininger/min. Når faste lag påtreffes økes først rotasjonshastigheten (markeres som kryss til høyre). Gir ikke dette synk av boret benyttes spyling og slag på borkronen.

Nedpressingskraften F_{DT} (kN) registreres kontinuerlig og vises på diagrammets høyre side, mens markering av spyletrykk, slag og bortid vises til venstre.



Prøvemarkering



PRØVETAKING

Utføres for undersøkelse av jordlagenes geotekniske egenskaper i laboratoriet.

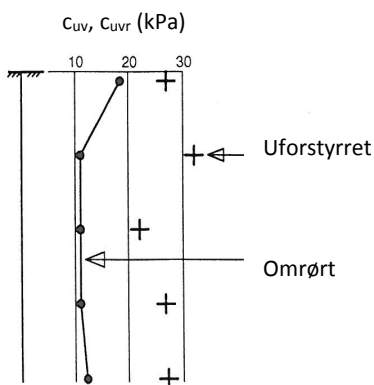
Maskinell naverboring (forstyrrede poseprøver):

Utføres med hul borstang påsveiset en metallspiral med fast stighøyde (auger). Med borrigg kan det bores til 5-20 m dybde, avhengig av jordart, lagringsfasthet og beliggenhet av grunnvannstanden. Med denne metoden kan det tas forstyrrede poseprøver ved å samle materialet mellom spiralskivene. Det er også mulig å benytte enklere håndholdt utstyr som for eksempel skovlprøvetaking.

Sylinder/blokkprøvetaking (Uforstyrrede prøver):

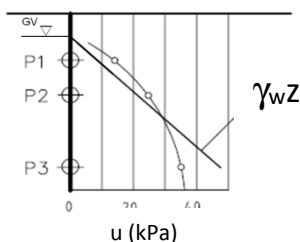
Vanligvis benyttes stempel-prøvetaking med innvendig stempel for opptak av 60-100 cm lange sylinderprøver. Prøvesylinderen kan være av plast eller stål, og det kan benyttes utstyr både med og uten innvendig prøvesylinder. På ønsket dybde skjæres det ut en jordprøve som trekkes opp til overflaten, der den blir forseglet for transport til laboratoriet. Prøvediameteren kan variere mellom $\phi 54$ mm (vanligst) og $\phi 95$ mm. Det er også mulig å benytte andre typer prøvetakere, som for eksempel ramprøvetakere og blokkprøvetakere.

Prøvekvaliteten inndeles i Kvalitetsklasse 1-3, der 1 er høyeste kvalitet.



VINGEBORING

Utføres ved at et vingekorset med dimensjoner $b \times h = 55 \times 110$ mm eller 65×130 mm presses ned i grunnen til ønsket målenivå. Her blir vingekorset påført et økende dreiemoment til jorden rundt vingen når brudd. Det tilhørende dreiemomentet blir registrert. Dette utføres med jorden i uforstyrret ved første gangs brudd og omrørt tilstand etter 25 gjentatte omdreininger av vingekorset. Udrenert skjærfasthet c_{uv} og c_{ur} beregnes ut fra henholdsvis dreiemomentet ved brudd og etter omrøring. Fra dette kan også sensitiviteten $S_t = c_{uv}/c_{ur}$ bestemmes. Tolkede verdier må vanligvis korrigeres empirisk for opptredende effektivt overlagingstrykk i måledybden, samt for jordartens plastisitet.



PORETRYKSMÅLING

Målingene utføres med et standrør med filterspiss eller med hydraulisk (åpent)/elektrisk piezometer (poretrykksmåler). Filteret eller piezometerspissen påmontert piezometerrør presses ned i grunnen til ønsket dybde. Stabilt poretrykk registreres fra vannets stighøyde i røret, eller ved avlesning av en elektrisk trykkmåler i spissen. Valg av utstyr vurderes på bakgrunn av grunnforhold og hensikten med målingene.

Grunnvannstand observeres eller peiles direkte i borhullet.

BILAG 2

Geotekniske bilag - laboratorieforsøk

(4 sider)

Laboratorieundersøkelser utføres for sikker klassifisering og bestemmelse av mekaniske egenskaper. Forsøkene utføres på prøver som er tatt opp i felt. For utførelsesstandarder henvises det til «Geoteknisk bilag 3 – Oversikt over metodestandarder og retningslinjer».

MINERALSKE JORDARTER

Ved prøveåpning klassifiseres og indentifiseres jordarten. Mineralske jordarter klassifiseres vanligvis på grunnlag av korngraderingen. Betegnelse og kornstørrelser for de enkelte fraksjonene er:

Fraksjon	Leire	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørrelse [mm]	<0,002	0,002-0,063	0,063-2	2-63	63-630	>630

En jordart kan inneholde en eller flere av fraksjonene over. Jordarten benevnes i henhold til korngraderingen med substantiv for den fraksjon som har dominerende betydning for jordartens egenskaper og adjektiv for medvirkende fraksjoner (for eksempel siltig sand). Leirinnholdet har størst betydning for benevnelse av jordarten. Morene er en usortert breavsetning som kan inneholde alle fraksjoner fra leir til blokk. Den største fraksjonen angis først i beskrivelsen etter egne benevningsregler, for eksempel grusig morene.

ORGANISKE JORDARTER

Organiske jordarter klassifiseres på grunnlag av jordartens opprinnelse og omdanningsgrad. De viktigste typer er:

Benevnelse	Beskrivelse
Torv	Myrplanter, mer eller mindre omdannet
<ul style="list-style-type: none"> Fibrig torv Delvis fibrig torv, mellomtorv Amorf torv, svarttorv 	Fibrig med lett gjenkjennelig plantestruktur. Viser noe styrke Gjenkjennelig plantestruktur, ingen styrke i planterestene Ingen synlig plantestruktur, svampig konsistens
Gytje og dy	Nedbrutt struktur av organisk materiale, kan inneholde mineralske bestanddeler
Humus	Planterester, levende organismer sammen med ikke-organisk innhold
Mold og matjord	Sterkt omdannet organisk materiale med løs struktur, utgjør vanligvis det ovre jordlaget

KORNFORDELINGSANALYSER

En kornfordelingsanalyse utføres ved våt eller tørr sikting av fraksjonene med diameter $d > 0,063$ mm. For mindre partikler bestemmes den ekvivalente korndiameteren ved slemmeanalyse og bruk av hydrometer. I slemmeanalysen slemmes materialet opp i vann og densiteten av suspensjonen måles ved bestemte tidsintervaller. Kornfordelingen kan da bestemmes fra Stokes lov om sedimentering av kuleformede partikler i vann. Det vil ofte være nødvendig med en kombinasjon av metodene.

VANNINNHOLD

Vanninnholdet angir masse av vann i % av masse tørt (fast) stoff i massen og bestemmes fra tørking av en jordprøve ved 110°C i 24 timer.

KONSISTENSGRENSER

Konsistensgrensene (Atterbergs grenser) for en jordart angir vanninnholdsområdet der materialet er plastisk (formbart). Flytegrensen angir vanninnholdet der materialet går fra plastisk til flytende tilstand. Plastisitetsgrensen (utrullingsgrensen) angir vanninnholdet der materialet ikke lenger kan formes uten at det sprekker opp. Plastisitetsindeksen $I_p = w_f - w_p$ (%) angir det plastiske området for jordarten og benyttes til klassifisering av plastisiteten. Er det naturlige vanninnholdet høyere enn flytegrensen blir materialet flytende ved omrøring (vanlig for kvikkleire).

HUMUSINNHOLD

Humusinnholdet kan bestemmes ved kolorimetri og bruk av natronlut (NaOH-forbindelse), glødning av jordprøve i varmeovn eller våt-oksidasjon med hydrogenperoksyd. Metoden angir innholdet av humufiserte organiske bestanddeler i en relativ skala.

DENSITET, TYNGDETETHET, PORETALL OG PORØSITET

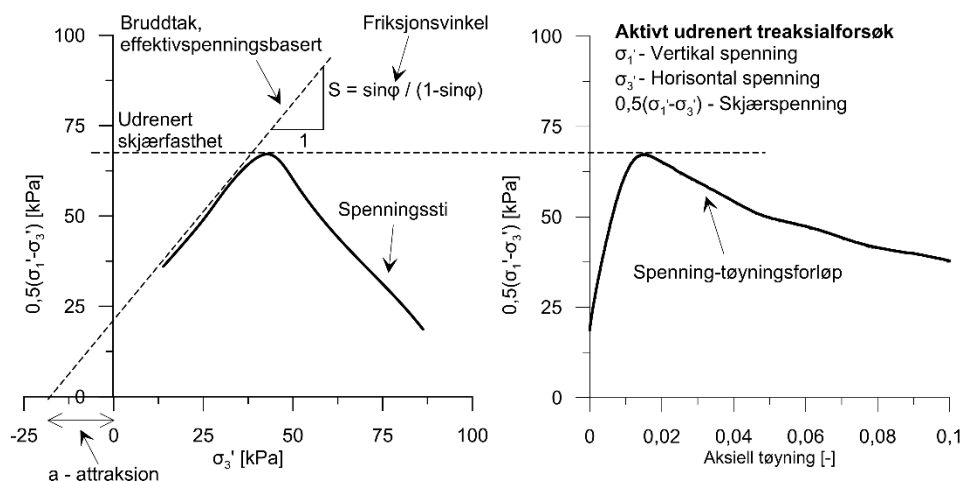
Navn	Symbol	Enhet	Beskrivelse
Densitet	ρ	g/cm^3	Masse av prøve per volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del
Korndensitet	ρ_s	g/cm^3	Masse av fast stoff per volumenhet fast stoff
Tørr densitet	ρ_d	g/cm^3	Masse tørt stoff per volumenhet
Tyngdetetthet	γ	kN/m^3	Tyngde av prøve per volumenhet ($\gamma = \rho g = \gamma_s(1+w/100)(1-n/100)$, der g er tyngdeakselerasjonen)
Spesifikk tyngdetetthet	γ_s	kN/m^3	Tyngde av fast stoff per volumenhet fast stoff ($\gamma_s = \rho_s g$)
Tørr tyngdetetthet	γ_d	kN/m^3	Tyngde av tørt stoff per volumenhet ($\gamma_d = \rho_d g = \gamma_s(1-n/100)$)
Poretall	e	-	Volum av porer dividert med volum av fast stoff ($e = n/(1-n)$, n som desimaltall)
Porøsitet	n	%	Volum av porer i % av totalt volum av prøven ($n = e/(1+e)$)

SKJÆRFASTHET

Skjærfastheten beskriver jordens styrke og benyttes bla. til beregning av motstand mot utglidninger og grunnbrudd. Skjærfasthet benyttes i beregninger av skråningsstabilitet og bæreevne. For korttidsbelastninger i finkornige materialer (leire) oppfører jorden seg udrenert og skjærfastheten beskrives ved udrenert skjærfasthet. Over lengre tidsintervaller vil oppførselen karakteriseres som drenert. Det benyttes da effektivspenningsparametere.

Effektive skjærfasthetsparametre a (attraksjon) og $\tan \phi$ (friksjon) bestemmes ved treaksiale belastningsforsøk på uforstyrrede (leire) eller innbyggede prøver (sand). Skjærfastheten er avhengig av effektiv normalspenning (totalspenning – poretrykk) på kritisk plan. Forsøksresultatene fremstilles som spenningsstier som viser spenningsutvikling og tilhørende tøyningutvikling i prøven frem mot brudd. Fra disse, samt fra annen informasjon, bestemmes karakteristiske verdier for skjærfasthetsparametre for det aktuelle problemet.

Udrenert skjærfasthet c_u (kPa) bestemmes som den maksimale skjærspenning et materiale kan påføres før det bryter sammen i en situasjon med raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk. I laboratoriet bestemmes denne egenskapen ved enaksiale trykkforsøk (c_{ut}), konusforsøk (uforstyrret c_{ufc} , omrørt c_{urfc}), udrenerte treaksialforsøk (kompresjon/aktiv c_{uA} , avlastning/passiv c_{uP}) og direkte skjærforsøk (c_{uD}). Udrenert skjærfasthet kan også bestemmes i felt ved for eksempel trykksondering med poretrykksmåling (CPTU) ($c_{u\text{CPTU}}$) eller vingebor (uforstyrret c_{uv} , omrørt c_{uvr}).

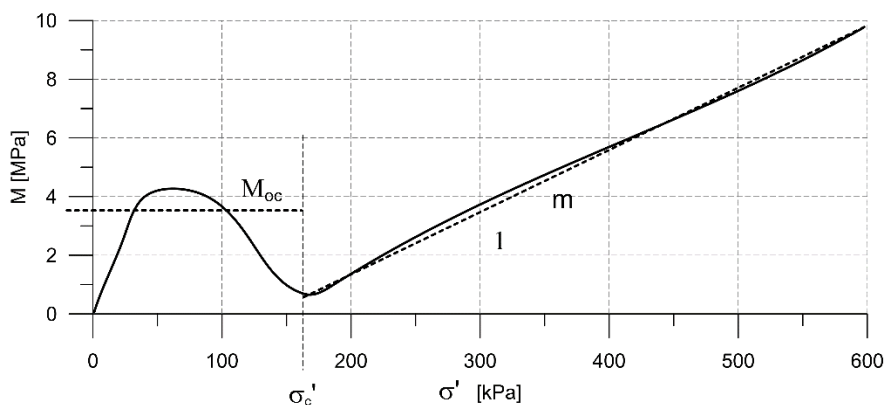


SENSITIVITET

Sensitiviteten $St = c_u/c_r$ uttrykker forholdet mellom en leires udrenerte skjærfasthet i uforstyrret og omrørt tilstand. Denne størrelsen kan bestemmes fra konusforsøk i laboratoriet eller ved vingeborforsøk i felt. Kvikkleire har for eksempel meget lav omrørt skjærfasthet ($c_r < 0,5$ kPa), og viser derfor som regel meget høye sensitivitetsverdier.

DEFORMASJONS- OG KONSOLIDERINGSEGENSKAPER

Jordartens deformasjons- og konsolideringsegenskaper benyttes ved beregning av setninger og deformasjoner. Disse mekaniske egenskapene bestemmes ved hjelp av belastningsforsøk i ødometer. Jordprøven bygges inn i en stiv ring som forhindrer sideveis deformasjon. Belastningen skjer vertikalt med trinnvis eller kontinuerlig økende last/spenning (σ'). Sammenhørende verdier for spenning og deformasjon (tøyning ϵ) registreres, og materialets stivhet (deformasjonsmodul) kan beregnes som $M = \Delta\sigma' / \Delta\epsilon$. Denne presenteres som funksjon av vertikalspenningen. En sentral parameter som tolkes i sammenheng med ødometerforsøk er forkonsolideringsspenningen (σ'_c). Dette er det største lastnivået som jorda har opplevd tidligere (f.eks. tidligere overlaging eller islast). Deformasjonsmodulen viser typisk forskjellig oppførsel under og over forkonsolideringsspenningen. I leire vil stivheten for spenningsnivåer under σ'_c representeres ved en konstant stivhetsmodul M_{oc} . For spenningsnivåer over σ'_c vil stivheten øke med økende spenning. Denne økningen kan beskrives ved modultallet m .



TELEFARLIGHET

En jordarts telefarlighet bestemmes ut i fra kornfordelingskurven eller ved å måle den kapillære stighøyde for materialet. Telefarligheten klassifiseres i gruppene T1 (Ikke telefarlig), T2 (Litt telefarlig), T3 (Middels telefarlig) og T4 (Meget telefarlig) etter SVV Håndbok N200.

KOMPRIMERINGSEGENSKAPER

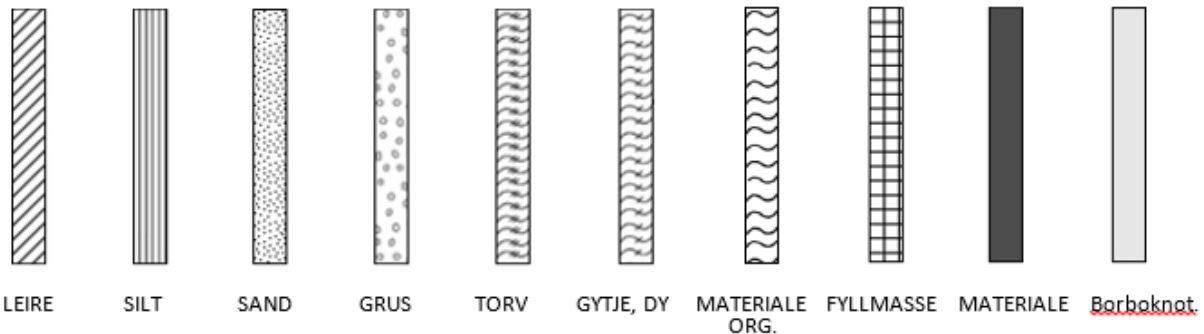
Ved komprimering av en jordart oppnås tettere lagring av mineralkornene. Komprimeringsegenskapene for en jordart bestemmes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Standard eller Modifisert Proctor). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr densitet ρ_d som funksjon av innbyggingsvanninnhold w_i . Den maksimale tørrdensiteten som oppnås (ρ_{dmax}) benyttes ved spesifikasjon av krav til utførelsen av komprimeringsarbeider. Det tilhørende vanninnhold benevnes optimalt vanninnhold (w_{opt}).

PERMEABILITET

Permeabiliteten defineres som den vannmengden q som under gitte betingelser vil strømme gjennom et jordvolum pr. tidsenhet. Generelt bestemmes permeabiliteten fra følgende sammenheng: $q = kiA$, der A er bruttoareal av tverrsnittet normalt på vannets strømningsretning og i = hydraulisk gradient i strømningsretningen (= potensialforskjell pr. lengdeenhet). Permeabiliteten kan bestemmes ved strømningsforsøk i laboratoriet, ved konstant eller fallende potensial, eventuelt ved pumpe- eller strømningsforsøk i felt samt ødometerforsøk.

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - PRØVESKRAVERING

Analyserte prøver skraveres på prøveserietegningen i henhold til hovedbenevnelsen av materialet. Det er i tillegg en egen skravering for eventuelle notater hentet fra borbok til den gjeldende prøveserien. De ulike skraveringene er som følger:



NB: Med mindre en kornfordelingsanalyse er utført, er dette kun en subjektiv og veiledende klassifisering som er basert på laborantens visuelle vurdering av materialet.

LEIRE: Leirinnholdet er større enn 15 %

SILT: Siltinnholdet er større enn 45 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %

SAND: Sandinnholdet er større enn 60 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %

GRUS: Grusinnholdet er større enn 60 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %

MATERIALE: Brukes når materialet har en slik sammensetning at ingen av de ovennevnte betegnelse kan benyttes. Dette fremkommer normalt fra en kornfordelingsanalyse

TORV: Mer eller mindre omvandlede planterester

GYTJE/DY: Består av vannavsatte plante- og dyrerester. De kan virke fete og elastiske

MATERIALE ORG.: Sterkt omdannet organisk materiale med løs struktur

FYLLMASSE: Avsetninger som ikke er naturlige (utlagte masser)

Borboknotat: Merknader fra borleder (hentet fra borbok), f.eks. «tom sylinder», «foringsrør», «forboring» osv.

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SPESIALFORSØK – Korngradering (K) / Treksialforsøk (T) / Ødometerforsøk (Ø)

Eventuelt utførte spesialforsøk på en prøveserie markeres med K, T eller Ø ved tilhørende prøve. Markeringene indikerer ikke nøyaktig dybde for spesialforsøkene, men er referanse til at det foreligger egne tegninger for forsøket inkludert resultater og ytterlig forsøksinformasjon.

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SYMBOLFORKLARING - Vanninnhold og konsistensgrenser

Vanninnhold og konsistensgrenser utført ved rutineundersøkelsen fremvises på prøveserietegningen ved plassering av symboler på tilhørende graf. Dersom et vanninnhold overstiger grafens maksgrense vil verdien oppgis i siffer ved grafens øvre ytterpunkt.

Vanninnhold w		Plastisitetsgrense w_p	
		Flytegrense w_f	

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SYMBOLFORKLARING - Udrenert skjærfasthet

Resultatene fra utførte konus- og enaksiale trykkforsøk ved rutineundersøkelsen fremvises på prøveserietegningen ved plassering av symboler på tilhørende graf. Dersom en skjærfasthetverdi overstiger grafens maksgrense vil verdien oppgis i siffer ved grafens øvre ytterpunkt.

Uomrørt konus c_{urfc}		Omrørt konus c_{urfc}	
Enaksialt trykkforsøk Strek angir aksial tøyning (%) ved brudd		Omrørt konus $c_{urfc} \leq 2,0 \text{ kPa}$	0,9

BILAG 3

Oversikt over metodestandarder og retningslinjer

(2 sider)

METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – FELTUNDERSØKELSER

Feltundersøkelsesmetoder beskrevet i geotekniske bilag, samt terminologi og klassifisering benyttet i rapportering, baserer seg på gjeldende versjon av følgende standarder og referansedokumenter:

Dokument	Tema
NGF Melding 1	SI-enheter
NGF Melding 2, NS-EN ISO 14688-1 og -2	Symboler og terminologi
NGF Melding 3	Dreiesondering
NGF Melding 4	Vingeboring
NGF Melding 5, NS-EN ISO 22476-1	Trykksondering med poretrykksmåling (CPTU)
NGF Melding 6	Grunnvanns- og poretrykksmåling
NGF Melding 7	Dreietrykksondering
NGF Melding 8	Kommentarkoder for feltundersøkelser
NGF Melding 9	Totalsondering
NS-EN ISO 22476-2	Ramsondering
NGF Melding 10	Beskrivelsestekster for grunnundersøkelser
NGF Melding 11, NS-EN ISO 22475-1	Prøvetaking
Statens vegvesen Håndbok R211	Feltundersøkelser
NS 8020-1	Kvalifikasjonskrav til utførende av grunnundersøkelser

METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – LABORATORIEUNDERSØKELSER

Laboratorieundersøkelser beskrevet i geotekniske bilag, samt terminologi og klassifisering benyttet i rapportering, baserer seg på følgende standarder og referansedokumenter:

Dokument	Tema
NS8000	Konsistensgrenser – terminologi
NS8001	Støtflytegrense
NS8002	Konusflytegrense
NS8003	Plastisitetsgrense (utrullingsgrense)
NS8004	Svinggrense
NS8005, NS-EN ISO 17892-4	Kornfordelingsanalyse
NS8010, NS-EN ISO 14688-1 og -2	Jord – bestanddeler og struktur. Klassifisering og indentifisering.
NS8011, NS-EN ISO 17892-2	Densitet
NS8012, NS-EN ISO 17892-3	Korndensitet
NS8013, NS-EN ISO 17892-1	Vanninnhold
NS8014	Poretall, porøsitet og metningsgrad
NS8015	Skjærfasthet ved konusforsøk
NS8016	Skjærfasthet ved enaksialt trykkforsøk
NS8017	Ødometerforsøk, trinnvis belastning
NS8018	Ødometerforsøk, kontinuerlig belastning
NS-EN ISO/TS 17892-8 og -9	Treaksialforsøk (UU, CD)
Statens vegvesen Håndbok R210	Laboratorieundersøkelser