

Rapport

Oppdrag: **Rishaugbakken i Rafsbotn**
 Emne: **Grunnundersøkelser**
 Rapport: **Orienterende geoteknisk vurdering**
 Oppdragsgiver: **Byggmester Geir Svendsen AS**
 Dato: **4. mai 2012**
 Oppdrag- / Rapportnr. **711295 / 1**
 Tilgjengelighet Ikke begrenset

Utarbeidet av:	Silje R. Ramberg	Fag/Fagområde:	Geoteknikk
Kontrollert av:	Erlend B. Kristiansen	Ansvarlig enhet:	Tromsø
Godkjent av:	Dag I. Roti	Emneord:	

Sammendrag:

Det er utført grunnundersøkelser i forbindelse med planlegging av nytt boligfelt på Rishaugbakken i Alta. Grunnen består av faste masser i sør og av leire i nord. Mektigheten på leira er inntil 13 m. Stedvis i området er leira bløt, men det er ikke påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale i det undersøkte området. Beregninger med valgte parametere fra rutinedata og tolkning av CPTU viser at områdestabiliteten står med en tilfredsstillende sikkerhet.

1	04.05.2012		5	SR	EDK	DIR
Utg.	Dato	Tekst	Ant.sider	Utarb.av	Kontr.av	Godkj.av

Innholdsfortegnelse

1.	Innledning.....	3
2.	Utførte undersøkelser	3
3.	Grunnforhold.....	3
3.1	Henvisninger.....	3
3.2	Områdebeskrivelse.....	3
3.3	Løsmasser	4
3.4	Jordskjelv	5
4.	Geoteknisk vurdering	5
4.1	Geoteknisk kategori	5
4.2	Områdestabilitet.....	5

Tegninger

711295-0	Oversiktskart
-1	Borplan
-10	Geotekniske data, PR.1
-60	Korngradering, PR.1
-100	Profil A-A
-101	Profil B-B og C-C

CPTU – 9

-40	Måledata med oversikt over tolkede laggrenser
-41	Spissmotstandstall N_m , poretrykks- B_q og friksjonsforhold R_f
-42	Jordartsidentifikasjon fra CPTU data - q_t og B_q – lagvis
-43	Aktiv udrenert skjærfasthet S_{uA} , valgte tolkningsfaktorer
-44	Faktorer N_{kt} , $N_{\Delta u}$ og N_{ke} korrelert mot B_q
-45	Sensitivitet S_t
-46	Omrørt skjærfasthet S_r
-47	Friksjonsvinkel φ
-48	Deformasjonsmoduler, M_{oc} og M_{nc}

Vedlegg

Stabilitetsvurdering- områdestabilitet

Geoteknisk bilag, Felt og laboratorieundersøkelser

1. Innledning

Byggmester Geir Svendsen AS planlegger nytt boligfelt i Rishaugbakken i Rafsbotn i Alta kommune.

Multiconsult AS er engasjert som rådgivende ingeniør i geoteknikk for prosjektet, og har i den forbindelse utført grunnundersøkelser. Foreliggende rapport inneholder resultater fra undersøkelsen samt en orienterende geoteknisk vurdering av prosjektet.

2. Utførte undersøkelser

Feltarbeidet ble utført i uke 47-48 år 2011.

Boringene ble utført med helhydraulisk borerigg av typen GEONOR GM100GTT.

Det er foretatt 4 dreietrykksonderinger, 6 totalsonderinger og 1 trykksonderinger(CPTU).

Dreietrykksondering gir informasjon om løsmassenes beskaffenhet og lagringsforhold samt dybde til fast grunn. Utstyret har begrenset nedtrengningsevne i steinholdig grunn og kan ikke benyttes til bergpåvisning.

Totalsondering gir informasjon om løsmassenes beskaffenhet og lagringsforhold samtidig som de har god nedtrengningsevne og kan benyttes til bergpåvisning.

Trykksondering (CPTU) gir informasjon om løsmassenes beskaffenhet, lagringsforhold, lagdeling og jordartstype samt en indikasjon på poretrykk og materialparametrer. Utstyret har begrenset nedtrengningsevne i faste masser og kan ikke benyttes til bergpåvisning.

I tillegg er det tatt opp 1 prøveserie med 54 mm prøvetakingsutstyr. Prøvene er klassifisert og rutineundersøkt i vårt laboratorium i Tromsø.

Alle høyder i rapportens tekst og tegninger refererer seg til NGO's høydesystem.

Borpunktene er innmålt med Trimble DGPS med nøyaktighet i xyz ± 10 cm.

Det vises for øvrig til rapportens geoteknisk bilag for beskrivelse av felt- og laboratorieundersøkelser.

3. Grunnforhold

3.1 Henvisninger

Plassering av borpunkt er vist på borplanen, tegning nr. 711295-1. Resultat av boringene er vist i profil på tegning nr. 711295-100 og -101.

3.2 Områdebeskrivelse

Planområdet utgjør ca. 50 dekar. Området ligger vest for E6 og nord for Russeluftveien.

Området er noe kupert og varierer mellom kote 22 og kote 36.

Terrenget stiger generelt mot nord med helning ca. 1:12 og mot nordvest med helning inntil 1:4.

Ut i fra flyfoto ser det ut til at det er berg i dagen nordøst for området. I det undersøkte området er det vegetasjon og grøntareal. Det vises til flyfoto i figur 1.



Figur 1: Flyfoto av undersøkelsesområdet (Norgeskart:<http://kart.statkart.no>)

3.3 Løsmasser

Alle sonderinger er avsluttet i meget faste masser.

Løsmassemektigheten er registrert 7-33 m.

Boringene i sør viser generelt stor sonderingsmotstand i hele dybden og er antatt sand/grus eller morene.

Boringene i nord viser liten og middels sonderingsmotstand. Massene er antatt leire og silt.

Det antas at de øverste 2 m består av tele generelt i området.

Prøveserie PR.1, tegning nr. 711295-10, er tatt opp ved borpunkt 9. Prøveserien er avsluttet ca. 10 m under terreng. Massene er siltig leire i hele dybden. Vanninnholdet er målt 30-60 % og ligger under flytegrensen. Massene er i teleklasse T4, meget telefarlig. Udrenert skjærstyrke ligger mellom 15 og 35 kPa. Omrørt skjærstyrke er målt 1,5-9 kPa.

Typiske korngraderingskurver er vist på tegning nr. 711295-60.

Parametere fra CPTU-tolkning er vist i tabell 1.

Tabell 1: Parametere fra CPTU-tolkning

CPTU 9	Dybde 0-2	Dybde 2-13
Materiale	Silt, sand, grus	Leire, siltig
s_{tt} (kPa)	-	17 - 60
S_t (-)	< 8	< 8
S_r (kPa)	-	5-10
ϕ (°)	38	30
$M_{nc/oc}$ (MPa)	10/20	1-5/2-10

Anvendelsesklasser er 1 og 4. Udrenert skjærstyrke er redusert med 15 % og friksjonsvinkel er redusert med 20 % i forhold til det plottene viser.

Sensitivitet og omrørt skjærstyrke kan være vanskelig å tolke fra CPTU, da leira ikke alltid omrøres nok ved denne undersøkelsesmetoden. Verdiene sammenlignes med konusforsøk for å få mer pålitelige resultater.

Det vises til tegning 711294-40 t.o.m -48 for diverse plott.

3.4 Jordskjelv

Etter NS-EN 1998-1:2004+NA:2008 Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning vurderes det aktuelle området å ligge i klasse Grunntype E.

4. Geoteknisk vurdering

4.1 Geoteknisk kategori

Hele det undersøkte området ligger under den marine grensen som er på kote 75 i Alta.

Like sør og vest for området viser NVE's faresonekart at det ligger en kvikkleiresone. Denne synes ikke å ha noen forbindelse med det undersøkte området.

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 prosjektering".

Det velges krav til prosjektering i henhold til geoteknisk kategori 2.

4.2 Områdestabilitet

Det er ikke påvist kvikkeleire/sprøbruddmateriale i det undersøkte området basert på rutinedata og CPTU-tolkning.

Det er utført en stabilitetsvurdering i snitt B-B med regneprogrammet "GeoSuit-Stabilitet".

Tabell 2 viser parametere som er valgt i beregning av områdestabiliteten:

Tabell 2: Parametere benyttet til beregning av områdestabilitet, snitt C-C

Lag	Massetype	Materialparameter
Sør	Grus, sand, silt	$\varphi_k = 38^\circ$, $c = 0$ kPa, $\gamma = 19$ kN/m ³
Nord	Leire, siltig	$s_u = 17-40$ kN/m ³ , $\gamma = 18$ kN/m ³

Det er forutsatt at det er friksjonsmasser i den nordlige delen av området. I den sørlige delen av området er det antatt er tynt topplag med friksjonsmasser over leire med $s_u = 17$ kPa øverst og som øker med dybden til 40 kPa.

Med valgte parametere viser beregninger at stabiliteten i området er tilfredsstillende. Det vises til vedlegg 1.

Dersom det skal etableres store fyllinger/skjæringer i den nordlige delen av planområdet, bør det utføres supplerende stabilitetsvurderinger for de aktuelle tiltakene.



OVERSIKTSKART

Rishaugbakken - Rafsbotn
Alta kommune

MULTICONSULT AS

Fiolveien 13, 9016 TROMSØ
Tlf: 77 60 69 40 - Faks: 77 60 69 41

Dato

Oppdragsnr.

711295

Tegnet

SRR

Tegningsnr.

0

Kontrollert

SKR

Godkjent

Godkjent

EBR

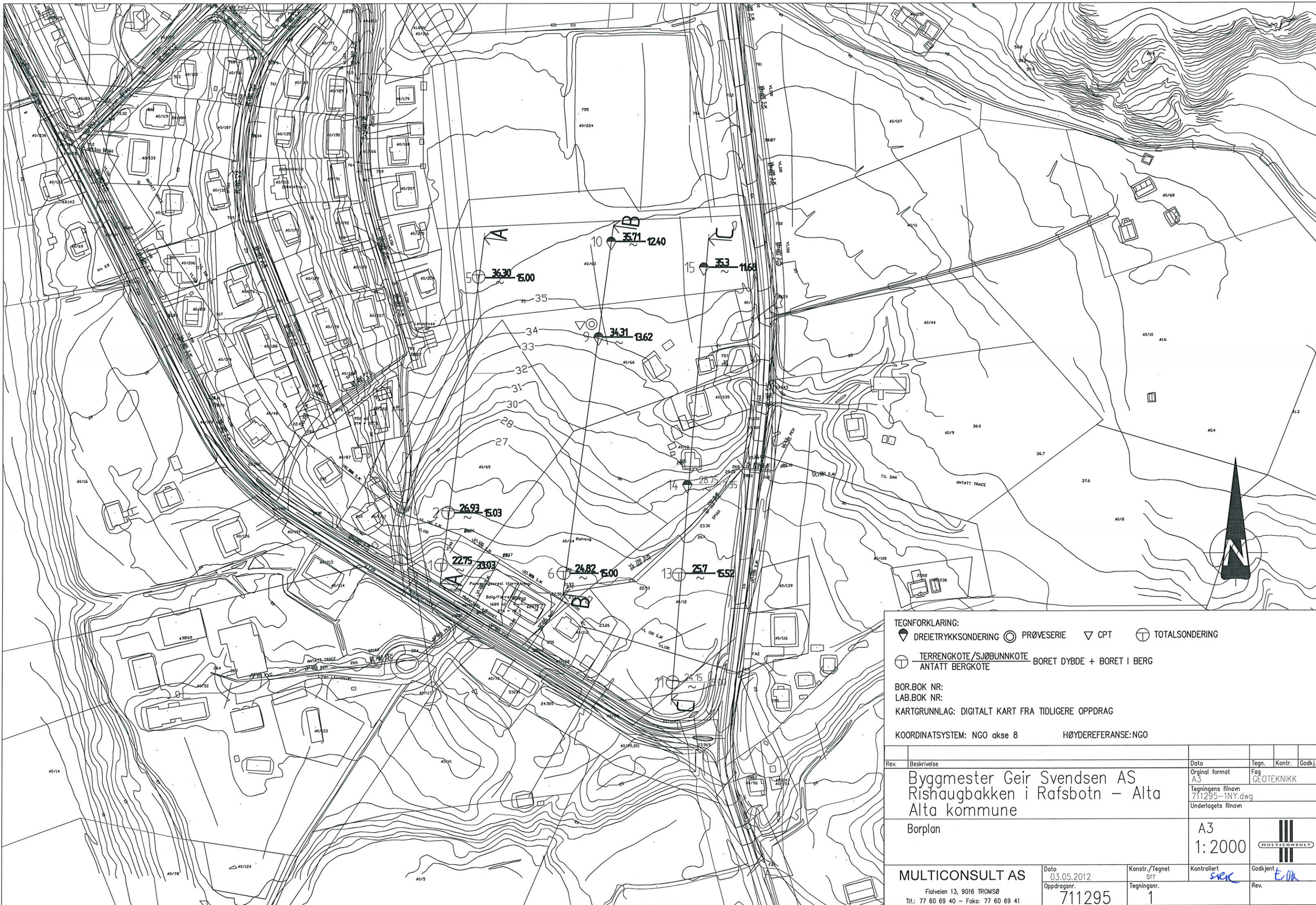
Rev.

Borplan nr.

711295-1NY

Målestokk



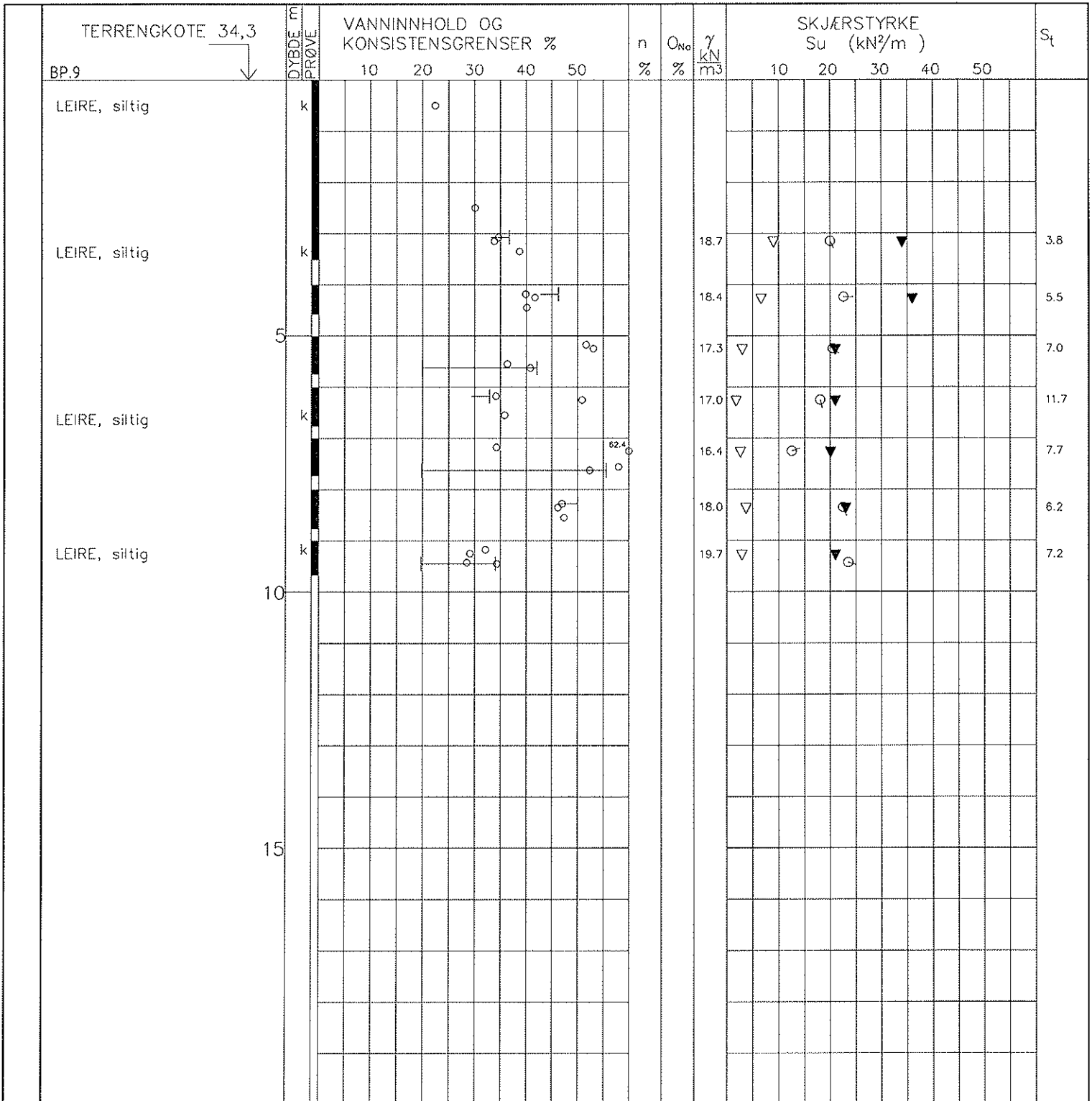


TEGNFORKLARING:

- DREITRYKKSONDERING ● PRØVESERIE ▼ CPT ⊕ TOTALSONDERING
- ⊕ TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE ⊕ BORET DYBDE + BORET I BERG
- ⊕ ANTATT BERGKOTE

BOR.BOK NR:
LAB.BOK NR:
KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA TIDLIGERE OPPDRAG
KOORDINATSYSTEM: NGO akse 8 HØYDEREFERANSE: NGO

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Byggmester Geir Svendsen AS Rishaugbakken i Rafsbotn – Alta Alta kommune	Original format			
		A3	Fag		
	Borplan	Tegningens filnavn			
		711295-1NY.dwg			
		Underlagets filnavn			
		A3			
		1:2000			
MULTICONSULT AS		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
Fiolveien 13, 9016 TRØMSØ		03.05.2012	srr	sek	Erik
Tlf.: 77 60 69 40 – Faks: 77 60 69 41		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		711295	1		



PR = PRØVESERIE
 SK = SKOVLEBORING
 PG = PRØVEGROP
 VB = VINGEBORING
 BORBOK NR.: 26417
 LAB.BOK NR.: 002237

○ NATURLIG VANNINNHOOLD
 — w_L FLYTEGRENSE
 — w_p PLASTISITETSGRENSE

n = PORØSITET
 O_{No} = HUMUSINNHOOLD
 Ogl = GLØDETAP
 γ = TYNGDETETHET

▼ KONUSFORSØK
 ▽ OMRØRT SKJÆRSTYRKE
 ○ TRYKKFORSØK
 15% DEFORMASJON VED BRUDD
 + VINGEBORING
 S_t SENSITIVITET

Ø = ØDOMETERFORSØK P = PERMEABILITETSFORSØK K = KORNGRADERING T = TREAKSIALFORSØK

GEOTEKNISKE DATA

Rishaugbakken i Rafsbotn
 Alta

Boring nr.

BP.9

Tegningens filnavn

711295-10.dwg

Borplan nr.

711295-1

Boret dato:

01.12.2011



MULTICONSULT AS

Dato 30.04.2012

Tegnet khf

Kontrollert *SKC*

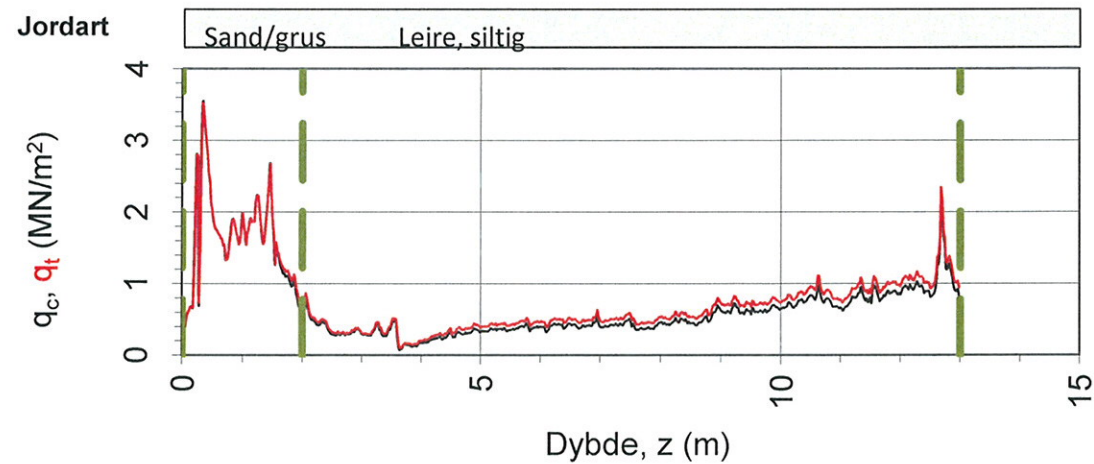
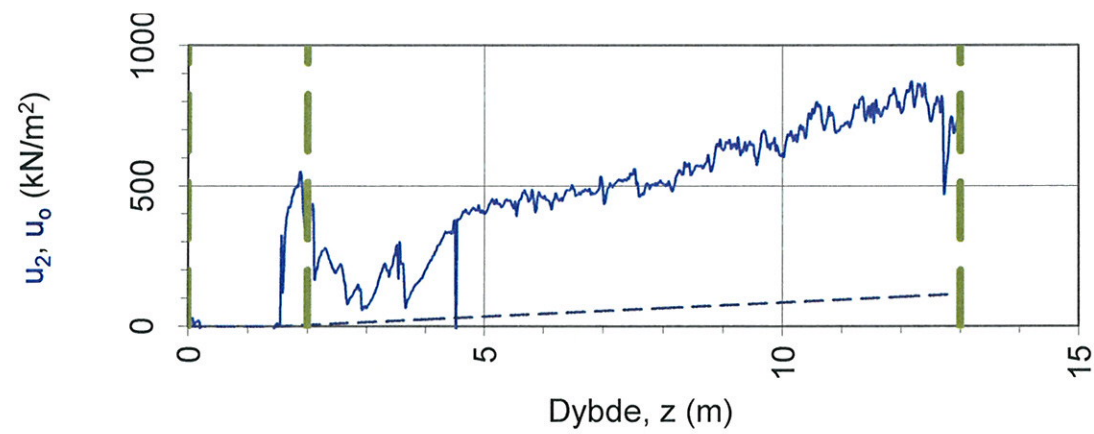
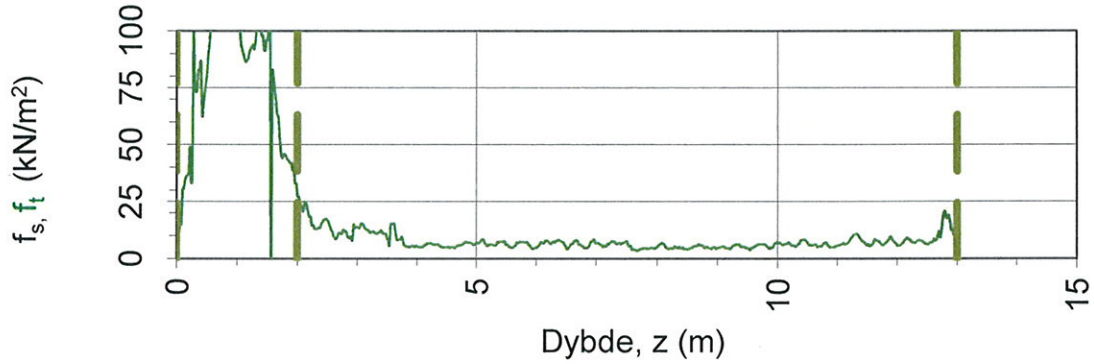
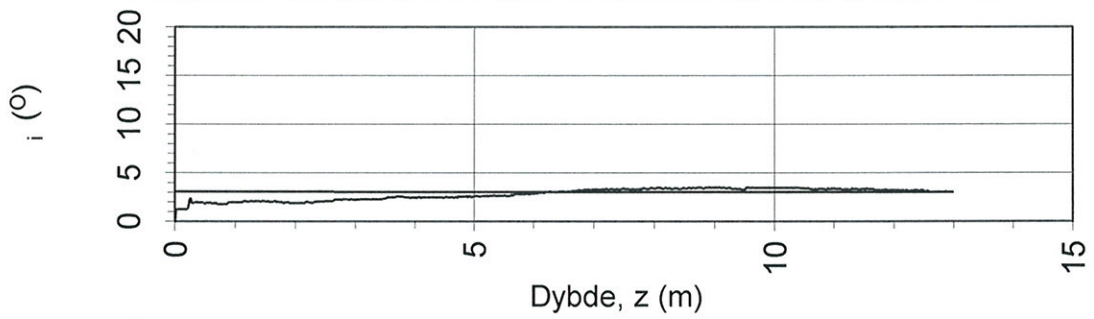
Godkjent Erlu


Oppdragsnr. 711295

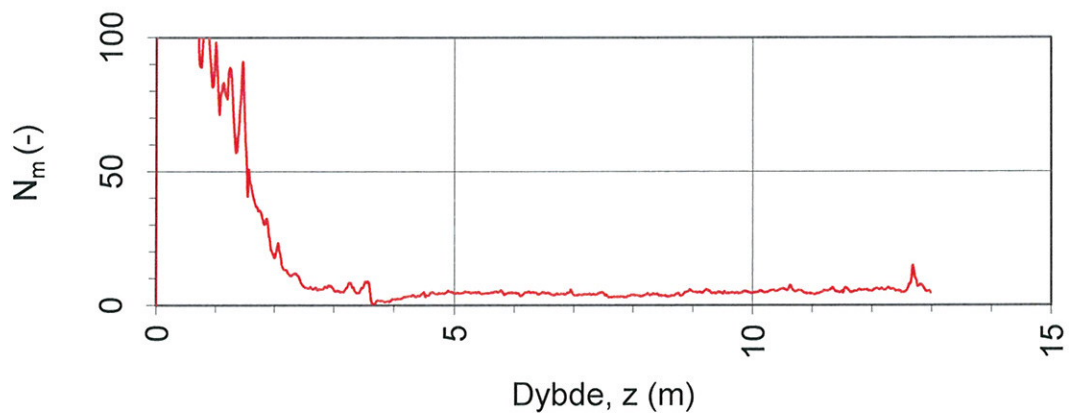
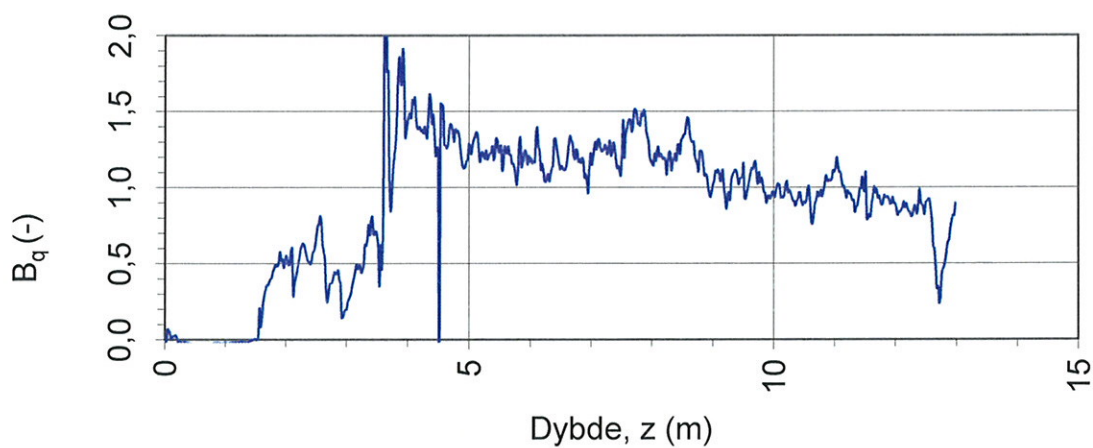
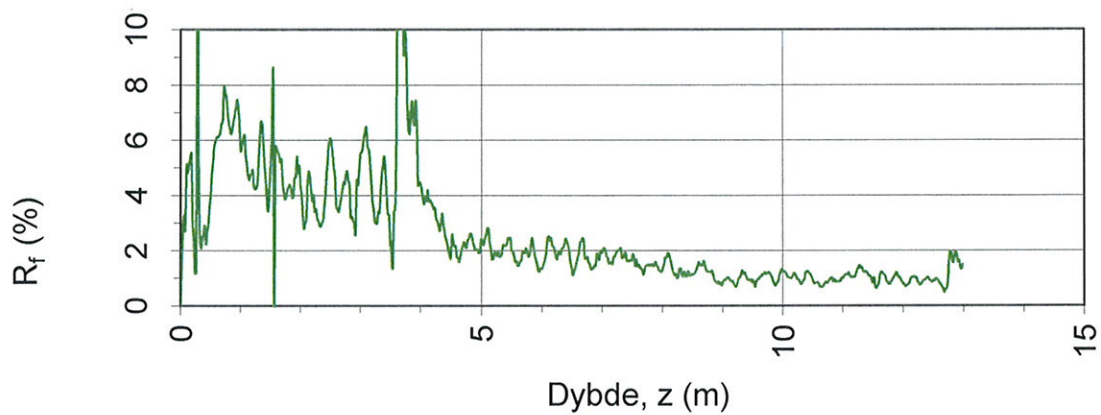
Tegningsnr.

10

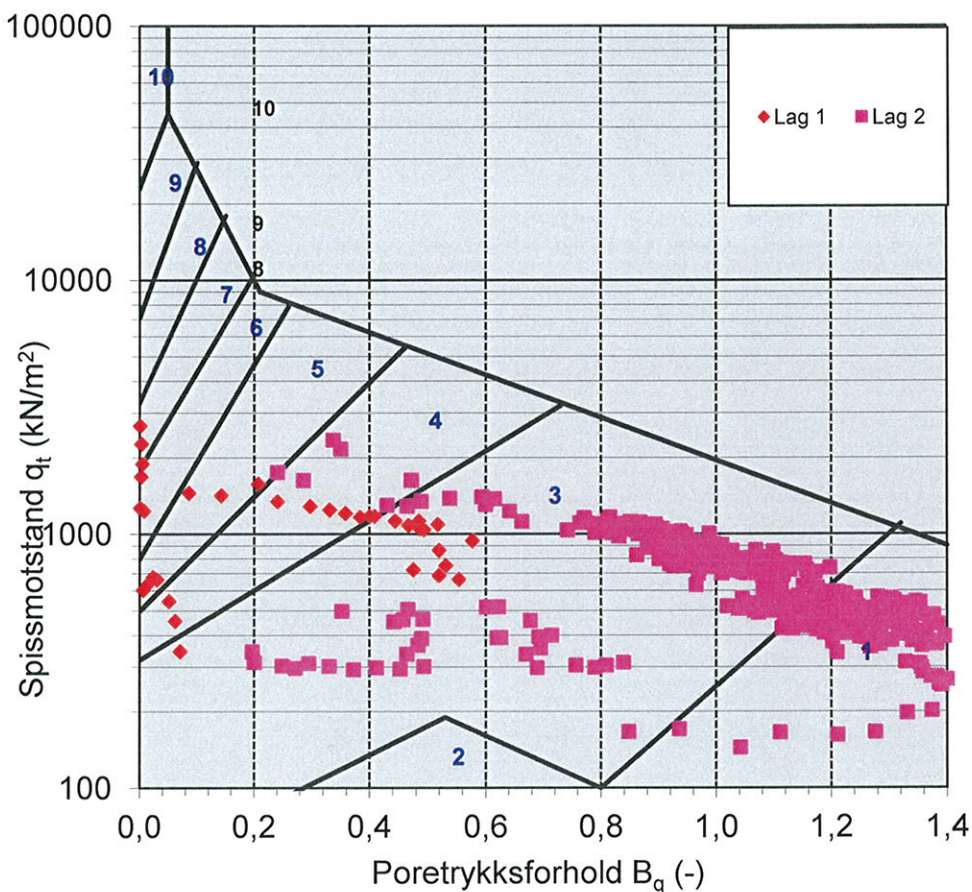
Rev.



Oppdragsgiver:		Oppdrag:		Tegningens filnavn:	
Byggmester Geir Svendsen A Rishaugbakken i Rafsbotr				CPTU BP.9.xlsx	
Måledata med oversikt over tolkede laggrænser.					
CPTU id.:	9	Sonde:	4452		
MULTICONSULT AS	Dato: 04.05.2012	Tegnet: <i>SKK</i>	Kontrollert: <i>SKK</i>		
	Oppdrag nr.: 711295	Tegning nr.: 40	Versjon: 22.05.2011	Revisjon: 0	

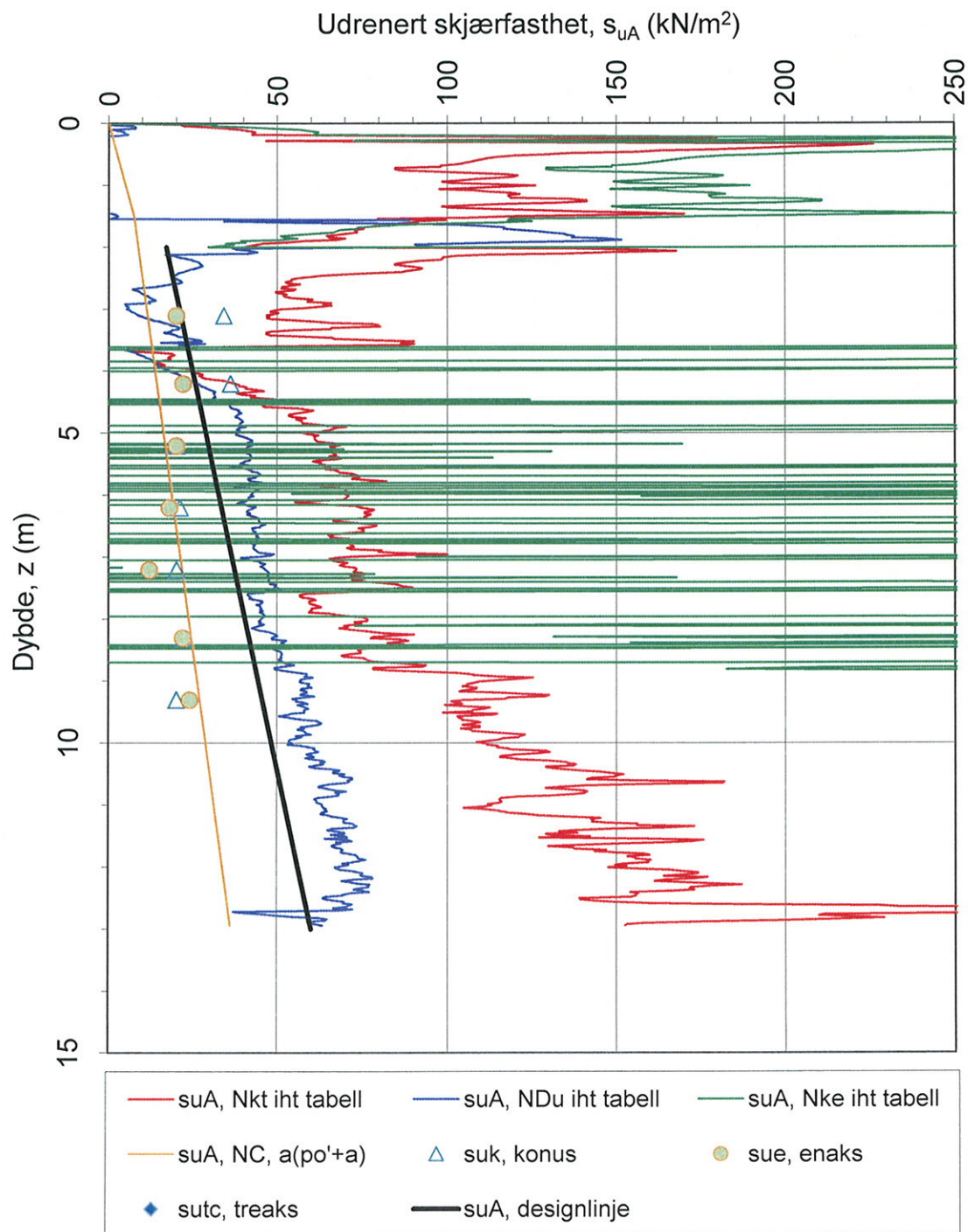


Oppdragsgiver:		Oppdrag:		Tegningens filnavn:	
Byggmester Geir Svendsen A Rishaugbakken i Rafsbotn				CPTU BP.9.xlsx	
Spissmotstandstall N_m , poretrykks- B_q og friksjonsforhold R_f .					
CPTU id.:	9	Sonde:	4452		
MULTICONSULT AS	Dato:	Tegnet:	Kontrollert:		
	04.05.2012	<i>SRK</i>	<i>SRK</i>	<i>GISK</i>	
	Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Versjon:	Revisjon:	
	711295	41	22.05.2011	0	



Jordartsid.	Beskrivelse	Laggrensar	Lag		
1	Sensitivt, finkornig materiale	Fra - til (m)	nr.	ld	ld
2	Organisk materiale	0,0-2,0	1	3	5
3	Leire	2,0-13,0	2	1	3
4	Leire - siltig leire	0,0 - 0,0 m	3		
5	Leirig silt - siltig leire	0,0 - 0,0 m	4		
6	Sandig silt - leirig silt	0,0 - 0,0 m	5		
7	Siltig sand - sandig silt	Ved variasjon i jordart-gruppe brukes begge ld - boksene for å beskrive jordarten (eks. 5 - 7).			
8	Sand - siltig sand				
9	Sand				
10	Grusig sand - sand				
11	Meget fast, finkornig materiale				
12	Sand - leirig sand				

Oppdragsgiver:		Oppdrag:		Tegningens filnavn:	
Byggmester Geir Svendsen A		Rishaugbakken i Rafsbotn		CPTU BP.9.xlsx	
Jordartsidentifikasjon fra CPTU data - q_t og B_q - lagvis.					
CPTU id.:	9	Sonde:	4452		
Dato: 04.05.2012		Tegnet: <i>SRK</i>	Kontrollert: <i>SRK</i>		
MULTICONSULT AS		Oppdrag nr.: 711295	Tegning nr.: 42	Versjon: 22.05.2011	Revisjon: 0

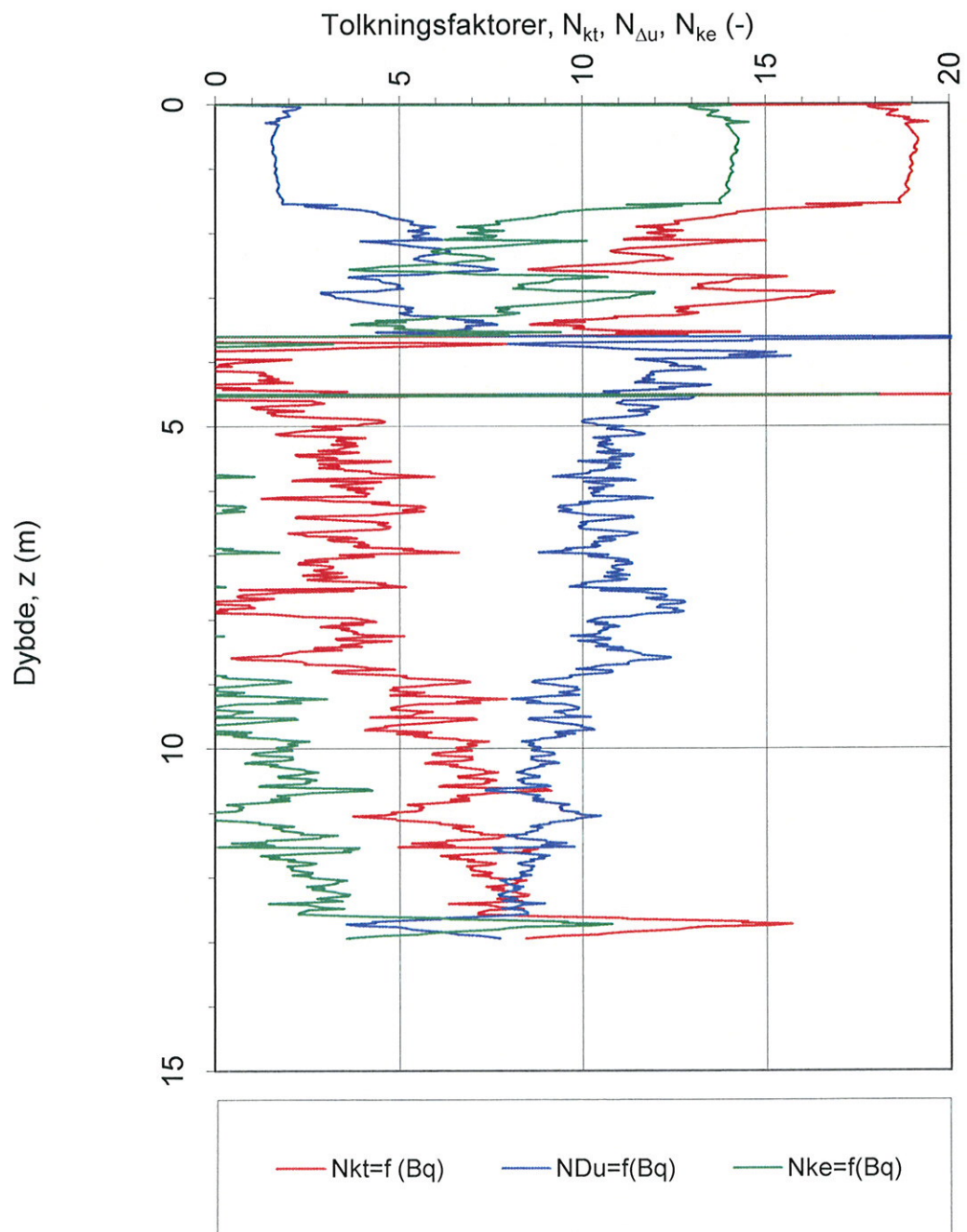


α_c valgt: **0,25**


Lag	Dybde uk laggrense, z (m)	N_{kt}	$N_{\Delta u}$	N_{ke}	Merknad
1	2,00	15,575	3,6125	10,675	
2	13,00	4,95	9,775	0,05	
3	0,00	0	0	0	

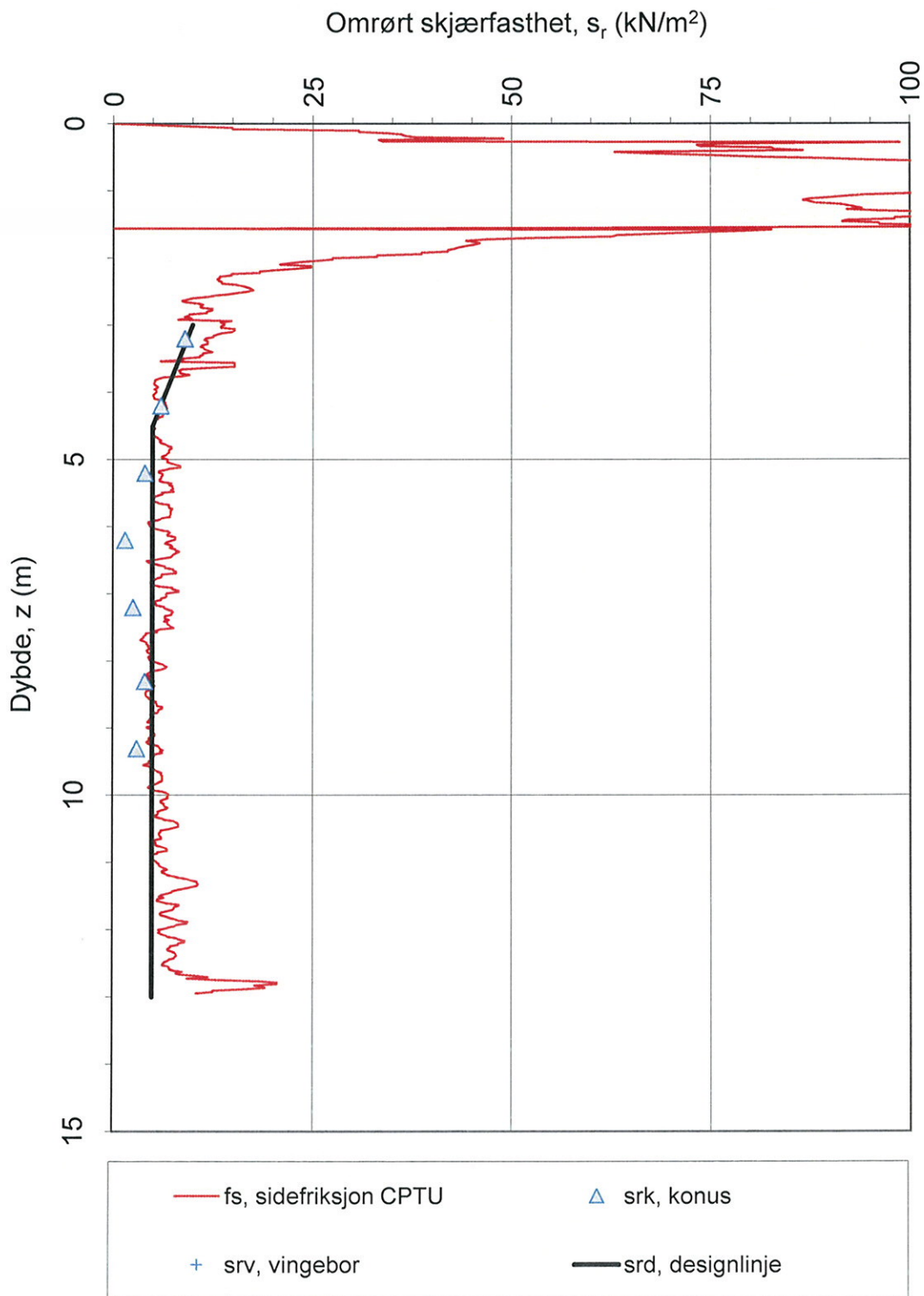
Oppdragsgiver:	Oppdrag:	Tegningens filnavn:
Byggmester Geir Svendsen AS	Rishaugbakken i Rafsbotn	CPTU BP.9.xlsx
Aktiv udrenert skjærfasthet s_{uA} , valgte tolkningsfaktorer.		


CPTU id.:	9	Sonde:	4452	
MULTICONSULT AS	Dato:	Tegnet:	Kontrollert:	Godkjent:
	04.05.2012	<i>SKK</i>	<i>SKK</i>	<i>SKK</i>
	Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Versjon:	Revisjon:
	711295	43	22.05.2011	0

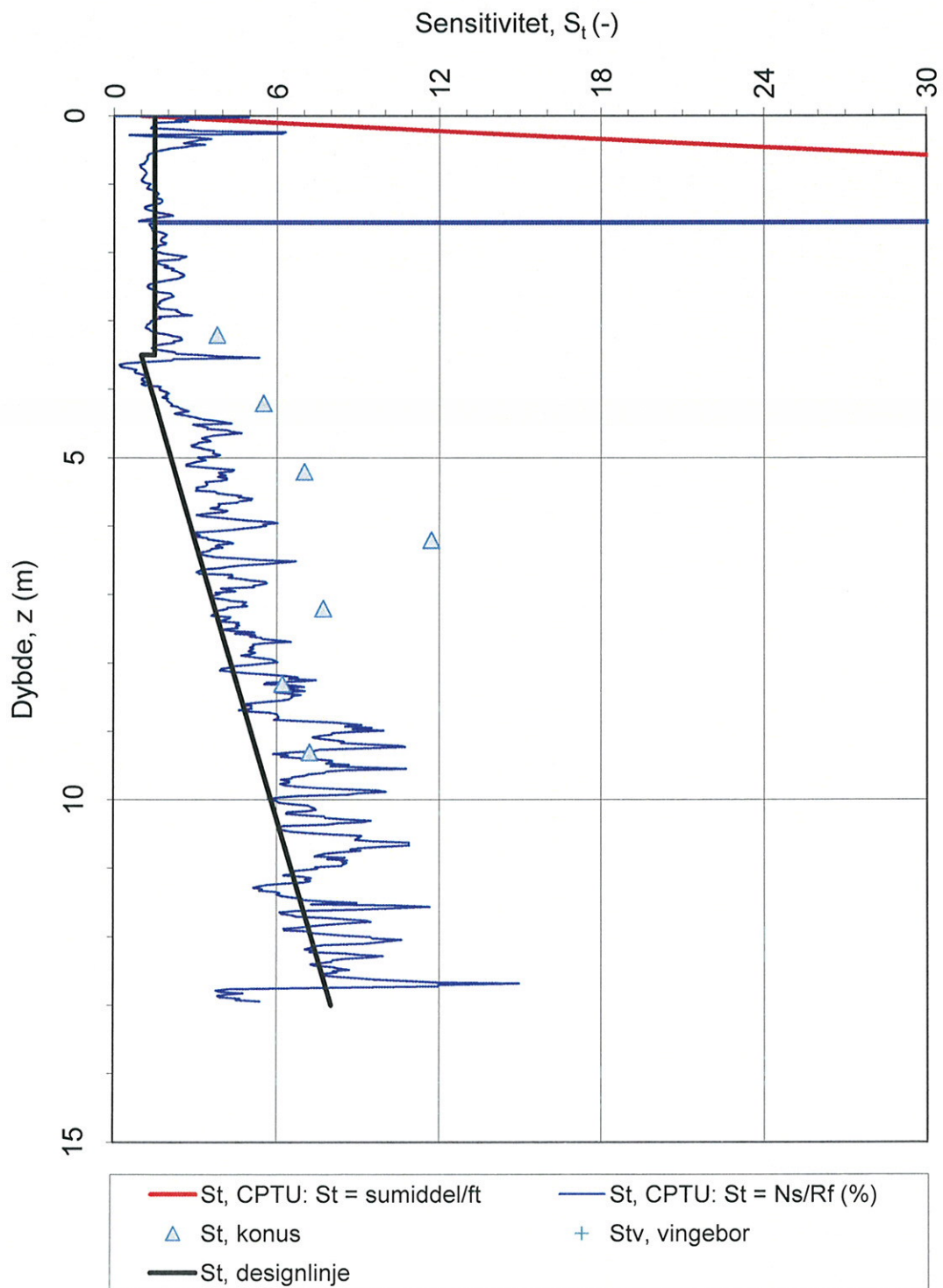



$N_{kt} = (18,7-12,5 \cdot Bq)$
 $N_{\Delta u} = (1,8+7,25 \cdot Bq)$
 $N_{ke} = (13,8-12,5 \cdot Bq)$

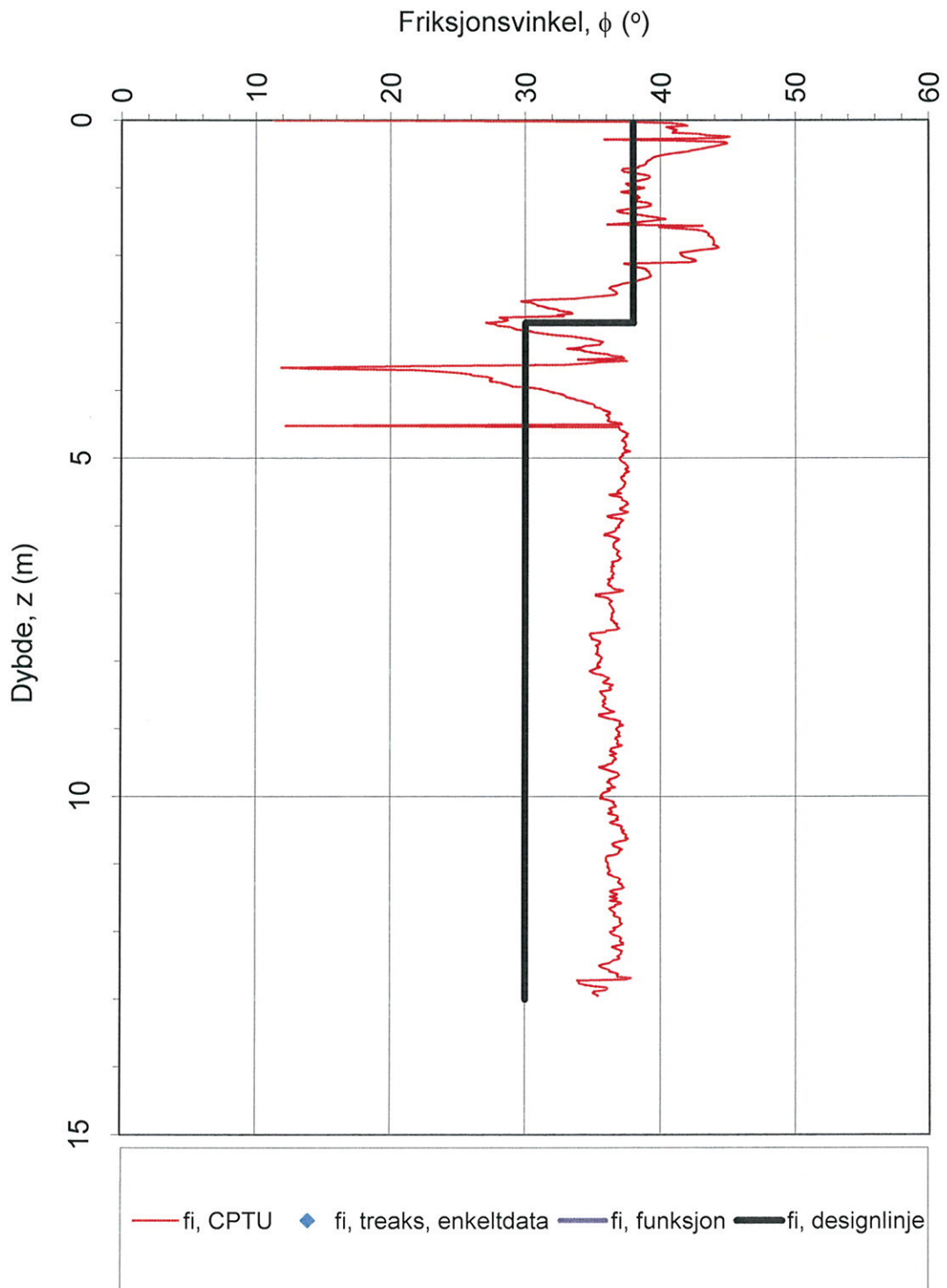
Oppdragsgiver:		Oppdrag:		Tegningens filnavn:	
Byggmester Geir Svendsen A		Rishaugbakken i Rafsbotn		CPTU BP.9.xlsx	
Faktorer N_{kt} , $N_{\Delta u}$ og N_{ke} korrelert mot B_q .					
CPTU id.:	9	Sonde:	4452		
MULTICONSULT AS	Dato:	Tegnet:	Kontrollert:	Godkjent:	
	04.05.2012	<i>gsk</i>	<i>srr</i>	<i>Ertan</i>	
	Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Versjon:	Revisjon:	
	711295	44	22.05.2011	0	



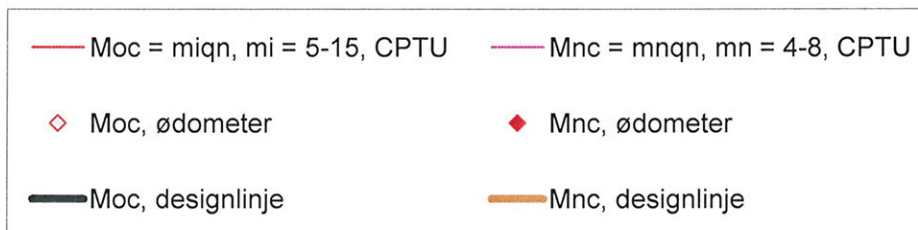
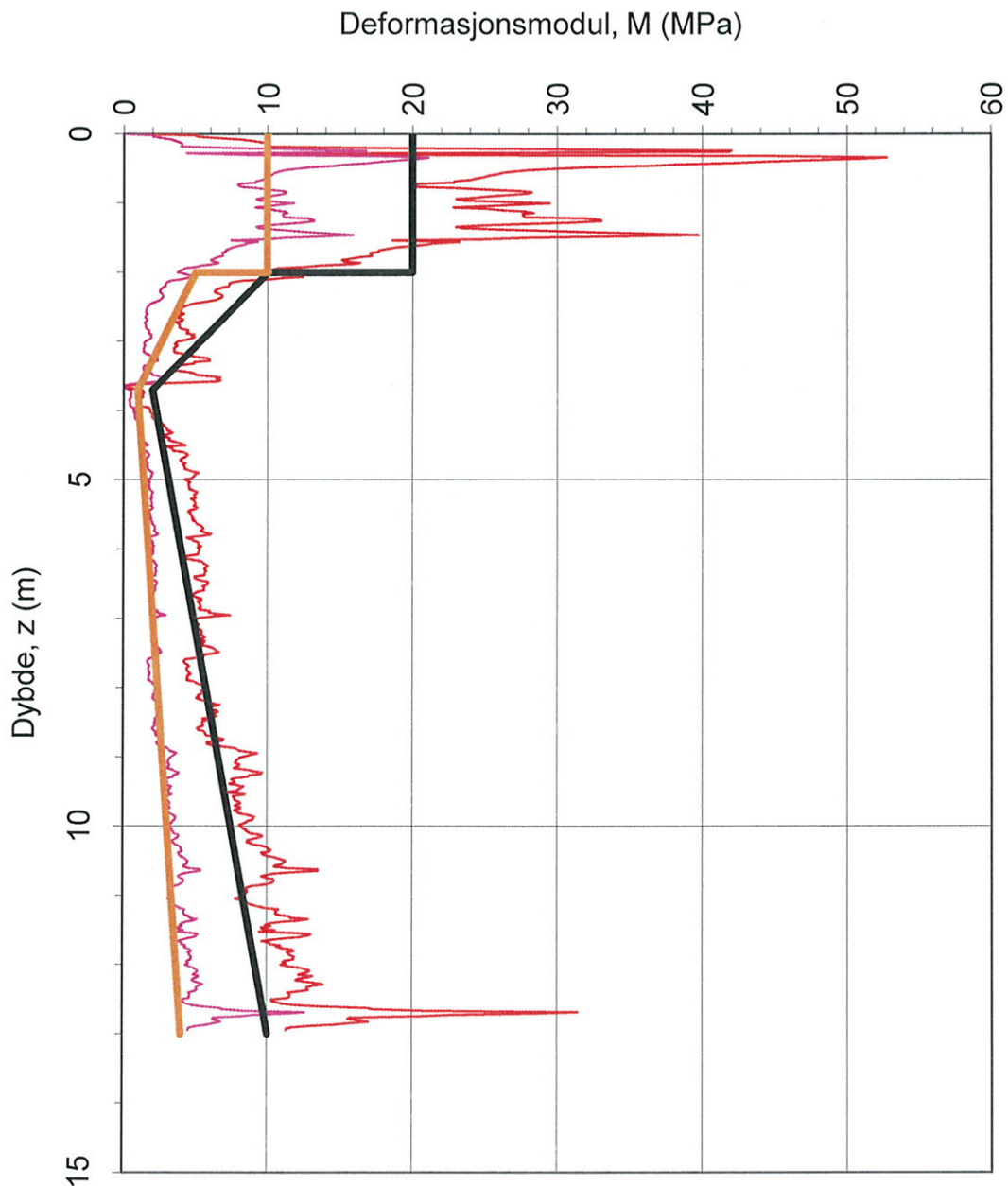
Oppdragsgiver:		Oppdrag:		Tegningens filnavn:	
Byggmester Geir Svendsen A		Rishaugbakken i Rafsbotn		CPTU BP.9.xlsx	
Omrørt skjærfasthet s_r .					
CPTU id.:	9	Sonde:	4452		
MULTICONSULT AS	Dato:	Tegnet:	Kontrollert:	Godkjent:	
	04.05.2012	<i>SRK</i>	<i>SRK</i>	<i>EGK</i>	
	Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Versjon:	Revisjon:	
	711295	46	22.05.2011	0	



Oppdragsgiver:		Oppdrag:		Tegningens filnavn:	
Byggmester Geir Svendsen A Rishaugbakken i Rafsbotr				CPTU BP.9.xlsx	
Sensitivitet S_t .					
CPTU id.:	9	Sonde:	4452		
MULTICONSULT AS	Dato:	Tegnet:	Kontrollert:		
	04.05.2012	<i>SRK</i>	<i>SRK</i>	<i>EBK</i>	
	Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Versjon:	Revisjon:	
	711295	45	22.05.2011	0	

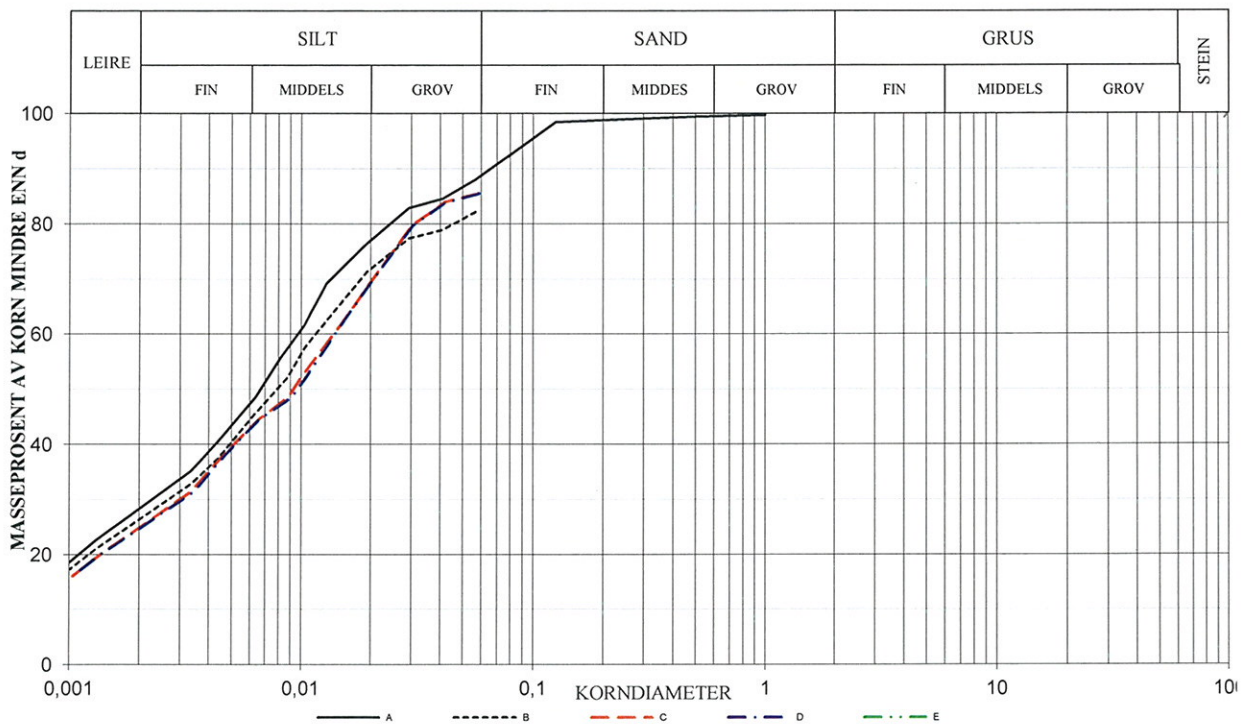


Oppdragsgiver:		Oppdrag:		Tegningens filnavn:	
Byggmester Geir Svendsen A Rishaugbakken i Rafsbotn				CPTU BP.9.xlsx	
Friksjonsvinkel ϕ .					
CPTU id.:	9	Sonde:	4452		
MULTICONSULT AS	Dato:	Tegnet:	Kontrollert:	Godkjent:	
	04.05.2012	<i>see</i>	<i>see</i>	<i>Erik</i>	
	Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Versjon:	Revisjon:	
	711295	47	22.05.2011	0	



Oppdragsgiver:		Oppdrag:		Tegningens filnavn:	
Byggmester Geir Svendsen A Rishaugbakken i Rafsbotn				CPTU BP.9.xlsx	
Deformasjonsmoduler, M_{oc} og M_{nc} :					
CPTU id.:	9	Sonde:	4452		
MULTICONSULT AS	Dato:	Tegnet:	Kontrollert:		
	04.05.2012	<i>SRE</i>	<i>SKR</i>	<i>EBK</i>	
	Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Versjon:	Revisjon:	
	711295	48	22.05.2011	0	

7 BOL	SERIE NR.	DYBDE (kote)	BESKRIVELSE	ANMERKNINGER	METODE		
					TS	VS	HYD
A	BP.9	0,0-1,0 m	LEIRE, siltig		X	X	X
B	BP.9	3,3-3,4 m	LEIRE, siltig				X
C	BP.9	6,5-6,6 m	LEIRE, siltig				X
D	BP.9	9,15-9,2 m	LEIRE, siltig				X
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:

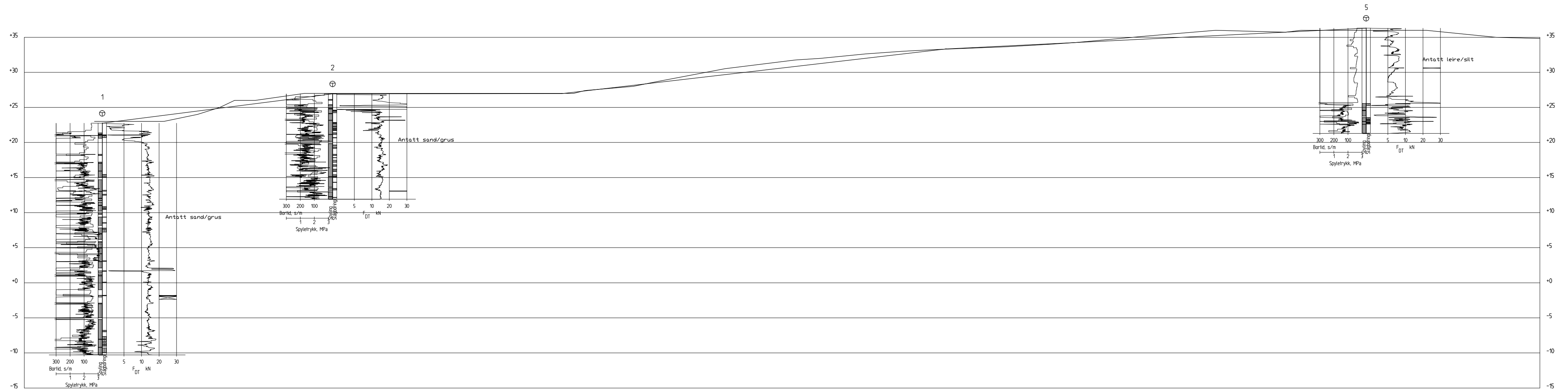
TS = Tørr sikt

VS = Våt sikt

HYD = Hydrometer

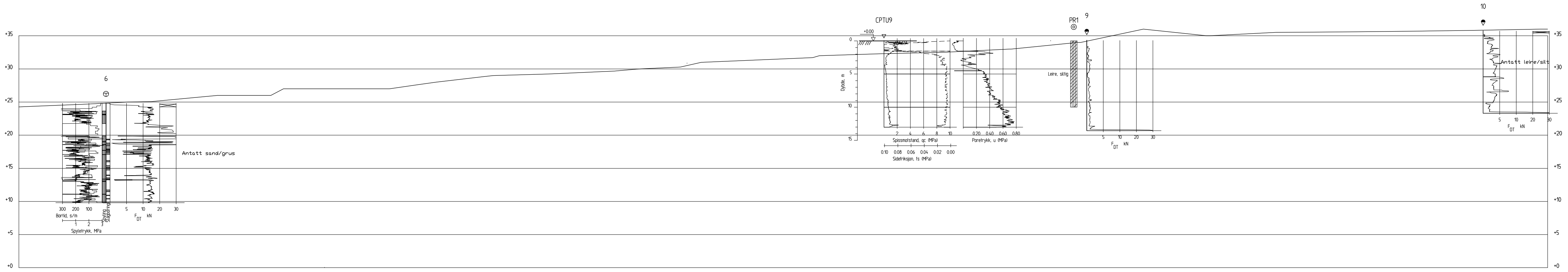
SYM BOL	Vanninnhold %	Telegruppe	< 0,063 mm %	< 0,02 mm %	C_z	C_u	D_{10} mm	D_{30} mm	D_{50} mm	D_{60} mm
A	22,4	T4		76,9				0,003	0,007	0,010
B	38,7	T4		71,8				0,003	0,008	0,012
C	35,8	T4		69,5				0,003	0,009	0,014
D	32,1	T4		69,4				0,003	0,010	0,014
E										

KORNGRADERING			
Byggmester Geir Svendsen AS Rishaugbakken i Rafsbotn Alta		Kontrollert <i>SKC</i>	Godkjent <i>EJK</i>
		Dato 04.05.2012	
MULTICONSULT AS Fiolveien 13, 9016 TROMSØ Tlf.: 77 60 69 40 - Faks: 77 60 69 41		Oppdragsnummer 711295	Tegnings nr. 60
			Rev.

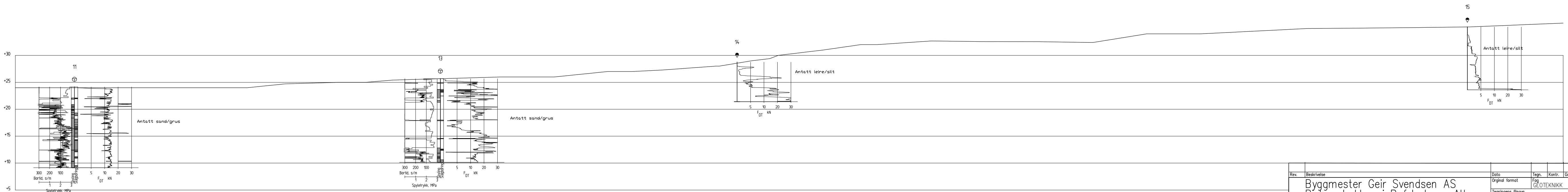


Profil A-A
1: 400

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Byggmester Geir Svendsen AS Rishaugbakken i Rafsbotn – Alta Alta kommune	03.05.2012	Fag GEOTEKNIKK		
	Profil A-A				
		1: 400			
	MULTICONSULT AS Fiolveien 13, 9016 TROMSØ Tlf.: 77 60 69 40 – Faks: 77 60 69 41	Oppdragsnr. 711295	Konstr./Tegnet srr Tegningsnr. 100	Kontrollert	Godkjent Rev.

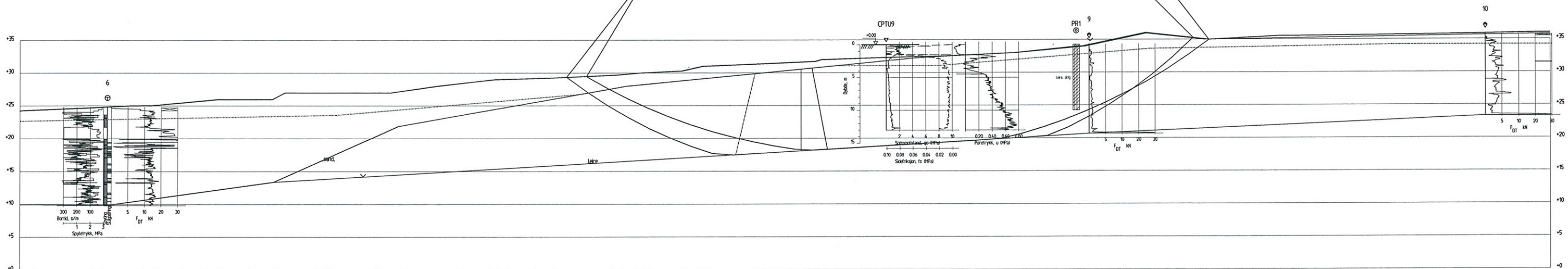
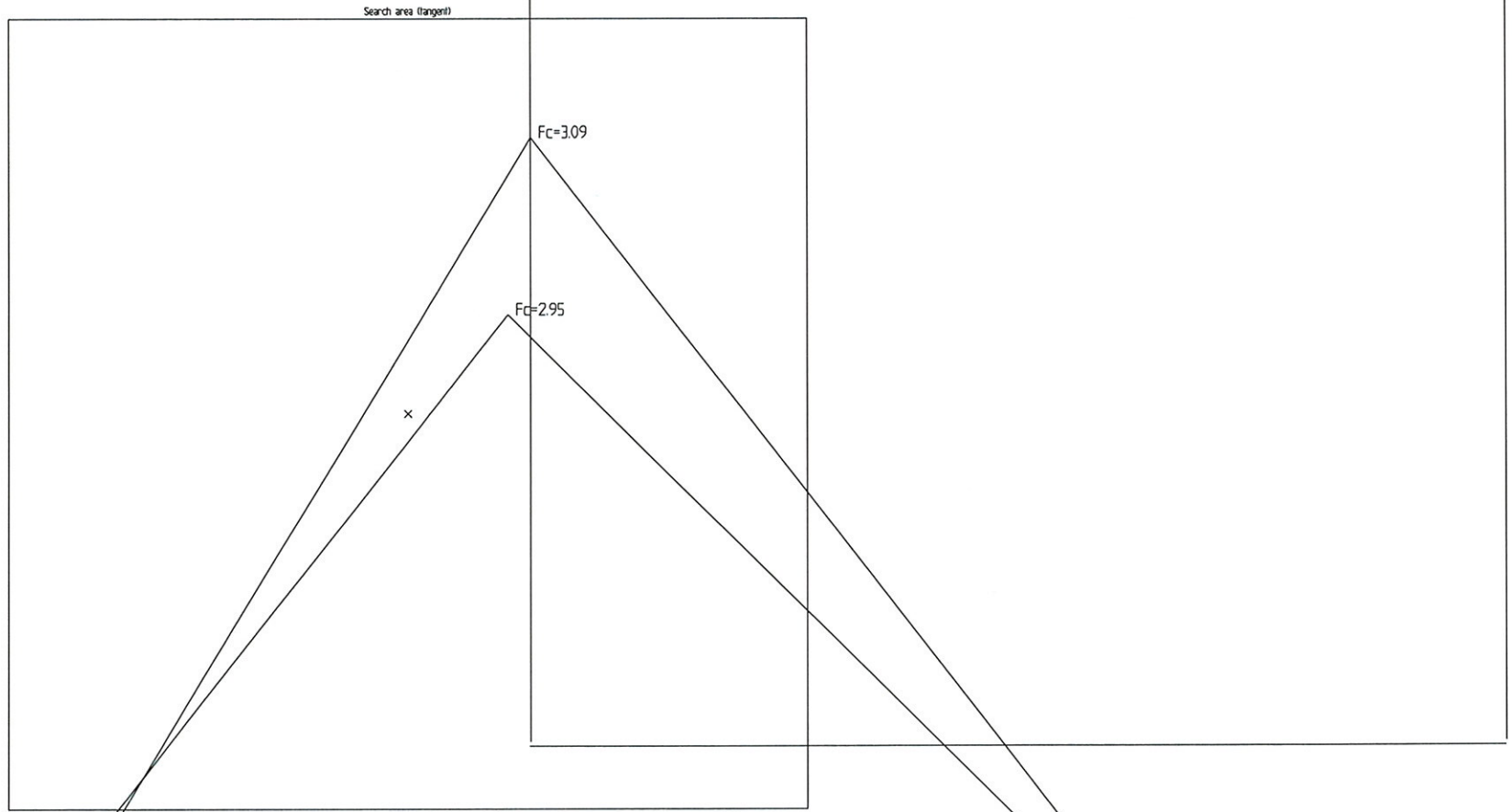


Profil B-B
1: 400



Profil C-C
1: 400

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Byggmester Geir Svendsen AS Rishaugbakken i Rafsbotn – Alta Alta kommune	Original format	Fag	GEOTEKNIKK	
	Profil B-B og C-C	Tegningens filnavn 711295-1NY.dwg	Underlagets filnavn		
MULTICONSULT AS		Dato 03.05.2012	Konstr./Tegnet Srf	Kontrollert	Godkjent
Fiolveien 13, 9016 TROMSØ Tlf.: 77 60 69 40 – Faks: 77 60 69 41		Oppdragsnr. 711295	Tegningsnr. 101	Rev.	



Profil B-B
1:400

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Byggmester Geir Svendsen AS Rishaugbakken i Rafsbotn – Alta Alta kommune	Original format A3	Fag GEOTEKNIKK		
	Stabilitetsvurdering – områdestabilitet	Tegningens filnavn 711295-1NY.dwg	Underlagets filnavn		
		A3 1:600			
MULTICONSULT AS		Dato 03.05.2012	Konstr./Tegnet srr	Kontrollert SPR	Godkjent GSK
Fiolveien 13, 9016 TROMSØ Tlf.: 77 60 69 40 – Faks: 77 60 69 41		Oppdragsnr. 711295	Tegningsnr. Vedlegg 1	Rev.	

MINERALSKE JORDARTER (NS-EN ISO 14688-1 & 2)

Ved prøveåpning klassifiseres og identifiseres jordarten. Mineralske jordarter klassifiseres vanligvis på grunnlag av korngraderingen. Betegnelse og kornstørrelser for de enkelte fraksjoner 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 leire til blokk. Den største fraksjonen angis først i beskrivelsen etter egne benevningsregler, for eksempel grusig morene.

ORGANISKE JORDARTER (NS-EN ISO 14688-1 & 2)

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

Benevnelse	Beskrivelse
Torv	Myrplanter, mer eller mindre omdannet.
• <i>Fibrig torv</i>	Fibrig med lett gjenkjennelig plantestruktur. Viser noe styrke.
• <i>Delvis fibrig torv, mellomtorv</i>	Gjenkjennelig plantestruktur, ingen styrke i planterestene.
• <i>Amorf torv, svarttorv</i>	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 omvandlet organisk materiale med løs struktur, utgjør vanligvis det øvre jordlaget.

SKJÆRFASTHET

Skjærfastheten uttrykkes ved jordens skjærfasthetsparametre a , c , ϕ ($\tan\phi$) (effektivspenningsanalyse) eller c_u (c_{uA} , c_{uD} , c_{uP}) (totalspenningsanalyse).

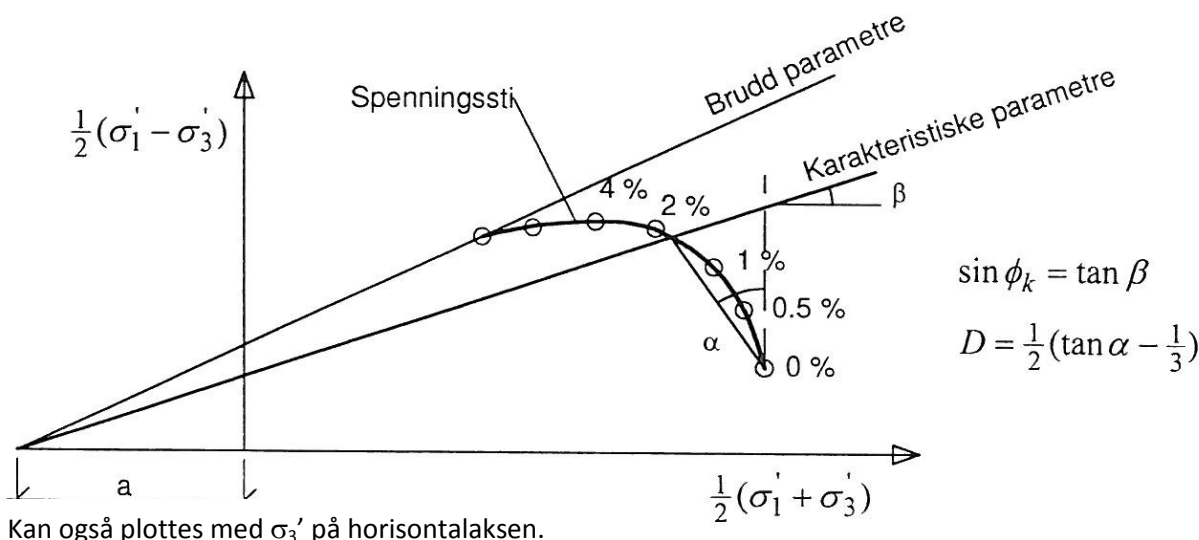
Effektivspenningsanalyse: Effektive skjærfasthetsparametre a , c , ϕ ($\tan\phi$) (kPa, kPa, °, (-))

Effektive skjærfasthetsparametre a (attraksjon), $\tan\phi$ (friksjon) og eventuelt $c = a \tan\phi$ (kohesjon) 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 tøyingsutvikling i prøven frem mot brudd. Fra disse, samt fra annen informasjon, bestemmes karakteristiske verdier for skjærfasthetsparametre for det aktuelle problemet.

For korttids effektivspenningsanalyse kan også poretrykkparametrene A , B og D bestemmes fra forsøksresultatene.

Totalspenningsanalyse: Udrenert skjærfasthet, c_u (kPa)

Udrenert skjærfasthet bestemmes som den maksimale skjærspenning et materiale kan påføres før det bryter sammen. Denne skjærfastheten representerer en situasjon med raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk. I laboratoriet bestemmes denne egenskapen ved enaksiale trykkforsøk (c_{ut}) (NS8016), konusforsøk (c_{ukr} , c_{ukr}) (NS8015), udrenerte treaksialforsøk (c_{uA} , c_{uP}) og direkte skjærforsøk (c_{uD}). Udrenert skjærfasthet kan også bestemmes i felt ved for eksempel trykksondering med poretrykkmåling (CPTU) (c_{ucptu}) eller vingebor (c_{uv} , c_{ur}).



SENSITIVITET S_t (-)

Sensitiviteten $S_t = c_u/c_r$ uttrykker forholdet mellom en leires udrenerte skjærfasthet i uforstyrret og omrørt tilstand. Denne størrelsen kan bestemmes fra konusforsøk i laboratoriet (NS 8015) eller ved vingeborforsøk i felt. Kvikkleire har for eksempel meget lav omrørt skjærfasthet c_r ($s_r < 0,5$ kPa), og viser derfor som regel meget høye sensitivitetsverdier.

VANNINNHOLD (w %) (NS 8013)

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 – FLYTEGRENSE (w_l %) OG PLASTISITETSGRENSE (w_p %) (NS 8002 & 8003)

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. Plastisiteten $I_p = w_l - w_p$ (%) 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).

DENSITETER (NS 8011 & 8012)

Densitet (ρ , g/cm ³)	Masse av prøve pr. volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del.
Korndensitet (ρ_s , g/cm ³)	Masse av fast stoff pr. volumenhet fast stoff
Tørr densitet (ρ_d , g/cm ³)	Masse av tørt stoff pr. volumenhet

TYNGDETETHETER

Tyngdetetthet (γ , kN/m ³)	Tyngde av prøve pr. volumenhet ($\gamma = \rho g = \gamma_s(1+w/100)(1-n/100)$, der $g = 10 \text{ m/s}^2$)
Spesifikk tyngdetetthet (γ_s , kN/m ³)	Tyngde av fast stoff pr. volumenhet fast stoff ($\gamma_s = \rho_s g$)
Tørr tyngdetetthet (γ_d , kN/m ³)	Tyngde av tørt stoff pr. volumenhet ($\gamma_d = \rho_d g = \gamma_s(1-n/100)$)

PORETALL OG PORØSITET (NS 8014)

Poretall e (-)	Volum av porer dividert med volum fast stoff ($e = n/(100-n)$) der n er porøsitet (%)
Porøsitet n (%)	Volum av porer i % av totalt volum av prøven

KORNFORDELINGSANALYSER (NS 8005)

En kornfordelingsanalyse utføres ved våt eller tørr sikting av fraksjonene med diameter $d > 0,063 \text{ mm}$. 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.

DEFORMASJONS- OG KONSOLIDERINGSEGENSKAPER (NS 8017 & 8018)

Jordartens deformasjons- og konsolideringsegenskaper benyttes ved setningsberegning og bestemmes ved hjelp av belastningsforsøk i ødometer. Jordprøven bygges inn i en stiv ring som forhindrer sideveis deformasjon og belastes vertikalt med trinnvis eller kontinuerlig økende last. Sammenhengende verdier for last og deformasjon (tøyning ϵ) registreres, og materialets deformasjonsmodul (stivhet) kan beregnes som $M = \Delta\sigma'/\Delta\epsilon$. Denne presenteres som funksjon av vertikalspenningen σ' . Deformasjonsmodulen viser en systematisk oppførsel for ulike jordarter og spenningstilstander, og oppførselen kan hensiktsmessig beskrives med modulfunksjoner og inndeles i tre modeller:

Modell	Moduluttrykk	Jordart - spenningsområde
Konstant modul	$M = m_{oc}\sigma_a$	OC leire, $\sigma' < \sigma'_c$ ($\sigma'_c = \text{prekonsolideringsspenningen}$)
Lineært økende modul	$M = m(\sigma'(\pm \sigma_r))$	Leire, fin silt, $\sigma' > \sigma'_c$
Parabolisk økende modul	$M = m\sqrt{\sigma'\sigma_a}$	Sand, grov silt, $\sigma' > \sigma'_c$

PERMEABILITET (k cm/sek eller m/år)

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 $i = \text{hydraulisk gradient i strømningsretningen} (= \text{potensialforskjell pr. lengdeenhet})$. Permeabiliteten kan bestemmes ved strømningsforsøk i laboratoriet ved konstant eller fallende potensial, eventuelt ved pumpe- eller strømningsforsøk i felt.

KOMPRIMERINGSEGENSKAPER

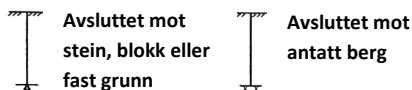
Ved komprimering av en jordart oppnås tettere lagring av mineralkornene. Komprimeringsegenskapene for en jordart bestemmes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Standard eller Modifisert Proctor). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr densitet ρ_r 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}).

TELEFARLIGHET

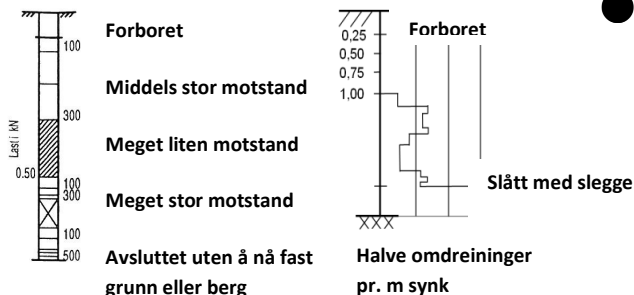
En jordarts telefarlighet bestemmes ut i fra kornfordelingskurven eller ved å måle den kapillære stighøyde for materialet. Telefarligheten klassifiseres i gruppene T1 (Ikke telefarlig), T2 (Litt telefarlig), T3 (Middels telefarlig) og T4 (Meget telefarlig).

HUMUSINNHOLD

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



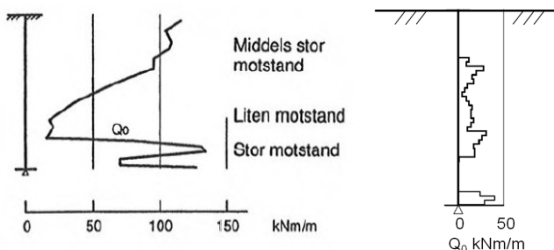
Sonderinger utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn.



DREIESONDERING (NGF MELDING 3)

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.

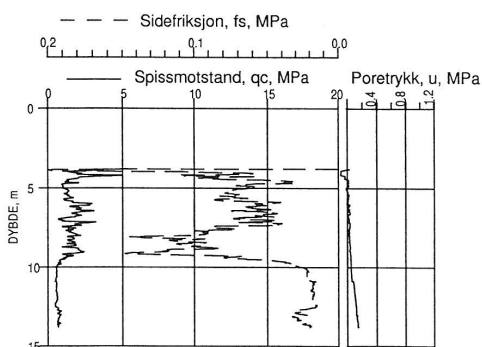


RAMSONDERING (NS-EN ISO 22476-2)

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.

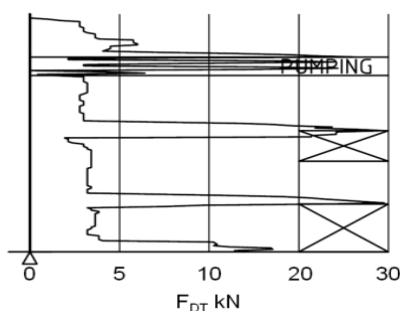
$Q_0 = \text{loddets tyngde} \cdot \text{fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)}$



TRYKKSONDERING (CPT - CPTU) (NGF MELDING 5)

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).

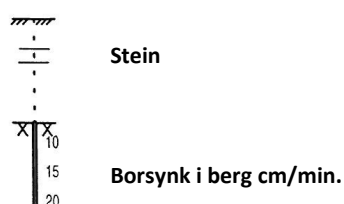


DREIETRYKKSONDERING (NGF MELDING 7)

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.

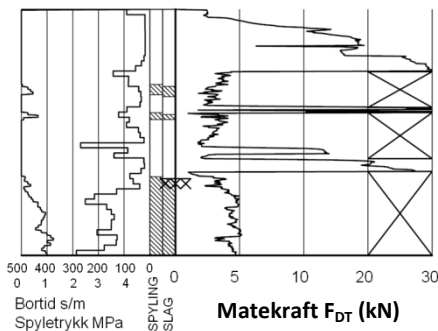
Rotasjonshastigheten kan økes hvis nødvendig. Nedpressingskraften F_{DT} (kN) registreres automatisk under disse betingelsene, og gir grunnlag for å bedømme grunnforholdene.

Metoden er spesielt hensiktsmessig ved påvisning av kvikkleire i grunnen, men den gir ikke sikker dybde til bergoverflaten.



BERGKONTROLLBORING

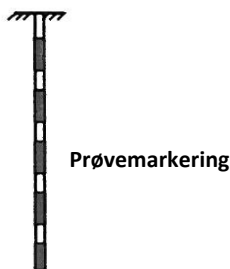
Utføres med skjøtbare $\phi 45$ mm stenger og hardmetall borkrone med tilbakeslagsventil. Det benyttes tung slagborhammer og vannspyling med høyt trykk. Boring gjennom lag med ulike egenskaper, for eksempel grus og leire, kan registreres, likedan penetrasjon av blokker og større steiner. For verifisering av berginntrengning bores 3 m ned i berget, eventuelt med registrering av borsynk for sikker påvisning.



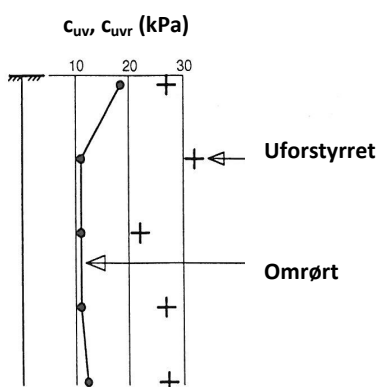
T TOTALSONDERING (NGF MELDING 9)
Kombinerer metodene dreietrykksondering og bergkontrollboring. Det benyttes $\phi 45$ mm skjøtbare borstenger og $\phi 57$ mm stiftborkrone med tilbakeslagsventil. Under nedboring i bløte lag benyttes dreietrykkmodus, og boret presses ned i bakken med konstant hastighet 3 m/min og konstant rotasjonshastighet 25 omdreininger/min. Når faste lag påtreffes økes først rotasjonshastigheten. 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.



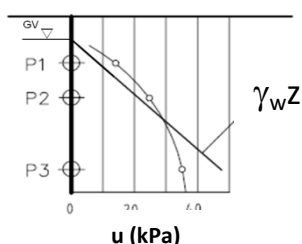
⊙ MASKINELL NAVERBORING
Utføres med hul borstang påsveisert en metallspiral med fast stige høyde (auger). Med borrhigg kan det bores til 5-20 m dybde, avhengig av jordart, lagringsfasthet og beliggenhet av grunnvannstanden. Med denne metoden kan det tas forstyrrede poseprøver ved å samle materialet mellom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



⊙ PRØVETAKING (NGF MELDING 11)
Utføres for undersøkelse av jordlagenes geotekniske egenskaper i laboratoriet. Vanligvis benyttes stempelprøvetaking 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 blir prøvesylinderen presset ned mens innerstangen med stempelet holdes i ro. Det skjæres derved 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. Stempelprøvetaking gir vanligvis prøver i Kvalitetsklasse 1-2 for leire.



+ VINGEBORING (NGF MELDING 4)
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.



⊖ PORETRYKKS MÅLING (NGF MELDING 6)
Målingene utføres med et standrør med filterspiss eller med hydraulisk (åpent)/elektrisk piezometer (poretrykksmåler). Filteret eller piezometerspissen påmontert piezometerør presses ned i grunnen til ønsket dybde. Stabilt poretrykk registreres fra vannets stige høyde 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.