

---

RAPPORT

# Norddalselva-Forbygning øst for rådhuset

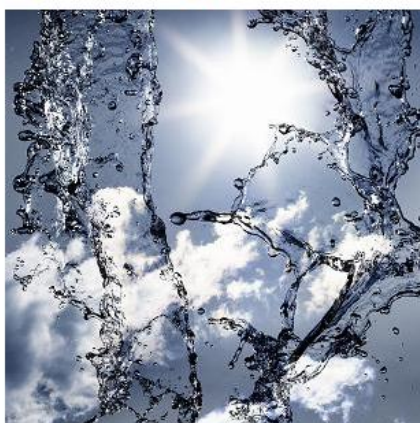
---

OPPDRAGSGIVER  
Åfjord kommune

EMNE  
Supplerende grunnundersøkelser

DATO / REVISJON: 04. april 2014 / 00  
DOKUMENTKODE: 416475-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. Tredjepart har ikke rett til å anvende rapporten eller deler av denne uten Multiconsults skriftlige samtykke.

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

OPPDRAAG	Norrdalselva - Forbygning øst for rådhuset	DOKUMENTKODE	416475-RIG-RAP-001
EMNE	Supplerende grunnundersøkelser	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Åfjord kommune	OPPDRAAGSLEDER	Signe Gurid Hovem
KONTAKTPERSON	Tor Skjevdal	UTARBEIDET AV	Mia Bek
KOORDINATER	SONE: 32V ØST: 5600 NORD: 70934	ANSVARLIG ENHET	3012 Midt Geoteknikk
GNR./BNR./SNR.	58 / 255 / 0 / Åfjord		

## SAMMENDRAG

I forbindelse med sikringstiltak langs Norrdalselva ved eiendom med gnr/bnr 58/255 i Åfjord kommune har Multiconsult utført supplerende grunnundersøkelser. Foreliggende rapport beskriver grunnforholdene på den aktuelle tomte.

Det ble utført 2 CPTU sonderinger, 2 dreietrykksonderinger og det ble tatt opp totalt 7 54 mm sylinderprøver.

De supplerende grunnundersøkelsene viser at grunnen består av lagdelte masser, bestående av sand, silt og leire. Det er ikke påvist sensitive masser i noen av punktene. Fra kote ca. -10 er det registrert faste morenemasser ned til antatt berg.

Med bakgrunn i denne vurderingen er det ikke behov for 3.partskontroll av tiltak iht. NVEs retningslinjer. Lokalstabiliteten i forbindelse med tiltak må likevel dokumenteres tilfredsstillende iht. Eurokode 7, del 1.

			<i>Mia B</i>	<i>SEH</i>	
	04.04.2014	Datarapport	Mia Bek	Signe Gurid Hovem	Arne Vik <i>AV</i>
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

## INNHOLDSFORTEGNELSE

<b>1</b>	<b>INNLEDNING .....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Bakgrunn .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Myndighetskrav .....</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Utførte grunnundersøkelser .....</b>	<b>7</b>
4.1	Tidligere geotekniske grunnundersøkelser .....	7
4.2	Utførte grunnundersøkelser .....	7
4.3	Laboratorieundersøkelser .....	8
<b>5</b>	<b>Topografi og grunnforhold .....</b>	<b>8</b>
5.1	Topografi.....	8
5.2	Grunnforhold .....	9
5.3	Grunnvann .....	9
<b>6</b>	<b>Sluttkommentar .....</b>	<b>9</b>
<b>7</b>	<b>Referanser .....</b>	<b>10</b>

## Tegninger

416475-RIG-TEG	-000	Oversiktskart
	-001	Borplan
	-010	Geotekniske data fra borpunkt 1
	-011	Geotekniske data fra borpunkt 3
	-040.1	CPTU BP.1, Spissmotstand $q_{c,t}$ , poretrykk $u_2$ , sidefriksjon $f_{s,t}$ og helning $i$
	-040.2	CPTU BP.1, Netto spissmotstand $q_n$ og poreovertrykk $\Delta u_2$
	-040.3	CPTU BP.1, Spissmotstandstall $N_m$ poretrykks- $B_q$ og friksjonsforhold $R_f$
	-040.4	CPTU BP.1, Jordartsidentifikasjon fra CPTU data – $q_t$ og $B_q$
	-040.5	CPTU BP.1, Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet
	-041.1	CPTU BP.3, Spissmotstand $q_{c,t}$ , poretrykk $u_2$ , sidefriksjon $f_{s,t}$ og helning $i$
	-041.2	CPTU BP.3, Netto spissmotstand $q_n$ og poreovertrykk $\Delta u_2$
	-041.3	CPTU BP.3, Spissmotstandstall $N_m$ poretrykks- $B_q$ og friksjonsforhold $R_f$
	-041.4	CPTU BP.3, Jordartsidentifikasjon fra CPTU data – $q_t$ og $B_q$
	-041.5	CPTU BP.3, Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet
	-060	Korngradering fra borpunkt 1
	-090.1	Treksialforsøk PR 1, $d=11.4m$ . Deviatorspenningssti. NTNU-plott.
	-090.4	Treksialforsøk PR 1, $d=11.4m$ . Poretrykks- og mobiliseringsforløp.
	-090.5	Treksialforsøk PR 1, $d=11.4m$ . Vannutpressing - tid, konsolideringsfase.
	-091.1	Treksialforsøk PR 1, $d=19.45m$ . Deviatorspenningssti. NTNU-plott.
	-091.4	Treksialforsøk PR 1, $d=19.45m$ . Poretrykks- og mobiliseringsforløp.
	-091.5	Treksialforsøk PR 1, $d=19.45m$ . Vannutpressing - tid, konsolideringsfase.
	-100	Borutskrift
	-200	Profil P1-P1

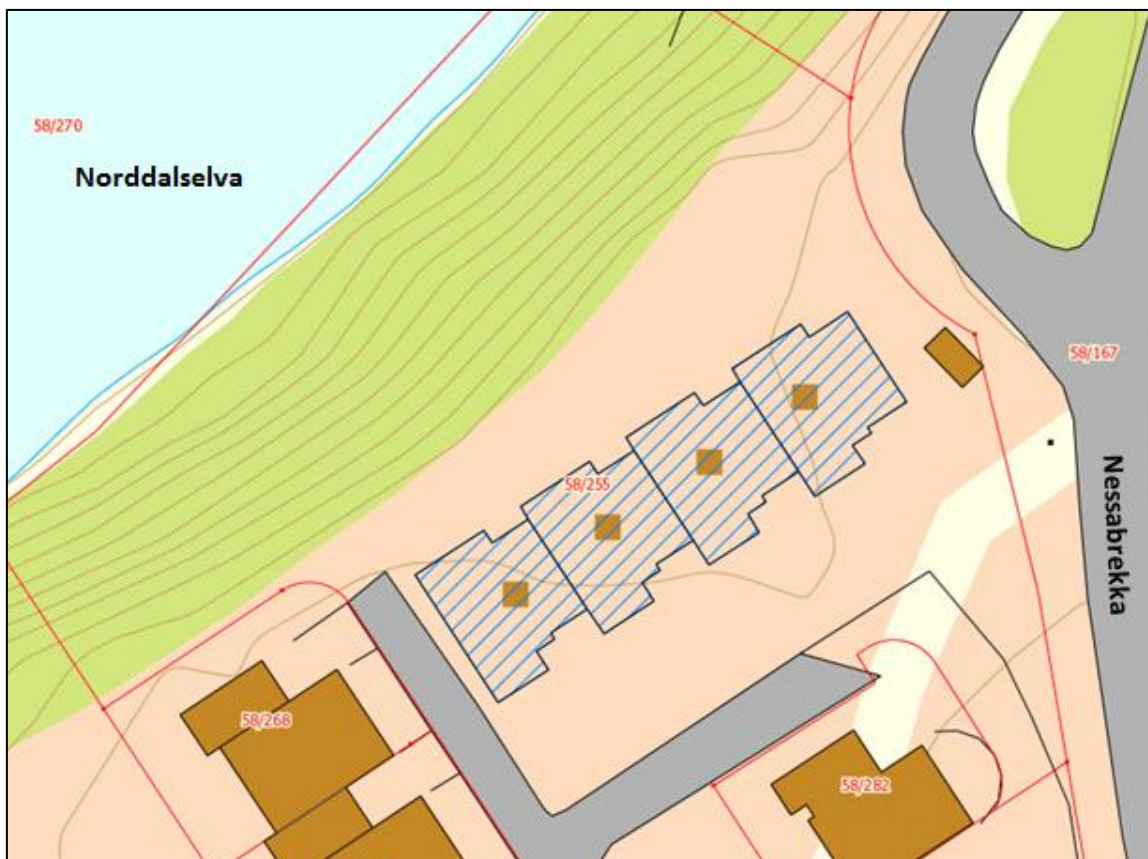
## Geotekniske bilag

- 1: Geoteknisk bilag, terminologi for feltundersøkelser
- 2: Geoteknisk bilag, terminologi for laboratorieundersøkelser
- 3: Geoteknisk bilag, oversikt over metodestandarder

## 1 INNLEDNING

I forbindelse med sikringstiltak langs Norddalselva ved eiendom med gnr/bnr 58/255 i Åfjord kommune har Multiconsult utført supplerende grunnundersøkelser.

Grunnundersøkelsene presentert i denne rapporten har som mål å avdekke utstrekningen av sensitive masser på tomta og gi tilstrekkelig grunnlag for stabilitetsanalyser av skråningen fra gjeldende eiendom og ned mot Norddalselva, se Figur 1-1.



Figur 1-1: Kartutsnitt av den aktuelle tomta.

## 2 Bakgrunn

I forbindelse med utarbeidelse av ny reguleringsplan for Årnes området i Åfjord kommune har Multiconsult AS utført grunnundersøkelser og stabilitetsanalyser langs vestre side av Årnes sentrum, langs Norddalselva. De geotekniske vurderingene ble utført med fokus på kvikkleireskredvurderinger iht. NVEs retningslinjer. I forbindelse med dette arbeidet ble avgrensning av kvikkleiresone Årnes utformet og behov for sikringstiltak beskrevet. Grunnundersøkelsene og de geotekniske vurderingene er presentert i Multiconsults rapport 415653-RIG-RAP-001 rev.2 /1 /.

De utførte grunnundersøkelsene viste seg å ikke gi tilstrekkelig med informasjon for utførelse av sikringstiltak langs elva for boligutbygging langs elvekanten på tomt med gnr/bnr 58/225. I den forbindelse er Multiconsult AS engasjert til å utføre supplerende grunnundersøkelser i det aktuelle området.

### 3 Myndighetskrav

Oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Multiconsults styringssystem. Systemet er bygget opp med prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for kvalitetsstandard NS-EN ISO 9001:2008, /4 /. Oppdraget er også gjennomført i henhold til Eurokode 0, 7, 8 (/5 /, /6 /, /7 /) og tilhørende tilgjengelige metodestandarder. I tillegg er NS 8000-serien benyttet ved utførelse av laboratorieundersøkelsene, mens feltundersøkelsene er utført i henhold til Norsk Geoteknisk Forenings meldinger. Se for øvrig bilag nr. 3 for samlet oversikt over utvalgte metodestandarder.

### 4 Utførte grunnundersøkelser

#### 4.1 Tidligere geotekniske grunnundersøkelser

Tidligere grunnundersøkelser i Årnes sentrum er beskrevet mer i detalj i /1 / og relevante grunnundersøkelser er oppsummer i Tabell 4-1.

Tabell 4-1 Tidligere utførte grunnundersøkelser.

<i>Bedrift</i>	<i>Rapport</i>	<i>Dato</i>
Statens Vegvesen	Ud-433A-2 RV 715 Årnes Bru.	29.01.1985
Noteby AS	37385-Utbedring av eksisterende veg. Grunnundersøkelser. Geoteknisk vurdering.	06.04.1995
Multiconsult AS	412385-1 Åset skole, grunnundersøkelser.	06.06.2007
Multiconsult AS	412385-2 Åset skole, supplerende boringer.	29.07.2008
Multiconsult AS	412385-3 Åset skole, Faregradsevaluering-Kvikkleireområde.	02.09.2008
Multiconsult AS	414653 Områderegulering Årnes, grunnundersøkelser med geoteknisk vurdering.	24.08.2012

#### 4.2 Utførte grunnundersøkelser

Feltundersøkelsene er utført i uke 6 i 2014. Boringene ble utført av borleder Stian Langolf med geoteknisk borerigg av typen Geotech 607 H. Følgende grunnundersøkelser ble utført:

- 2 dreietrykkssonderinger, benevnt 2 og 3 på vedlagte borplan, tegning nr. 416475-RIG-TEG-001.
- 2 trykksonderinger med poretrykksmåling, CPTU, i borpunkt 1 og 3.
- Opptak av 2 prøveserier bestående av representative og uforstyrrede prøver fra borpunkt 1 og 3.
- Poretrykksmåling i borpunkt 1, installert i to forskjellige nivå.

Sonderingene er avsluttet i meget faste masser mellom ca. 20 og 25 m under eksisterende terreng. Dreietrykkssonderinger gir informasjon om grunnens relative lagringsfasthet samt indikasjon på lagdeling og løsmassetype. Bormetoden har liten nedtrengningsevne i steinholdig grunn, og kan ikke benyttes til påvisning av berg. Trykksondering (CPTU) gir informasjon om løsmassenes beskaffenhet, lagringsforhold, lagdeling og jordtype, samt en indikasjon på jordparametre.

Borutskrift fra dreietrykkssonderingene inkludert prøveresultater er vist på tegning nr. 416475-RIG-TEG-100. Sonderingene og prøveresultatene er også vist i profil P1-P1, tegning nr. 416475-RIG-TEG-200. Resultatene fra CPTU er vist på tegning 416475-RIG-TEG-040.1 til -041.5 og i profil P1-P1. Tabell 4-2 gir en oversikt over dybder på utførte sonderinger og prøvetakinger.

Alle høyder refererer til høydesystem NN 2000. Borpunktene er målt inn med vårt GPS-utstyr. Utførelsen av feltundersøkelsene er beskrevet generelt i geoteknisk bilag 1.

Tabell 4-2: Oversikt over utførte sonderinger og opptatte prøver.

Borpunkt	Dreietrykk	CPTU	Prøver	Kommentarer	Koordinater
[-]	Dybde [m]	Dybde [m]	Dybde [m]	[-]	NN1954 (N, E, H)
1	-	17.7	8-9, 11-12, 18-19, 19-20	CPTU stoppet pga friksjon på borestreng. Forboret 5m, men kjørte sondering fra terrengnivå for å følge med på sonden.	7093412.1, 560094.0, 12.2
2	21.6	-	-	DRT stoppet i stein, blokk eller berg.	7093437.6, 560116.0, 12.4
3	25.0	12.7	8-9, 9-10, 10-11	DRT sondering avsluttet uten stopp i faste masser. CPTU stoppet pga friksjon på borestreng	7093426.4, 560075.1, 1.7

### 4.3 Laboratorieundersøkelser

De opptatte prøvene er undersøkt ved vårt geotekniske laboratorium med tanke på klassifisering og identifisering av jordartene. Følgende undersøkelser er utført i laboratoriet:

- Prøveåpning av 7 stk. 54 mm sylindprøver for bestemmelse av rutineparametere.
- Konsistensgrense på prøve fra borpunkt 1 og 3.
- Treksialforsøk (CAUa) på prøver fra borpunkt 1.

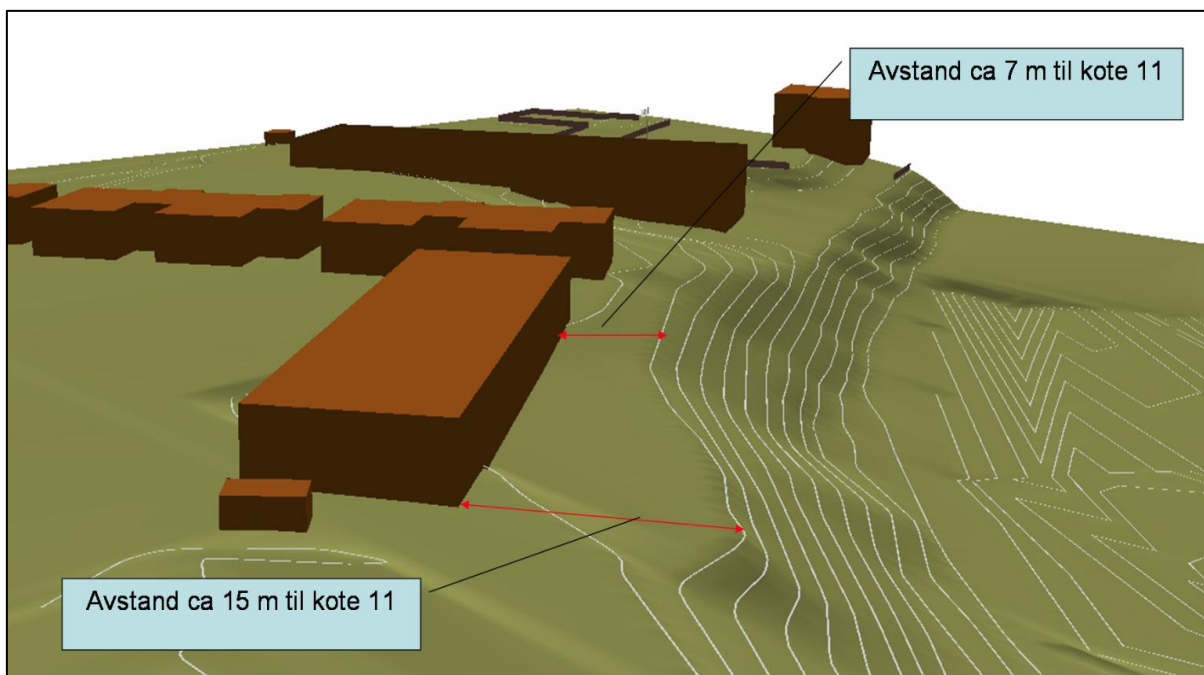
Resultatene fra rutineundersøkelsene er vist på tegning nr. 416475-RIG-TEG-010 og -011. Vanninnholdet på de opptatte prøvene ligger mellom 30-40 % ved i siltlagene og mellom 20-30 % i leirlagene. Prøvende viser en har en plastisitetsindex  $I_p$  på ca. 10-15 %, dvs middels plastisk leire. Kornfordeling på utvalgte prøver er vist på tegning nr. 416475-RIG-TEG-060. Resultatene fra treksialforsøkene er vist på tegning nr. 416475-RIG-TEG-090.1 til -091.5. Utførelsen av laboratorieundersøkelsene er beskrevet generelt i geoteknisk bilag 2.

## 5 Topografi og grunnforhold

### 5.1 Topografi

Den aktuelle tomte ligger på ca. kote + 12 og er relativt flat. Østover heller terrenget ned mot Norddalselva med ei helning på ca. 1:2. Elvebunnen ligger på ca. kote 0 og elveløpet er ca. 50 m bredt. Det er satt opp grunnmurer for planlagte boliger på skråningstoppen som ligger ca. 7-15 m fra skråningskanten (kote +11), se Figur 5-1.





Figur 5-1: Eksisterende grunnmurer på skråningstoppen.

## 5.2 Grunnforhold

De supplerende grunnundersøkelsene viser at grunnen består av lagdelte masser, bestående av sand, silt og leire. Ved borpunkt 1 er det registrert et topplag som består av sand og grus, med mektighet på ca. 5 m. Dette laget avtar nedover i skråningen og er neglisjerbart ved borpunkt 3. Under topplaget er det registrert siltige og sandige masser, noe leirig med innslag av skjellrester. Dette laget strekker seg ned til ca. kote -10 og ligger over betydelig fastere morenemasser som er antatt å strekke seg ned til fjell. Det er ikke påvist sensitive masser i de opptatte prøvene.

## 5.3 Grunnvann

Det er satt ned 2 poretrykksmålere i 2 forskjellige dybder i borpunkt 1, hhv 7 m og 15 m under terreng.

Poretrykkmålingene viser to grunnvannsnivåer, en ved ca. kote +5 og en ved ca. kote +2.5. Vi har videre antatt at grunnvannstanden korresponderer med elevnivået i bunnen av skråningen, dvs ca. kote 0.

## 6 Sluttkommentar

De supplerende grunnundersøkelsene viser ikke forekomst av sensitive masser ved ca. kote -8 som tidligere antatt i /1 /. Med bakgrunn i denne vurderingen er det ikke behov for 3.partskontroll av tiltaket iht. NVEs retningslinjer. Lokalstabiliteten i forbindelse med tiltaket må likevel dokumenteres tilfredsstillende iht. Eurokode 7, del 1 /6 /. Dette vil gjøres i separat prosjekteringsnotat.

## 7 Referanser

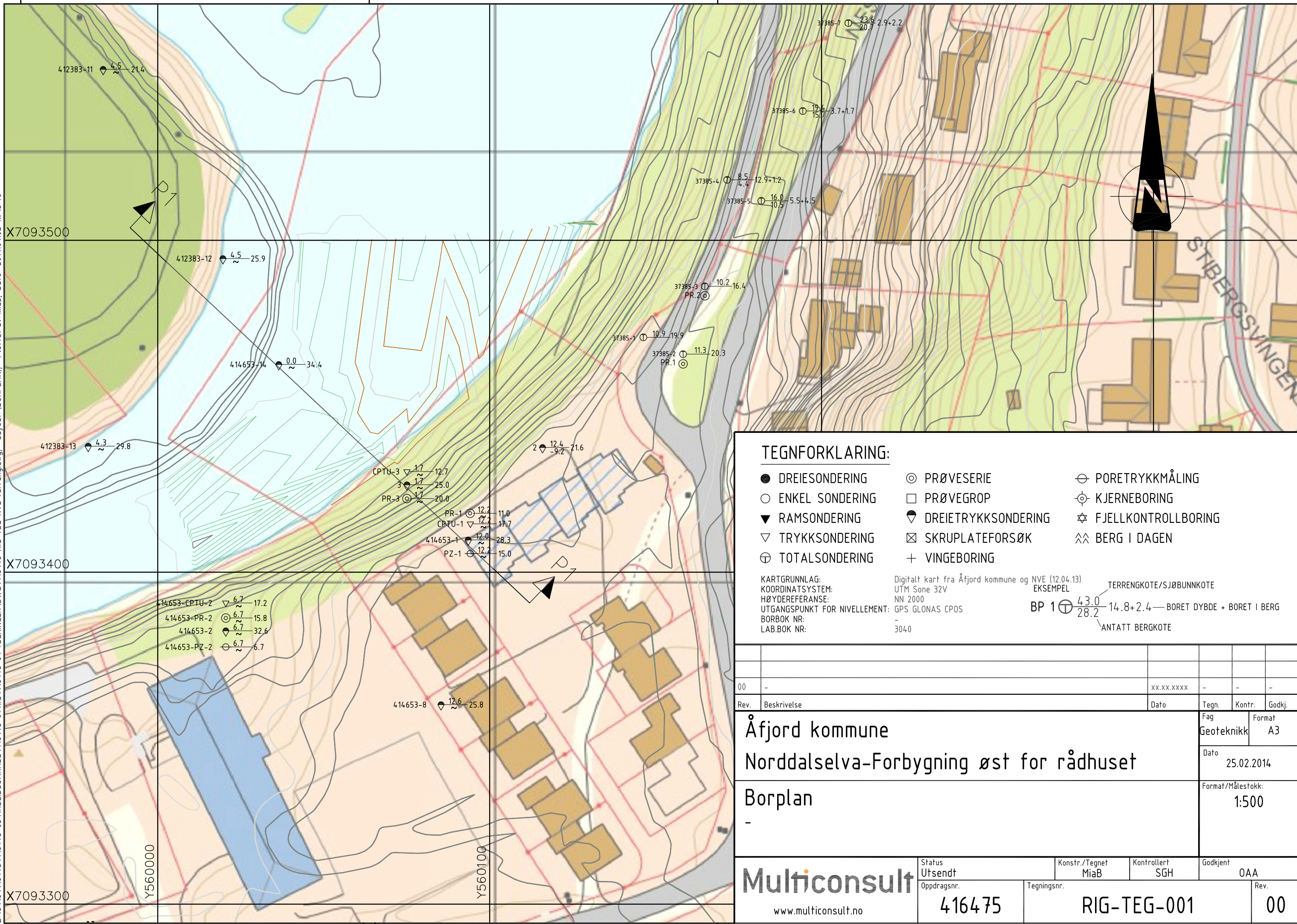
- /1 / Multiconsult rapport 414653-RIG-RAP-001 rev.02 Områderegulering Årnes, Grunnundersøkelser. Datarapport med geoteknisk vurdering. datert: 24.08.2012.
- /2 / NVE (2011). Retningslinjer (2/2011). Flaum og skredfare i arealplaner.
- /3 / Statens Vegvesen håndbok 016. Geoteknikk i veganlegg.
- /4 / NS-EN ISO 9001:2008. Systemer for kvalitetsstyring. Krav (ISO 9001:2008).
- /5 / Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner. NS-EN 1990:2002+NA:2008.
- /6 / Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering – Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver. NS-EN 1997-2:2007+NA2008
- /7 / Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning – Del1. Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger. NS-EN 1998-1:2004+NA2008.

Z:\04\16\4\164\75\4\164\75-01 RIG\4\164\75-04 TEGNING\DWG\4\164\75-RIG-TEG-000.dwg - Layout: (A4-Stående skjema) - Plottet av: miaB, Dato: 2014.03.31 kl 13:46



<b>Multiconsult</b> www.multiconsult.no	Oversiktskart Åfjord kommune Norddalselva-Forbygning øst for rådhuset Supplerende grunnundersøkelser	Status: - Konstr./Tegnet: MiaB Oppdragsnr: 416475	Fag: Geoteknikk Kontrollert: SGH Tegningsnr: RIG-TEG-000	Original format: A4 Godkjent: ARV Dato: 31.03.2014 Målestokk: 1:50 000 Rev: -
--	---	---	--	---

Z:\04\16\416475\416475-03 ARBEIDSRÅDE\416475-01 RIG\416475-04 TEGNINGER\DWG\416475-RIG-TEG-NVE Terreng.dwg, - Layout: (BORPLAN), - Plottet av: miab, Dato: 2014.04.02 kl 15:46



**TEGNFORKLARING:**

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

KARTGRUNNLAG: Digitalt kart fra Åfjord kommune og NVE (12.04.13)  
 KOORDINATSYSTEM: UTM Sone 32V  
 HØYDEREFERANSE: NN 2000  
 UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMENT: GPS GLONAS CPOS  
 BORBOK NR: -  
 LAB.BOK NR: 3040

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

	xx.xx.xxxx	-	-	-	
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Åfjord kommune			Fag	Format	
Norrdalselva-Forbygning øst for rådhuset			Geoteknikk	A3	
Borplan			Dato	25.02.2014	
-			Format/Målestokk:	1:500	
Status		Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	
Utsendt		MiaB	SGH	OAA	
Oppdragsnr.		Tegningsnr.	Rev.		
www.multiconsult.no		416475	RIG-TEG-001		00

TERRENGKOTE	+12.0 ↓	DYBDE m PRØVE	VANNINNHold OG KONSISTENSGRENSER %				n %	O <sub>gl</sub> %	ρ g/cm <sup>3</sup>	SKJÆRFASHTHET S <sub>u</sub> (kN/m <sup>2</sup> )					S <sub>t</sub>
			20	30	40	50				10	20	30	40	50	
SILT, finsandig		5													
									1,84 (1,85)						
SILT, finsandig, leirig		10													4 4
									1,88						
		15													
SAND, fin, enk. skjellrester															
Leirig, sandig, grusig enk. skjellrester									2,16 (1,97)						
LEIRE og SAND, lagdelt, enk. g...									2,15 (2,04)						3

PR = PRØVESERIE  
SK = SKOVLEBORING  
PG = PRØVEGROP  
VB = VINGEBORING

○ NATURLIG VANNINNHold  
— W<sub>L</sub> FLYTEGRENSE  
— W<sub>f</sub> — " — KONUSMETODE  
— W<sub>p</sub> PLASTISITETSGRENSE

n = PORØSITET  
O<sub>Na</sub> = HUMUSINNHold  
O<sub>gl</sub> = GLØDETAP  
ρ = DENSITET

▽ KONUSFORSØK  
▼ OMRØRT SKJÆRFASHTHET  
○ TRYKKFORSØK  
15-5% DEFORMASJON VED BRUDD  
+ VINGEBORING  
S<sub>t</sub> SENSITIVITET

LAB.BOK NR3040

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

## GEOTEKNISKE DATA

Åfjord kommune  
Nordalselva-forbygning øst for rådhuset  
Grunnundersøkelse

Boring nr.  
1

Tegningens filnavn  
416475-RIG-TEG-010.dwg

Borplan nr.  
001

Boret dato:  
03.02.2014

**Multi**  
consult

**Multiconsult**

Dato 18.03.2014

Tegnet vt/truk

Kontrollert MiaB

Godkjent SGH

Oppdragsnr.  
416475

Tegningsnr.  
RIG-TEG-010

Rev.

7486 TRONDHEIM  
Tlf.: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70

TERRENGKOTE	+1.7 ↓	DYBDE m PRØVE	VANNINNHold OG KONSISTENSGRENSER %					n %	O <sub>gl</sub> %	ρ <sub>g</sub> g/cm <sup>3</sup>	SKJÆRFASHTHET S <sub>u</sub> (kN/m <sup>2</sup> )					S <sub>t</sub>	
			20	30	40	50	10				20	30	40	50			
		5															
SILT,leirfattig,enk.skjellreste										2,04 (1,98)		▽				62	3
LEIRE,meget tynne siltlag										2,01 (2,01)		▽		○	▽		5
LEIRE,tynne sandlag,enk.smd gruskorn		10								2,08 (2,16)		▽		○	▽		3
		15															4

PR = PRØVESERIE  
SK = SKOVLEBORING  
PG = PRØVEGROP  
VB = VINGEBORING

○ NATURLIG VANNINNHold  
→ w<sub>L</sub> FLYTEGRENSE  
w<sub>f</sub> —" — KONUSMETODE  
— w<sub>p</sub> PLASTISITETSGRENSE

n = PORØSITET  
O<sub>Na</sub> = HUMUSINNHold  
O<sub>gl</sub> = GLØDETAP  
ρ = DENSITET

▽ KONUSFORSØK  
▼ OMRØRT SKJÆRFASHTHET  
○ TRYKKFORSØK  
15-Ø5% DEFORMASJON VED BRUDD  
+ VINGEBORING  
S<sub>t</sub> SENSITIVITET

LAB.BOK NR3040

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

## GEOTEKNISKE DATA

Åfjord kommune  
Nordalselva-forbygning øst for rådhuset  
Grunnundersøkelse

Boring nr.  
3

Tegningens filnavn  
416475-RIG-TEG-011.dwg

Borplan nr.  
001

Boret dato:  
29.01.2014

**Multi  
consult**

**Multiconsult**

Dato 19.03.2014

Tegnet truk

Kontrollert MiaB

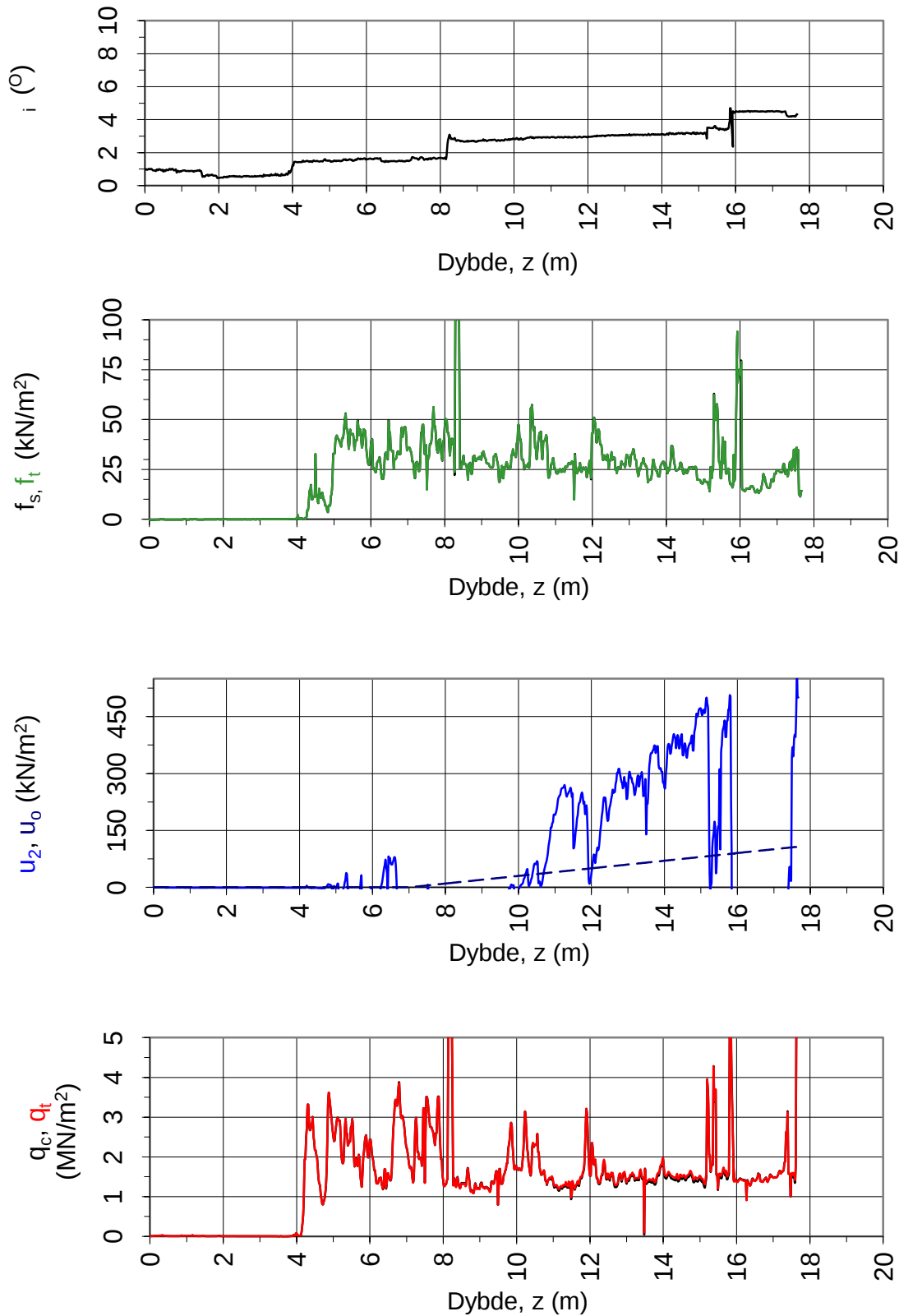
Godkjent SGH

Oppdragsnr.  
416475

Tegningsnr.  
RIG-TEG-011

Rev.

7486 TRONDHEIM  
Tlf.: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70



Oppdragsgiver:

Oppdrag:

Tegningens filnavn:

**Åfjord kommune, Norddalselva-forbygning øst for rådhuset**

BP.1\_CPTU\_EXTRA v4 0

Spissmotstand  $q_{c,t}$ , poretrykk  $u_2$ , sidefriksjon  $f_{s,t}$  og helning  $i$ .

**Multiconsult**

CPTU id.:

1

Sonde:

4446

**MULTICONSULT AS**

Dato:

04.02.2014

Tegnet:

MIAB

Kontrollert:

SGH

Godkjent:

ARV

Oppdrag nr.:

416475

Tegning nr.:

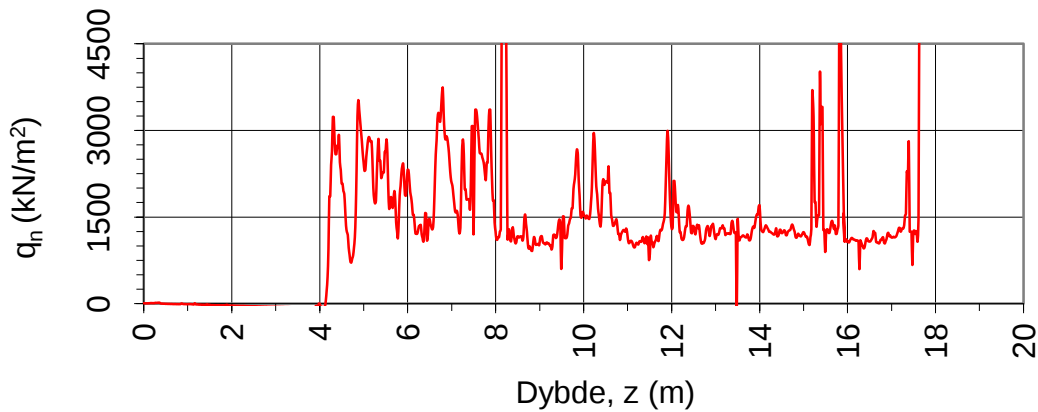
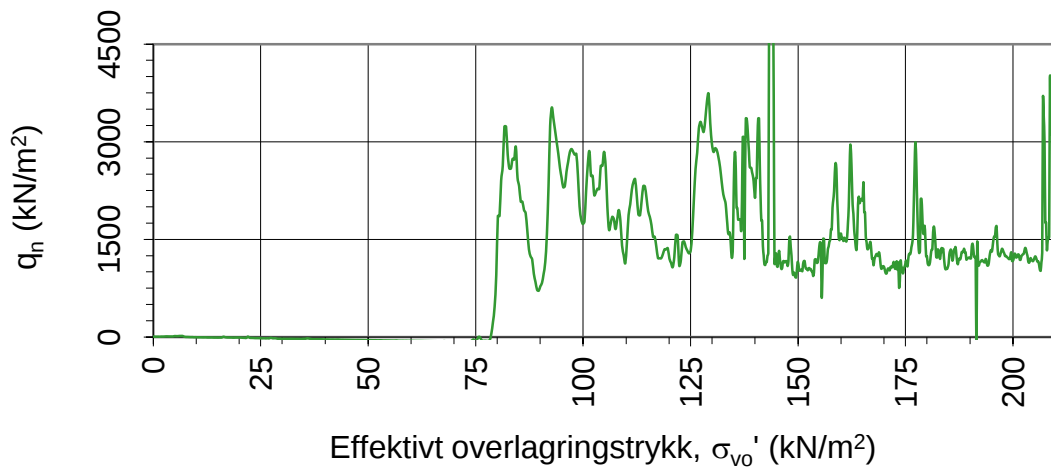
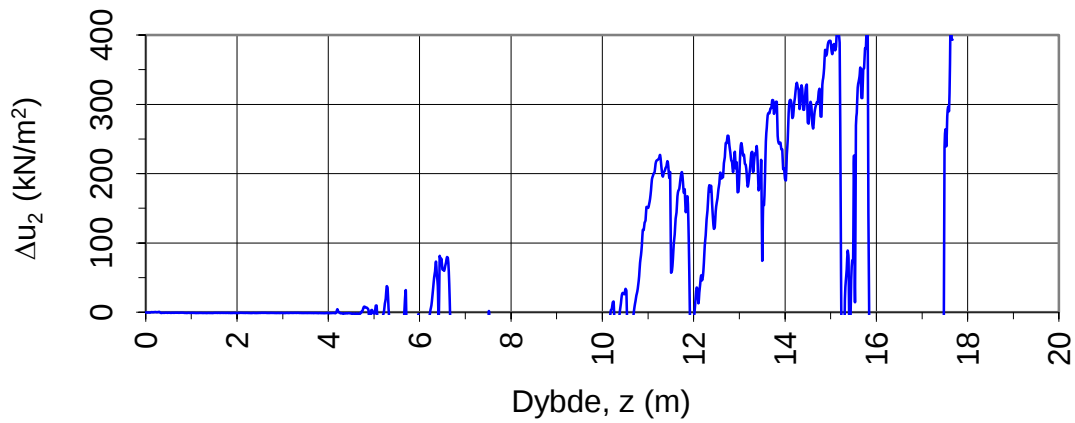
RIG-TEG-040.1

Versjon:

28.11.2013

Revisjon:

0



Oppdragsgiver: **Åfjord kommune, Norddalselva-forbygning øst for rådhuset**

Oppdrag:

Tegningens filnavn:  
BP.1\_CPTU\_EXTRA v4.0

Netto spissmotstand  $q_n$  og poreovertrykk  $\Delta u_2$ .

**Multiconsult**

CPTU id.:

1

Sonde:

4446

**MULTICONSULT AS**

Dato:

04.02.2014

Tegnet:

MIAB

Kontrollert:

SGH

Godkjent:

ARV

Oppdrag nr.:

416475

Tegning nr.:

RIG-TEG-040.2

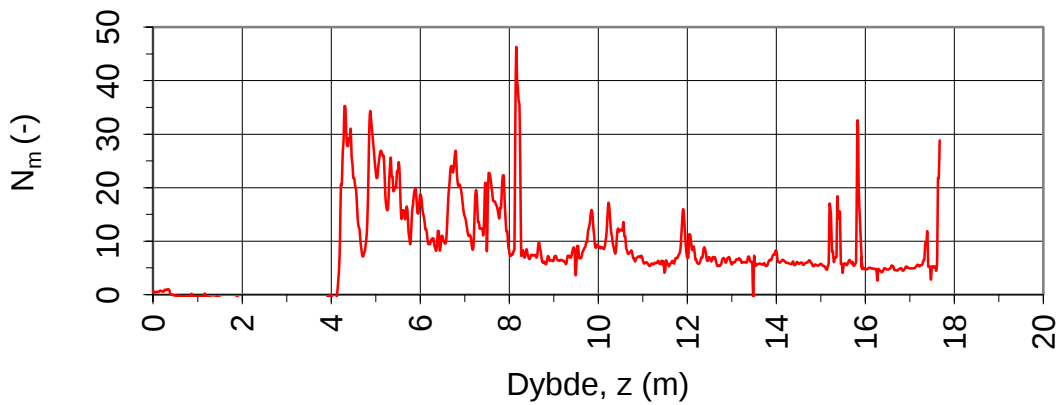
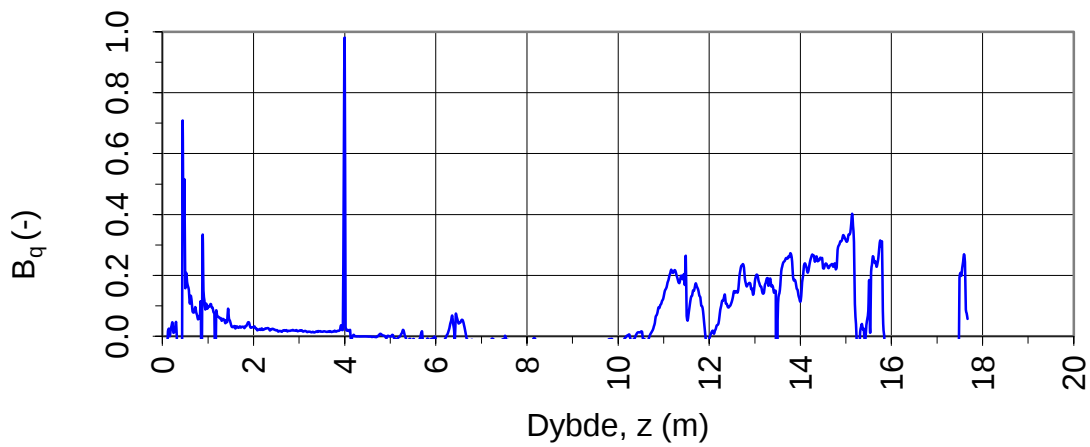
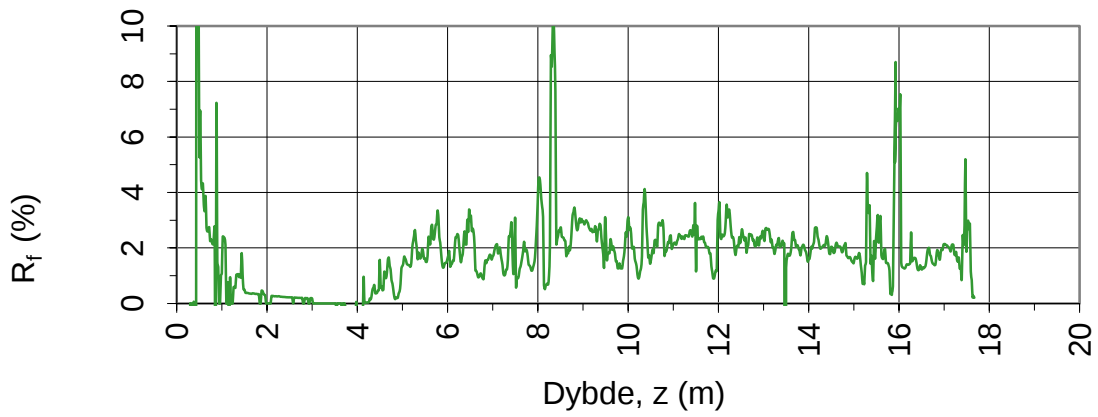
Versjon:

28.11.2013

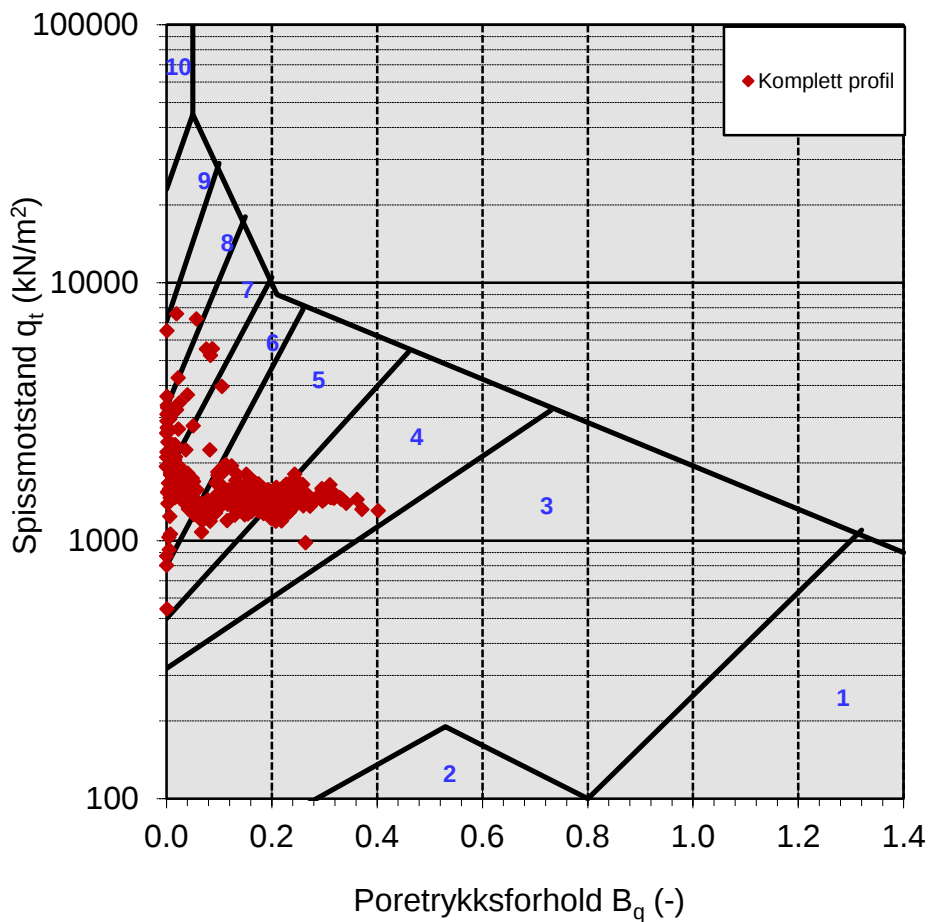
Revisjon:

0





Oppdragsgiver: <b>Åfjord kommune, Norddalselva-forbygning øst for rådhuset</b>		Oppdrag: <b>Åfjord kommune, Norddalselva-forbygning øst for rådhuset</b>		Tegningens filnavn: BP.1_CPTU_EXTRA v4.0
Spissmotstandstall $N_m$ , poretrykks- $B_q$ og friksjonsforhold $R_f$ .				<b>Multiconsult</b>
CPTU id.:	1	Sonde:	4446	
<b>MULTICONSULT AS</b>	Dato: 04.02.2014	Tegnet: MIAB	Kontrollert: SGH	Godkjent: ARV
	Oppdrag nr.: 416475	Tegning nr.: RIG-TEG-040.3	Versjon: 28.11.2013	Revisjon: 0



Jordartsid.	Beskrivelse	Identifikasjon
1	Sensitivt, finkornig materiale	
2	Organisk materiale	
3	Leire	Ved variasjon i jordartgruppe brukes begge Id-boksene for å beskrive materialet (eks. 5-7)
4	Leire - siltig leire	
5	Leirig silt - siltig leire	
6	Sandig silt - leirig silt	
7	Siltig sand - sandig silt	
8	Sand - siltig sand	
9	Sand	
10	Grusig sand - sand	
11	Meget fast, finkornig materiale	
12	Sand - leirig sand	

Oppdragsgiver:

Åfjord kommune, Norddalselva-forbygning øst for rådhuset

Jordartsidentifikasjon fra CPTU data -  $q_t$  og  $B_q$ .

CPTU id.:

1

Sonde:

4446

MULTICONSULT AS

Dato:  
04.02.2014

Tegnet:  
MIAB

Kontrollert:  
SGH

Godkjent:  
ARV

Oppdrag nr.:  
416475

Tegning nr.:  
RIG-TEG-040.4

Versjon:  
28.11.2013


Revisjon:  
0

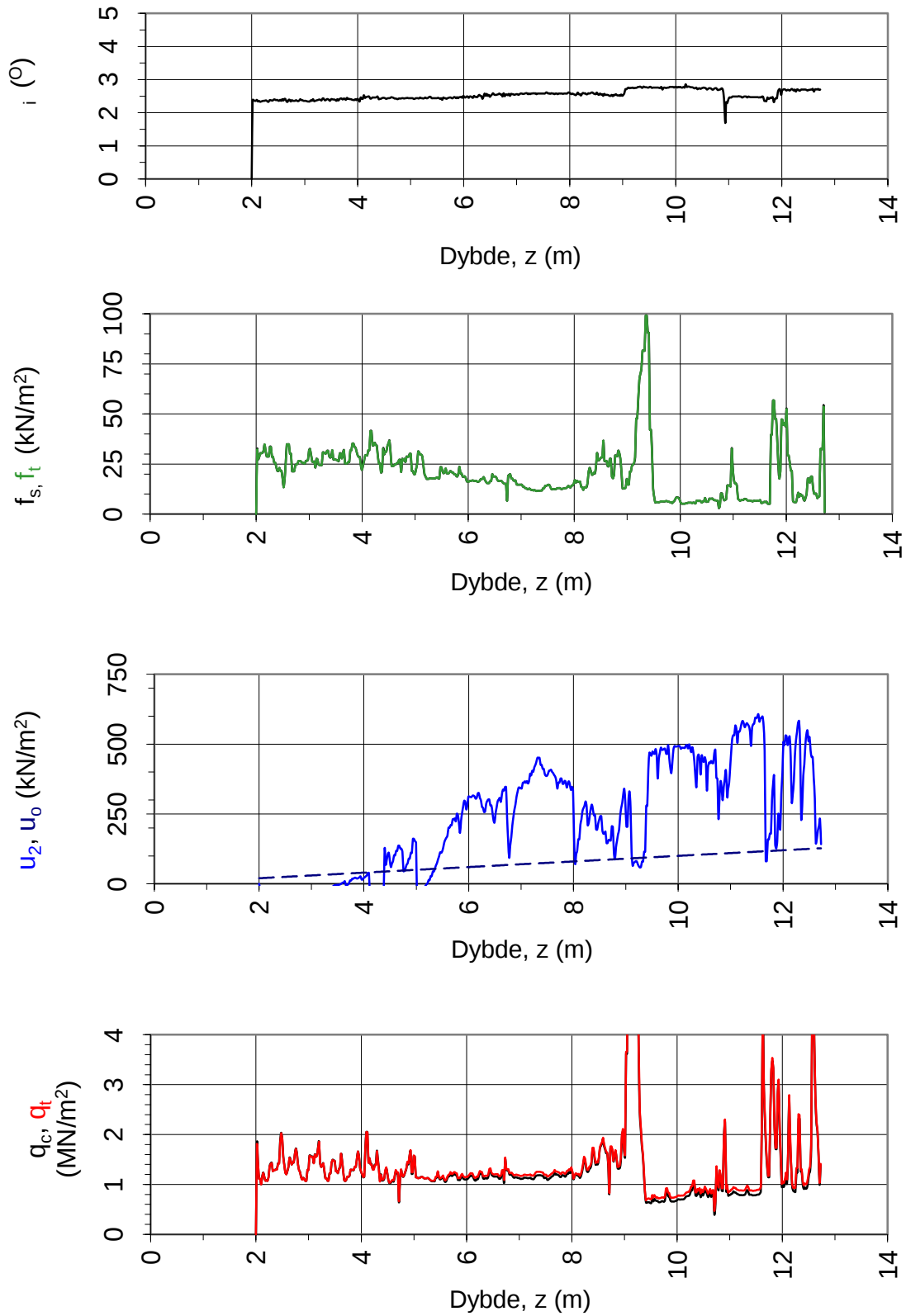
Tegningens filnavn:

BP.1\_CPTU\_EXTRA v4 0

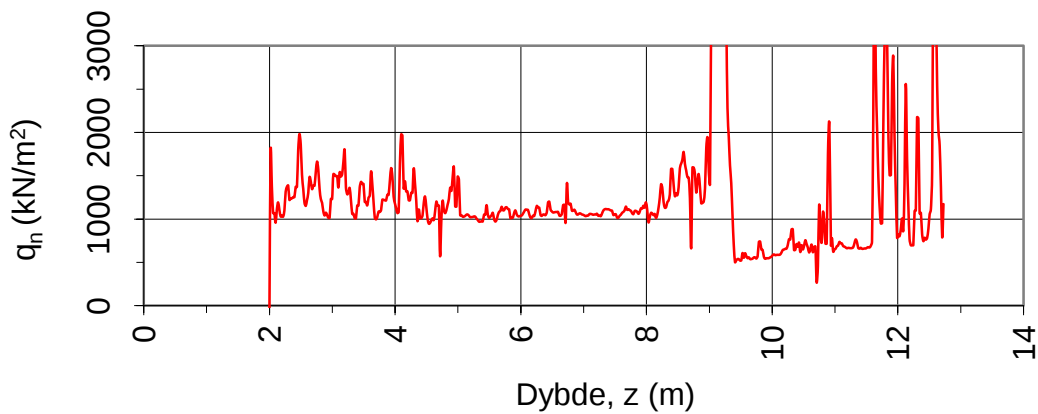
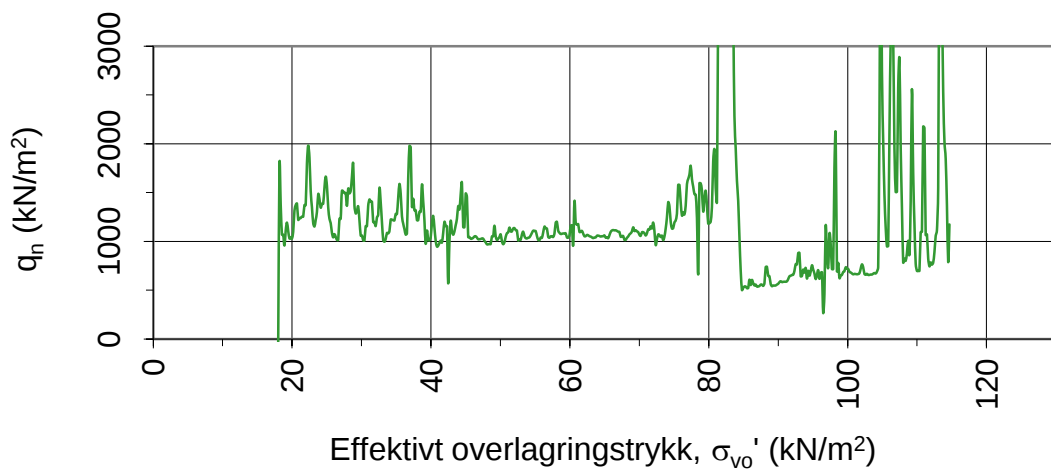
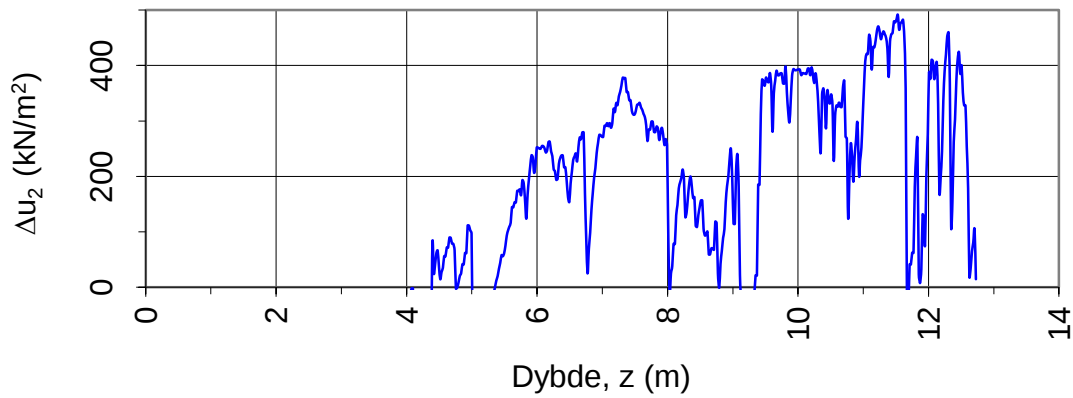
**Multiconsult**

# DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	<b>4584</b>	Sondetype:	Nova
<b>SONDEDATA</b>			
Arealforhold, a:	<b>0.836</b>	Arealforhold, b:	<b>0.000</b>
Kalibreringsdato:	11.10.2012	Utførende:	Geotech AB
EGENSKAP (fra kalibreringsark)	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimum spenning (MPa):	50.0	0.5	2.0
Måleområde (MPa):	50.0	0.5	2.0
Oppløsning, 2 <sup>12</sup> bit (kPa):	0	0	0
Oppløsning, 2 <sup>18</sup> bit (kPa):	0.59	0.01	0.02
Max. temp. effekt, ubelastet (kPa):	31.06	0.67	0.51
Temperaturområde (°C):	0-40	0-40	0-40
Merknad 1:			
Merknad 2:			
<b>UTFØRELSE</b>			
Borleder:	Stian Langolf	Assistent:	Oddbjørn Rønning
Filtertype:		Mettemedium:	
Mettemetode:		Lufttemperatur (°C):	
Forankring:		Max. helning (°):	4.7
<b>MÅLEVARIABLE</b>			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt (kPa):	4.66	0.10	0.08
<b>NULLPUNKTKONTROLL</b>			
Faktor	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering (DOS):			
Etter sondering (DOS):			
Avvik (DOS) (kPa):	0.0	0.0	0.0
Før sondering (Windows):	7.343	123.900	266.800
Etter sondering (Windows):	0.005	0.000	0.400
Avvik (Windows) (kPa):	5.3	0.0	0.4
<b>NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE</b>			
Målestørrelse	Spissmotstand	Friksjon	Poretrykk
Samlet nøyaktighet, $\Delta_{TOT}$ (kPa)	10.54	0.11	0.50
Tillatt nøyaktighet A1, $\Delta_k$ (kPa)	35.0	5.0	10.0
Tillatt nøyaktighet A2, $\Delta_k$ (kPa)	100.0	15.0	25.0
Tillatt nøyaktighet A3, $\Delta_k$ (kPa)	200.0	25.0	50.0
Vurdering profil	<b>1</b>		
ANVENDELSESKLASSE	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
Oppdragsgiver:	Oppdrag:		
Åfjord kommune, Norddalselva-forbygning øst for rådhuset			
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet.			
CPTU id.:	1	Sonde:	4446
<b>MULTICONSULT AS</b>	Dato:	04.02.2014	Tegnet: Kontrollert:
			MIAB SGH
	Oppdrag nr.:	416475	Tegning nr.:
		RIG-TEG-040.5	28.11.2013



Oppdragsgiver:		Oppdrag:		Tegningens filnavn:	
<b>Åfjord kommune, Norddalselva-forbygning øst for rådhuset</b>				BP.3_CPTU_EXTRA v4 0	
Spissmotstand $q_{c,t}$ , poretrykk $u_2$ , sidefriksjon $f_{s,t}$ og helning $i$ .				<b>Multiconsult</b>	
CPTU id.:	3	Sonde:	4446		
<b>MULTICONSULT AS</b>	Dato:	Tegnet:	Kontrollert:	Godkjent:	
	30.01.2014	MIAB	SGH	ARV	
	Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Versjon:	Revisjon:	
	416475	RIG-TEG-041.1	28.11.2013	0	



Oppdragsgiver:

**Åfjord kommune, Norddalselva-forbygning øst for rådhuset**

Oppdrag:

Tegningens filnavn:

BP.3\_CPTU\_EXTRA v4 0

Netto spissmotstand  $q_n$  og poreovertrykk  $\Delta u_2$ .

**Multiconsult**

CPTU id.:

3

Sonde:

4446

**MULTICONSULT AS**

Dato:

30.01.2014

Tegnet:

MIAB

Kontrollert:

SGH

Godkjent:

ARV

Oppdrag nr.:

416475

Tegning nr.:

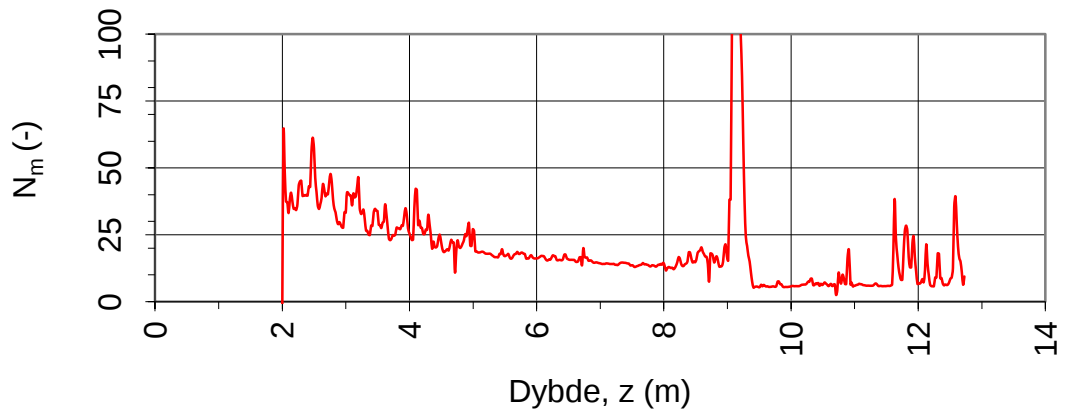
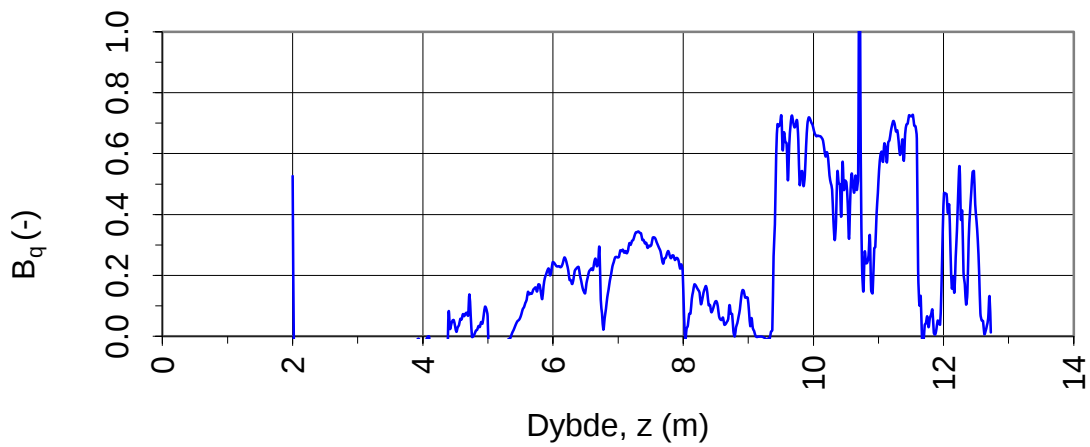
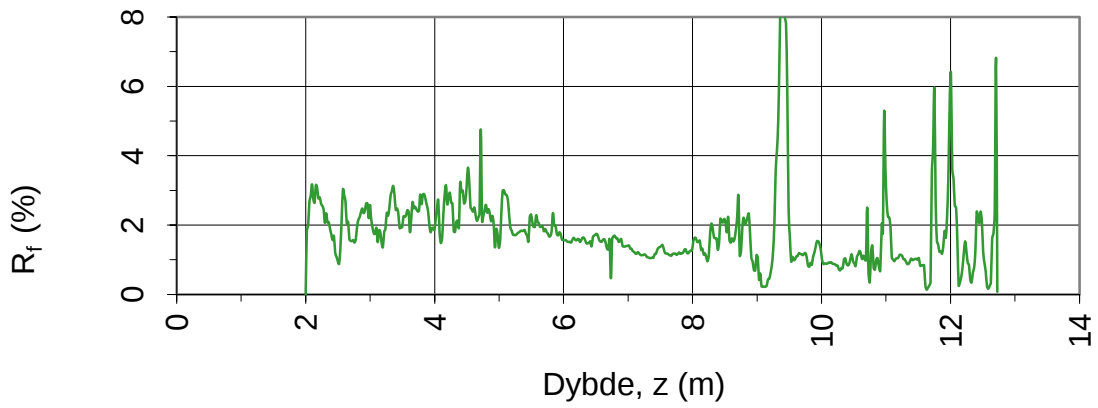
RIG-TEG-041.2

Versjon:

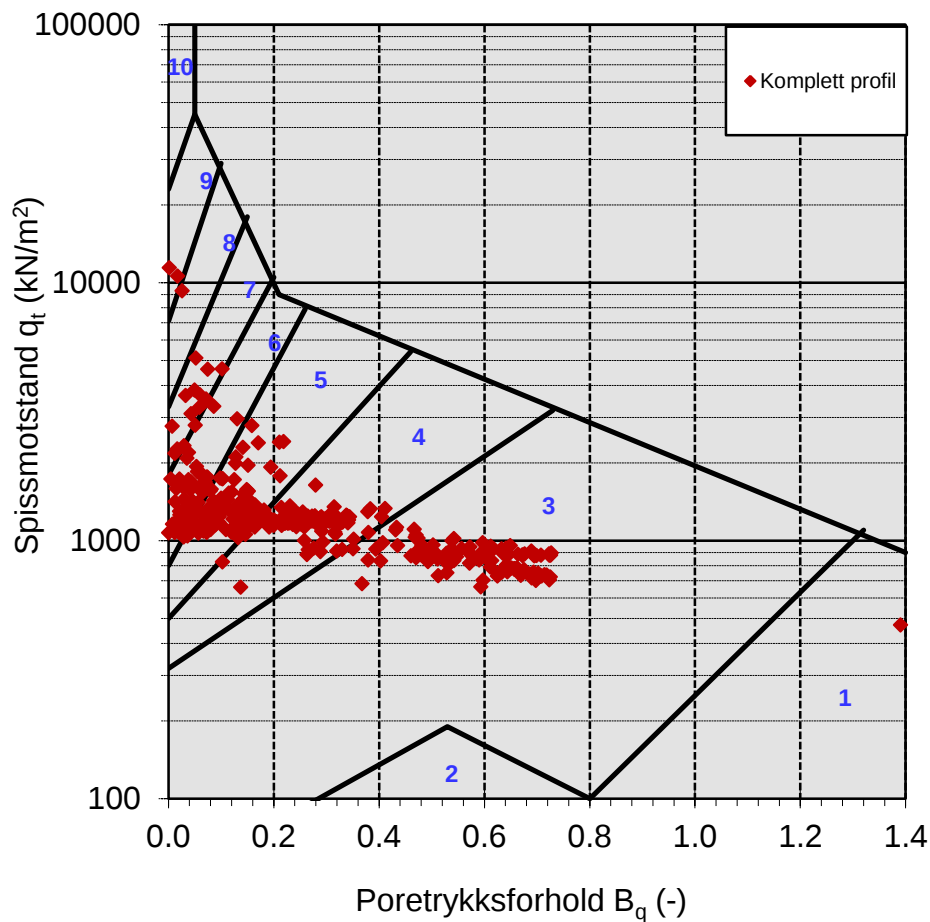
28.11.2013

Revisjon:

0



Oppdragsgiver: <b>Åfjord kommune, Norddalselva-forbygning øst for rådhuset</b>		Oppdrag: <b>Spissmotstandstall <math>N_m</math>, poretrykks- <math>B_q</math> og friksjonsforhold <math>R_f</math>.</b>		Tegningens filnavn: BP.3_CPTU_EXTRA v4 0	
CPTU id.:	3	Sonde:	4446	<b>Multiconsult</b>	
<b>MULTICONSULT AS</b>	Dato: 30.01.2014	Tegnet: MIAB	Kontrollert: SGH		Godkjent: ARV
	Oppdrag nr.:	416475	Tegning nr.:	RIG-TEG-041.3	Versjon: 28.11.2013



Jordartsid.	Beskrivelse	Identifikasjon
1	Sensitivt, finkornig materiale	
2	Organisk materiale	
3	Leire	Ved variasjon i jordartgruppe brukes begge Id-boksene for å beskrive materialet (eks. 5-7)
4	Leire - siltig leire	
5	Leirig silt - siltig leire	
6	Sandig silt - leirig silt	
7	Siltig sand - sandig silt	
8	Sand - siltig sand	
9	Sand	
10	Grusig sand - sand	
11	Meget fast, finkornig materiale	
12	Sand - leirig sand	

Oppdragsgiver:

Åfjord kommune, Norddalselva-forbygning øst for rådhuset

Jordartsidentifikasjon fra CPTU data -  $q_t$  og  $B_q$ .

CPTU id.:

3

Oppdrag:

Tegningens filnavn:

BP.3\_CPTU\_EXTRA v4 0

**Multiconsult**

MULTICONSULT AS

Dato:  
30.01.2014

Tegnet:  
MIAB

Kontrollert:  
SGH

Godkjent:  
ARV


Oppdrag nr.:  
416475

Tegning nr.:  
RIG-TEG-041.4

Versjon:  
28.11.2013

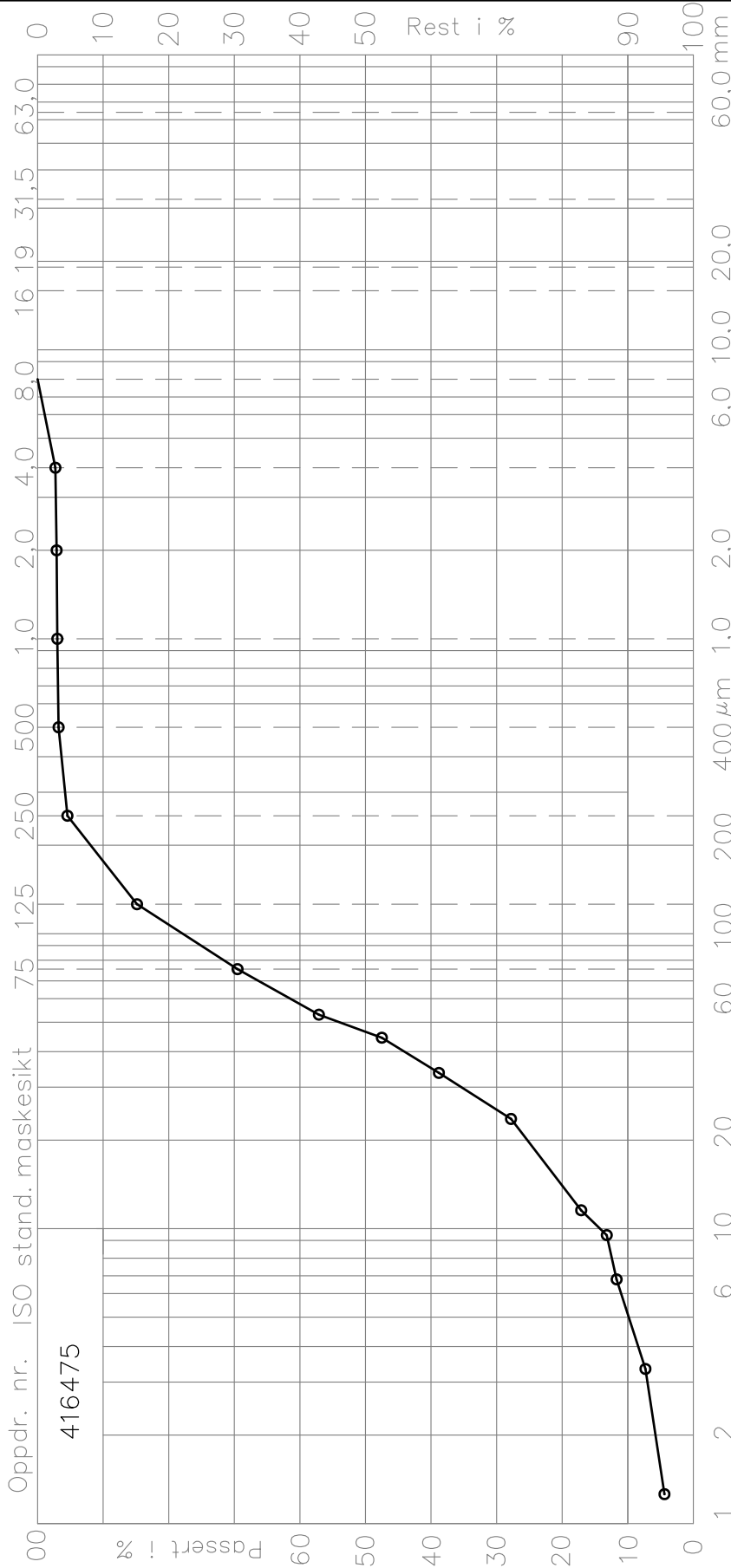
Revisjon:  
0

# DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	<b>4584</b>	Sondetype:	Nova
<b>SONDEDATA</b>			
Arealforhold, a:	<b>0.836</b>	Arealforhold, b:	<b>0.000</b>
Kalibreringsdato:	11.10.2012	Utførende:	Geotech AB
EGENSKAP (fra kalibreringsark)	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimum spenning (MPa):	50.0	0.5	2.0
Måleområde (MPa):	50.0	0.5	2.0
Oppløsning, 2 <sup>12</sup> bit (kPa):	0	0	0
Oppløsning, 2 <sup>18</sup> bit (kPa):	0.59	0.01	0.02
Max. temp. effekt, ubelastet (kPa):	31.06	0.67	0.51
Temperaturområde (°C):	0-40	0-40	0-40
Merknad 1:			
Merknad 2:			
<b>UTFØRELSE</b>			
Borleder:	Sian Langolf	Assistent:	Jan Eivind Larsen (innleid)
Filtertype:		Mettemedium:	
Mettemetode:		Lufttemperatur (°C):	
Forankring:		Max. helning (°):	2.9
<b>MÅLEVARIABLE</b>			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt (kPa):	4.66	0.10	0.08
<b>NULLPUNKTKONTROLL</b>			
Faktor	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering (DOS):			
Etter sondering (DOS):			
Avvik (DOS) (kPa):	0.0	0.0	0.0
Før sondering (Windows):	7.400	124.000	2666.000
Etter sondering (Windows):	0.012	-0.300	-5.000
Avvik (Windows) (kPa):	11.8	-0.3	-5.0
<b>NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE</b>			
Målestørrelse	Spissmotstand	Friksjon	Poretrykk
Samlet nøyaktighet, $\Delta_{TOT}$ (kPa)	17.04	0.41	5.10
Tillatt nøyaktighet A1, $\Delta_k$ (kPa)	35.0	5.0	10.0
Tillatt nøyaktighet A2, $\Delta_k$ (kPa)	100.0	15.0	25.0
Tillatt nøyaktighet A3, $\Delta_k$ (kPa)	200.0	25.0	50.0
Vurdering profil	<b>1</b>		
ANVENDELSESKLASSE	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
Oppdragsgiver:	Oppdrag:		
Åfjord kommune, Norddalselva-forbygning øst for rådhuset			
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet.			
CPTU id.:	3	Sonde:	4446
<b>MULTICONSULT AS</b>	Dato:	Tegnet:	Kontrollert:
	30.01.2014	MIAB	SGH
	Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Versjon:
	416475	RIG-TEG-041.5	28.11.2013



LEIR		SILT		SAND			GRUS			STEIN
FIN	MIDDELS	GROV	FIN	MIDDELS	GROV	FIN	MIDDELS	GROV		



Symb. PR.seriernr	Dybde	Jordartsbetegnelse	Metode	
			Tørrsikt	Våt + Tørr Sikt
1	11,52	SILT, finsandig, leirig	X	X

# KORNGRADERING

Åfjord kommune  
 Nordalselva-forbygning øst for rådhuset

Boring nr. 1  
 Borplan nr. 001  
 Boret dato: 30.01.2014



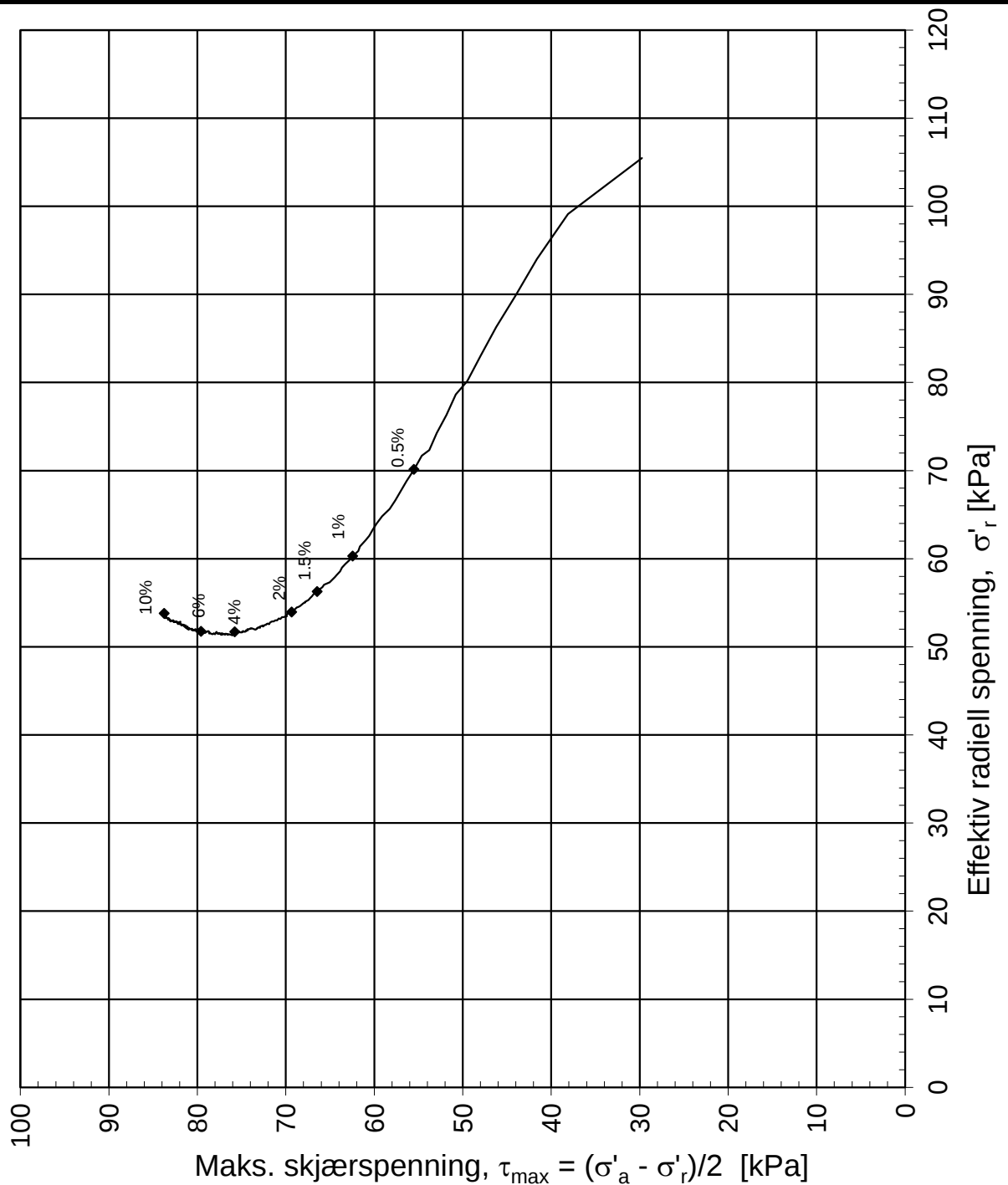
**Multiconsult**  
 7486 TRONDHEIM  
 Tlf.: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70

Dato 18.03.2014  
 Oppdragsnr. 416475

Konstr./Tegnet truk  
 Tegningsnr. RIG-TEG-060

Kontrollert MiaB

Godkjent SGH  
 Rev.



Konsolideringsspenning, aksial:	$\sigma'_{ac}$ (kPa):	164.98
Konsolideringsspenning, radial:	$\sigma'_{rc}$ (kPa):	105.47
Volumtøyning i konsolideringsfase:	$\varepsilon_{vol}$ (%) = $\Delta V/V_0$ :	3.69
Baktrykk $u_b$ (kPa):	500	B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c$ (-): 0.92
Vanninnhold $w_i$ (%):	35.36	Densitet $\rho_i$ (g/cm <sup>3</sup> ): 1.88

**Afjord kommune**

**Nordalselva-forbygning øst for rådhuset**

Treaksialforsøk. Deviatorspenningssti. NTNU-plott.

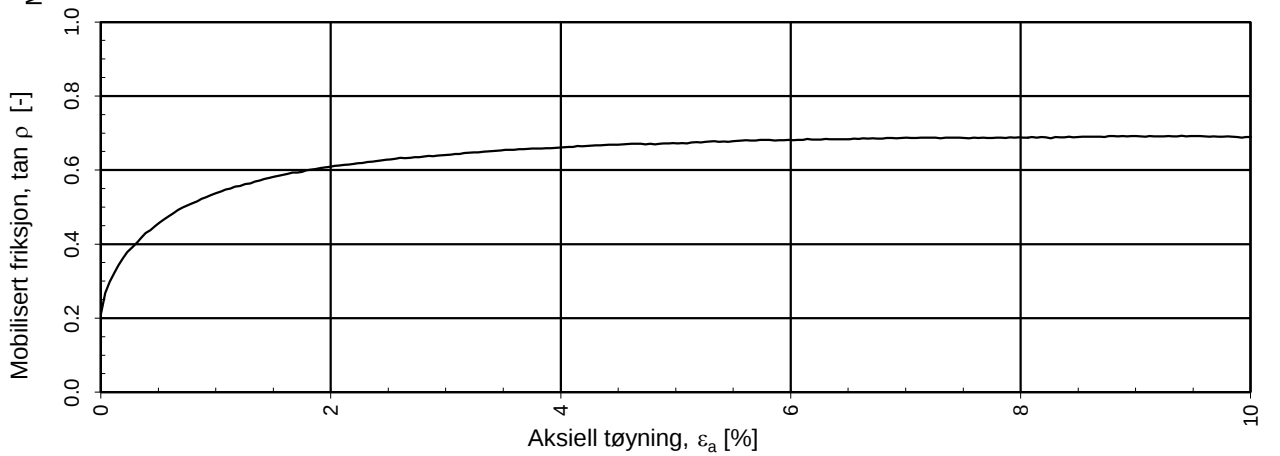
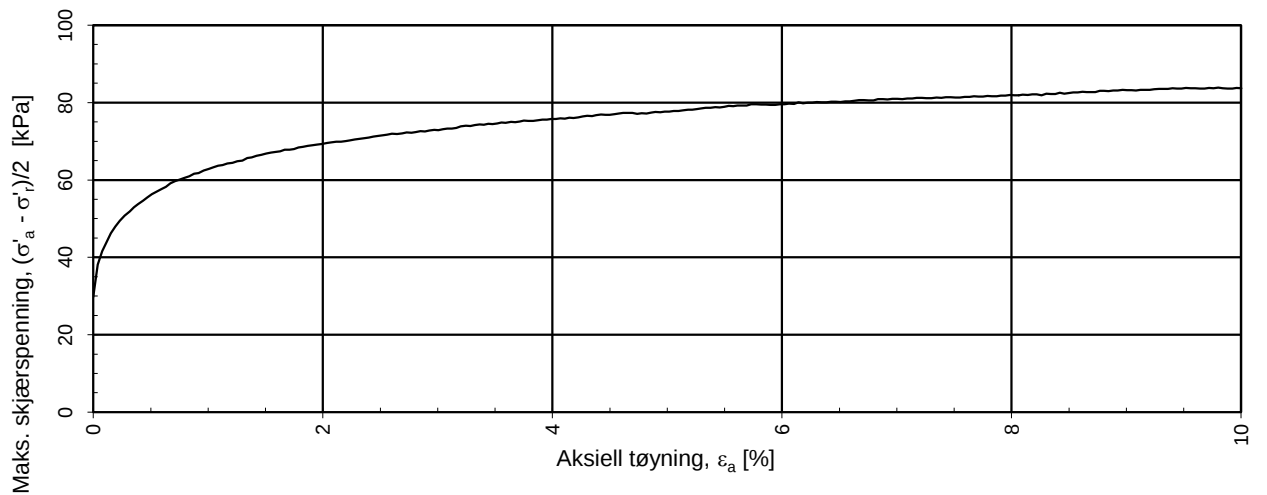
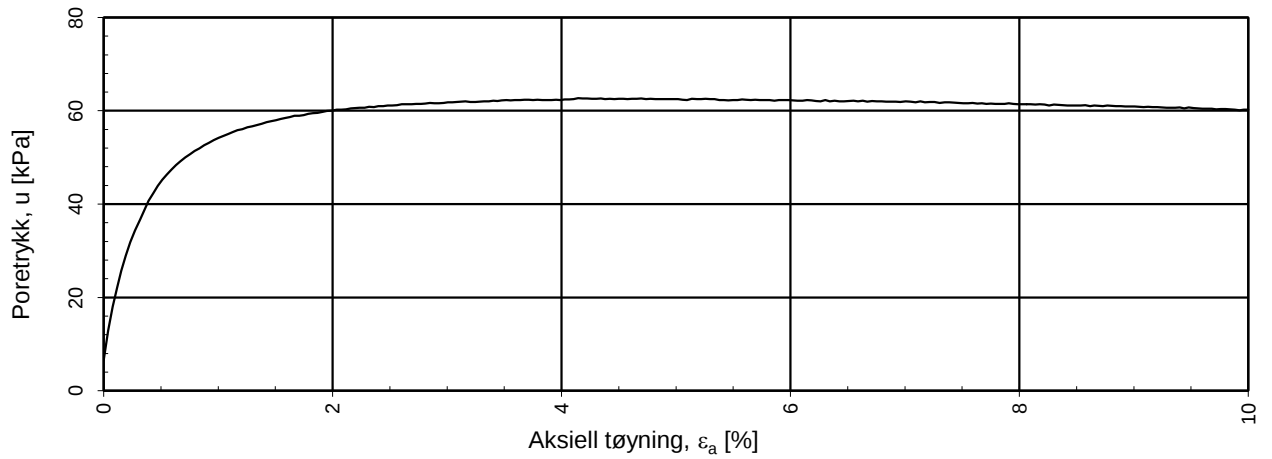
Tegningens filnavn:  
416475-RIG-TEG-090\_h1, 11.4m



**Multiconsult**  
Sluppenvegen 23,  
7486 TRONDHEIM  
Tlf.: 73 10 62 00

Forsøksdato: 12.02.2014	Dybde, z (m): 11.40	Borpunkt nr.: 1
Forsøk nr.: 1	Tegnet: truk	Kontrollert: MiaB
Oppdrag nr.: 416475	Tegning nr.: RIG-TEG-090.1	Prosedyre: CAUa

Godkjent: SGH
Programrevisjon: 05.01.2014



$a = 10$  kPa benyttet for tolkning av  $\tan \rho$

Åfjord kommune

Nordalselva-forbygning øst for rådhuset

Treaksialforsøk. Poretrykks- og mobiliseringsforløp.

Tegningens filnavn:

416475-RIG-TEG-090\_h1, 11.4m

**Multi**  
consult

**Multiconsult**

Sluppenvegen 23,  
7486 TRONDHEIM  
Tlf.: 73 10 62 00  
Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:

12.02.2014

Dybde,  $z$  (m):

11.40

Borpunkt nr.:

1

Forsøk nr.:

1

Tegnet:

truk

Kontrollert:

MiaB

Godkjent:

SGH

Oppdrag nr.:

416475

Tegning nr.:

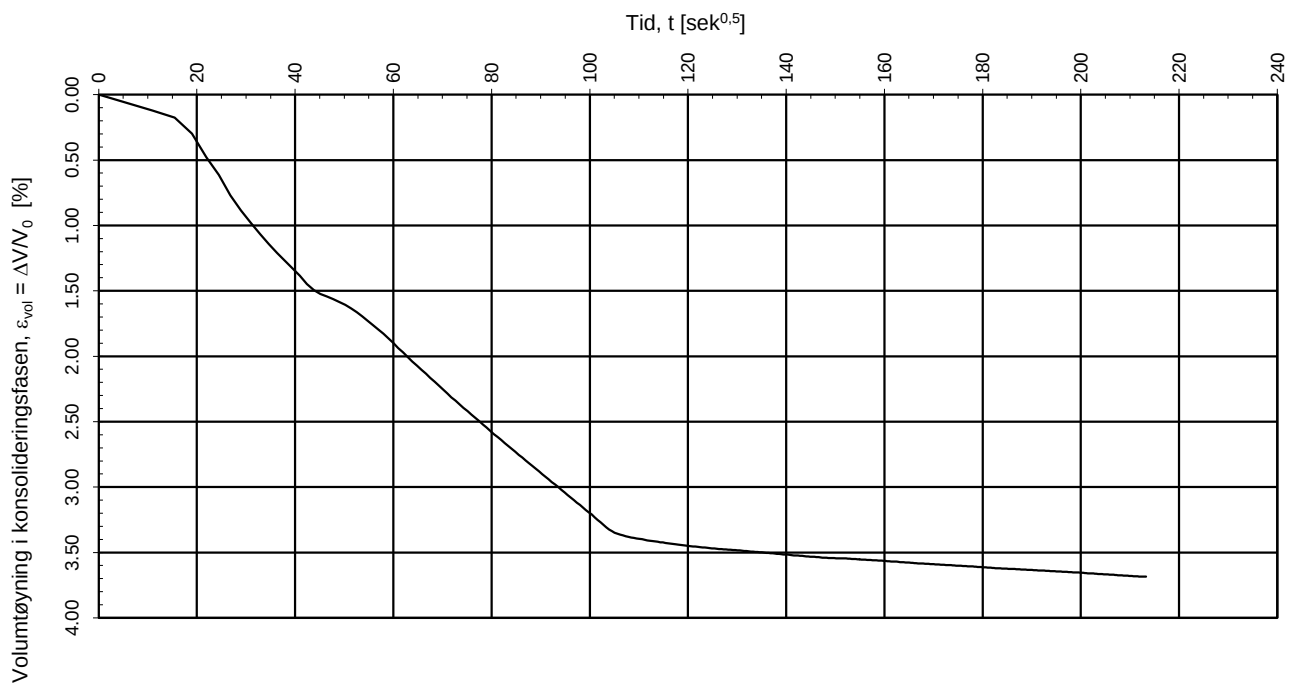
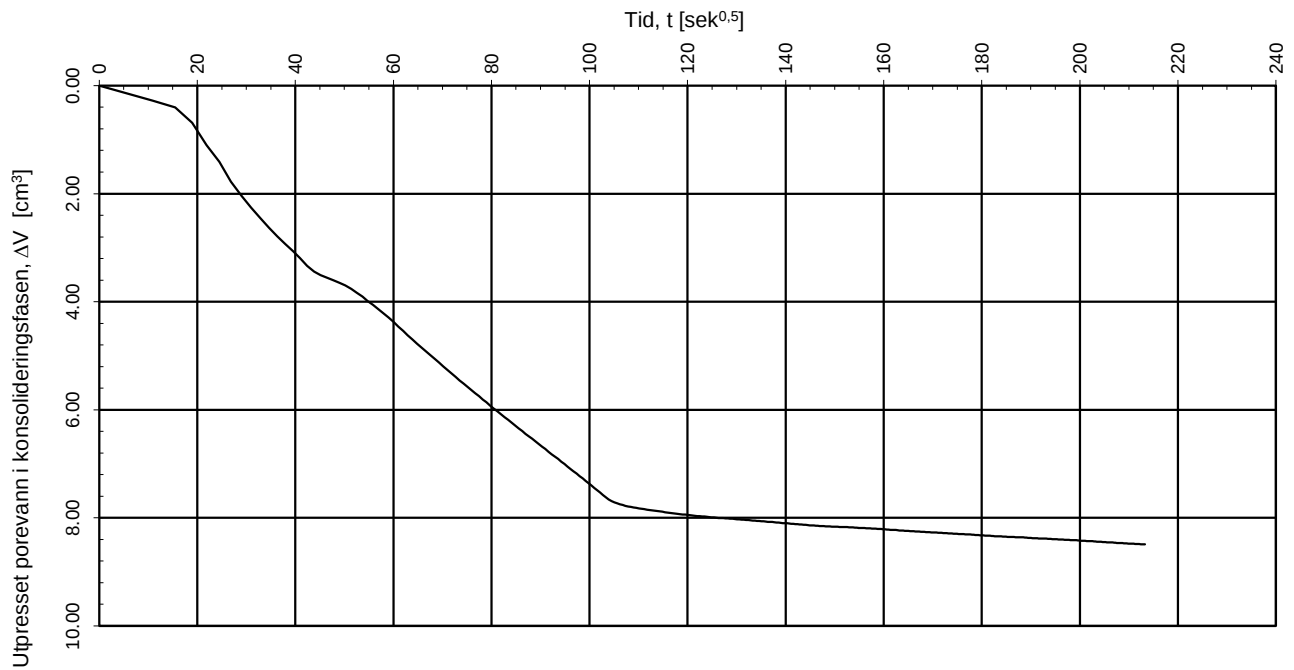
RIG-TEG-090.4

Prosedyre:

CAUa

Programrevisjon:

05.01.2014



Konsolideringsspenning, aksial:	$\sigma'_{ac}$ (kPa):	164.98
Konsolideringsspenning, radial:	$\sigma'_{rc}$ (kPa):	105.47
Volumtøyning i konsolideringsfase:	$\varepsilon_{vol}$ (%) = $\Delta V/V_0$ :	3.69
Baktrykk $u_b$ (kPa):	500	B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c$ (-): 0.92
Vanninnhold $w_i$ (%):	35.36	Densitet $\rho_i$ (g/cm <sup>3</sup> ): 1.88

### Afjord kommune

### Nordalselva-forbygning øst for rådhuset

Treaksialforsøk. Vannutpressing - tid, konsolideringsfase.

**Multiconsult**  
 Sluppenvegen 23,  
 7486 TRONDHEIM  
 Tlf.: 73 10 62 00  
 Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:  
12.02.2014

Dybde, z (m):  
11.40

Borpunkt nr.:  
1

Forsøk nr.:  
1

Tegnet:  
truk

Kontrollert:  
MiaB

Oppdrag nr.:  
416475

Tegning nr.:  
RIG-TEG-090.5

Prosedyre:  
CAUa

Tegningens filnavn:

416475-RIG-TEG-090\_h1, 11.4m

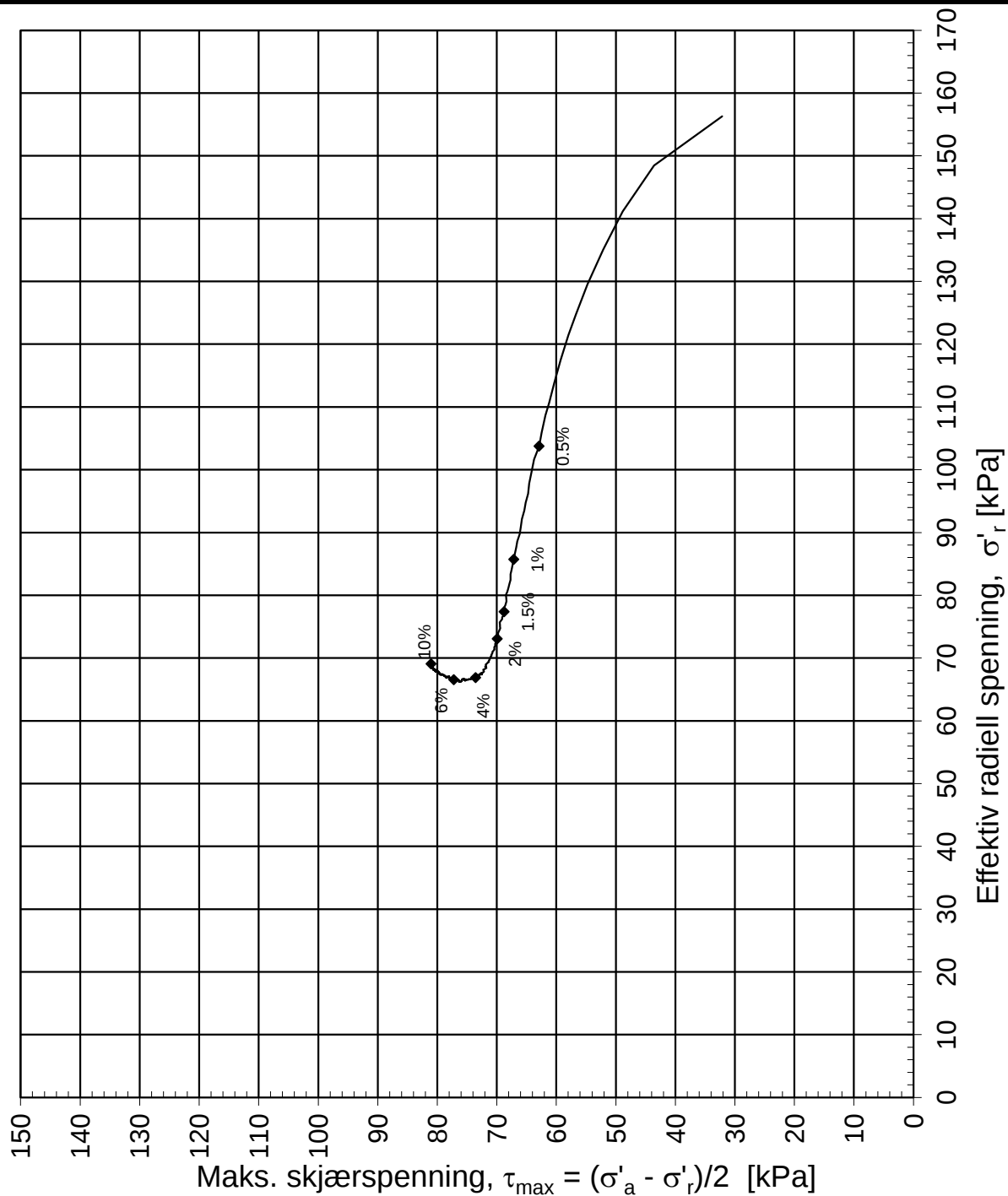
**Multiconsult**

Godkjent:

SGH

Programrevisjon:

05.01.2014



Konsolideringsspenning, aksial:	$\sigma'_{ac}$ (kPa):	220.59
Konsolideringsspenning, radial:	$\sigma'_{rc}$ (kPa):	156.31
Volumtøyning i konsolideringsfase:	$\epsilon_{vol}$ (%) = $\Delta V/V_0$ :	6.15
Baktrykk $u_b$ (kPa):	500	B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c$ (-): 0.86
Vanninnhold $w_i$ (%):	20.57	Densitet $\rho_i$ (g/cm <sup>3</sup> ): 2.03

**Afjord kommune**

**Nordselva-forbygning øst for rådhuset**

Treaksialforsøk. Deviatorspenningssti. NTNU-plott.

Tegningens filnavn:

416475-RIG-TEG-091\_h1, 19.45m

**Multiconsult**

Sluppenvegen 23,  
7486 TRONDHEIM  
Tlf.: 73 10 62 00

Forsøksdato:  
04.03.2014

Dybde, z (m):  
19.45

Borpunkt nr.:  
1

Forsøk nr.:  
2

Tegnet:  
truk

Kontrollert:  
MiaB

Godkjent:  
SGH

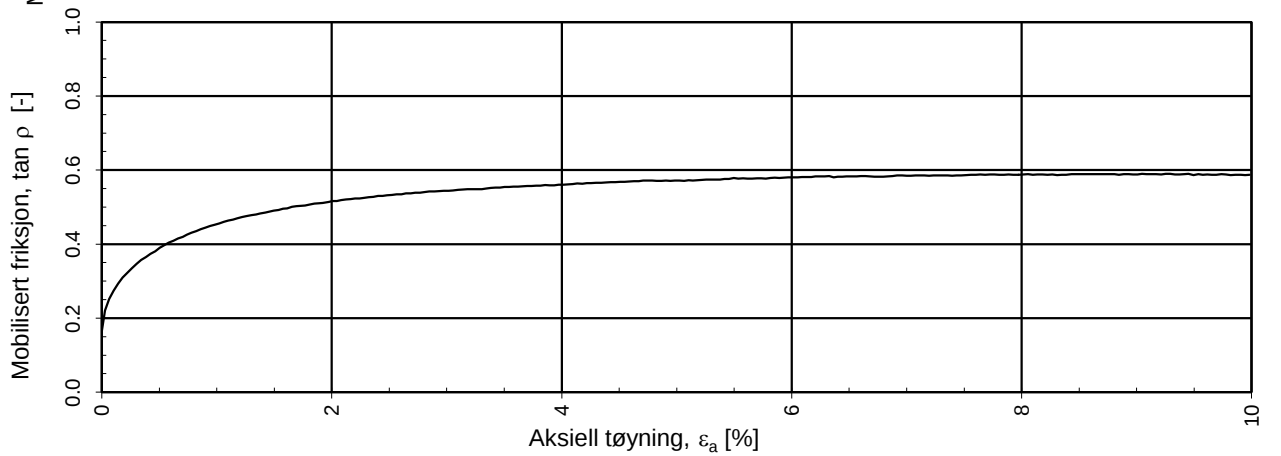
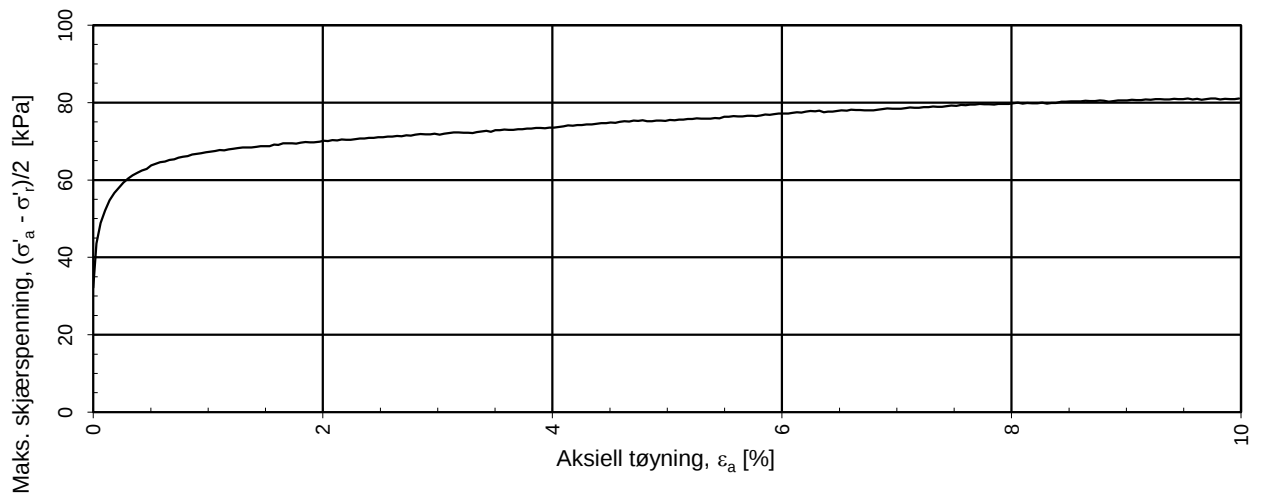
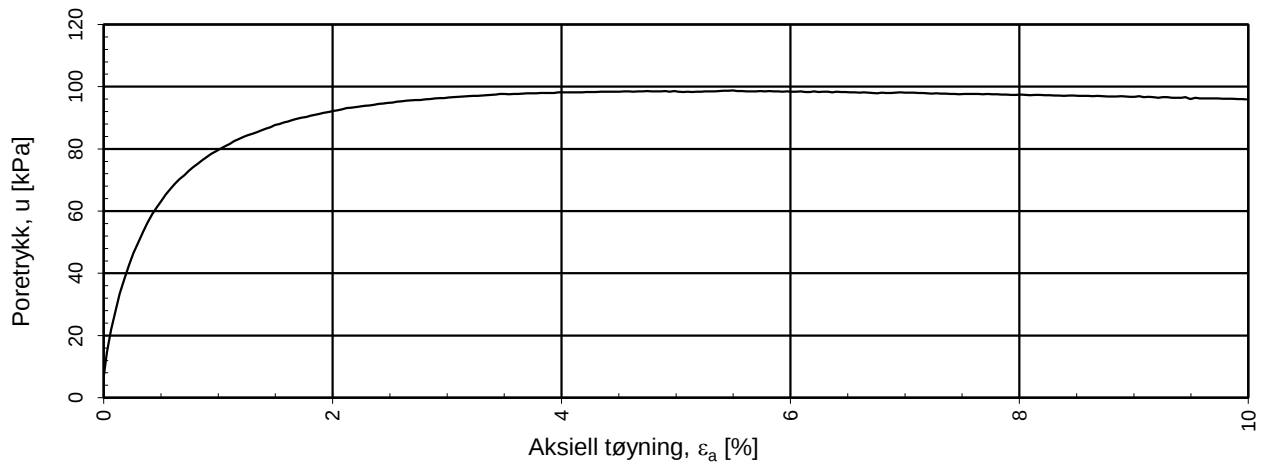
Oppdrag nr.:  
416475

Tegning nr.:  
RIG-TEG-091.1

Prosedyre:  
CAUa

Programrevisjon:  
05.01.2014





$a = 10 \text{ kPa}$  benyttet for tolkning av  $\tan \rho$

**Åfjord kommune**

**Nordalselva-forbygning øst for rådhuset**

Treaksialforsøk. Poretrykks- og mobiliseringsforløp.

Tegningens filnavn:

416475-RIG-TEG-091\_h1, 19.45m

**Multi  
consult**

**Multiconsult**

Sluppenvegen 23,  
7486 TRONDHEIM  
Tlf.: 73 10 62 00  
Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:

04.03.2014

Dybde,  $z$  (m):

19.45

Borpunkt nr.:

1

Forsøk nr.:

2

Tegnet:

truk

Kontrollert:

MiaB

Godkjent:

SGH

Oppdrag nr.:

416475

Tegning nr.:

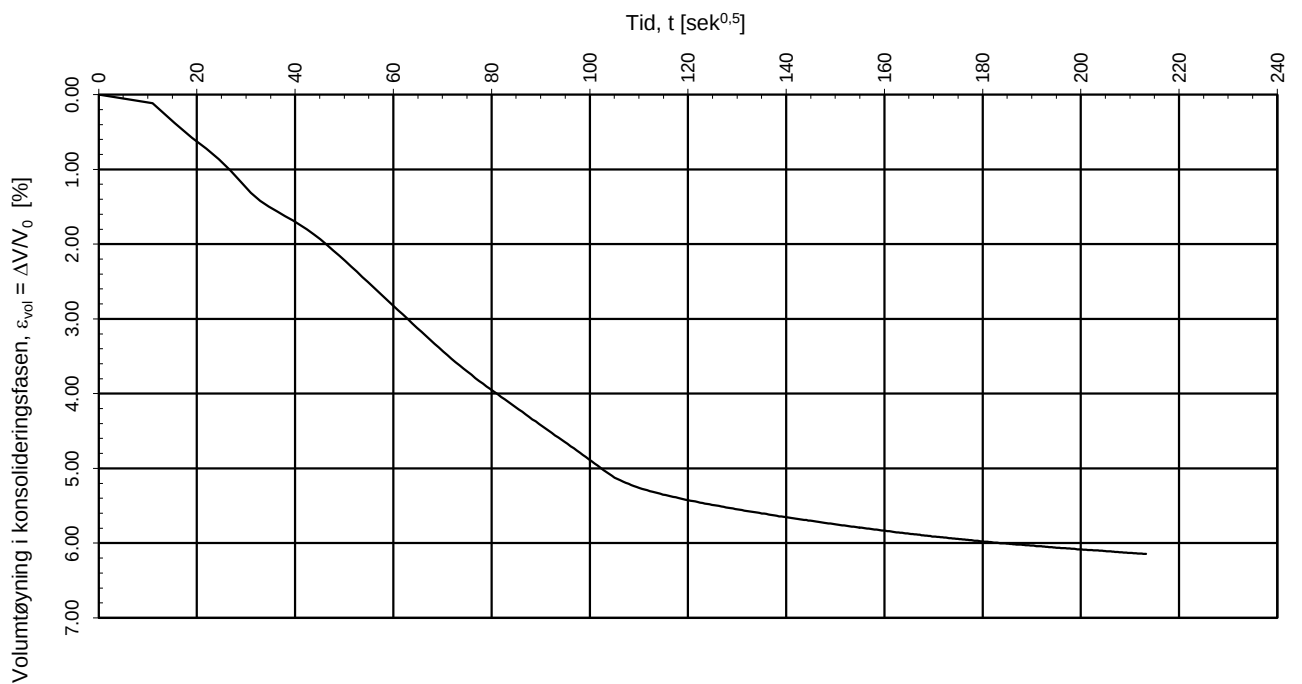
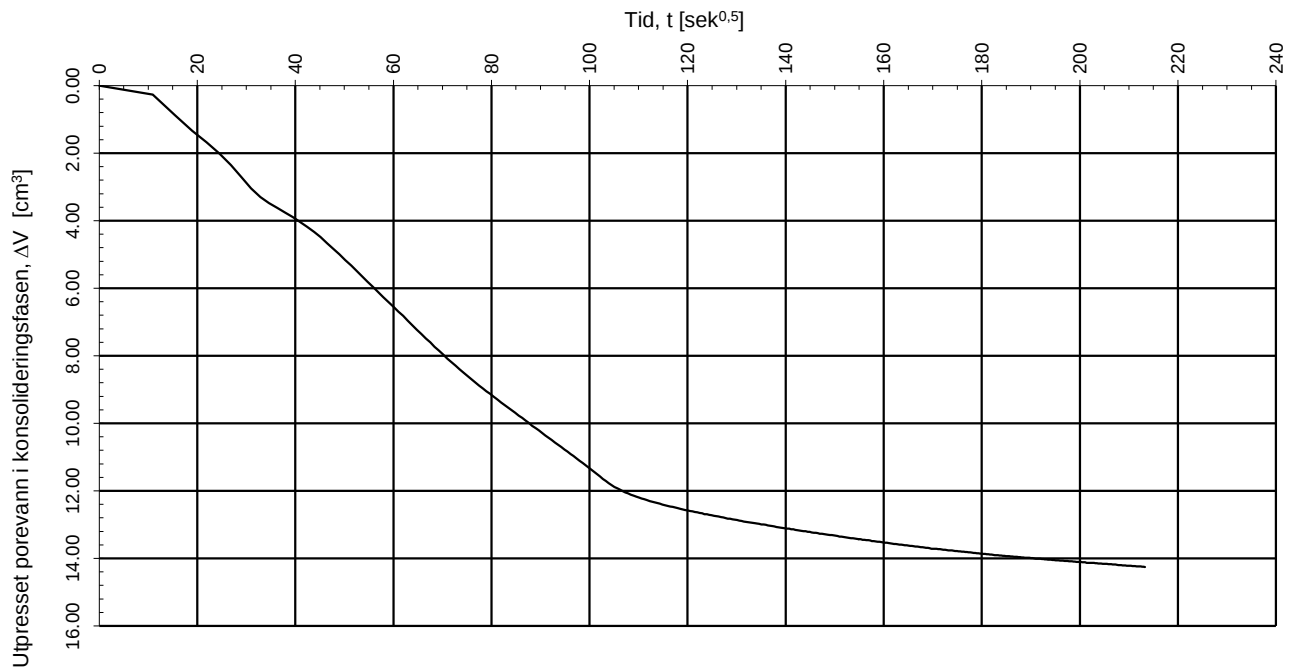
RIG-TEG-091.4

Prosedyre:

CAUa

Programrevisjon:

05.01.2014



Konsolideringsspenning, aksial:	$\sigma'_{ac}$ (kPa):	220.59
Konsolideringsspenning, radial:	$\sigma'_{rc}$ (kPa):	156.31
Volumtøyning i konsolideringsfase:	$\varepsilon_{vol}$ (%) = $\Delta V/V_0$ :	6.15
Baktrykk $u_b$ (kPa):	500	B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c$ (-): 0.86
Vanninnhold $w_i$ (%):	20.57	Densitet $\rho_i$ (g/cm <sup>3</sup> ): 2.03

### Atfjord kommune

### Nordalselva-forbygning øst for rådhuset

Treaksialforsøk. Vannutpressing - tid, konsolideringsfase.

**Multiconsult**  
 Sluppenvegen 23,  
 7486 TRONDHEIM  
 Tlf.: 73 10 62 00  
 Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:  
04.03.2014

Dybde, z (m):  
19.45

Borpunkt nr.:  
1

Forsøk nr.:  
2

Tegnet:  
truk

Kontrollert:  
MiaB

Oppdrag nr.:  
416475

Tegning nr.:  
RIG-TEG-091.5

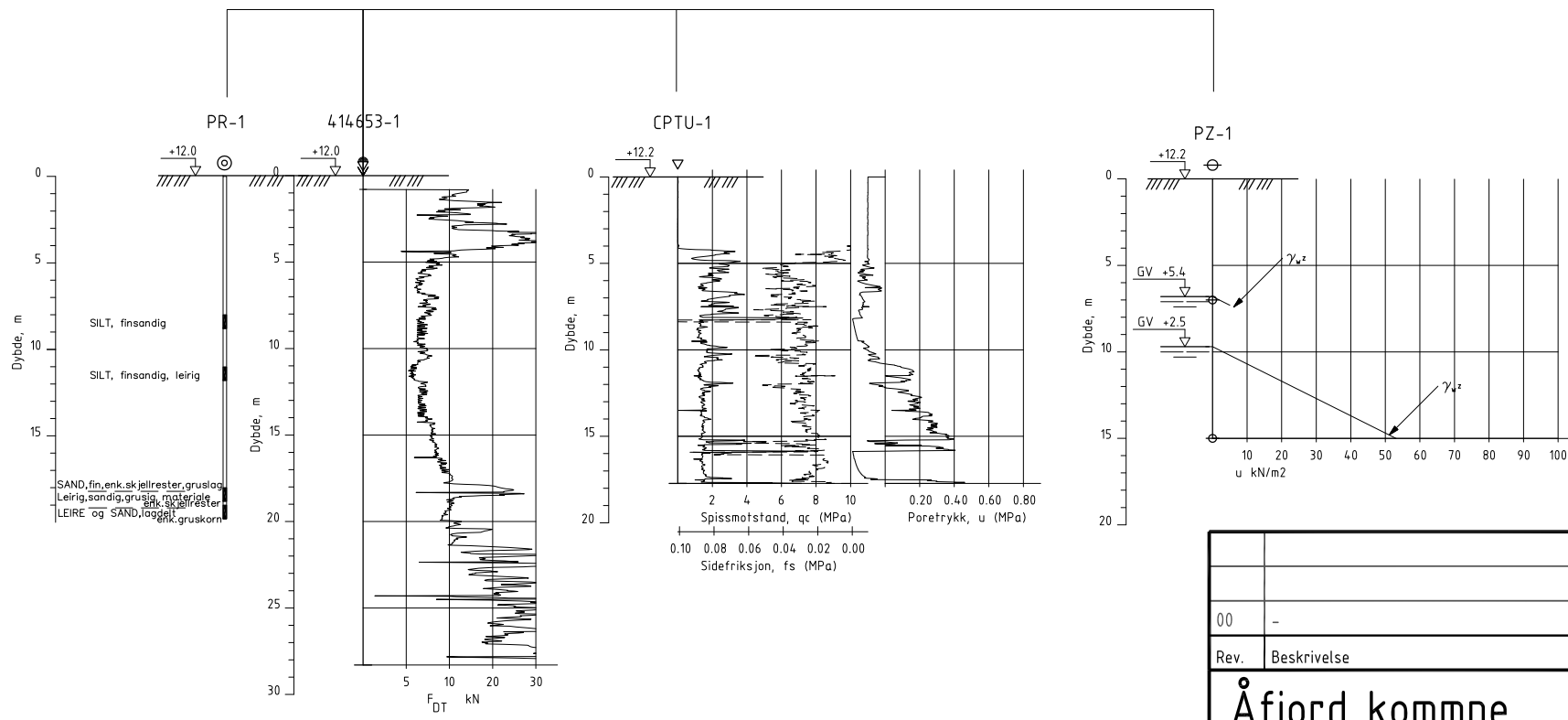
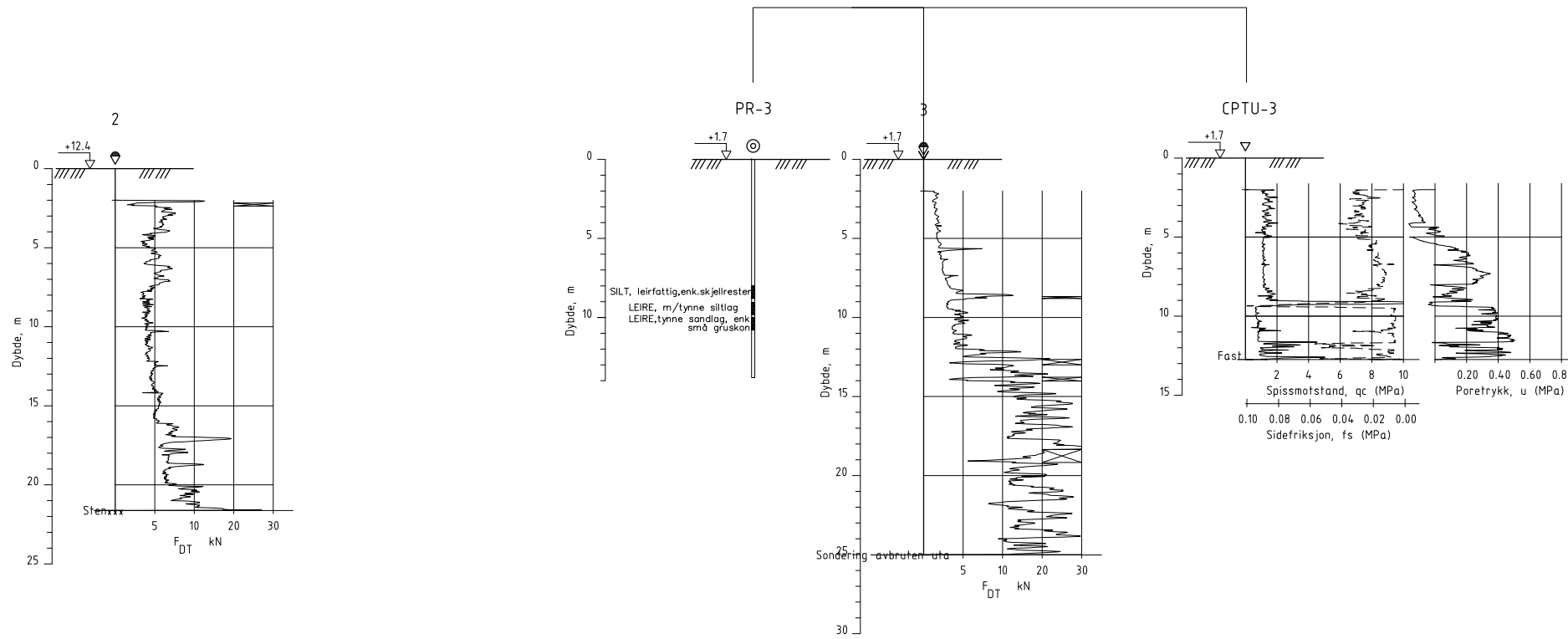
Prosedyre:  
CAUa

Tegningens filnavn:  
416475-RIG-TEG-091\_h1, 19.45m

**Multi**  
consult

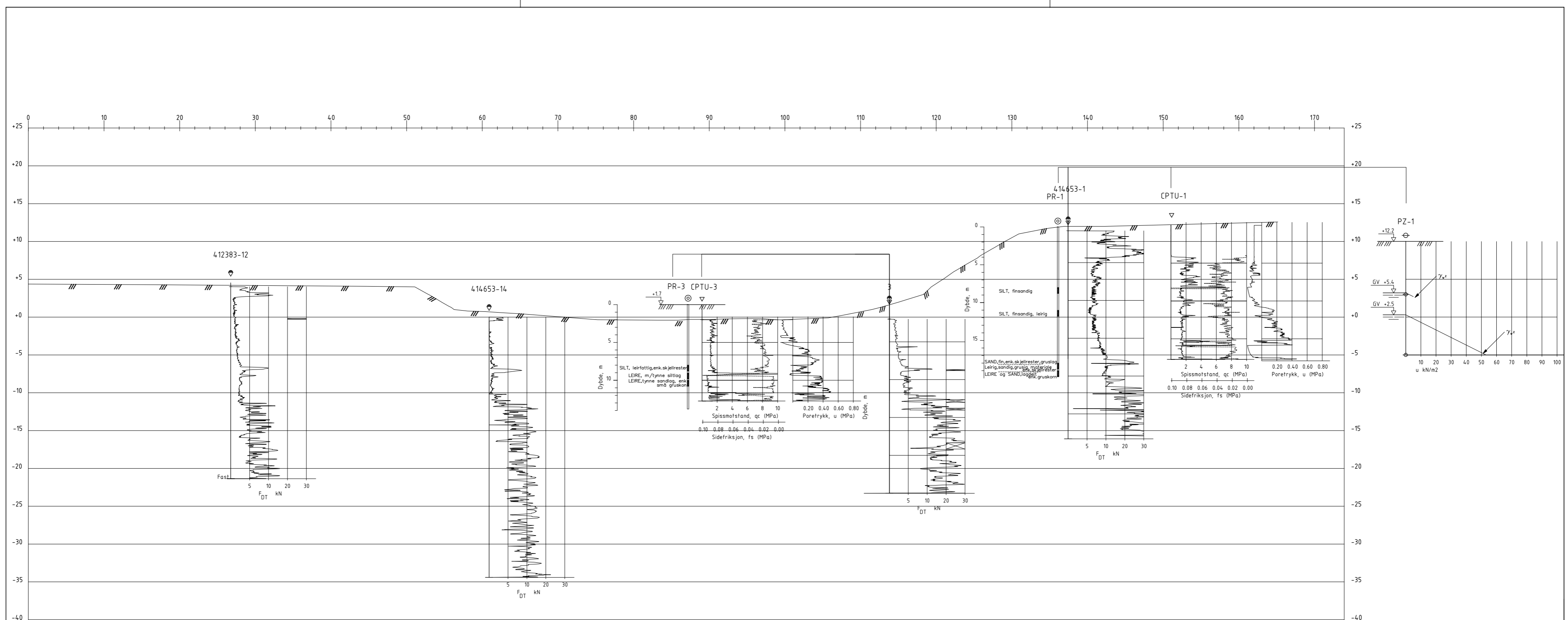
Godkjent:  
SGH

Programrevisjon:  
05.01.2014



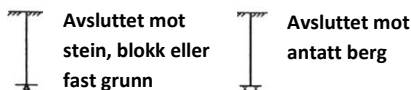
00	-	xx.xx.xxxx	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Åfjord kommune Norddalselva-Forbygning øst for rådhuset			Fag Geoteknikk	Format A3	
Borutskrift			Dato 31.03.2014	Format/Målestokk: 1:400	
		Status Utsendt	Konstr./Tegnet MiaB	Kontrollert SGH	Godkjent ARV
Oppdragsnr. 416475		Tegningsnr. RIG-TEG-100		Rev. 00	



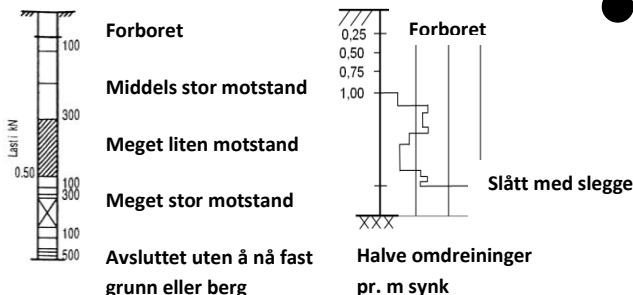


Profil P1-P1

00	-	xx.xx.xxxx	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Åfjord kommune Norrdalselva - Forbygning øst for rådhuset		Fag Geoteknikk		Format A3L
	Profil P1-P1		Dato 31.08.2014		Format/Målestokk 1:400
<b>Multiconsult</b> www.multiconsult.no		Status Utsendt Oppdragsnr. 416475	Konstr./Tegnet MiaB Tegningsnr. RIG-TEG-TEG-200	Kontrollert SGH	Godkjent ARV Rev. 00

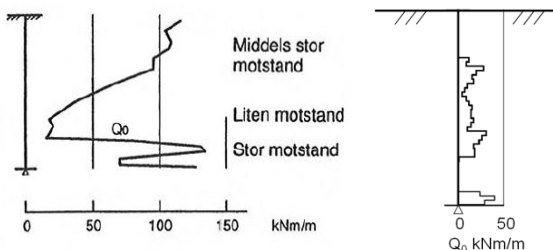


**Sonderinger** utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn.

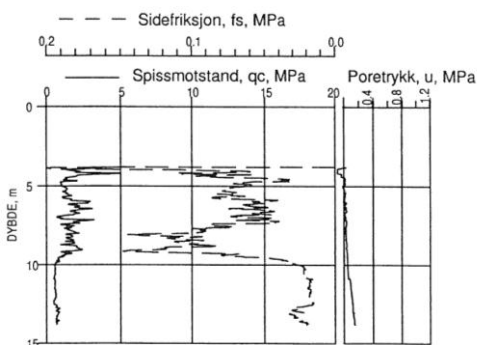


**DREIESONDERING (NGF MELDING 3)**  
Utføres med skjøtbare  $\phi 22$  mm borstenger med 200 mm vridd spiss. Boret dreies manuelt eller maskinelt ned i grunnen med inntil 1 kN (100 kg) vertikalbelastning på stengene. Hvis det ikke synker for denne lasten, dreies boret maskinelt eller manuelt. Antall  $\frac{1}{2}$ -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.

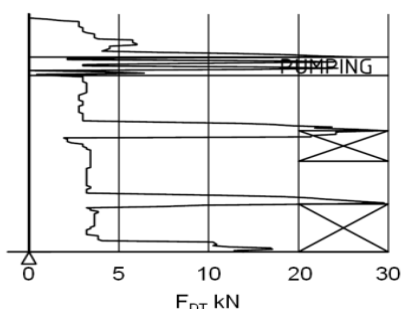


**RAMSONDERING (NS-EN ISO 22476-2)**  
Boringen utføres med skjøtbare  $\phi 32$  mm borstenger og spiss med normert geometri. Boret rammes med en rammeenergi på 0,38 kNm. Antall slag pr. 0,2 m synk registreres. Boremotstanden illustreres ved angivelse av rammemotstanden  $Q_0$  pr. m nedramming.  
 $Q_0 = \text{loddets tyngde} \cdot \text{fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)}$

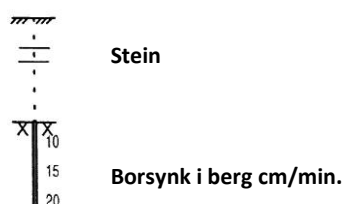


**TRYKKSONDERING (CPT - CPTU) (NGF MELDING 5)**  
Utføres ved at en sylindrisk, instrumentert sonde med konisk spiss presses ned i grunnen med konstant penetrasjonshastighet 20 mm/s. Under nedpressingen måles kraften mot konisk spiss og friksjonshylse, slik at spissmotstand  $q_c$  og sidefriksjon  $f_s$  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.

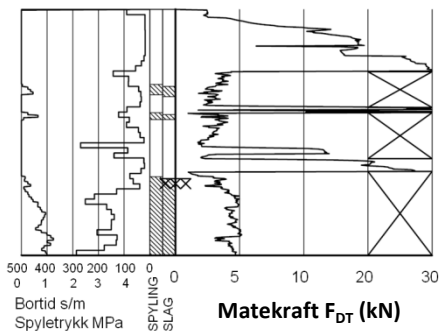
Resultatene kan benyttes til å bestemme lagdeling, jordart, lagringsbetingelser og mekaniske egenskaper (skjærfasthet, deformasjons- og konsolideringsparametre).



**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.



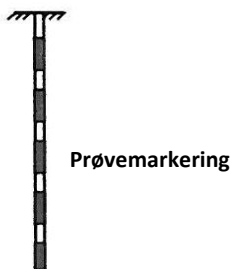
**BERGKONTROLLBORING**  
Utføres med skjøtbare  $\phi 45$  mm stenger og hardmetall borkrone med tilbakeslagsventil. Det benyttes tung slagborhammer og vannspyling med høyt trykk. Boring gjennom lag med ulike egenskaper, for eksempel grus og leire, kan registreres, likedan penetrasjon av blokker og større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



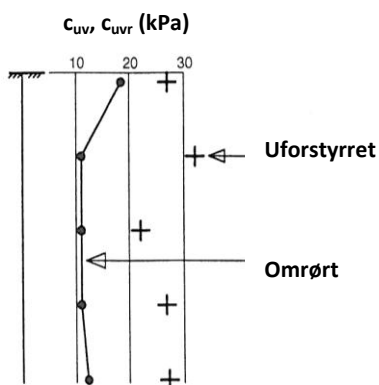
**T TOTALSONDERING (NGF MELDING 9)**  
Kombinerer metodene dreietrykkssondering og bergkontrollboring. Det benyttes  $\phi 45$  mm skjøtbare borstenger og  $\phi 57$  mm stiftborkrone med tilbakeslagsventil. Under nedboring i bløte lag benyttes dreietrykkmodus, og boret presses ned i bakken med konstant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



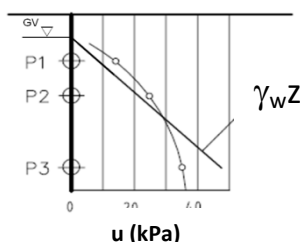
**⊙ MASKINELL NAVERBORING**  
Utføres med hul borstang påsveisert en metallspiral med fast stige høyde (auger). Med borrhigg kan det bores til 5-20 m dybde, avhengig av jordart, lagringsfasthet og beliggenhet av grunnvannstanden. Med denne metoden kan det tas forstyrrede poseprøver ved å samle materialet 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  $65 \times 130$  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 (NGF MELDING 6)**  
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 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.

### 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
<b>Torv</b>	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.
<b>Gytje og dy</b>	Nedbrutt struktur av organisk materiale, kan inneholde mineralske bestanddeler.
<b>Humus</b>	Planterester, levende organismer sammen med ikke-organisk innhold.
<b>Mold og matjord</b>	Sterkt omvandlet organisk materiale med løs struktur, utgjør vanligvis det øvre jordlaget.

### SKJÆRFASTHET

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

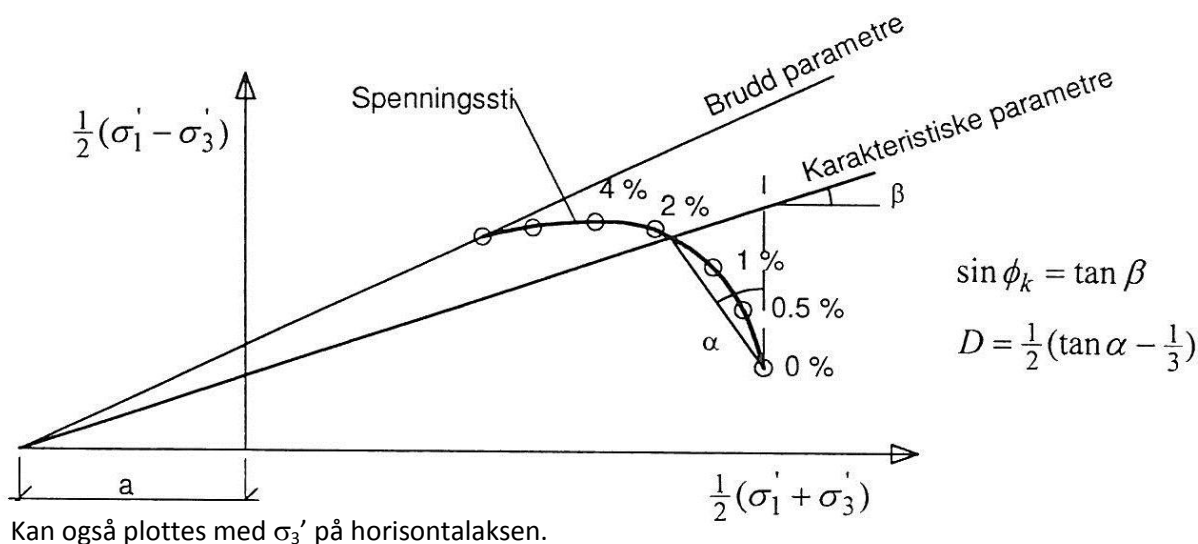
#### Effektivspenningsanalyse: Effektive skjærfasthetsparametre $a$ , $c$ , $\phi$ ( $\tan\phi$ ) (kPa, kPa, °, (-))

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 ( $c_{uk}$ ,  $c_{ukr}$ ) (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.

### VANNINNHOOLD (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<sub>l</sub> %) OG PLASTISITETSGRENSE (w<sub>p</sub> %) (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)

<b>Densitet</b> ( $\rho$ , g/cm <sup>3</sup> )	Masse av prøve pr. volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del.
<b>Korndensitet</b> ( $\rho_s$ , g/cm <sup>3</sup> )	Masse av fast stoff pr. volumenhet fast stoff
<b>Tørr densitet</b> ( $\rho_d$ , g/cm <sup>3</sup> )	Masse av tørt stoff pr. volumenhet

### TYNGDETETHETER

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

### PORETALL OG PORØSITET (NS 8014)

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

### KORNFORDDELINGSANALYSER (NS 8005)

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.

### 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  $\epsilon$ ) registreres, og materialets deformasjonsmodul (stivhet) kan beregnes som  $M = \Delta\sigma'/\Delta\epsilon$ . Denne presenteres som funksjon av vertikalspenningen  $\sigma'$ . 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, $\sigma' < \sigma'_c$ ( $\sigma'_c$ = 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  $i$  = 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.

### 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  $\rho_r$  som funksjon av innbyggingsvanninnhold  $w_i$ . Den maksimale tørrdensiteten som oppnås ( $\rho_{dmax}$ ) 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).

### HUMUSINNHOOLD

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-oksidasjon med hydrogenperoksyd, kan også benyttes.

### METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – FELTUNDERSØKELSER

Feltundersøkelsesmetoder beskrevet i geotekniske bilag, samt terminologi og klassifisering benyttet i rapportering, baserer seg på følgende norske veiledninger fra NGF (Norsk Geoteknisk Forening), norske standarder (NS) og andre referansedokumenter:

<b>NGF Veiledninger</b> <b>Norske standarder NS</b>	<b>Tema</b>
NGF 1 (1982)	SI Enheter
NGF 2, rev.1 (2012)	Symboler og terminologi
NGF 3, rev. 1 (1989)	Dreiesondering
NGF 4 (1981)	Vingeboring
NGF 5, rev.3 (2010)	Trykksondering med poretrykksmåling (CPTU)
NGF 6 (1989)	Grunnvanns- og poretrykksmåling
NGF 7, rev. 1 (1989)	Dreietrykksondering
NGF 8 (1992)	Kommentarkoder for feltundersøkelser
NGF 9 (1994)	Totalsondering
NGF 10, rev.1 (2009)	Beskrivelsestekster for grunnundersøkelser
NGF 11 rev.1 (2012) NS-EN ISO 22475-1 (2006)	Prøvetaking
Statens vegvesen Geoteknisk felthåndbok 280 (2010)	Feltundersøkelser

**METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – LABORATORIEUNDERSØKELSER**

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

<b>Norske standarder NS</b>	<b>Tema</b>
NS8000 (1982)	Konsistensgrenser – terminologi
NS8001 (1982)	Støtflytegrense
NS8002 (1982)	Konusflytegrense
NS8003 (1982)	Plastisitetsgrense (utrullingsgrense)
NS8004 (1982)	Svinngrense
NS8005 (1990)	Kornfordelingsanalyse
NS8010 (1982)	Jord – bestanddeler og struktur
NS8011 (1982)	Densitet
NS8012 (1982)	Korndensitet
NS8013 (1982)	Vanninnhold
NS8014 (1982)	Poretall, porøsitet og metningsgrad
NS8015 (1987)	Skjærfasthet ved konusforsøk
NS8016 (1987)	Skjærfasthet ved enaksialt trykkforsøk
NS8017 (1991)	Ødometerforsøk, trinnvis belastning
NS8018 (1993)	Ødometerforsøk, kontinuerlig belastning
NS14688-1 og -2 (2009)	Klassifisering og identifisering av jord
NS-EN ISO/TS 17892-8 + -9 (2005)	Treaksialforsøk (UU, CU)
Statens vegvesen Håndbok 015 (2005)	Laboratorieundersøkelser