

# Rapport

Oppdragsgiver: **Rana kommune**

Oppdrag: **Kvikkleireområde ved Ytrabekken**

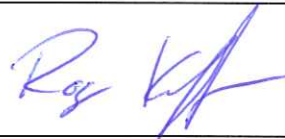
Emne: **Datarapport**

Dato: **14. februar 2012**  
Rev. - Dato

Oppdrag- /  
Rapportnr. **414561 - 001**

Oppdragsleder: **Roger Kristoffersen** Sign.:

Saksbehandler: **Roger Kristoffersen** Sign.:



Kontaktperson  
hos Oppdragsgiver: **Gunnar Brattli**

## Sammendrag:

Multiconsult AS er engasjert av Rana kommune for å utføre grunnundersøkelser i området ved Ytrabekken, vurdere stabiliteten i området og registrere erosjonen i bekken.

Foreliggende datarapport inneholder resultatene fra grunnundersøkelsene.

Grunnundersøkelsene viser at løsmassene i hovedsak består av leire og siltig leire. I enkelte områder er leira kvikk.

Ved befaring langs Ytrabekken og dens sidebekker ble det påvist flere steder med aktiv erosjon. Det vil derfor være behov for erosjonssikring flere steder i bekkeløpet. Beskrivelse av denne sikringen vil bli gitt i egen rapport.

## Innholdsfortegnelse

1.	Innledning.....	4
1.1	Bakgrunn.....	4
1.2	Myndighetskrav .....	4
2.	Grunnundersøkelser.....	4
2.1	Tidligere grunnundersøkelser .....	4
2.2	Nye grunnundersøkelser .....	4
2.2.1	Feltundersøkelser .....	5
2.2.2	Laboratorieundersøkelser.....	5
3.	Terreng- og grunnforhold .....	6
3.1	Topografi.....	6
3.2	Grunnforhold.....	6
3.2.1	Løsmasser .....	6
3.2.2	Fjell i dagen.....	6
4.	Registreringer .....	6
4.1	Befaring.....	6
4.1.1	Registreringer i Ytrabekken.....	6
4.1.2	Registreringer i Hestdalsbekken .....	7
4.1.3	Registreringer i Leirhølabekken.....	7
4.1.4	Registreringer i Heimestengbekken .....	8
5.	Referanser.....	9

## Tegninger

414561-RIG-TEG-000	Oversiktskart
414561-RIG-TEG-001	Borplan
414561-RIG-TEG-010	Geotekniske data, borpunkt 1
414561-RIG-TEG-011	Geotekniske data, borpunkt 2
414561-RIG-TEG-040.1	CPTU, borpunkt 2. $q_c$ , $u_2$ , $f_{s,t}$ & $i$
414561-RIG-TEG-040.2	CPTU, borpunkt 2. $q_n$ & $\Delta u_2$
414561-RIG-TEG-040.3	CPTU, borpunkt 2. $N_m$ , $B_q$ & $R_f$
414561-RIG-TEG-040.4	CPTU, borpunkt 2. Jordartsidentifikasjon, $q_t$ & $B_q$
414561-RIG-TEG-040.5	CPTU, borpunkt 2. Dokumentasjon av utstyr & målenøyaktighet
414561-RIG-TEG-060	Kornfordeling, borpunkt 2, dybde 7,2 m
414561-RIG-TEG-061	Kornfordeling, borpunkt 6, dybde 5,1 m
414561-RIG-TEG-075.1	Ødometer, borpunkt 2, dybde 7,4 m. Plott A: $\sigma_{av}' - \epsilon_a$ , $M$ og $c_v$
414561-RIG-TEG-075.2	Ødometer, borpunkt 2, dybde 7,4 m. Plott B: $\sigma_{av}' - \epsilon_a$ , $k$ og $u_v/\sigma$ .
414561-RIG-TEG-076.1	Ødometer, borpunkt 6, dybde 5,3 m. Plott A: $\sigma_{av}' - \epsilon_a$ , $M$ og $c_v$
414561-RIG-TEG-076.2	Ødometer, borpunkt 6, dybde 5,3 m. Plott B: $\sigma_{av}' - \epsilon_a$ , $k$ og $u_v/\sigma$ .
414561-RIG-TEG-077.1	Treksialforsøk, borpunkt 2, dybde 7,35 m. Spenningssti
414561-RIG-TEG-077.2	Treksialforsøk, borpunkt 2, dybde 7,35 m. Poretrykks- og mobiliseringsforløp
414561-RIG-TEG-077.3	Treksialforsøk, borpunkt 2, dybde 7,35 m. Vannutpressing – tid, konsolideringsfase
414561-RIG-TEG-078.1	Treksialforsøk, borpunkt 2, dybde 7,25 m. Spenningssti
414561-RIG-TEG-078.2	Treksialforsøk, borpunkt 2, dybde 7,25 m. Poretrykks- og mobiliseringsforløp
414561-RIG-TEG-078.3	Treksialforsøk, borpunkt 2, dybde 7,25 m. Vannutpressing – tid, konsolideringsfase
414561-RIG-TEG-200	Borutskrift, dreietrykksondering borpunkt 1 til 6
414561-RIG-TEG-201	Borutskrift, CPT-2

## Bilag

Bilag 1 Geoteknisk informasjon; Terminologi for boremetoder og presentasjon av resultater

Bilag 2 Geoteknisk informasjon; Terminologi for laboratorieundersøkelser og presentasjon av resultater

Bilag 3 Metodestandarder

## 1. Innledning

### 1.1 Bakgrunn

Multiconsult AS er engasjert av Rana kommune for å utføre grunnundersøkelser i området ved Ytrabekken, vurdere stabiliteten i området og registrere erosjonen i bekken.

Foreliggende rapport inneholder resultatene fra grunnundersøkelsene utført i uke 33,2011. Vurdering av stabiliteten og eventuelle tiltak vil bli beskrevet i en egen rapport.

### 1.2 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 [1]. Oppdraget er også gjennomført i henhold til Eurokode EN-1997, del 2 Geoteknisk prosjektering – Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver [2] 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 3 for samlet oversikt over utvalgte metodestandarder.

## 2. Grunnundersøkelser

### 2.1 Tidligere grunnundersøkelser

Det er tidligere utført en rekke undersøkelser i området:

- Kummeneje rapport O.4323 (1984) Gaukveien 22-26
- Kummeneje rapport O.4326 (1984) Utglidning Løbergveien 18
- Kummeneje rapport 11009-1 (1995) Heimstengmyra, Båsmoen
- Kummeneje rapport 11009-2 (1997) Heimstengmyra, Båsmoen
- Geoteam rapport nr 30618.01 (1986) Utbyggingsområde Rønningen
- Geoteam rapport nr 30618.02 (1986) Utbyggingsområde Hansgård
- Geoteam rapport nr 33074.01 (1993) Nybygg Rana ungdomshjem
- Geoteam rapport nr 32624.01 (1991) Boligtomt 16 Rønningen, Ytteren
- Noteby rapport nr 37370 (1995) Rønningen – Ytternveien, tomt 30

Resultatene fra tidligere undersøkelser er ikke presentert i detalj i denne rapporten. På borplanen (414561-RIG-TEG-001) vises imidlertid plassering av borpunktene.

### 2.2 Nye grunnundersøkelser

Borplan med plassering av borpunkter og type boringer er vist i tegning 414561-RIG-TEG-001.

Det er utført en befaring av geotekniker før plassering av borpunktene ble bestemt.



### 2.2.1 Feltundersøkelser

Feltarbeidet ble utført i uke 33, 2011. Undersøkelsene ble ledet av borleder Bård Einar Krogstad. Boringene er utført med beltegående borerigg av type Geotech 605.

Feltundersøkelsene omfattet:

- Dreietrykksonderinger i 6 borpunkter (1-6) til stopp i fast grunn (antatt fjell) på mellom 1,5 og 45,1 m dybde under terreng.
- Trykksondering med poretrykksmåling (CPTU) i borpunkt 2 til 17,2 m dybde.
- Opptak av uforstyrrede 54 mm prøveserie og representative skovlprøver i 2 borpunkter (2 og 6) i dybdeintervallet 0 m til 10 m dybde.

Borpunktene er satt ut av borleder/klargjører og er senere innmålt med GPS av Rana kommune ved Bjørn Ersdal med nøyaktighet 0-1 cm i horisontalplanet og 0-2 cm i vertikalplanet. Alle kotehøyder refererer til NGO NN1954.

Resultat av dreietrykksonderinger er vist på tegning 414561-RIG-TEG-200. Alle boringene er avsluttet i faste masser, til det ikke var mulig å bore dypere med konvensjonelt dreietrykksonderingsutstyr.

Resultater fra trykksonderingene med poretrykksmåling (CPTU) er vist på tegningene 414561-RIG-TEG-040.1 til -040.6.

Boringenes utførelse og tilhørende resultater er generelt beskrevet i geoteknisk bilag.

### 2.2.2 Laboratorieundersøkelser

De opptatte prøvene er undersøkt i vårt geotekniske laboratorium i Trondheim med tanke på klassifisering og identifisering av jordartene, samt bestemmelse av prøvenes mekaniske egenskaper.

Ved denne undersøkelsen er prøvene geoteknisk klassifisert og beskrevet med måling av vanninnhold og tyngdetetthet. Der det lar seg gjøre er det også målt udrenert og omrørt skjærfasthet i massene. Det er også utført bestemmelse av flyte- og plastisitetsgrense på fem utvalgte prøver samt kornfordelingsanalyser på to utvalgte prøver.

Resultat fra rutineundersøkelsene på prøver fra borpunktene 2 og 6 er presentert som geotekniske data i tegningene 414561-RIG-TEG-010 og -011. Resultater fra kornfordelingsanalysene er vist i tegningene 414561-RIG-TEG-060 og -061.

Det er utført to CRS kontinuerlig ødometerforsøk for vurdering av materialets spenningshistorie og deformasjonsegenskaper. Disse er utført i dybde 7,4 m i borpunkt 2 og 5,3 m i borpunkt 6, se tegningene 414561-RIG-TEG-075 og -076.

Det er i tillegg utført passivt og aktivt treaksialforsøk i borpunkt 2 i henholdsvis 7,25 og 7,40 m dybde. Resultater fra treaksialforsøkene er vist i tegningene 414561-RIG-TEG-077 og -078.

Utførelsen av laboratorieundersøkelsene er generelt beskrevet i geoteknisk bilag 2.

### 3. Terreng- og grunnforhold

#### 3.1 Topografi

Det undersøkte området er ravinert av Ytrabekken og dens sidebekker. Før eroderingen startet opp vurderes området å ha vært avsatt relativt flatt på nivå med Rønningen og Heimestenget (ca kote 40). I tida etter siste istid har terrenget i området hevet seg, samtidig som bekkene har erodert seg ned i de leirige massene.

Terrenget er i dag ravineformet med flate områder mellom ravinene. De flate områdene mellom ravinene er for det meste utbygd.

#### 3.2 Grunnforhold

##### 3.2.1 Løsmasser

Grunnundersøkelsene viser at løsmassene i hovedsak består av leire og siltig leire. I enkelte områder er leira kvikk.

##### 3.2.2 Fjell i dagen

Ved Sagforsen ved Ytterenveien og ved Heiloveien 18 er det fjellterskler i Ytrabekken. Videre er det registrert en fjellterskel ved "skibrua" ved langrennsløypa som kommer fra Skillevollen og 20 m nedstrøms for denne. Ut over dette er det ikke registrert fjell i dagen i området.

### 4. Registreringer

Geotekniker Roger Kristoffersen var på befaring i området 15.06.2011. Referat fra befaringen er gitt i brev 27.06.2011. Nedenfor følger registreringene som ble gjort:

#### 4.1 Befaring

Den aktuelle dagen ble det gått langs Ytrabekken, Hestdalsbekken, Leirhølabekken og den lille bekken mellom Løvbergveien og Heilovegen, heretter kalt Heimestengbekken. Ytrabekken ble gått fra Rokka til ca 200 m oppstrøms forbi skibrua ved Hansgårdsenget. Hestdalsbekken ble gått fra enden av Hemestengmyra til utløpet i Ytrabekken. Leirhølabekken ble gått i 3 mindre etapper ved utløpet til Ytrabekken, ved Ytterheim og ved Yttraheia. Heimestengbekken ble gått fra Heimengveien til utløpet ved Ytrabekken.

Det meste av det befarte området har tidligere vært beitemark. Med unntak av hestebeitet nederst i Ytrabekken, beites det ikke i området i dag. Det er derfor mye tett ungsog i området. Befaringen ble foretatt tidlig på sommeren, slik at det fortsatt var mulig å gå i bunnvegetasjonen i skogen.

##### 4.1.1 Registreringer i Ytrabekken

###### Strekningen Rokka - Saghågen

I Ytrabekken ble det ikke registrert erosjon i området nedenfor Saghågen. I området nedenfor Rokka er det i Geoteams rapport 30618.02 (1986) anbefalt at skråningsstabiliteten ned mot

Ytrabekken forbedres ved utslaking eller ved grunnvannssenkning. Ved befaringen ble det ikke registrert noe utslaking i forhold til det opprinnelige kartet fra 1986. Det ble også registrert høy grunnvannsstand i området mellom boligene i Rokka og Ytrabekken. Dette indikerer at de stabiliserende tiltakene som ble anbefalt før utbygging i området ikke har blitt iverksatt.

#### **Strekningen Saghågen- Heimestengbekken**

Kulverten under Ytterenveien ligger sannsynligvis på fjell, da det er registrert fjell i dagen på begge sider av kulverten. Kulverten gjennom Ytterenvegen er et korrugert stålrør, mens forlengelsen oppstrøms under gang-og sykkelvegen er bygd i betongelementer og har tilnærmet kvadratisk tverrnett. Dette medfører at de øverste 5 m av kulverten har større tverrsnitt enn slutten av kulverten.

I strekningen fra Saghågen til "badekulpen" nedenfor Brennstadmoen går Ytrabekken hovedsakelig på fjell, og det er ikke registrert erosjon. I "badekulpen" ved Brennstadmoen er det registrert tydelig erosjon på 2 steder: På østsiden av badekulpen, og ved fjellblotningen nedenfor Brennstadmoen 9. Like ovenfor badekulpen er det 2 fjellterskler. Det er fjell i dagen på sørsida av Ytrabekken opp til den siste fjellterskelen like ovenfor utløpet til Heimestengbekken.

#### **Strekningen Heimestengbekken-Hansgårdenget:**

Langs hele denne strekningen er det registrert tydelig erosjon i bekken og leirbrunt vann. Trær har veltet ut i bekken. Det er registrert sprekker i terrenget i de fleste yttersvinger. Enkelte steder går sprekke lang oppover elveskråningene. Dette gjelder blant annet 50 m nedstrøms for Leirhølabekken utløp i Ytrabekken og nedenfor Brennstadmoen 12/14. Nedstrøms Brennstadmoen 23 går det et betongrør (diameter ca 600 mm) fra veien ned til Ytrabekken. De ulike rørellementene à 2 m har glidd fra hverandre, slik at det har oppstått erosjon der rørene er lagt.

Oppstrøms fra Ytteren ungdomshjem ble det registrert at vannet i bekken var klarere.

Det er registrert fjellterskel i bekken ved skibrua og ca 20 m nedenfor brua. Ytterligere 30 m nedenfor skibrua er det en liten terskel i bekken bestående av grus og stein.

Oppstrøms for tersklene ved skibrua er det registrert mindre erosjon. Terrenget flater mer ut, og det er ikke bebyggelse i området. Befaringen ble derfor avsluttet ca 200 m oppstrøms for skibrua.

#### **4.1.2 Registreringer i Hestdalsbekken**

Hestdalsbekken ble gått i området fra Heimestengmyra til utløpet i Ytrabekken. På denne strekningen er det registrert erosjon. Nedenfor Gaukveien 28 er det tegn på at nedre del av skråninga er i bevegelse, da trærne i foten av skråninga er krumme i den nederste delen av stammen. Videre nedover mot Ytrabekken meandrerer bekkeløpet. Ved Hegreveien 23/25 er det registrert tydelig erosjon i sidene av bekken. Ved utløpet fra Hestdalsbekken ut i Ytrabekken forsvinner bekkeløpet og går under bakken 2-3 meter før det kommer ut igjen.

#### **4.1.3 Registreringer i Leirhølabekken**

Vegen Brennstadmoen fortsetter som en tursti oppover langs Ytrabekken. Leirhølabekken krysser denne turstien i en stikkrenne før den renner ut i Ytrabekken. Denne stikkrenna gjør at bunnen på bekken kan være litt hevet fra sitt opprinnelige nivå. Denne hevingen kan ha medført mindre erosjon oppover langs Leirhølabekken. Ved befaringen ble det registrert lite erosjon langs Leirhølabekken på de stedene som ble kontrollert.

#### 4.1.4 Registreringer i Heimstengbekken

Heimstengbekken ble gått fra stikkerenna under Heimengveien til utløpet i Ytrabekken. I den øverste delen av bekken ble det ikke registrert erosjon. Fra Løvbergveien 18 går bekken hovedsakelig på fjell ned til utløpet i Ytrabekken. I den siste delen av strekningen går bekken gjennom 2 stikkrenner. Oppstrøms for disse 2 stikkrennene ble det registrert noe skrot i bekken (sykkel, akebrett og bygningsavfall)

## 5. Referanser

- [1] NS-EN ISO 9001:2008. Systemer for kvalitetsstyring. Krav (ISO 9001:2008). November 2008.
- [2] Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering – Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver. NS-EN 1997-2:2007+NA2008.

**Arkivreferanser:**

Fagområde:	Geoteknikk		
Stikkord:			
Land/Fylke:	Nordland	Kartblad:	
Kommune:	Rana	UTM koordinater, Sone:	
Sted:	Mo i Rana	Øst:	Nord:

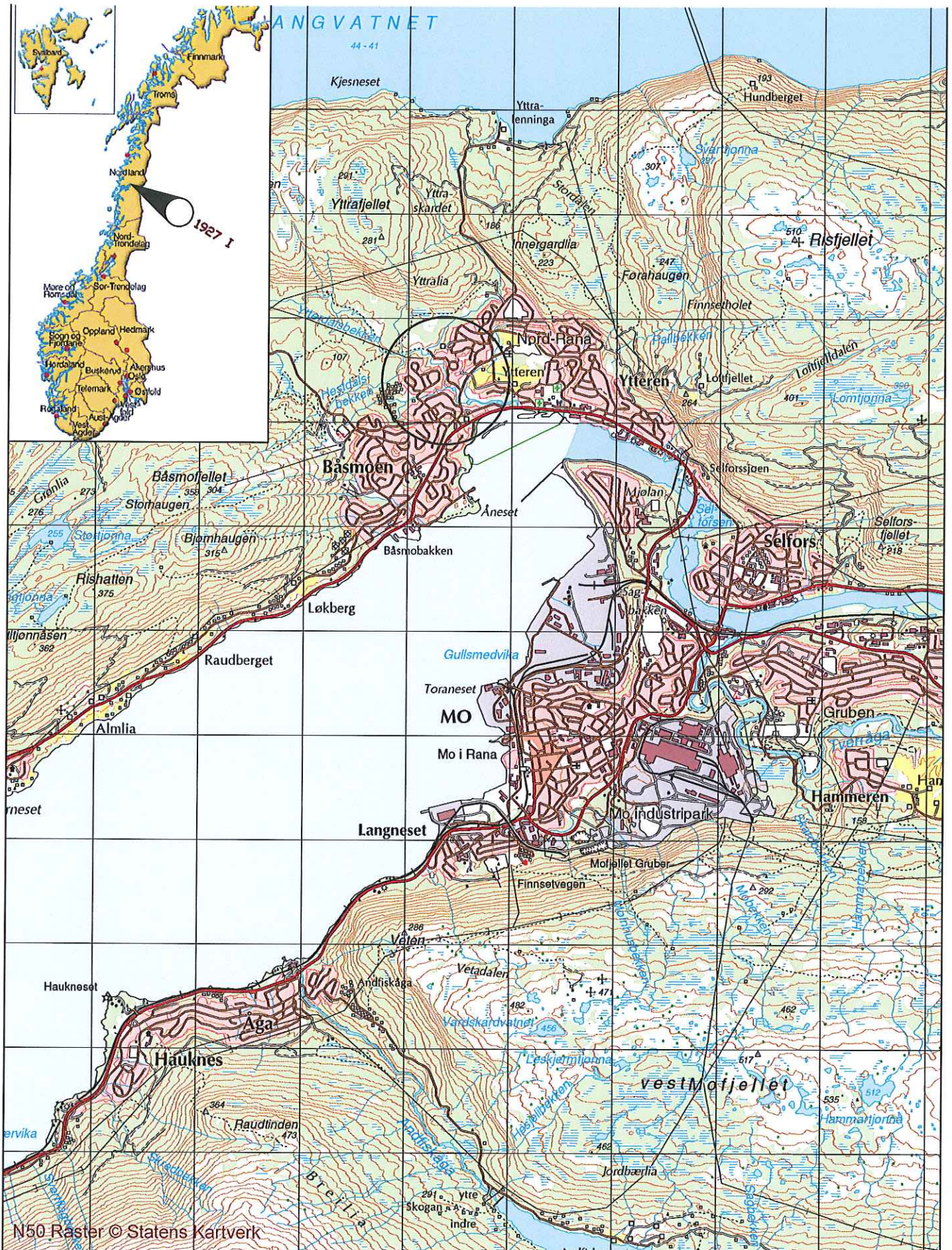
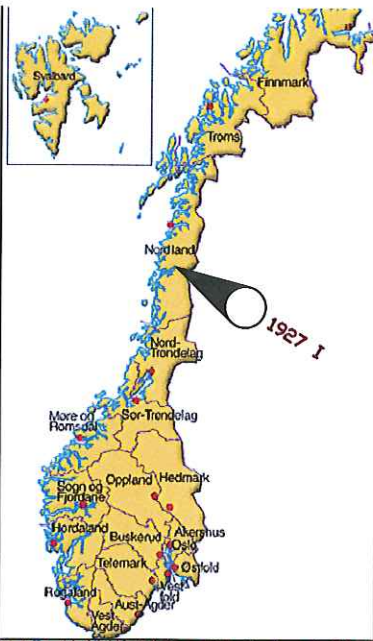
**Distribusjon:**

- Begrenset (Spesifisert av Oppdragsgiver)  
 Intern  
 Fri

**Dokumentkontroll:**

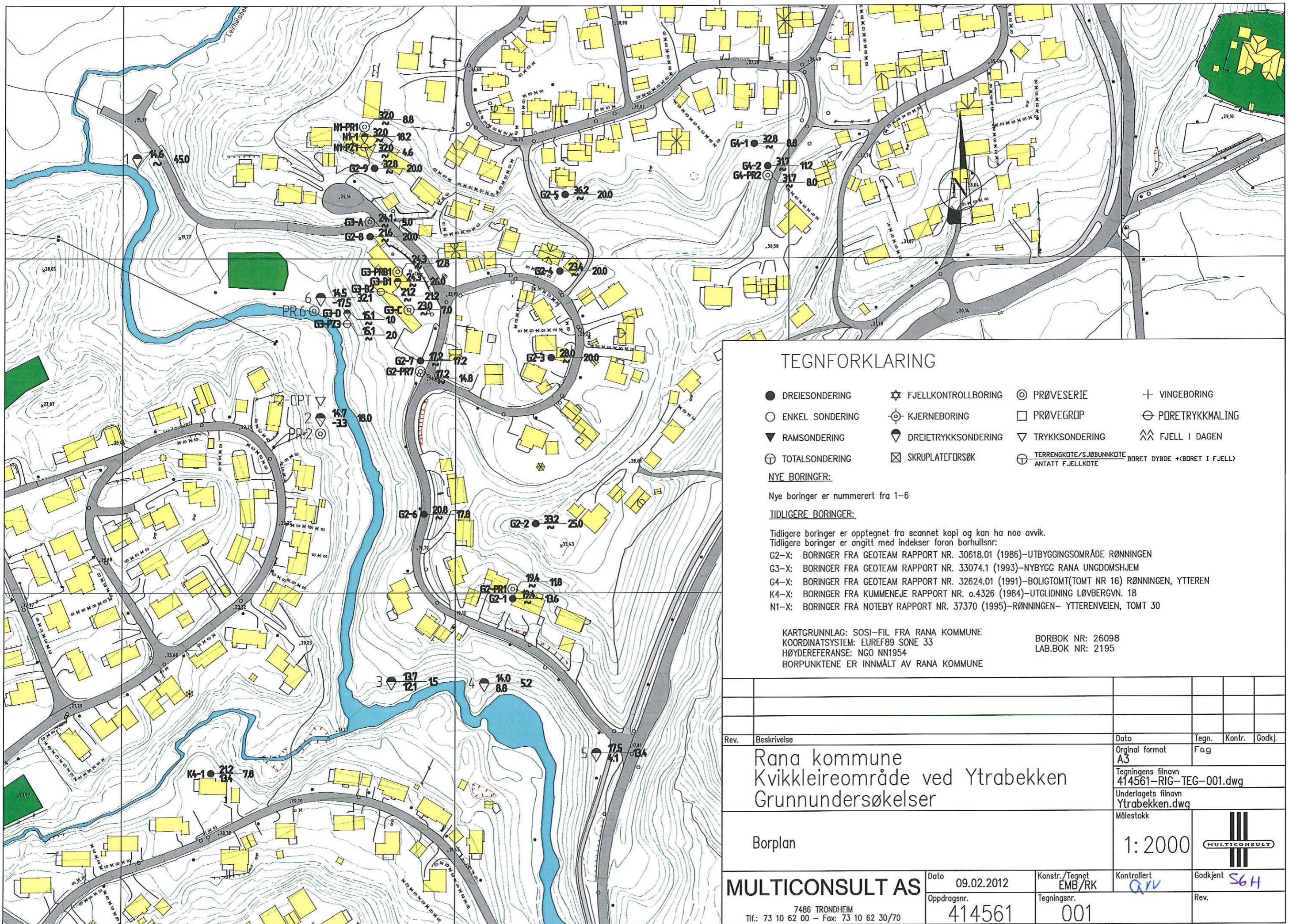
		Dokument 14. Februar 2012		Revisjon 1		Revisjon 2		Revisjon 3	
		Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign
Forutsetninger	Utarbeidet	14.02.12	RK						
	Kontrollert	14.02.12	anv						
Grunnlagsdata	Utarbeidet	14.02.12	RK						
	Kontrollert	14.02.12	anv						
Teknisk innhold	Utarbeidet	14.02.12	RK						
	Kontrollert	14.02.12	anv						
Format	Utarbeidet	14.02.12	RK						
	Kontrollert	14.02.12	anv						
Anmerkninger									
Godkjent for utsendelse (Oppdragsansvarlig)				Dato:		Sign.:			
				14/2-12		Signe G. Hovem			





OVERSIKTSKART		Borplan nr. 414561-001	
Rana kommune Kvikkleireområde ved Ytrabekken		Målestokk 1:50 000	
MULTICONSULT AS	Dato 09.02.2012	Tegnet RK	Kontrollert Giv
7486 Trondheim Tlf: 73 10 62 00 - Faks: 73 10 62 30/70	Oppdragsnr. 414561	Tegningsnr. 000	Godkjent SGH Rev.





### TEGNFORKLARING

- DRIESONDERING
- ENKEL SONDERING
- ▼ RAMSONDERING
- ⊕ TOTALSONDERING
- ☆ FJELLKONTROLLBORING
- ⊙ KJERNEBORING
- ◆ DREIETRYKKSONDERING
- ⊗ SKRUPLATEFORSØK
- ⊙ PRØVESERIE
- PRØVEGRUPP
- ▽ TRYKKSONDERING
- ⊕ TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE
- + VINGEBORING
- ⊖ PORETRYKKMÅLING
- ⋈ FJELL I DAGEN
- ⊕ BORET DYBDE + (BORET I FJELL)

#### NYE BORINGER:

Nye boringer er nummerert fra 1-6

#### TIDLIGERE BORINGER:

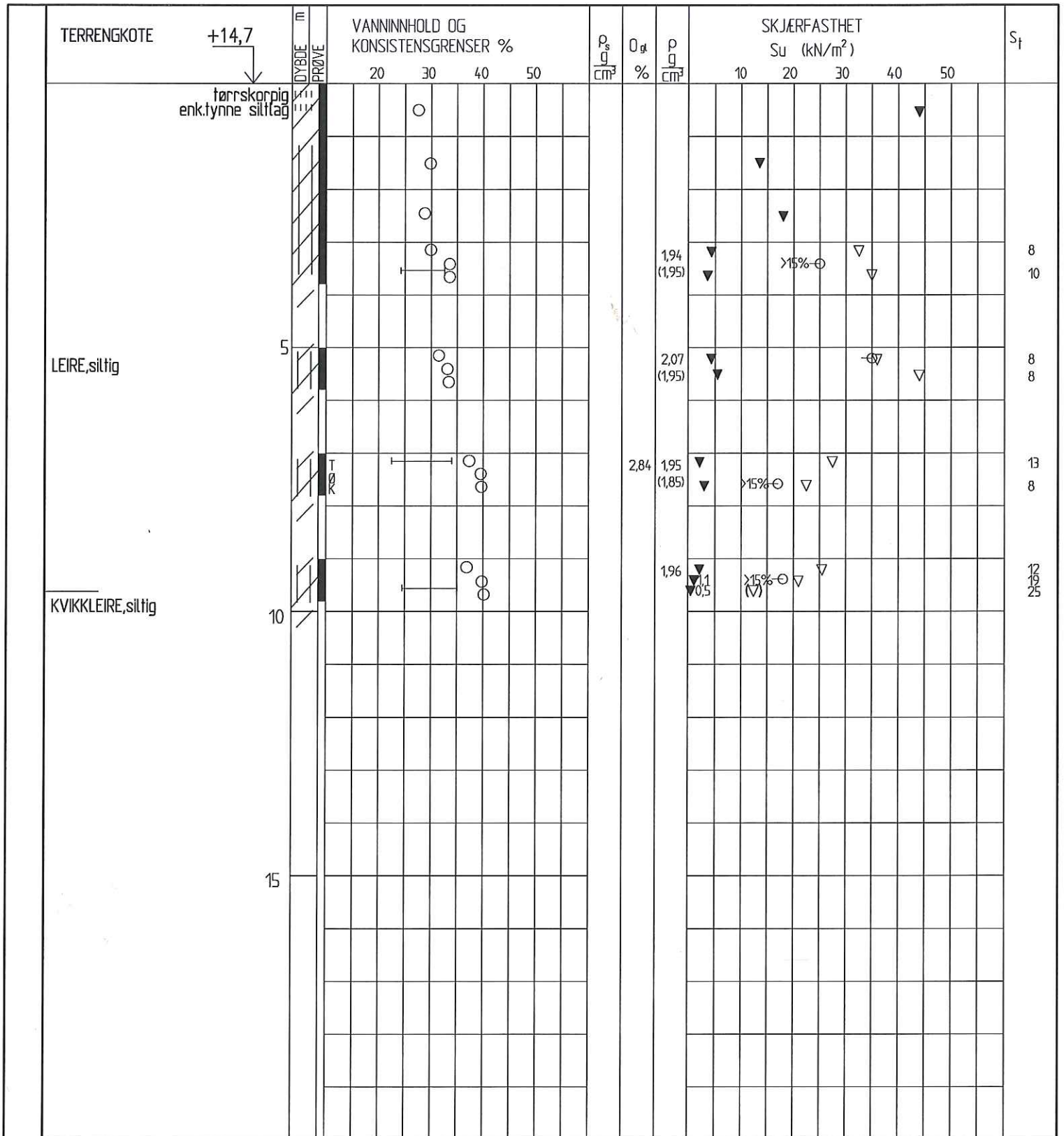
Tidligere boringer er opptegnet fra scannet kopi og kan ha noe avvik.  
 Tidligere boringer er angitt med indekser foran borhullsnr:  
 G2-X: BORINGER FRA GEOTEAM RAPPORT NR. 30618.01 (1986)-UTBYGGINGSOMRÅDE RØNNINGEN  
 G3-X: BORINGER FRA GEOTEAM RAPPORT NR. 33074.1 (1993)-NYBYGG RANA UNGDOMSHJEM  
 G4-X: BORINGER FRA GEOTEAM RAPPORT NR. 32624.01 (1991)-BOLIGTOMT(TOMT NR 16) RØNNINGEN, YTTEREN  
 K4-X: BORINGER FRA KUMMENEJE RAPPORT NR. 6.4326 (1984)-UTGLIDNING LØVBERGVN. 18  
 N1-X: BORINGER FRA NOTEBY RAPPORT NR. 37370 (1995)-RØNNINGEN- YTTERENVEIEN, TOMT 30

KARTGRUNNLAG: SOSI-FIL FRA RANA KOMMUNE  
 KOORDINATSYSTEM: EUREF89 SONE 33  
 HØYDEREFERANSE: NGO NN1954  
 BORPUNKTENE ER INNMÅLT AV RANA KOMMUNE

BORBOK NR: 26098  
 LAB.BOK NR: 2195

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Rana kommune Kvikkleireområde ved Ytrabekken Grunnundersøkelser	Original format A3	Fag		
	Borplan	Målestokk 1:2000			
<b>MULTICONSULT AS</b> 7486 TRONDHEIM Tlf: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70		Dato	09.02.2012	Konstr./Tegnet	EMB/RK
		Oppdragsnr.	414561	Tegningsnr.	001
		Kontrollert	ARV	Godkjent	SGH
		Rev.			





PR = PRØVESERIE  
SK = SKOVLEBORING  
PG = PRØVEGROP  
VB = VINGEBORING  
BORBOK NR.: 26098  
LAB.BOK NR.: 2195

○ NATURLIG VANNINHOLD  
— W<sub>L</sub> FLYTEGRENSE  
— W<sub>F</sub> — KONUSMETODE  
— W<sub>p</sub> PLASTISITETSGRENSE

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

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

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

## GEOTEKNISKE DATA

Rana kommune  
Ytteren  
Grunnundersøkelser

**MULTICONSULT AS**

Dato 29.09.2011

Tegnet truk

Kontrollert RK

Godkjent

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

Oppdragsnr. 414561

Tegningsnr.

010

Rev.

MULTICONSULT

SGH

Boring nr.

2

Tegningens filnavn

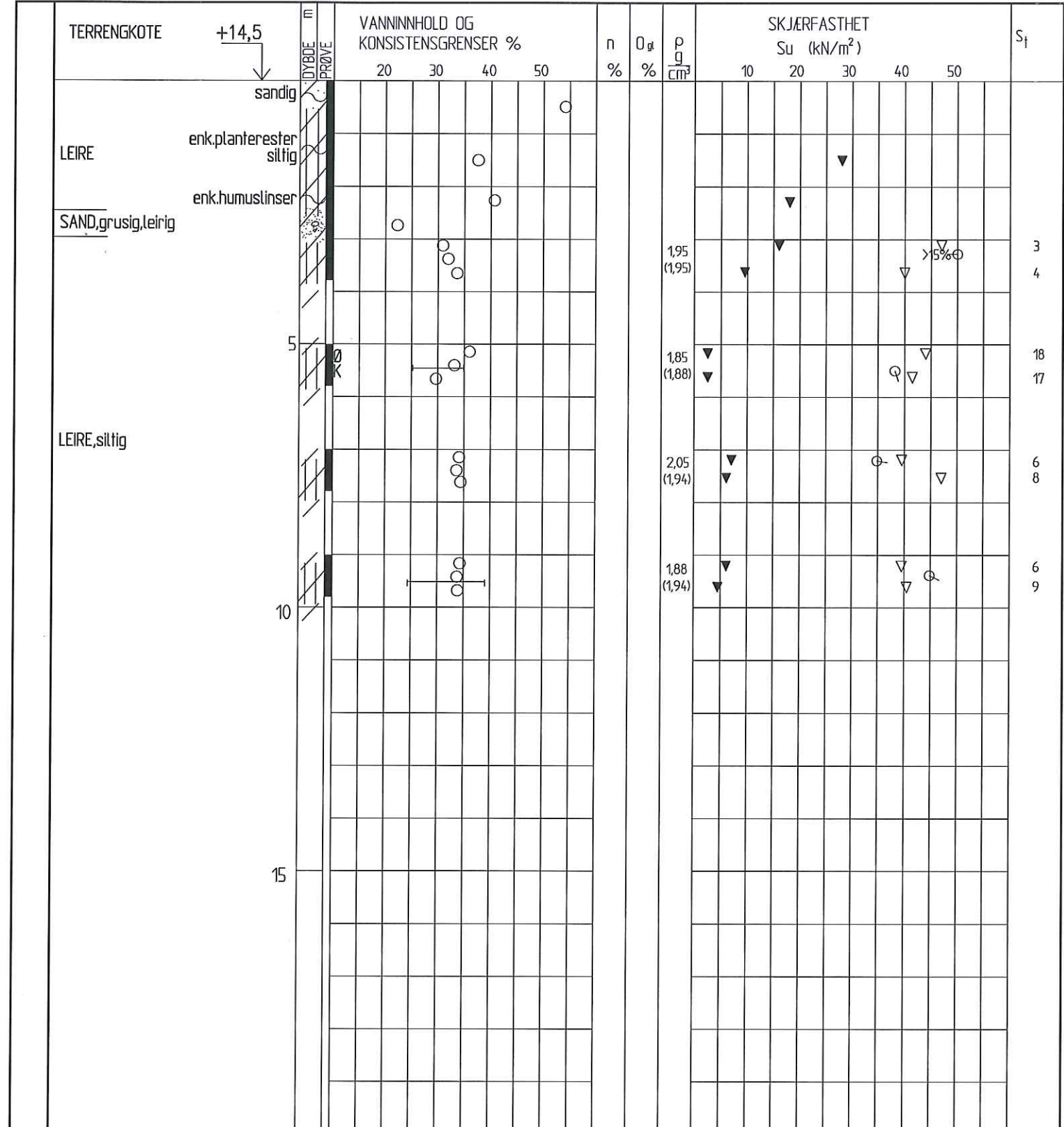
Hull 2-10.dwg

Borplan nr.

-001

Boret dato:

17.08.2011



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

BORBOK NR.: 26098  
LAB.BOK NR.: 2195

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

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

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

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

## GEOTEKNISKE DATA

Rana kommune  
Ytteren  
Grunnundersøkelser

**MULTICONSULT AS**

Dato 29.09.2011

Tegnet truk

Boring nr.

6

Tegningens filnavn

Hull 6-11.dwg

Borplan nr.

-1

Boredato:

22.08.2011



Kontrollert

RK

Godkjent

SLH

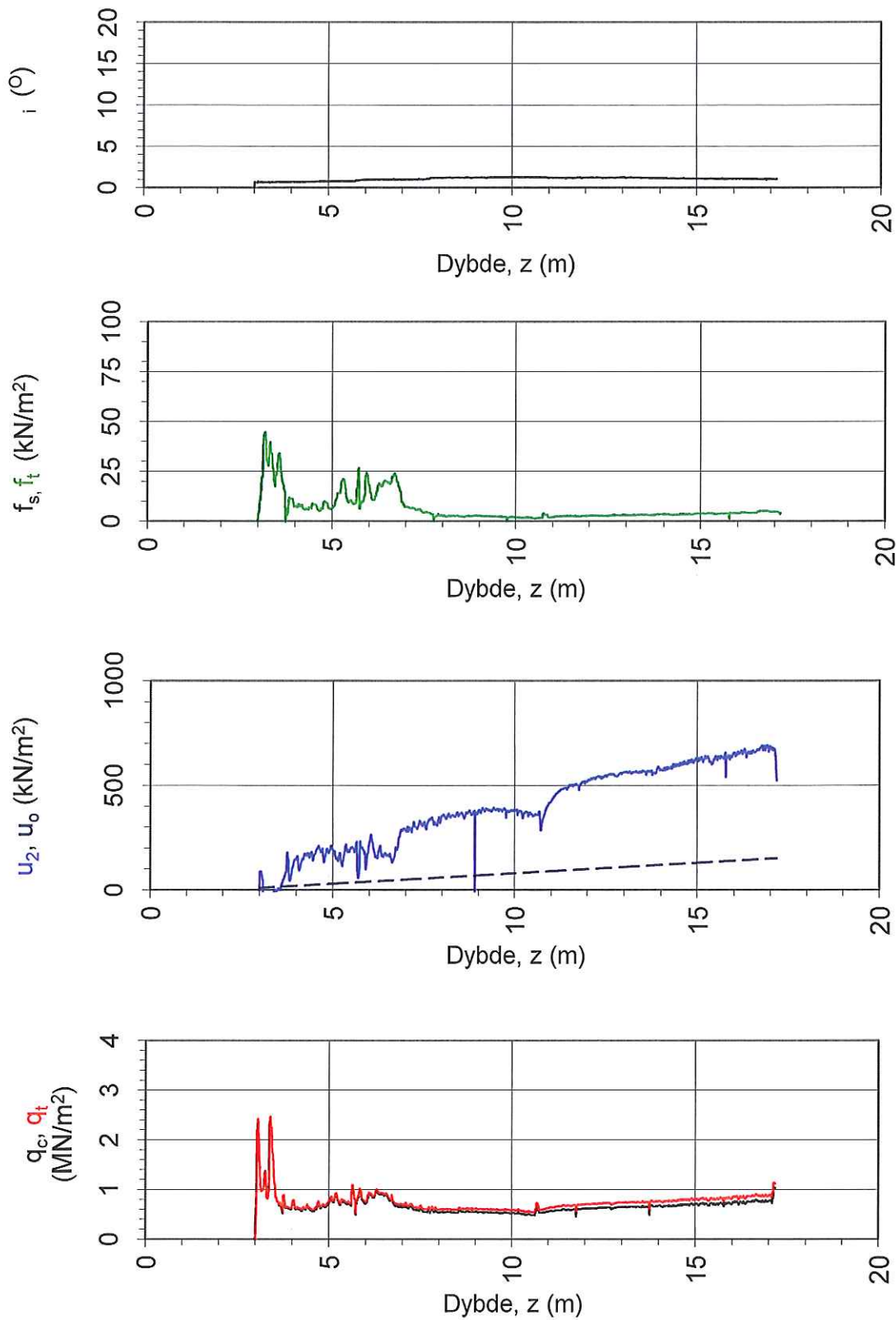
Oppdragsnr.

414561

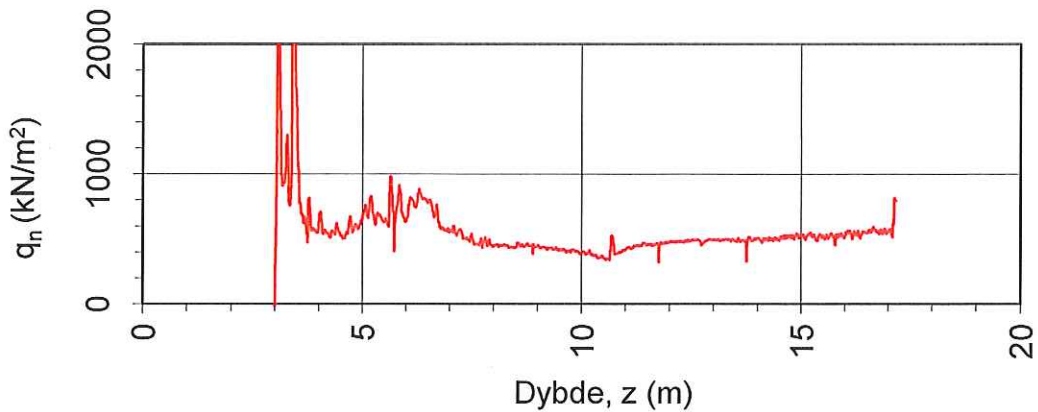
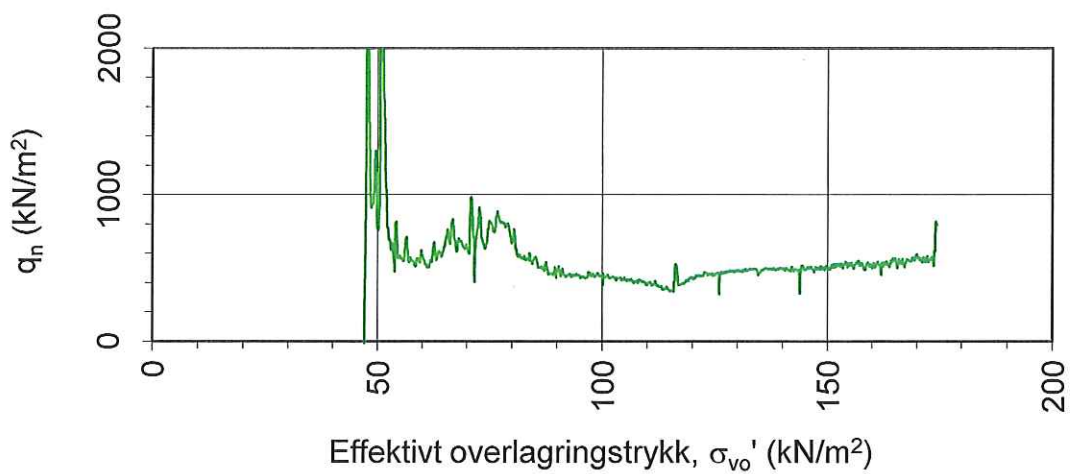
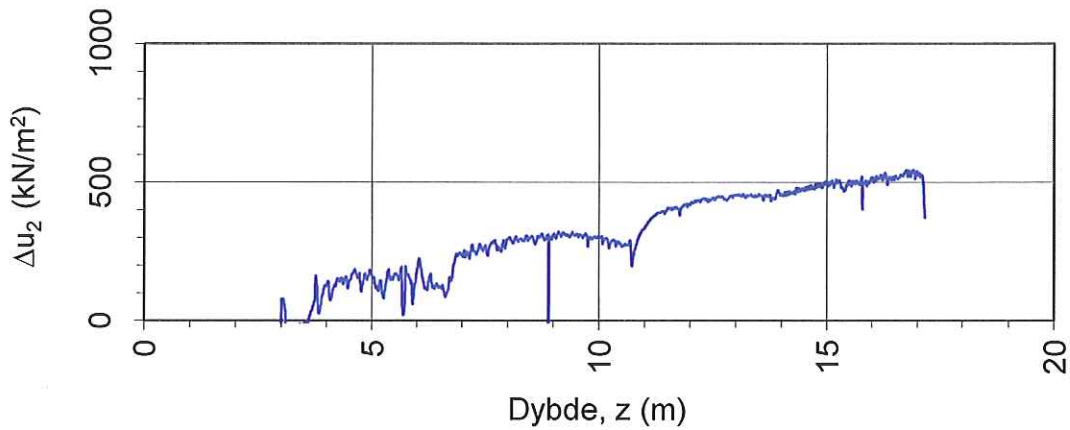
Tegningsnr.

011

Rev.

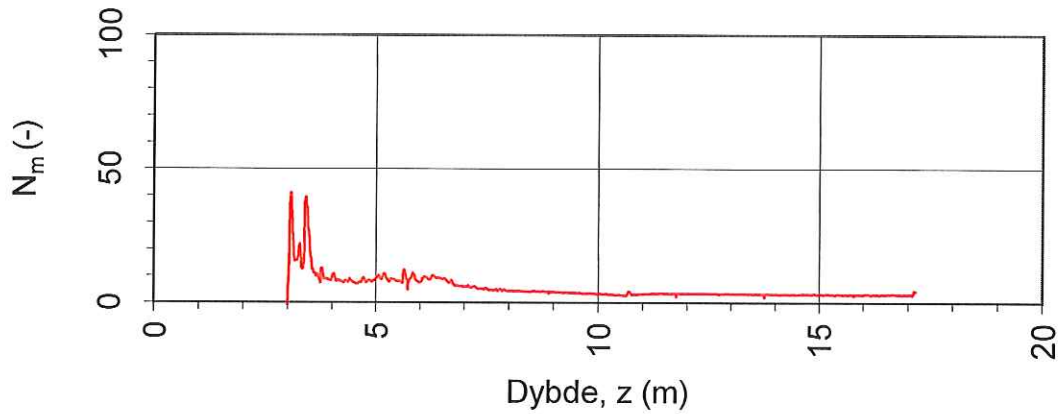
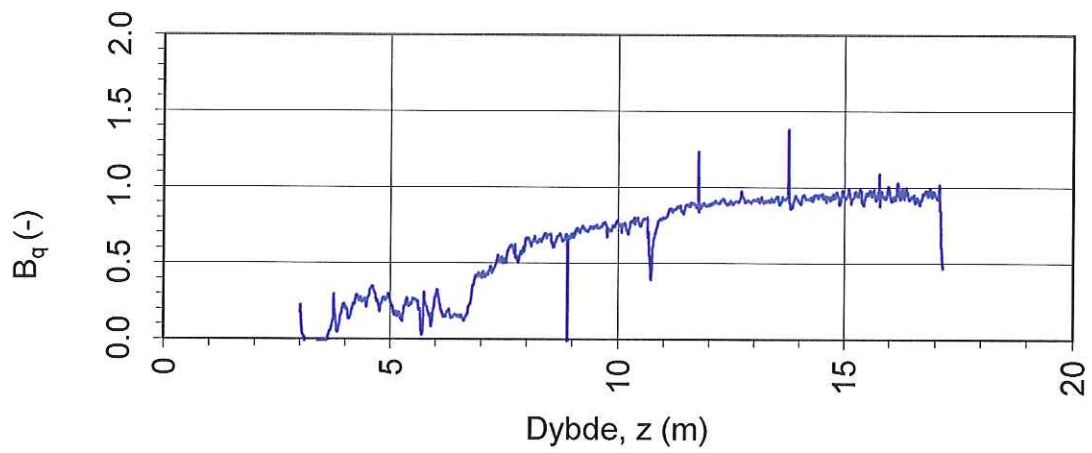
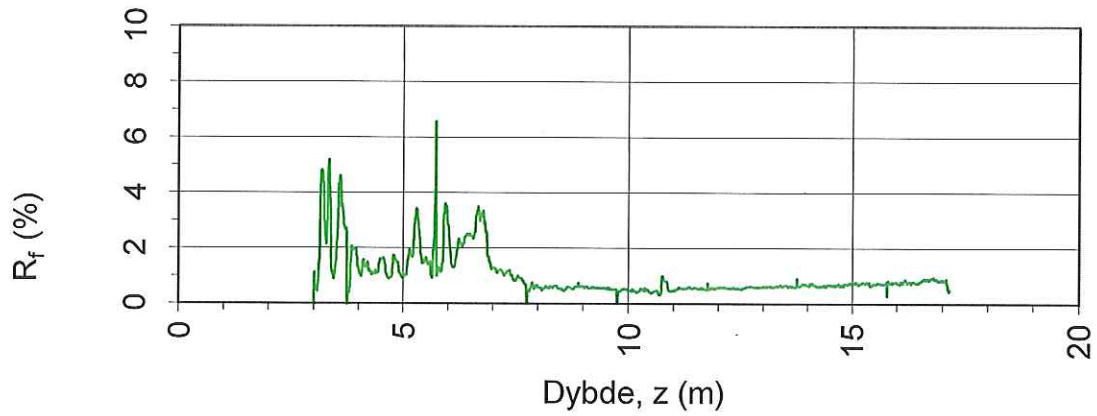


Oppdragsgiver: <b>Rana kommune</b>		Oppdrag: <b>Ytteren</b>		Tegningens filnavn: CPTU_2.xlsx
Spissmotstand $q_{c,t}$ , poretrykk $u_2$ , sidefriksjon $f_{s,t}$ og helning $i$ .				
CPTU id.:	CPTU 2	Sonde:	4354	
MULTICONSULT AS	Dato: 27.11.2011	Tegnet: <i>BC</i>	Kontrollert: <i>ANV</i>	Godkjent: <i>SGH</i>
	Oppdrag nr.: 414561	Tegning nr.: 40.1	Versjon: 04.01.2012	Revisjon: 0

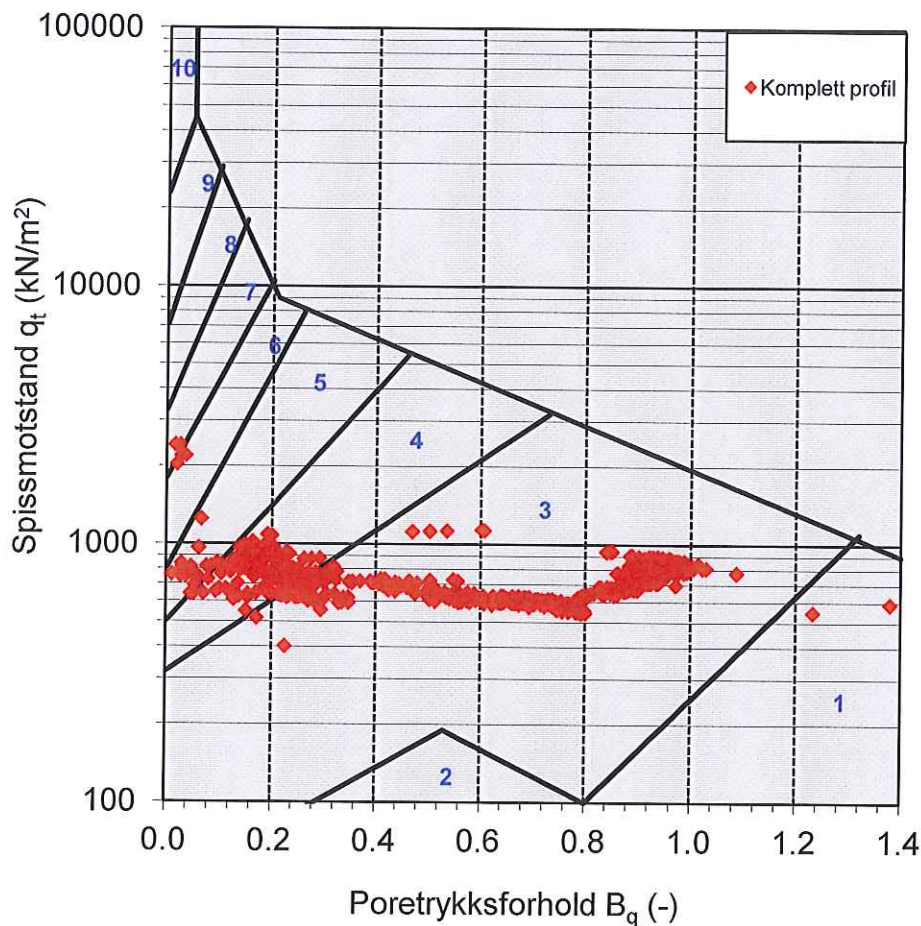


Oppdragsgiver: <b>Rana kommune</b>		Oppdrag: <b>Ytteren</b>		Tegningens filnavn: CPTU_2.xlsx	
Netto spissmotstand $q_n$ og poreovertrykk $\Delta u_2$ .					
CPTU id.:	CPTU 2	Sonde:	4354		
MULTICONSULT AS	Dato: 27.11.2011	Tegnet: RK	Kontrollert: AN	Godkjent: SGH	
	Oppdrag nr.: 414561	Tegning nr.: 40.2	Versjon: 04.01.2012	Revisjon: 0	





Oppdragsgiver: <b>Rana kommune</b>		Oppdrag: <b>Ytteren</b>		Tegningens filnavn: CPTU_2.xlsx	
Spissmotstandstall $N_m$ , poretrykks- $B_q$ og friksjonsforhold $R_f$ .					
CPTU id.:	CPTU 2	Sonde:	4354		
MULTICONSULT AS	Dato: 27.11.2011	Tegnet: <i>RK</i>	Kontrollert: <i>Arv</i>		
	Oppdrag nr.: 414561	Tegning nr.: 40.3	Versjon: 04.01.2012	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	

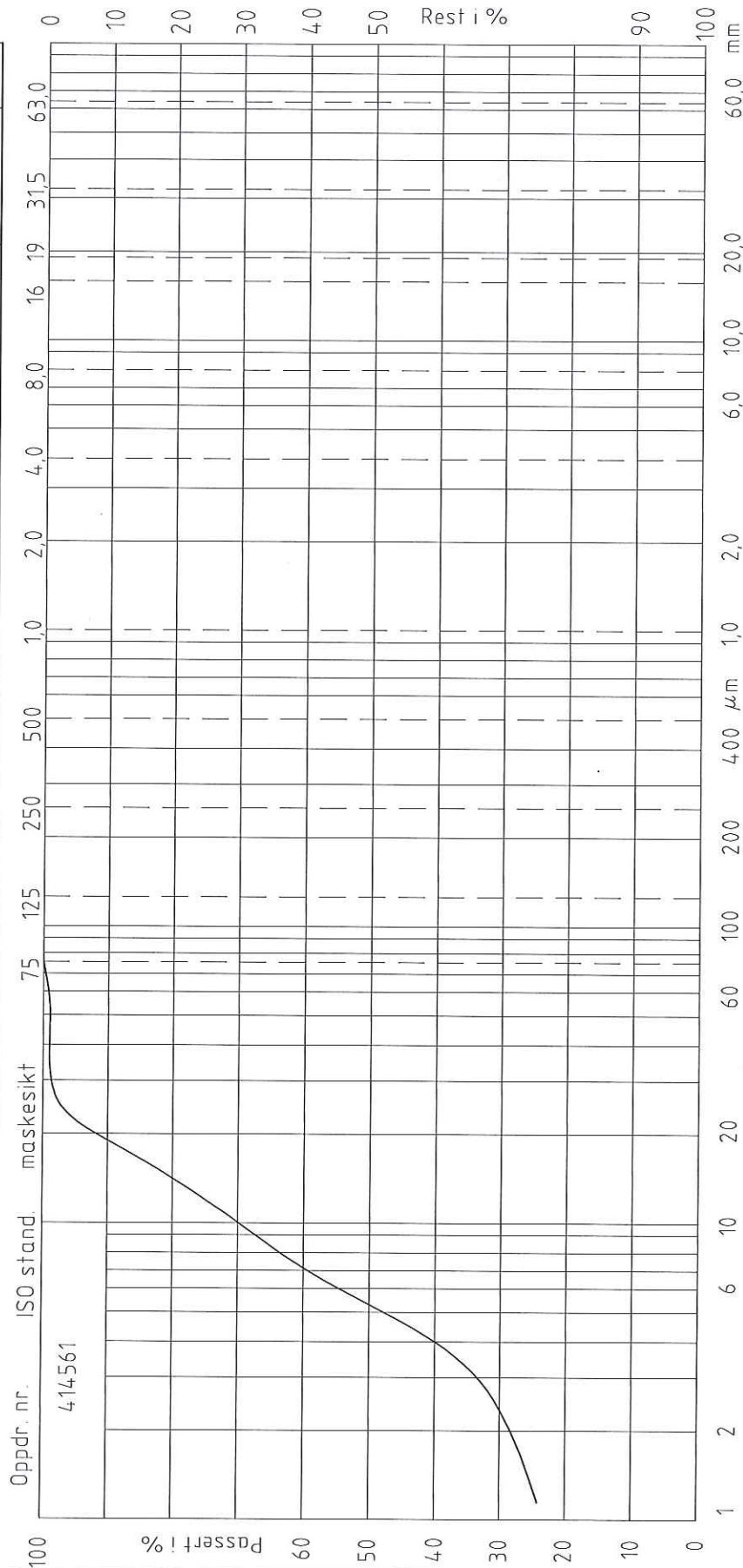
Oppdragsgiver: <b>Rana kommune</b>		Oppdrag: <b>Ytteren</b>		Tegningens filnavn: CPTU_2.xlsx	
Jordartsidentifikasjon fra CPTU data - $q_t$ og $B_q$ .					
CPTU id.:	CPTU 2	Sonde:	4354		
MULTICONSULT AS	Dato: 27.11.2011	Tegnet: RK	Kontrollert: AYV		
	Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Versjon:	Revisjon:	
	414561	40.4	04.01.2012	0	



# DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	4354	Sondetype:	Nova
SONDEDATA			
Arealforhold, a:	0.840	Arealforhold, b:	0.000
Kalibreringsdato:	15.11.2010	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):	35.57	0.58	0.61
Temperaturområde (°C):	0-40	0-40	0-40
Merknad 1:			
Merknad 2:			
UTFØRELSE			
Borleder:	Bård E. Krogsatd	Assistent:	
Filtertype:	Porøst filter	Mettemedium:	Glyserin
Mettemetode:	Ferdig mettet	Lufttemperatur (°C):	20.0
Forankring:		Max. helning (°):	1.3
Merknad 1:			
MÅLEVARIALE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt (kPa):	12.45	0.20	0.21
NULLPUNKTKONTROLL			
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):	7.448	109.800	244.200
Etter sondering (Windows):	0.049	0.000	-0.300
Avvik (Windows) (kPa):	49.0	0.0	-0.3
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
Målestørrelse	Spissmotstand	Friksjon	Poretrykk
Samlet nøyaktighet, $\Delta_{TOT}$ (kPa)	62.04	0.21	0.53
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			
ANVENDELSESKLASSE	2	1	1
Oppdragsgiver:	Oppdrag:		
<b>Rana kommune</b>	Ytteren		
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet.			
CPTU id.:	CPTU 2	Sonde:	4354
MULTICONSULT AS	Dato:	Tegnet:	Kontrollert:
	27.11.2011	RK	arv
	Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Versjon:
	414561	40.5	04.01.2012

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



Symb.	PR.seriennr.	Dybde	Jordartsbetegnelse	Metode	
				Tærresikt	Hydr. F.Drop Våt + Tær Sikt
	Hull 2	7,15 m	LEIRE, siltig		X

# KORNGRADERING

Rana kommune  
Ytteren

Boring nr.  
2

Borplan nr.  
-001

Boret dato:  
17.08.2011



**MULTICONSULT AS**

Dato 21.10.2011

Konstr./Tegnet  
truk

Kontrollert  
RK

Godkjent  
SGH

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

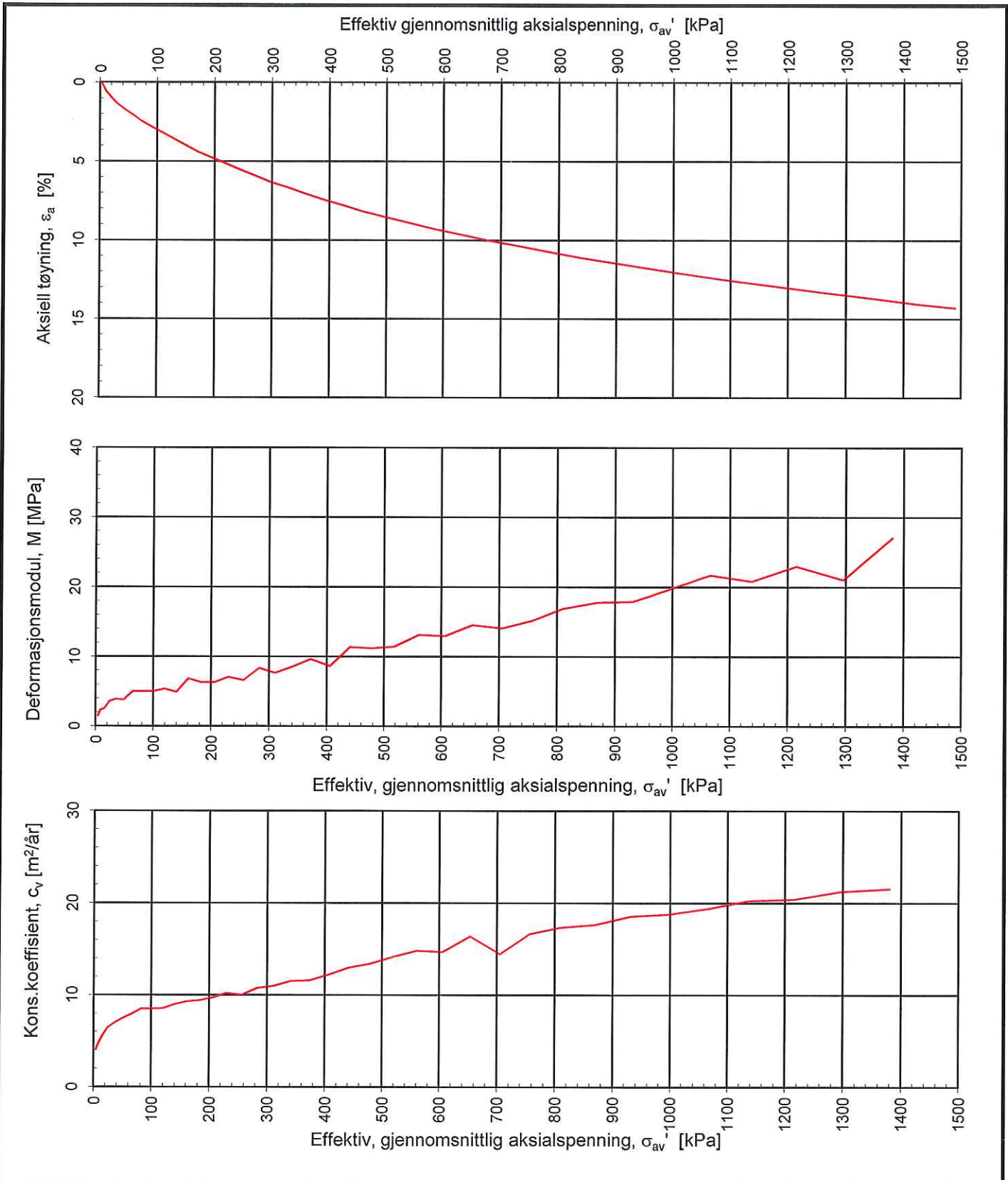
Oppdragsnr.  
414561


Tegningsnr.  
060

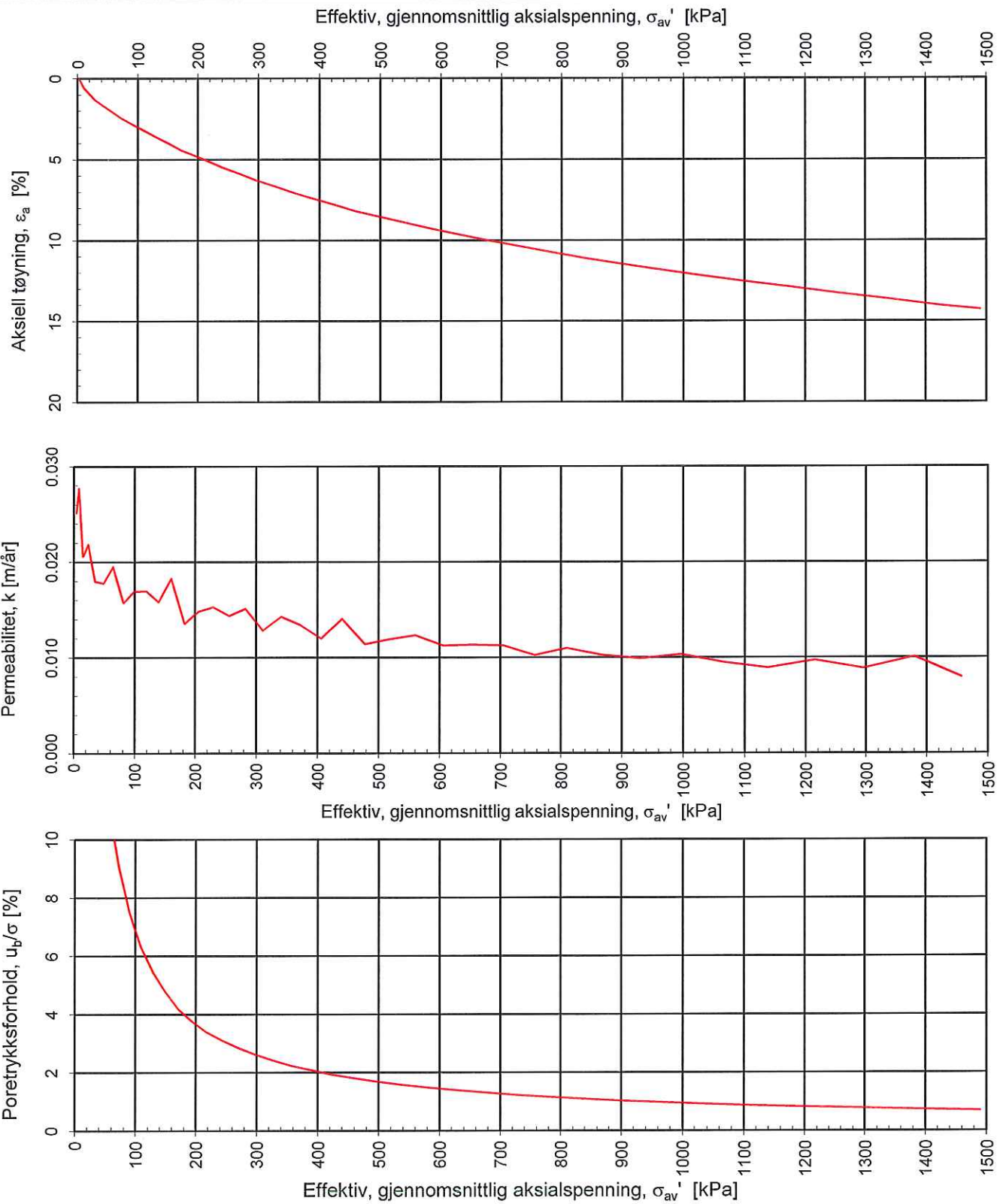
Rev.







<b>Rana kommune</b>			Tegningens filnavn:	
<b>Ytteren</b>			CRS ,Hull 2, dybde 7,4m	
Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Plott A: $\sigma_{av}' - \epsilon_a$ , M og $c_v$ .				
<b>MULTICONSULT AS</b> Sluppenvegen 23, 7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00	Forsøksdato:	Dybde, z (m):	Borpunkt nr.:	
	17.10.2011	7.40	2	
	Forsøksnr.:	Tegnet av:	Kontrollert:	
2	kjt	<i>Ek</i>	<i>SEH</i>	
Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Prosedyre:	Programrevisjon:	
414561	075.1	CRS	01.06.2011	



**Rana kommune**

**Ytteren**

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Plott B:  $\sigma_{av}' - \epsilon_a$ ,  $k$  og  $u_b/\sigma$ .

Tegningens filnavn:

CRS ,Hull 2, dybde 7,4m



**MULTICONSULT AS**

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

Forsøksdato:

17.10.2011

Dybde, z (m):

7.40

Borpunkt nr.:

2

Forsøksnr.:

2

Tegnet av:

kjt

Kontrollert:

Rk

Godkjent:

SCH

Oppdrag nr.:

414561

Tegning nr.:

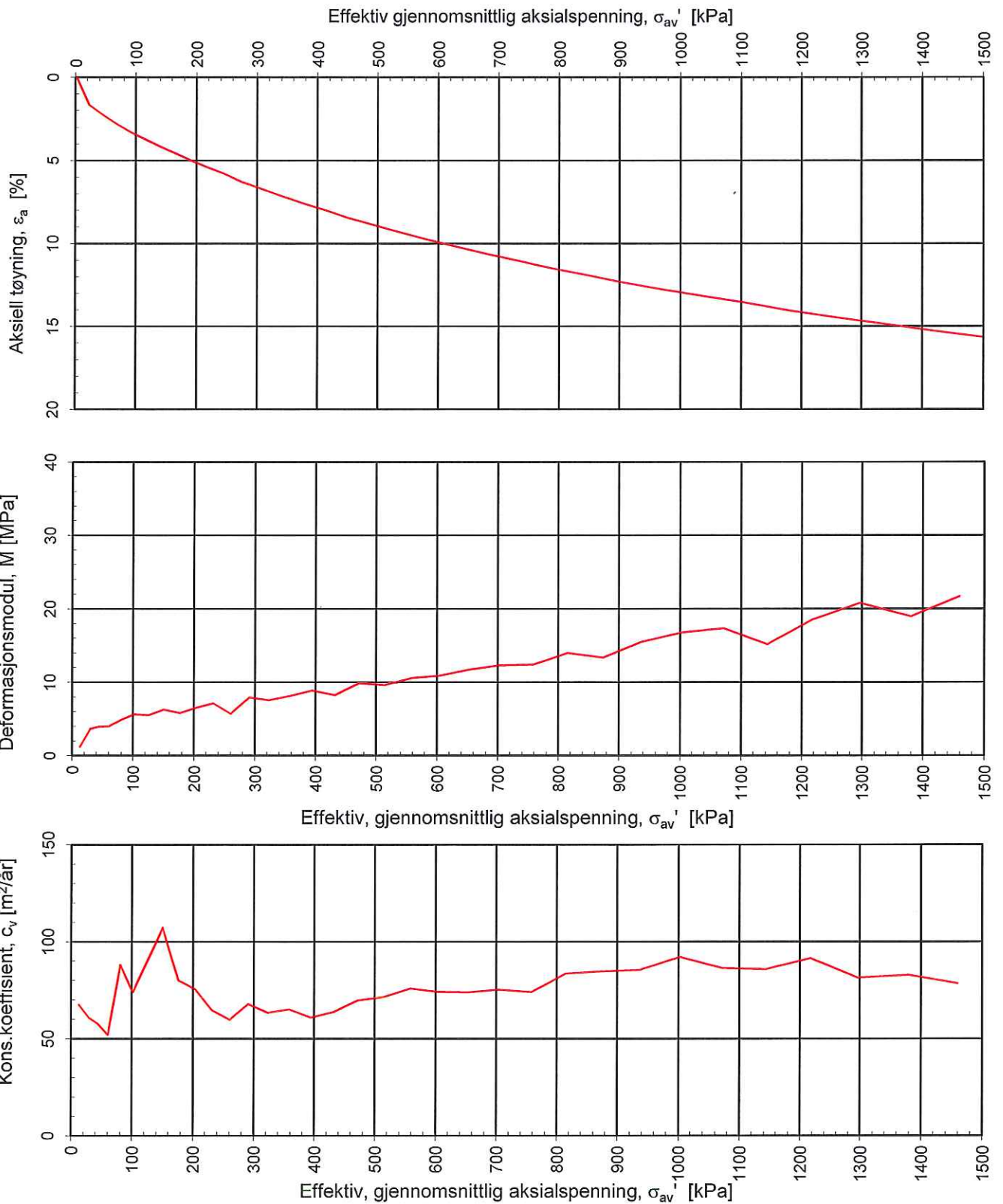
075.2

Prosedyre:

CRS

Programrevisjon:

01.06.2011



**Rana kommune**  
**Ytteren**

Tegningens filnavn:  
CRS,Hull 6, 5.3m.xlsx

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Plott A:  $\sigma_{av}' - \epsilon_a$ , M og  $c_v$ .

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

Forsøksdato:  
23.09.2011

Dybde, z (m):  
5.30

Borpunkt nr.:  
6

Forsøksnr.:  
1

Tegnet av:  
truk

Kontrollert:  
RK

Godkjent:  
SGH

Oppdrag nr.:  
414561

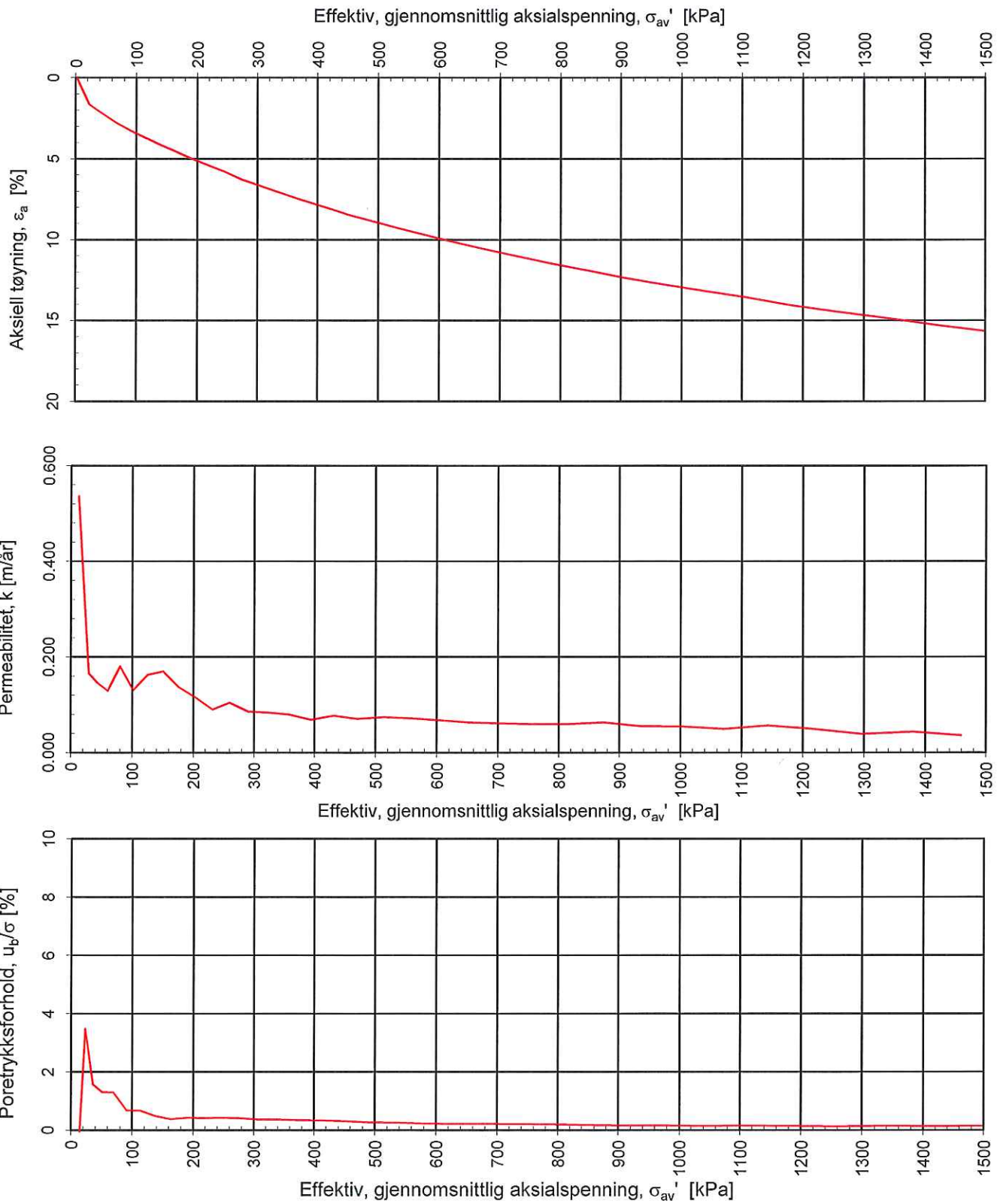
Tegning nr.:  
076.1

Prosedyre:  
CRS

Programrevisjon:  
01.06.2011







**Rana kommune**

**Ytteren**

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Plott B:  $\sigma_{av}' - \epsilon_a$ , k og  $u_p/\sigma$ .

Tegningens filnavn:

CRS,Hull 6, 5.3m.xlsx



Godkjent:

SGH

Programrevisjon:

01.06.2011

**MULTICONSULT AS**

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

Forsøksdato:

23.09.2011

Dybde, z (m):

5.30

Borpunkt nr.:

6

Forsøknr.:

1

Tegnet av:

truk

Kontrollert:

RK

Oppdrag nr.:

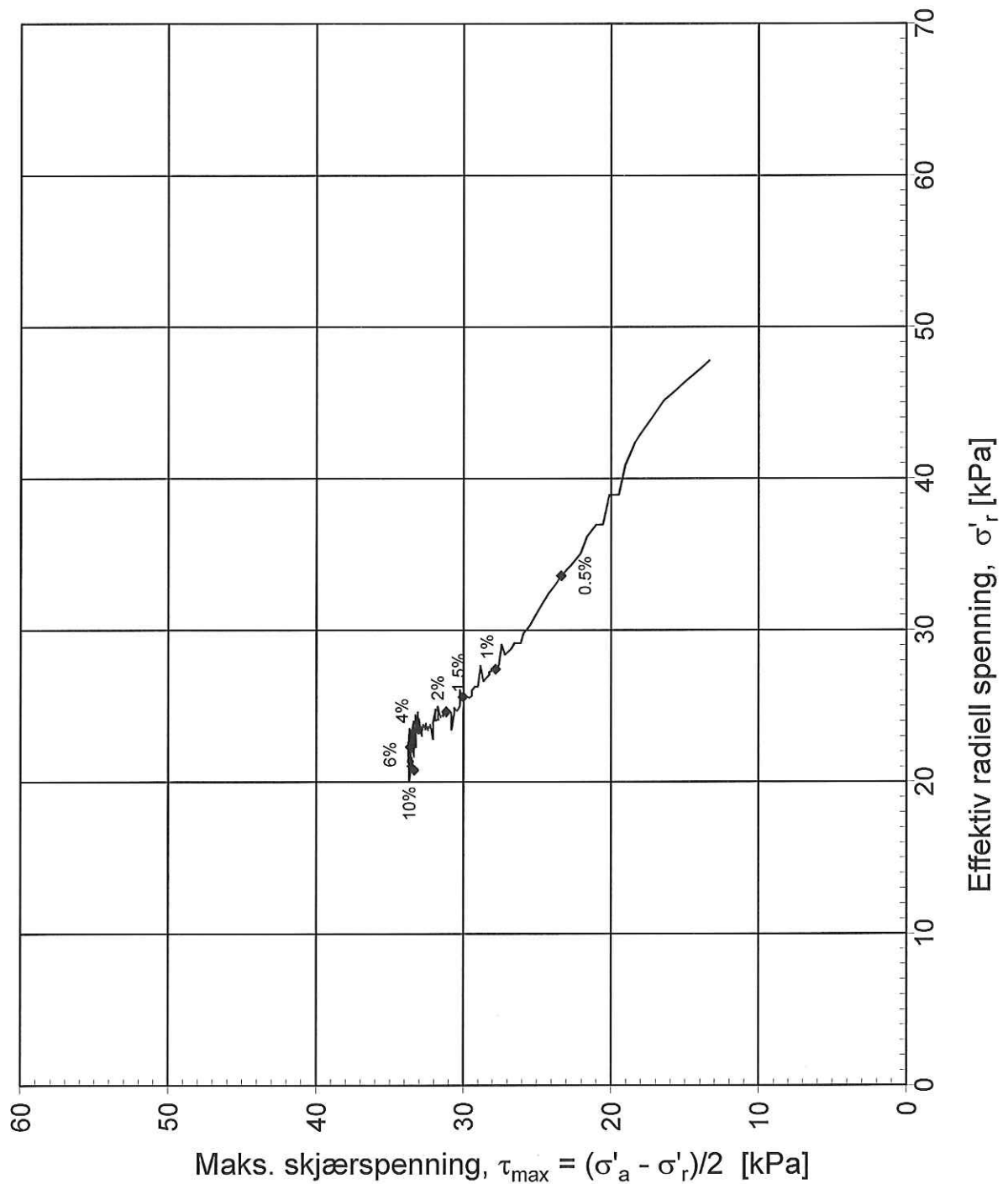
414561

Tegning nr.:

076.2

Prosedyre:

CRS



Konsolideringsspenning, aksial:	$\sigma'_{ac}$ (kPa):	74.55
Konsolideringsspenning, radial:	$\sigma'_{rc}$ (kPa):	47.78
Volumtøyning i konsolideringsfase:	$\varepsilon_{vol}$ (%) = $\Delta V/V_0$ :	2.81
Baktrykk $u_b$ (kPa):	400	B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c$ (-): 0.80
Vanninnhold $w_i$ (%):	39.51	Densitet $\rho_i$ (g/cm <sup>3</sup> ): 1.90

**Rana kommune**

**Ytteren**

Treaksialforsøk. Deviatorspenningssti. NTNU-plott.

Tegningens filnavn:  
CAUa H2, dybde 7,35m

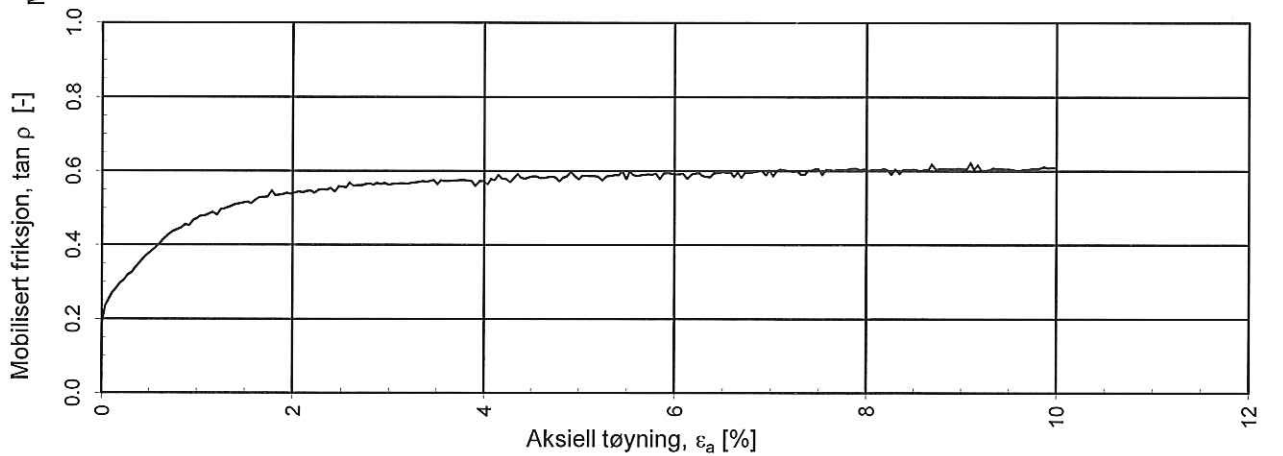
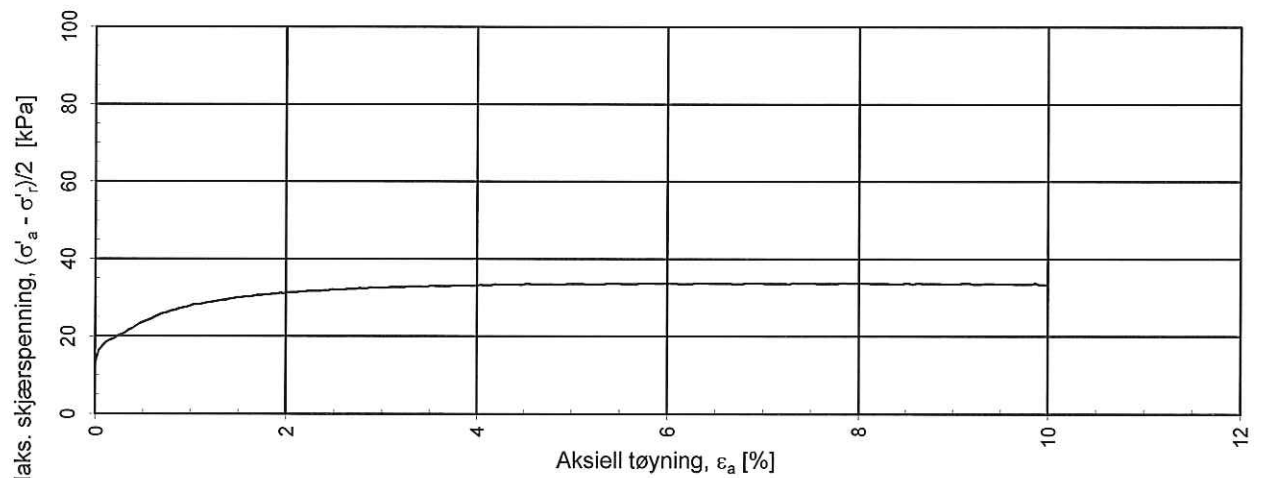
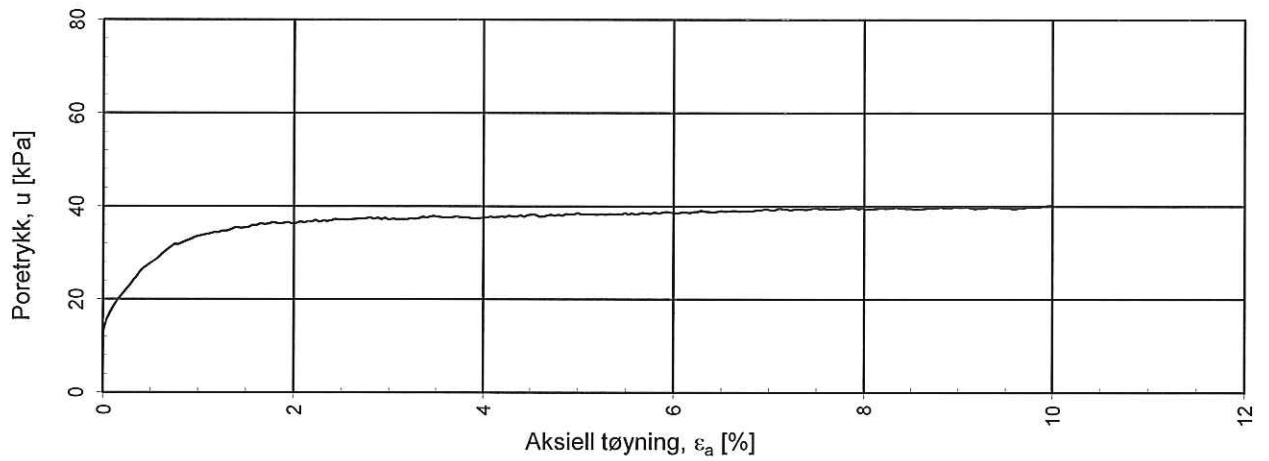


**MULTICONSULT AS**

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

Forsøksdato: 17.10.2011	Dybde, z (m): 7.35	Borpunkt nr.: 2
Forsøk nr.: 2	Tegnet: kjt	Kontrollert: RK
Oppdrag nr.: 414561	Tegning nr.: 077.1	Prosedyre: CAUa

Godkjent: SGH
Programrevisjon: 02.02.2011



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

**Rana kommune**

**Ytteren**

Treaksialforsøk. Poretrykks- og mobiliseringsforløp.

**MULTICONSULT AS**

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

Forsøksdato:  
17.10.2011

Forsøk nr.:  
2

Oppdrag nr.:  
414561

Dybde,  $z$  (m):  
7.35

Tegnet:  
kjt

Tegning nr.:  
077.2

Borpunkt nr.:  
2

Kontrollert:  
Rk

Prosedyre:  
CAUa

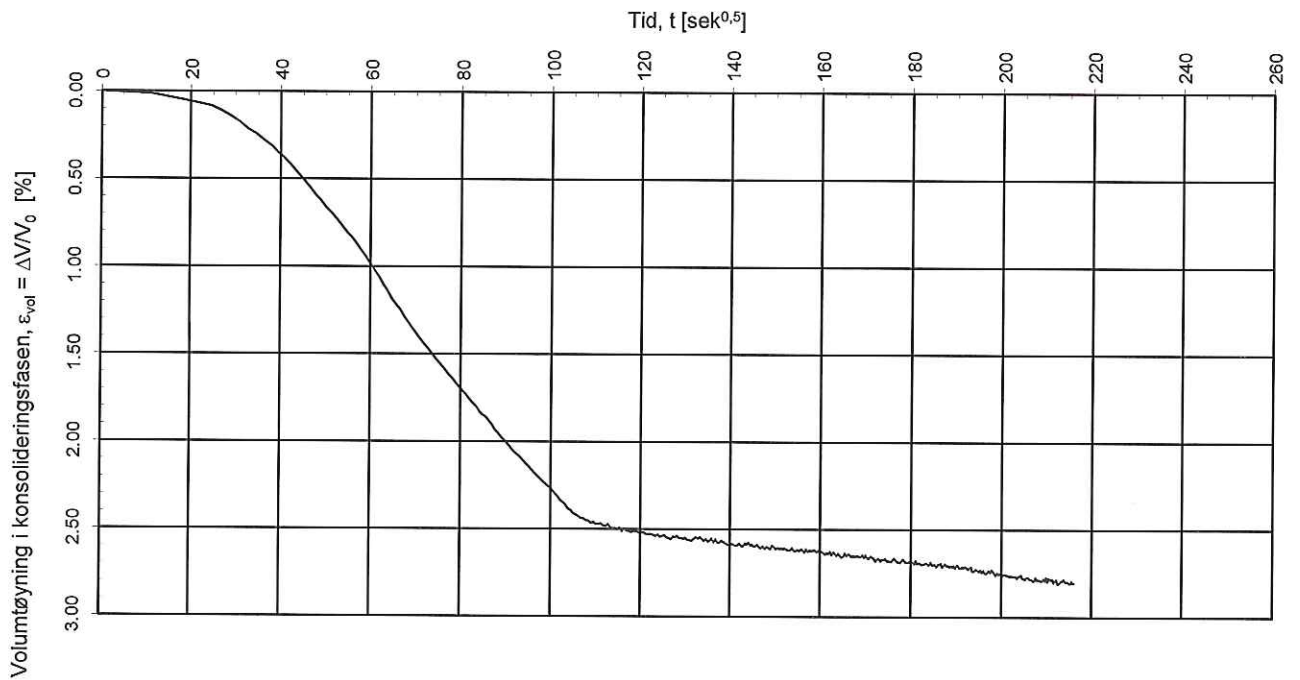
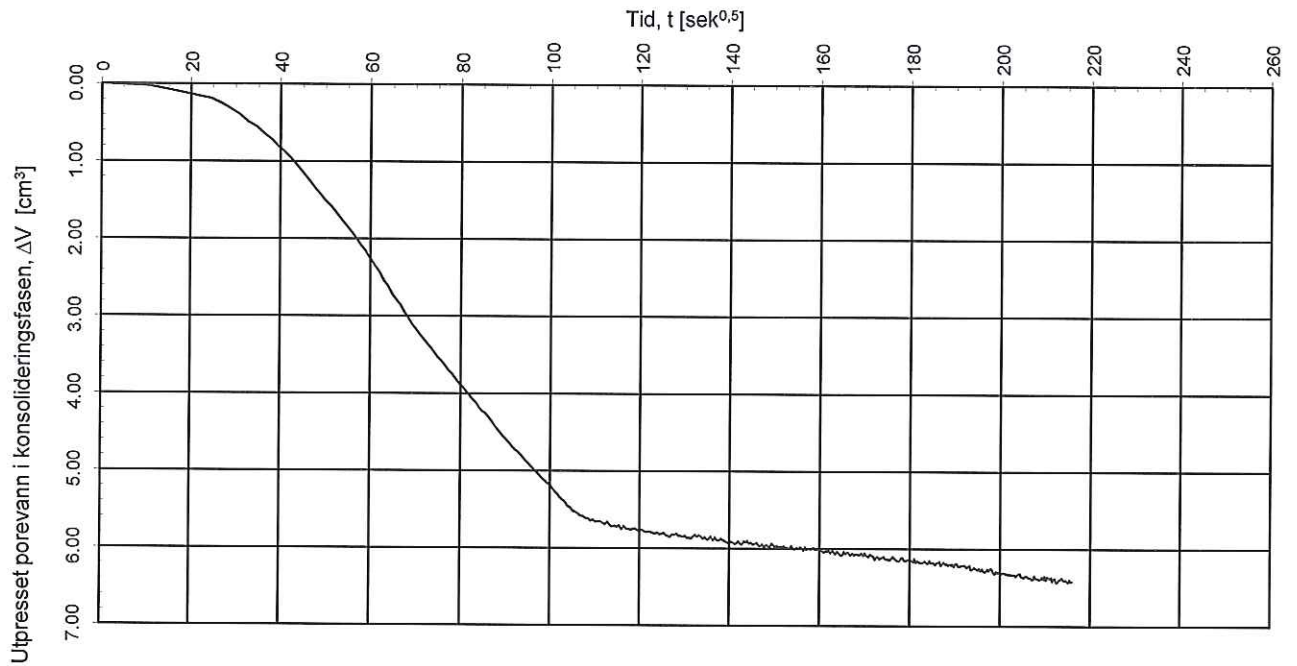
Tegningens filnavn:

CAUa H2, dybde 7,35m



Godkjent:  
SCH

Programrevisjon:  
02.02.2011



Konsolideringsspenning, aksial:	$\sigma'_{ac}$ (kPa):	74.55
Konsolideringsspenning, radial:	$\sigma'_{rc}$ (kPa):	47.78
Volumtøyning i konsolideringsfase:	$\epsilon_{vol}$ (%) = $\Delta V/V_0$ :	2.81
Baktrykk $u_b$ (kPa):	400	B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c$ (-): 0.80
Vanninnhold $w_i$ (%):	39.51	Densitet $\rho_i$ (g/cm <sup>3</sup> ): 1.90

## Rana kommune

### Ytteren

Treaksialforsøk. Vannutpressing - tid, konsolideringsfase.

Tegningens filnavn:

CAUa H2, dybde 7,35m



## MULTICONSULT AS

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

Forsøksdato:  
17.10.2011

Dybde, z (m):  
7.35

Borpunkt nr.:  
2

Forsøk nr.:  
2

Tegnet:  
kjt

Kontrollert:  
RK

Godkjent:  
SCH

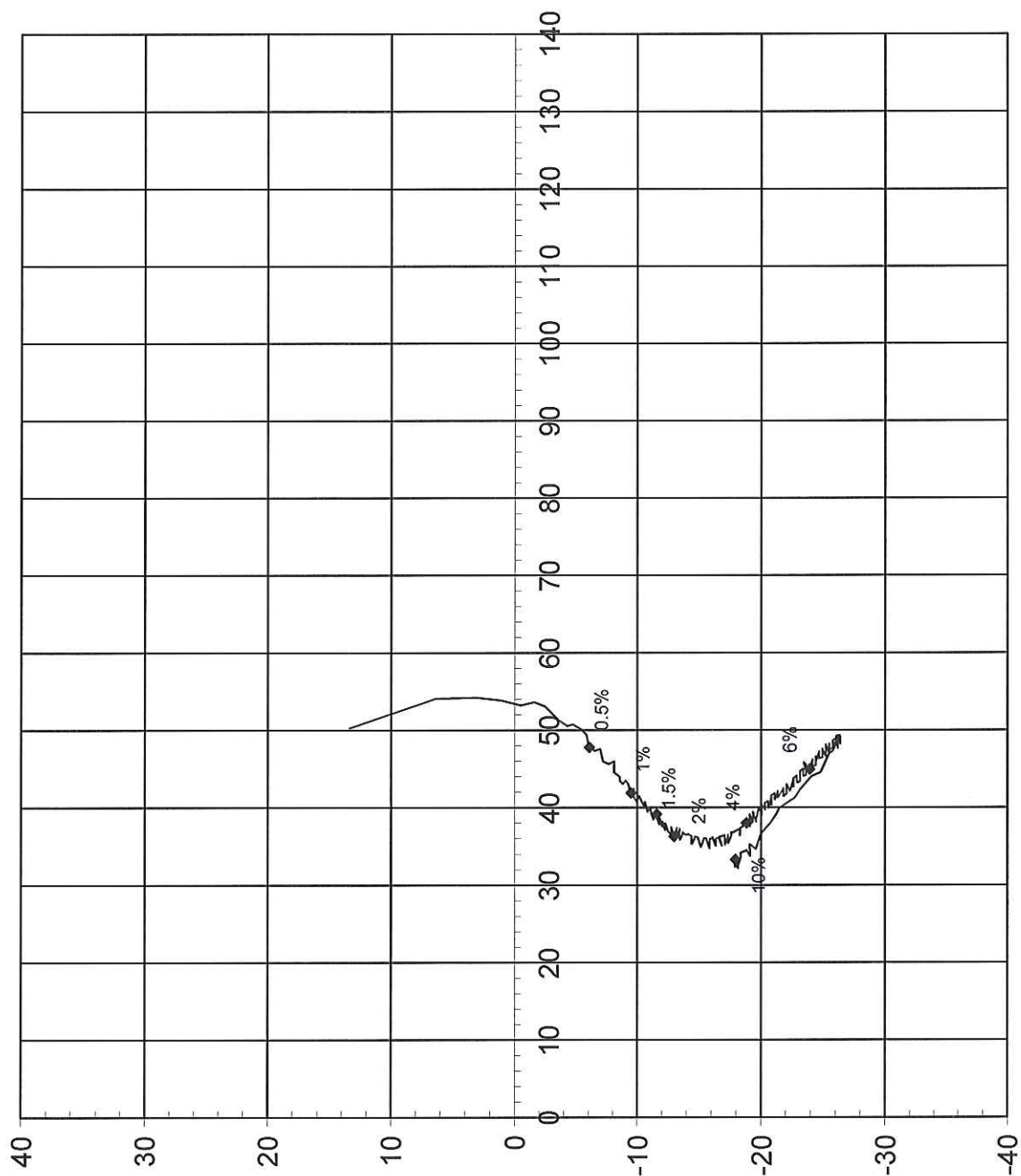
Oppdrag nr.:  
414561

Tegning nr.:  
077.3

Prosedyre:  
CAUa

Programrevisjon:  
02.02.2011





Effektiv radiell spenning,  $\sigma'_r$  [kPa]

Maks. skjærspenning,  $\tau_{\max} = (\sigma'_a - \sigma'_r)/2$  [kPa]

Konsolideringsspenning, aksial:	$\sigma'_{ac}$ (kPa):	77.06
Konsolideringsspenning, radial:	$\sigma'_{rc}$ (kPa):	50.28
Volumtøyning i konsolideringsfase:	$\varepsilon_{vol} (\%) = \Delta V/V_0$ :	4.24
Baktrykk $u_b$ (kPa):	400	B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c$ (-): 0.95
Vanninnhold $w_i$ (%):	39.51	Densitet $\rho_i$ (g/cm <sup>3</sup> ): 1.90

**Rana Kommune**

**Ytteren**

Treaksialforsøk. Deviatorspenningssti. NTNU-plott.

Tegningens filnavn:

CAUp H2, dybde 7,25m



**MULTICONSULT AS**

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

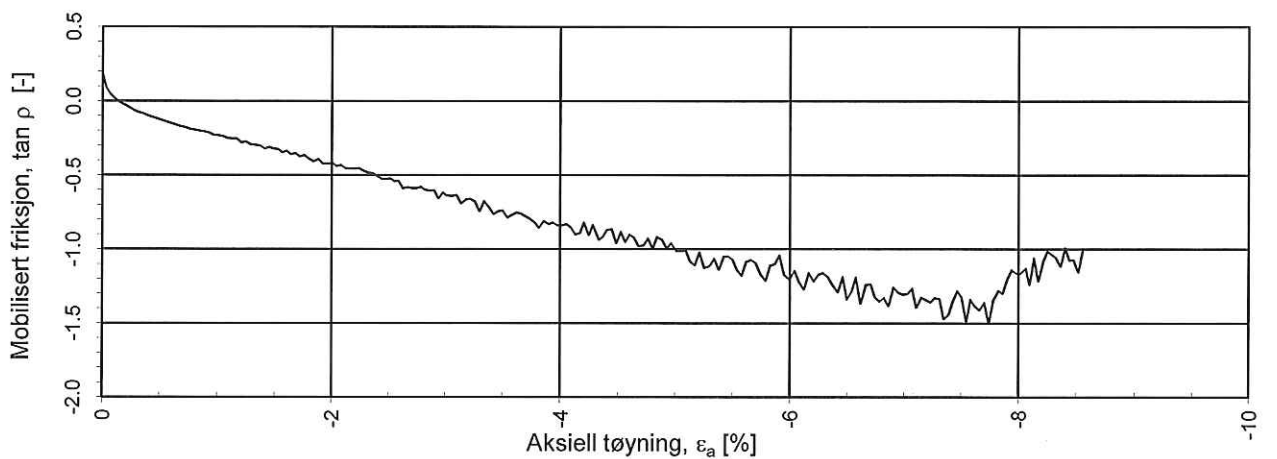
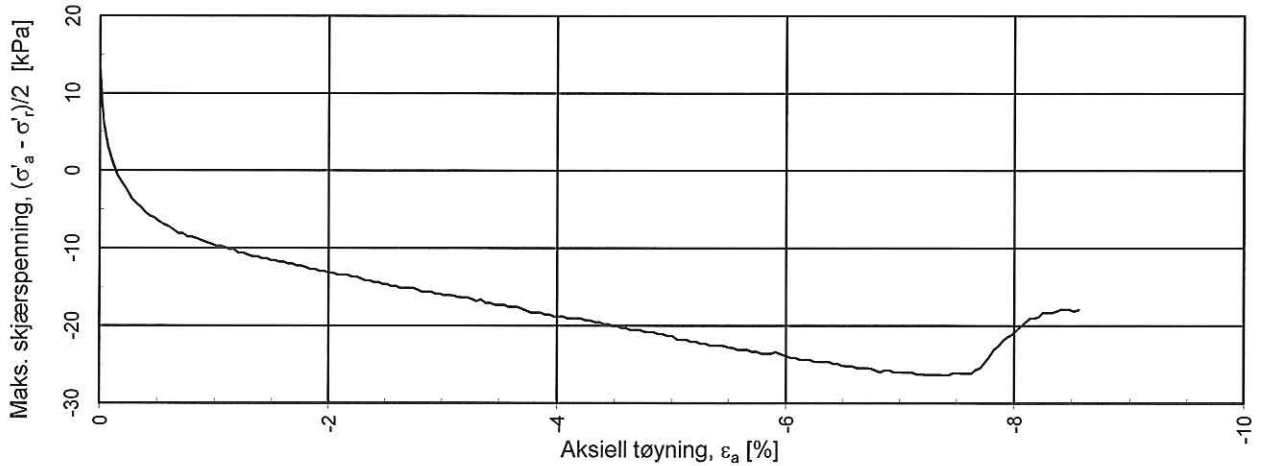
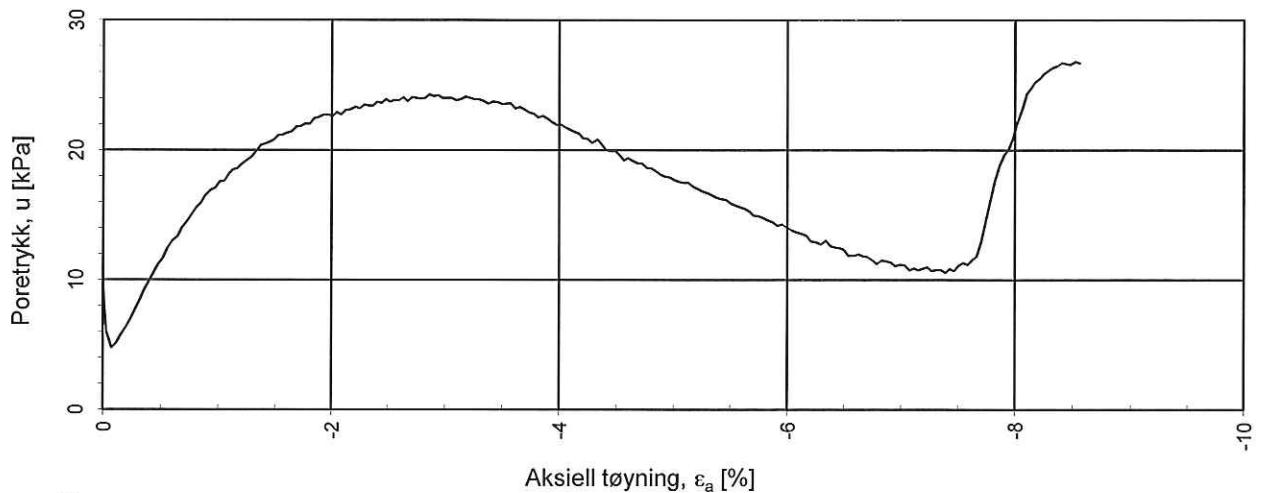
Forsøksdato: 17.08.2011	Dybde, z (m): 7.25	Borpunkt nr.: 2
Forsøk nr.: 1	Tegnet: kjt	Kontrollert: RK
Oppdrag nr.: 414561	Tegning nr.: 078.1	Prosedyre: CAUp

Godkjent:

SGH

Programrevisjon:

02.02.2011



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

**Rana Kommune**

**Ytteren**

Treaksialforsøk. Poretrykks- og mobiliseringsforløp.

Tegningens filnavn:

CAUp H2, dybde 7,25m

**MULTICONSULT AS**

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

Forsøksdato:

17.08.2011

Dybde, z (m):

7.25

Borpunkt nr.:

2

Forsøk nr.:

1

Tegnet:

kjt

Kontrollert:

RK

Godkjent:

SGH

Oppdrag nr.:

414561

Tegning nr.:

078.2

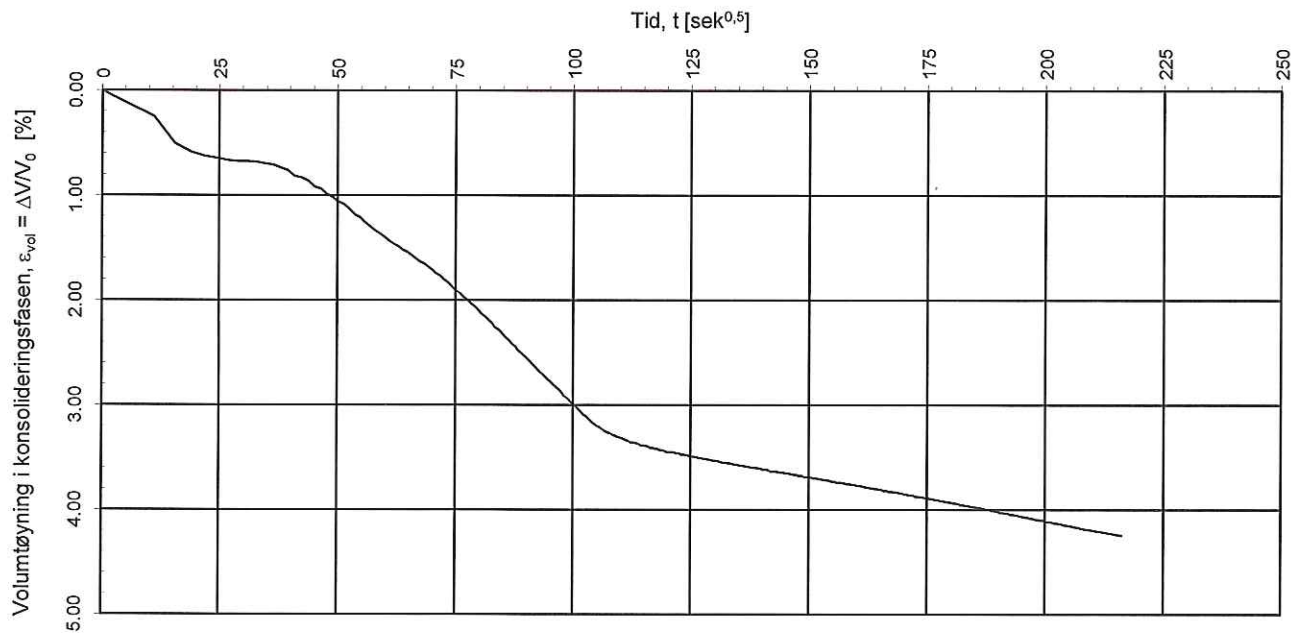
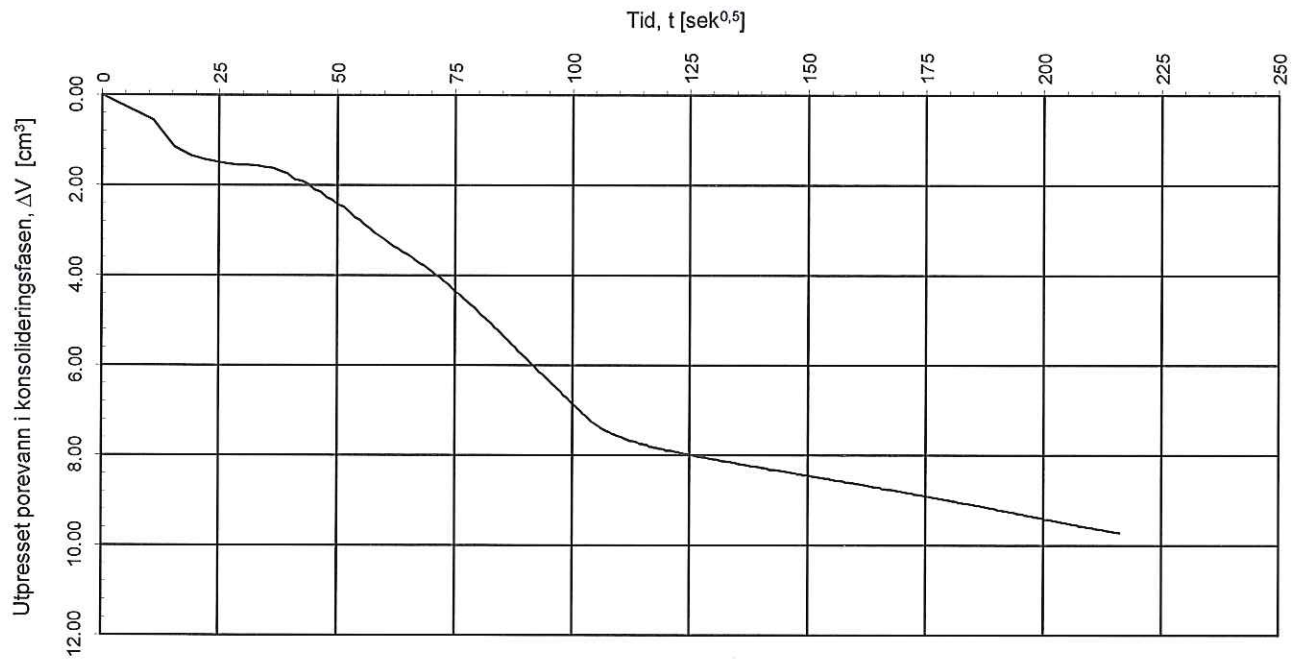
Prosedyre:

CAUp


Programrevisjon:

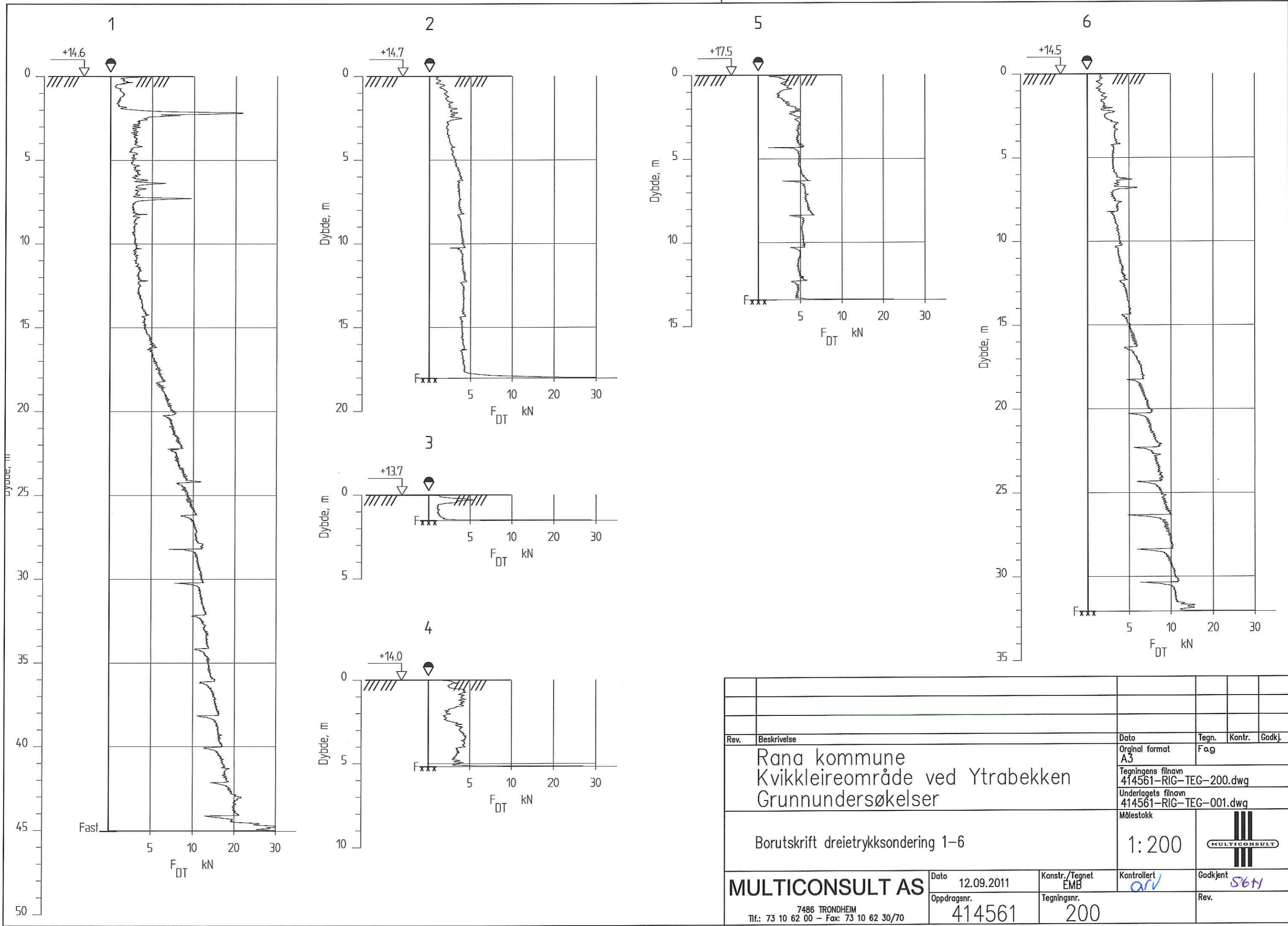
02.02.2011





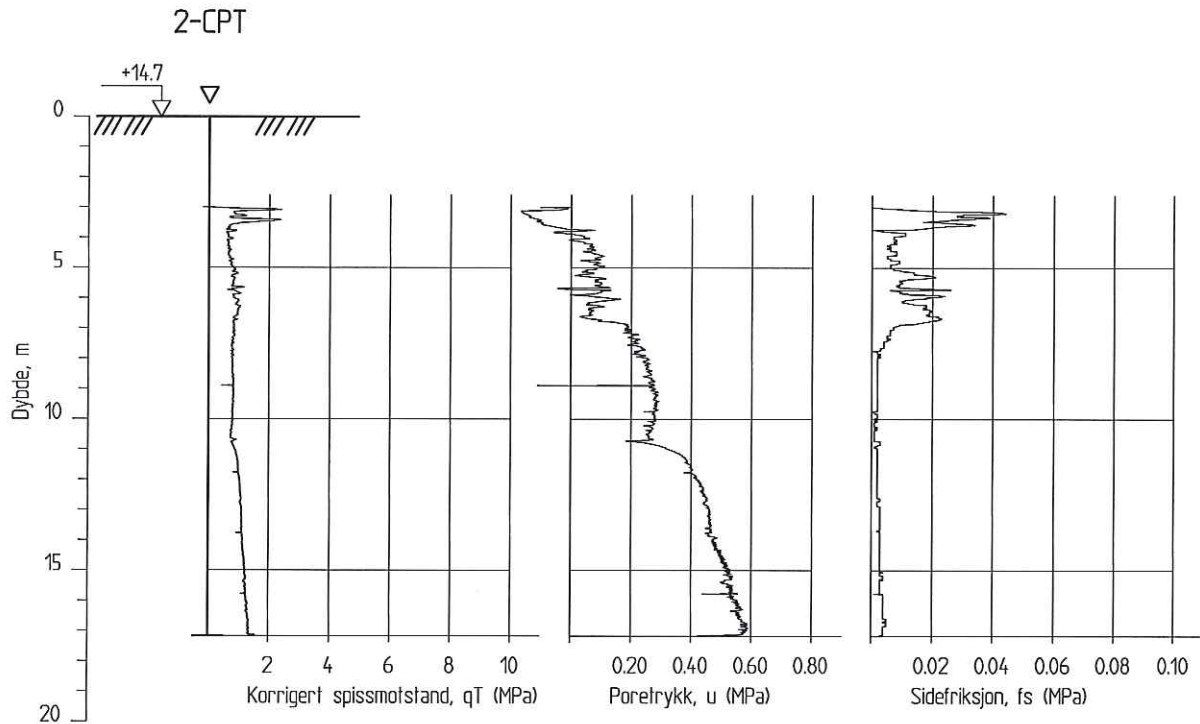
Konsolideringsspenning, aksial:	$\sigma'_{ac}$ (kPa):	77.06
Konsolideringsspenning, radial:	$\sigma'_{rc}$ (kPa):	50.28
Volumtøyning i konsolideringsfase:	$\epsilon_{vol}$ (%) = $\Delta V/V_0$ :	4.24
Baktrykk $u_b$ (kPa):	400	B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c$ (-): 0.95
Vanninnhold $w_i$ (%):	39.51	Densitet $\rho_i$ (g/cm <sup>3</sup> ): 1.90

<b>Rana Kommune</b>			Tegningens filnavn: CAUp H2, dybde 7,25m
<b>Ytteren</b>			
Treaksialforsøk. Vannutpressing - tid, konsolideringsfase.			
<b>MULTICONSULT AS</b> Sluppenvegen 23, 7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 Faks: 73 10 62 30	Forsøksdato: 17.08.2011	Dybde, z (m): 7.25	Borpunkt nr.: 2
	Forsøk nr.: 1	Tegnet: kjt	Kontrollert: RIC
	Oppdrag nr.: 414561	Tegning nr.: 078.3	Prosedyre: CAUp
			Programrevisjon: 02.02.2011

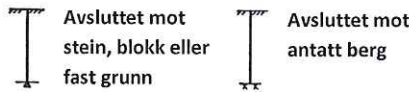


Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Rana kommune Kvikkleireområde ved Ytrabekken Grunnundersøkelser	Original format A3	Fag		
		Tegningens filnavn 414561-RIG-TEG-200.dwg			
		Underlagets filnavn 414561-RIG-TEG-001.dwg			
	Borutskrift dreietrykksondering 1-6	Målestokk 1:200			
<b>MULTICONSULT AS</b>		Dato 12.09.2011	Konstr./Tegnet EMB	Kontrollert arv	Godkjent S611
7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70		Oppdragsnr. 414561	Tegningsnr. 200	Rev.	

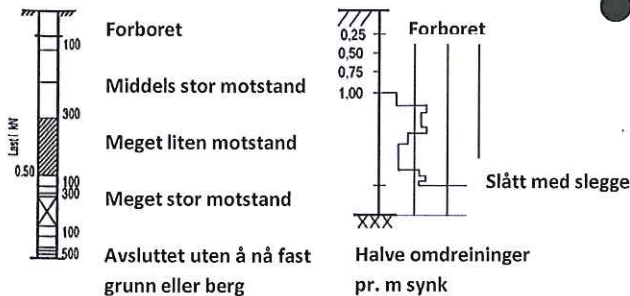




Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Rana kommune Kvikkleireområde ved Ytrabekken Grunnundersøkelser	Original format A3	Fag		
		Tegningens filnavn 414561-RIG-TEG-200.dwg			
		Underlagets filnavn 414561-RIG-TEG-001.dwg			
	Borutskrift CPT 2	Målestokk 1:200			
<b>MULTICONSULT AS</b> 7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70		Dato 12.09.2011	Konstr./Tegnet EMB	Kontrollert Arv	Godkjent SBH
		Oppdragsnr. 414561	Tegningsnr. 201	Rev.	



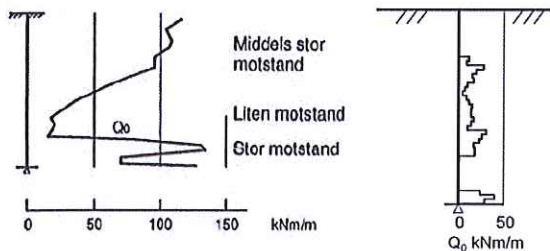
**Sonderinger** utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn.



**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 tverrstrekk 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.

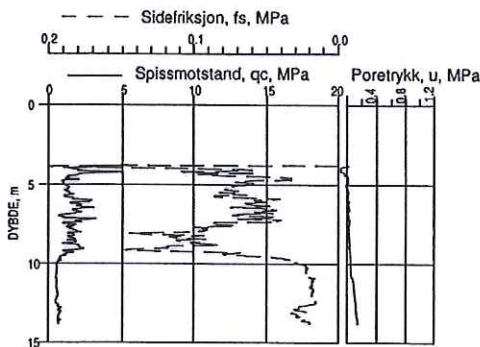


**RAMSONDERING (NS-EN ISO 22476-2)**

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.

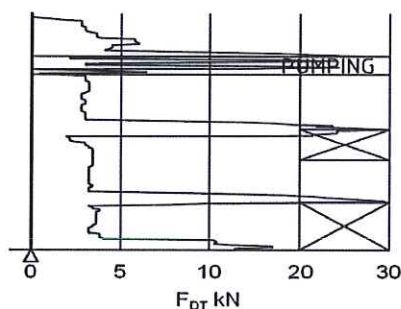
$Q_0$  = loddets tyngde \* fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)



**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).

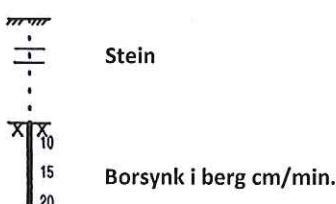


**DREIETRYKKSONDERING (NGF MELDING 7)**

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.

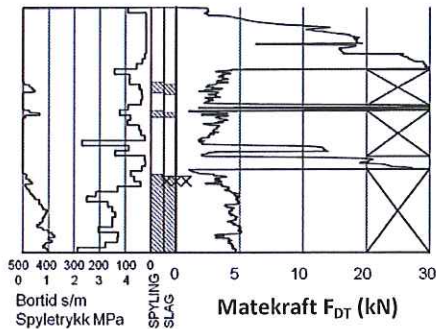
Metoden er spesielt hensiktsmessig ved påvisning av kvikkleire i grunnen, men den gir ikke sikker dybde til bergoverflaten.



**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.

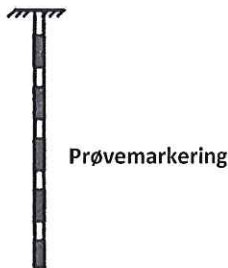




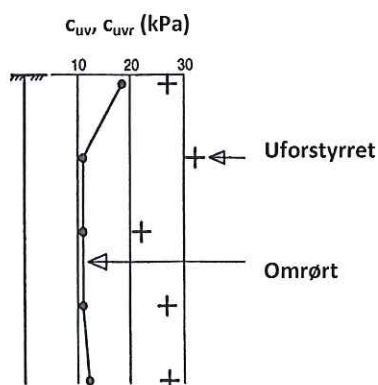
**T TOTALSONDERING (NGF MELDING 9)**  
Kombinerer metodene dreietrykksondering og bergkontrollboring. Det benyttes  $\phi 45$  mm skjøtbare borstenger og  $\phi 57$  mm stiftborkrone med tilbakeslagsventil. Under nedboring i bløte lag benyttes dreietrykkmodus, og boret presses ned i bakken med konstant 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.



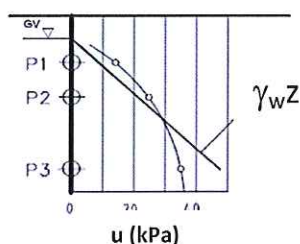
**⊙ MASKINELL NAVERBORING**  
Utføres med hul borstang påsveis et metallspiral med fast stige høyde (auger). Med borrhigg kan det bores til 5-20 m dybde, avhengig av jordart, lagringsfasthet og beliggenhet av grunnvannstanden. Med denne metoden kan det tas forstyrrede poseprøver ved å samle materialet 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 vingekor med dimensjoner  $b \times h = 55 \times 110$  mm eller  $65 \times 130$  mm presses ned i grunnen til ønsket målenivå. Her blir vingekoret 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 vingekoret. 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 Kornstørrelse (mm)	Leire <0,002	Silt 0,002-0,063	Sand 0,063-2	Grus 2-63	Stein 63-630	Blokk >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). Leirinholdet 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.

### SKJÆRFASHTHET

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

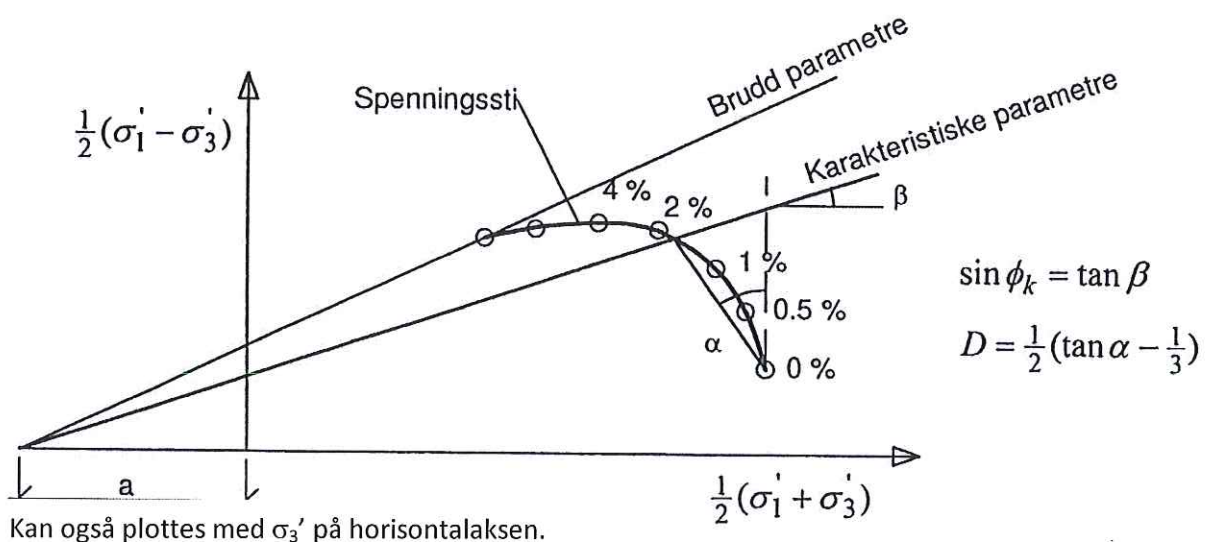
#### Effektivspenningsanalyse: Effektive skjærfasthetsparametre $a$ , $c$ , $\phi$ ( $\tan\phi$ ) (kPa, kPa, °, (-))

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 ( $c_{uA}$ ) (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.



**VANNINHOLD (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>f</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  $I_p = w_f - w_p$  (%) angir det plastiske området for jordarten og benyttes til klassifisering av plastisiteten. Er det naturlige vanninnholdet høyere enn flytegrensen blir materialet flytende ved omrøring (vanlig for kvikkleire).

**DENSITETER (NS 8011 & 8012)**

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

**TYNGDETETHETER**

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

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  $\epsilon$ ) 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	$M = mV(\sigma'\sigma_a)$	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  $\rho_s$  som funksjon av innbyggingsvanninnhold  $w_i$ . Den maksimale tørrdensiteten som oppnås ( $\rho_{dmax}$ ) benyttes ved spesifisering 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-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)	Prøvetaking
NS-EN ISO 22475-1 (2006)	
Statens vegvesen	Feltundersøkelser
Geoteknisk felthåndbok 280 (2010)	



**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