

---

RAPPORT

# Grunnundersøkelser Spillum

---

OPPDRAGSGIVER

NVE

EMNE

Datarapport - Geotekniske  
grunnundersøkelser

DATO / REVISJON: 2018-03-22 / 00

DOKUMENTKODE: 10200525-RIG-RAP-004

---



Multiconsult

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

## RAPPORT

OPPDRAG	<b>Grunnundersøkelser Spillum</b>	DOKUMENTKODE	10200525-RIG-RAP-004
EMNE	Datarapport - Geotekniske grunnundersøkelser	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	<b>NVE</b>	OPPDRAGSLEDER	Tor-Helge Vehn Antonsen
KONTAKTPERSON	Ingrid Havnen	UTARBEIDET AV	Jin Kjellsdatter Melhus
KOORDINATER	SONE: 32 ØST: 62124 NORD: 714839	ANSVARLIG ENHET	10234011 Geoteknikk Midt
GNR./BNR./SNR.	Namsos kommune		

## SAMMENDRAG

Som en del av skredforvaltningsarbeidet gjennomfører NVE kartlegging av fare for store kvikkleireskred i statlig regi jf. Plan for skredfarekartlegging. I tillegg til dette utredes noen utvalgte, allerede kartlagte soner for vurdering av behov for sikringstiltak.

Foreliggende rapport presenterer resultater fra utførte geotekniske grunnundersøkelser for Spillum.

00	2018-03-22	Datarapport – Geotekniske grunnundersøkelser	Jin Kjellsdatter Melhus	Emilie Bjarghov	Anders Samstad Gylland
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

## INNHOLDSFORTEGNELSE

<b>1</b>	<b>Innledning .....</b>	<b>5</b>
1.1	Formål og bakgrunn .....	5
1.2	Utførelse .....	5
1.3	Kvalitetssikring og standardkrav .....	5
1.4	Innhold og bruk av rapporten .....	5
<b>2</b>	<b>Områdebeskrivelse .....</b>	<b>6</b>
2.1	Områdebeskrivelse .....	6
2.2	Geotekniske grunnundersøkelser .....	7
2.3	Grunnforholdsbeskrivelse .....	8
<b>3</b>	<b>Geoteknisk evaluering av resultatene .....</b>	<b>11</b>
3.1	Avvik fra standard utførelsesmetoder .....	11
3.2	Viktige forutsetninger .....	11
3.3	Undersøkelses- og prøve kvalitet .....	11
3.4	Måling av poretrykk .....	11
3.5	Påvisning av bergnivå .....	11
<b>4</b>	<b>Referanser .....</b>	<b>12</b>

## TEGNINGER

10200526-RIG-TEG	-000	Oversiktskart
	-001	Borplan
	-010	Sonderingsresultater
	-200	Prøve PR. 2, d= 12 m
	-350	Poretrykksmåling, BP. 2, dybde= 8 m og 12 m
	-400.1	Kontinuerlig ødometerforsøk PR. 2, d= 6,5 m, plott A
	-400.2	Kontinuerlig ødometerforsøk PR. 2, d= 6,5 m, plott B
	-401.1	Kontinuerlig ødometerforsøk PR. 2, d= 10,5 m, plott A
	-401.2	Kontinuerlig ødometerforsøk PR. 2, d= 10,5 m, plott B
	-500.1	CPTU BP. 2, rådata, $q-z$ , $u-z$ , $f-z$
	-500.2	CPTU BP. 2, rådata, $q_n-z$ , $\Delta u-z$ , $f_s-z$
	-500.3	CPTU BP. 2, rådata, $N_m-z$ , $B_q-z$ , $R_f-z$
	-500.4	CPTU BP. 2, rådata, $Q-B_q$
	-500.5	CPTU BP. 2, dokumentasjon måledata

## VEDLEGG

1. Kalibreringsskjema CPTU-sonde(r)
2. Kalibreringsskjema poretrykksmåler(e)
3. Borebok inkludert protokoll for prøveserier, piezometere, CPTU og notater fra boreleder

## BILAG

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



## 1 Innledning

### 1.1 Formål og bakgrunn

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) har det overordnede ansvaret for statlige forvaltningsoppgaver innen forebygging av flom- og skredulykker.

Som en del av skredforvaltningsarbeidet gjennomfører NVE kartlegging av fare for store kvikkleireskred i statlig regi jf. Plan for skredfarekartlegging (NVE 14/2011) [1]. I tillegg til dette utredes noen utvalgte, allerede kartlagte soner, for vurdering av behov for sikringstiltak.

Målet med foreliggende soneutredning, som betegnes som «light», er bedre kartlegging i flere soner med potensiell fare for store naturlig utløste kvikkleireskred i befolkede områder. Detaljeringsgraden på arbeidet ligger mellom den regionale kartleggingen og detaljert soneutredning iht. NVEs veileder nr. 7/2014 – «Sikkerhet mot leirskred» [2].

NVE Region Midt har valgt ut Spillum i Namsos kommune som ønskes vurdert i denne omgang. Det har gått et skred ned mot bekken sør for undersøkelsesområdet. NVE har to høyspentmaster med høy prioritet på toppen av denne skrånningen.

Foreliggende rapport presenterer resultater fra utførte geotekniske grunnundersøkelser for Grunnundersøkelser Spillum i Namsos kommune.

### 1.2 Utførelse

Feltundersøkelsene ble utført av Multiconsult Norge AS med hydraulisk borerigg av typen Geotech i 2018. Borpunktene er målt inn i med Trimble GPS CPOS.

Laboratorieundersøkelsene er utført ved Multiconsults geotekniske laboratorium i Trondheim i uke 7/2018.

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

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

### 1.3 Kvalitetssikring og standardkrav

Oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Multiconsults styringssystem. Systemet omfatter prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for kvalitetsstandard NS-EN ISO 9001:2015 [3]. Feltundersøkelsene er utført iht. NS 8020-1:2016 [4] og tilgjengelige metodestandarder fra Norsk Geoteknisk Forening [5].

Laboratorieundersøkelsene er utført iht. NS 8000-serien og relevante ISO-standarder. Datarapporten er utarbeidet i henhold til NGF-melding nr. 2 og krav i NS-EN-1997 (Eurokode 7) – Del 2 [6].

Oversikt over utvalgte metodestandarder er vist i geoteknisk bilag 3.

### 1.4 Innhold og bruk av rapporten

Geoteknisk datarapport presenterer resultater fra utførte geotekniske grunnundersøkelser i geotekniske termer og krever geoteknisk kompetanse for videre bruk i rådgivings- og prosjekteringsammenheng. Rapporten inneholder i så måte ingen vurderinger av byggbarhet, metoder eller tiltak, og vi anbefaler at det engasjeres geoteknisk kompetanse i det videre arbeidet med prosjektet.

Geoteknisk datarapport omhandler ikke data eller vurderinger knyttet til tilstedeværelse av forurenset grunn i det undersøkte området. Dersom det foreligger mistanke om forurenset grunn anbefaler vi at det bestilles miljøtekniske grunnundersøkelser. Dersom miljøtekniske

grunnundersøkelser er utført av Multiconsult, rapporteres disse undersøkelsene med tilhørende analyser og resultater i separat miljøteknisk datarapport.

## 2 Områdebeskrivelse

### 2.1 Områdebeskrivelse

#### **Befaring**

Det er ikke gjennomført befaring av området.

#### **Område og topografi**

Spillum ligger langs fv.17 mellom Namsos og Bangsund i Namsos kommune.

Grunnundersøkelsesområdet ligger på østsiden av fv.17 like nord for Spillumåsvegen, se Figur 2.1-1.

Terrenget har en nord-nordøstlig helning på ca. 1:20. Fra skogkanten og ned mot Sjøbruela er den hovedsakelig mellom 1:3 til 1:5. Kotehøydene i området ligger på rundt +40.



Figur 2.1-1: Oversiktskart med omtrentlig plassering av undersøkelsesområdet markert med rødt. [atlas.nve.no]



Figur 2.1-2: Flyfoto med omtrentlig plassering av undersøkelsesområdet markert med rødt. [kart.finn.no]

## 2.2 Geotekniske grunnundersøkelser

### Tidligere grunnundersøkelser

Tidligere grunnundersøkelser utført ved planområdet er ikke innlemmet i denne rapporten. Det henvises til rapporter presentert i Tabell 2.2-1.

Tabell 2.2-1: Relevante tidligere grunnundersøkelser

Ref.	Rapportnummer	Utført av	År	Oppdragsgiver	Oppdragsnavn/ rapportnavn	På borplan
[A]	415440	Multiconsult	2012	Kåre Kvåle	Spillumsåsen boligområde, Namsos	Nei
[B]	413649	Multiconsult	2009	Blom arkitektkontor	Notat: Lønset på Spillum, boligtomt gnr. 20, bnr. 497	Nei

### Utførte grunnundersøkelser

#### Feltundersøkelser

Geotekniske feltundersøkelser ble utført i tidsrommet 10.01.18-12.01.18 med borerigg av typen Geotech 605 HK. Undersøkelsene ble ledet av borleder Oddbjørn Rønning.

Borplan med plassering av grunnundersøkelsene er vist på tegning nr. 10200526-RIG-TEG-001.

Utførte grunnundersøkelser er presentert i Tabell 2.2-3. Borpunktene er opptegnet i sonderingsresultat på tegning nr.-RIG-TEG-010.

Tabell 2.2-2: Koordinat-/høydesystem

Høydesystem	Koordinatsystem	Sone
NN 2000	Euref 89	UTM 32

Tabell 2.2-3: Utførte feltundersøkelser

BP.	Koordinater			Metode	Boret dybde			Dybde PR og PZ	Rådatafilnavn	Kom. ref.
	X	Y	Z		Løs- masse	Ant. Berg	Tot.			
	[m]	[m]	[m]							
1	7148368.7	621350.7	42.0	DTR	14,7	-	14,7		Bp.1 20180110 2172.DTR	
2	7148370.1	621295.8	43.3	DTR	13,0	-	13,0		Bp.2 20180110 2173.DTR	
				PR				12,0		
				PZ				8 og 12m		A
2	7148368.0	621293.6	43.2	CPTU	12,6	-	12,6		Bp.2.-ny.cpt	
4	7148431.5	621314.8	43.4	DTR	9,1	-	9,1		Bp.4 20180111 2174.DTR	
5	7148391.3	621241.7	43.4	DTR	20,0	-	20,0		Bp.5 20180111 2175.DTR	

**TOT=Totalsondering; DTR=Dreietrykksondering; CPTU=Trykksondering; PZ=Poretrykksmåling; PR=Prøveserie; Ann.=Annen metode (spesifiser)**

A: PZ nr. 11761 i dybde 8 m under terreng + 1 m over terreng og PZ nr. 11760 i dybde 12 m under terreng + 1 m over terreng.

### Laboratorieundersøkelser

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

Ved undersøkelsen er prøvene klassifisert og beskrevet med måling av vanninnhold, tyngdetetthet, plastisitetsgrenser, porøsitet, samt udrenert og omrørt skjærfasthet i massene.

Følgende laboratorieundersøkelser er utført:

- Rutineundersøkelser av 6 sylinderprøver (54 mm) i ett borpunkt
- To ødometerforsøk (CRS) i et borpunkt
- Fire konsistensgrenser i et borpunkt

Resultatene fra rutineundersøkelser er presentert som geotekniske data i tegning nr. RIG-TEG-200. Ødometerforsøkene er vist i tegning nr. RIG-TEG-400.1 t.o.m. RIG-TEG-401.2.

## 2.3 Grunnforholdsbeskrivelse

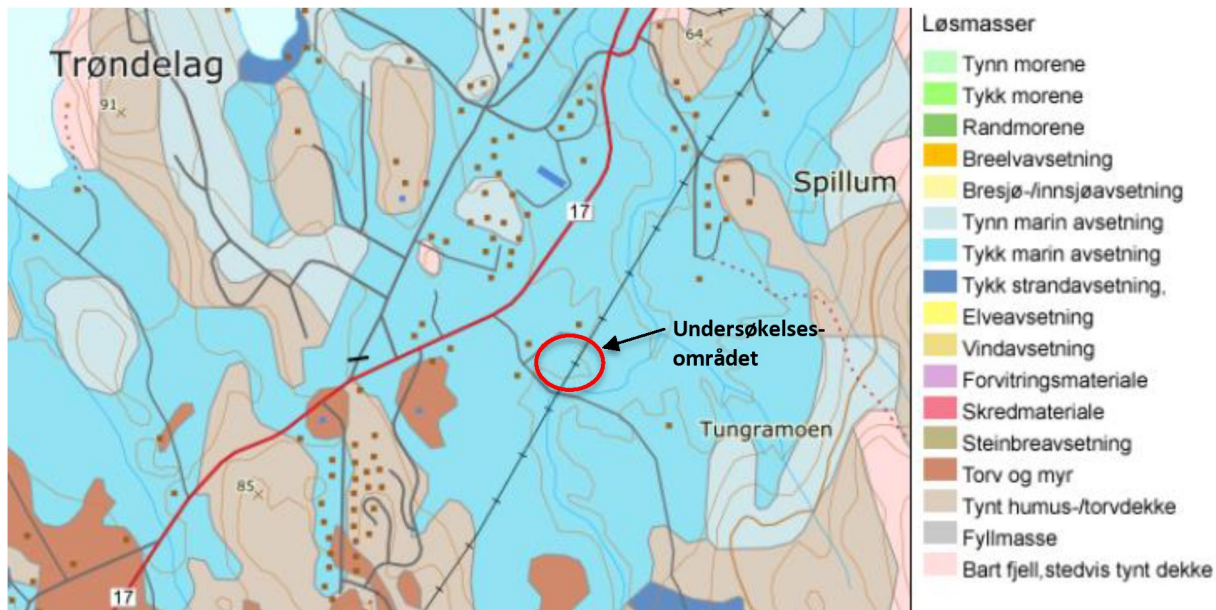
### Kvartærgeologisk kart

NGUs kvartærgeologiske løsmassekart viser at det er tykk marin avsetning i det undersøkte området, se Figur 2.3-1.

Kvikkleire og sprøbruddmateriale finnes i områder med marine avsetninger, herunder marin leire. Marine avsetninger er løsmasser som opprinnelig er avsatt i saltvann, og som på grunn av landheving etter istiden finnes nær eller over havnivå.

Det bemerkes at kvartærgeologisk kart er basert på grunne prøver av løsmassene. Følgelig kan løsmassene i dybden bestå av andre masser.





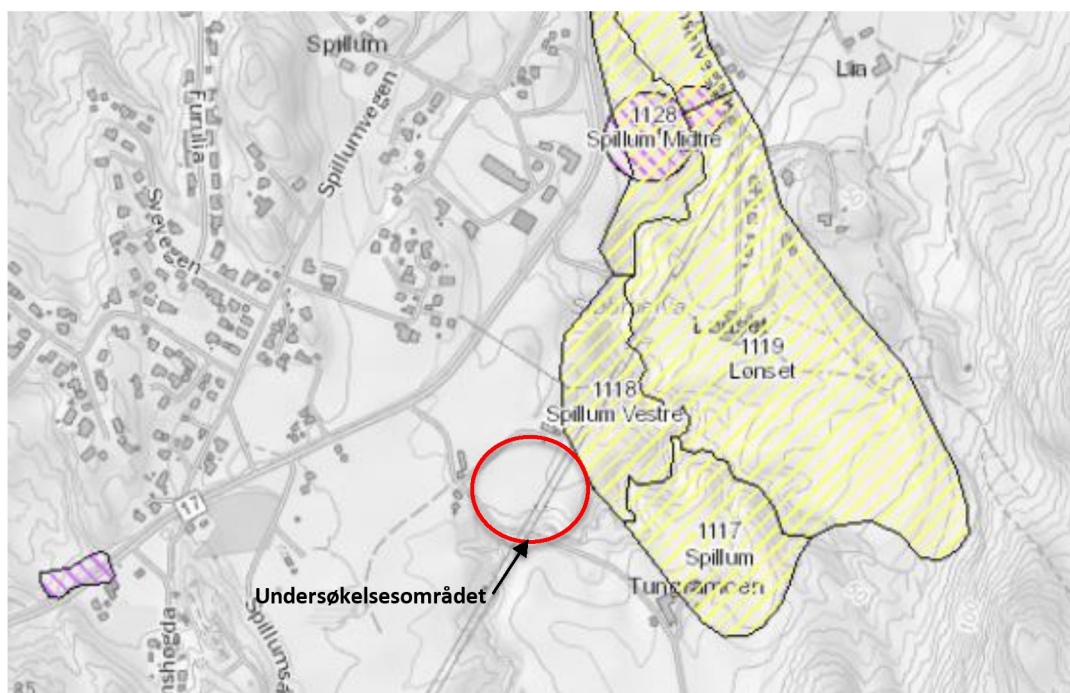
Figur 2.3-1: Kvartærgeologisk kart med omtrentlig plassering av undersøkelsesområdet markert med rødt. [www.ngu.no]

**Eksisterende faresoner for kvikkleireskred**

I Figur 2.3-2 vises registrerte kvikkleiresoner i området. Oppdraget ligger i nærheten av eksisterende kvikkleiresoner.

Tabell 2.3-1: Faregrad, konsekvens og risikoklasse for Spillum.

Sone nr.	Sone navn	Kommune	Faregrad	Konsekvens	Risikoklasse (1 lav- 5 høy)
1117	Spillum	Namsos	Lav	Alvorlig	2
1118	Spillum vestre	Namsos	Lav	Alvorlig	2
1119	Lønset	Namsos	Lav	Alvorlig	3



Figur 2.3-2: Registrerte faresoner for kvikkleireskred. [atlas.nve.no]

***Grunnforhold tolket ut fra grunnundersøkelser*****Dybde til berg**

Alle utførte sonderinger stoppet i faste masser, blokk eller berg mellom 9 og 20 m under terreng.

**Løsmasser**

Grunnundersøkelsene viser at løsmassene i området generelt består av leire med innslag av silt.

Basert på resultatene fra prøvene har leira et naturlig vanninnhold mellom ca. 28 og 46 %.

Plastisitetsindeksen varierer mellom 7-16 %, og leira har en udrenert skjærfasthet mellom 16 og 40 kPa og kan karakteriseres som bløt til middels fast. Det er påvist kvikkleire i BP. 2 i dybde 10 m under terreng.

**Poretrykk og grunnvann**

Det er satt ned elektrisk piezometer med registrering to ganger i døgnet ved borpunkt 2.

Piezometerne er installert henholdsvis 8 m og 12 m under terreng. Måling av vannstanden indikerer en grunnvannstand ca. 3,0 m under terreng. Det vises til tegning nr. –RIG-TEG-350 for detaljer vedrørende de enkelte målepunkter og avlesninger.

### 3 Geoteknisk evaluering av resultatene

#### 3.1 Avvik fra standard utførelsesmetoder

Det var noe galt med poretrykksmåleren under utførelse av den første CPTU-sonderingen, den viste ikke god nok respons før på omtrent 11 m under terreng. Trolig hadde den mistet metning i de øverste lagene. Det ble utført en ny CPTU ved borpunkt 2 som ble forboret ned til 2 m under terreng. Dreietrykksondering i planlagt borpunkt i bunnen av skråningen ned mot bekken, punkt 3, ble ikke utført som ordinær sondering da det var fast grunn/antatt berg med minimal overdekning i lokasjonen.

#### 3.2 Viktige forutsetninger

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

#### 3.3 Undersøkelles- og prøve kvalitet

Generelt vurderes kvaliteten på opptatte prøver og utførte undersøkelser som god/akseptabel. Noe prøveforstyrrelse må forventes i lagdelte masser, spesielt med siltinnhold.

Utført trykksondering (CPTU) havner i anvendelsesklasse 1 for både spissmotstand, friksjon og poretrykk.

Utførte enaksiale trykkforsøk viser hovedsakelig relativt lav bruddtøyning rundt 2,5 %, noe som indikerer tilstrekkelig god prøve kvalitet.

#### 3.4 Måling av poretrykk

Grunnvannstand- og poretrykkssituasjonen i grunnen vil kunne variere med nedbør og årstidsvariasjoner. Registreringene i borpunktet på Spillum viser lite variasjon over måleperioden på 9 dager, men dette er en relativt kort måleperiode. Det kan derfor ikke utelukkes at variasjonen over året eller i nedbørsintensive perioder er større enn det som er påvist ved måling i denne omgang. Vi anbefaler at måling av poretrykk videreføres.

Ved en feiltagelse ble poretrykksmålerne satt til å registrere hver time.

#### 3.5 Påvisning av bergnivå

I denne grunnundersøkelsen ble det utført dreietrykksonderinger og ved disse kan det ikke påvises antatt berg.

## 4 Referanser

- [1] NVE, «NVE rapport 14/2011. Plan for skredfarekartlegging,» Norges vassdrags- og energidirektorat, 2011.
  - [2] NVE, «NVE veileder 7/2014. Sikkerhet mot kvikkleireskred,» Norges vassdrags- og energidirektorat, 2014.
  - [3] Standard Norge, «Systemer for kvalitetsstyring. Krav (ISO 9001:2015),» Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN ISO 9001:2015.
  - [4] Standard Norge, «Kvalifikasjonskrav til utførende av grunnundersøkelser - Del 1: Geotekniske feltundersøkelser (NS 8020-1:2016),» Standard Norge, Norsk standard NS 8020-1:2016, Juni 2016.
  - [5] Norsk Geoteknisk Forening (NGF): NGF-Melding nr. 1-11.
  - [6] Standard Norge, «Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver (NS-EN 1997-2:2007),» Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN 1997-2:2007/AC:2010+NA:2008, Mars 2007.
- 
- [A] 415440, rapport fra Multiconsult (2012) for Kåre Kvåle «Spillumsåsen boligområde, Namsos»
  - [B] 415320-001, notat fra Multiconsult (2009) for Blom arkitektkontor «Lønset på Spillum, boligtomt gnr. 20 bnr. 497.»



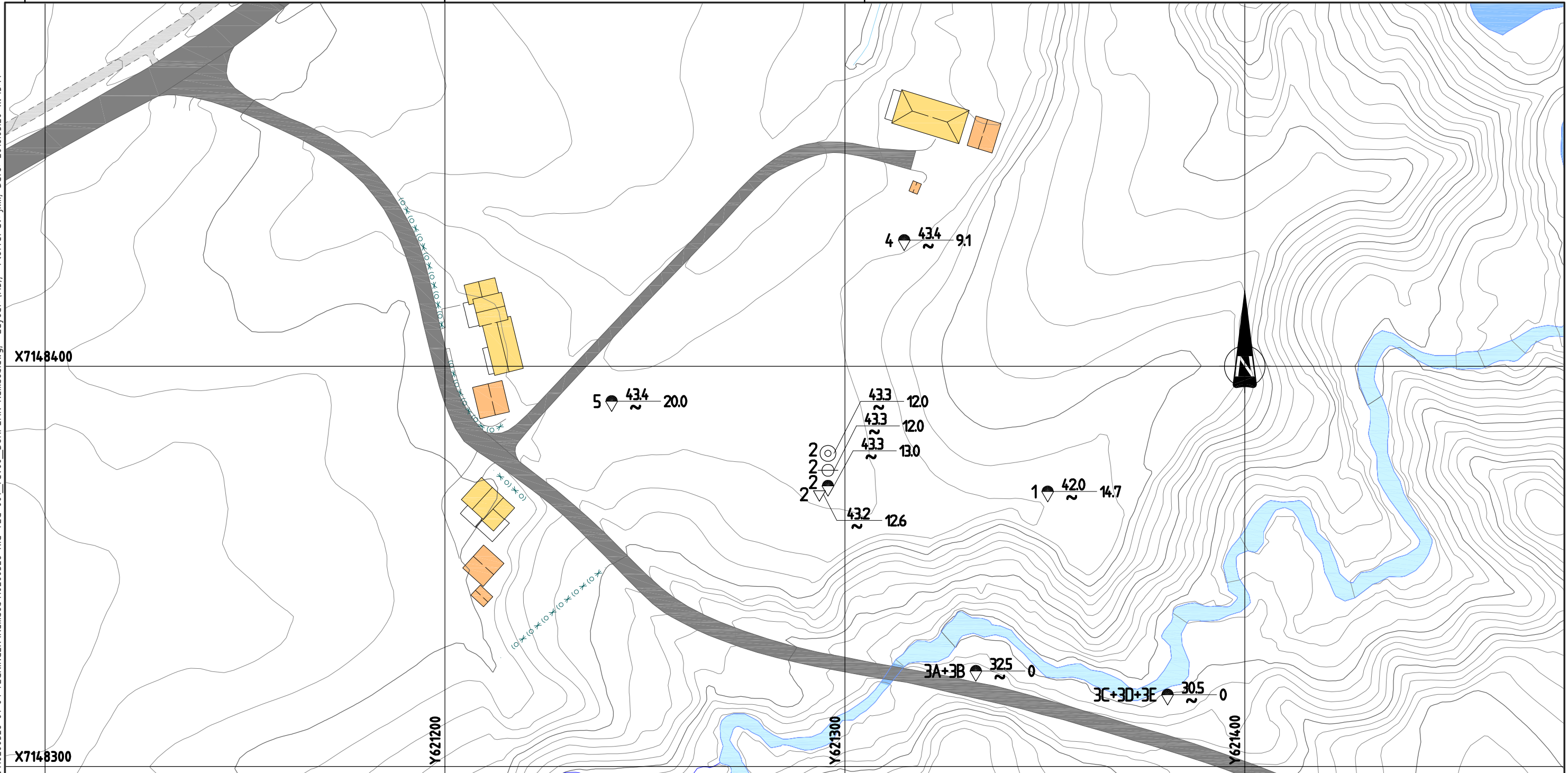
Z:\010200\10200526-01\10200526-01-03 ARBEIDSMÅTE\10200526-01 RIG-TEG-000 OVERSIKTSKART-Namsos.dwg, - Layout: (A4-Stående skjema), - Plottet av: jkm, Dato: 2018.02.22 kl 10:4



<b>Multiconsult</b> www.multiconsult.no	Oversiktskart	Status	Fag	Original format	Dato
	NVE	Konstr./Tegnet	Geoteknikk	A4	22.02.2018
	Grunnundersøkelser Spillum	JKM	Kontrollert	EMB	Godkjent
		Oppdragsnr:	Tegningsnr.	ANG	1:50000
		10200526	RIG-TEG-000		Rev.
					00



Z:\010200\10200526-01\10200526-01-03 ARBEIDSRÅDE\10200526-01 RIG\10200526-01-04 TEGNINGER\Namsos\10200526-RIG-TEG-001\_rev00\_BORPLAN-Namsos.dwg, - Layout: (A3), - Plottet av: jkm, Dato: 2018.03.20 kl 15:14

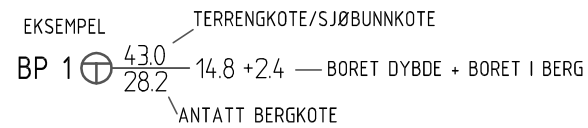


**TEGNFORKLARING:**

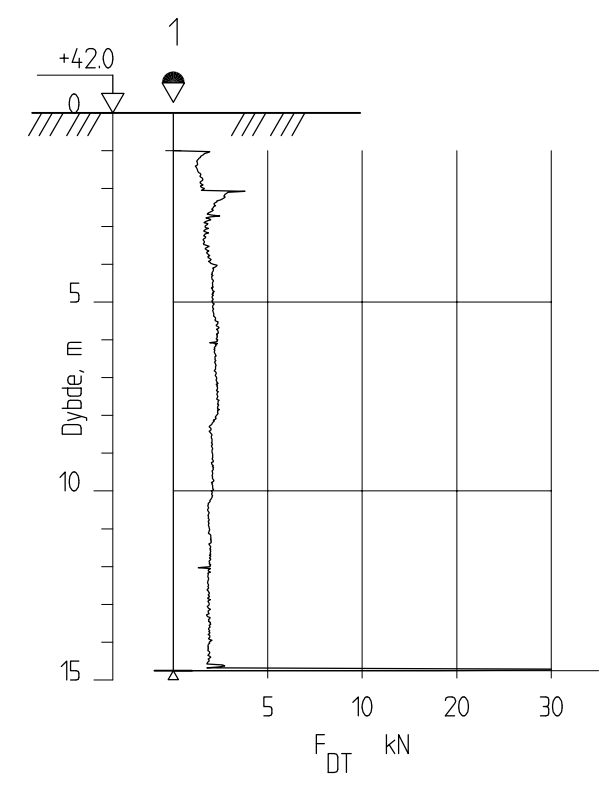
- DREIESONDERING
- ENKEL SONDERING
- ▼ RAMSONDERING
- ▽ TRYKKSONDERING
- ⊕ TOTALSONDERING
- ⊙ PRØVESERIE
- PRØVEGROP
- ◆ DREIETRYKKSONDERING
- ⊠ SKRUPLATEFORSØK
- + VINGEBORING
- ⊖ PORETRYKKMÅLING
- ⊕ KJERNEBORING
- ⊗ FJELLKONTROLLBORING
- ⋈ BERG I DAGEN

KARTGRUNNLAG:  
 KOORDINATSYSTEM:  
 HØYDEREFERANSE:  
 UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMENT:  
 BORBOK NR:  
 LAB.BOK NR:

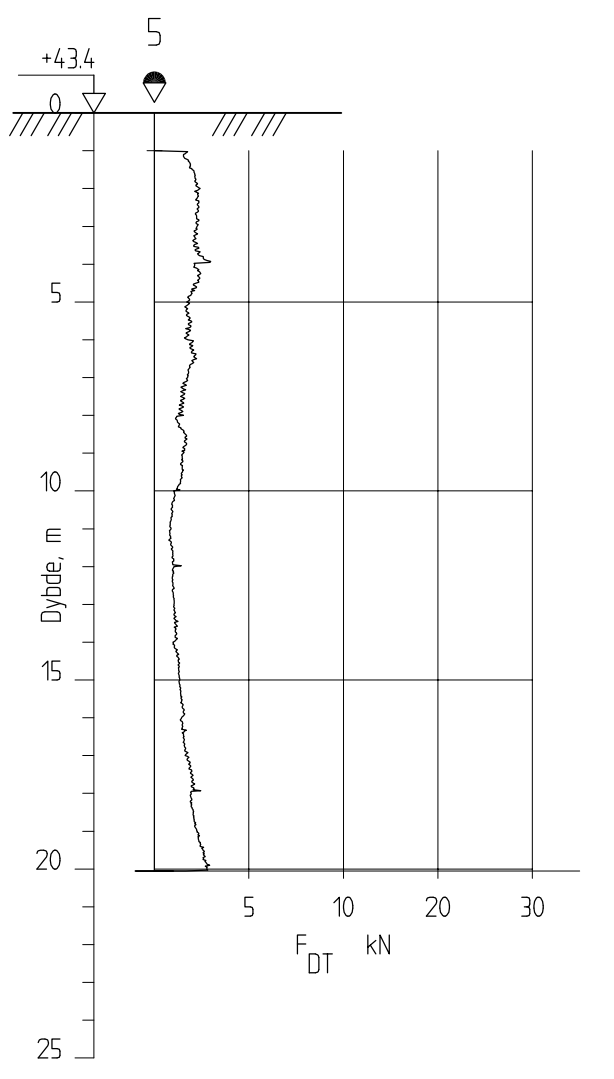
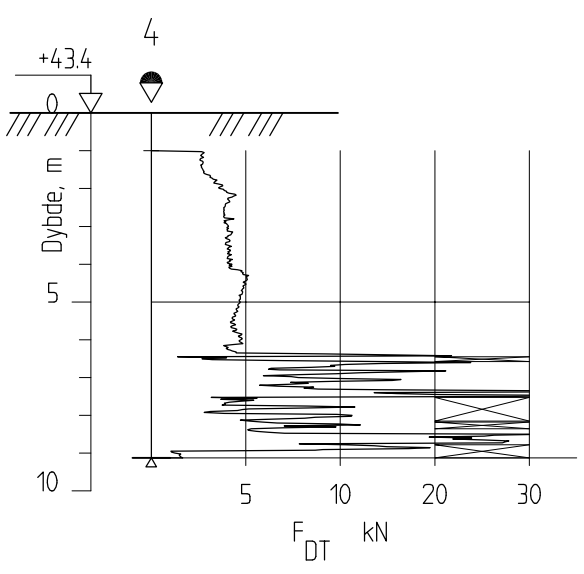
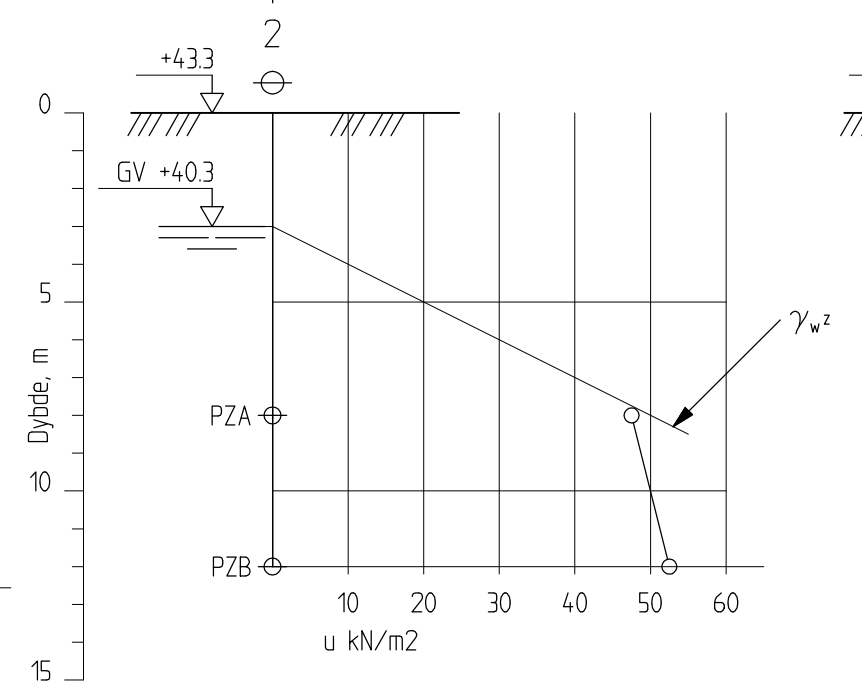
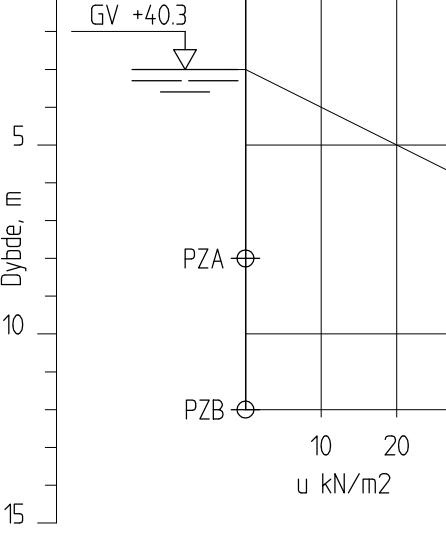
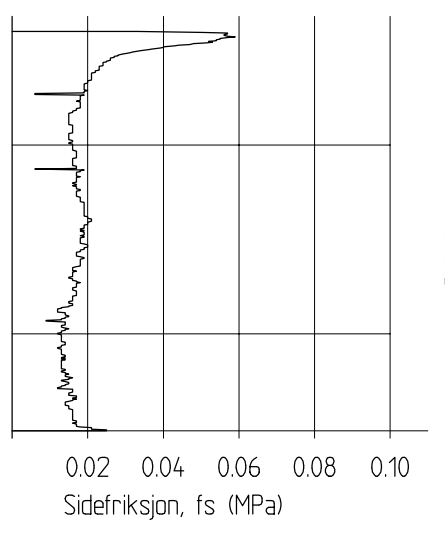
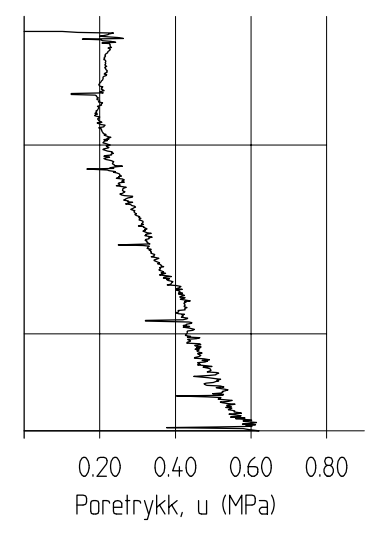
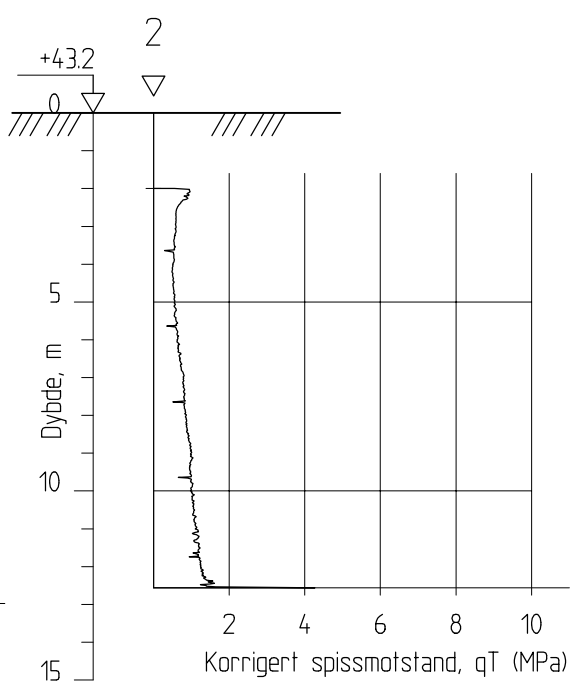
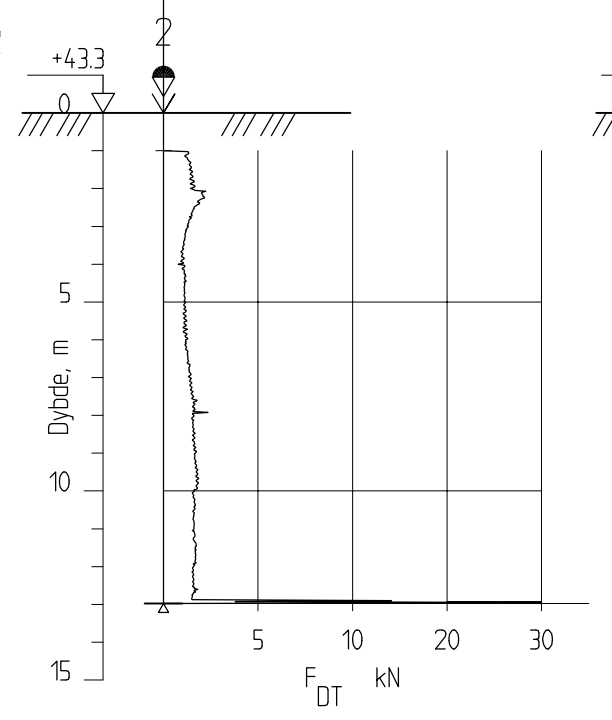
Digitalt kart fra xx  
 UTM Sone 32V  
 NN 2000  
 GPS GLONAS CPOS  
 Digital  
 Digital



00	-	-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE		Fag		Format
	Grunnundersøkelser Spillum		Geoteknikk		A3
	Borplan		Dato	21.02.2018	
			Format/Målestokk:	1:1000	
		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
		10200526	RIG-TEG-001	ANG	00



2-PR  
 LEIRE, m/to vertikale siltlag  
 Små humusinsler  
 LEIRE  
 LEIRE  
 LEIRE  
 KVIKKLEIRE  
 KVIKKLEIRE



00	-	-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE		Fag	Format	
	Grunnundersøkelser Spillum		Geoteknikk	A3L	
	Sonderingsresultater		Dato	15.03.2018	
	BP.1 - BP.5		Format/Målestokk:	1:200	
<b>Multiconsult</b>		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		Oppdragsnr.	JKM	EMB	ANG
		10200526	Tegningsnr.	RIG-TEG-010	Rev.
					00

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	Porsisitet (%)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					St (-)
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50	
	LEIRE, m/ to vertikale siltlag små humuslinser								1.94	48							6 7
5	LEIRE								1.88	52	▼1.9	▽	○	▽			8 9
	LEIRE		Ø						1.92	50	▼		○	▽			15 13
	LEIRE								1.93	49	▼1.6	▽	○	▽			12 18
10	KVIKKLEIRE		Ø						1.95	46	▼0.5		○	▽			60 60
	KVIKKLEIRE								2.00	44	▼0.5	▽	○	▽			54 62
15																	
20																	

**Symboler:**



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

○ Vanninnhold<sup>10</sup>

▼ Omrørt konus

$\rho$  = Densitet

T = Treaksialforsøk

$\rho_s$ : 2,75 g/cm<sup>3</sup>

Grunnvannstand: m

┌ Plastisitetindeks, Ip

▽ Uomrørt konus

S<sub>t</sub> = Sensitivitet

Ø = Ødometerforsøk

Borbok:

K = Korngradering

Lab-bok:

Digital

PRØVESERIE

Borhull:

2

NVE

Dato:

2018-02-16

Grunnundersøkelser Spillum

**Multiconsult**

www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet:

mash/vt

Kontrollert:

EMB

Godkjent:

ANG

Oppdragsnummer:

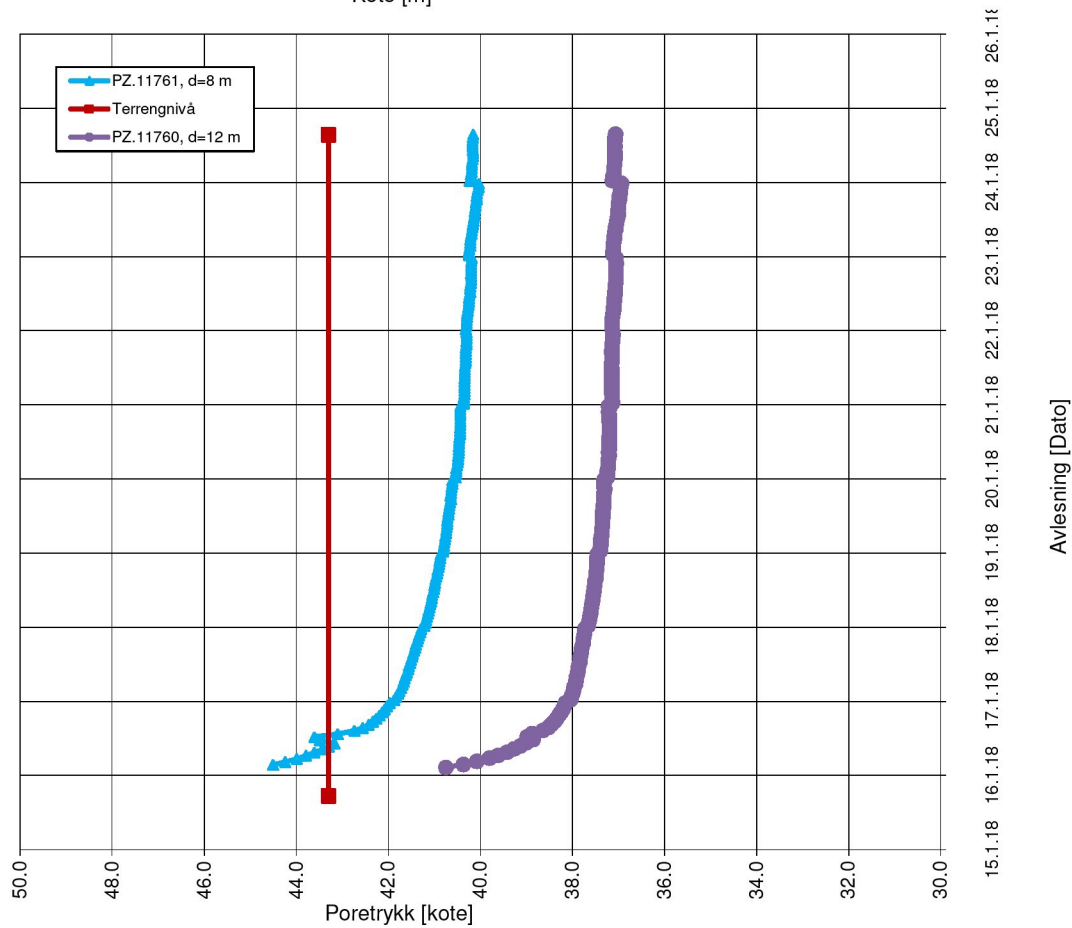
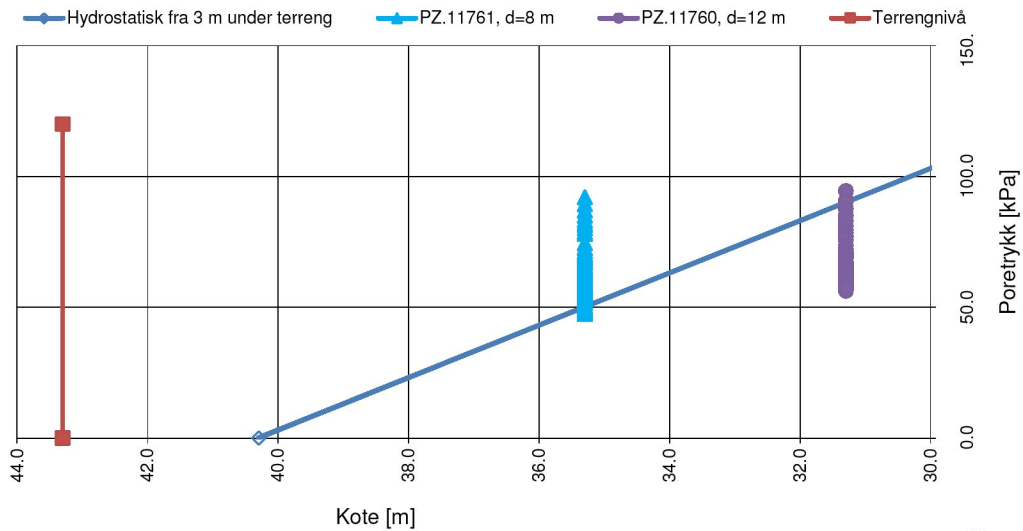
10200526

Tegningsnr.:

RIG-TEG-200

Rev. nr.:

00



## PORETRYKKSÅLING

Elektriske poretrykksmålere, BP. 601-4

NVE

Grunnundersøkelser Spillum

Konstr./Tegnet

JKM

Kontrollert

EMB

Dato

15.03.18

Godkjent

ANG

**Multi**  
consult

**MULTICONSULT NORGE AS**

Sluppenvegen, 15  
7486 TRONDHEIM  
Tlf.: 73 10 62 00

Oppdragsnr.

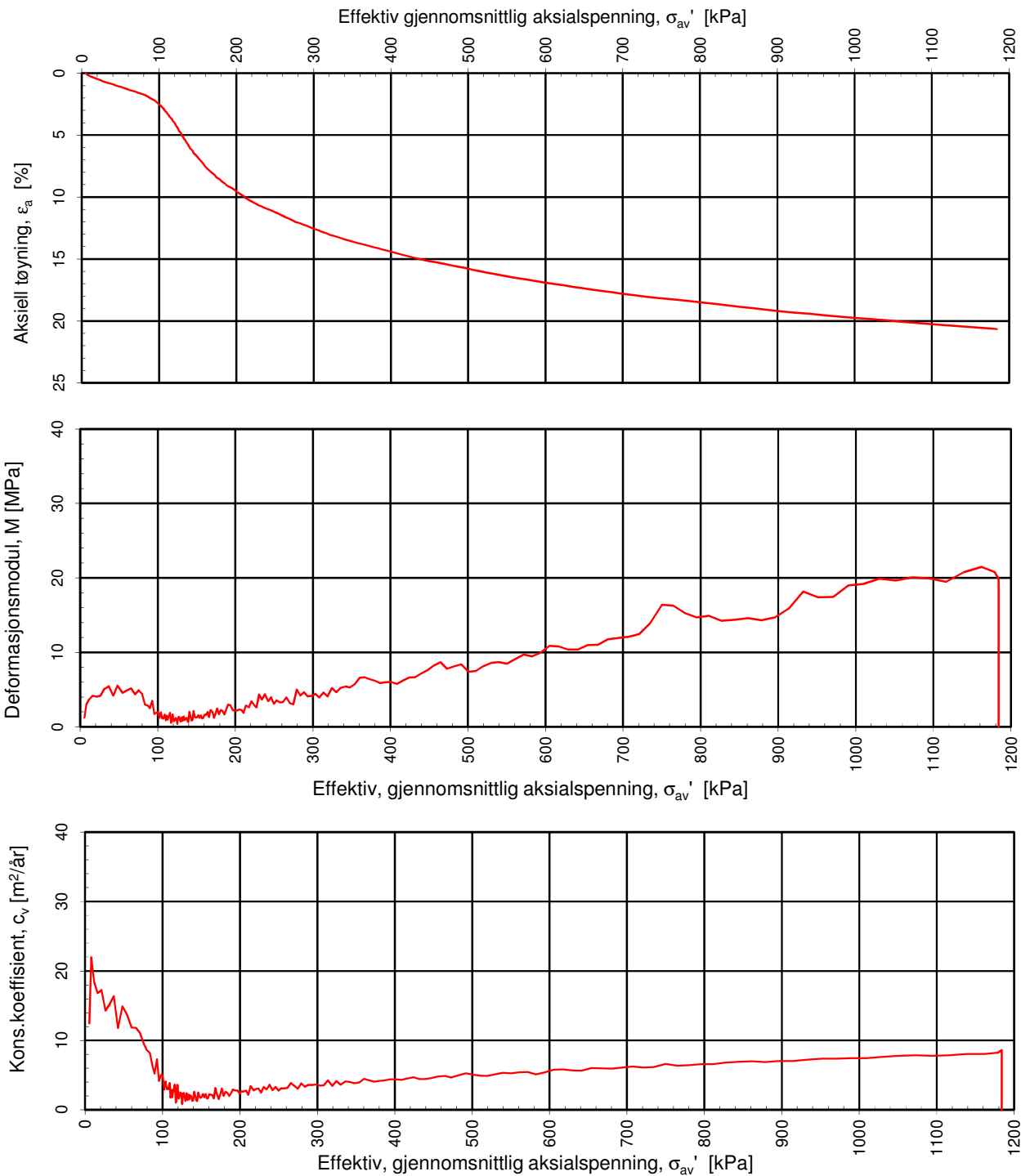
10200526

Tegn.nr.

RIG-TEG-350

Rev.

00



Densitet  $\rho$  ( $g/cm^3$ ):  
Vanninnhold  $w$  (%):

**1.92**  
**37.50**

Effektivt overlagingstrykk,  $\sigma_{v0}'$  (kPa):

**87.40**

**NVE**

**Grunnundersøkelser Spillum**

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

**MULTICONSULT AS**

Sluppenveien 15  
7037 Trondheim  
Tlf.: 73 10 62 00  
Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:

09.02.2018

Dybde, z (m):

6.50

Borpunkt nr.:

2

Forsøknr.:

1

Tegnet av:

mash/vt

Kontrollert:

EMB

Oppdrag nr.:

10200526

Tegning nr.:

RIG-TEG-400.1

Prosedyre:

CRS

Tegningens filnavn:

10200526\_RIG-TEG-400\_h2, d6.50m

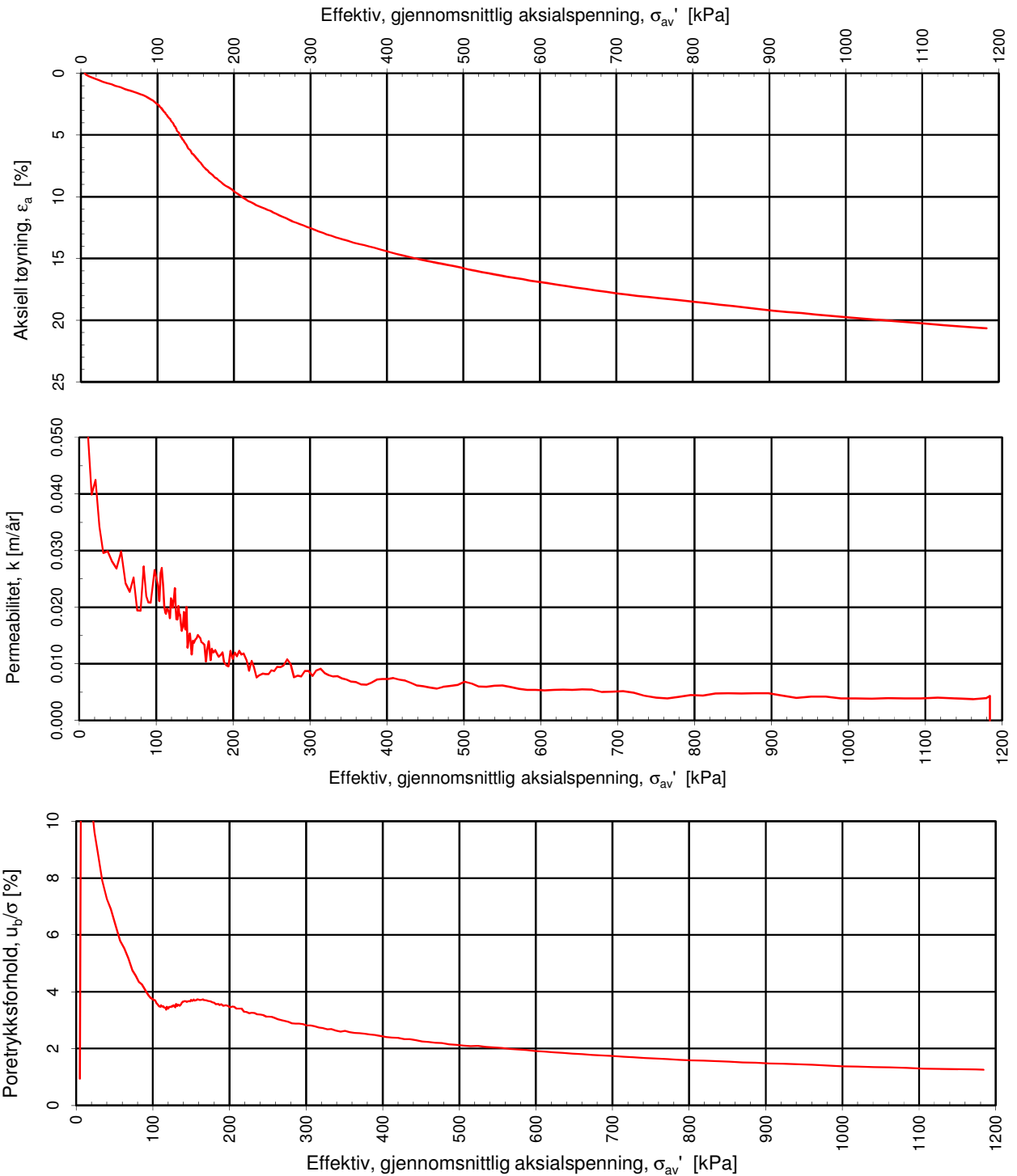
**Multi**  
consult

Godkjent:

ANG

Programrevisjon:

24.06.2016



Densitet  $\rho$  (g/cm<sup>3</sup>):

1.92

Vanninnhold  $w$  (%):

37.50

Effektivt overlagingstrykk,  $\sigma_{vo}'$  (kPa):

87.40

**NVE**

**Grunnundersøkelser Spillum**

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

Tegningens filnavn:

10200526\_RIG-TEG-400\_h2, d6.50m

**Multi**  
consult

**MULTICONSULT AS**

Sluppenveien 15  
7037 Trondheim  
Tlf.: 73 10 62 00  
Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:

09.02.2018

Dybde,  $z$  (m):

6.50

Borpunkt nr.:

2

Forsøknr.:

1

Tegnet av:

mash/vt

Kontrollert:

EMB

Godkjent:

ANG

Oppdrag nr.:

10200526

Tegning nr.:

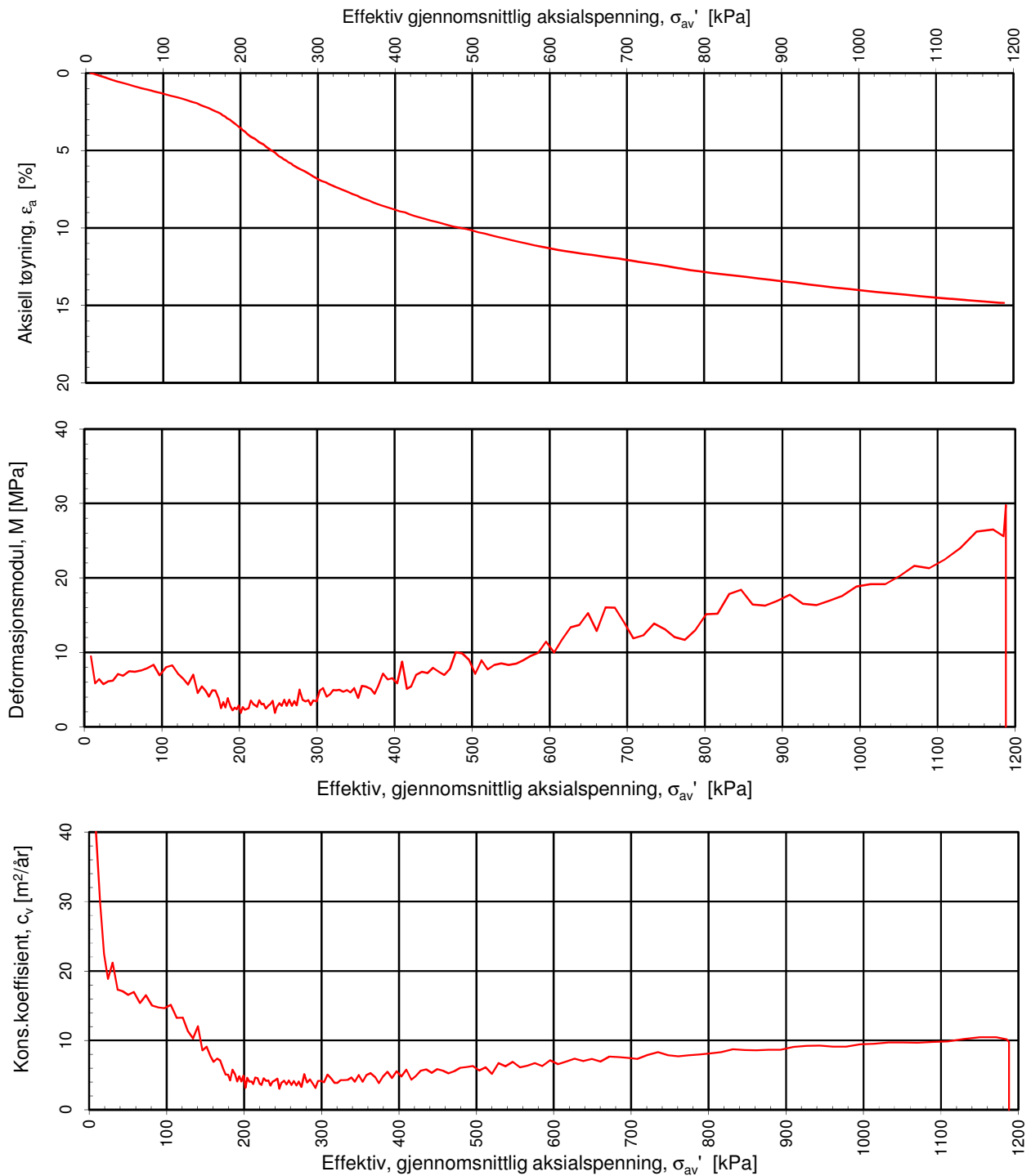
RIG-TEG-400.2

Prosedyre:

CRS

Programrevisjon:

24.06.2016



Densitet  $\rho$  ( $g/cm^3$ ):  
Vanninnhold  $w$  (%):

**1.95**  
**30.90**

Effektivt overlagingstrykk,  $\sigma_{v0}'$  (kPa):

**125.76**

**NVE**  
**Grunnundersøkelser Spillum**

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

**MULTICONSULT AS**  
Sluppenveien 15  
7037 Trondheim  
Tlf.: 73 10 62 00  
Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:  
12.02.2018

Dybde, z (m):  
10.50

Borpunkt nr.:  
2

Forsøknr.:  
2

Tegnet av:  
mash/vt

Kontrollert:  
EMB

Oppdrag nr.:  
10200526

Tegning nr.:  
RIG-TEG-401.1

Prosedyre:  
CRS

Tegningens filnavn:

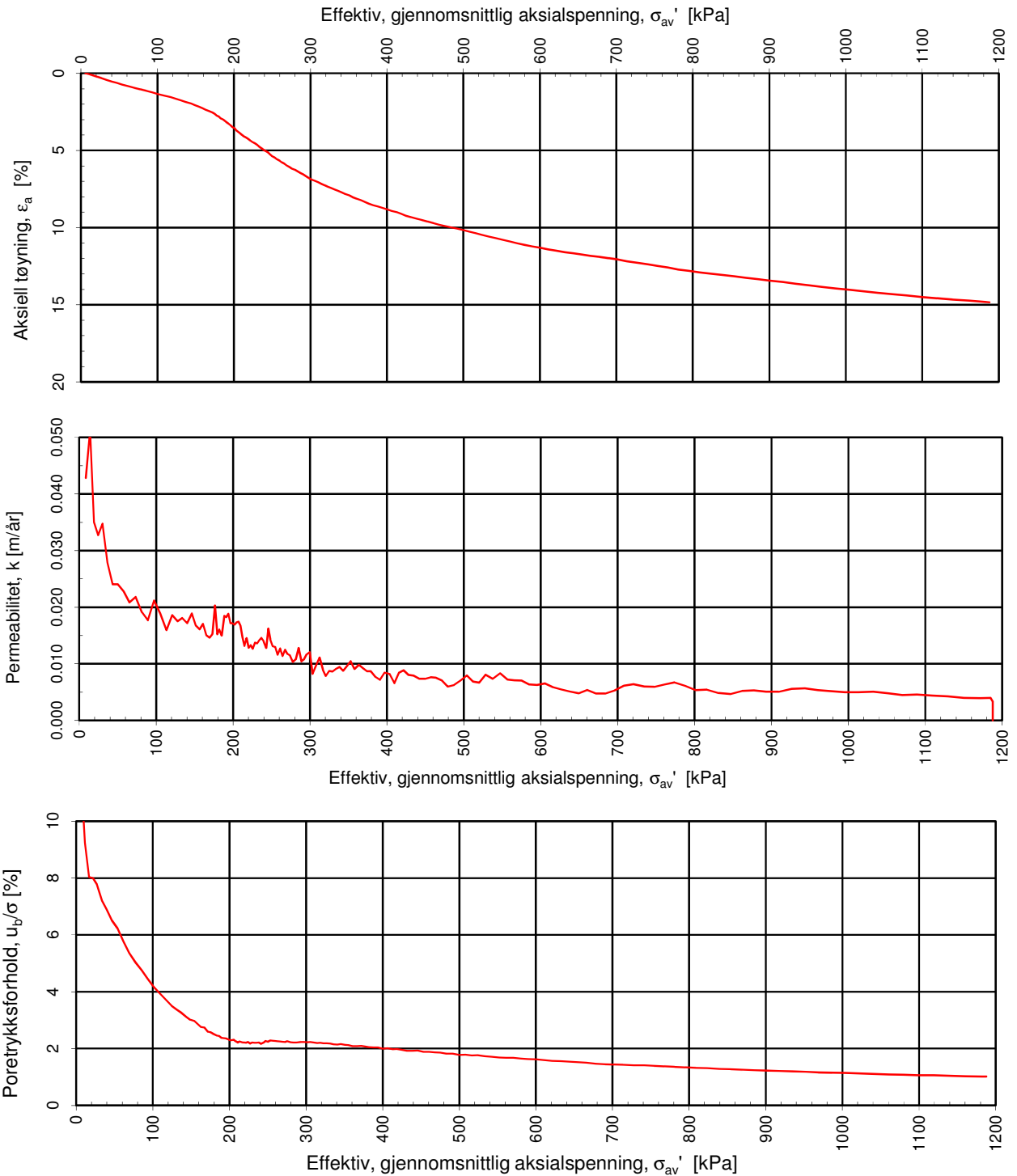
10200526\_RIG-TEG-401\_h2, d10.50m

**Multi**  
consult

Godkjent:  
ANG

Programrevisjon:  
24.06.2016





Densitet  $\rho$  (g/cm<sup>3</sup>): 1.95  
 Vanninnhold  $w$  (%): 30.90      Effektivt overlagingstrykk,  $\sigma_{vo}'$  (kPa): 125.76

**NVE**

**Grunnundersøkelser Spillum**

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

Tegningens filnavn:

10200526\_RIG-TEG-401\_h2, d10.50m



**MULTICONSULT AS**

Sluppenveien 15  
 7037 Trondheim  
 Tlf.: 73 10 62 00  
 Faks: 73 10 62 30

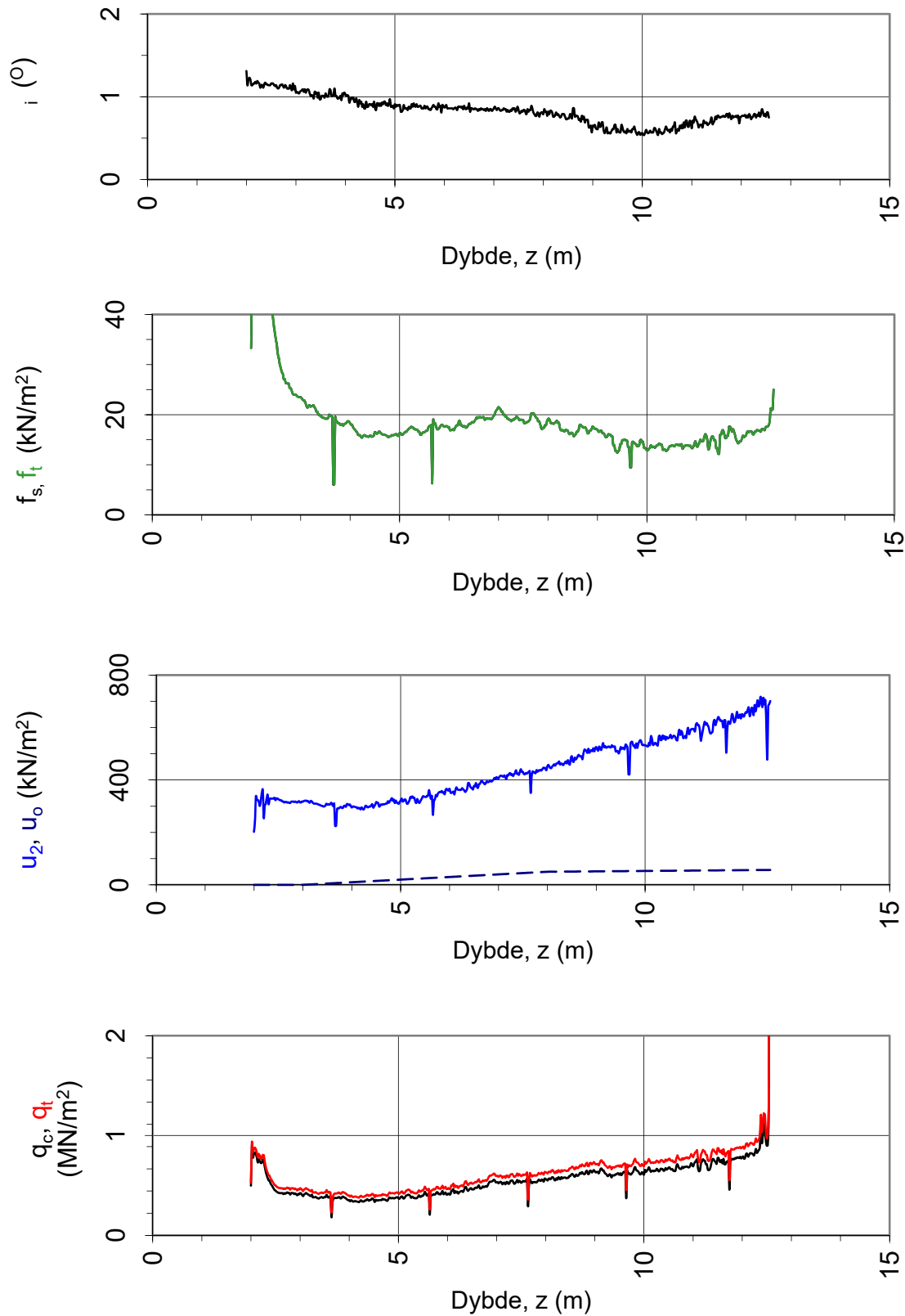
Forsøksdato:	Dybde, z (m):	Borpunkt nr.:
12.02.2018	10.50	2
Forsøknr.:	Tegnet av:	Kontrollert:
2	mash/vt	EMB
Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Prosedyre:
10200526	RIG-TEG-401.2	CRS

Godkjent:

ANG

Programrevisjon:

24.06.2016



Oppdragsgiver:

**NVE**

Oppdrag:

**Grunnundersøkelser Spillum**

Tegningens filnavn:

CPTU-2.xlsx

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

**Multiconsult**

CPTU id.:

CPTU-2

Sonde:

4354

**MULTICONSULT AS**

Dato:

17.01.2018

Tegnet:

JKM

Kontrollert:

EMB

Godkjent:

ANG

Oppdrag nr.:

10200526

Tegning nr.:

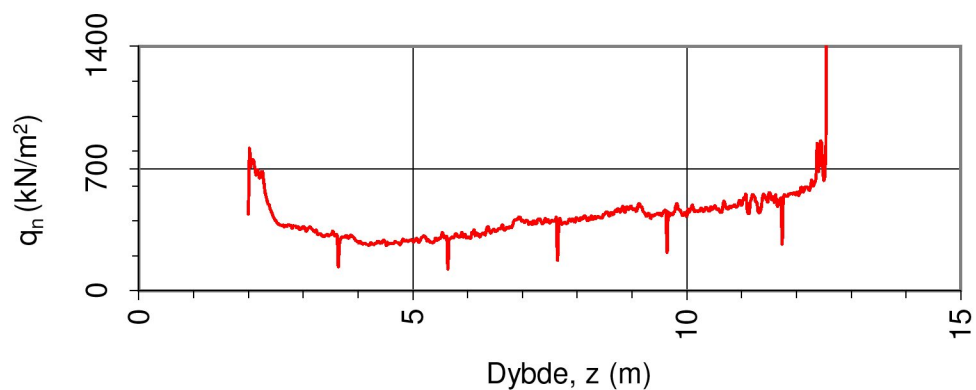
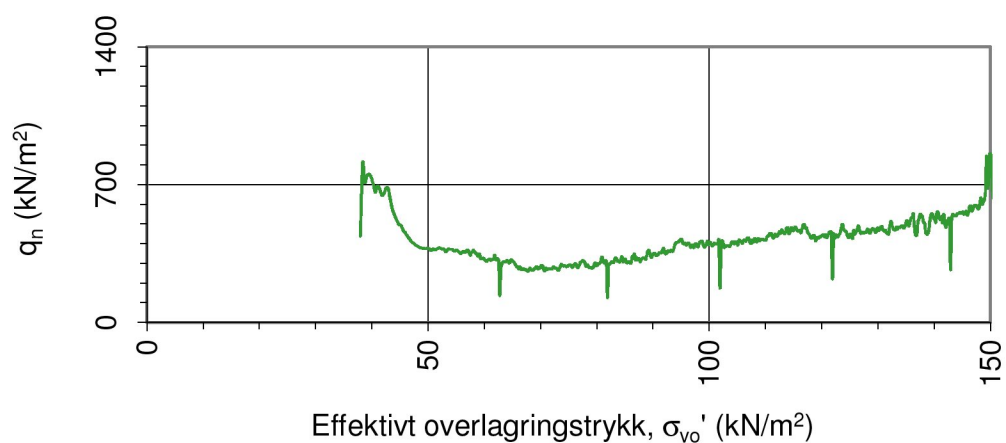
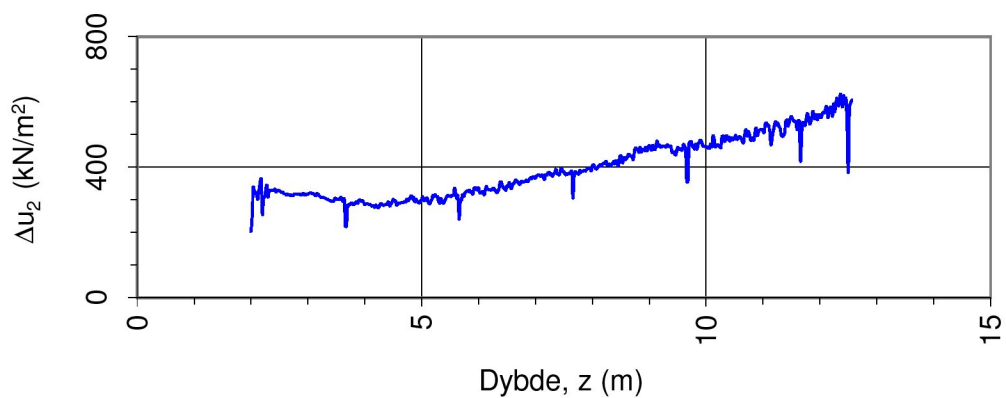
RIG-TEG-500.1

Versjon:

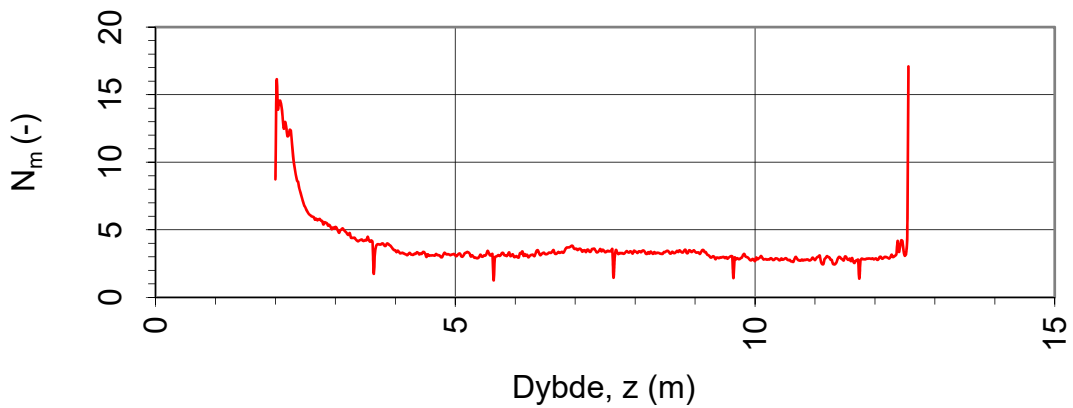
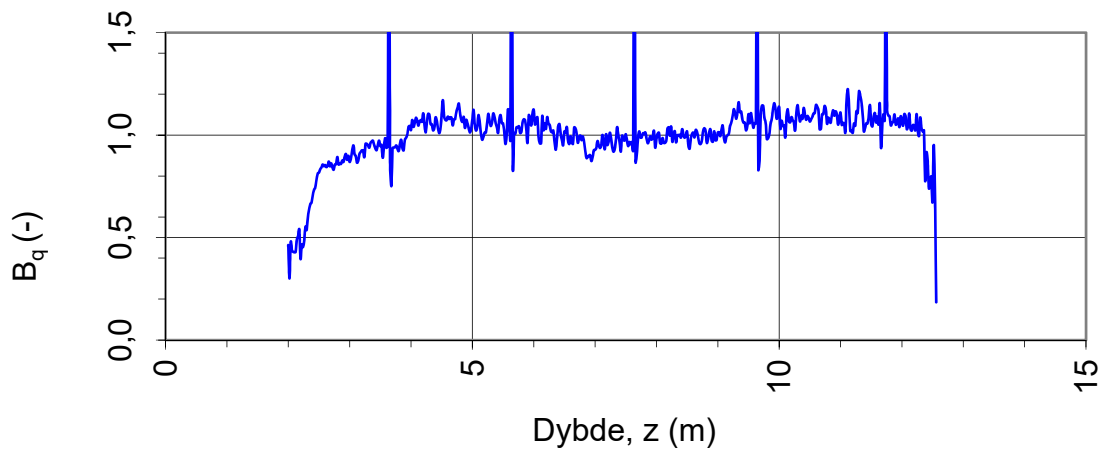
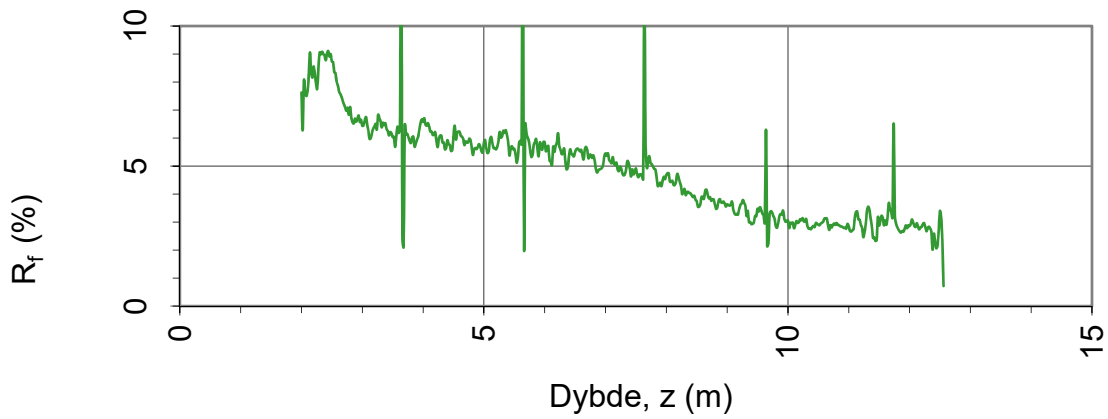
09.03.2016

Revisjon:

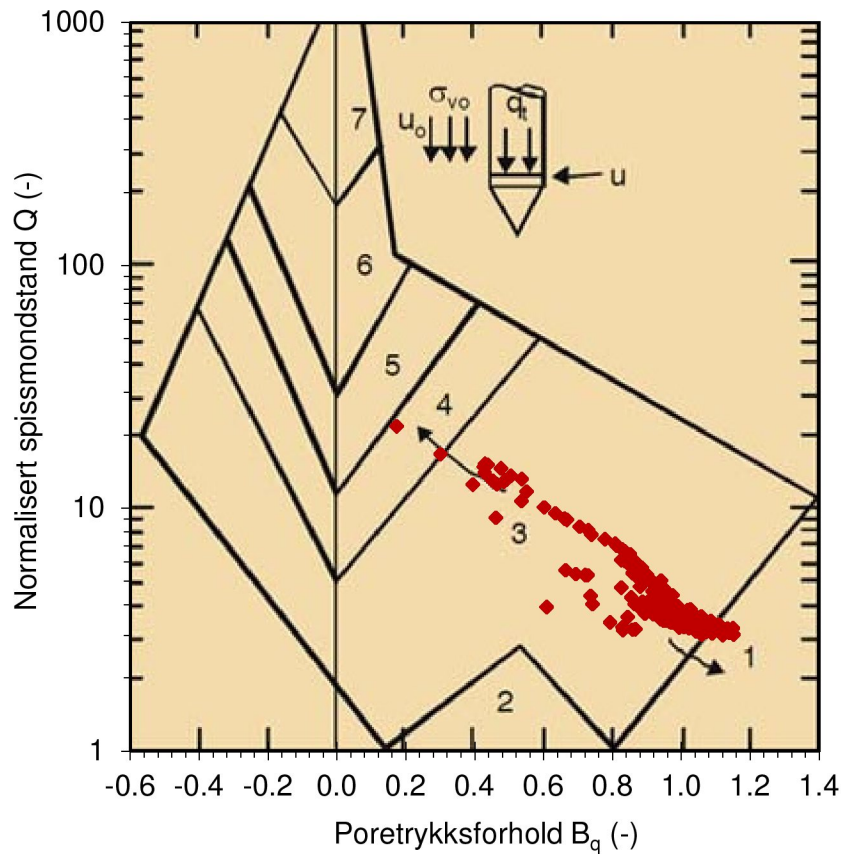
0



Oppdragsgiver: <b>NVE</b>		Oppdrag: <b>Grunnundersøkelser Spillum</b>		Tegningens filnavn: CPTU-2.xlsx	
Netto spissmotstand $q_n$ og poreovertrykk $\Delta u_2$ .				<b>Multiconsult</b>	
CPTU id.:	CPTU-2	Sonde:	4354		
<b>MULTICONSULT AS</b>	Dato: 17.01.2018	Tegnet: JKM	Kontrollert: EMB	Godkjent: ANG	
	Oppdrag nr.: 10200526	Tegning nr.: RIG-TEG-500.2	Versjon: 09.03.2016	Revisjon: 0	



Oppdragsgiver:		Oppdrag: <b>Grunnundersøkelser Spillum</b>		Tegningens filnavn: CPTU-2.xlsx	
Spissmotstandstall $N_m$ , poretrykks- $B_q$ og friksjonsforhold $R_f$ .				<b>Multiconsult</b>	
CPTU id.:	CPTU-2	Sonde:	4354		
<b>MULTICONSULT AS</b>	Dato: 17.01.2018	Tegnet: JKM	Kontrollert: EMB	Godkjent: ANG	
	Oppdrag nr.: 10200526	Tegning nr.: RIG-TEG-500.3	Versjon: 09.03.2016	Revisjon: 0	




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

Ref. Robertson & Campanella (1990)

Oppdragsgiver: <b>NVE</b>		Oppdrag: <b>Grunnundersøkelser Spillum</b>		Tegningens filnavn: CPTU-2.xlsx	
Jordartsidentifikasjon fra CPTU data - Q og B <sub>q</sub> .				<b>Multiconsult</b>	
CPTU id.:	CPTU-2	Sonde:	4354		
<b>MULTICONSULT AS</b>	Dato: 17.01.2018	Tegnet: JKM	Kontrollert: EMB	Godkjent: ANG	
	Oppdrag nr.: 10200526	Tegning nr.: RIG-TEG-500.4	Versjon: 09.03.2016	Revisjon: 0	

# DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	4354	Sondetype:	Nova
SONDEDATA			
Arealforhold, a:	0.861	Arealforhold, b:	0.000
Kalibreringsdato:	16.04.2014	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):	39.01	0.65	1.23
Temperaturområde (°C):	0-40	0-40	0-40
Merknad:			
UTFØRELSE			
Borleder:	Bård Einar Krogstad	Assistent:	
Filtertype:	Porøst	Mettemedium:	Frostveske/glyserin
Mettemetode:	Ferdig mettet filter	Lufttemperatur (°C):	5.5
Forankring:		Max. helning (°):	1.3
Merknad:	Traktmetting med forhåndmettet filter		
MÅLE VARIABLE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt (kPa):	0.49	0.01	0.02
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):	7.257	123.300	245.400
Etter sondering (Windows):	0.013	-0.300	0.100
Avvik (Windows) (kPa):	12.9	-0.3	0.1
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
Målestørrelse	Spissmotstand	Friksjon	Poretrykk
Samlet nøyaktighet, $\Delta_{TOT}$ (kPa)	13.98	0.32	0.14
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	1	1	1
Oppdragsgiver: <b>NVE</b> Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet.	Oppdrag: <b>Grunnundersøkelser Spillum</b>		
CPTU id.:	CPTU-2	Sonde:	4354
<b>MULTICONSULT AS</b>	Dato: 17.01.2018	Tegnet: JKM	Kontrollert: EMB
	Oppdrag nr.: 10200526	Tegning nr.: RIG-TEG-500.5	Versjon: 09.03.2016

## VEDLEGG 1

### **Kalibrerings skjema CPTU-sonde**

**(2 side)**

**CALIBRATION CERTIFICATE FOR CPT PROBE 4354**

Probe No 4354  
 Date of Calibration 2017-10-13  
 Calibrated by Christoffer Hurtig.....  
 Run No 540  
 Test Class: ISO 1

<b>Point Resistance</b>		<b>Tip Area 10cm<sup>2</sup></b>	
Maximum Load	50	MPa	
Range	50	MPa	
Scaling Factor	<b>1300</b>		
Resolution	0,5869	kPa	
Area factor (a)	0,859		

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 39,884 kPa  
 Temperature range 5 –40 deg. Celsius.

<b>Local Friction</b>		<b>Sleeve Area 150cm<sup>2</sup></b>	
Maximum Load	0,5	MPa	
Range	0,5	MPa	
Scaling Factor	<b>3768</b>		
Resolution	0,0101	kPa	
Area factor (b)	0		

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 0,769 kPa  
 Temperature range 5 –40 deg. Celsius.

<b>Pore Pressure</b>			
Maximum Load	2	MPa	
Range	2	MPa	
Scaling Factor	<b>3739</b>		
Resolution	0,0204	kPa	

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 1,325 kPa  
 Temperature range 5 –40 deg. Celsius.

<b>Tilt Angle.</b>		<b>Scaling Factor: 0,93</b>	
--------------------	--	-----------------------------	--

Range 0 - 40 Deg.

**Backup memory**  
**Temperature sensor**



# Cptlog Cone data base information

Göteborg: 2017-10-13

Cone name

4354

Serial number

4354

Date of purchase

User.

Ranges

Point resistance

50

(Mpa)

Geometric parameters

Area factor a

0,859

Scaling factors

Point resistance

1300

Local friction

0,5

(Mpa)

Area factor b

0

Local friction

3768

Pore pressure

2

(Mpa)

Tip area

10

(cm<sup>2</sup>)

Pore pressure

3739

Tilt sensor

40

(Deg)

Sleeve area

150

(cm<sup>2</sup>)

Tilt sensor

0,93

temperature

©

temperature

1

Elect. Conductivity

(mS/m)

Elect. Conductivity A

Elect. Conductivity B

Type

NOVA cone

Memory option

With memory

5 TONN  
KROGSTAD



Specialists in  
Geotechnical  
Field Equipment

## VEDLEGG 2

### **Kalibrerings skjema poretrykksmålere**

(2 sider)

## Kalibreringscertifikat för PVT-mätare

PVT-Serienummer: 11760 (med minne)

Kalibreringsdag: 20170822

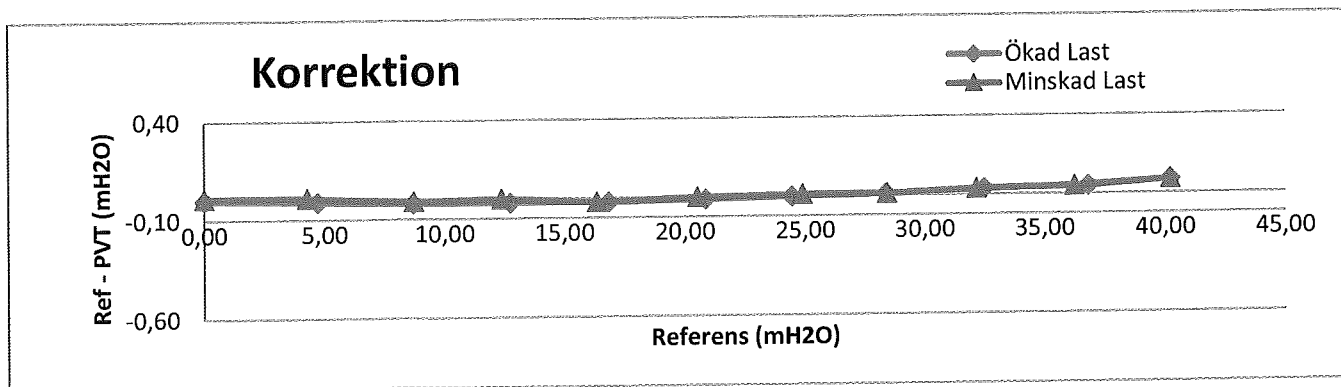
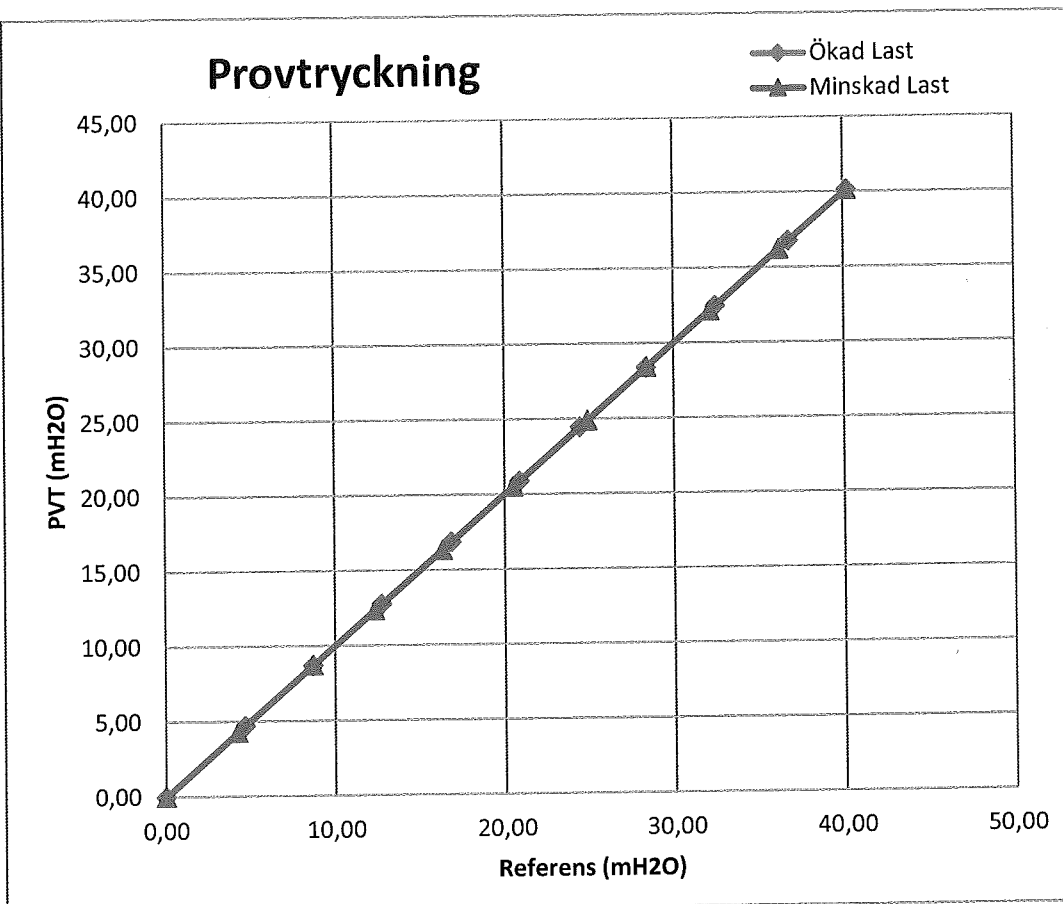
Kalibrerad av:  .....

Mikael Engdahl

Referensutrustning: GE Druck PACE 1000

S/N: 4393171

Ref mH2O	PVT mH2O	Korr mH2O
0,00	0,00	0,00
4,70	4,71	-0,01
8,69	8,71	-0,02
12,74	12,76	-0,02
16,84	16,86	-0,02
20,87	20,88	-0,01
24,45	24,45	0,00
28,37	28,36	0,01
32,47	32,44	0,03
36,79	36,75	0,04
40,20	40,13	0,07
36,23	36,19	0,04
32,16	32,13	0,03
28,41	28,40	0,01
24,88	24,87	0,01
20,52	20,52	0,00
16,34	16,36	-0,02
12,36	12,36	0,00
8,71	8,72	-0,01
4,28	4,27	0,01
0,01	0,00	0,01



## Kalibreringscertifikat för PVT-mätare

PVT-Serienummer: 11761 (med minne)

Kalibreringsdag: 20170830

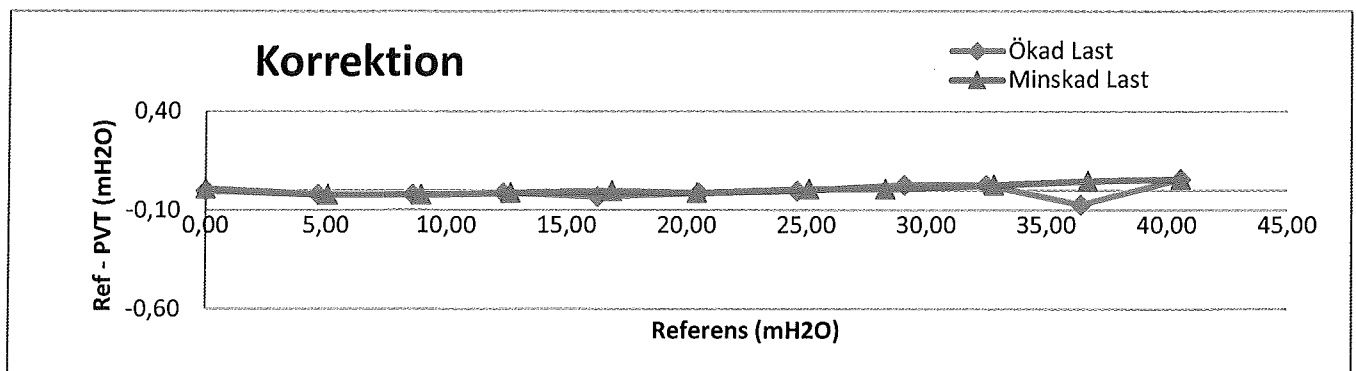
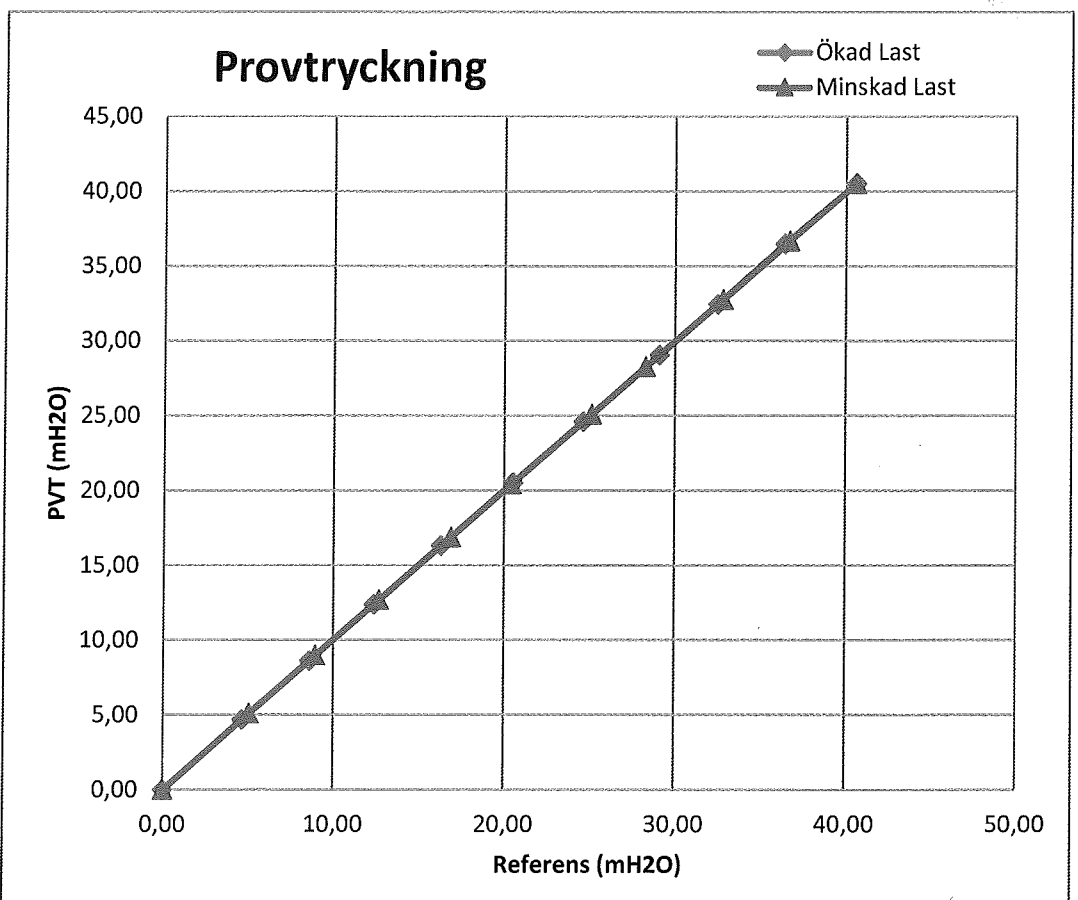
Kalibrerad av:  .....

Mikael Engdahl

Referensutrustning: GE Druck PACE 1000

S/N: 4393171

Ref mH2O	PVT mH2O	Korr mH2O
0,00	0,00	0,00
4,66	4,68	-0,02
8,60	8,62	-0,02
12,37	12,38	-0,01
16,28	16,31	-0,03
20,51	20,52	-0,01
24,61	24,61	0,00
29,08	29,05	0,03
32,48	32,45	0,03
36,42	36,49	-0,07
40,58	40,52	0,06
36,71	36,66	0,05
32,80	32,77	0,03
28,28	28,27	0,01
25,11	25,10	0,01
20,43	20,44	-0,01
16,88	16,88	0,00
12,67	12,68	-0,01
8,95	8,97	-0,02
5,07	5,09	-0,02
0,01	0,00	0,01



## VEDLEGG 3

**Borebok inkludert protokoll for prøveserier  
og notater fra borleder**

**(3 sider)**

# Multiconsult

## Digital borebok

Oppdragsnr:  
10200526-0

Oppdragsnavn:  
Grunnundersøkelse, Spillum

Dato:  
10.01.18

Beskrivelse:  
Saksb.: Jin  
Oppdragsl.: Tor Helge Antonsen

Sonderinger utført med: 605 HK

BPnr: 1    Sonderingstype: Dreietrykk    Dato: 10.01.18    Borleder: Oddbjørn

Prøveserie:

Dato:    Borleder:

Dybde:    Beskrivelse:

0 - 1m    Forboring.

1 - 14,74m    Bløte løsmasser, leire.

14,74m    Antatt fjell.

Stopp: 14,7    Vanndybde:    Klokken:

Notat:

Siltig leire på sleik ved opptrekk.

BPnr: 2    Sonderingstype: Dreietrykk    Dato: 10.01.18    Borleder: Oddbjørn

Prøveserie:

Dato: 15.01.18    Borleder: Oddbjørn

Dybde:    Beskrivelse:

0 - 1m    Forboring/tele.

1 - 12,96m    Bløte løsmasser, leire.

12,96m    Antatt fjell.

Stopp: 12,9    Vanndybde:    Klokken:

Notat:

Siltig leire på sleik ved opptrekk.  
2 stk El. PZ/m. minne. Dybde 8 og 12m.  
PZ.nr. 11760 montert 15.01.2018. Dybde = 12m. H = 1m, merket oransje.  
45 mH2O ved montering.  
PZ. nr. 11761 montert 15.01.2018. Dybde = 8m.  
H = 1m, merket oransje.  
35 mH2O ved montering.  
Begge PZ. Innstilt på logging hver 12. time.  
PZ. 11761, avlest 16.01.2018, 7,68 mH2O.  
PZ. 11760, avlest 16.01.2018, 7,56 mH2O.  
PZ ble plassert ved borpunkt, dette for å unngå å komme for nære kraftgate.

SK     54mm     78mm     Annen

SylNr/pose:    Dybde:    Beskrivelse:

Sk.    0 - 1,3m    Jord/leire. Fast,

Sk.    1,3 - 2m    Leire, siltig, seig og klissete.

Syl.OR5    2 - 3m    A.L. Leire, siltig og seig.

Syl.OR3    4 - 5m    A.L. Leire, siltig, sensitiv.

Syl..Hegra5    6 - 7m    A.L. Leire, siltig, sensitiv.

Syl.JF4    8 - 9m    A.L. Leire, siltig, sensitiiv.

Syl.LC    10 - 11m    A.L.Leire, siltig, kvikk.

Syl.OR4    11,2 - 12,2m    A.L. Leire, siltig, sensitiv.

Notat prøve:

54mm. Syl.: 2 - 3m, 4 - 5m, 6 - 7m, 8 - 9m, 10 - 11m, 11 - 12m.

Oppdragsnr:  
10200526-0

Oppdragsnavn:  
Grunnundersøkelse, Spillum

Dato:  
10.01.18

Beskrivelse:  
Saksb.: Jin  
Oppdragsl.: Tor Helge Antonsen

Sonderinger utført med: 605 HK

BPnr:	Sonderingstype:	Dato:	Borleder:	Prøveserie:	Dato:	Borleder:
2,1	CPTU	12.01.18	Oddbjørn			

Dybde:	Beskrivelse:
0 - 1m	Forboring/tele.
1 - 13m	CPTU sondering.

Stopp: 13      Vanndybde:      Klokken:

Notat:

Antatt klasse 1 CPTU.

BPnr:	Sonderingstype:	Dato:	Borleder:	Prøveserie:	Dato:	Borleder:
3	Dreietrykk	11.01.18	Oddbjørn			

Dybde:	Beskrivelse:
0 - 2 m	Forboring, tele.
2 - 10m	Srt.

Stopp:      Vanndybde:      Klokken:

Notat:

!. Forsøk på sondering, stoppp I antatt fjell ved 1,5m. Avbrutt, nytt forsøk ved å flytte riggen ca 60 meter østover.

Forboring utført gjennom tele, dette for å sette ned skovel.

3 forsøk med forboring med totalkrona, stopp I antatt fjell på ca 60 - 70 centimeter.Forsøk på dreietrykksondering avbrutt.

Bratt bekkedal med gårdsvei. Begrenset plass til å utføre sondering utenfor veg. Dette er årsak til 60 meters avstand mellom 1. forsøk og 2. forsøk.

Ved 1. forsøk ble det prøvd 2 ganger, avstand ca 1 meter mellom hvert forsøk.

Ved 2. forsøk ble det prøvd 3 ganger,avstand ca 2 meter mellom hvert forsøk.

Dybde til fjell rimer godt med dybde til fjell I borpunkt 1 og 2, terreng tatt I betraktning.

Vest for borpunkt 3 er det en dobbel kraftgate som også begrenser mulighetene for plassering av borpunkt.

**Oppdragsnr:**  
10200526-0

**Oppdragsnavn:**  
Grunnundersøkelse, Spillum

**Dato:**  
10.01.18

**Beskrivelse:**  
Saksb.: Jin  
Oppdragsl.: Tor Helge Antonsen

Sonderinger utført med: 605 HK

BPnr:	Sonderingstype:	Dato:	Borleder:		Dato:	Borleder:
4	Dreietrykk	11.01.18	Oddbjørn	<b>Prøveserie:</b>		

**Dybde:**      **Beskrivelse:**

0 - 1m      Forboring/tele.

1 - 6m      Bløte løsmasser, leire.

6 - 9m      Harde løsmasser, aantatt grus og stein.

9,11m      Antatt fjell.

**Stopp:** 9,11      **Vanddybde:**      **Klokken:**

**Notat:**

Mistet/knekt dreietrykkspiiss og en stang.

BPnr:	Sonderingstype:	Dato:	Borleder:		Dato:	Borleder:
5	Dreietrykk	11.01.18	Oddbjørn	<b>Prøveserie:</b>		

**Dybde:**      **Beskrivelse:**

0 - 1m      Forboring/tele.

1 - 20m      Meget bløte løsmasser, leire.

**Stopp:** 20,0      **Vanddybde:**      **Klokken:**

**Notat:**

Silitig, bløt og myk leire på sleik ved opptrekk.

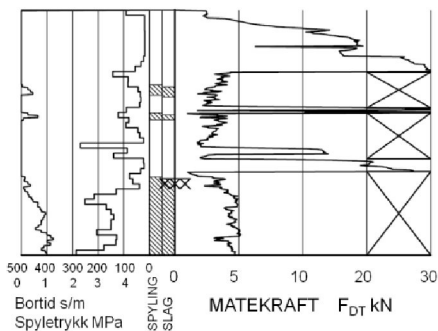


## BILAG 1

### **Geotekniske bilag - feltundersøkelser**

(2 sider)

<p>Avsluttet mot stein, blokk eller fast grunn</p>	<p>Avsluttet mot antatt berg</p>	<p>Sonderinger utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn. For utførelsesstandarder henvises det til «Geoteknisk bilag – Oversikt over metodestandarder og retningslinjer».</p>
<p>Forboret Middels stor motstand Meget liten motstand Meget stor motstand Avsluttet uten å nå fast grunn eller berg</p>	<p>Forboret Slått med slegge Halve omdreininger pr. m synk</p>	<p><b>DREIESONDERING</b> Utføres med skjøtbare <math>\phi 22</math> 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 <math>\frac{1}{2}</math>-omdreininger pr. 0,2 m synk registreres. Boremotstanden presenteres i diagram med vertikal dybdeskala og tverrstrek for hver 100 <math>\frac{1}{2}</math>-omdreininger. Skravur angir synk uten dreining, med påført vertikallast under synk angitt på venstre side. Kryss angir at borstengene er rammet ned i grunnen.</p>
<p>Middels stor motstand Liten motstand Stor motstand</p> <p>0 50 100 150 kNm/m</p>	<p>0 50 <math>Q_0</math> kNm/m</p>	<p><b>RAMSONDERING</b> Boringen utføres med skjøtbare <math>\phi 32</math> 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 <math>Q_0</math> pr. m nedramming. <math>Q_0 = \text{loddets tyngde} \cdot \text{fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)}</math></p>
<p>CPT2 +18.5 5 10 15 dybde, m</p> <p>Korr. spissmotstand [MPa] Poretrykk [MPa] Sidefriksjon [MPa]</p>	<p><b>TRYKKSONDERING (CPT - CPTU)</b> 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 <math>q_c</math> og sidefriksjon <math>f_s</math> kan bestemmes (CPT). I tillegg kan poretrykket <math>u</math> måles like bak den koniske spissen (CPTU). Målingene utføres kontinuerlig for hver 0,02 m, og metoden gir derfor detaljert informasjon om grunnforholdene. Resultatene kan benyttes til å bestemme lagdeling, jordart, lagringsbetingelser og mekaniske egenskaper (skjærfasthet, deformasjons- og konsolideringsparametre).</p>	
<p>0 5 10 20 30 <math>F_{DT}</math> kN</p>	<p><b>DREIETRYKKSONDERING</b> Utføres med glatte skjøtbare <math>\phi 36</math> mm borstenger med en normert spiss med hardmetallsveis. Borstengene presses ned i grunnen med konstant hastighet 3 m/min og konstant rotasjonshastighet 25 omdreininger/min. Rotasjonshastigheten kan økes hvis nødvendig (markeres med kryss på høyre side). Nedpressingskraften <math>F_{DT}</math> (kN) registreres automatisk under disse betingelsene, og gir grunnlag for å bedømme grunnforholdene. Metoden er spesielt hensiktsmessig ved påvisning av kvikkleire i grunnen, men den gir ikke sikker dybde til bergoverflaten.</p>	
<p>Stein Borsynk i berg cm/min. 10 15 20</p>	<p><b>BERGKONTROLLBORING</b> Utføres med skjøtbare <math>\phi 45</math> mm stenger og hardmetall borkrone med tilbakeslagsventil. Det benyttes tung slagborhammer og vannspyling med høyt trykk. Boring gjennom lag med ulike egenskaper, for eksempel grus og leire, kan registreres, likedan penetrasjon av blokker og større steiner. For verifisering av berginntrengning bores 3 m ned i berget, eventuelt med registrering av borsynk for sikker påvisning.</p>	



### TOTALSONDERING

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

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



Prøvemarkering



### PRØVETAKING

Utføres for undersøkelse av jordlagenes geotekniske egenskaper i laboratoriet.

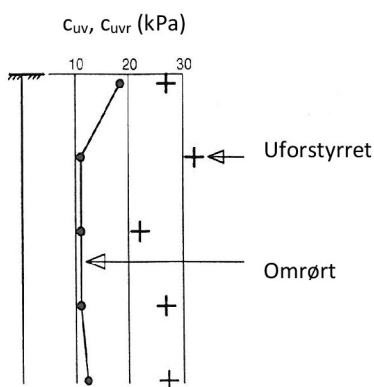
#### Maskinell naverboring (forstyrrede poseprøver):

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

#### Sylinder/blokkprøvetaking (Uforstyrrede prøver):

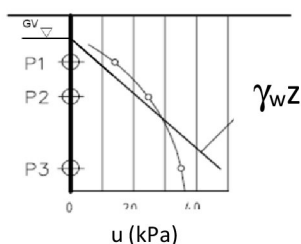
Vanligvis benyttes stempel-prøvetaking med innvendig stempel for opptak av 60-100 cm lange sylinderprøver. Prøvesylinderen kan være av plast eller stål, og det kan benyttes utstyr både med og uten innvendig prøvesylinder. På ønsket dybde skjæres det ut en jordprøve som trekkes opp til overflaten, der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

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



### VINGEBORING

Utføres ved at et vingekorset med dimensjoner  $b \times h = 55 \times 110$  mm eller  $65 \times 130$  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

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.

## BILAG 2

### **Geotekniske bilag - laboratorieforsøk**

(4 sider)

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

## MINERALSKE JORDARTER

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

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

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

## ORGANISKE JORDARTER

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

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

## KORNFORDELINGSANALYSER

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

## VANNINNHOOLD

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

## KONSISTENSGRENSER

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

## HUMUSINNHOOLD

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



## DENSITET, TYNGDETETHET, PORETALL OG PORØSITET

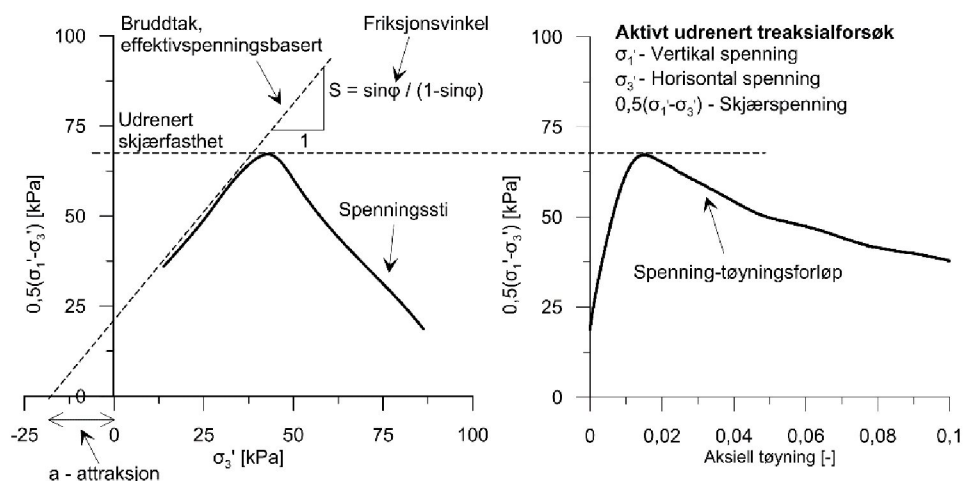
Navn	Symbol	Enhet	Beskrivelse
Densitet	$\rho$	$\text{g/cm}^3$	Masse av prøve per volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del
Korndensitet	$\rho_s$	$\text{g/cm}^3$	Masse av fast stoff per volumenhet fast stoff
Tørr densitet	$\rho_d$	$\text{g/cm}^3$	Masse tørt stoff per volumenhet
Tyngdetetthet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

## SKJÆRFASTHET

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

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

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

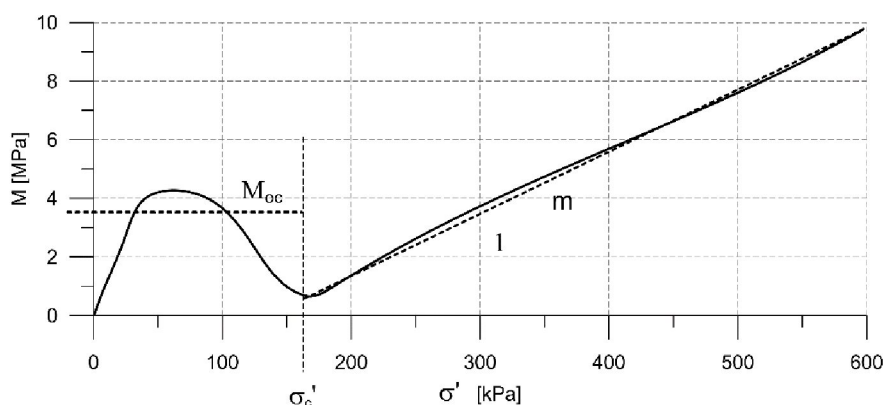


## SENSITIVITET

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

### DEFORMASJONS- OG KONSOLIDERINGSEGENSKAPER

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



### TELEFARLIGHET

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

### KOMPRIMERINGSEGENSKAPER

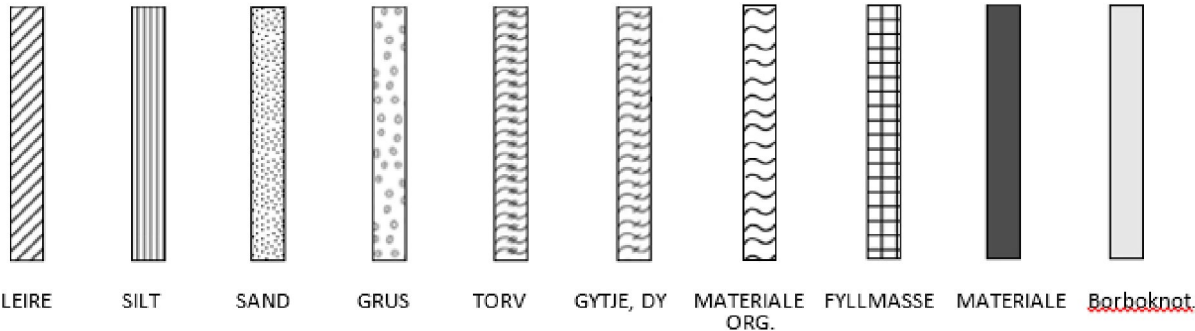
Ved komprimering av en jordart oppnås tettere lagring av mineralkornene. Komprimeringsegenskapene for en jordart bestemmes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Standard eller Modifisert Proctor). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr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

### PERMEABILITET

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

## OPPTEGNING AV PRØVESERIE - PRØVESKRAVERING

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



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

**LEIRE:** Leirinnholdet er større enn 15 %

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

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

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

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

**TORV:** Mer eller mindre omvandlede planterester

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

**MATERIALE ORG.:** Sterkt omdannet organisk materiale med løs struktur

**FYLLMASSE:** Avsetninger som ikke er naturlige (utlagte masser)

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

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

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

## OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SYMBOLFORKLARING - Vanninnhold og konsistensgrenser

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

Vanninnhold $w$		Plastisitetsgrense $w_p$	
		Flytegrense $w_f$	

## OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SYMBOLFORKLARING - Udrenert skjærfasthet

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

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



## BILAG 3

### **Oversikt over metodestandarder og retningslinjer**

(2 sider)

### METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – FELTUNDERSØKELSER

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

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

### METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – LABORATORIEUNDERSØKELSER

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

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