



# TRONDHEIM KOMMUNE

## Kommunalteknikk

Rapport fra Geoteknisk avdeling

## R.1633-rev.01 Rydningen kvikkleiresone

10.06.2015



**TRONDHEIM KOMMUNE**Kommunalteknikk  
Geoteknisk avdeling

<b>Rapport R1633</b>	<b>RYDNINGEN KVIKKLEIRESONE</b>		
	<b>Datarapport</b>		
Trondheim	10.06.2015		
Rev. / dato:	01/14.10.2016 X-koordinat, punkt 6 er korrigert i tegn.nr. 99		
Oppdragsgiver:	Intern	Oppdrag ved: Tone Furuberg	
Repr. punkt:	Euref 89. øst: 567800	Euref 89 nord: 7029400	
Sted:	Rydningen	Antall tekstsider:	5
Feltarbeid utført:	14.01 - 30.03.2015	Antall bilag:	2
Feltmetoder:	Total- og trykksondering	Poretrykksmåling	Prøvetaking
Emneord:	Grunnforhold	Kvikkleire	
Saksbehandler: <i>Suzel Kauglo Storme</i> for Shaima Ali Alnajim	Kvalitetssikrer: <i>Tone Furuberg</i> Tone Furuberg		

**Sammendrag:**

Rydningen kvikkleiresone er bebygd bortsett fra skråningene ned mot Uglabekken.

Geoteknisk avdeling ved Trondheim kommune utfører kvikkleirekartlegging i perioder med ledig kapasitet på boreriggen. Vinteren 2015 kartla Geoteknisk avdeling kvikkleire i sonen 204 "Rydningen". Hensikten med grunnundersøkelsene er å skaffe datagrunnlag for å utrede sikkerhet mot kvikkleireskred.

Det er gjort 13 totalsonderinger, 2 trykksonderinger. I tillegg ble det tatt opp til sammen 16 54 mm sylindrerprøver og 10 representative prøver i 6 punkt.

Grunnen består hovedsakelig av tørrskorpeleire over leire, som er siltig. Det er påvist sprøbruddeleire i punkt 4 fra 5-12 m under terrenget og kvikkleire med høy sensitivitet i punkt 5 fra 13-14 m under terrenget.

Hydrostatisk poretrykkmålere er installert i punkt 4 og 10, på 2 forskjellige nivåer i hvert punkt.

Fjellet et er antatt påtruffet mellom 3,5 og 7,10 m under terreng ned mot Uglabekken. Oppe i skråningen, punkt 1 og 3, er fjellet antatt å ligge ca. 35 og 39 m under terrenget. Ellers er det stor variasjon i løsmasseoverdekning til fjell.

## **1. INNLEDNING**

### **1.1 Prosjekt**

Rydningen kvikkleiresone er bebygd, med unntak av skråningene mot Uglabekken i østlige deler av sonen. Trondheim kommune får ofte spørsmål om muligheter for fradeling og fortetting. For nye boenheter kreves i følge NVE retningslinjer 7-2014, ref. /1/ dokumentasjon av skredsjikkerhet/områdestabilitet. For den enkelte private tiltakshaver er dette en for omfattende oppgave.

### **1.2 Oppdrag**

Kommunalteknikk ved Geoteknisk avdeling utfører kvikkleirekartlegging i perioder med ledig kapasitet på boreriggen. Vinteren 2015 kartla Geoteknisk avdeling Rydningen kvikkleiresone, for å skaffe datagrunnlag for å utrede sikkerhet mot kvikkleireskred. Kvikkleiresone 204 "Rydningen" er klassifisert i middels faregradsklasse.

## **2. UTFØRTE UNDERSØKELSER**

### **2.1 Feltarbeid**

Det er gjort 13 totalsonderinger, 2 trykksonderinger og tatt opp til sammen 16 54 mm sylinderprøver og 10 representative prøver i 6 punkt. Hydrostatisk poretrykkmåler er installert i punkt 4 og 10 på 2 forskjellige nivåer for hvert punkt. I punkt 8A ble det forboret ca. 15 m for å se om det kunne være lag med mindre fasthet i dybden. Plassering av borpunkt og undersøkelsestype er vist på situasjonskart i tegning 2.

Totalsonderingsresultater og CPTU-presentasjon er vist i tegning 31-38. Resultat fra poterykkmålingene er vist i tegning 39.

Koordinater og terrenghøyder for borpunktene er gitt i tegning 99. Innmålingen ble gjort av grunnborene som brukte Leica Viva GS08 plus.

Kalibreringsskjema og anvendelsesklasse for CPTU -sonderinger, iht. NGF melding nr. 5, er vist i henholdsvis bilag 01 og 02.

Feltarbeidene ble utført i periodene 14.01 - 30.03.2015.

### **2.2 Laboratorieundersøkelser**

Prøvene som ble tatt opp er undersøkt i vårt geotekniske laboratorium. Prøvene er beskrevet og klassifisert. Videre er romvekt, vanninnhold og plastisitetsindeks (IP) bestemt. Den udrenerte skjærfastheten er bestemt ved hjelp av konusforsøk og trykkforsøk, mens udrenert skjærfasthet i omrørt tilstand er bestemt ved konusforsøk. Sensitivitet er beregnet på grunnlag av konusforsøkene. Resultatene fra laboratorieundersøkelsene er sammenstilt på borprofil i tegning 51-56.

Effektive skjærstyrkeparametere, prekonsolideringstrykk og kompressibilitet for leira er bestemt ved å utføre treaksialforsøk og ødometerforsøk. Det ble utført 4 treaksialforsøk på prøver fra hull 5 på nivå 9,30 og 9,50m og fra hull 10 på nivå 5,32 og 5,43 meter under terreng.

Det ble utført 5 trinnvise ødometerforsøk. Prøvene er tatt opp fra hull 4 på nivå 6,45 og 11,32 m, fra hull 5 på nivå 9,44 og 13,32 m og fra hull 10 på nivå 6,53 meter under terreng.

Resultater fra treaksialforsøk og ødometerforsøk er vist i tegning 71-74 og 81-85.

### 2.3 Tidligere grunnundersøkelser

Tidligere grunnundersøkelser i området er:

- O.978 Aalmos veg, Kummeneje, 1969
- R.0630 Rydningen 33 skråningsstabilitet, Trondheim kommune, 1983
- R.670 Rydningen lekeplass, Trondheim kommune, 1984
- R.671 Ras i Uglabekken, Trondheim kommune, 1984
- R.0142 Selsbakk, Trondheim kommune, 1984
- R.0631 Rydningen sjølbyggerområde, Carl W. Ianssens veg, Trondheim kommune, 1984
- R.0776 Uglabekken, Selsbakk, Trondheim kommune, 1992
- R.0776-2 Rydningen, Trondheim kommune, 1997
- R.1307 O. J. Aalmos veg, Trondheim kommune, 2006

## 3. GRUNNFORHOLD

### 3.1 Topografi

Høydekoter er vist i bilag 3. Store deler av området ligger på kote 105-95. Uglabekken har skåret seg ned i terrenget i østranden av kvikkleiresonen. Skråningene ned mot Uglabekken er bratte. O. J. Aalmos veg følger en ravinedal, terrenget heller mot denne. I sør faller terrenget mot Leirelva og jernbanen.

### 3.2 Løsmasser

Grunnundersøkelsene viser at grunnen i området grovt sett består av leire som er siltig og som enkelte steder inneholder sand- og gruskorn. Topplaget i naturlig grunn er tørrskorpeleire som er siltig. Enkelte steder er det fyllmasser over naturlig grunn.

I punkt 2 og 14 ned mot Uglabekken er det lite løsmasseoverdekning, 3,5- 7,10 m, over antatt fjell.

I punkt 4 oppe i skråningen er det fyllmasser over leire som er siltig. Sprøbruddleire<sup>1</sup> er påtruffet fra 5 m og ned til 12 m under terrenget. Fjell er påtruffet 19 m under terrenget. Leira har middels skjærfasthet og vanninnholdet ligger mellom 25-30 %.

I punkt 5 som ligger nordøst i sonen består grunnen av leire, som er siltig. Kvikkleire<sup>2</sup> med høy sensitivitet er påtruffet i dette punktet fra 13-14 m under terrenget. Skjærfastheten er middels. Vanninnhold ligger mellom 20-30 %. Fjell er ikke påtruffet og sonderingen er avsluttet mot fast grunn 41 m under terrenget.

På terrengryggen i østre del av sonen, punkt 1, 3, 6 og 8, består grunnen av tørrskorpeleire med 2-6 m mektighet over meget fast grunn. Fjellet er påtruffet mellom 35 og 39 m under terreng i henholdsvis punkt 1 og 3, men sonderinger i punkt 6 og 8 er avsluttet mot fast grunn henholdsvis 9 og 12 meter under terrenget.

I sør mot O. J. Aalmos veg og jernbanene, i punkt 7, 9, 10 og 11 består grunnen av siltig leire under tørrskorpeleire. Skjærfastheten er middels. Fjellet er påtruffet mellom 9 og 37 m under terrenget.

<sup>1</sup> Sprøbruddleire (nesten kvikk) er leire med sensitivitet >15 og omrørt skjærfasthet  $s_r < 2$  kPa, jf. ref. 1

<sup>2</sup> Kvikkleire er leire omrørt skjærfasthet  $s_r < 0,5$  kPa

### 3.3 Grunnvann

Hydrostatiske poretrykkmålere ble satt ned i punkt 4 og 10 på 2 forskjellige nivåer for hvert punkt. Resultat fra poretrykkmålingene er vist i tegning 39.

Grunnvannstanden ligger ca. 3 m under terrenget i punkt 4 og er hydrostatisk med dybden.

I punkt 10 er grunnvannstanden antatt 3,5 m under terreng forutsatt hydrostatisk poretrykkfordeling og poretrykket øker mindre enn hydrostatisk med dybden til store dybder fra 10 m og ned til 17 m under terrenget.

### 3.4 Fjell

Totalsonderinger viser en stor variasjon på løsmasseoverdekningen over fjell. Fjell er antatt påtruffet mellom 3,5 og 39,5 m under terrenget. Noen sonderinger er avsluttet i antatt fast grunn 9,6- 41,6 m under terrenget.

## 4. TEGNINGSLISTE

Tegning	Revisjon	Tema
01	00	Oversiktskart
02	01	Situasjonskart, målestokk 1:2000
31	00	Sondering 1 og 2, målestokk 1:200
32	00	Sondering 3 og 5, målestokk 1:200
33	00	Sondering 6 og 7, målestokk 1:200
34	00	Sondering 8 og 8A, målestokk 1:200
35	00	Sondering 9 og 11, målestokk 1:200
36	00	Sondering 13 og 14, målestokk 1:200
37	00	Totalsondering og CPTU- presentasjon 4, målestokk 1:200
38	00	Totalsondering og CPTU- presentasjon 10, målestokk 1:200
39	00	Poretrykkmålinger i punkt 4 og 10
51	00	Borprofil, punkt 3
52	00	Borprofil, punkt 4
53	00	Borprofil, punkt 5
54	00	Borprofil, punkt 8
55	00	Borprofil, punkt 10
56	00	Borprofil, punkt 11
71-72	00	Resultat fra treksialforsøk i punkt 5, dybde 9,30 m og 9,50 m
73-74	00	Resultat fra treksialforsøk i punkt 10, dybde 5,32 m og 5,43 m
81	00	Resultat fra ødometerforsøk i punkt 4, dybde 6,45 m
82	00	Resultat fra ødometerforsøk i punkt 4, dybde 11,32 m
83	00	Resultat fra ødometerforsøk i punkt 5, dybde 9,44 m

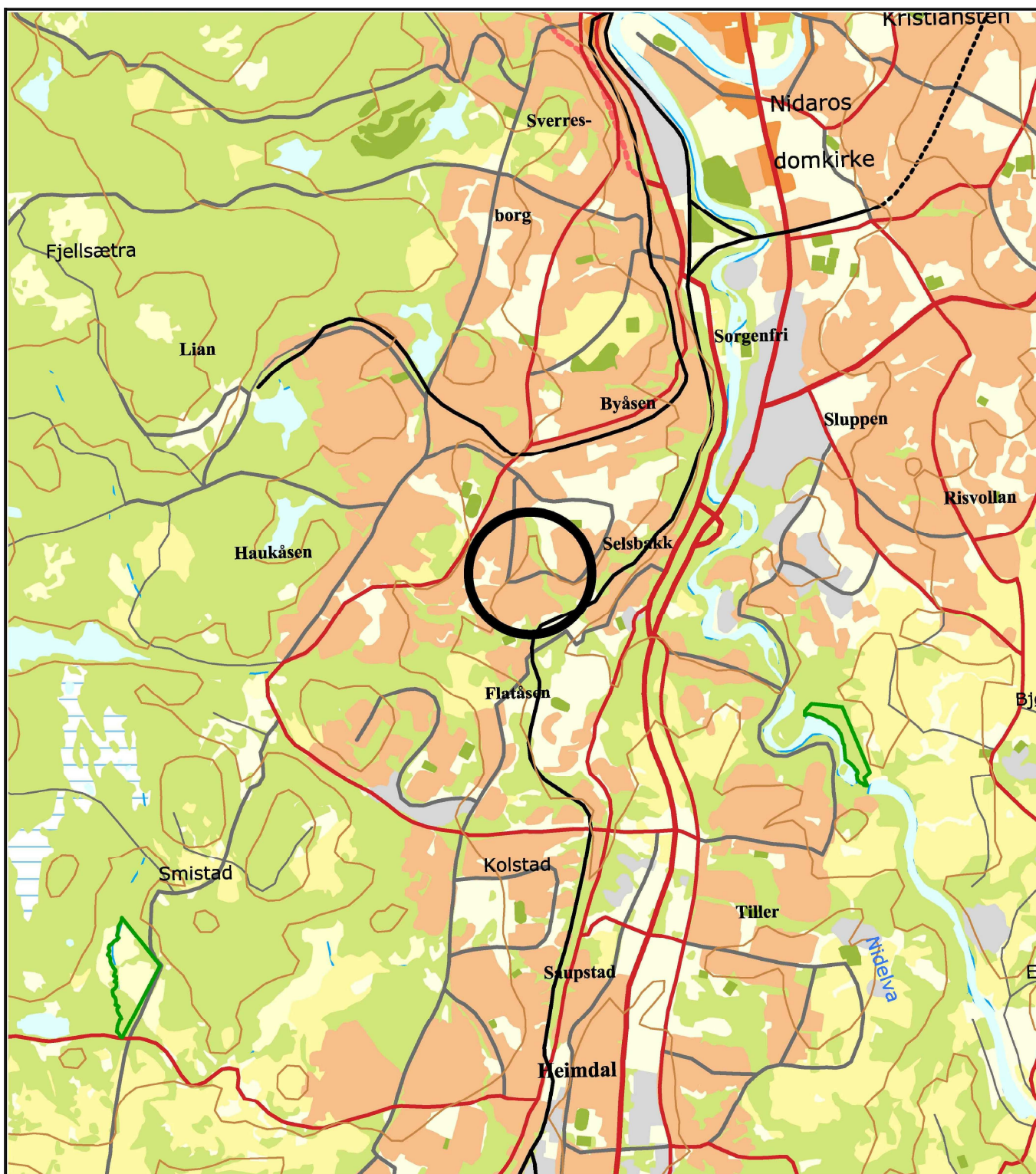
84	00	Resultat fra ødometerforsøk i punkt 5, dybde 13,32 m
85	00	Resultat fra ødometerforsøk i punkt 10, dybde 6,53 m
99	01	Koordinater for innmålte punkt

## 5. REFERANSER

01	NVE veileder 7-2014 ”Sikkerhet mot kvikkleireskred”
----	---

## 6. BILAGSLISTE

Bilag	Revisjon	Tema
01	00	Kalibreringsskjema for CPTU-sonde 4352, kalibrert 2015-02-16
02	00	CPTU-sondering 4 og 10. Anvendelsesklasse etter NGF-melding nr. 5
03	00	Terrengforhold



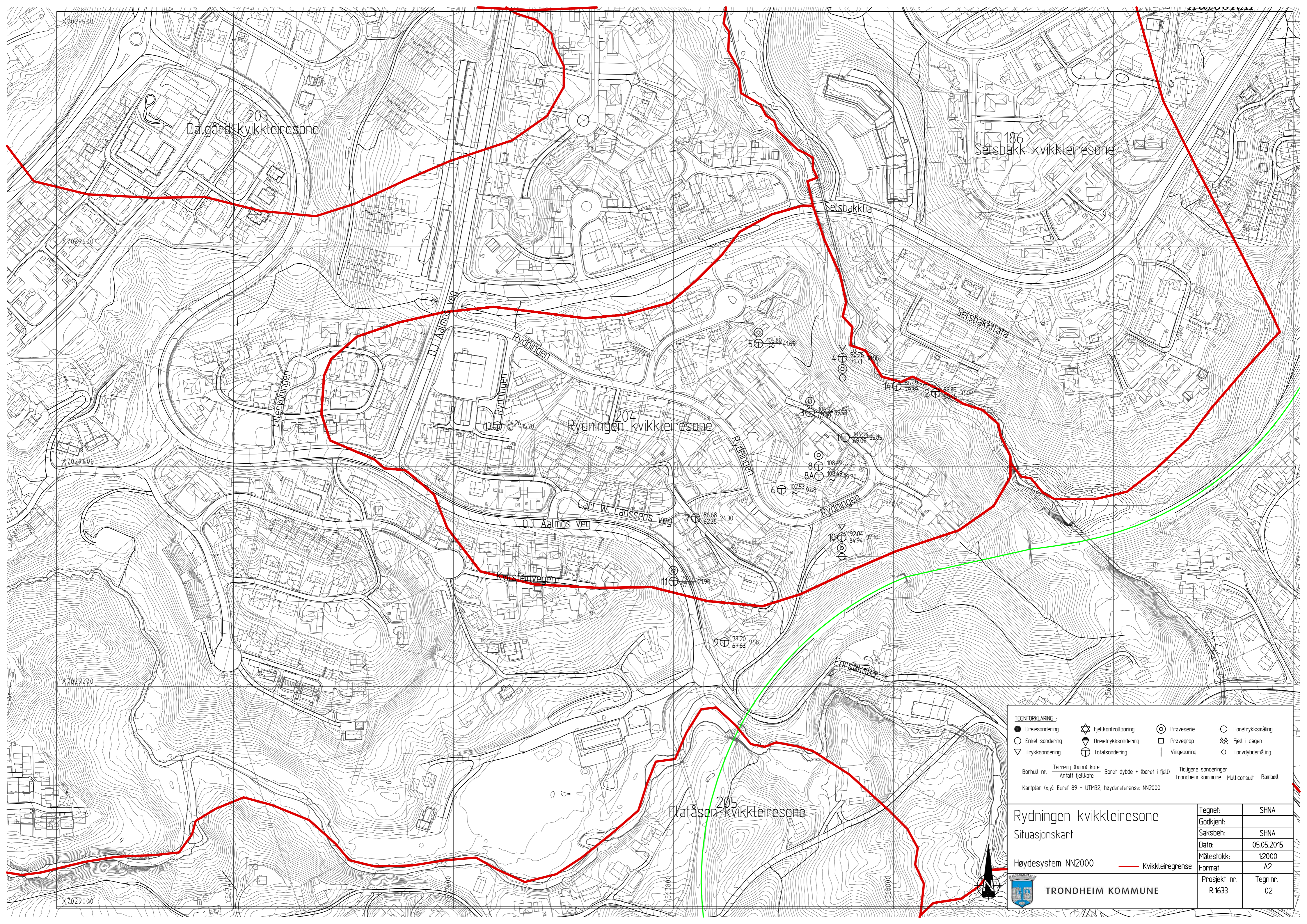
# Rydningen kvikkleiresone

Oversiktskart



TRONDHEIM KOMMUNE

Tegnet:	SHNA
Godkjent:	
Saksbeh:	SHNA
Dato:	05.05.2015
Målestokk:	
Prosjekt nr. R.1633	Tegn.nr. 01



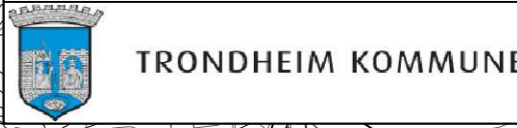
**TEGNFORKLARING:**

● Oriessondering	⊙ Fjellkontrollboring	⊙ Prøveserie	⊙ Poretrykksmåling
○ Enkel sondering	⊖ Dreietrykksondering	□ Prøvegrop	⚓ Fjell i dagen
▽ Trykksondering	⊕ Totalsondering	⊕ Vingeboring	○ Torvdydemåling

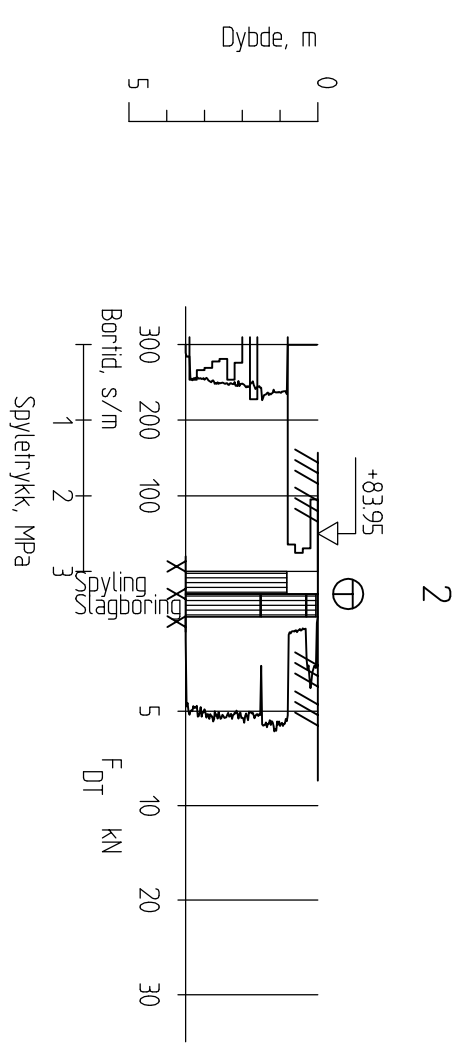
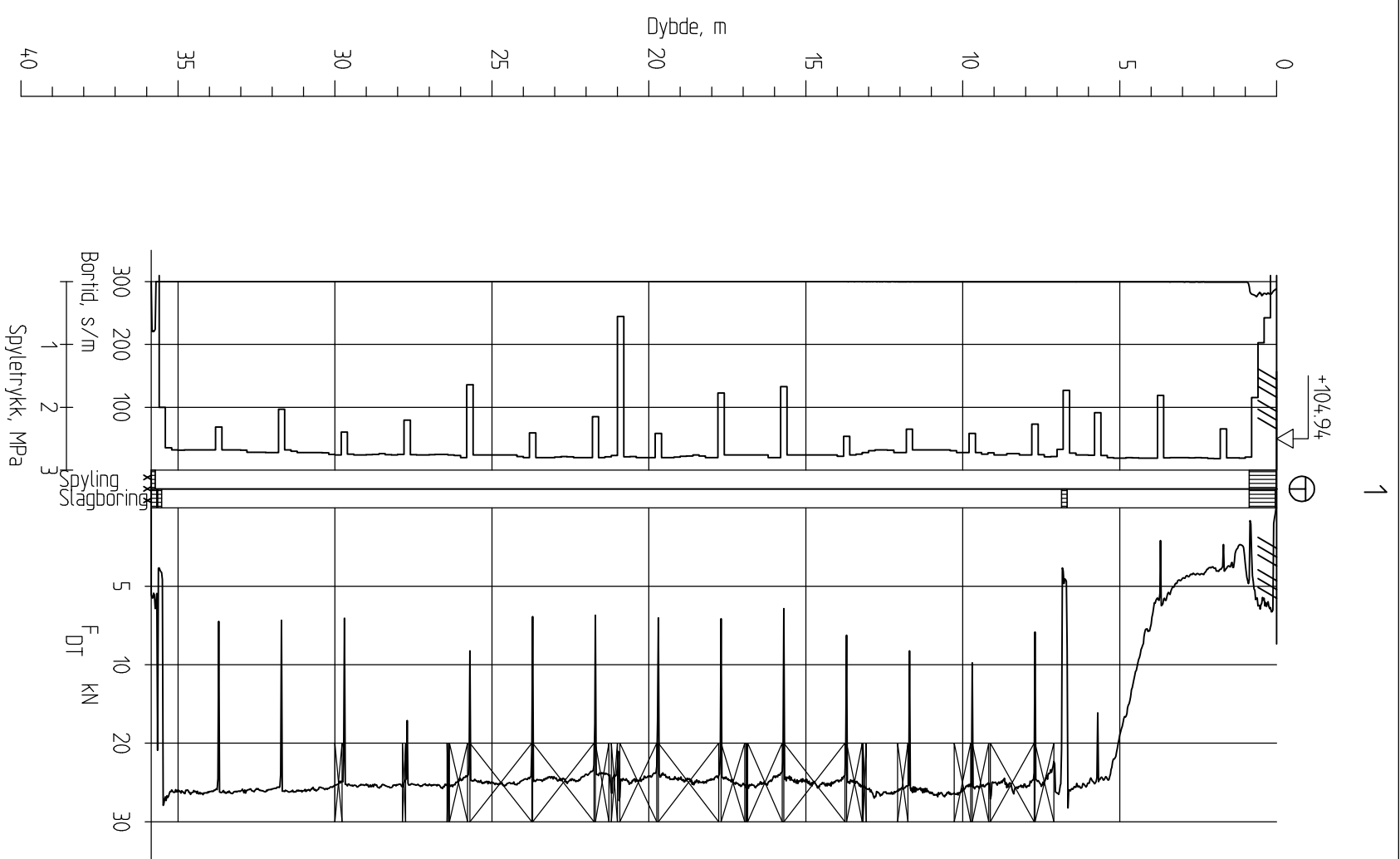
Borhull nr.    Terreng (bunn) kote    Boret dybde + (boret i fjell)    Tidligere sonderinger:  
 Antall fjellkote    Trondheim kommune    Multiconsult    Rambøll

Kartplan (x,y): Euref 89 - UTM32, høyderreferanse: NN2000

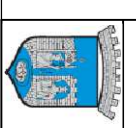
<b>Rydningen kvikkleiresone</b>		Tegnet:	SHNA
Situasjonskart		Godkjent:	
Høydesystem NN2000		Saksbeh:	SHNA
— Kvikkleiregrense		Dato:	05.05.2015
		Målestokk:	1:2000
		Format:	A2
		Prosjekt nr.:	R.1633
		Tegn.nr.:	02

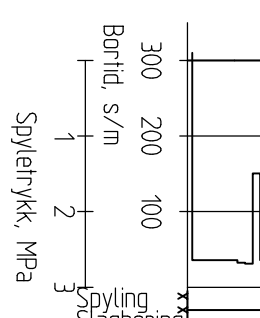
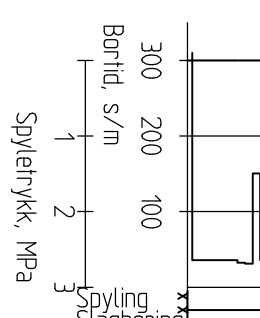
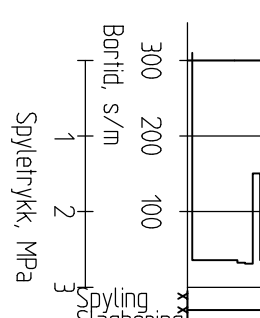
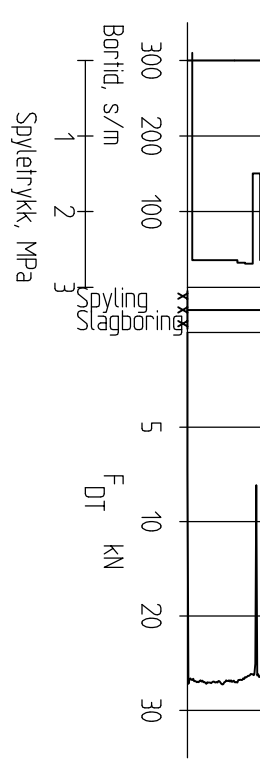
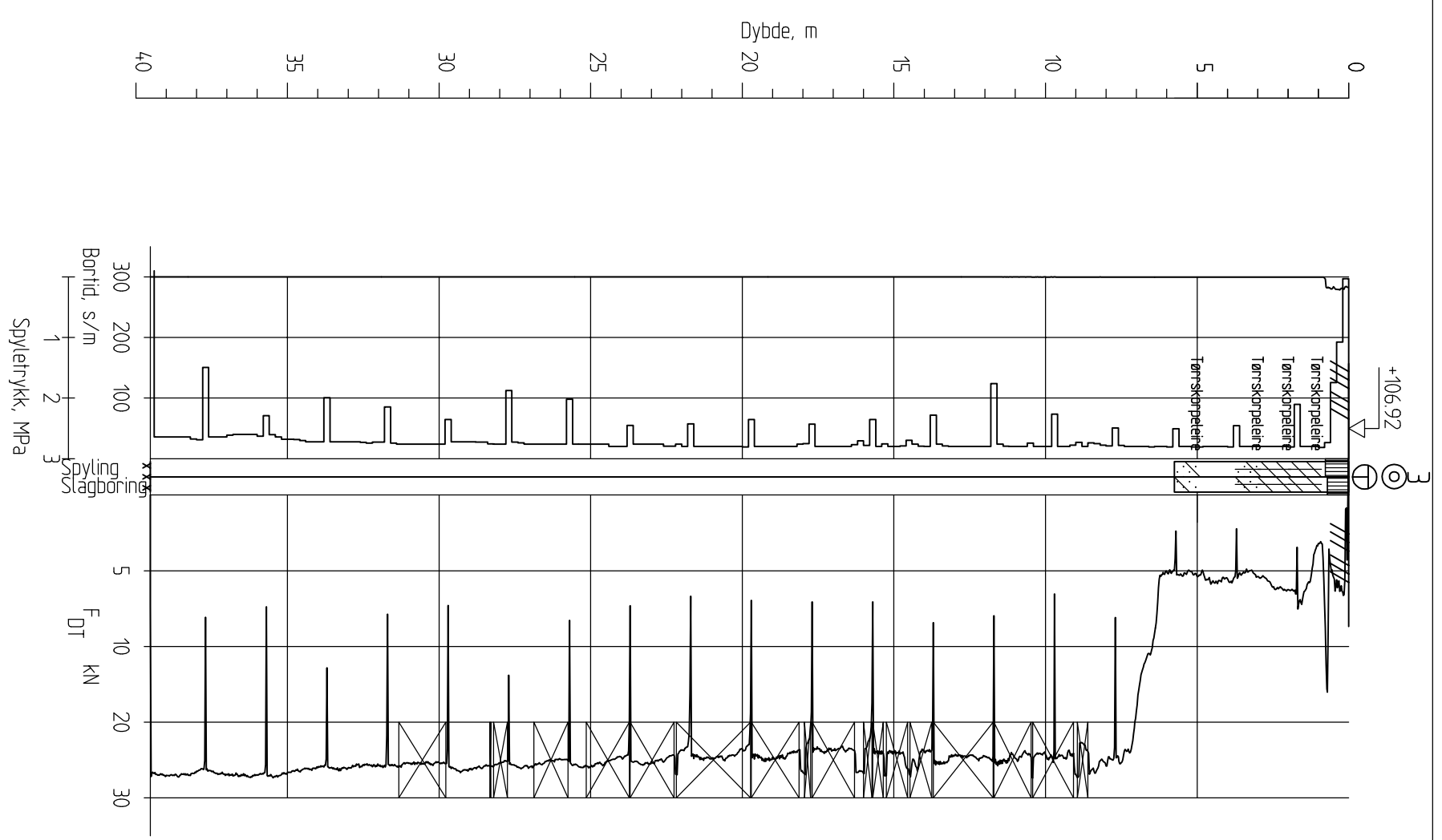
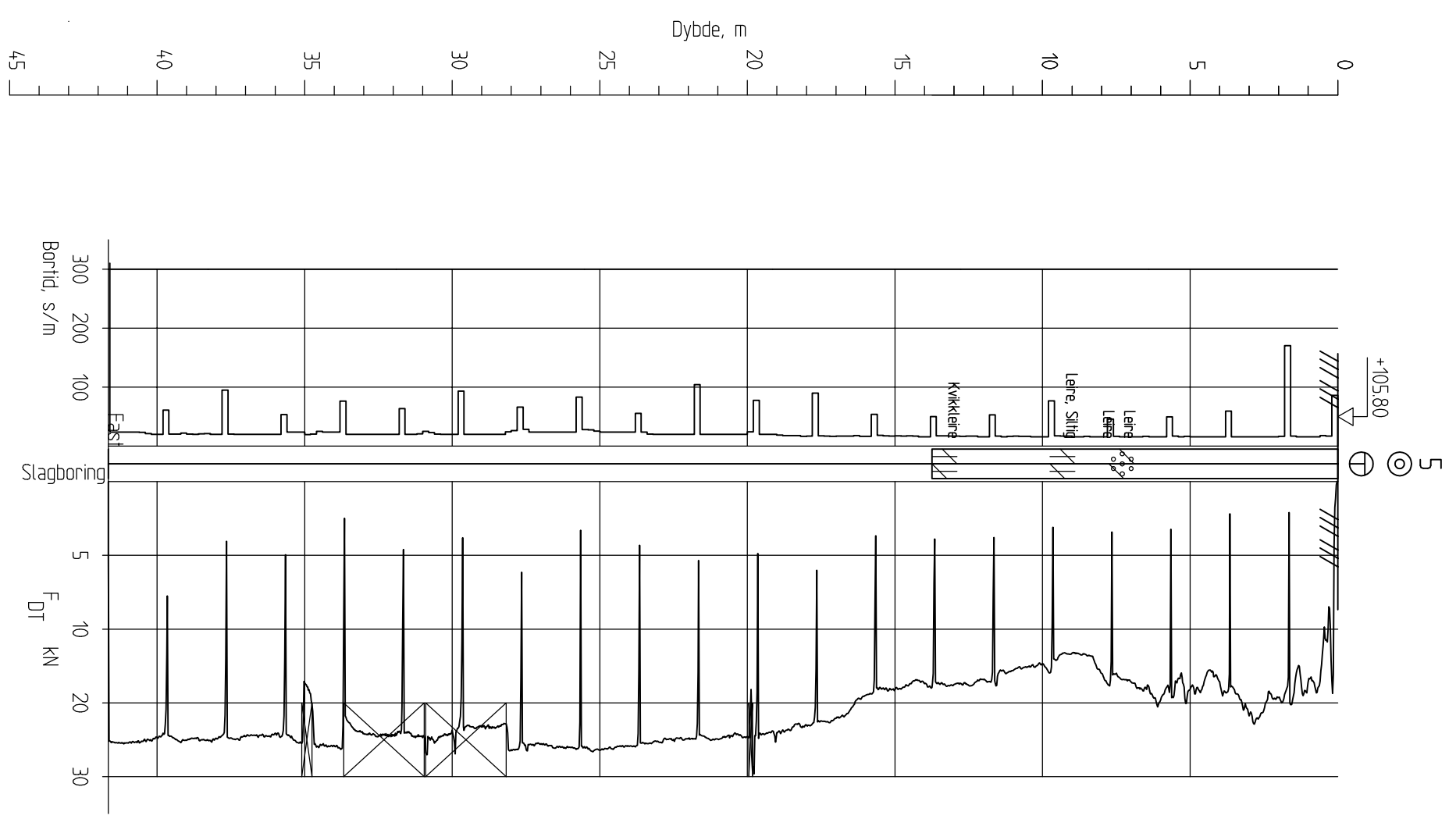






<p>Rydningen kvikkleiresone</p> <p>Sondering 1 og 2</p> <p>⊕ Totalsondering ⊙ Prøveserie</p> <p>Høydesystem NN2000</p>		<p>Tegnelt: SHNA</p> <p>Godkjent:</p> <p>Saksbehr: SHNA</p> <p>Dato: 12.05.2015</p> <p>Målestokk: 1:200</p>
<p>TRONDHEIM KOMMUNE</p>	<p>Prosjekt nr.: R.1633</p>	<p>Tegn.nr.: 31</p>





Rydningen kvikkleiresone

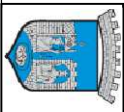
Sondering 3 og 5

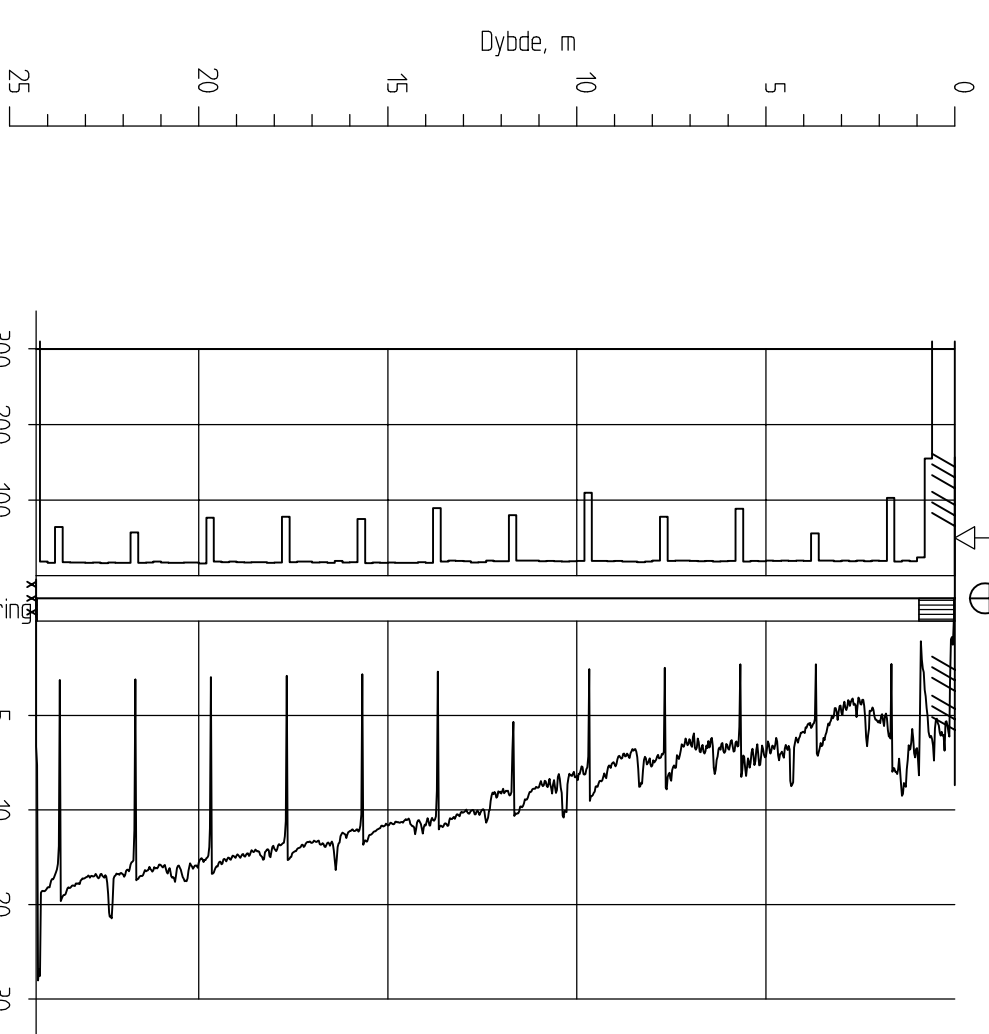
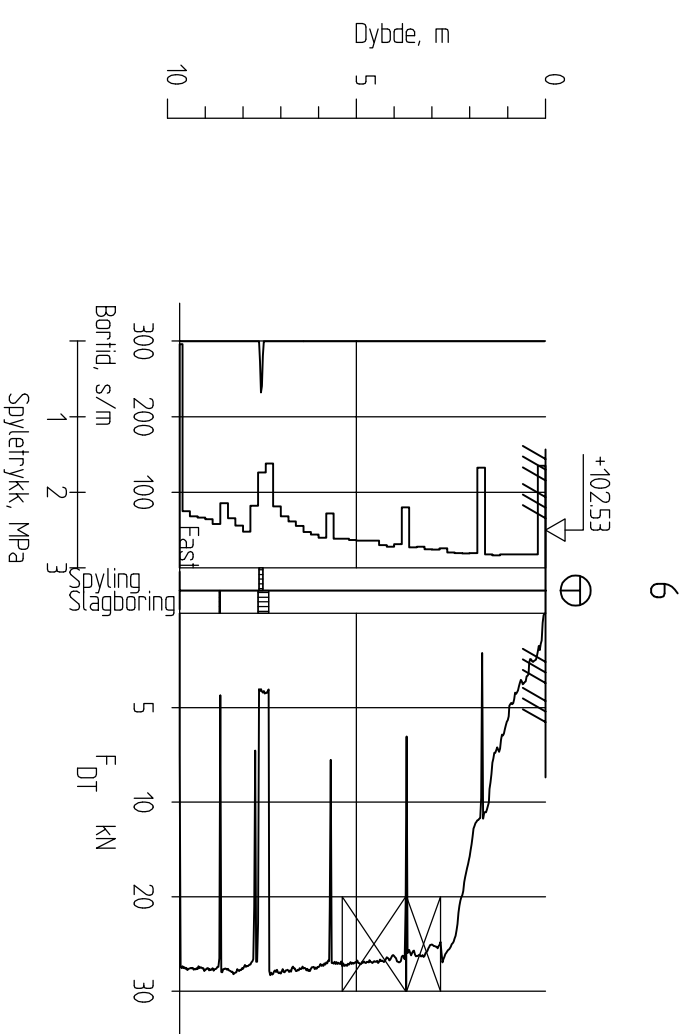
⊕ Totalsondering ⊙ Prøveserie

Høydesystem NN2000

Tegnel:	SHNA
Godkjent:	
Saksbehr:	SHNA
Dato:	12.05.2015
Målestokk:	1:200
Prosjekt nr.:	R.1633
Tegn.nr.:	32

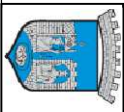
TRONDHEIM KOMMUNE

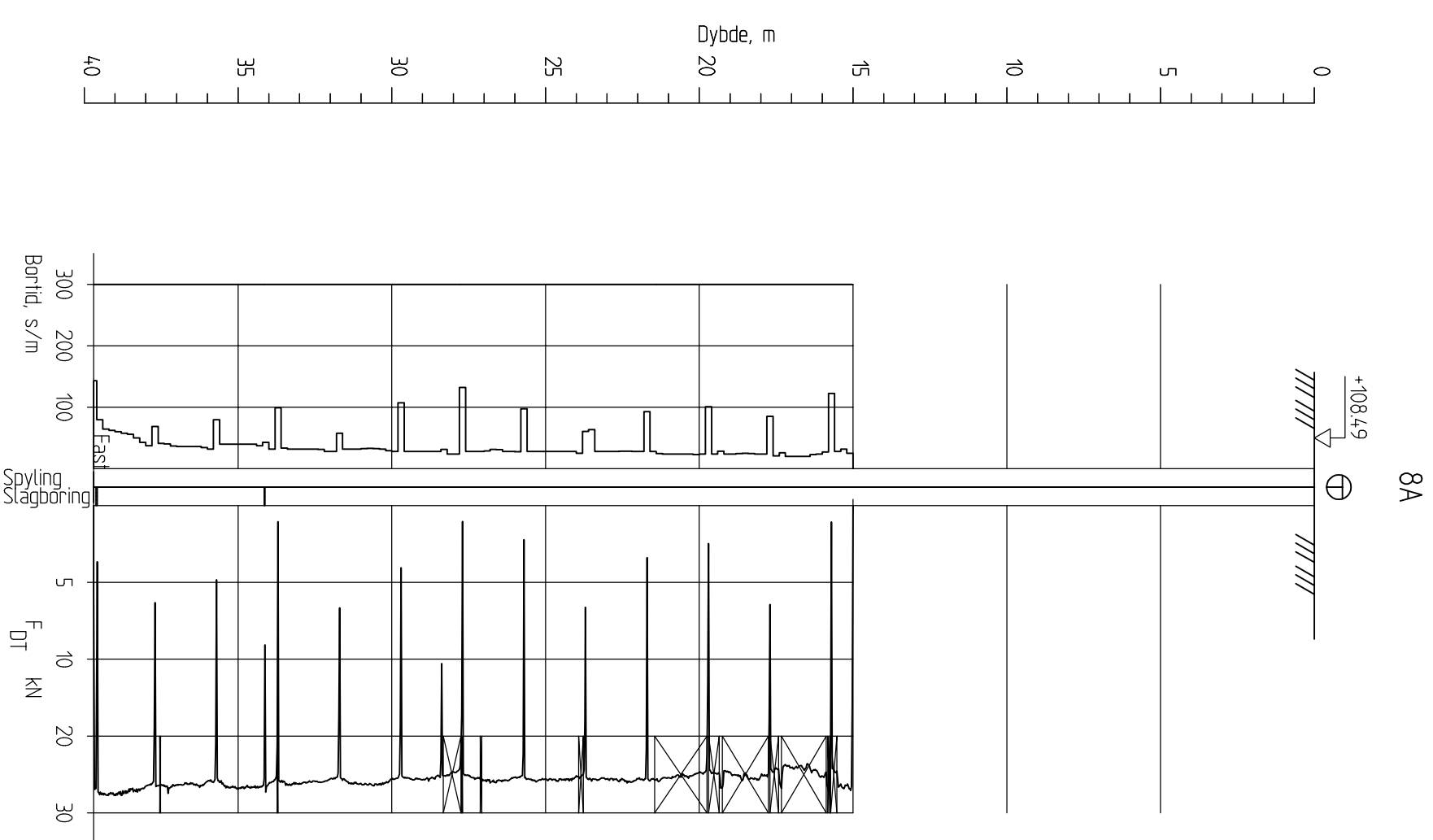
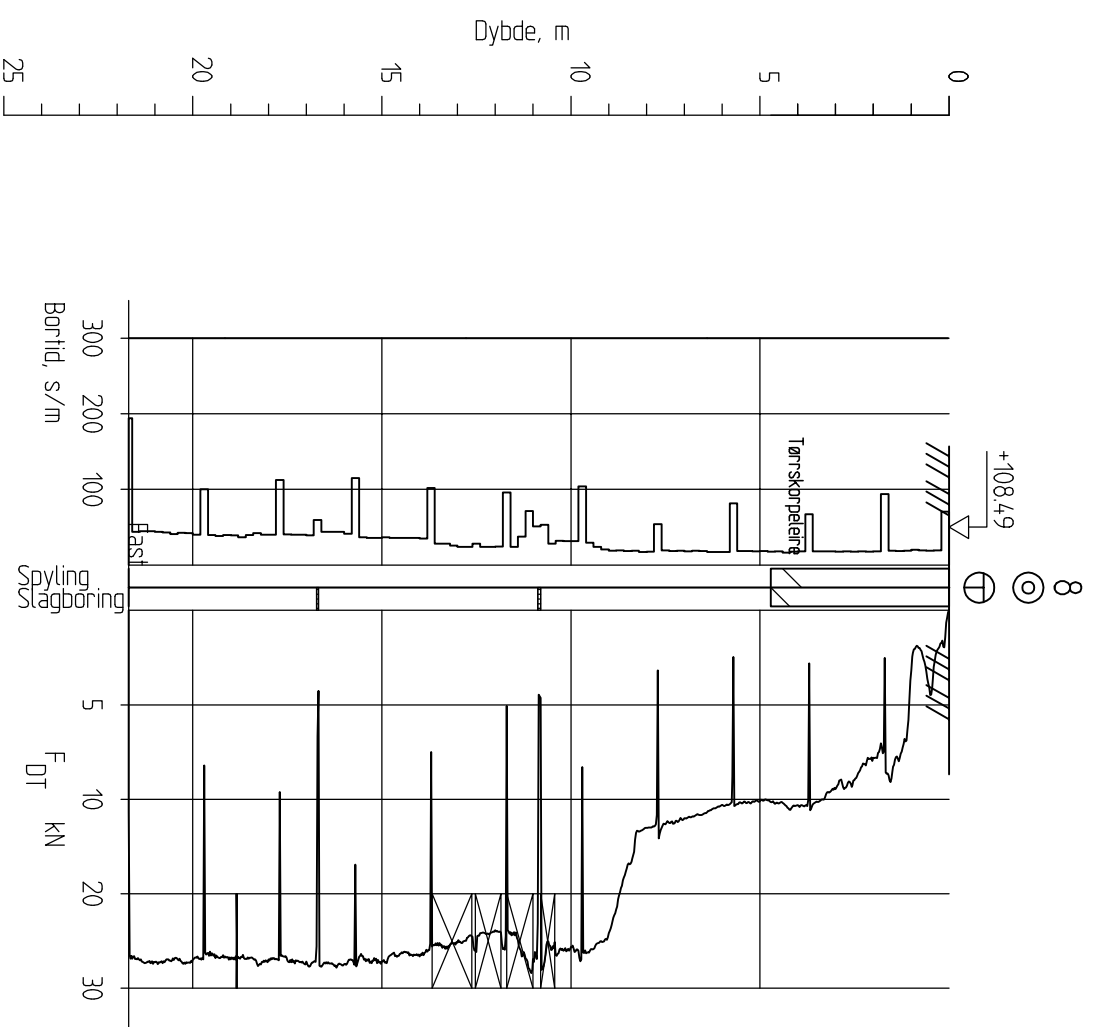




7

6

<p>Rydningen kvikkleiresone</p> <p>Sondering 6 og 7</p> <p>⊕ Totalsondering ⊙ Prøveserie</p> <p>Høydesystem NN2000</p>		<p>Tegnel: SHNA</p> <p>Godkjent:</p> <p>Saksbehr: SHNA</p> <p>Dato: 12.05.2015</p> <p>Målestokk: 1:200</p>
<p>TRONDHEIM KOMMUNE</p> <p>Prosjekt nr.: R.1633</p>		<p>Tegn.nr.: 33</p>



Rydningen kvikkleiresone

Sondering 8 og 8A

⊕ Totalsondering ⊙ Prøveserie

Høydesystem NN2000

Tegnel: SHNA

Godkjent:

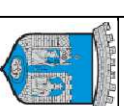
Saksbeh: SHNA

Dato: 12.05.2015

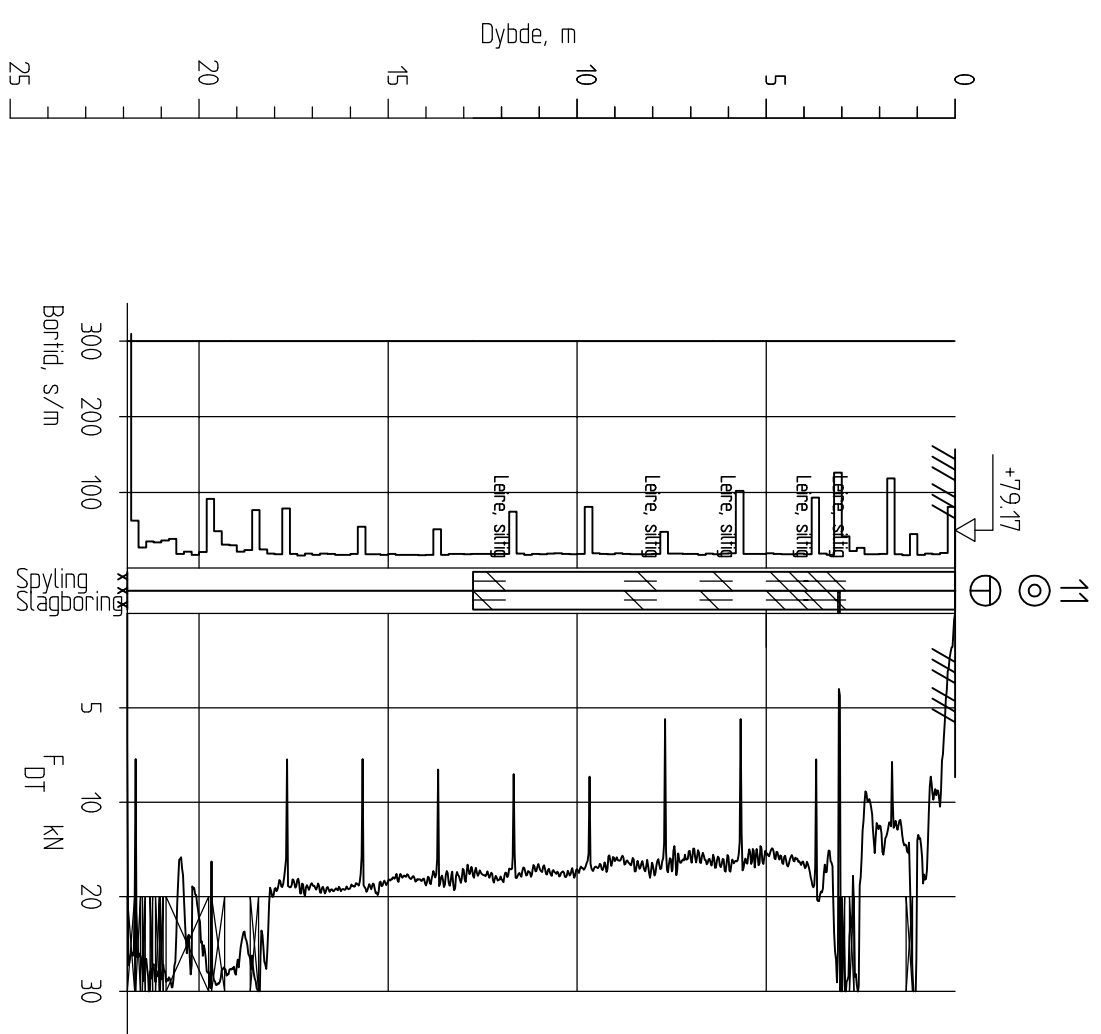
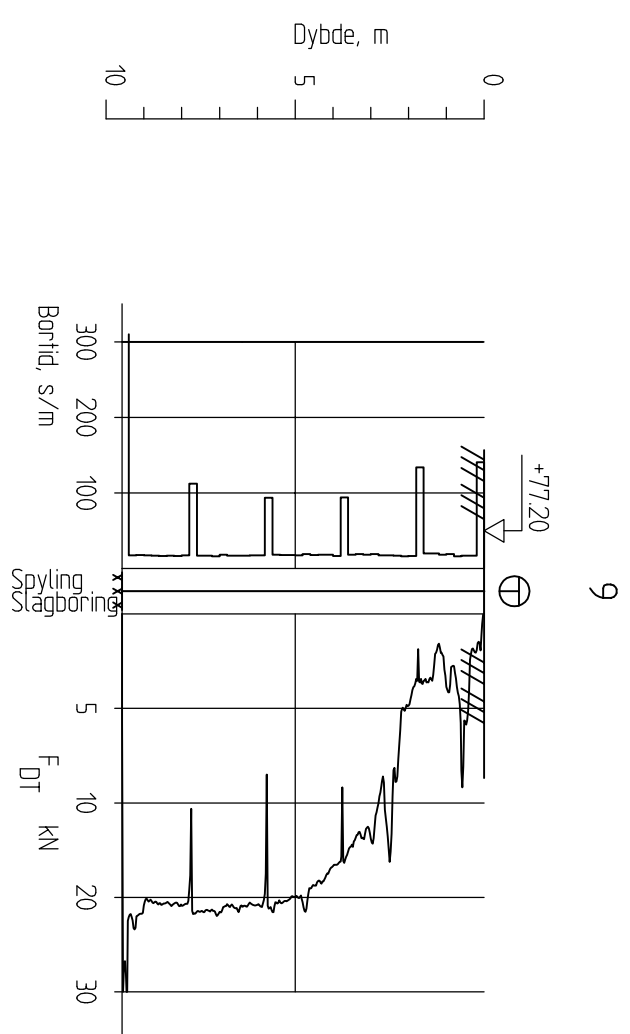
Målestokk: 1:200

Tegn.nr.: 34

TRONDHEIM KOMMUNE



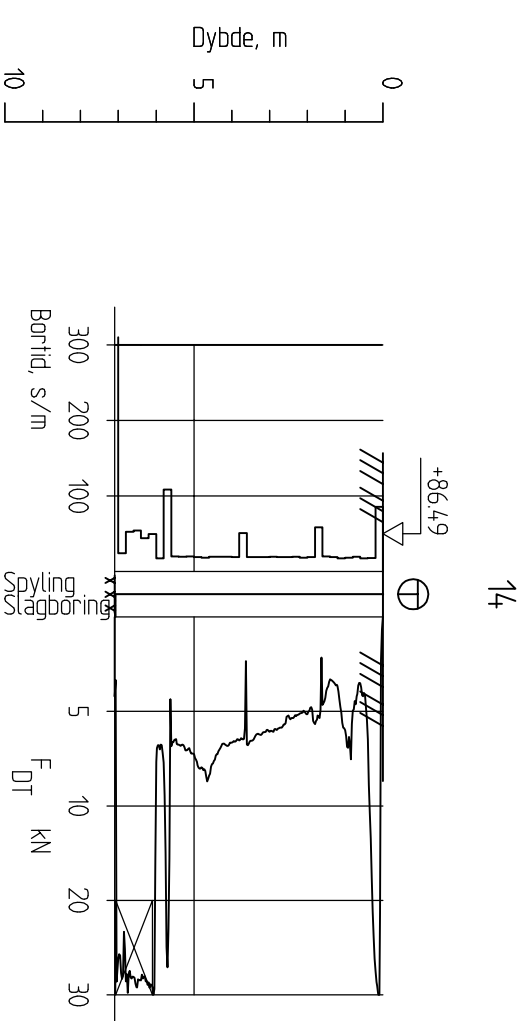
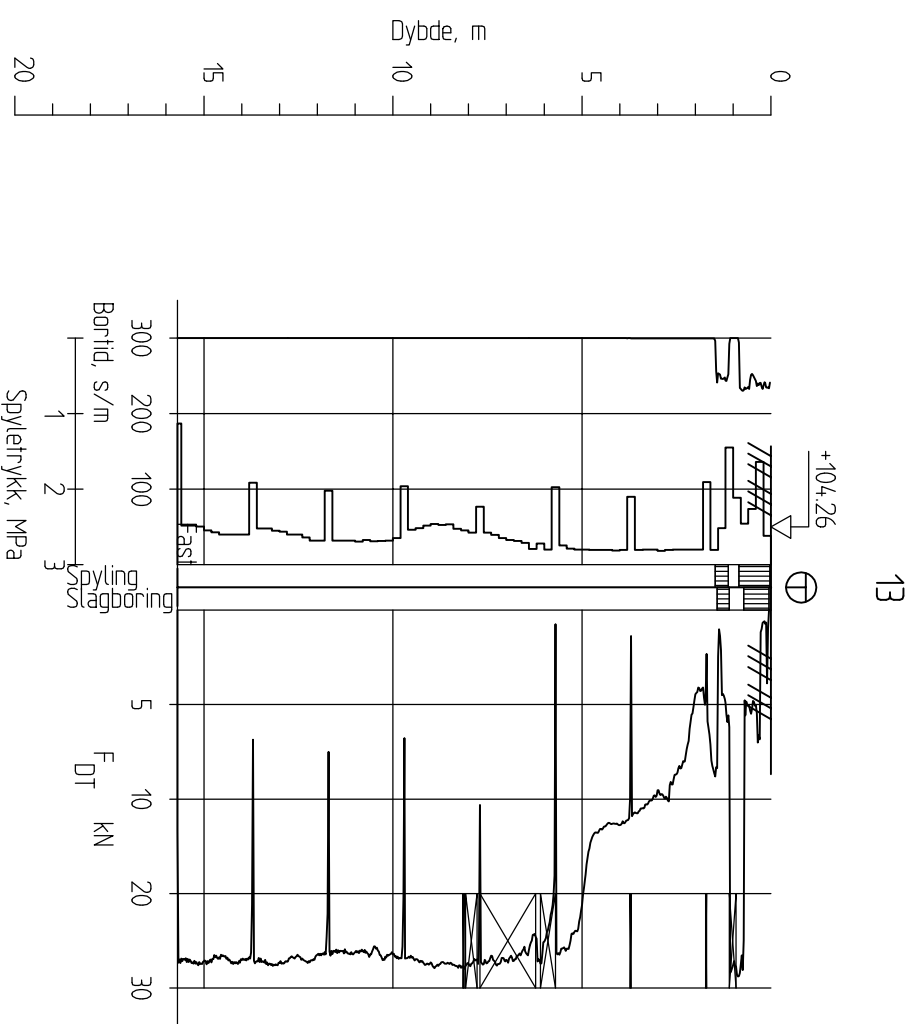
Prosjekt nr.: R.1633




Rydningen kvikkleiresone		Tegnelt:	SHNA
Sondering 9 og 11		Godkjent:	
⊕ Totalsondering ⊙ Prøveserie		Saksbehr:	SHNA
Høydesystem NN2000		Dato:	12.05.2015
		Målestokk:	1:200

 **TRONDHEIM KOMMUNE**

Prosjekt nr. R.1633	Tegn.nr. 35
------------------------	----------------

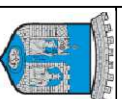


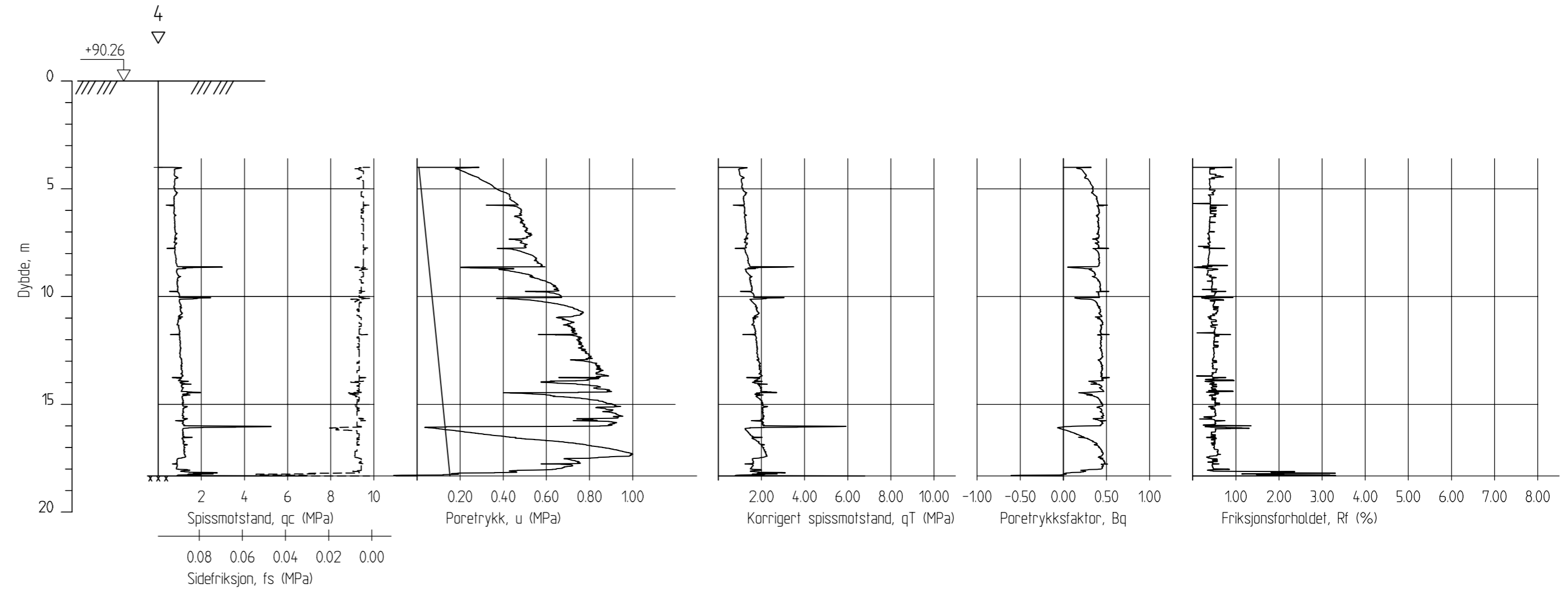
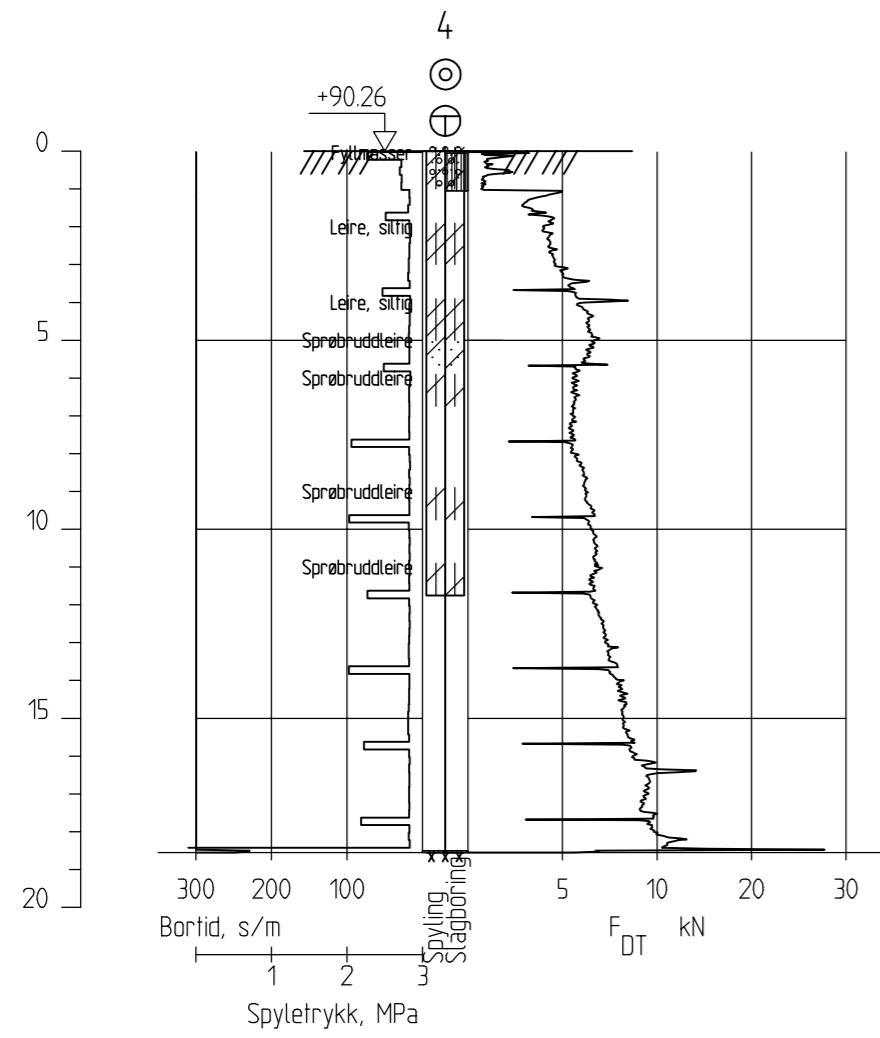
Rydningen kvikkleiresone  
 Sondering 13 og 14  
 Totalsondering  Prøveserie  
 Høydesystem NN2000


Tegnelt:	SHNA
Godkjent:	
Saksbehr:	SHNA
Dato:	12.05.2015
Målestokk:	1:200

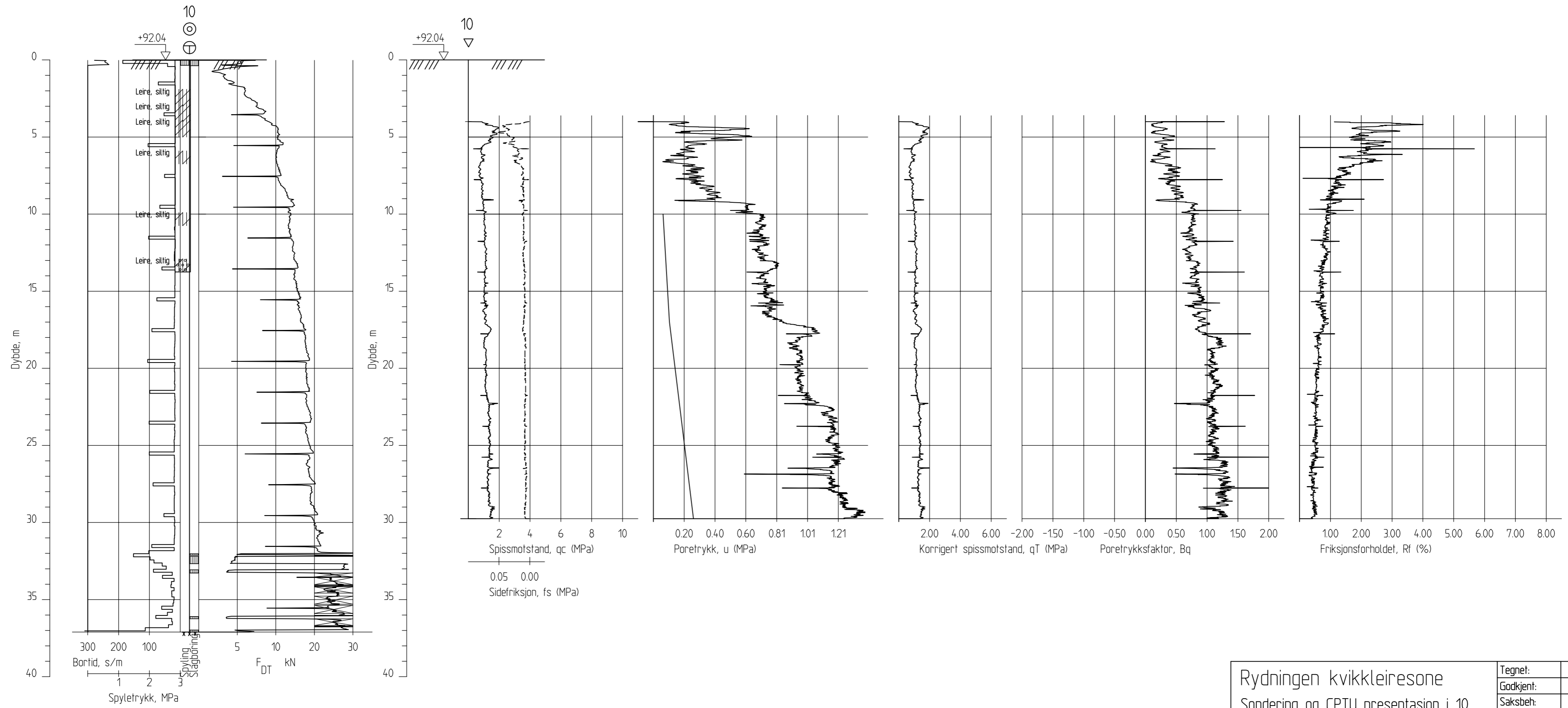
TRONDHEIM KOMMUNE

Prosjekt nr.:	Tegn.nr.:
R.1633	36





Rydningen kvikkleiresone		Tegnet:	SHNA
Sondring og CPTU presentasjon i 4		Godkjent:	
⊕ Totalsondring   ⊙ Prøveserie   ▽ Trykksondring (CPTU)		Saksbeh:	SHNA
Høydesystem NN2000		Dato:	12.05.2015
		Målestokk:	1:200
 <b>TRONDHEIM KOMMUNE</b>		Prosjekt nr. R.1633	Tegn.nr. 37



Rydningen kvikkleiresone  
 Sondering og CPTU presentasjon i 10  
 Totalsondering    Prøveserie    Trykksondering (CPTU)  
 Høydesystem NN2000

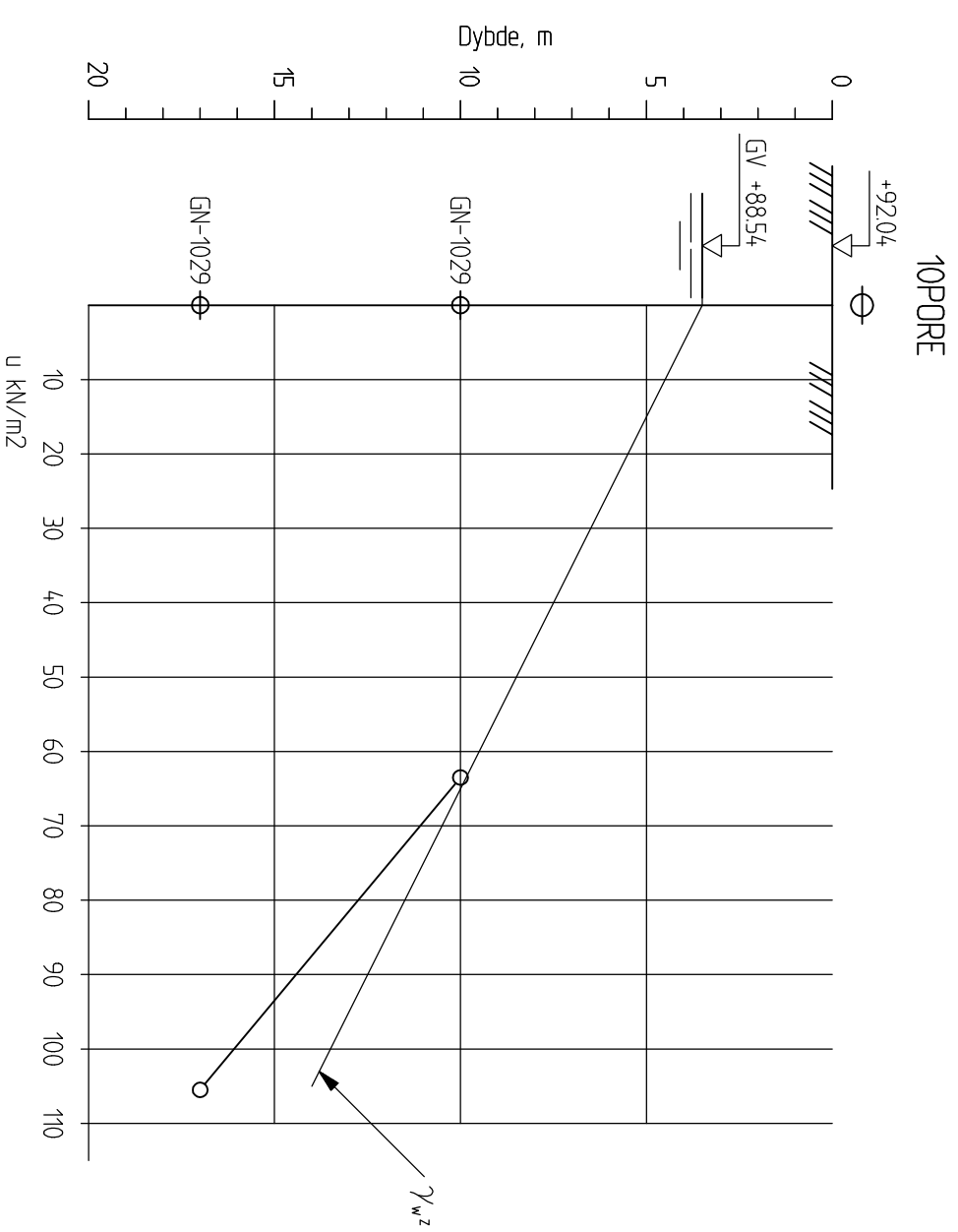
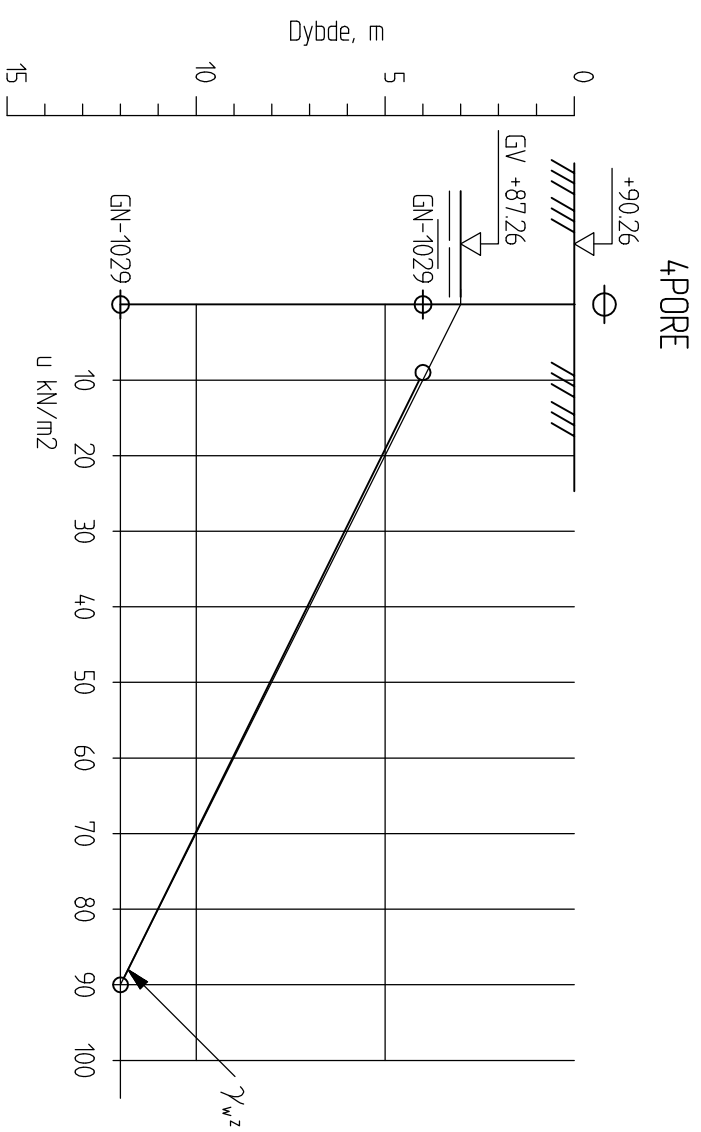
Tegnet:	SHNA
Godkjent:	
Saksbeh:	SHNA
Dato:	12.05.2015
Målestokk:	1:200



TRONDHEIM KOMMUNE

Prosjekt nr. R.1633	Tegn.nr. 38
------------------------	----------------





## Rydningen kvikkleiresone

Poretrykksmålinger i punkt 4 og 10

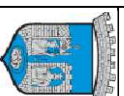
⊖ Poretrykksmåling

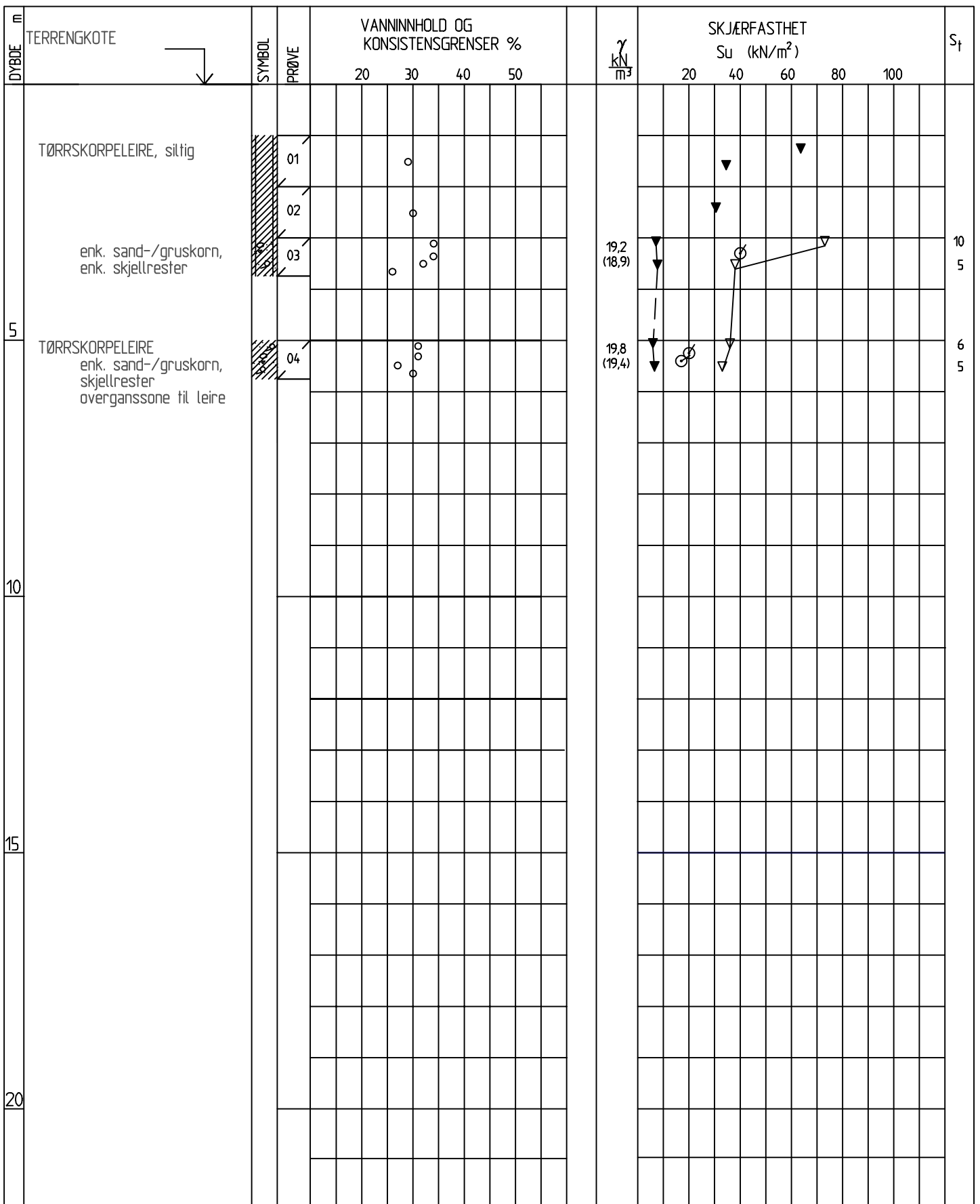
Høydesystem NN2000

Tegnelt:	SHNA
Godkjent:	
Saksbehr:	SHNA
Dato:	12.05.2015
Målestokk:	1:200

Prosjekt nr.:	Tegn.nr.:
R.1633	39

TRONDHEIM KOMMUNE





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

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

n = PORØSITET  
O<sub>Na</sub> = HUMUSINNHOOLD  
O<sub>gl</sub> = GLØDETAP  
 $\gamma$  = TYNGDETETTHET

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

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



TRONDHEIM KOMMUNE

Sted:

RYDNINGEN KVIKKLEIRESONE

Prosjekt nr.

R.1633

Dato:

23.01.2015

Boring nr.

3

Prøvetaker:

SKRUE/54mm

Tegn.nr.

51

DYBDE m	TERRENGKOTE	SYMBOL	PRØVE	VANNINNHOOLD OG KONSISTENSGRENSER %				$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	SKJÆRFESTHET Su (kN/m <sup>2</sup> )					S <sub>t</sub>	
				20	30	40	50		20	40	60	80	100		
5	GRUS, sandig LEIRE, siltig humus FYLLMASSER		09	○											
	LEIRE, siltig siltlag		10		○										
	enk.siltlag		11		○										
	LEIRE enk. sand-/gruskorn		12		○	○	○		20,0 (19,5)	1,3 1,0	○				30 40
	LEIRE, siltig enk. sand-/gruskorn		13	∅	○	○	○		20,1 (19,7)	0,9 0,9	○				42 43
10	enk. sand-/gruskorn		14		○	○	○		20,4 (19,9)	1,4 1,9	○	○			29 24
	enk. sand-/gruskorn		15	∅	○	○	○		20,1 (20,1)	1,0 1,0	○				38 39

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

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

n = PORØSITET  
 ONa = HUMUSINNHOOLD  
 Ogl = GLØDETAP  
 γ = TYNGDETETTHET

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

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

<p><b>TRONDHEIM KOMMUNE</b></p>	Sted:	RYDNINGEN KVIKKLEIRESONE	
	Prøvetaker:	SKRUE/54mm	
	Prosjekt nr.	R.1633	Dato:
		Boring nr.	4
		Tegn.nr.	52

DYBDE m	TERRENGKOTE	SYMBOL	PRØVE	VANNINNHold OG KONSISTENSGRENSER %					$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	SKJÆRFASHTHET Su (kN/m <sup>2</sup> )					S <sub>t</sub>
				20	30	40	50	20		40	60	80	100		
5															
	LEIRE enk. gruskorn, få skjell- rester		05						21,3						8
10	LEIRE, siltig enk. sand-/gruskorn		06						20,9						56
															56
15	KVIKKLEIRE, siltig enk. gruskorn		07						19,7 (19,5)						155
															122
20															

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

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

n = PORØSITET  
 ONa = HUMUSINNHold  
 Ogl = GLØDETAP  
 $\gamma$  = TYNGDETTHET

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

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

<p><b>TRONDHEIM KOMMUNE</b></p>	Sted:	RYDNINGEN KVIKKLEIRESONE		Prosjekt nr.	R.1633	Dato:	04.0122015
	Prøvetaker:	54mm		Boring nr.	5		
				Tegn.nr.	53		

DYBDE m	TERRENGKOTE	SYMBOL	PRØVE	VANNINNHold OG KONSISTENSGRENSER %				$\gamma$ kN m <sup>3</sup>	SKJÆRFASHTHET Su (kN/m <sup>2</sup> )					S <sub>t</sub>	
				20	30	40	50		20	40	60	80	100		
5	TØRRSKORPELEIRE LEIRE noe humus		08		o	o		19,3 (18,5)	▼	▼	▽	⊙		134	6 6
10															
15															
20															

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

o NATURLIG VANNINNHold  
—| W<sub>L</sub> FLYTEGRENSE  
—| W<sub>F</sub> — " — KONUSMETODE  
—| W<sub>p</sub> PLASTISITETSGRENSE

n = PORØSITET  
O<sub>Na</sub> = HUMUSINNHold  
O<sub>gl</sub> = GLØDETAP  
 $\gamma$  = TYNGDETETHET

▽ KONUSFORSØK  
▼ OMRØRT SKJÆRSTYRKE  
⊙ TRYKKFORSØK  
⊕-⊙ 5 % DEFORMASJON VED BRUDD  
+ VINGEBORING  
S<sub>t</sub> SENSITIVITET

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



TRONDHEIM KOMMUNE

Sted:

RYDNINGEN KVIKKLEIRESONE

Prosjekt nr.

R.1633

Dato:

28.01.2015

Boring nr.

8

Prøvetaker:

54mm

Tegn.nr.

54

DYBDE m	TERRENGKOTE	SYMBOL	PRØVE	VANNINNHOOLD OG KONSISTENSGRENSER %				$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	SKJÆRFESTHET Su (kN/m <sup>2</sup> )					S <sub>t</sub>		
				20	30	40	50		20	40	60	80	100			
5	LEIRE, siltig noe humusholding, enk. skjellrester  noe humusholding  noe humusholding, enk. skjellrester		16		○											
			17		○											
			18		○											
10	enk. sandkorn, få grus- korn, ubetyd. skjellrester		19		○		○		19,1		○				5 8	
15	enk. gruskorn, enk. tynne siltlag		20		○		○		19,6 (19,1)		○				9 9	
			21		○		○		19,8 (19,5)		○				4 7	
20																

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

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

n = PORØSITET  
 ONa = HUMUSINNHOOLD  
 Ogl = GLØDETAP  
 γ = TYNGDETETHET

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

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

<p><b>TRONDHEIM KOMMUNE</b></p>	Sted:	RYDNINGEN KVIKKLEIRESONE	Prosjekt nr. R.1633	Dato: 24.04.2015
	Prøvetaker:	SKRUE/54mm	Boring nr. 10	
			Tegn.nr. 55	

DYBDE m	TERRENGKOTE	SYMBOL	PRØVE	VANNINNHold OG KONSISTENSGRENSER %					$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	SKJÆRFESTHET Su (kN/m <sup>2</sup> )					S <sub>t</sub>
				20	30	40	50	20		40	60	80	100		
5	LEIRE, siltig noe humusholdig  sand-/gruskorn, noe humusholdig		22	○											
			23	○											
10	tynne siltlag		24	○	○	○			19,4 (19,3)	2,0	○				19 14
			25	○	○	○			19,4 (19,4)		○				13 12
15	tynne siltlag		26	○	○	○			19,7 (19,3)						13 8

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

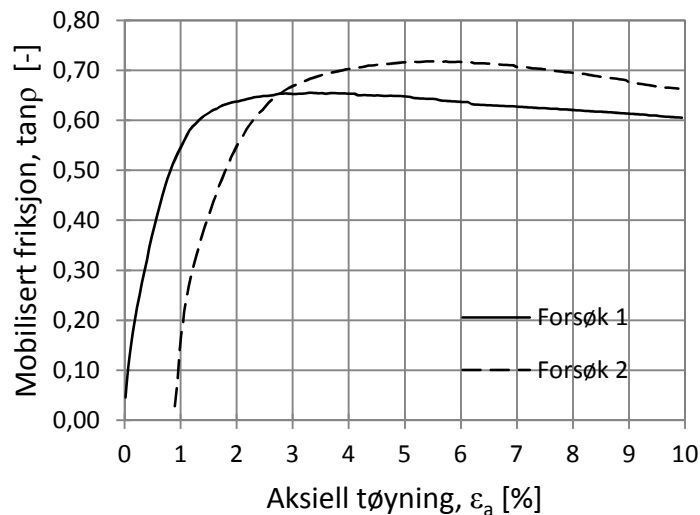
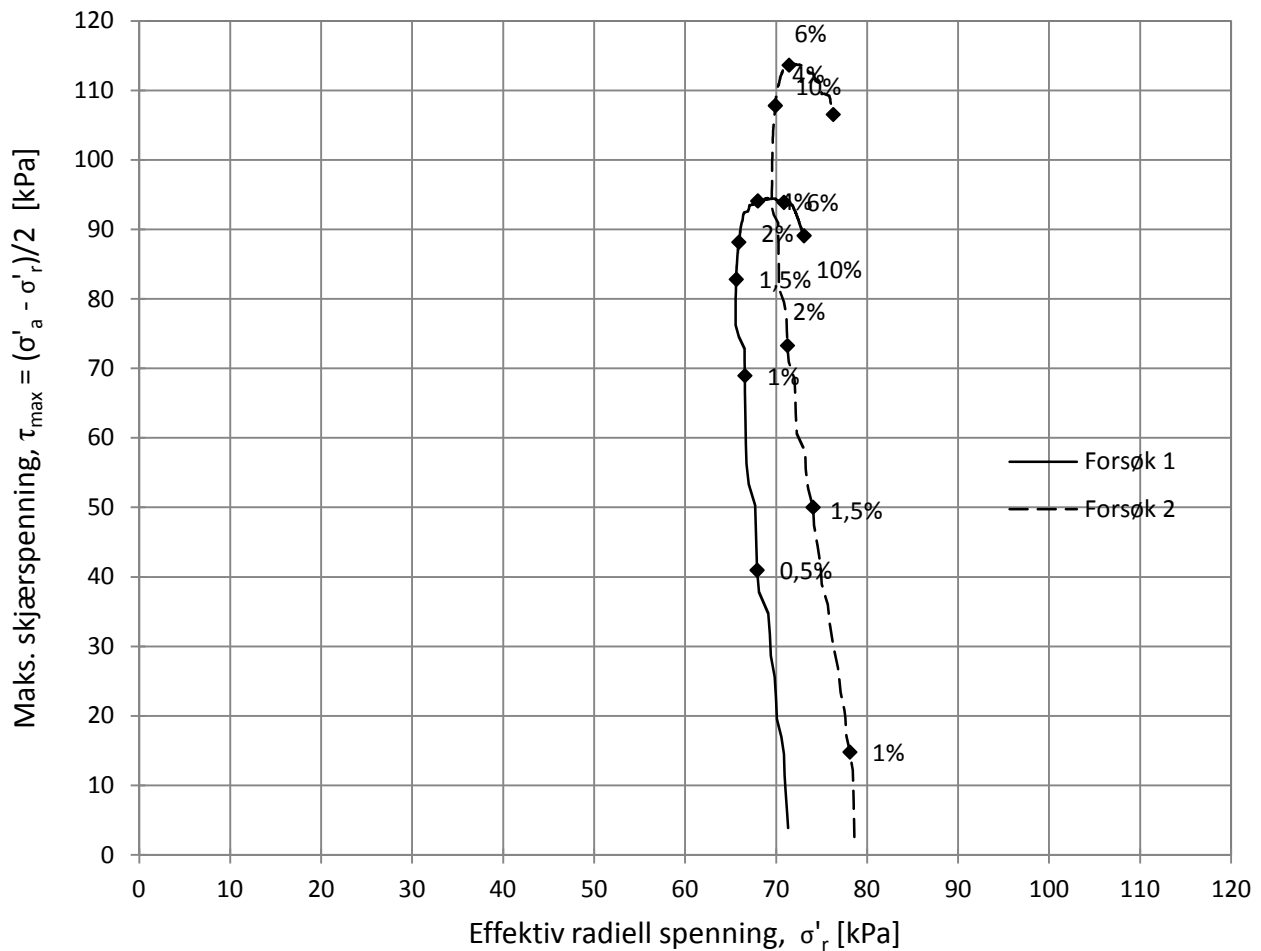
○ NATURLIG VANNINNHold  
 —| W<sub>L</sub> FLYTEGRENSE  
 —| W<sub>F</sub> — " — KONUSMETODE  
 —| W<sub>p</sub> PLASTISITETSGRENSE

n = PORØSITET  
 ONa= HUMUSINNHold  
 Ogl = GLØDETAP  
 γ = TYNGDETETHET

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

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

<p><b>TRONDHEIM KOMMUNE</b></p>	Sted:	RYDNINGEN KVIKKLEIRESONE	Prosjekt nr. R.1633	Dato: 27.04.2015
	Prøvetaker:	SKRUE/54mm	Boring nr. 11	
			Tegn.nr. 56	



Forsøk 1, dybde d=9,30

Volumtøyning i konsolideringsfase, $\epsilon_{vol}$ (%)	2,23	Konsolideringsspenning, $\sigma'_c$ (kPa):	71	Vanninnhold	22 %
---	------	--	----	-------------	------

Forsøk 2, dybde d=9,50

Volumtøyning i konsolideringsfase, $\epsilon_{vol}$ (%)	2,01	Konsolideringsspenning, $\sigma'_c$ (kPa):	78	Vanninnhold	21 %
---	------	--	----	-------------	------

a= 10 kPa er benyttet for tolkning av tanp

Borhull:	5
Tegnet:	8DA
Godkjent:	
Saksbehandler:	SHNA
Dato:	09.02.2015
Prosjekt nr.	R1633
Tegn.nr.	71

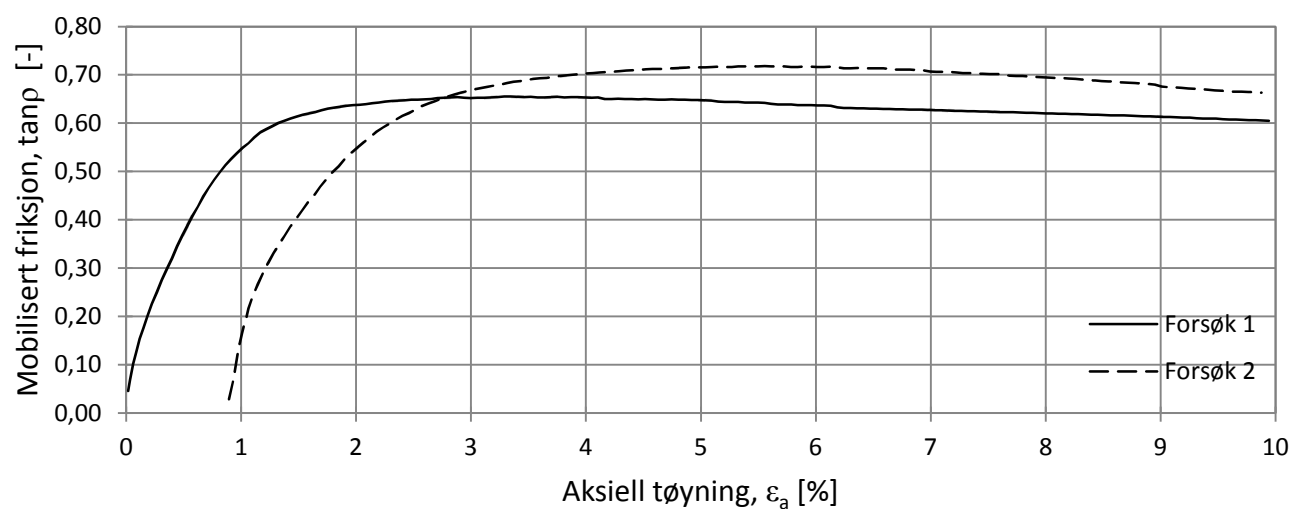
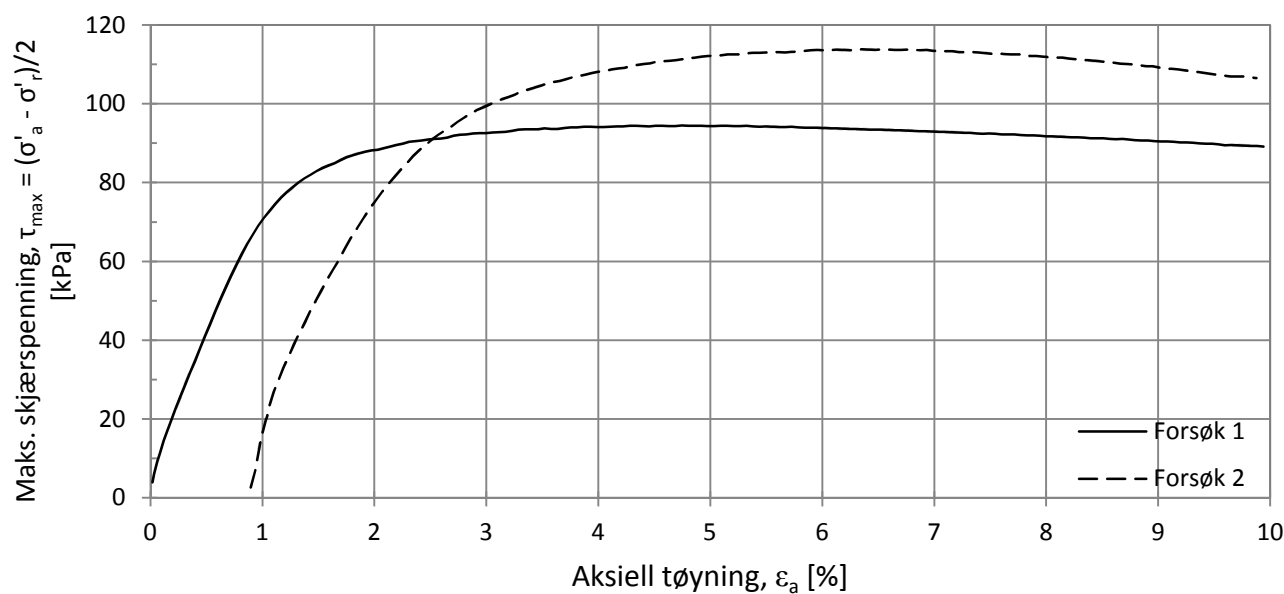
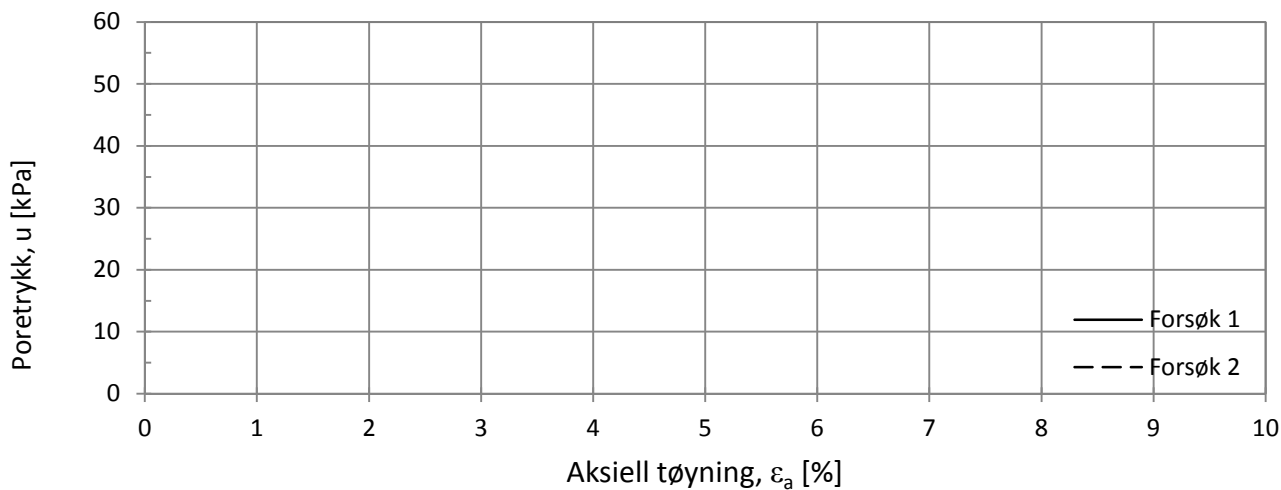


TRONDHEIM KOMMUNE

Rydningen kvikkleiresone

Treaksialforsøk. Deviatorspenningssti og mobiliseringsforløp





Forsøk 1, dybde d=9,30

Volumtøyning i konsolideringsfase, $\epsilon_{vol}$ (%)	2,23	Konsolideringsspenning, $\sigma'_c$ (kPa):	71	Vanninnhold	22 %
---	------	--	----	-------------	------

Forsøk 2, dybde d=9,50

Volumtøyning i konsolideringsfase, $\epsilon_{vol}$ (%)	2,01	Konsolideringsspenning, $\sigma'_c$ (kPa):	78	Vanninnhold	21 %
---	------	--	----	-------------	------

a= 10 kPa er benyttet for tolkning av tanp

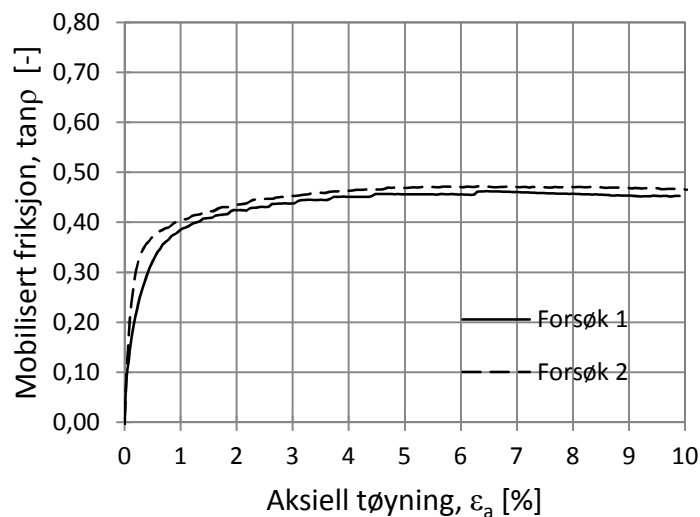
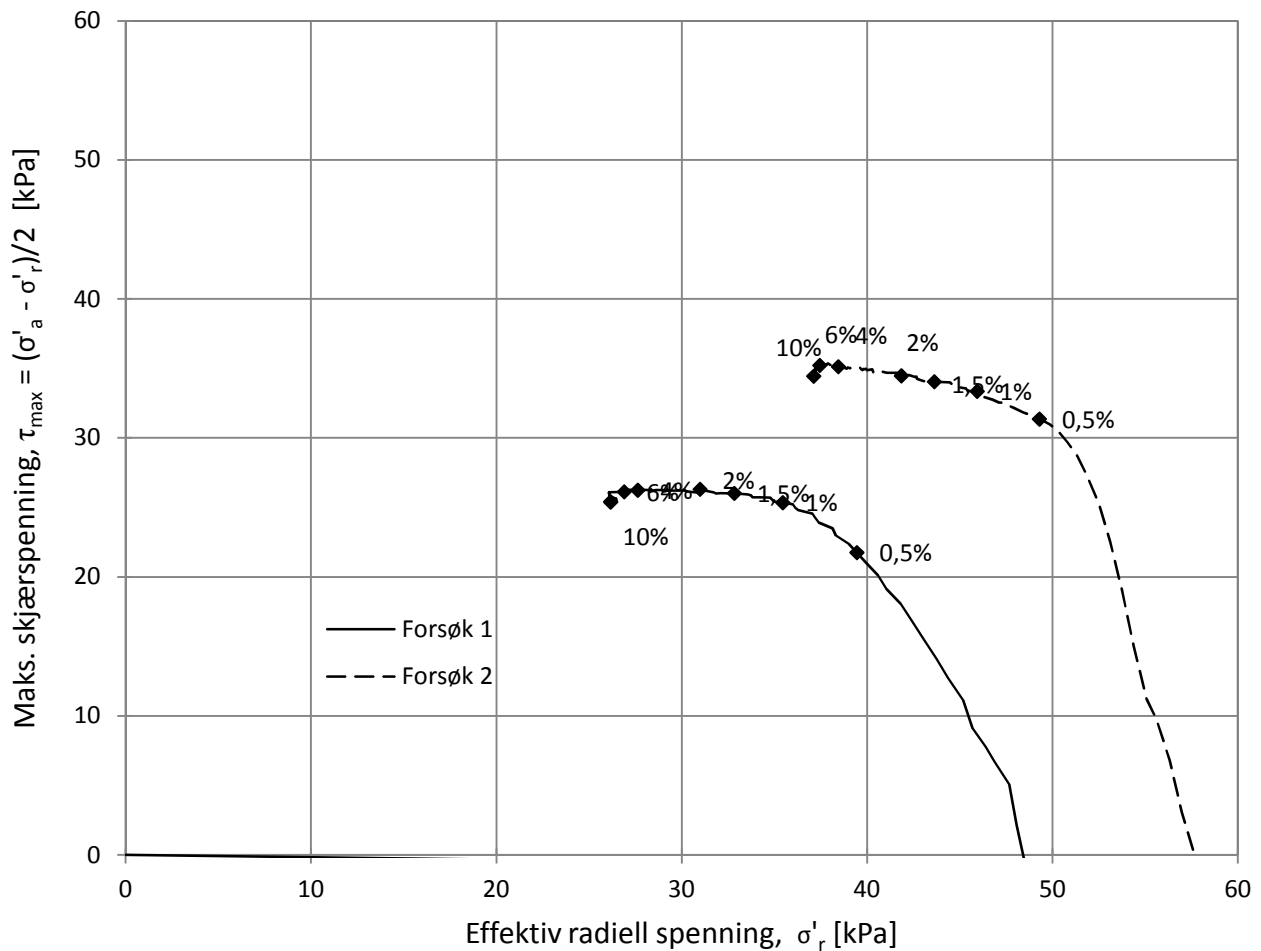
Borhull:	5
Tegnet:	8DA
Godkjent:	
Saksbehandler:	SHNA
Dato:	09.02.2015
Prosjekt nr.	R1633
Tegn.nr.	72



TRONDHEIM KOMMUNE

Rydningen kvikkleiresone

Treaksialforsøk. Mobiliseringsforløp



Forsøk 1, dybde d=5,32

Volumtøyning i konsolideringsfase, $\varepsilon_{vol}$ (%)	2,10	Konsolideringsspenning, $\sigma'_c$ (kPa):	50	Vanninnhold	35 %
--	------	--	----	-------------	------

Forsøk 2, dybde d=5,43

Volumtøyning i konsolideringsfase, $\varepsilon_{vol}$ (%)	2,49	Konsolideringsspenning, $\sigma'_c$ (kPa):	60	Vanninnhold	33 %
--	------	--	----	-------------	------

a= 10 kPa er benyttet for tolkning av tanφ

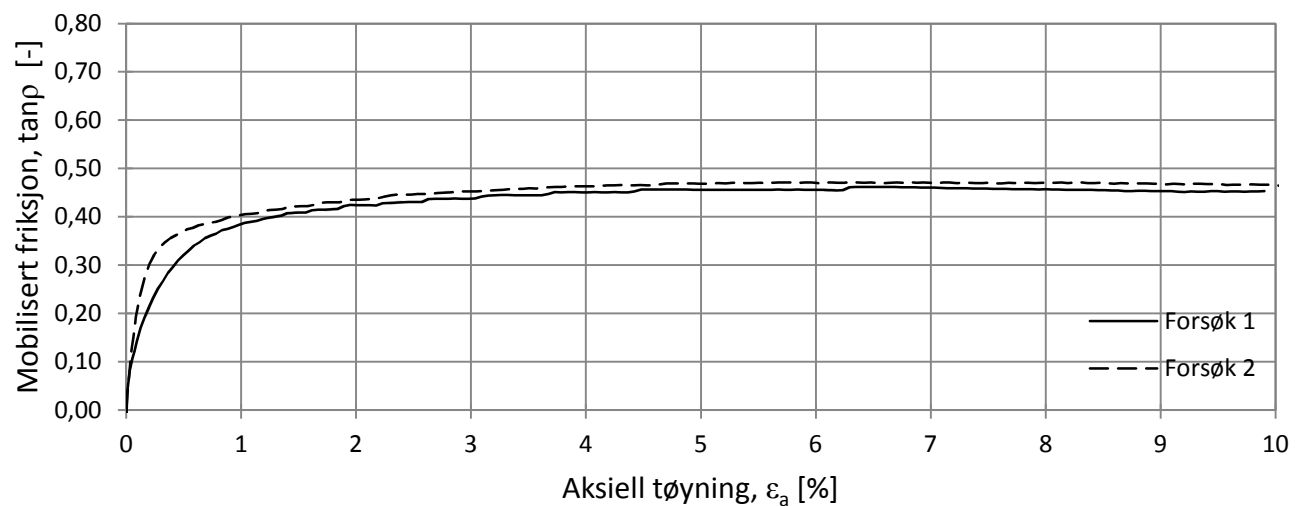
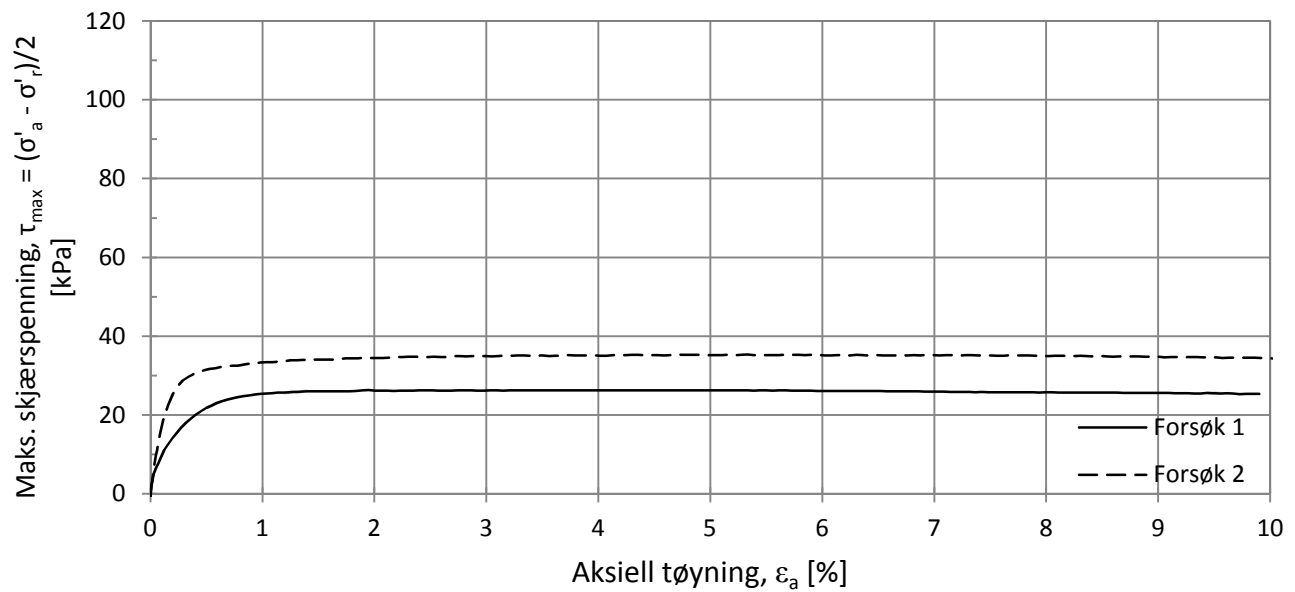
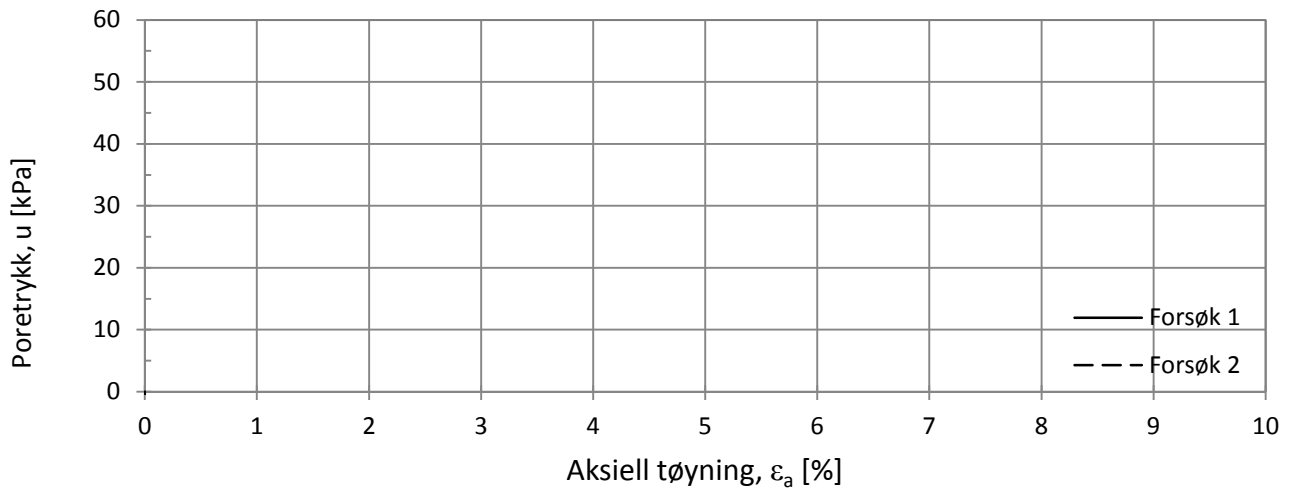


TRONDHEIM KOMMUNE

Rydningen kvikkleiresone

Treaksialforsøk. Deviatorspenningssti og mobiliseringsforløp

Borhull:	10
Tegnet:	8DA
Godkjent:	
Saksbehandler:	SHNA
Dato:	27.04.2015
Prosjekt nr.	R1633
Tegn.nr.	73



Forsøk 1, dybde  $d=5,32$

Volumtøyning i konsolideringsfase, $\epsilon_{vol}$ (%)	2,10	Konsolideringsspenning, $\sigma'_c$ (kPa):	50	Vanninnhold	35 %
---	------	--	----	-------------	------

Forsøk 2, dybde  $d=5,43$

Volumtøyning i konsolideringsfase, $\epsilon_{vol}$ (%)	2,49	Konsolideringsspenning, $\sigma'_c$ (kPa):	60	Vanninnhold	33 %
---	------	--	----	-------------	------

$a=10$  kPa er benyttet for tolkning av  $\tan \phi$



TRONDHEIM KOMMUNE

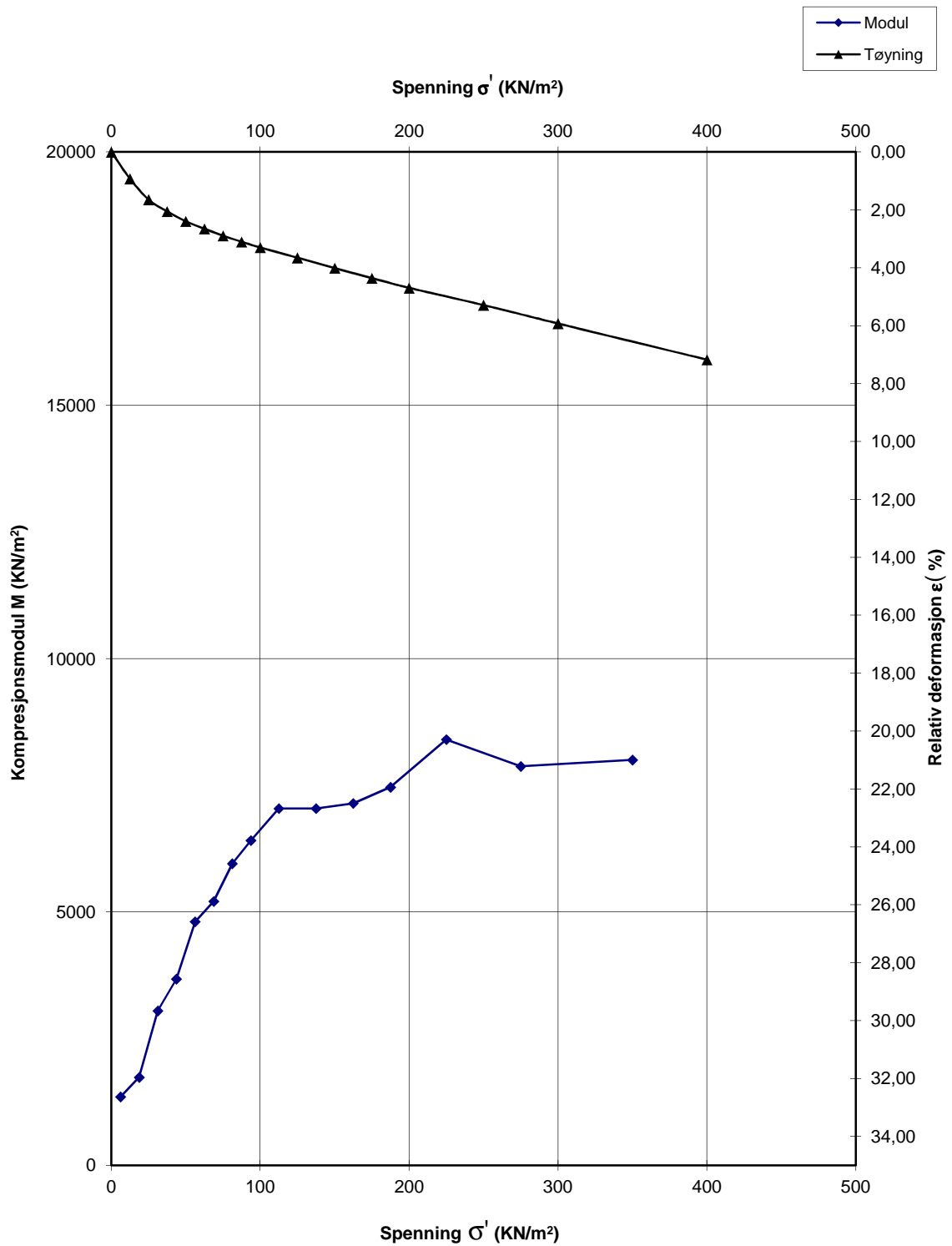
Rydningen kvikkleiresone

Treaksialforsøk. Mobiliseringsforløp

Borhull:	10
Tegnet:	8DA
Godkjent:	
Saksbehandler:	SHNA
Dato:	27.04.2015
Prosjekt nr.	R1633
Tegn.nr.	74



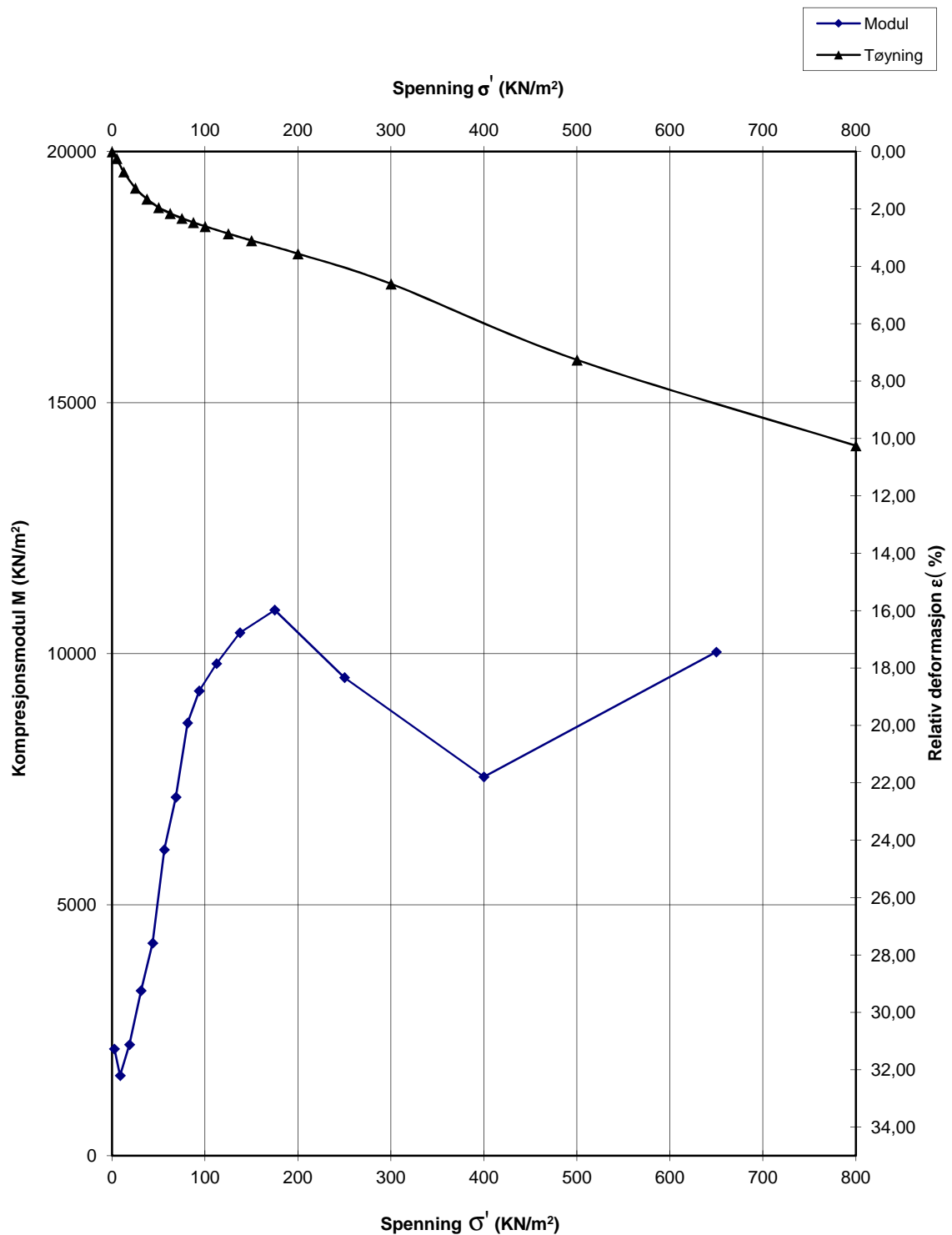
ØDOMETERFORSØK



Lab. Nr.	Hull Nr.	Dybde	P <sub>0</sub> '	P <sub>c</sub> '	OCR	Jordart	Anm.
13	4	6,45m				LEIRE	



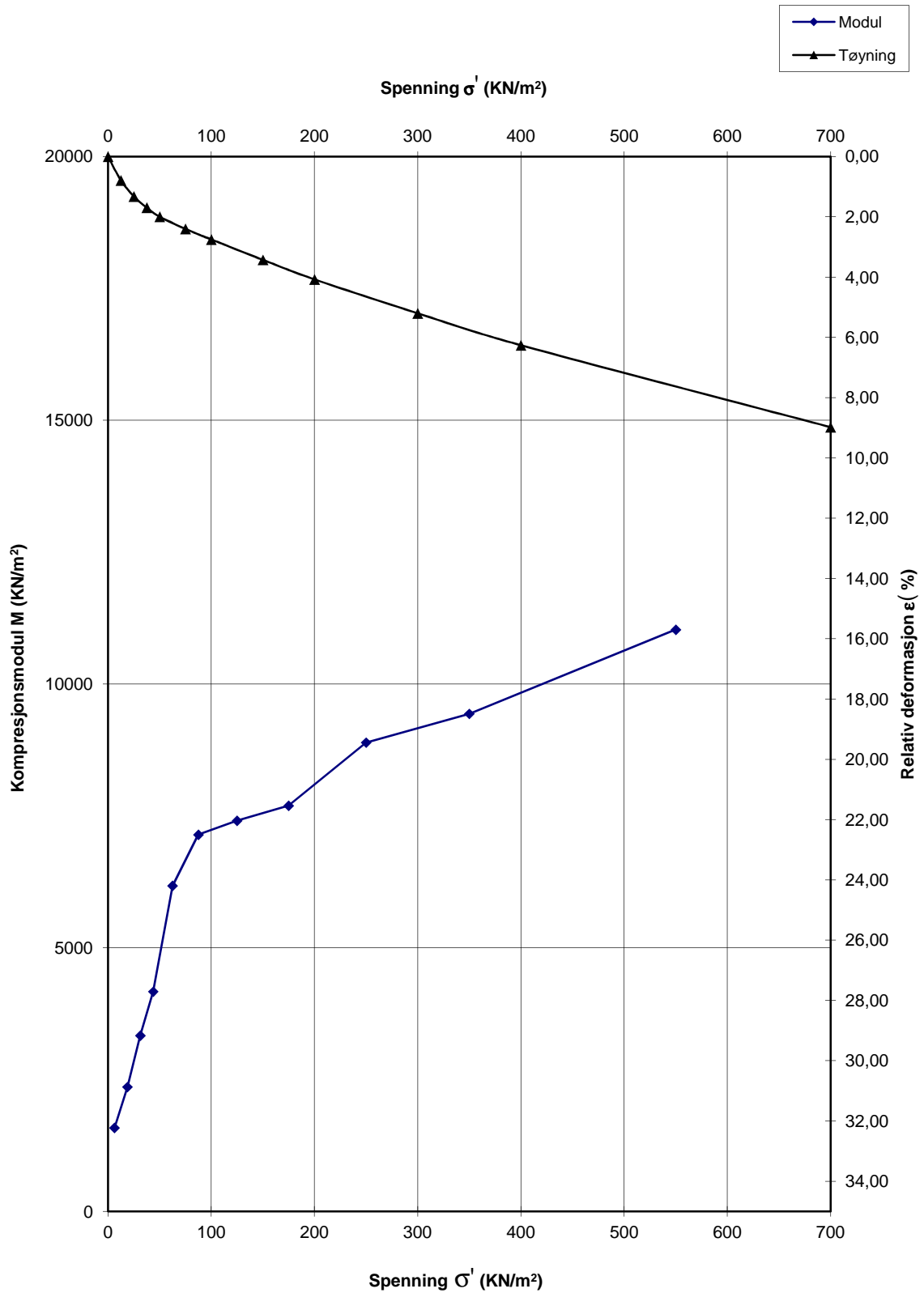
**ØDOMETERFORSØK**



Lab. Nr:	Hull Nr.	Dybde	$P_0'$	$P_c'$	OCR	Jordart	Anm.
15	4	11,32m				LEIRE	



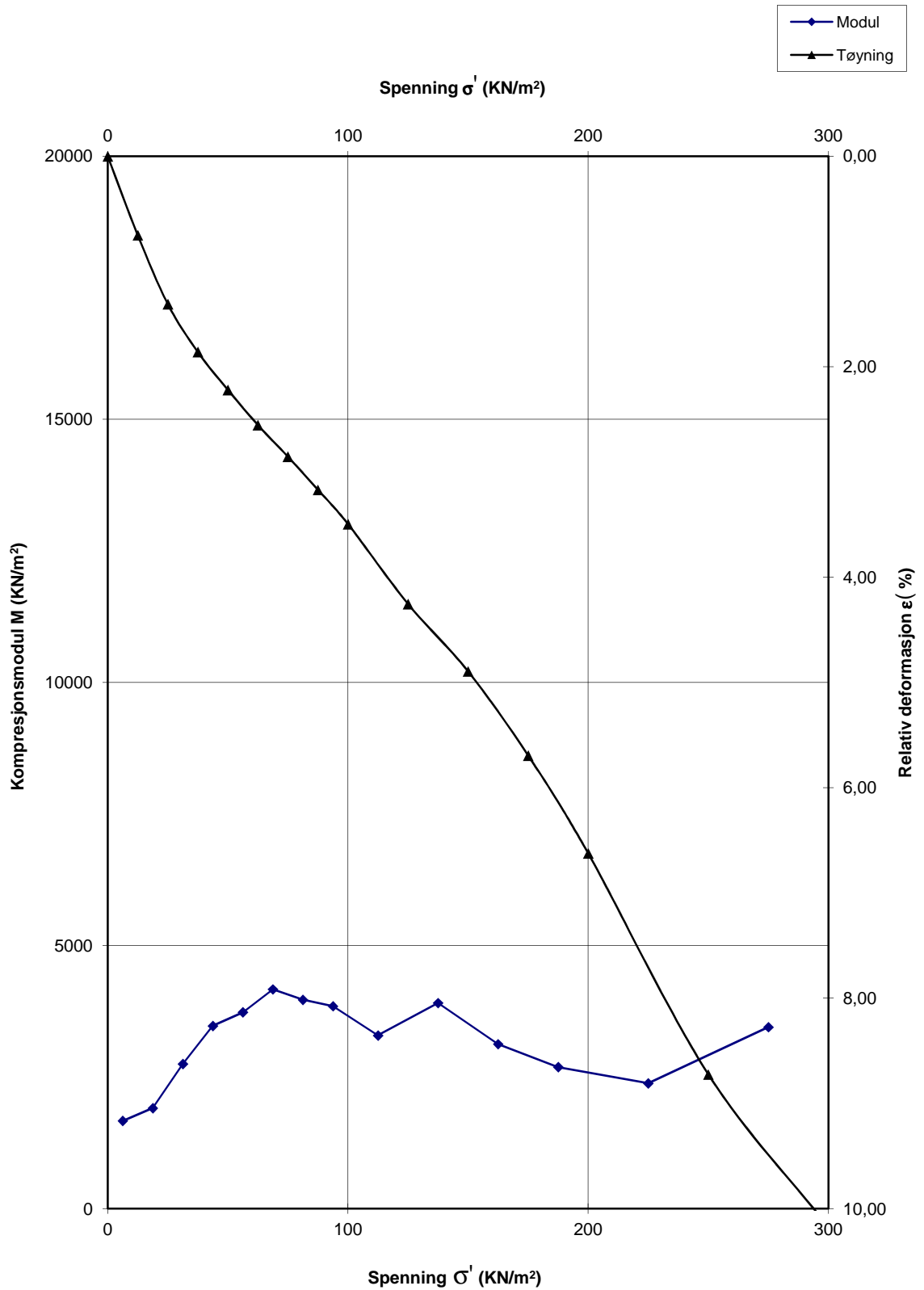
**ØDOMETERFORSØK**



Lab. Nr.	Hull Nr.	Dybde	$P_0'$	$P_c'$	OCR	Jordart	Anm.
06	5	9,44m				LEIRE	



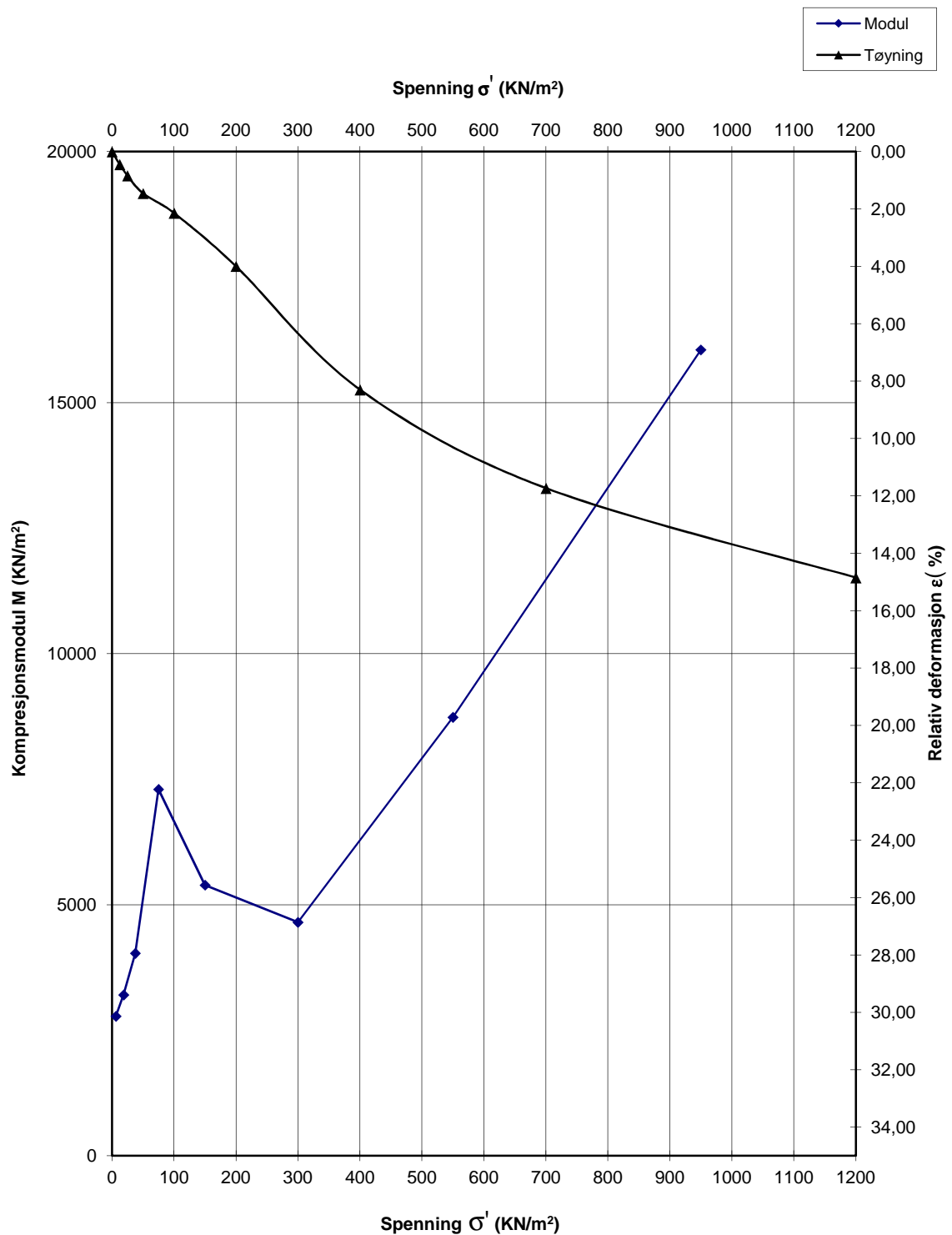
**ØDOMETERFORSØK**



Lab. Nr.	Hull Nr.	Dybde	$P_0'$	$P_c'$	OCR	Jordart	Anm.
07	5	13,32m				KVIKKLEIRE	




**ØDOMETERFORSØK**



Lab. Nr:	Hull Nr.	Dybde	$P_0'$	$P_c'$	OCR	Jordart	Anm.
19	10	6,53m				LEIRE	



Punkt nr.	x-koordinat	y-koordinat	Terrenghøyde NN2000
1	7029426,71	567955,95	104,94
2	7029467,12	568038,31	83,95
3	7029449,26	567924,07	106,92
4	7029498,92	567953,57	90,26
5	7029512,02	567877,23	105,80
6	7029379,03	567898,23	102,53
7	7029353,30	567820,09	86,68
8	7029400,56	567931,97	108,49
9	7029240,56	567846,29	77,20
10	7029336,01	567952,95	92,04
11	7029295,54	567799,78	79,17
13	7029436,99	567639,91	104,26
14	7029473,19	568002,92	86,49

01	x-koordinat for punkt 6 korrigeret.	SSS.	14.10.2016.
Rev.	Endring - erstatning.	Sign..	Dato.
Rydningen kvikkleiresone Koordinater for innmålte punkt.		Tegnet:	SHNA
		Godkjent:	
		Saksbeh:	SHNA
		Dato:	05.05.2015
		Målestokk:	
 TRONDHEIM KOMMUNE	Prosjekt nr. R.1633	Tegn.nr.: 99	Rev.: 01

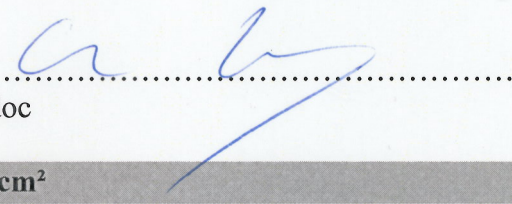
R 1633 Rydningen

03.06.2015

Bilag 1

Kalibreringsskjema for sonde 4352, kalibrert 2015-02-16

Probe No 4352  
 Date of Calibration 20150216  
 Replacement of  
 Calibrated by Christoffer Hurtig  
 File name 4352 20150216 093124.doc



**Point Resistance** **Tip Area 10cm<sup>2</sup>**

Maximum Load 50 MPa  
 Range 50 MPa  
 Scaling Factor **1190**  
 Resolution 0.6411 kPa  
 Area factor (a) at 1MPa 0.848

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 30.1317 kPa  
 Temperature range 0 -40 deg. Celsius.

**Local Friction** **Sleeve Area 150cm<sup>2</sup>**

Maximum Load 0.5 MPa  
 Range 0.5 MPa  
 Scaling Factor **3514**  
 Resolution 0.0109 kPa  
 Area factor (b) at 1MPa 0.000

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 2.2018 kPa  
 Temperature range 0 -40 deg. Celsius.

**Pore Pressure**

Maximum Load 2.5 MPa  
 Range 2 MPa  
 Scaling Factor **2505**  
 Resolution 0.0305 kPa

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 1.2200 kPa  
 Temperature range 0 -40 deg. Celsius.

**Tilt Angle.** **Scaling Factor 1**

Range 0 - 40 Deg.

**Temperature sensor.** **Scaling Factor 1**

Range 0 - 40 Deg. Celsius

**BACK-UP MEMORY**




R 1633 Rydningen

03.06.2015


Bilag 2

2a, CPTU-sondering 4. Anvendelsesklasse etter NGF-melding nr. 5  
2b, CPTU-sondering 10. Anvendelsesklasse etter NGF-melding nr. 5

Krav etter NGF - melding nr. 5, rev nr. 3 - 2010 - Tabell 5.2					CPTU 4 / Forsøkstype TE2					
Anvendelses- klasse	Forsøkstype	Målestørrelse	Tillatt minimums- nøyaktighet	Maksimum avstand mellom målinger	Nullpunkt			Avstand mellom målinger (mm)	Helning (grader)	Nedtrengningsl- engde
					Målestørrelse	Avvik (kPa)	Relativt avvik (%)			
1	TE2	Spissmotstand	35 kPa eller 5%	20 mm	Spissmotstand	24,4	0,3	10		
		Sidefriksjon	5 kPa eller 10%		Sidefriksjon	0	0,0			
		Poretrykk	10 kPa eller 2%		Poretrykk	0,1	0,0			
		Avstand mellom målinger	20 mm		Avstand mellom målinger					
		Helning	2°		Helning					
		Nedtrengningslengde	0.1 m eller 1%		Nedtrengningslengde					
2	TE1 TE2	Spissmotstand	100 kPa eller 5%	20 mm	Spissmotstand					
		Sidefriksjon	15 kPa eller 15%		Sidefriksjon					
		Poretrykk	25 kPa eller 3%		Poretrykk					
		Avstand mellom målinger	20 mm		Avstand mellom målinger					
		Helning	2°		Helning					
		Nedtrengningslengde	0.1 m eller 1%		Nedtrengningslengde					
3	TE1 TE2	Spissmotstand	200 kPa eller 5%	50 mm	Spissmotstand					
		Sidefriksjon	25 kPa eller 15%		Sidefriksjon					
		Poretrykk	50 kPa eller 5%		Poretrykk					
		Avstand mellom målinger	50 mm		Avstand mellom målinger					
		Helning	5°		Helning		4,71			
		Nedtrengningslengde	0.2 m eller 2%		Nedtrengningslengde					
4	TE1	Spissmotstand	500 kPa eller 5%	50 mm	Spissmotstand					
		Sidefriksjon	50 kPa eller 10%		Sidefriksjon					
		Avstand mellom målinger	50 mm		Avstand mellom målinger					
		Nedtrengningslengde	0.2 m eller 2%		Nedtrengningslengde					

Rydningen kvikkleiresone CPTU 4 Anvendelsesklasse etter NGF-melding nr. 5	Tegnet:	SHNA
	Godkjent:	
 <b>TRONDHEIM KOMMUNE</b>	Saksbeh:	SHNA
	Dato:	15.05.2015
	Prosjekt nr. R1633	Bilag nr. 2a

Krav etter NGF - melding nr. 5, rev nr. 3 - 2010 - Tabell 5.2					CPTU 10 / Forsøkstype TE2					
Anvendelses-klasse	Forsøkstype	Målestørrelse	Tillatt minimums-nøyaktighet	Maksimum avstand mellom målinger	Nullpunkt			Avstand mellom målinger (mm)	Helning (grader)	Nedtrengningslengde
					Målestørrelse	Avvik (kPa)	Relativt avvik (%)			
1	TE2	Spissmotstand	35 kPa eller 5%	20 mm	Spissmotstand	10,2	0,1	10		
		Sidefriksjon	5 kPa eller 10%		Sidefriksjon	0,1	0,1			
		Poretrykk	10 kPa eller 2%		Poretrykk	0,3	0,1			
		Avstand mellom målinger	20 mm		Avstand mellom målinger					
		Helning	2°		Helning					
		Nedtrengningslengde	0.1 m eller 1%		Nedtrengningslengde					
2	TE1 TE2	Spissmotstand	100 kPa eller 5%	20 mm	Spissmotstand					
		Sidefriksjon	15 kPa eller 15%		Sidefriksjon					
		Poretrykk	25 kPa eller 3%		Poretrykk					
		Avstand mellom målinger	20 mm		Avstand mellom målinger					
		Helning	2°		Helning					
		Nedtrengningslengde	0.1 m eller 1%		Nedtrengningslengde					
3	TE1 TE2	Spissmotstand	200 kPa eller 5%	50 mm	Spissmotstand					
		Sidefriksjon	25 kPa eller 15%		Sidefriksjon					
		Poretrykk	50 kPa eller 5%		Poretrykk					
		Avstand mellom målinger	50 mm		Avstand mellom målinger					
		Helning	5°		Helning		4,96			
		Nedtrengningslengde	0.2 m eller 2%		Nedtrengningslengde					
4	TE1	Spissmotstand	500 kPa eller 5%	50 mm	Spissmotstand					
		Sidefriksjon	50 kPa eller 10%		Sidefriksjon					
		Avstand mellom målinger	50 mm		Avstand mellom målinger					
		Nedtrengningslengde	0.2 m eller 2%		Nedtrengningslengde					

Rydningen kvikkleiresone CPTU 10 Anvendelsesklasse etter NGF-melding nr. 5	Tegnet:	SHNA
	Godkjent:	
 <b>TRONDHEIM KOMMUNE</b>	Saksbeh:	SHNA
	Dato:	15.05.2015
	Prosjekt nr. R1633	Bilag nr. 2b

R 1633 Rydningen

09.06.2015

Bilag 3

Terreng kart

