



# DATARAPPORT FRA GRUNNUNDERSØKELSE

**Skaun kommune**  
**Børsa friområde**  
Oppdrag nr: 1350003373  
Rapport nr. 1

**Dato: 21.11.2014**



Fylke Sør-Trøndelag	Kommune Skaun	Sted Børsa	UTM Euref89 (sone 32) 05536 70225
Byggherre Skaun kommune			
Oppdragsgiver Skaun kommune			
Oppdrag formidlet av Skaun kommune			
Oppdragsreferanse Oppdragsbekreftelse 12.6.2014			
Antall sider 6	Tegn.nr 101 - 115	Bilag.nr. 1 - 2	Antall tillegg 3

Prosjekt-tittel

**Skaun kommune  
Børsa friområde**

Rapport-tittel

**Grunnundersøkelser  
Datarapport**

Oppdrag 1350003373	Rapport 1	Rev:	Dato 21.11.2014	Kontr 
Oppdragsleder: Oddbjørn Lefstad 		Utarbeidet av: Kåre Eggereide		
<p>SAMMENDRAG</p> <p>Terrenget ligger på nivå ca kote +0 til +9, med terrengfall mot nordøst mot fjorden og sør mot elva. Bratteste helning er målt lokalt nærmest strandlinjen mot fjorden.</p> <p>Sonderingene i punkt 1 - 4 nord på området viser lag med lav motstand til dybde 18 m til 27 m under terreng. Resultatene i boringen i punkt 1 - 4 nord på området indikerer kvikkleirelag, mens det er antatt leire i boringene i punkt 5 og 6.</p> <p>Prøvene fra dybde 3 m til 18 m i punkt 1 viser kvikkleire med udrenert skjærfasthet <math>s_{UD} = 18 - 44</math> kPa. I punkt 3 viser prøvene leirig silt i dybde 2 - 3 m og leire til 6,5 m dybde. Videre i dybden er det kvikkleire i prøvene som er tatt til 17 m dybde. Prøvene i punkt 5 viser middels fast til fast leire med udrenert skjærfasthet <math>s_{UD} = 45 - 60</math> kPa.</p>				

## INNHOOLD

1	INNLEDNING.....	4
1.1	Prosjekt .....	4
1.2	Oppdrag.....	4
1.3	Innhold.....	4
2	UNDERSØKELSER.....	4
2.1	Feltundersøkelser .....	4
2.2	Oppmåling .....	4
2.3	Laboratorieundersøkelser .....	5
2.4	Resultater .....	5
3	GRUNNFORHOLD .....	6
3.1	Terreng.....	6
3.2	Løsmasser.....	6
3.3	Grunnvann .....	6
3.4	Fjell.....	6
4	REFERANSER .....	6

## TEGNINGER

Tegn. nr.	Rev. nr.	Tittel	Målestokk
101		OVERSIKTSKART	1 : 50 000
102		SITUASJONSPLAN	1 : 2000
103		BORERESULTATER PUNKT 1 - 2	1 : 200
104		BORERESULTATER PUNKT 3 - 4	1 : 200
105		BORERESULTATER PUNKT 5 - 6	1 : 200
106		BORERESULTATER CPT 1B	1 : 200
107		BORERESULTATER CPT 3	1 : 200
108		BORPROFIL PUNKT 1	1 : 100
109		BORPROFIL PUNKT 3	1 : 100
110		BORPROFIL PUNKT 5	1 : 100
111		KORNFORDELING LAB 2, 8, 10	
112A OG B		TREKSIALFORSØK PKT 1 LAB 3	
113A OG B		TREKSIALFORSØK PKT 3 LAB 11	
114		ØDOMETERFORSØK PKT 1 LAB 3	
115		ØDOMETERFORSØK PKT 3 LAB 12	

## BILAG

- 1 DOKUMENTASJON MÅLEDATA, CPTU KVALITET PKT 1
- 2 DOKUMENTASJON MÅLEDATA, CPTU KVALITET PKT 3

## **TILLEGG**

- I MARKUNDERSØKELSER
- II LABORATORIEUNDERSØKELSER
- III SPESIELLE UNDERSØKELSER

## 1 INNLEDNING

### 1.1 Prosjekt

I forbindelse med planer for Børsa friområde er det utført grunnundersøkelse på Langbakkan boligfelt, Skaun kommune.

Resultatene skal sammen med tidligere grunnundersøkelser for Børsa båtklubb, i Kjerringdalen boligområde, på Børsøra og ved barneskolen, gi grunnlag for vurdering og avgrensning av faresone i forbindelse med kvikkleireområde.

### 1.2 Oppdrag

Rambøll Norge AS, avd. Geo og Miljø, har utført grunnundersøkelsen på oppdrag fra Skaun kommune.

### 1.3 Innhold

Datarapporten inneholder samlede resultater fra denne grunnundersøkelsen med data fra felt- og laboratorieundersøkelsene, og geoteknisk beskrivelse av grunnforholdene.

Rapporten inneholder ingen geoteknisk vurdering av konkrete tiltak.

## 2 UNDERSØKELSER

### 2.1 Feltundersøkelser

Feltundersøkelsene er utført i uke 34 2014, og omfatter boringer i 6 punkter. Plasseringen av borpunktene er vist på situasjonsplanen på tegning 102. Omfanget av feltundersøkelsen er :

- Totalsondering i punkt 1 – 6.
- Prøvetaking i punkt 1, 3 og 5.
- CPTU i pkt 1 og 3.
- Piezometer i 2 nivå i punkt 3.

Krav til kvalitet på trykksonderingen er gitt i NVE-veileder 7/2014, referanse /1/:

"Kvaliteten på trykksonderinger (CPTU) som skal benyttes til bestemmelse av fasthetsparametre, skal tilfredsstillende anvendelsesklasse 1 i samsvar med kap. 5 (NGF-melding nr 5). Dersom en lavere anvendelsesklasse oppnås, skal kvaliteten av tolkede materialelegenskaper vurderes ut fra dette". Vi viser til NGF-melding nr 5, referanse /2/.

Borpunktdata med koordinater, høgder og oversikt over utførte undersøkelser er vist i tabell 1.

Beskrivelse av boremetodene er gitt i tillegg I, "Markundersøkelser".

### 2.2 Oppmåling

Borpunktene er målt inn av Rambøll. Målte koordinater er gitt i koordinatsystem Euref89 UTM sone 32, med høgdereferanse NN1954.

Tabell 1: Koordinatliste

pkt	koordinater		terrengkote
1	7022582.052	553662.666	0.405
2	7022563.177	553646.122	5.253
3	7022516.976	553597.021	8.899
4	7022502.741	553576.597	9.153
5	7022466.775	553654.430	3.900
6	7022421.909	553601.790	0.761

### 2.3 Laboratorieundersøkelser

Det er tatt opp til sammen 19 stk 54 mm sylindrerprøver. Prøvene er beskrevet og klassifisert i laboratoriet, og det er utført rutineundersøkelser på alle undersøkte prøver.

I tillegg er det utført 3 kornfordelingsanalyser, ødometerforsøk på 2 prøver fra punkt 1 og 3, og treksialforsøk på 2 prøve fra punkt 1 og 3.

Kravet til kvalitet på laboratorieundersøkelser er gitt i NVE veileder, 7/2014, referanse /1/:

"Prøver som det utføres laboratorieundersøkelser på skal være av god kvalitet. Det bør bl.a. tilstrebes at prøvene skal tilfredsstille høyeste kvalitetsklasse, "Veldig god til utmerket" i tabell 6 i NGF-melding nr. 11, ved utførelse av treksialforsøk. Det vises forøvrig til kap. 4.5 i NGF-melding nr. 11 vedrørende vurdering av prøve kvalitet samt Eurokode 7. Det påpekes at valg av designparametere for stabilitetsberegninger må vurderes på bakgrunn av oppnådd prøve kvalitet".

Vi viser til NGF-melding 11, referanse /3/ og Eurocode 7, referanse /4/.

Tabell 2. NGF ref /2/. Veiledende kriterier for evaluering av prøve kvalitet basert på endring i porettall.

OCR	$\Delta e/e_0$			
	Veldig god til utmerket	God til brukbar	Dårlig	Veldig dårlig
1-2	<0,04	0,04-0,07	0,07-0,14	>0,14
2-4	<0,03	0,03-0,05	0,05-0,10	>0,10
4-6	<0,02	0,02-0,035	0,035-0,07	>0,07

Beskrivelse av laboratorieundersøkelsene er gitt i tillegg II, "Laboratorieundersøkelser" og tillegg III, "Spesielle undersøkelser".

### 2.4 Resultater

Sonderingene går til dybde 22,0 m til 29,1 m under terreng. I punkt 2, 3, 4 og 6 er sonderingene avsluttet ved antatt bergnivå i kote -16,7 til -28,4.

Resultater fra totalsonderingene og enkel beskrivelse av prøveseriene er vist som enkeltboringer på tegning 103 - 105. Sonderingsresultater fra CPT-sonderingene er vist som enkeltboringer på tegning 106 - 107.

Resultater fra laboratorieundersøkelsene er vist i borprofil på tegning 108 - 110.

Kornfordelingskurvene er vist på tegning 111. Resultat fra treaksialforsøkene er vist på tegning 112 og 113, og ødometerresultatene er vist på tegning 114 og 115.

Tabell 3:: Treaksialforsøk, kvalitet

Prøve	D [m]	Konsolidering	$\Delta e$	$\Delta e / e_v$	Prøvekvalitet
Pkt. 1 / 3	7,6	$p_0'$	0,045	0,040	God til brukbar
Pkt. 1 / 3	7,7	1,2 $p_0'$	0,046	0,041	God til brukbar
Pkt. 3 / 11	6,6	$p_0'$	0,046	0,042	God til brukbar
Pkt. 3 / 11	6,7	1,2 $p_0'$	0,046	0,042	God til brukbar

### 3 GRUNNFORHOLD

#### 3.1 Terreng

Terrengtet ligger på nivå ca kote +0 til +9, med terrengfall mot nordøst mot fjorden og sør mot elva. Bratteste helning er målt lokalt nærmest strandlinjen mot fjorden.

#### 3.2 Løsmasser

Sonderingene i punkt 1 – 4 nord på området viser lag med lav motstand til dybde 18 m til 27 m under terreng. Resultatene i boringen i punkt 1 – 4 nord på området indikerer kvikkleirelag, mens det er antatt leire i boringene i punkt 5 og 6.

Prøvene fra dybde 3 m til 18 m i punkt 1 viser kvikkleire med udrenert skjærfasthet  $s_{UD} = 18 - 44$  kPa. I punkt 3 viser prøvene leirig silt i dybde 2 – 3 m og leire til 6,5 m dybde. Videre i dybden er det kvikkleire i prøvene som er tatt til 17 m dybde. Prøvene i punkt 5 viser middels fast til fast leire med udrenert skjærfasthet  $s_{UD} = 45 - 60$  kPa.

#### 3.3 Grunnvann

Grunnvannstanden er målt med piezometer i 2 nivå i punkt 3. Filterene er plassert i dybde 5 m og 10 m under dagens terreng. Målingene viser poretrykk som tilsvarer hydrostatisk vanntrykk fra 2,6 m og 3,2 m under terreng i hhv dybde 5 m og 10 m. Resultatet er vist i tegning 104.

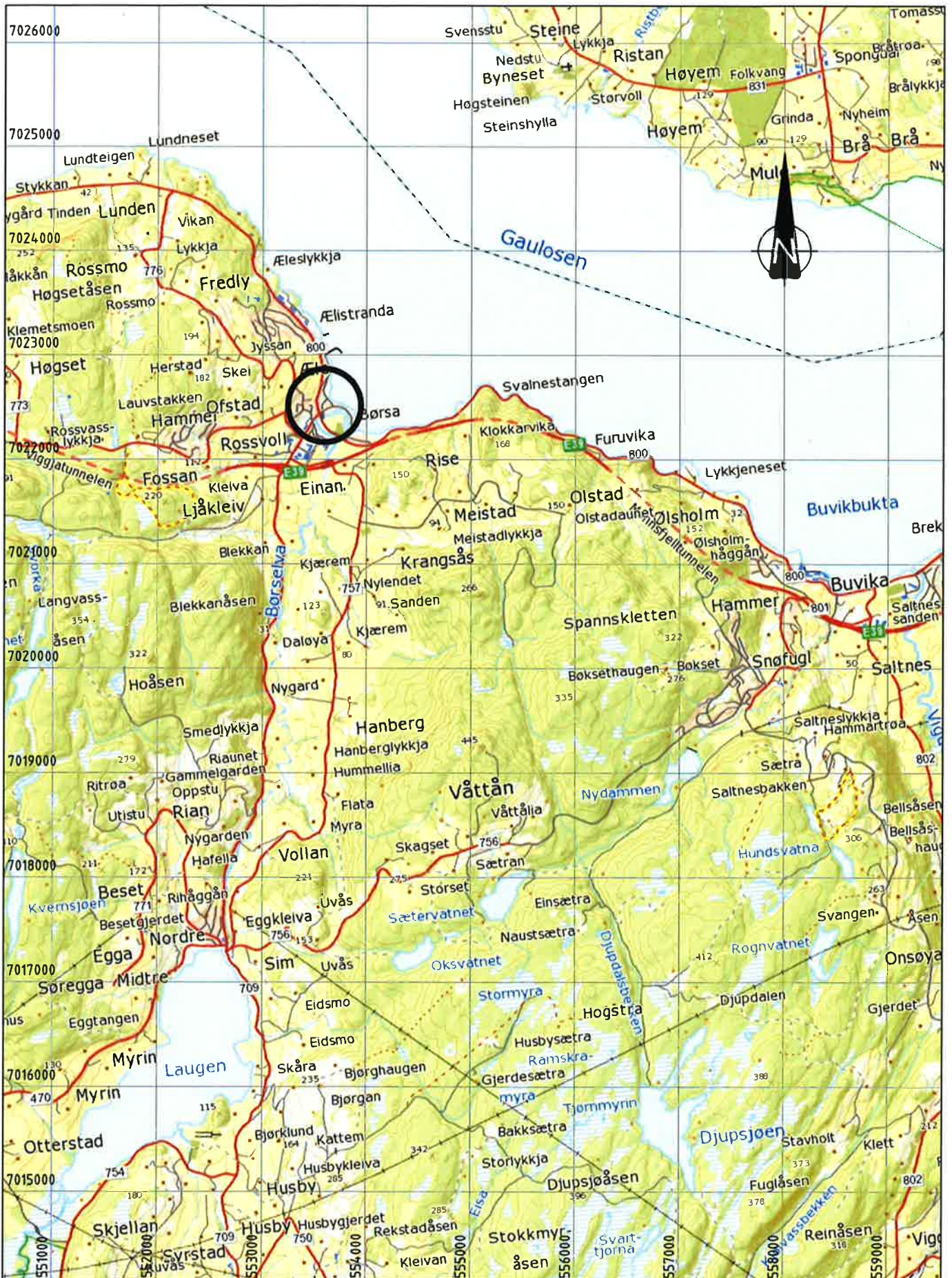
#### 3.4 Berg

Sonderingene i punkt 2, 3, 4 og 6 er avsluttet ved antatt bergnivå, som tilsvarer kote -16,7 til -28,4.

### 4 REFERANSER

- /1/ NVE Veileder 7/2014. Sikkerhet mot kvikkleireskred.
- /2/ NGF melding nr. 5: Veiledning for utførelse av trykksondering, utgitt 1982, rev. 3. 2010.
- /3/ NGF melding nr 11: Veiledning for prøvetaking, utgitt 1997, rev. 2014 (på høring des. 2013).
- /4/ Eurokode 7 (2008): NS-EN 1997-2: 2007 + NA: Geoteknisk prosjektering Del 2: Prosjektering basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver





29.09.2014	AKM	AKM	KEG
Rev.	Dato	Tekst	Utarb Kontr Godkj

Oppdrag nr. 1350003373 Målestokk: 1:50 000 Status:

Børsa friområde  
Skaun kommune

OVERSIKTSKART

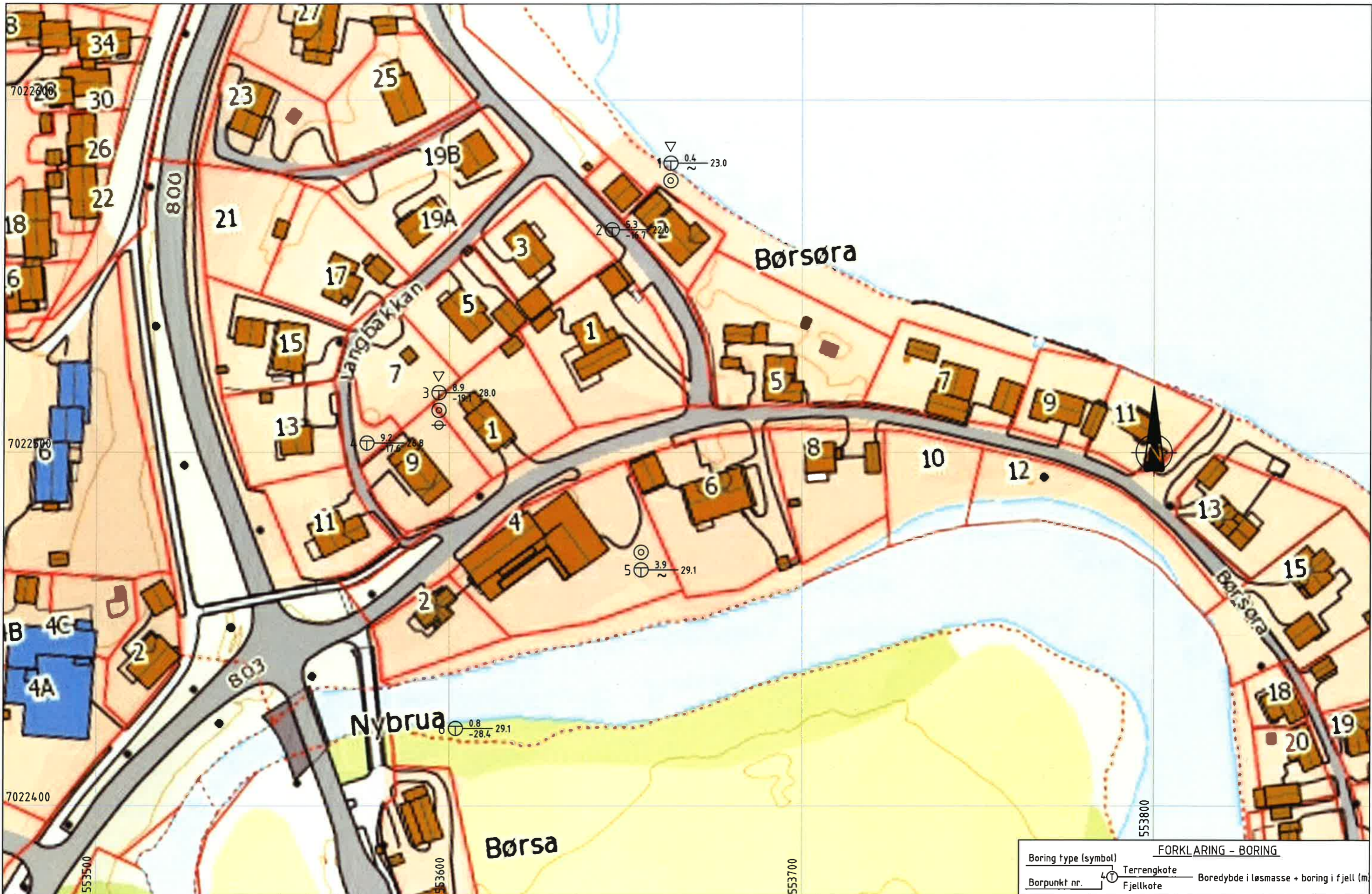
UTM-ref(Sone 32): 05536 70225



P.B. 7493 Mellomila 79  
N-7018 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
www.ramboll.no

Tegning nr. 101 Rev. 0





FORKLARING - BORING			
Boring type (symbol)	⊕	Terrengkote	Boredybde i løsmasse + boring i fjell (m)
Borpunkt nr.	4	Fjellkote	

00	29.09.2014		AKM	AKM	KEG
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

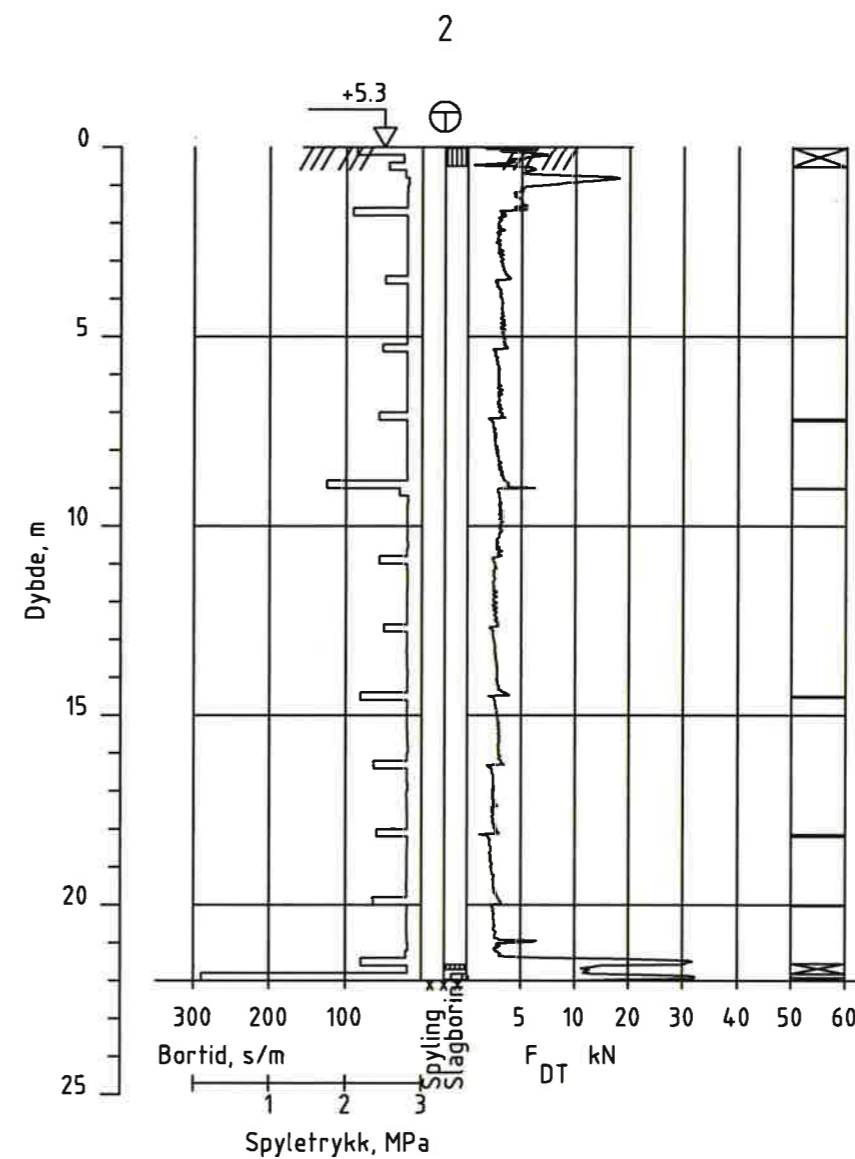
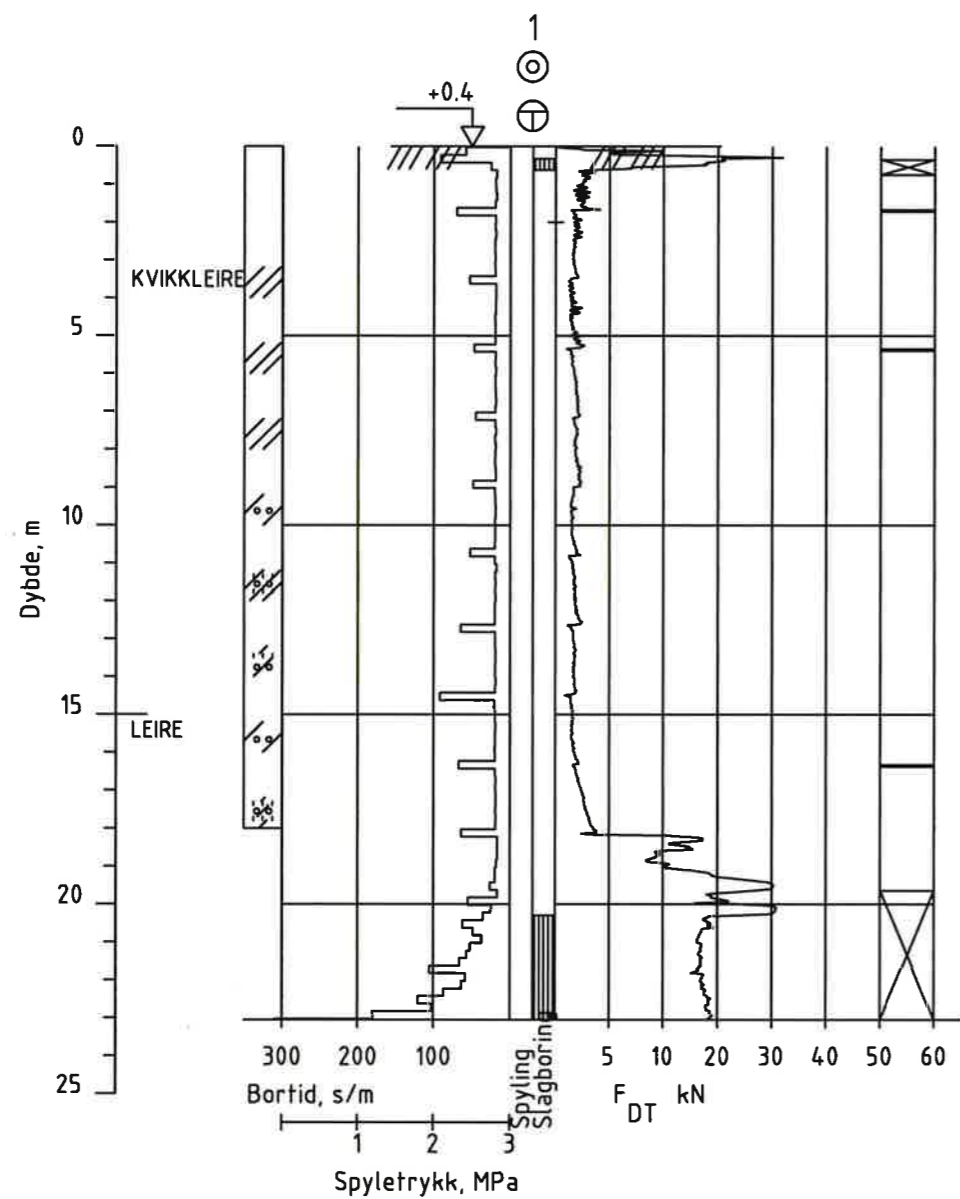
**RAMBOLL**  
 Rambøll AS - Region Midt-Norge  
 P.b. 9420 Sluppen  
 Mellomilla 79, N-7493 Trondheim  
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
 www.ramboll.no

OPPDRA  
**Børsa friområde**  
 OPPDRAGSGIVER  
**Skaun kommune**

INNHO  
**SITUASJONSPLAN**  
 ⊕ Totalsondering  
 ⊙ Prøveserie ⊖ Piezometer  
 ∇ Trykksondering (CPTU)

OPPDRA NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350003373	1:1000	01	01
TEGNING NR.			REV.
102			0





00	29.09.2014		AKM	AKM	KEG
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

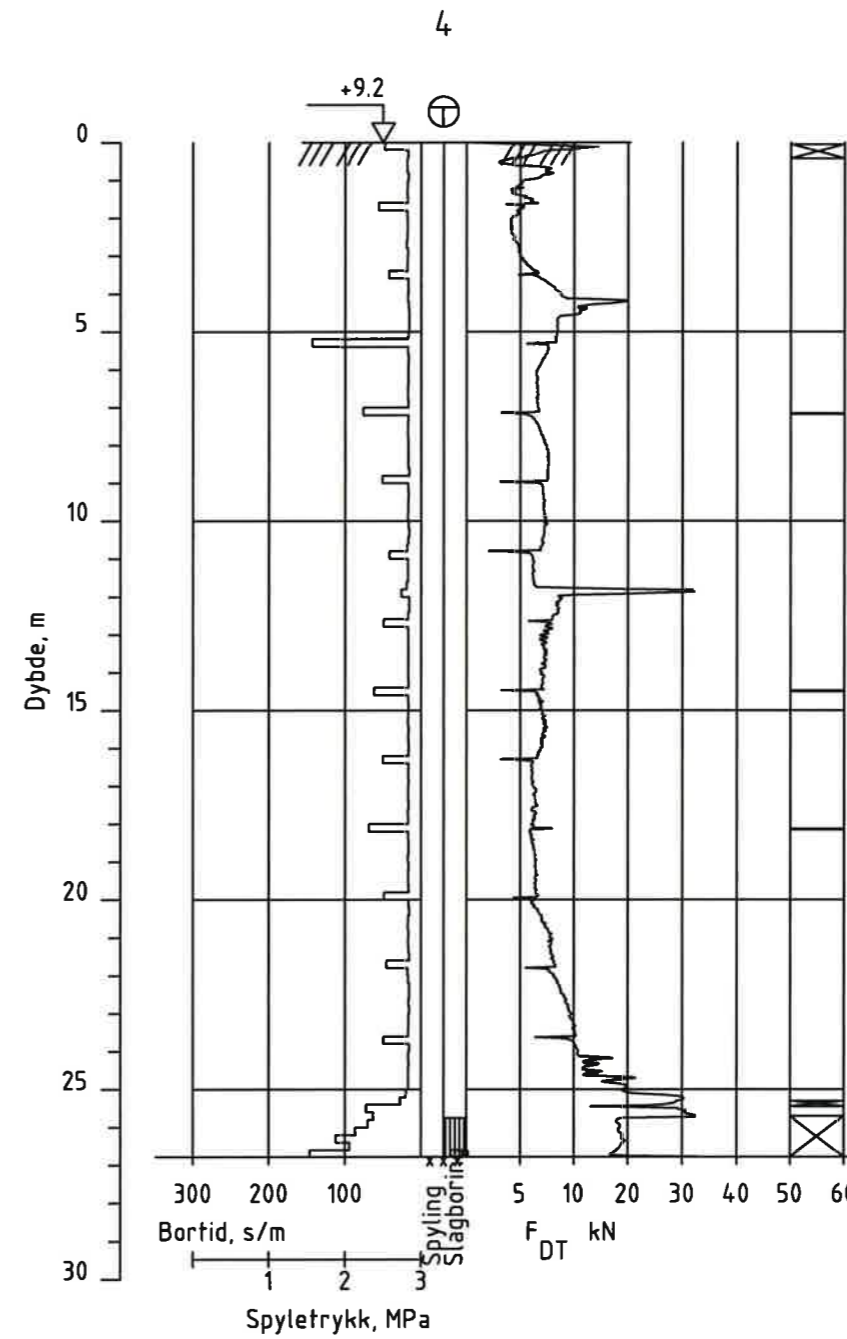
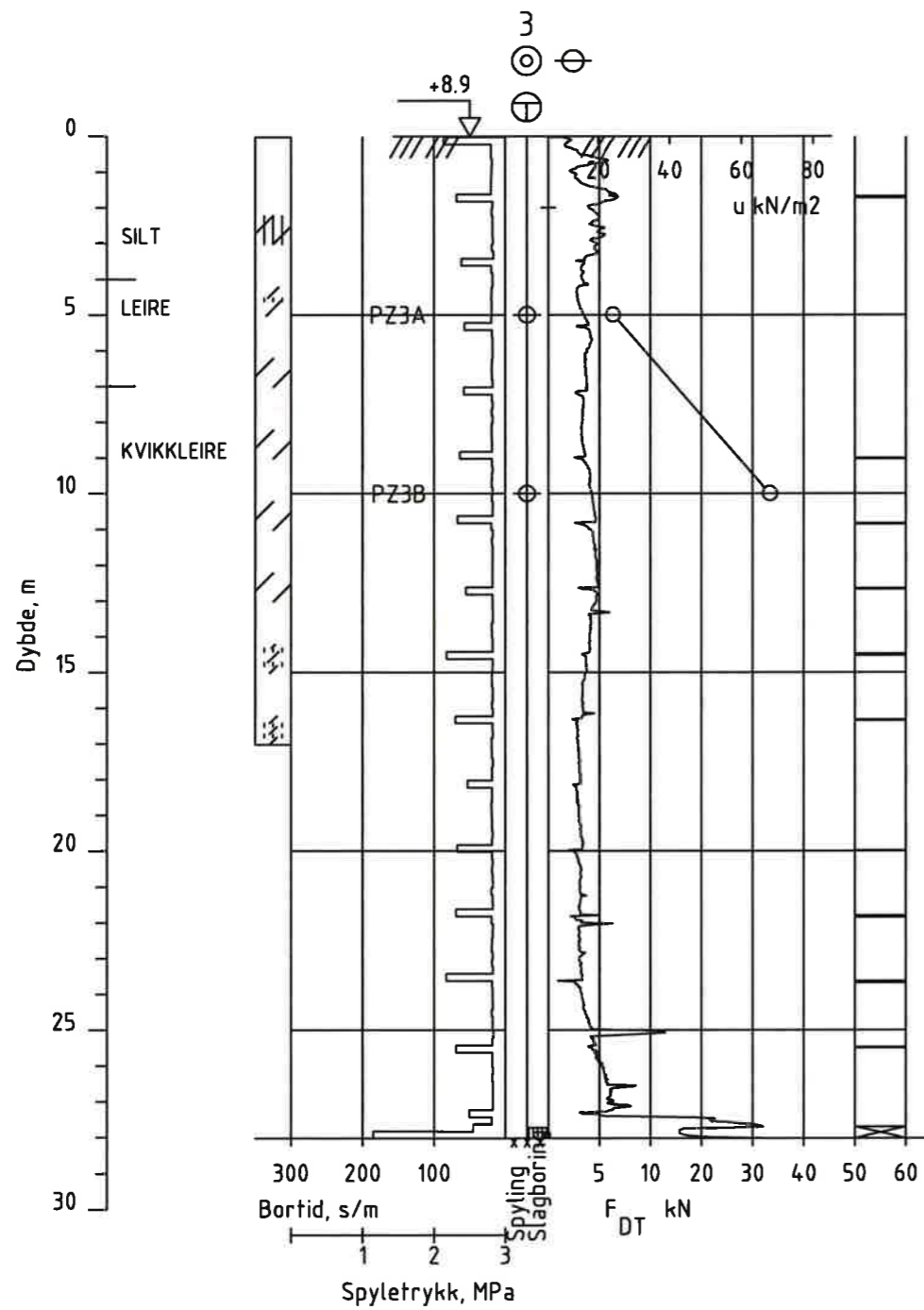


Rambøll AS - Region Midt-Norge  
P.b. 9420 Sluppen  
Mellomilla 79, N-7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
www.ramboll.no

OPPDRAG  
**Børsa friområde**  
OPPDRAGSGIVER  
**Skaun kommune**

INNHOOLD  
**BORERESULTATER**  
⊕ Totalsondering  
⊙ Prøveserie

OPPDRAG NR. 1350003373	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 103			REV. 0



00	29.09.2014		AKM	AKM	KEG
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

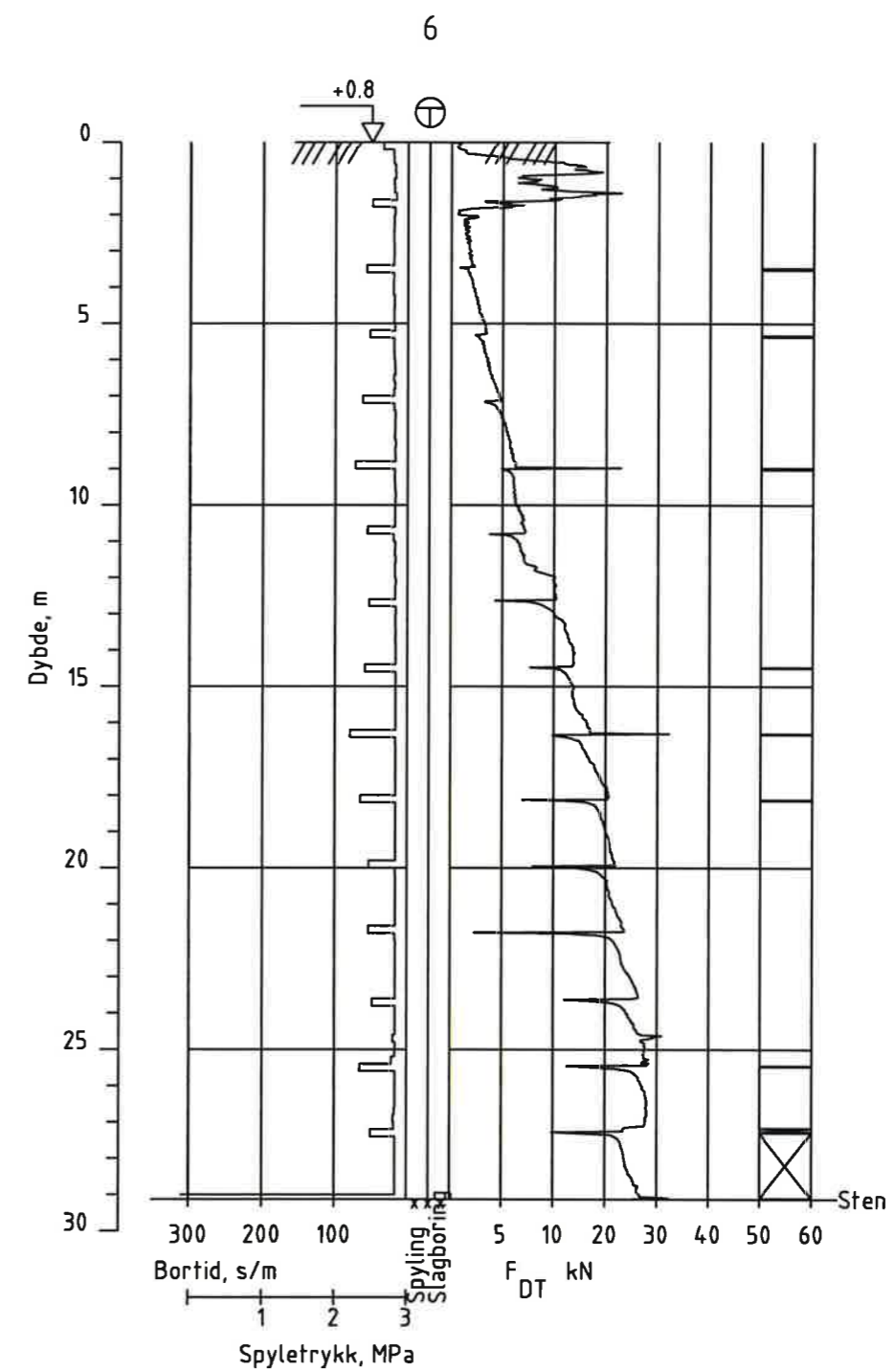
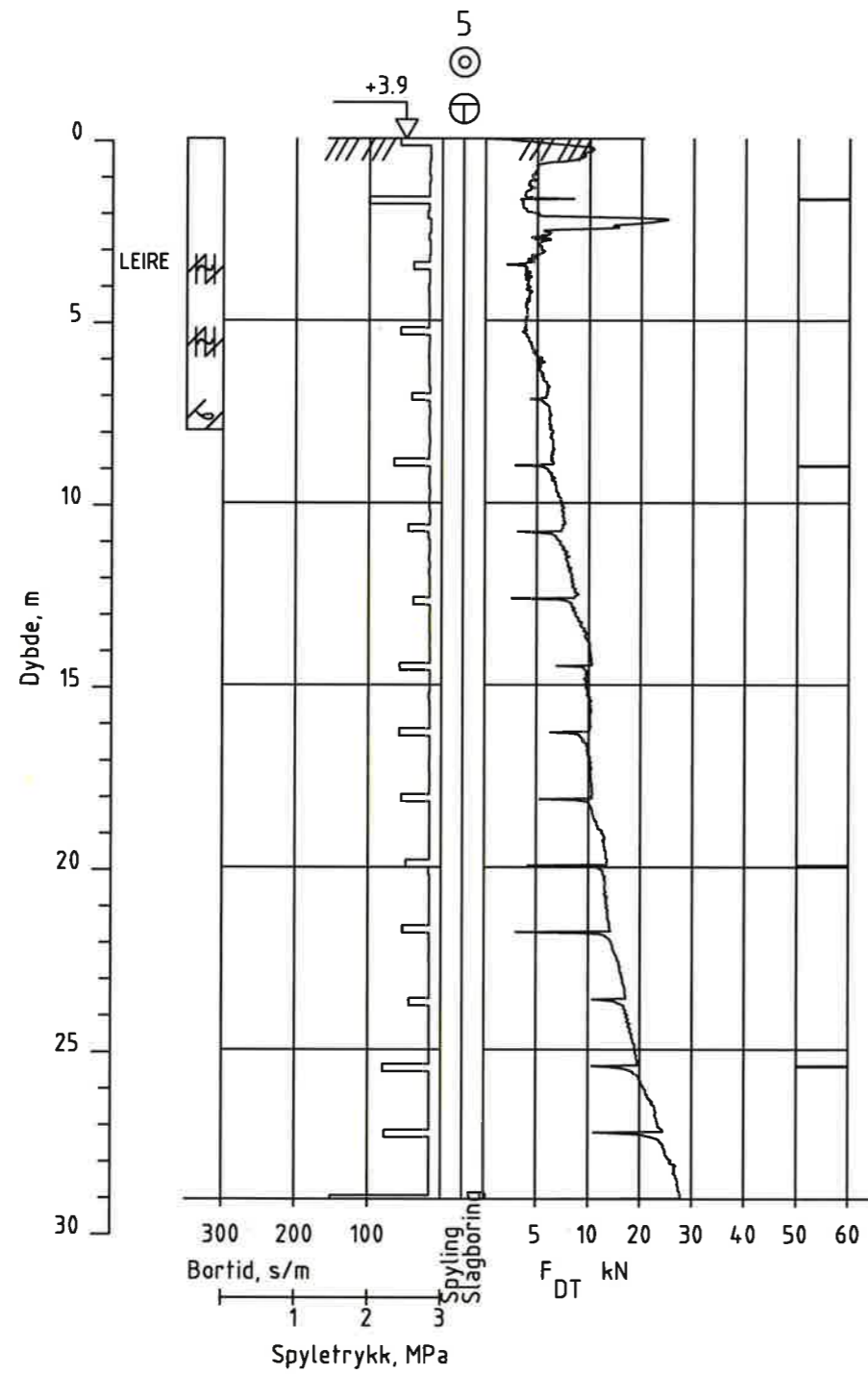


Rambøll AS - Region Midt-Norge  
P.b. 9420 Sluppen  
Mellomila 79, N-7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
www.ramboll.no

OPPDRAG  
**Børse friområde**  
OPPDRAGSGIVER  
**Skaun kommune**

INNHOLD  
**BORERESULTATER**  
⊕ Totalsondering  
⊙ Prøveserie

OPPDRAG NR. 1350003373	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 104			REV. 0



00	29.09.2014		AKM	AKM	KEG
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

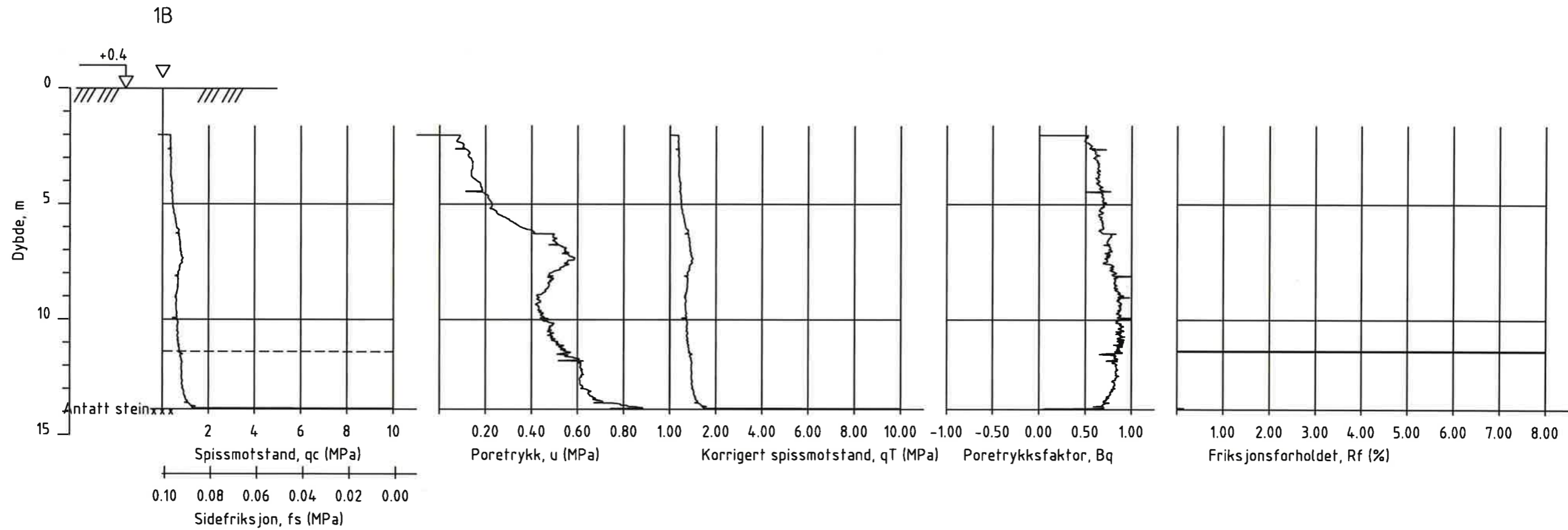
**RAMBOLL**  
 Rambøll AS - Region Midt-Norge  
 P.b. 9420 Sluppen  
 Mellomila 79, N-7493 Trondheim  
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
 www.ramboll.no

OPPDRAG  
**Børsa friområde**  
 OPPDRAGSGIVER  
**Skaun kommune**

INNHOLD  
**BORERESULTATER**  
 ⊕ Totalsondering  
 ⊙ Prøveserie

OPPDRAG NR. 1350003373	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 105			REV. 0





00	29.09.2014		AKM	AKM	KEG
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					



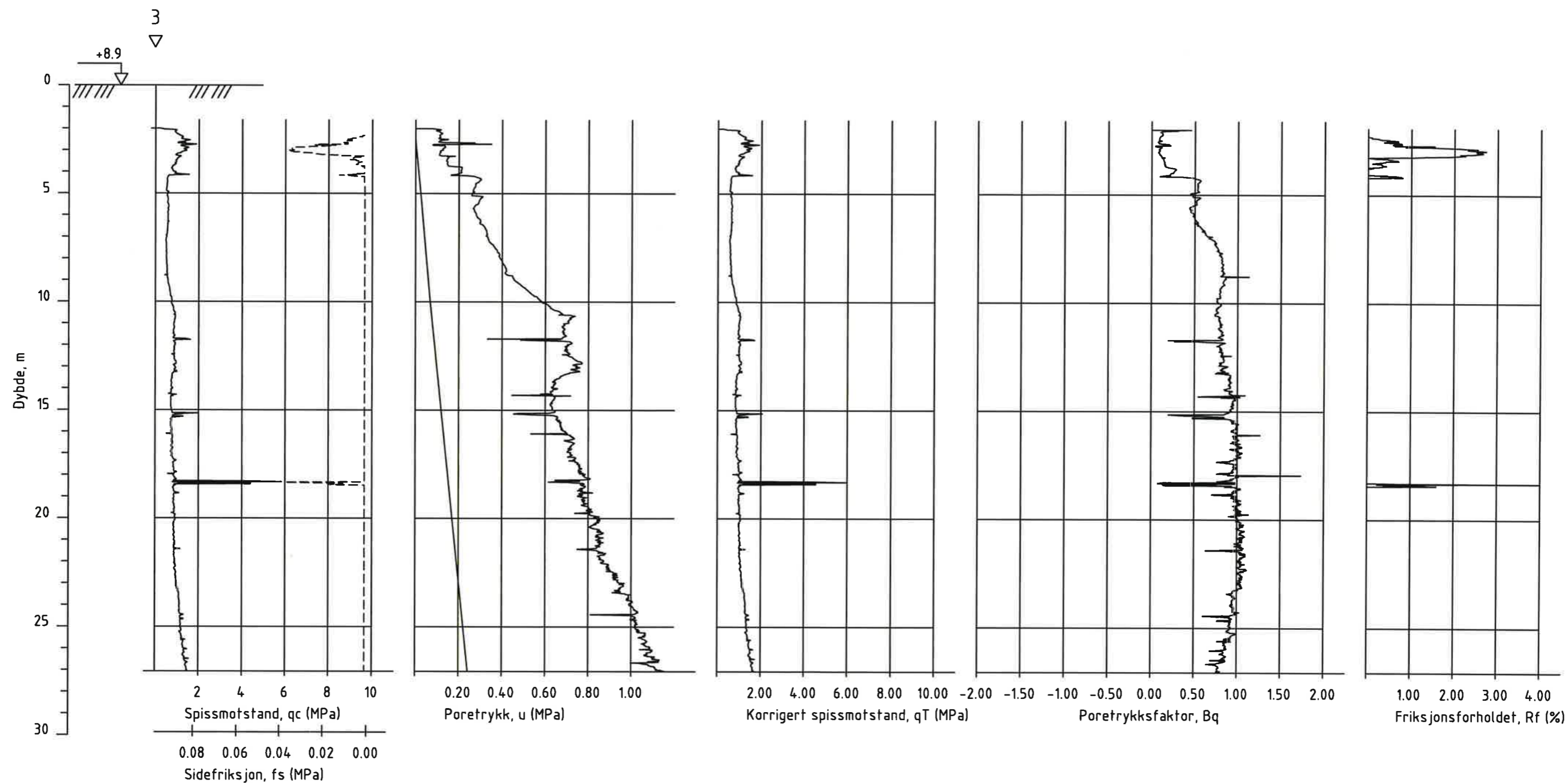
Rambøll AS - Region Midt-Norge  
 P.b. 9420 Sluppen  
 Mellomila 79, N-7493 Trondheim  
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
 www.ramboll.no

OPPDRAG  
**Børsa friområde**

OPPDRAGSGIVER  
**Skaun kommune**

INNHold  
**BORERESULTATER**  
 ▽ Trykksondering (CPTU)

OPPDRAG NR. 135003373	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 106			REV. 0



00	29.09.2014		AKM	AKM	KEG
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					



Rambøll AS - Region Midt-Norge  
P.b. 9420 Sluppen  
Mellomila 79, N-7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
www.ramboll.no

OPPDRAG  
**Børsa friområde**  
OPPDRAGSGIVER  
**Skaun kommune**

INNHOOLD  
**BORERESULTATER**  
▽ Trykksondring (CPTU)

OPPDRAG NR. 1350003373	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 107			REV. 0

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr.	Vanninnhold (w) i %				$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	Skjærfasthet ( $C_u$ ) i kPa				S <sub>t</sub>
				10	20	30	40		20	40	60	80	
5	KVIKKLEIRE		01					18.4					210
								19.2					
			02					18.2					170
								18.6					
10	en del små gruskorn		03	TØ				18.0					250
								18.3					
			04					18.5					370
								19.2					
15	LEIRE		05	tynne siltlag små gruskorn				18.8					170
								19.2					
			06	enkelte tynne siltlag enkelte små gruskorn				19.1					260
								19.7					
20			07	enkelte små gruskorn				19.2					47
								19.8					
			08	med tynne siltlag enkelte små gruskorn				19.5					18
								20.1					10

Enkelt trykkforsøk : (strek angir def.% v/brudd)

Konusforsøk - Omrørt/uforstyrret: /

Penetrometerforsøk Konsistensgrense  $w_p$  |-----|  $w_L$

Andre forsøk:

T= Treksialforsøk

Ø= Ødometerforsøk

K= Kornfordeling

Oppdrag nr. 1350003373 Målestokk: 1:100

Status: Datarapport

**RAMBOLL**

Børja friområde  
Skaun kommune

Rambøll AS - Region Midt-Norge  
P.b. 9420 Sluppen  
Mellomila 79, N-7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
www.ramboll.no

BORPROFIL HULL NR.: 1

Tegning nr.

Rev.

TERRENGHØYDE: +0.4 PRØVETYPE: 54 mm

108

0

Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj
0	29.09.2014		AKM	AKM	KEG

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr.	Vanninnhold (w) i %				$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	Skjærfasthet ( $C_u$ ) i kPa				S <sub>t</sub>
				10	20	30	40		20	40	60	80	
5	SILT, leirig enkelte frørester		09			28	19.4					4	
	LEIRE	enkelte tynne siltlag	10			32	18.7 19.0					(6) (8)	
10	KVIKKLEIRE		11	T		35	18.1 18.6					28 75	
			12	Ø		32	18.4 18.6					210 250	
15	enkelte små gruskorn enkelte små skjellrester		13			35	17.9 18.1					530 530	
			14			32	18.7 19.3					580 430	
20	tynne siltlag		15			32	19.1 19.4					300 280	
			16			32	19.2 19.7					270 270	

Enkelt trykkforsøk : (strek angir def.% v/brudd)

Konusforsøk - Omrørt/uforstyrret: ▼ / ▽

Penetrometerforsøk Konsistensgrense  $w_p$  |————|  $w_L$  Andre forsøk:

T= Treaksialforsøk

Ø= Ødometerforsøk

K= Kornfordeling

0	29.09.2014		AKM	AKM	KEG
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 1350003373 Målestokk: 1:100

Status: Datarapport

Børsa friområde  
Skaun kommune

BORPROFIL HULL NR.: 3

TERRENGHØYDE: +8.9 PRØVETYPPE: 54 mm

**RAMBOLL**

Rambøll AS - Region Midt-Norge  
P.b. 9420 Sluppen  
Mellomila 79, N-7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
www.ramboll.no

Tegning nr.


Rev.

109


0



Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr.	Vanninnhold (w) i %				$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	Skjærfasthet ( $C_u$ ) i kPa				$S_t$
				10	20	30	40		20	40	60	80	
5	LEIRE	siltig	17					19.3	▼		▼		8
								19.9	▼		▼		6
10		siltig	18					19.0	▼		▼		6
								19.2	▼		▼		7
15			19					19.2	▼		▼		6
								19.8	▼		▼		6
20													

Enkelt trykkforsøk :  (strek angir def. % v/brudd)

Konusforsøk - Omrørt/uforstyrret: ▼ / ▽

Penetrometerforsøk  Konsistensgrense  $w_p$  |————|  $w_L$  Andre forsøk:

T= Treksialforsøk

Ø= Ødometerforsøk

K= Kornfordeling

0	29.09.2014		AKM	AKM	KEG
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 1350003373 Målestokk: 1:100

Status: Datarapport

Børsa friområde  
Skaun kommune

BORPROFIL HULL NR.: 5

TERRENGHØYDE: +3.9 PRØVETYPE: 54 mm

**RAMBOLL**

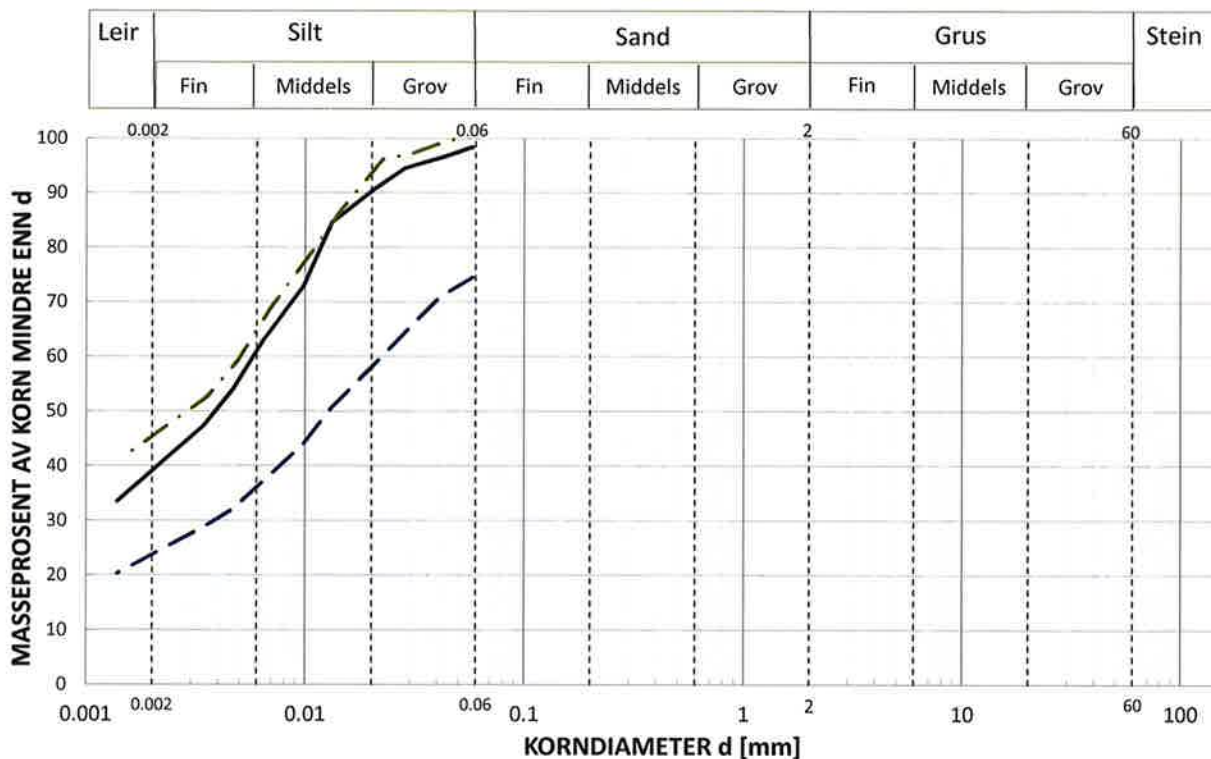
Rambøll AS - Region Midt-Norge  
P.b. 9420 Sluppen  
Mellomila 79, N-7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
www.ramboll.no

Tegning nr.

Rev.

110

0



Symbol	—————	- - - - -	- . . . .	- - - - -	- . . . .
Prøve	A	B	C	D	E
Borhull	3	5	1		
Dybde	8,2-9,0m	3,2-4,0m	7,2-8m		
labnr	12	17	3		
Beskrivelse	Leire	Leire, siltig	Leire		
$d_{10}$					
$d_{25}$		0.002			
$d_{50}$	0.004	0.013	0.003		
$d_{60}$	0.006	0.022	0.005		
$d_{75}$	0.010	0.058	0.009		
$C_u$		23.3			
% < 0,02mm	90.3	58.1	93.4		
% < 0,063mm	98.4	74.5	100.7		
% < 0,2mm	98.4	74.5	100.7		
Telegruppe	4	4	3		

$$C_u = d_{60}/d_{10} \quad (\text{alternativt } d_{75}/d_{25})$$



Rambøll, Divisjon Geo og Miljø  
Mellomila 79, N-7493 Trondheim

Version 2014-07-28

Skaun kommune

Børsa friområde

KORNFORDELING

Revisjon

Tegn./kontr.  
ESK/KEg

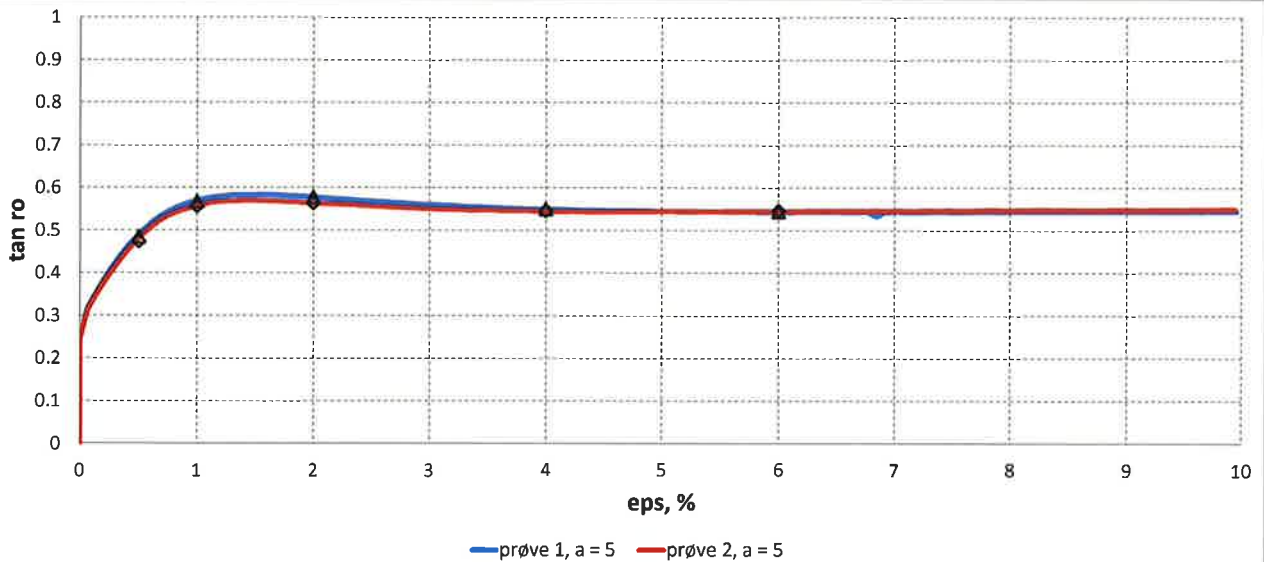
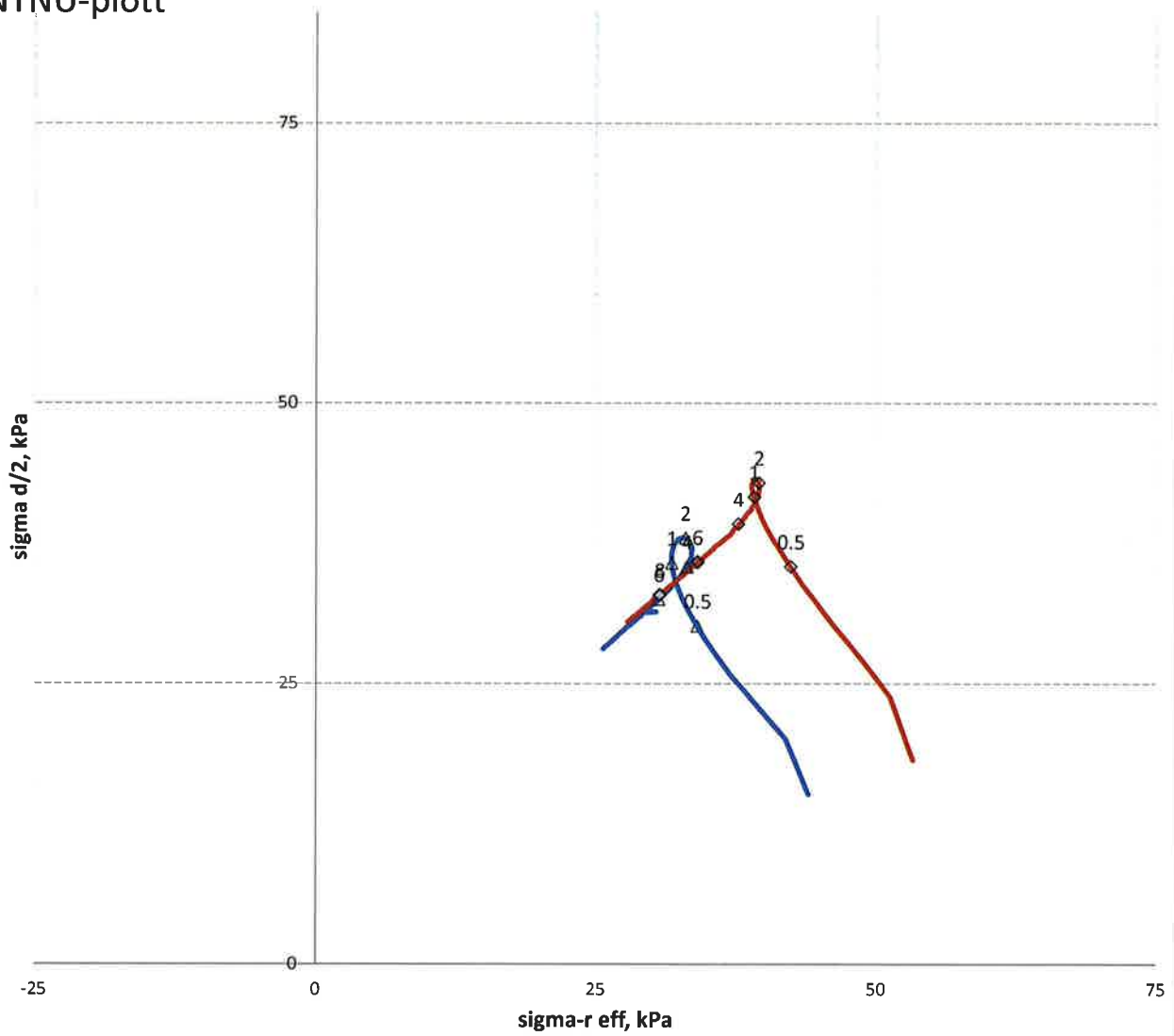
Dato  
23.11.2014

Oppdrag  
1350003373

Bilag

Tegn. Nr.  
111

# NTNU-plott



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	$\Delta e$	$\Delta e/e_0$	KOMMENTAR
1	$\Delta$	1	3	7,60m	CAUc	0.045	0.040	Kvikkleire
2	$\diamond$	1	3	7,70m	CAUc	0.046	0.041	Kvikkleire



Skaun kommune

Børsa frområde

TREAKSIALFORSØK

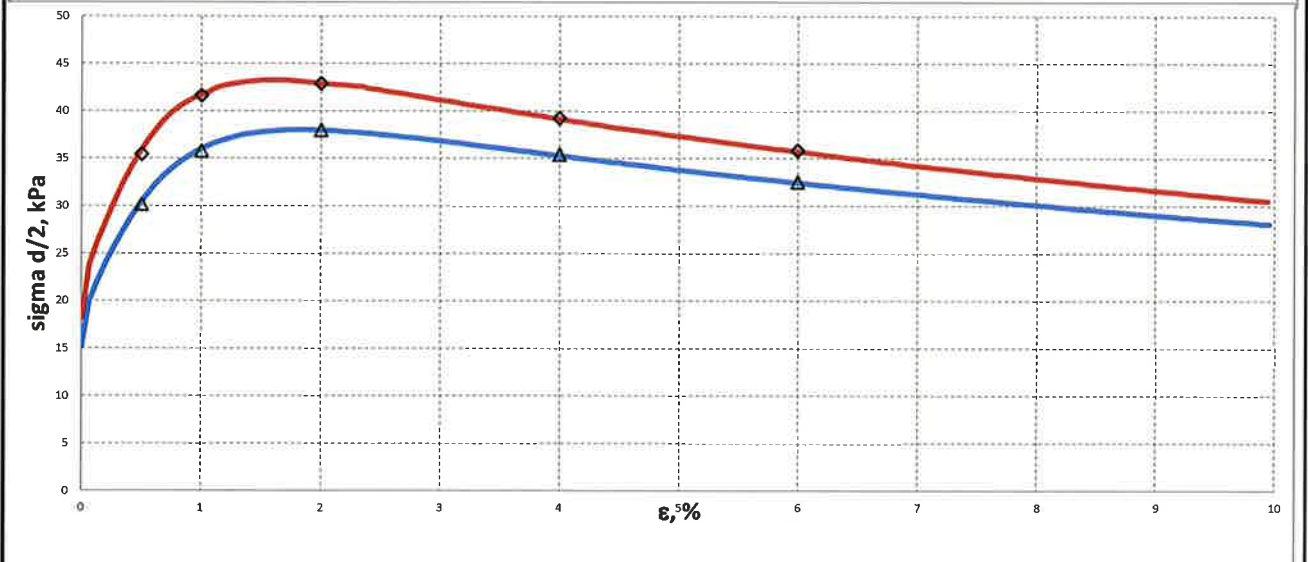
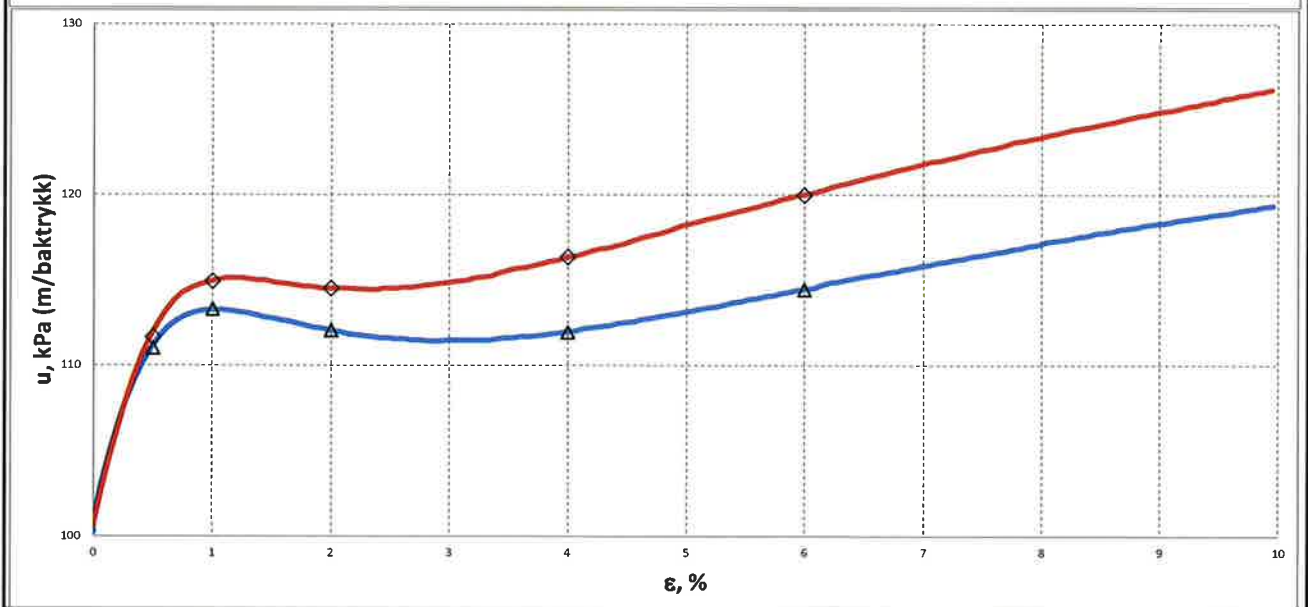
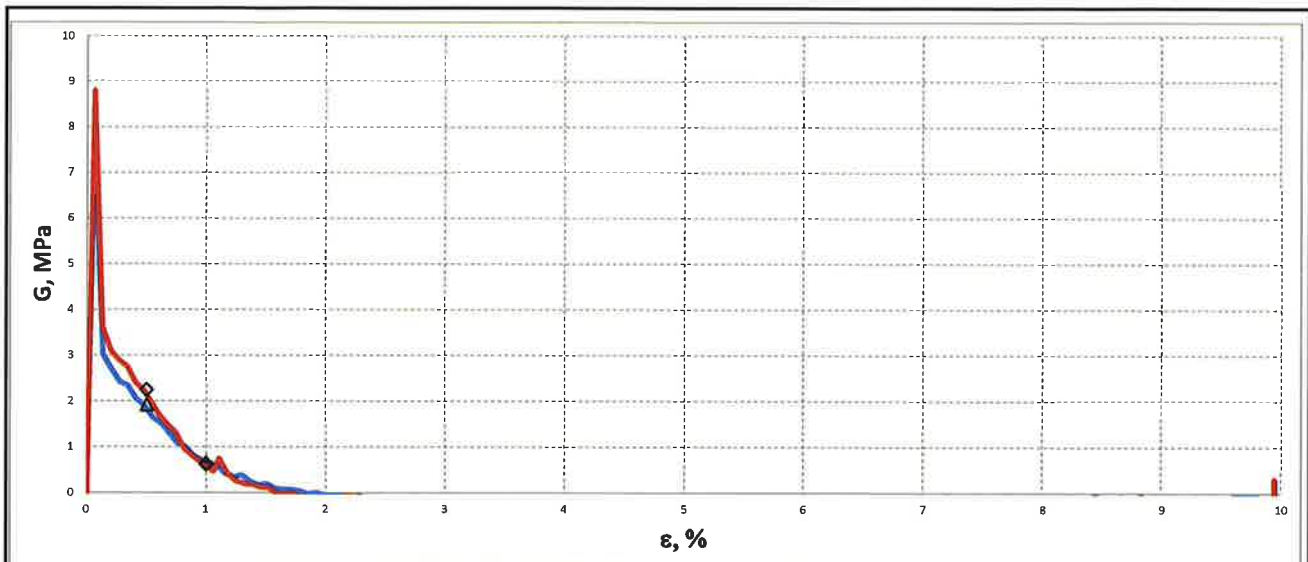
Oppdrag  
1350003373

Tegn./kontr.  
KEg /

Bilag

Dato  
04.11.2014

Tegn. Nr.  
112A



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	$\Delta e$	$\Delta e/e_0$	KOMMENTAR
1	△	1	3	7,60m	CAUc	0.045	0.040	Kvikkleire
2	◇	1	3	7,70m	CAUc	0.046	0.041	Kvikkleire



Skaun kommune

Børsa friområde

TREKSIALFORSØK

Oppdrag  
1350003373

Tegn./kontr.  
KEg /

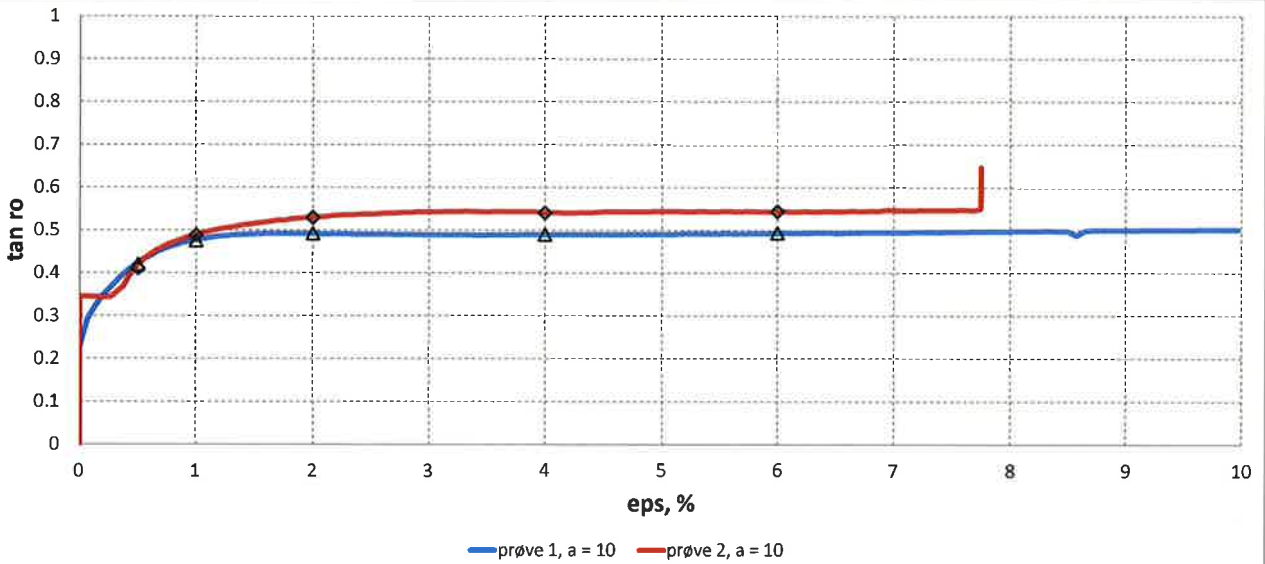
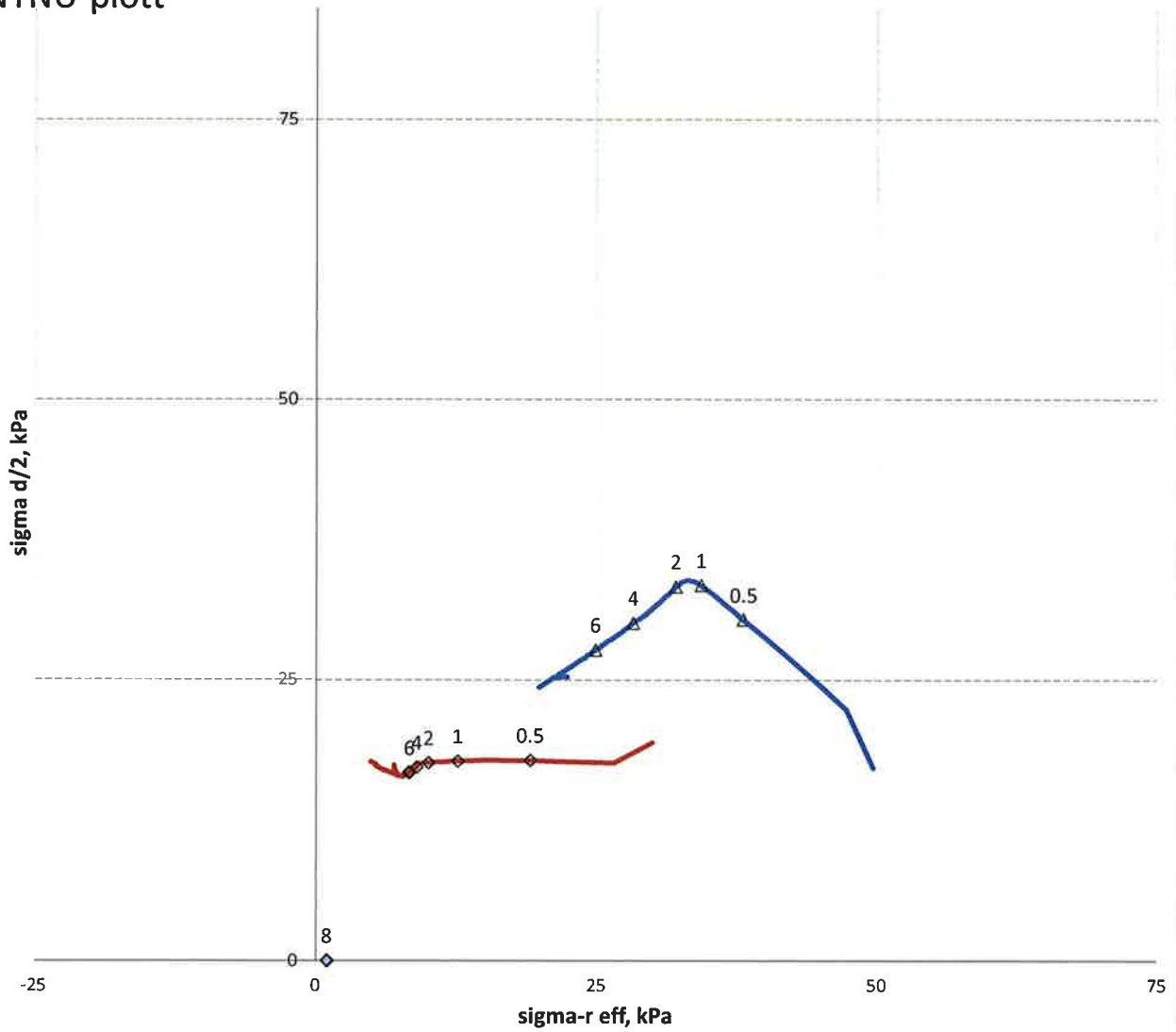
Dato  
04.11.2014

Bilag

Tegn. Nr.  
112B



# NTNU-plott



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	$\Delta e$	$\Delta e/e_0$	KOMMENTAR
1	$\Delta$	3	11	6,60m	CAUc	0.046	0.042	Leire
2	$\diamond$	3	11	6,70m	CAUc	0.046	0.042	Leire



Skaun kommune

Børsa friområde

TREAKSIALFORSØK

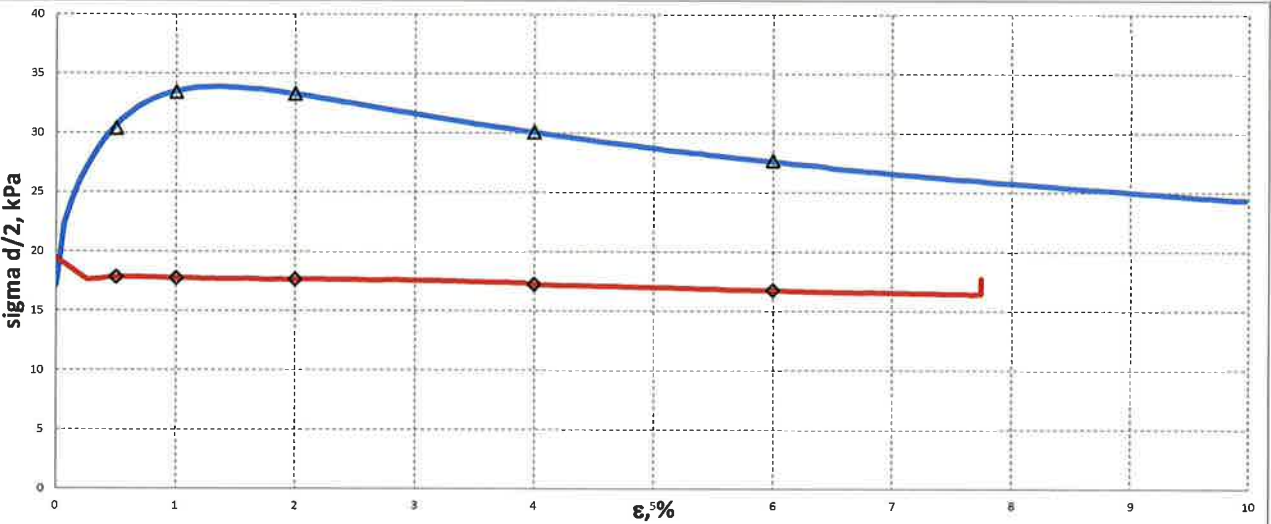
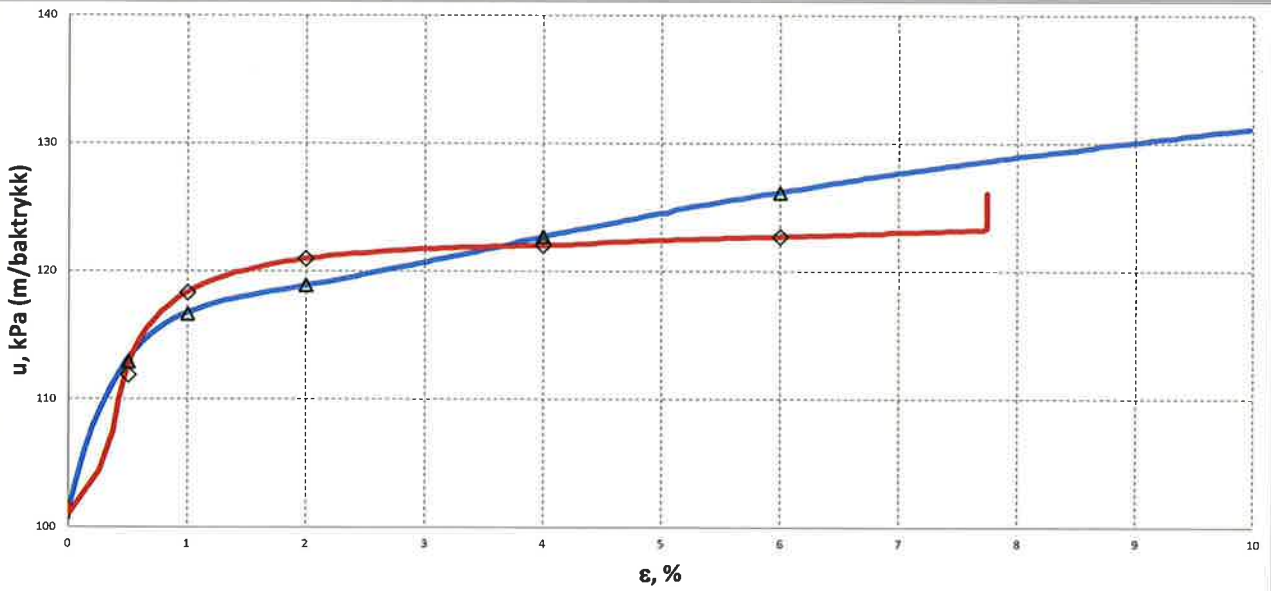
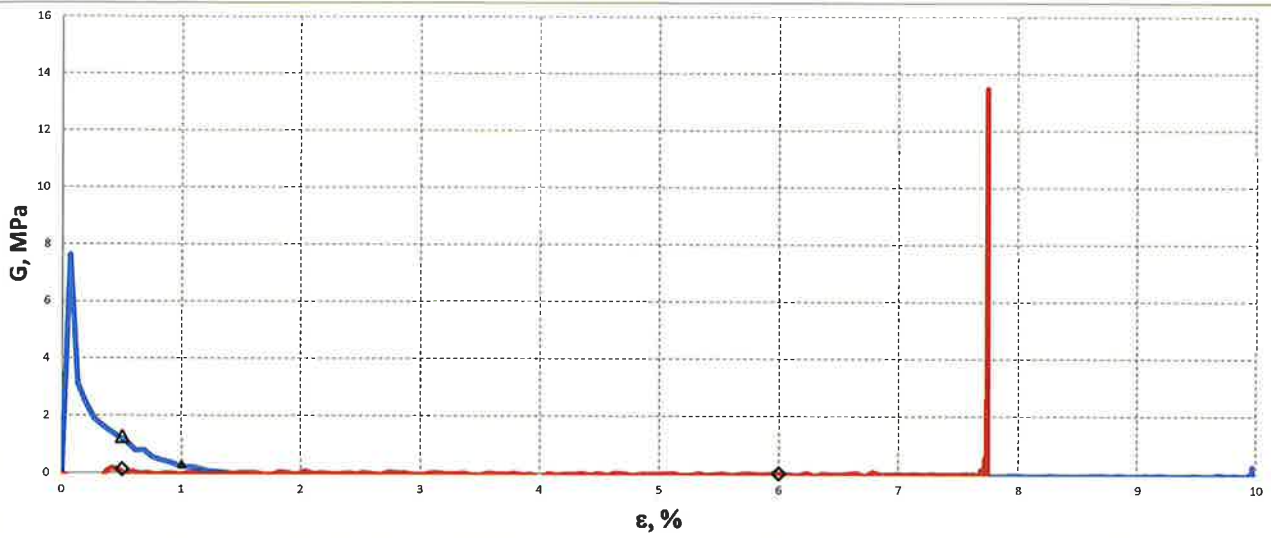
Oppdrag  
1350003373

Tegn./kontr.  
KEg /

Bilag

Dato  
05.11.2014

Tegn. Nr.  
113A



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	$\Delta e$	$\Delta e/e_0$	KOMMENTAR
1	▲	3	11	6,60m	CAUc	0.046	0.042	Leire
2	◆	3	11	6,70m	CAUc	0.046	0.042	Leire



Skaun kommune

Børsa friområde

TREKSIALFORSØK

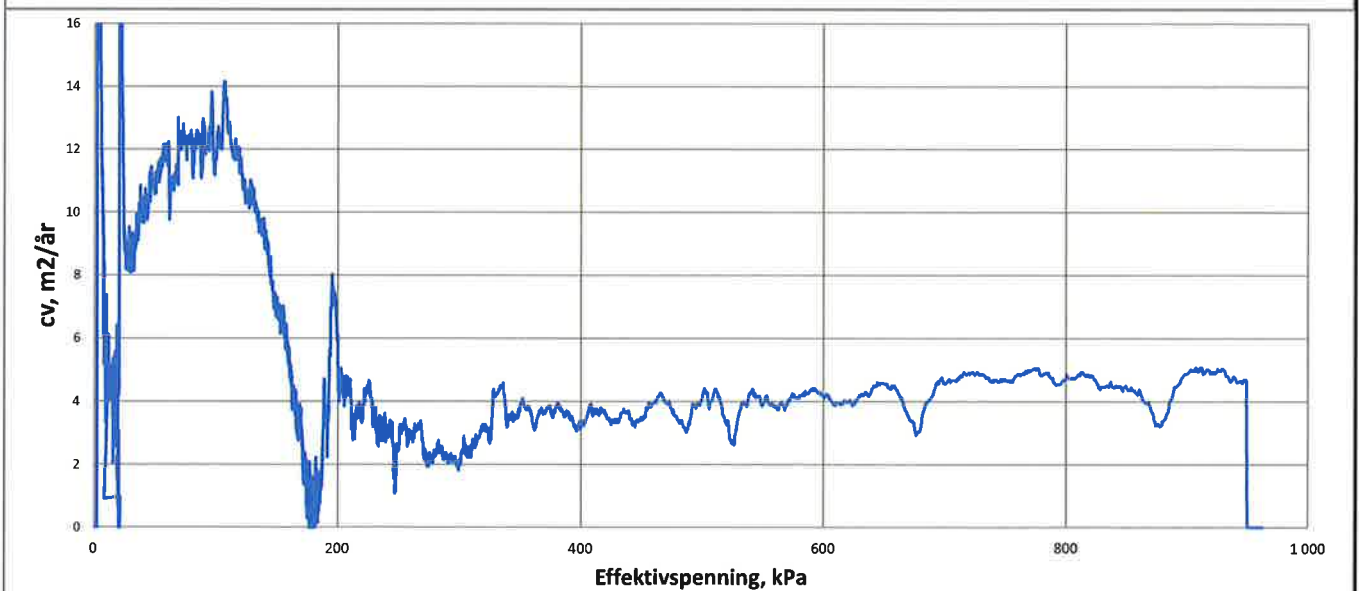
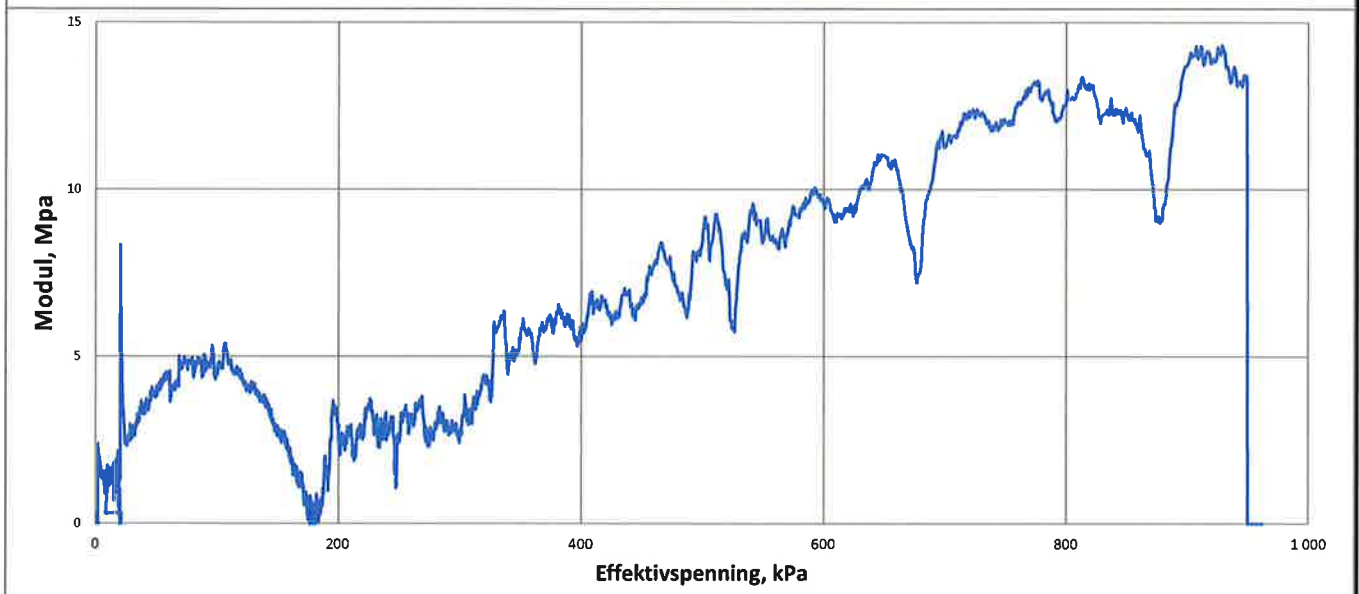
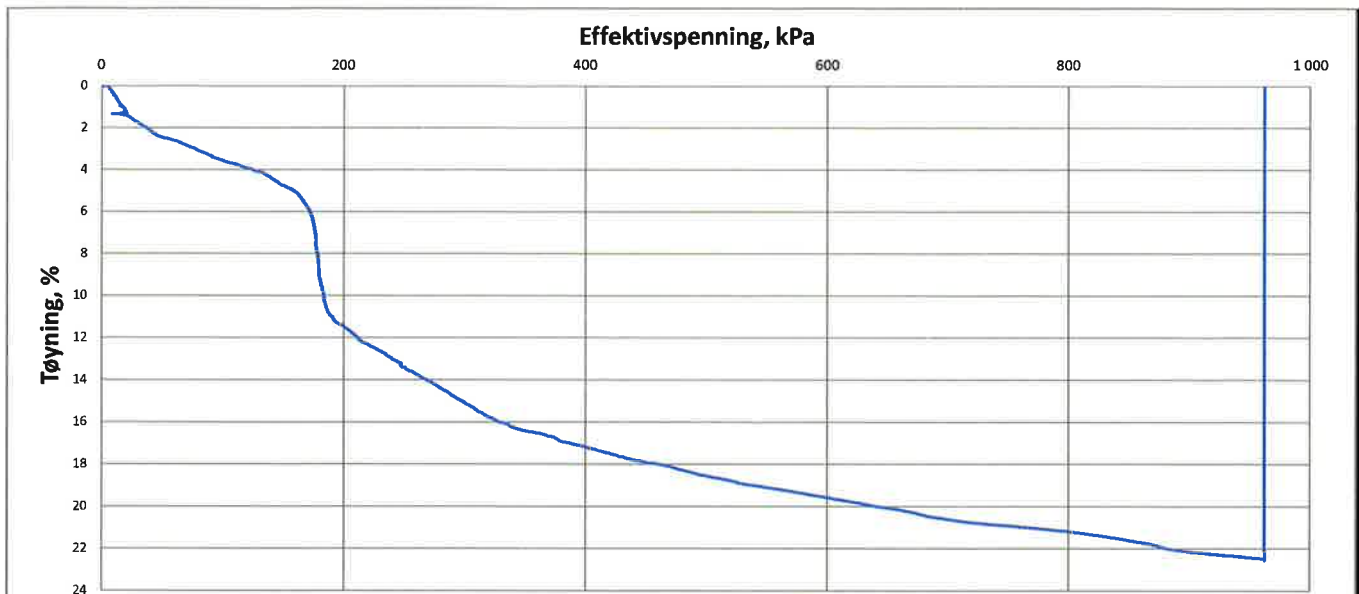
Oppdrag  
1350003373

Tegn./kontr.  
KEg /

Dato  
05.11.2014

Bilag

Tegn. Nr.  
113B



pkt 1 lab 3 dybde 7,50m Kvikkleire



Skaun kommune

Børsa friområde

Ødometerforsøk

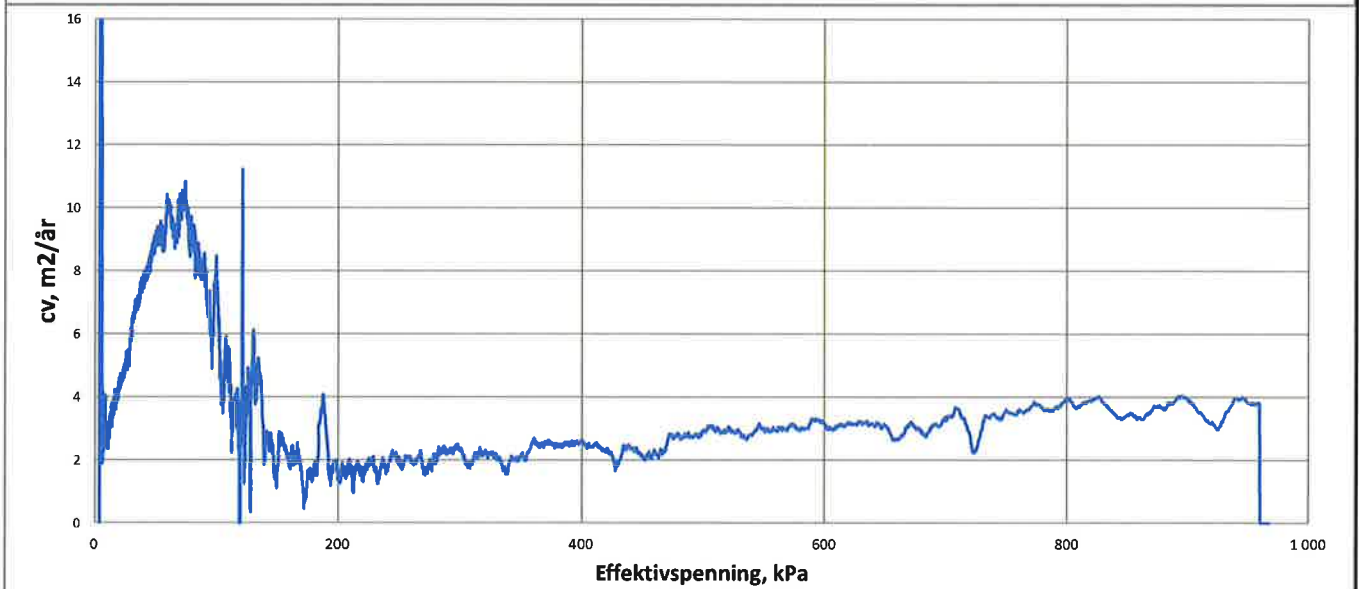
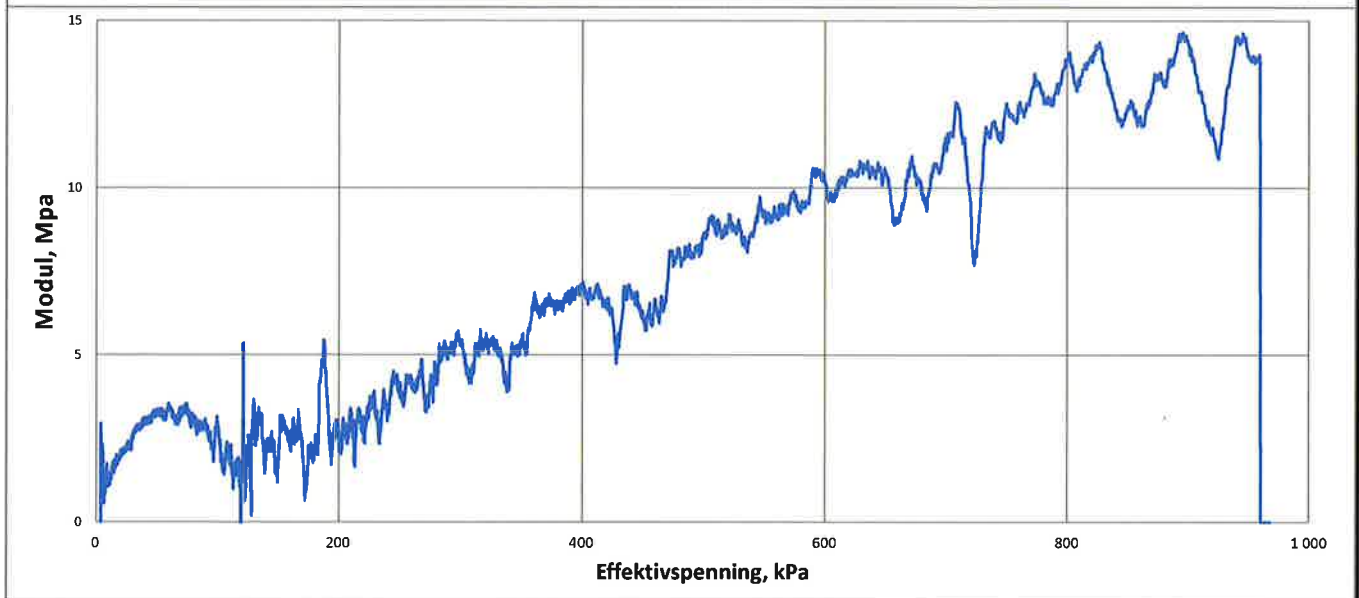
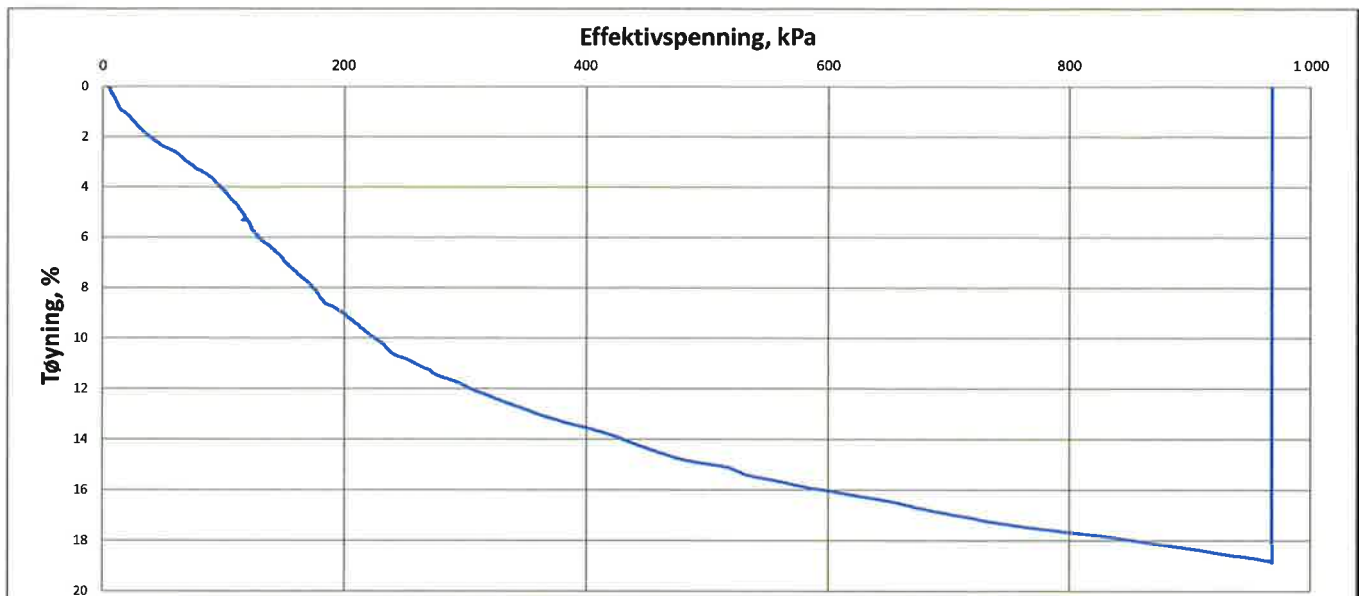
Oppdrag  
1350003373

Tegn./kontr.  
/

Dato  
04.11.2014

Bilag

Tegn. Nr.  
114



pkt 3 lab 12 dybde 8,45m Kvikkleire



Skaun kommune

Børsa friområde

Ødometerforsøk

Oppdrag  
1350003733

Tegn./kontr.  
/


Dato  
17.09.2014

Bilag  
-


Tegn. Nr.  
115



# DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	4353	Oppløsning:	18-bit	
SONDEDATA				
Arealforhold, a:	0.83	Arealforhold, b:	0.001	
Kalibreringsdato:	16.09.2013	Utførende:	Geotech AB	
EGENSKAP (fra kalibreringsark)	<b>SPISSMOTSTAND</b>	<b>SIDEFRIKSJON</b>	<b>PORETRYKK</b>	
Maksimum spenning [MPa]	50	0.5	2	
Måleområde [MPa]:	50	0.5	2	
Oppløsning 12-bit [kPa]:	-	-	-	
Oppløsning 18-bit [kPa]:	0.5749	0.0101	0.0219	
Max. temp. effekt, ubelastet [kPa]:	29.3199	0.4949	0.7008	
Temperaturområde [°C]:	0-40	0-40	0-40	
Merknad:				
UTFØRELSE				
Borpunkt nr.:	1b	Dato:	22.08.2014	
		Assistent:	Ingen	
Filtertype:	Spaltefilter	Mettningsmedium:	Silikonfett/frostvæske	
Forankring:	Ja	Sondetemperatur start [°C]:	15.5	
Forboring [m]:	2	Sondetemperatur slutt [°C]:	7.6	
Sum boring [m]:	0	Kontroll skriver [m]:	13.88	
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	7.6	
Merknad:				
MÅLEVARIALE				
EGENSKAP	<b>SPISSMOTSTAND</b>	<b>SIDEFRIKSJON</b>	<b>PORETRYKK</b>	
Maksimal temperatureffekt [kPa]:	5.7907	0.0977	0.1384	
NULLPUNKTKONTROLL				
FAKTOR	<b>NA (q)</b>	<b>NB (f)</b>	<b>NC (u)</b>	
Før sondering:				
Etter sondering:				
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	0.0058	-0.3	7.8	
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE				
MÅLESTØRRELSE	<b>SPISSMOTSTAND</b>	<b>SIDEFRIKSJON</b>	<b>PORETRYKK</b>	
Samlet nøyaktighet, $\Delta_{TOT}$ [kPa]:	12.1656	0.4078	7.9603	
Tillatt nøyaktighet A1, $\Delta_x$ [kPa]:	35	5	10	
Tillatt nøyaktighet A2, $\Delta_x$ [kPa]:	100	15	25	
Tillatt nøyaktighet A3, $\Delta_x$ [kPa]:	200	25	50	
ANVENDELSESKLASSE:	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	
Vurdering profil:				
Oppdragsgiver: <b>Skaun kommune</b> Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet	Oppdrag: <b>Børsla friområde</b>			
Borpunkt nr.:	<b>1b</b>	Sonde:	<b>4353</b>	
	Dato:	<b>19.08.2014</b>	Tegnet:	<b>AHU</b>
	Oppdragsnr.:	<b>1350003373</b>	Bilag nr.:	<b>1</b>
			Kontrollert:	<b>KEG</b>

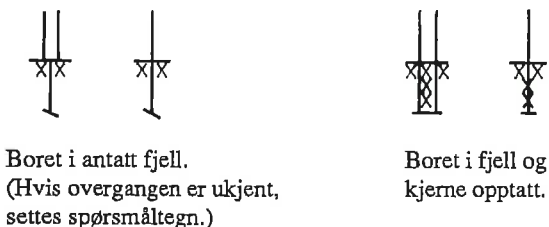
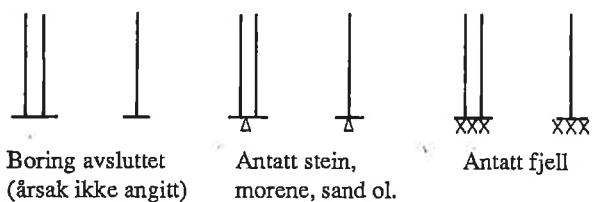
# DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	4353	Opplysning:	18-bit
SONDEDATA			
Arealforhold, a:	0.83	Arealforhold, b:	0.001
Kalibreringsdato:	16.09.2013	Utførende:	Geotech AB
<b>EGENSKAP (fra kalibreringsark)</b>	<b>SPISSMOTSTAND</b>	<b>SIDEFRIKSJON</b>	<b>PORETRYKK</b>
Maksimum spenning [MPa]	50	0.5	2
Måleområde [MPa]:	50	0.5	2
Opplysning 12-bit [kPa]:	-	-	-
Opplysning 18-bit [kPa]:	0.5749	0.0101	0.0219
Max. temp. effekt, ubelastet [kPa]:	29.3199	0.4949	0.7008
Temperaturområde [°C]:	0-40	0-40	0-40
Merknad:			
UTFØRELSE			
Borpunkt nr.:	3	Dato:	19.08.2014
		Assistent:	Ingen
Filtertype:	Spaltefilter	Mettningsmedium:	Silikonfett/frostvæske
Forankring:	Ja	Sondetemperatur start [°C]:	19.6
Forboring [m]:	2	Sondetemperatur slutt [°C]:	7.5
Sum boring [m]:	0	Kontroll skriver [m]:	27.07
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	13.8
Merknad:			
MÅLEVARIALE			
<b>EGENSKAP</b>	<b>SPISSMOTSTAND</b>	<b>SIDEFRIKSJON</b>	<b>PORETRYKK</b>
Maksimal temperatureffekt [kPa]:	8.8693	0.1497	0.2120
NULLPUNKTKONTROLL			
<b>FAKTOR</b>	<b>NA (q)</b>	<b>NB (f)</b>	<b>NC (u)</b>
Før sondering:			
Etter sondering:			
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	0.0057	-0.4	3.6
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
<b>MÅLESTØRRELSE</b>	<b>SPISSMOTSTAND</b>	<b>SIDEFRIKSJON</b>	<b>PORETRYKK</b>
Samlet nøyaktighet, $\Delta_{TOT}$ [kPa]:	15.1442	0.5598	3.8339
Tillatt nøyaktighet A1, $\Delta_x$ [kPa]:	35	5	10
Tillatt nøyaktighet A2, $\Delta_x$ [kPa]:	100	15	25
Tillatt nøyaktighet A3, $\Delta_x$ [kPa]:	200	25	50
<b>ANVENDELSESKLASSE:</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
Vurdering profil:			
Oppdragsgiver: <b>Skaun kommune</b> Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet	Oppdrag: <b>Børsa friområde</b>		
Borpunkt nr.:	<b>3</b>	Sonde:	<b>4353</b>
	Dato: <b>19.08.2014</b>	Tegnet: <b>AHU</b>	Kontrollert: <b>KEG</b>
	Oppdragsnr.: <b>1350003373</b>	Bilag nr.: <b>2</b>	

## MARKUNDERSØKELSER

Sonderinger utføres for å få en orientering om grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt fjell eller annen fast grunn.

Avslutning av boring (gjelder alle sonderingstyper).

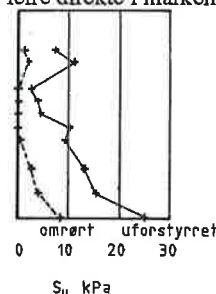


**Fjellkontrollboring**  
utføres med 32 mm stenger med muffeskjøter og hardmetallkroner nederst. Boret drives av en tung trykkluftdrevet borhammer under spyling med vann av høyt trykk. Når fjell er nådd, bores noe ned i fjellet, vanligvis ca. 3 meter, under registrering av borsynk for sikker påvisning.

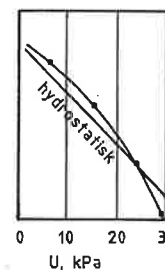
**Prøvetaking**  
utføres for undersøkelse i laboratoriet av grunnens geotekniske egenskaper. **Uforstyrrede prøver** tas opp med NGI's 54 mm stempelprøvetaker. Prøvene skjæres ut med tynnveggede stålsylindere med innvendig diameter 54 mm og lengde 80 cm (evt. 40 cm). Prøvene forsegles i begge ender for å hindre uttørking før de åpnes i laboratoriet.

**Representative prøver** tas med forskjellige typer støtbor- og ram-prøvetaker, ved sandpumpe i nedspylte eller nedrammede foringsrør, av oppspylt materiale ved nedspyling av foringsrør og ved skovlboring i de øvre lag. Slike prøver tas hvor grunnene ikke egner seg for vanlig sylindrerprøvetaker og hvor slike prøver tilfredsstillende formålet.

**Vingeboring**  
bestemmer udrenert skjærstyrke ( $s_u$ ) av leire direkte i marken (in situ). Måling utføres ved at et vingekors, som er presset ned i grunnen, dreies rundt med bestemt jevn hastighet til brudd i leira. Maksimalt dreiemoment gir grunnlag for å beregne leiras udrenerte skjærstyrke, som også måles i omrørt tilstand etter brudd.

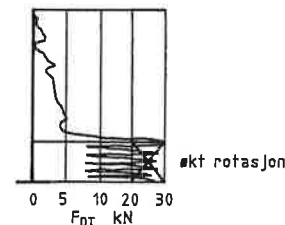


**Porevanntrykket**  
i grunnen måles med et piezometer. Dette består av et sylindrisk filter av sintret bronse som trykkes eller rammes ned til ønsket dybde ved hjelp av rør. Vanntrykket ved filteret registreres enten **hydraulisk** som stighøyden i en plastslange inne i røret (ved overtrykk påsettes manometer over terreng) eller **elektronisk** ved hjelp av en direkte trykkmåler innenfor filteret.

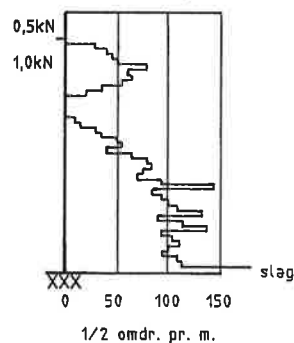


**Grunnvannstanden** observeres vanligvis direkte ved vannstand i borhullet.

**Dreietrykksondering**  
utføres med 36 mm glatte skjøtbare stålstenger påsatt en normert spiss. Borstangen trykkes ned med konstant hastighet 3 m/min. og konstant rotasjon 25 omdr./min. Sonderingsmotstanden registreres som den til en hver tid nødvendige nedpressningskraft for å holde normert nedtrengnings-hastighet. Når motstanden øker slik at normert nedtrengnings-hastighet ikke kan opprettholdes, økes rotasjonshastigheten. Dette anføres i diagrammet.



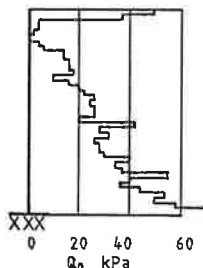
**Dreiesondering**  
utføres med 22 mm stålstenger med glatte skjøter påsatt en 200 mm lang spiss av firkantstål som er tilspisset i enden og vridd en omdreining. Boret belastes med inntil 1 kN og hvis det ikke synker for denne last, dreies det ned med motor eller for hånd. Antall halve omdreining pr. 20 cm synkning noteres. Ved opptegninger vises antall halve omdreining pr. meter synkning grafisk med dybden i borhullet og belastningen angis til venstre for borhullet.



**Totalsondering**  
kombinerer dreietrykksondering og fjellkontrollboring. Det brukes hydraulisk drevet borrhigg. Boring gjennom stein og blokk og ned i berg utføres ved slag og spyling.

Boredata (nedpressingskraft, synkhastighet, spyletrykk etc.) måles ved elektriske givere og overføres automatisk til en elektronisk registreringsenhet (Geoprinter). Resultatene tegnes opp vha. EDB.

**Ramsondering**  
utføres med 32 mm stålstenger med glatte skjøter og en normert spiss. Boret rammes ned i grunnen av et fall-lodd med vekt 0,635 kN og konstant fallhøyde 0,6 m. Motstanden mot nedramming registreres ved antall slag pr. 20 cm synkning.



Rammemotstanden:

$$Q_0 = \frac{\text{Loddvækt} \times \text{fallhøyde}}{\text{synkning pr. slag}} \text{ (kNm/m)}$$

angis i diagram som funksjon av dybden.

**LABORATORIEUNDERSØKELSER**

Ved åpning av prøven beskrives og klassifiseres jordarten. Videre kan bestemmes:

Romvekt

( $\gamma$  i  $\text{kN/m}^3$ ) for hel sylinder og utskåret del.

Vanninnhold

( $w$  i %) angitt i prosent av tørrvekt etter tørking ved  $110^\circ\text{C}$ .

Flytegrense

( $w_L$  i %) og utullingsgrense ( $w_P$  i %) som angir henholdsvis høyeste og laveste vanninnhold for plastisk (formbart) område av leirmateriale. Differansen  $w_L - w_P$  benevnes plastisitetsindeks. Er det naturlige vanninnhold over flytegrensen, blir materialet flytende ved omrøring.

Udrenert skjærstyrke

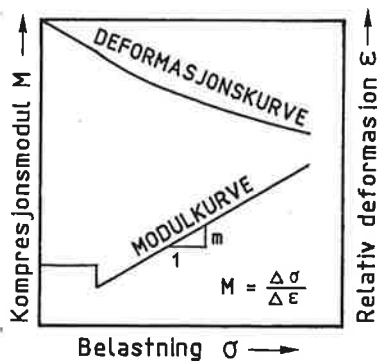
( $s_u$  i  $\text{kN/m}^2$ ) av leire ved hurtige enaksiale trykkforsøk på uforstyrrede prøver med tverrsnitt  $3,6 \times 3,6 \text{ cm}^2$  (evt. hel prøve) og høyde 10 cm. Skjærstyrken settes lik halve trykkfastheten. Dessuten måles skjærstyrken i uforstyrret og omrørt tilstand ved konusforsøk, hvor nedsynkningen av en konus med bestemt form og vekt registreres og skjærstyrken tas ut av en kalibreringstabell. Penetrometer, som også er en indirekte metode basert på innsynkning, brukes særlig på fast leire.

Sensitiviteten ( $S_t$ )

er forholdet mellom udrenert skjærstyrke av uforstyrret og omrørt materiale, bestemt på grunnlag av konusforsøk i laboratoriet. Med kvikkleire forstås en leire som i omrørt tilstand er flytende, omrørt skjærstyrke  $< 0,5 \text{ kN/m}^2$ .

Kompressibilitet

av en jordart ved ødometerforsøk. En prøve med tverrsnitt  $20 \text{ cm}^2$  og høyde 2 cm belastes trinnsvis i et belastningsapparat med observasjon av sammentrykningen for hvert trinn som funksjon av tiden. Resultatet tegnes opp i en deformasjons- og modulkurve og gir grunnlag for setningsberegning.



Humusinnhold

(relativt) ut fra fargeomslag i en natronlutopløsning.

En nøyaktigere metode er våt-oksidasjon med hydrogenperoksyd der humusinnholdet settes lik vekttapet (evt. glødetapet ved humusrike jordarter) og uttrykkes i vektprosent av tørt materiale.

Saltinnhold

( $\text{g/l}$  eller  $\text{o/oo}$ ) i porevannet ved titrering med sølvnitrat-oppløsning og kaliumkromat som indikator.

Kornfordeling

ved sikting av fraksjonene større enn  $0,06 \text{ mm}$ . For de finere partikler bestemmes den ekvivalente korndiameter ved hydrometeranalyse. En kjent mengde materialer slemmes opp i vann og romvekten av suspensjonen måles i en bestemt dybde som funksjon av tiden. Kornfordelingen kan så beregnes ut fra Stoke's lov om kulers sedimentasjonshastighet.

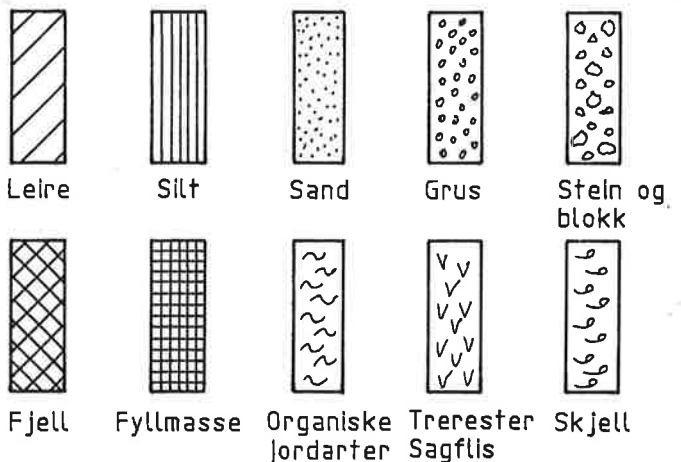
Fraksj.betegn.	Leir	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørr. mm	$< 0,002$	$0,002 - 0,06$	$0,06 - 2$	$2 - 60$	$60 - 600$	$> 600$

Jordarten

benevnes i henhold til korngraderingen med substantiv for den dominerende, og adjektiv for medvirkende fraksjon. Jordarten angis som leire når leirinnholdet er over 15%. Morene er en usortert breavsetning som kan inneholde alle kornstørrelser fra leir til blokk.

Organiske jordarter

klassifiseres etter opprinnelse og omdanningsgrad (torv, gytje, dy, matjord).



Anmerking

- Leire: T = tørrskorpe  
R = resedimenterte masser  
K = kvikkleire
- Ved blandingsjordarter kombineres signaturene.
- Morene vises med skyggelegging.
- For konkresjoner kan bokstavsymboler settes inn i materialsignaturen:  
Ca. = kalkkonkresjoner  
Fe = jernkonkresjoner  
AH = aurlulle



**SPESEIELLE UNDERSØKELSER**

SPESEIELLE MARKUNDERSØKELSER

Feltkompressometer

benyttes for undersøkelse av grunnens kompressibilitet direkte i marken. I prinsippet består utstyret av en skrueplate med diameter 16 cm som kan skrues ned til ønsket dybde.

For hver valgt dybde utføres et belastningsforsøk ved hjelp av en jekk og sammenhengingen mellom belastning og setning registreres.

Resultatene fremstilles som deformasjonskurver og derav kan beregnes modultall (m) som uttrykk for grunnens kompressibilitet og benyttes ved setningsberegning.

Permeabilitetsmåling

in situ utføres ved infiltrasjonsforsøk eller prøvepumping. Infiltrasjonsforsøk kan for eksempel utføres ved hjelp av et piezometer som fylles opp med vann og synkehastigheten måles. Ved prøvepumping må vannstanden observeres i flere punkter i forskjellig avstand.

Korrosjonssondering

utføres med en sonde av stål med isolert magnesiumspiss (NGI's type). Strømstyrke og motstand måles i forskjellige dybder i grunnen og derav kan beregnes en relativ depolarisasjonsgrad samt grunnens spesifikke motstand. Ut fra dette kan korrosjonshastigheten for stål vurderes.

Feltkontroll av komprimeringsgrad

Komprimeringsgraden for oppfylt materiale er forholdet mellom oppnådde tørr-romvekt  $\gamma_d$  ved feltkomprimering og maksimal tørr-romvekt  $\gamma_{d\max}$  bestemt ut fra standardiserte komprimeringsforsøk i laboratoriet.

- Sandvolummeter- og vannvolummetermetoden.

I felten bestemmes  $\gamma_d$  ved å måle volumet av en utgravd prøve og å veie det utgravde materiale i fuktig og tørr tilstand. Volumet av prøven bestemmes ved å fylle det utgravde hull med en tørr sand med kjent romvekt, eller ved å forsegle hullet og fylle det opp med vann. Ut fra kjente data kan således vanninnhold og tørr-romvekt av det utgravde materialet bestemmes. Denne metode kan benyttes i relativt finkornig og ensgradert materiale.

- Platebelastningsforsøk.

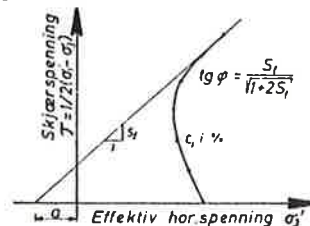
I grov og samfengt masse (grov grus, finsprengt stein o.lign.) gir sandvolummeter og vannvolummetermetoden utilfredsstillende nøyaktighet, og komprimeringen av slikt materiale undersøkes ved å bestemme oppfyllingens elastisitetsmodul ut fra platebelastningsforsøk.

En sirkulær plate med  $\varnothing = 30$  cm plasseres på den komprimerte grunnen og belastes trinnvis samtidig som nedbøyning av platen måles med spesielt måleutstyr. Samhørende verdier for belastning og nedbøyning av platen måles med spesielt måleutstyr. Samhørende verdier for belastning og nedbøyning avsettes i diagram og elastisitetsmodulen E beregnes. Den målte elastisitetsmodul sammenholdes med oppsatte krav til elastisitetsmodul ut fra aktuelle belastningsforhold, og forholdet mellom disse verdier betegnes komprimeringsgrad.

SPESEIELLE LABORATORIEUNDERSØKELSER

Skjærstyrkeparametrene.

friksjonsvinkel ( $\phi$ ) og attraksjon (a i  $kN/m^2$ , evt. kohesjon  $c = a \cdot \tan \phi$ ) bestemmes ved triaksialforsøk på små prøver i laboratoriet. En sylindrisk prøve konsolideres for et allsidig trykk og vertikalbelastningen økes deretter til brudd. Under forsøket måles poretrykk, slik at effektive spenninger kan beregnes (totaltrykk minus poretrykk).



Forsøket fremstilles oftest som en vektor i et hovedspenningsdiagram.

Permeabilitetskoeffisienten

(k i cm/s) er strømningshastigheten for vann gjennom materialet ved en hydraulisk gradient lik 1,0. I laboratoriet måles permeabiliteten ved direkte vanngjennomgangsforsøk på små prøver for konstant eller fallende potensial. Dette kan gjøres i triaksialapparat for finkornige prøver eller i større apparatur for mer grovkornige prøver.

Maksimal tørr-romvekt og optimalt vanninnhold etter Proctor-metoden.

Ved komprimering av jordartsmateriale oppnåes tettete lagring av mineralkomene, dvs. høyest tørr-romvekt, når vanninnholdet i materialet har en bestemt verdi under komprimeringsarbeidet. Materialets egenskaper som stabilitet øker, og kompressibiliteten avtar med økende lagringstetthet.

I laboratoriet bestemmes det optimale vanninnholdet ved å komprimere prøver av materialet med varierende vanninnhold etter en standardisert forskrift, Proctormetoden. De samhørende verdier for prøvens vanninnhold og tørr-romvekt beregnes og plottes i et diagram med tørr-romvekt som funksjon av vanninnholdet. Den høyest oppnådde tørr-romvekt betegnes som  $\gamma_{d\max}$  og det tilhørende vanninnhold  $W_{opt}$ .

CBR-forsøk.

For materialer som inngår i veg- og eller flyplassoverbygning, eller trafikkbelastet grunn forøvrig, kan dimensjonerende bæreevne semiempirisk bestemmes ut fra belastningsforsøk etter CBR-metoden (California Bearing Ratio).

Materialet som skal undersøkes komprimeres lagvis ved optimalt vanninnhold i en sylinder med volum ca. 2,3 l. Komprimeringsarbeidet tilsvarer Modifisert Proctor. Deretter settes sylindren med prøve i vannbad i 96 timer for fullstendig vannmetning. Etter vannmetning påføres prøven belastning ved at et stempel med areal 3 inch<sup>2</sup> med konstant bevegelsehastighet = 0,05 inch pr. min. presses ned i denne. Rundt stempelet på prøvens overflate er prøven belastet med blyringer med vekt som tilsvarer vekten av evt. overbygning. Stempelkraften ved 0,1" og 0,2" inntrykking av stempelet registreres og sammenlignes med verdier for tilsvarende inntrykking på et referansemateriale. Forholdet mellom den avleste kraft og referansekraften beregnes i prosent og betegnes CBR-verdi. Dersom CBR-verdien ved 0,2" er høyere enn ved 0,1" stempelinntrykking kan denne verdien rapporteres som materialets CBR-verdi hvis dette forhold bekreftes ut fra forsøk på 2 prøver.