



**DATARAPPORT FRA  
GRUNNUNDERSØKELSE**

**Stjørdal kommune**

**Lånke bosenter**

Oppdrag nr: 6090115

Rapport nr. 1

**Dato: 28.3.2009**

FORELØPIG



Fylke Nord-Trøndelag	Kommune Stjørdal	Sted Lånke	UTM 05957 70365
Byggherre Stjørdal kommune			
Oppdragsgiver Stjørdal kommune			
Oppdrag formidlet av Bjørn Bremseth			
Oppdragsreferanse Oppdragsbekreftelse av 13.02.2009			
Antall sider 5	Tegn.nr 101-111	Bilag.nr. -	Antall tillegg 3

Prosjekt-tittel

## Lånke bosenter, nybygg Stjørdal kommune

Rapport-tittel

## Grunnundersøkelser Datarapport

Oppdrag nr: 6090115	Rapport nr: 1	Rev: 00	Dato: 28.04.2009	Kontr:
Oppdragsleder: Kåre Eggereide		Utarbeidet av: Øyvind Bredvold		
<p><b>SAMMENDRAG</b></p> <p>Rapporten inneholder resultater av grunnundersøkelser utført 25.03 - 30.03.2009 for oppføring av nytt tillbygg på Lånke bosenter på Stjørdal og vurdering av tilstøtende kvikkleiresone. Det er utført dreietrykk- og totalsondering i 10 punkt, trykksondering, CPTU, i 5 punkt. Det er i tillegg tatt opp 17 stk. uforstyrrede prøver og 2 representative prøver i 3 av punktene.</p> <p>Terrenget på utbygningsområdet er relativt flatt og ligger på ca. kote + 12. Fra utbygningsområdet ned til elva Fugla er det opptil 9 meter høydeforskjell.</p> <p>Generelt består løsmassene i området av marin leire. Øverst består løsmassene av fast tørrskorpeleire i 1-2 meters mektighet. Videre med dybden består løsmassene av bløt til middels fast leire ned til avsluttet sondering.</p> <p>Bortsett fra punkt 3 er det påtruffet kvikkleirelag på vestre del av området mot Fugla. Antatt fjell er påtruffet ved varierende dybde 7-30 meter i punkt 4, 6-8 og 10.</p>				



## INNHOOLD

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

## TEGNINGER

Tegn. nr.	Rev. nr.	Tittel	Målestokk
101		OVERSIKTSKART	1 : 50 000
102		SITUASJONSPLAN	1 : 1 000
103		DREIETRYKKSONDERING	1 : 200
104		DREIETRYKK- OG TOTALSONDERING	1 : 200
105		DREIETRYKKSONDERING	1 : 200
106		TRYKKSONDERING, CPTU 1 OG 3	1 : 200
107		TRYKKSONDERING, CPTU 7 OG 8	1 : 200
108		TRYKKSONDERING, CPTU 10	1 : 200
109		BORPROFIL PKT. 2	
110		BORPROFIL PKT. 7	
111		BORPROFIL PKT. 8	
112		ØDOMETERFORSØK PKT. 2, DYBDE 2.50 M	
113		ØDOMETERFORSØK PKT. 8, DYBDE 3.45 M	
114		TREKSIALFORSØK PKT. 7, DYBDE 6.45 M	
115		TREKSIALFORSØK PKT. 7, DYBDE 6.55 M	

## TILLEGG

- I MARKUNDERSØKELSER
- II LABORATORIEUNDERSØKELSER
- III SPESIELLE UNDERSØKELSER



## **1 INNLEDNING**

### **1.1 Prosjekt**

Stjørdal kommune planlegger nytt tillbygg ved sitt bosenter på Lånke på Stjørdal. Kart fra NVE viser at utbyggingen ligger innenfor kvikkleiresone 612 Hell. Sonen har laveste faregrad og risikoklasse 3. En utbygning av bosenteret havner i tiltaksklasse K3 og stabiliteten i sonen må kontrolleres etter NVEs retningslinjer (Retningslinjer for planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag, NVE Rapport 1/2008).

### **1.2 Oppdrag**

Rambøll Norge AS er engasjert for å utføre grunnundersøkelser for prosjektet og geotekniske vurderinger av stabilitet av området og fundamentering for bygget.

### **1.3 Innhold**

Rapporten er en ren datarapport og inneholder resultater av de utførte grunnundersøkelsene.

Geotekniske vurderinger gis i egne notat/rapporter.

## **2 UNDERSØKELSER**

### **2.1 Feltundersøkelser**

Feltarbeidet er utført 25.03 - 30.03.2009. Følgende feltundersøkelser ble utført:

- 9 dreietrykksonderinger, inntil 16 meters dybde og/eller antatt fjell.
- 1 totalsondering til antatt fjell.
- 5 trykksonderinger (CPTU), inntil 16 meters dybde.
- 3 prøveserie, prøvetaking inntil 12 meters dybde.

Borpunktene plassering framgår av situasjonsplanen, tegning 102. Utførte borer har nummer 1-10.

Utførelse av feltundersøkelser er nærmere beskrevet i tillegg I bak i rapporten.

### **2.2 Oppmåling**

Borpunktene er satt ut av Rambøll Norge AS og senere innmålt av Stjørdal kommune etter at feltundersøkelsene er utført. Målingene er utført med GPS og koordinatene er gitt i koordinatsystem NGO og Euref sone 32, se tabell 1.



Tabell 1 - Koordinatliste

Punkt	Nord	Øst	Høyde
1	7036533.0	595707.9	11.6
2	7036544.7	595685.5	10.1
3	7036580.2	595629.8	3.1
4	7036556.8	595746.4	12.7
5	7036412.9	595867.6	9.9
6	7036447.1	595738.1	14.8
7	7036489.7	595663.8	11.3
8	7036529.2	595600.5	6.4
9	7036383.4	595707.0	9.3
10	7036452.7	595551.5	7.1

### 2.3 Laboratorieundersøkelser

Det er tatt opp 17 stk. uforstyrrede Ø54 mm sylinderprøver og 2 representative prøver fra 3 punkt. Prøvene er åpnet og undersøkt ved Rambølls laboratorier i Trondheim.

Prøvene er klassifisert, og det er utført rutinemessig undersøkelse av vanninnhold og tyngdetetthet. Det er videre målt udrenert skjærstyrke,  $s_{ur}$ , ved konusforsøk og enaksiale trykkforsøk. Det er i tillegg utført bestemmelse av konsitensgrenser på 1 prøve.

Utførelse og resultatpresentasjon av laboratorieundersøkelser er nærmere beskrevet i tillegg II bak i rapporten.

Av spesielle undersøkelser er det utført ødometerforsøk på 2 prøver for bestemmelse av deformasjonsegenskapene for leira og 2 treaksialforsøk for vurdering av udrenert og effektiv skjærstyrke.

Utførelse og resultatpresentasjon er nærmere beskrevet i tillegg III.

### 2.4 Resultater

Plassering av borepunkter og boredybder er vist på situasjonsplanen i tegning 102. Resultater av dreietrykksonderinger, totalsondering og trykksonderinger er framstilt grafisk som enkeltboringer og profiler på tegning 103-108.

Resultater fra laboratorieundersøkelsene er vist i borprofil på tegning 109-111.

Resultatene fra ødometer- og treaksialforsøkene er vist på tegning 112-115.

## 3 GRUNNFORHOLD

### 3.1 Terreng

Utbyggingsområdet ligger ved dagens bosenter på Lånke på Stjørdal. Terrenget på tomta er relativt flatt og ligger på ca. kote + 12. Fra utbyggingsområdet ned mot elva Fugla, i retning vest, er det ca. 9 meter høydeforskjell.

### **3.2 Løsmasser**

#### Generelt

Generelt er det antatt at løsmassene i området består av marin leire. Øverst er det påvist et lag bestående av fast tørrskorpeleire i 1-2 meters mektighet. Videre med dybden er sonderingsmotstanden relativ lav. Generelt viser analysene av prøvene at løsmassene består av bløt til middels fast leire, stedvis med enkelte tynne siltlag og små gruskorn, ned til avsluttet prøvetaking.

Laboratorieresultatene viser tyngdetetthet på ca. 19-21 kN/m<sup>3</sup> på løsmassene. Vanninnholdet på de opptatte prøvene varierer fra ca. 22-40%. Konstistensgrenseforsøkene viser at leiren er middels plastisk,  $I_p=10\%$ .

#### Kvikke og sensitive masser

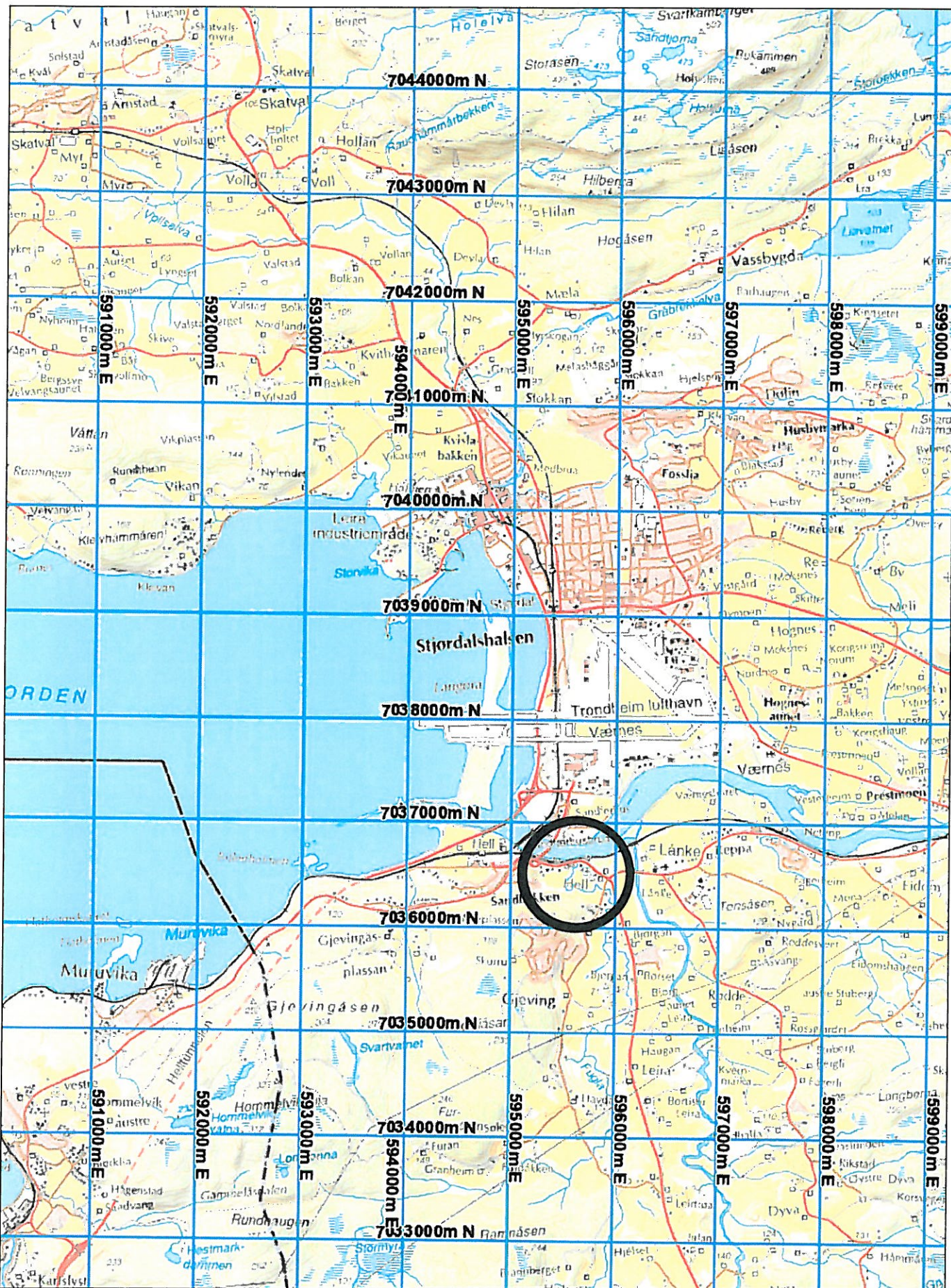
Det er i vest, med unntak av pkt. 3, påtruffet kvikke og/eller sensitive masser ved ca. kote +10 - +7 ved bosenteret (skråningstopp). Langs elva Fugla (skråningsfot) er de sensitive/kvikke massene påtruffet ved kote +3 - +0.

### **3.3 Fjell**

Sonderingene i pkt. 4, 6-8 og 10 er avsluttet mot fast grunn og/eller antatt fjell ved dybde 7-30 meter. Sonderingene i pkt. 1-3, 5 og 10 er avsluttet inntil 16 meters dybde, uten at fjellet eller fast grunn er påtruffet.

### **3.4 Grunnvann**

Det er ikke foretatt måling av poretrykk, eller grunnvannstand i området. Normalt står grunnvannstanden i overgangen mellom opprinnelig tørrskorpe og underliggende leire. Ved elva i foten av skråningen er grunnvannstanden antatt i terrengnivå.



0	16.04.2009		OBD	KE	
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontf	Godkj

Oppdrag nr. 6090086 Målestokk: 1:50 000 Status: Datarapport

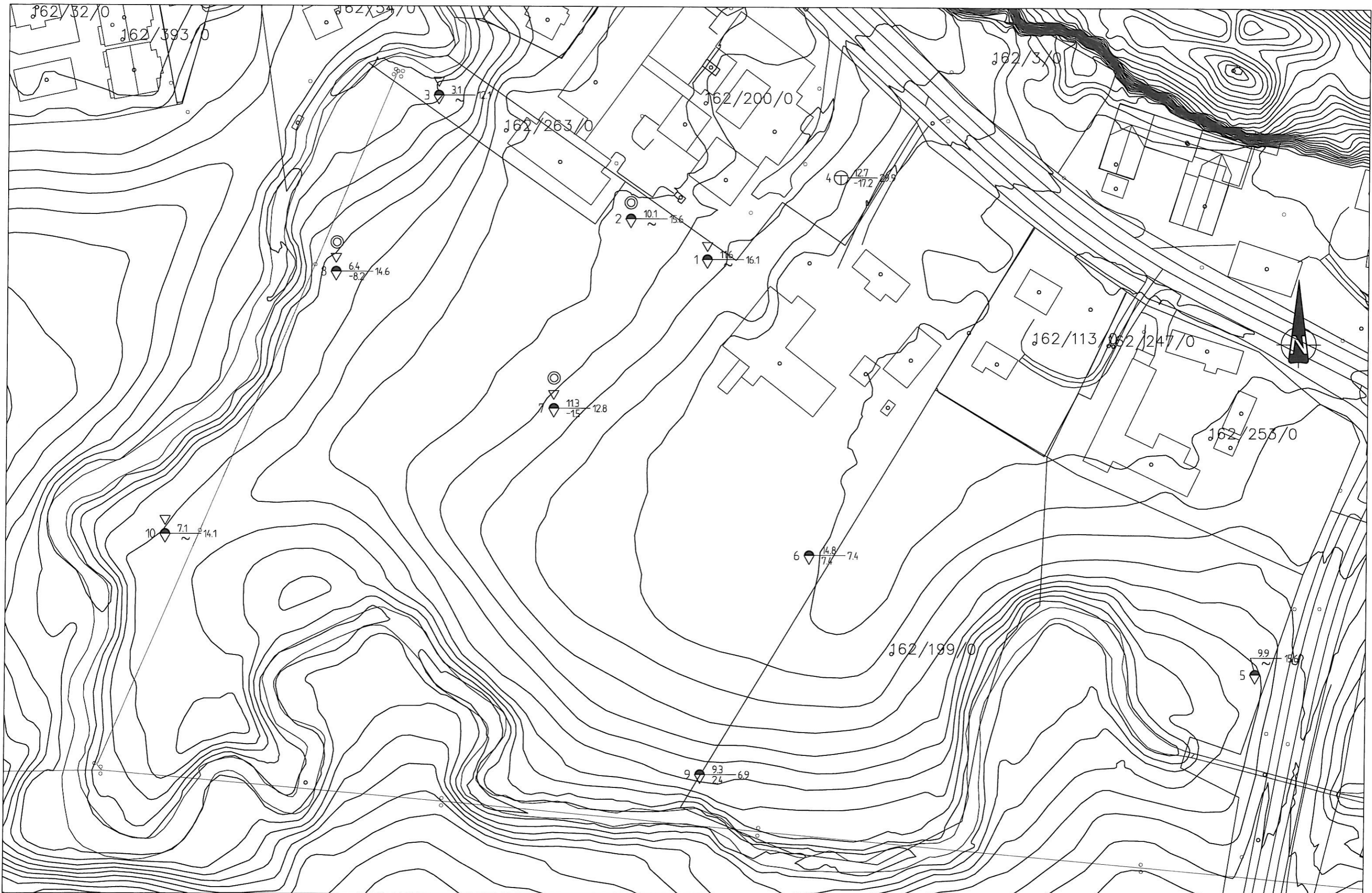
Lånke bosenter, nybygg  
Stjørdal kommune

Oversiktskart  
UTM-ref: 05957 70365

**RAMBOLL**

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

Tegning nr. Rev.  
101 0



00	20.04.2009				
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS		Datarapport			



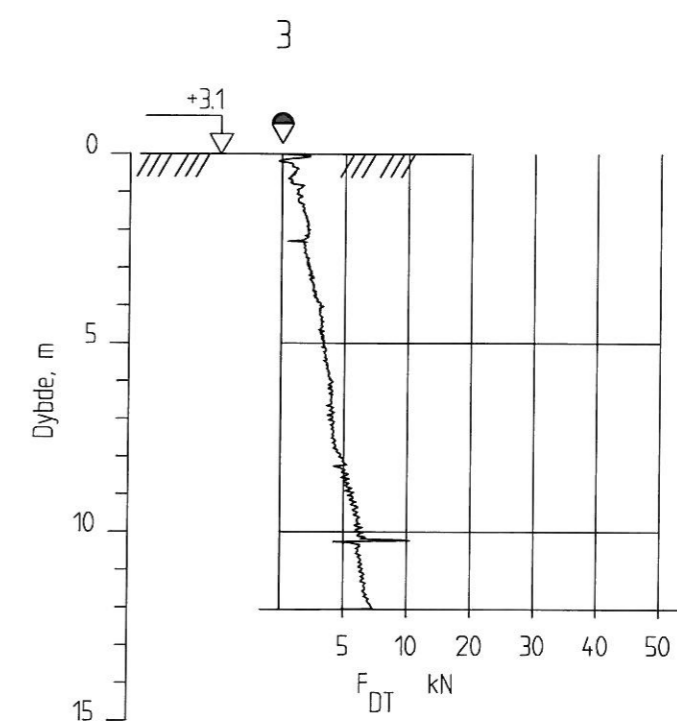
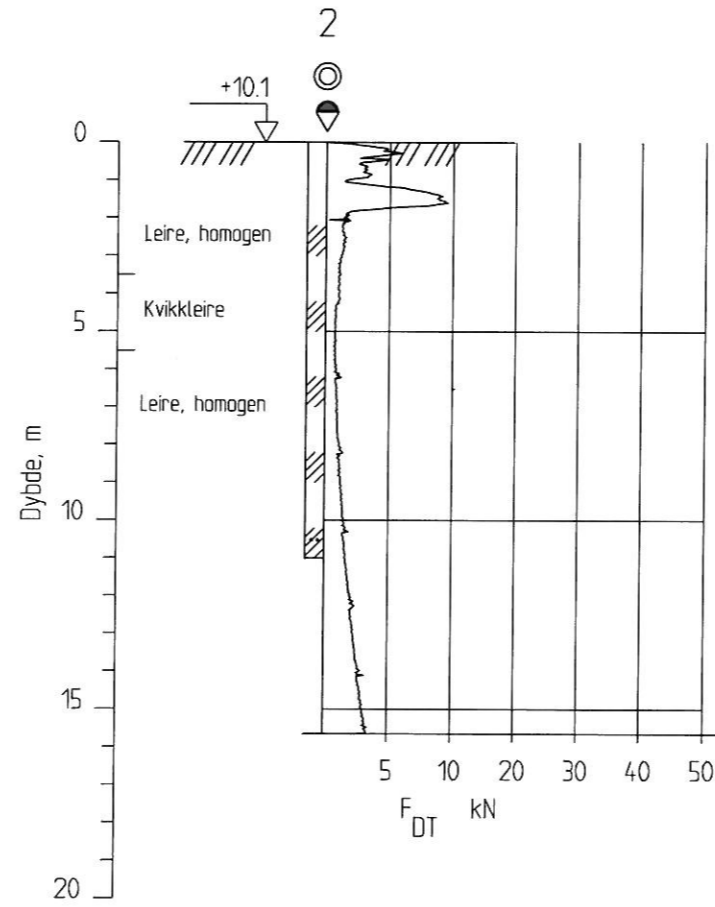
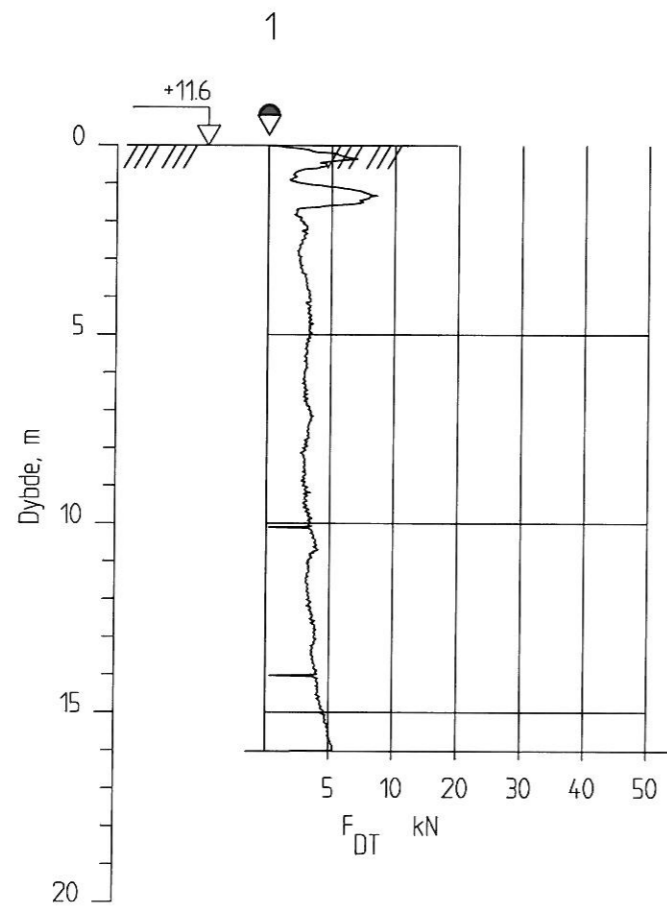
Rambøll Norge AS - Region Midt-Norge  
P.B. 7493 Mellomila 79, N-7018 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

OPPDAG	Lånke bosenter, nybygg
OPPDAGSGIVER	Stjørdal kommune

INNHOOLD	Situasjonsplan
	◆ Dreietrykksondring
	⊕ Totalsondring
	▽ Trykksondring (CPTU)
	© Prøvetaking

OPPDAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
6090115	1:1000	01	01
TEGNING NR.		REV.	
102		0	





00	31.03.2009		OBD		
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS		Datarapport			

**RAMBOLL**

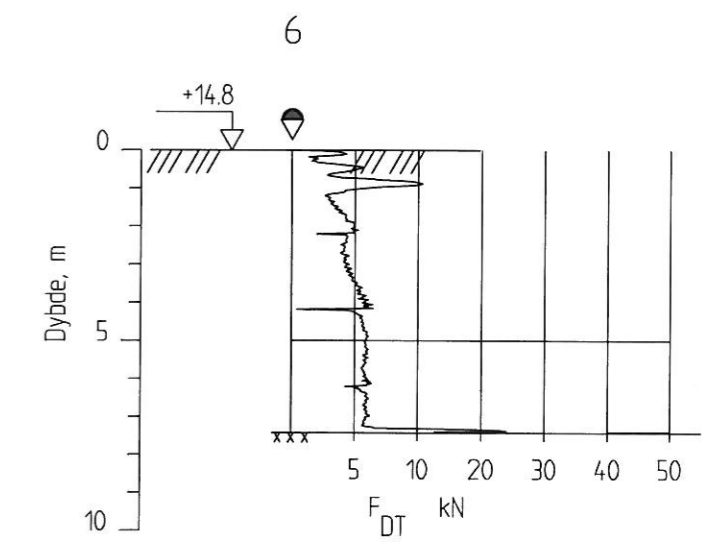
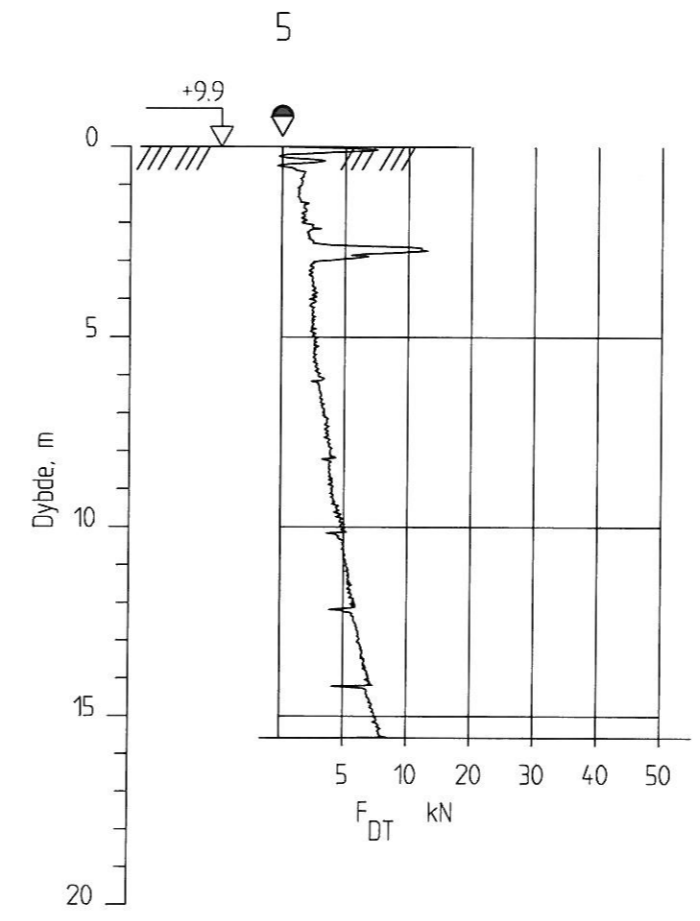
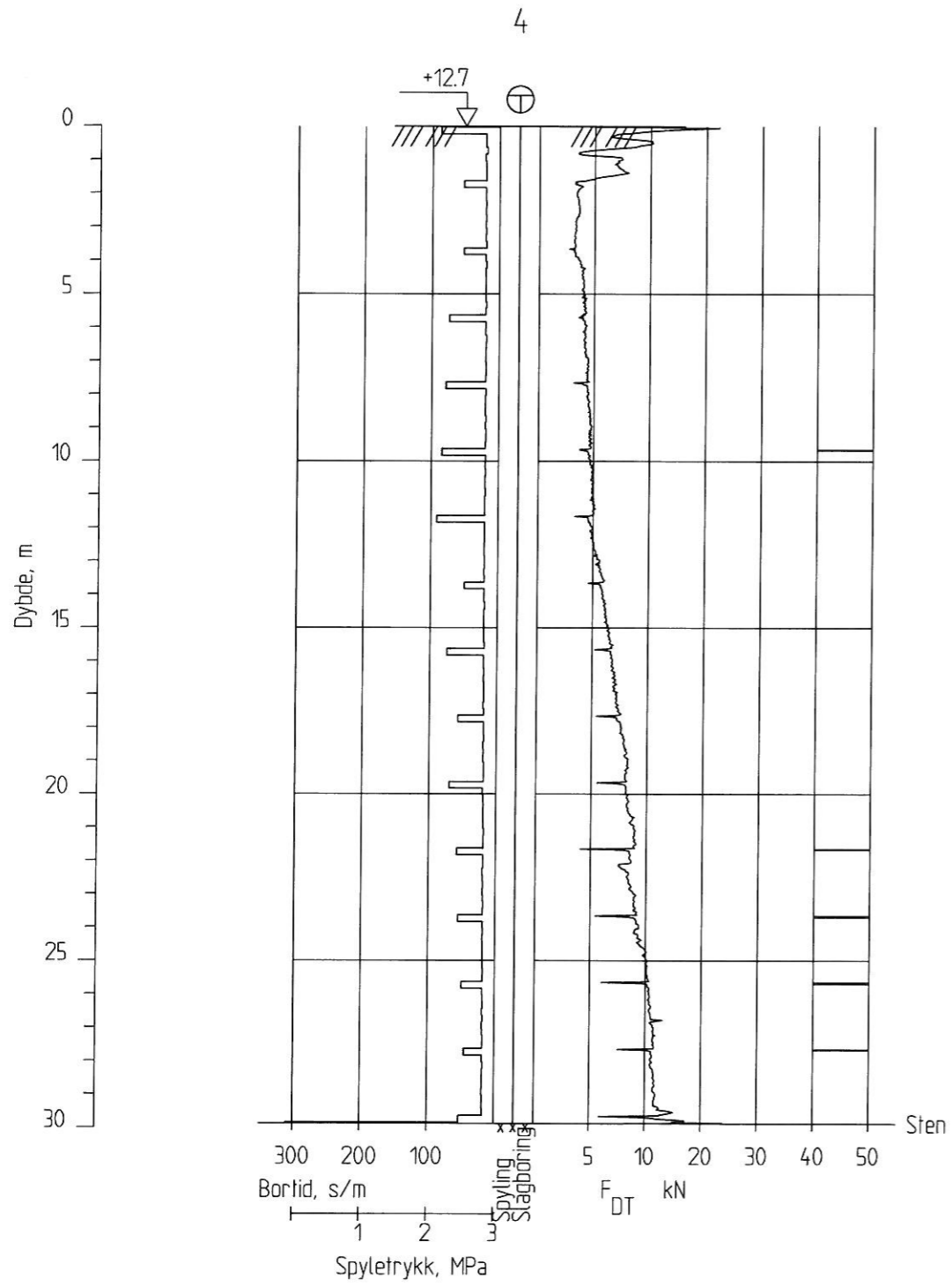
Rambøll Norge AS - Region Midt-Norge  
P.B. 7493 Mellomila 79, N-7018 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

OPPDRAG  
**Lånke bosenter, nybygg**

OPPDRAGSGIVER  
**Stjørdal kommune**

INNHOOLD  
Boreresultater  
♦ Dreietrykksondering  
© Prøvetaking

OPPDRAG NR. 6090115	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 103			REV. 0



00	31.03.2009		OBD		
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS		Datarapport			

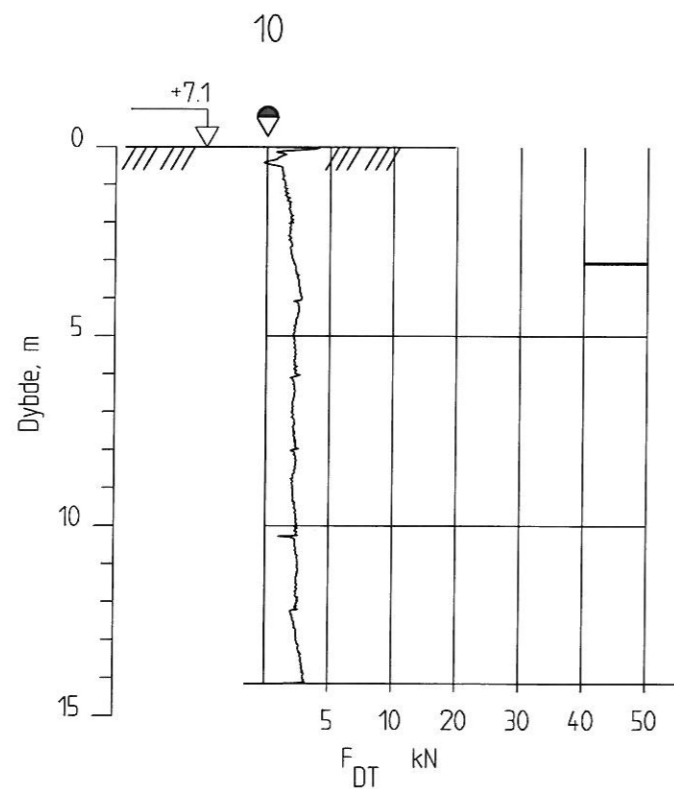
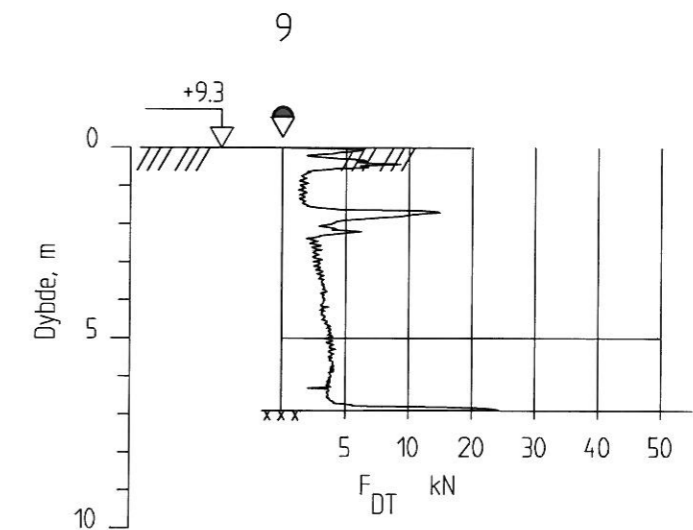
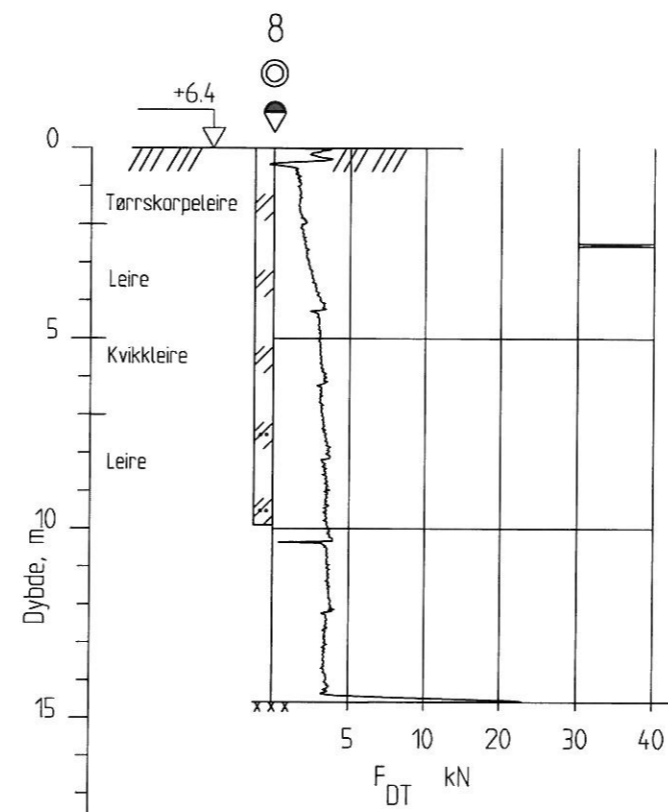
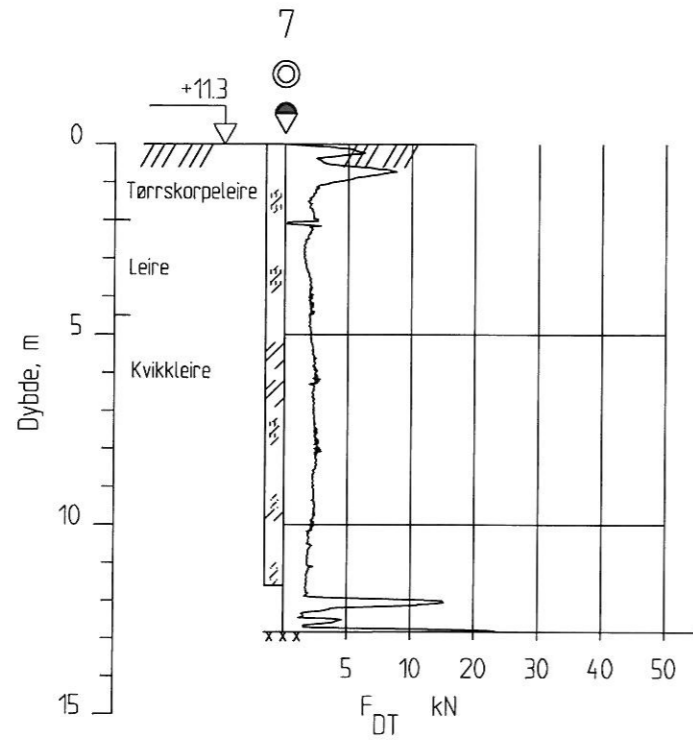


Rambøll Norge AS - Region Midt-Norge  
P.B. 7493 Mellomila 79, N-7018 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

OPPDAG	Lånke bosenter, nybygg
OPPDAGSGIVER	Stjørdal kommune

INNHOOLD	Borerresultater
	⊕ Totalsondering
	⦿ Dreietrykksondering

OPPDAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
6090115	1:200	01	01
TEGNING NR.		REV.	
104		0	



00	31.03.2009		OB	KE	
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS		Datarapport			

**RAMBOLL**

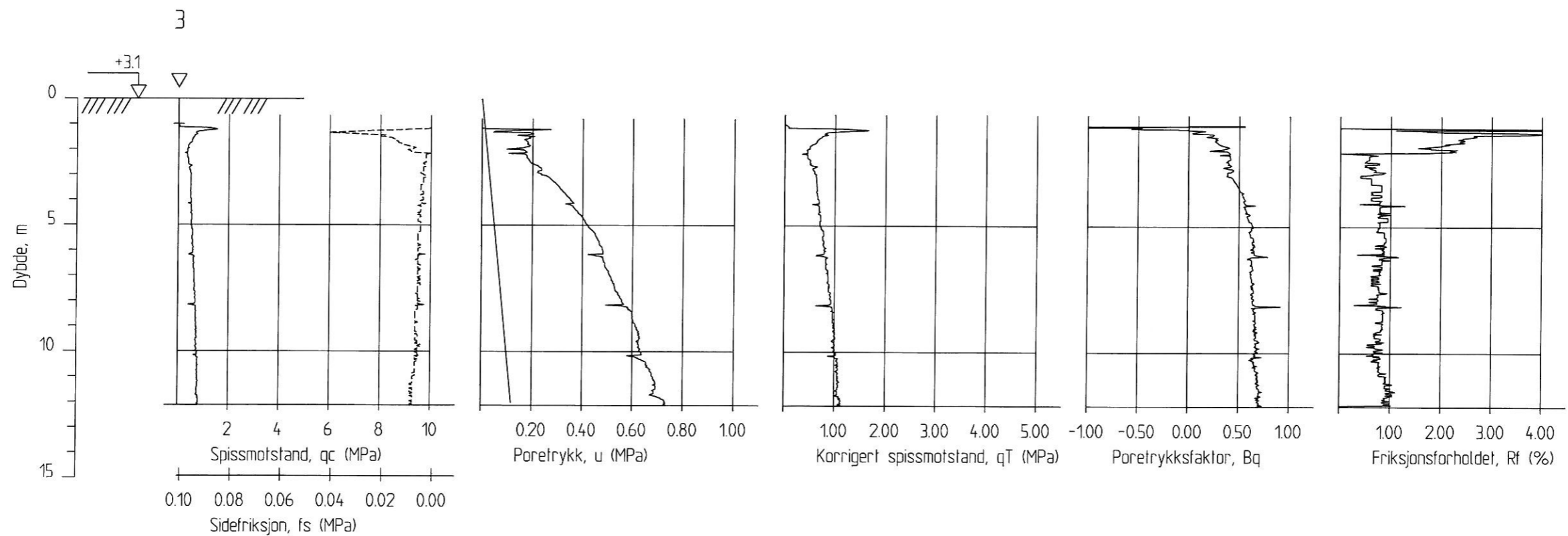
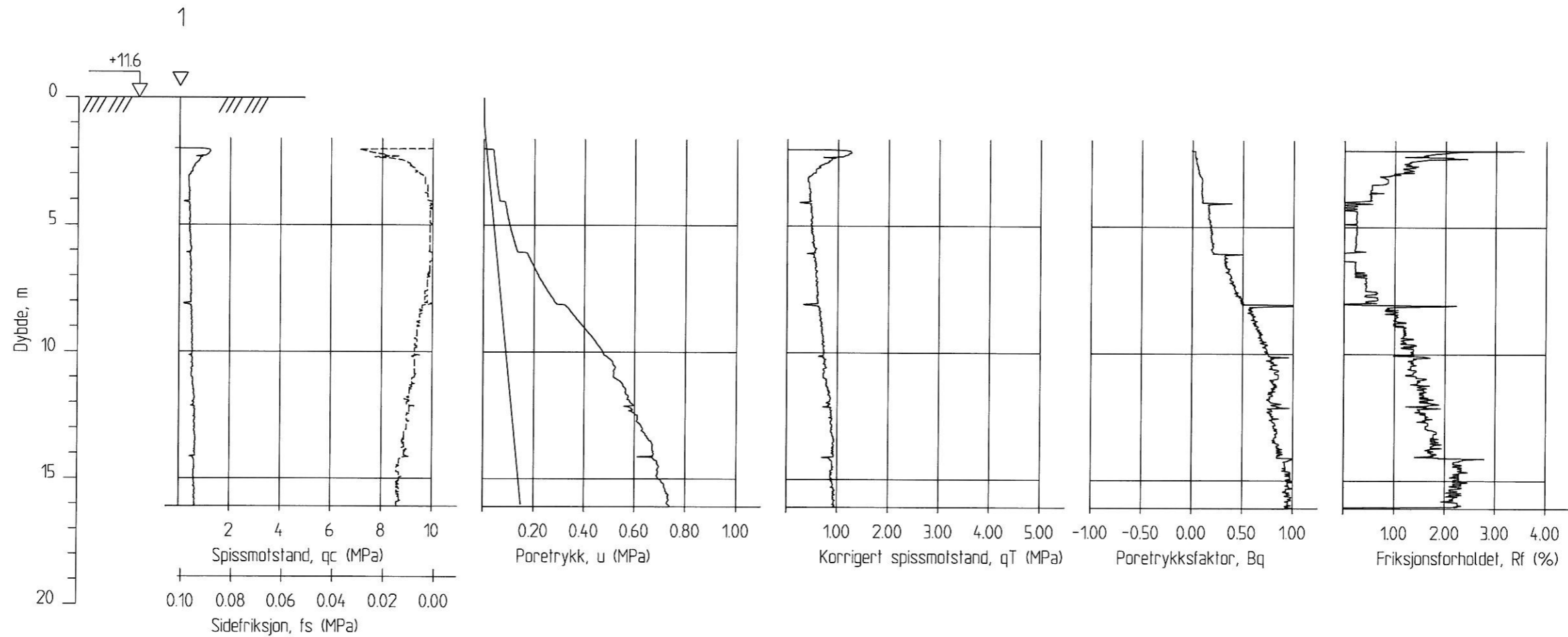
Ramboll Norge AS - Region Midt-Norge  
P.B. 7493 Mellomila 79, N-7018 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

OPPDRAG  
**Lånke bosenter, nybygg**

OPPDRAGSGIVER  
**Stjørdal kommune**

INNHOOLD  
Boreresultater  
♦ Dreietrykkssondering  
© Prøvetaking

OPPDRAG NR. 6090115	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 105			REV. 0



00	28.3.2008		KEg/
REV.	DATO	ENDRING	TEGN KONTR GODKJ
TEGNINGSSTATUS		Datarapport	

**RAMBOLL**

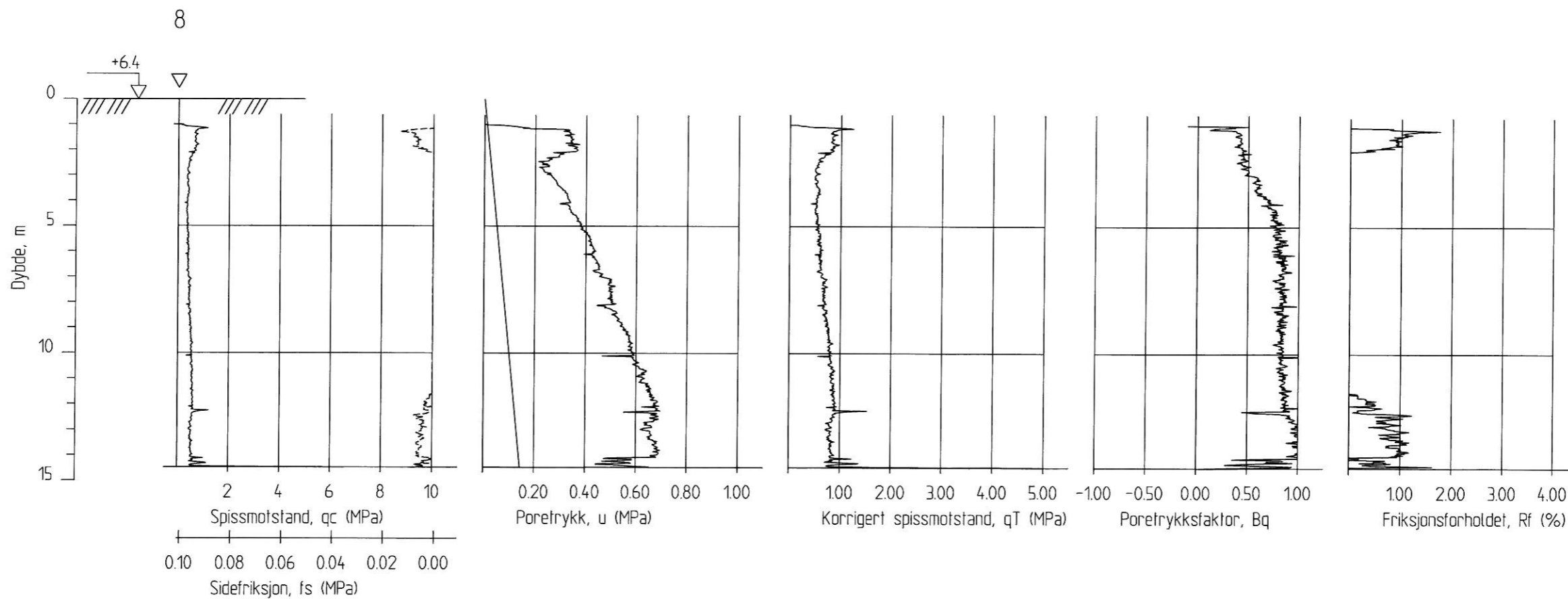
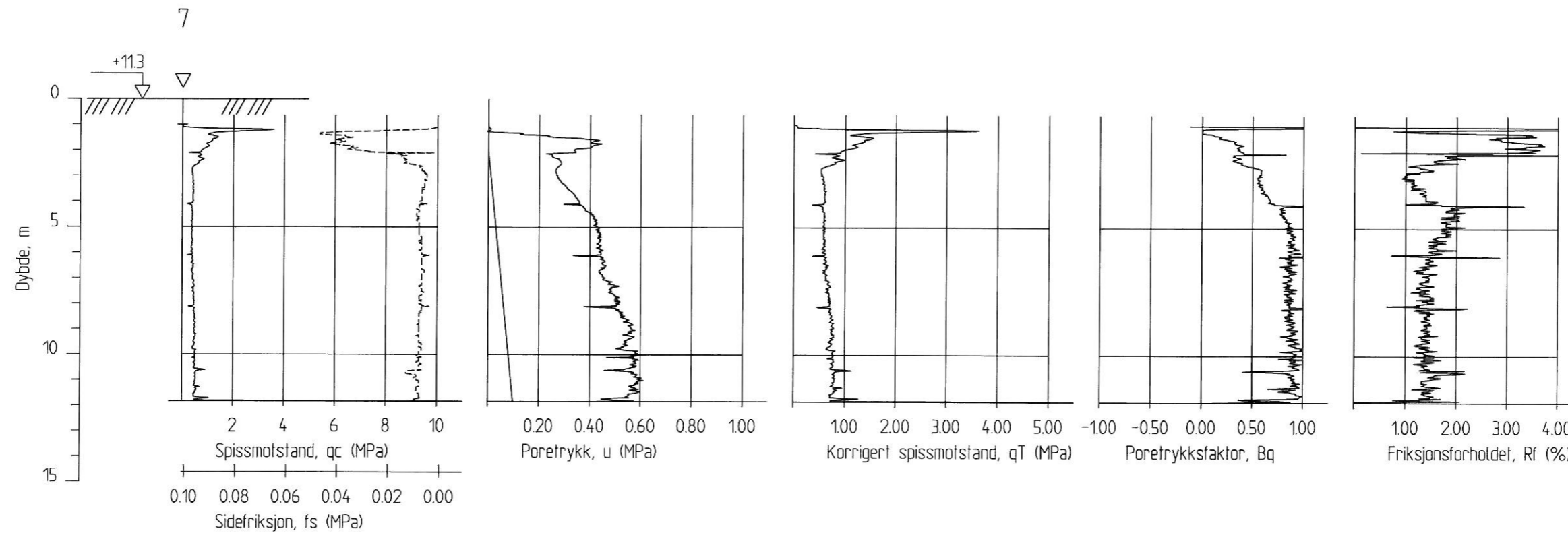
Ramboll Norge AS - Region Midt-Norge  
P.B. 7493 Mellomila 79, N-7018 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

OPPDRAG  
**Lånke bosenter, nybygg**

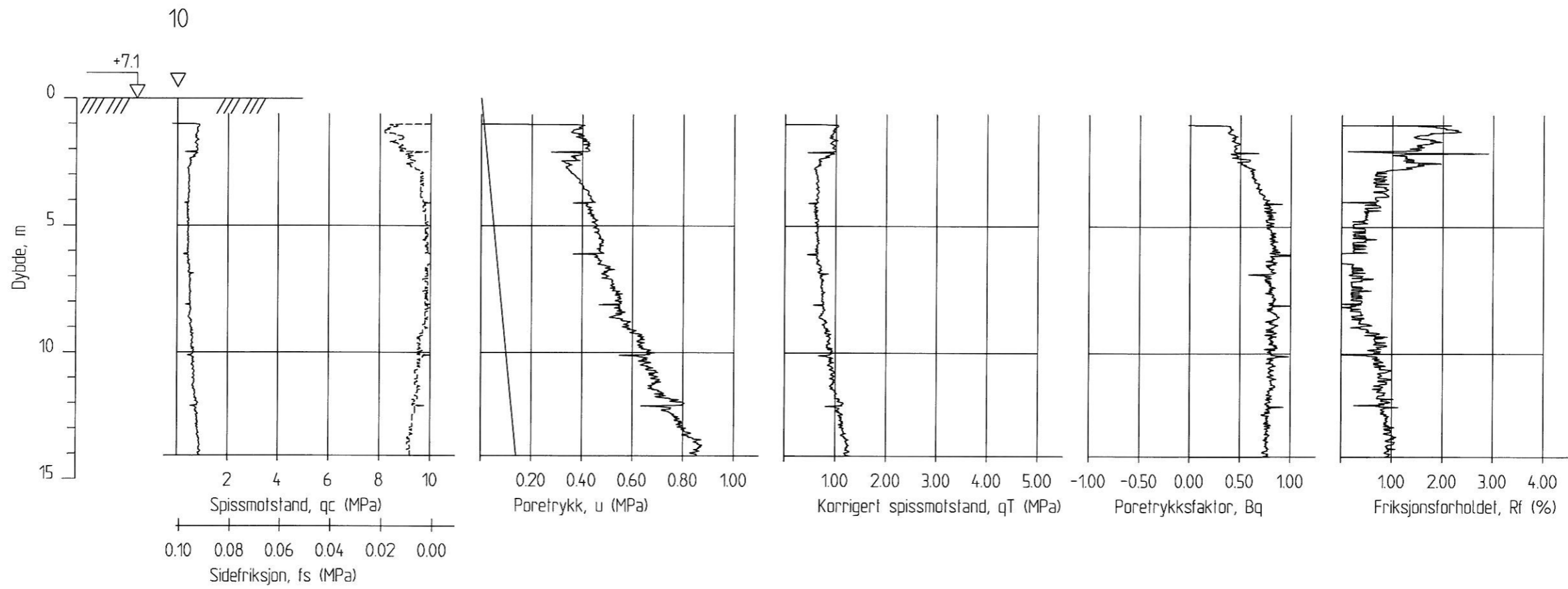
OPPDRAGSGIVER  
**Stjørdal kommune**

INNHold  
Trykksondering (CPTU)  
Punkt 1 og 3

OPPDRAG NR. 6090115	MÅLESTOKK 1 : 200	BLAD NR.	AV
TEGNING NR. 106			REV.



00		28.3.2008		KEg/																					
REV.	DATO	ENDRING		TEGN	KONTR	GODKJ																			
TEGNINGSSTATUS		Datarapport																							
						OPPDRAG <b>Lånke bosenter, nybygg</b>						INNHOLD <b>Trykksondering (CPTU)</b> Punkt 7 og 8						OPPDRAG NR. 6090115		MÅLESTOKK 1 : 200		BLAD NR. 107		AV 	
Rambøll Norge AS - Region Midt-Norge P.B. 7493 Mellomila 79, N-7018 Trondheim TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60						OPPDRAGSGIVER <b>Stjørdal kommune</b>												TEGNING NR. 107		REV.					



00	28.3.2008					KEg/											
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ												
TEGNINGSSTATUS						Datarapport											
						OPPDRAG Lånke bosenter, nybygg OPPDRAGSGIVER Stjørdal kommune						INNHOLD Trykksondering (CPTU) Punkt 10		OPPDRAG NR. 6090115	MÅLESTOKK 1 : 200	BLAD NR. 108	AV 
												TEGNING NR.		REV.			
												108					

**RAMBOLL**

Rambøll Norge AS - Region Midt-Norge  
 P.B. 7493 Mellomila 79, N-7018 Trondheim  
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr	Vanninnhold (w) i %				$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	Skjærstyrke (S <sub>u</sub> ) i kPa			S <sub>t</sub>
				10	20	30	40		10	20	40	
5 10 15 20	Leire, homogen		01				18.8 19.0				9 15	
	Kvikkleire		02				18.8 19.0				38 36	
	Leire, homogen		03				18.9 18.7				22 22	
			04				19.1 19.3				17 14	
	enk små gruskorn		05				18.8 19.1				9 10	

Enkelt trykkforsøk :



(strek angir def.% v/brudd)

Konusforsøk - Omrørt/uforstyrret: ▼ / ▽

Penetrometerforsøk



Konsistensgrense W<sub>p</sub> |-----| W<sub>L</sub>

Andre forsøk:

T= Treaksialforsøk

Ø= Ødometerforsøk

K= Kornfordeling

0	17.04.2009	-	OBD		
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 6090115 Målestokk: 1:100 status: Datarapport

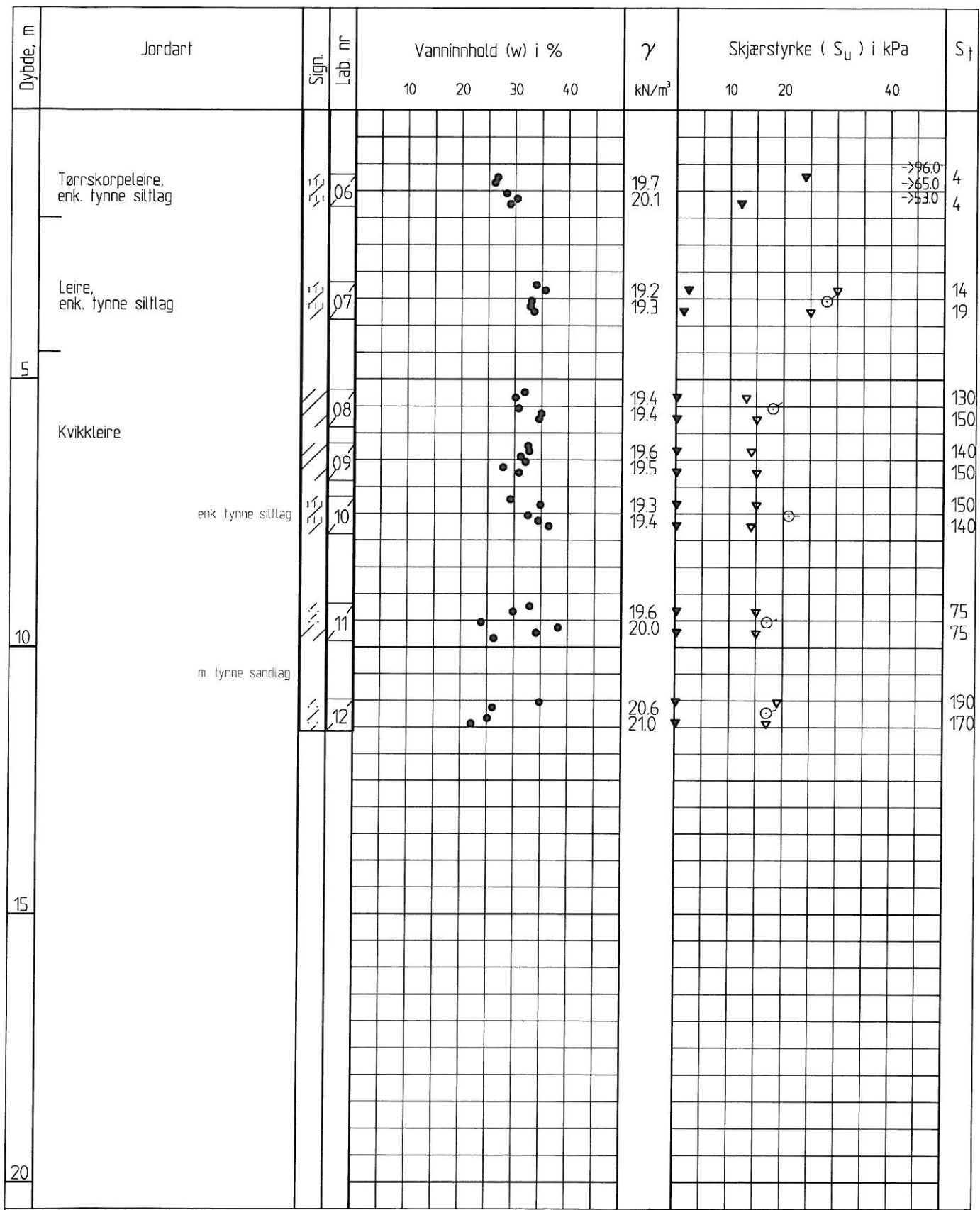
Stjørdal kommune  
Lånke bosenter, nybygg

HULL NR.: 2  
TERRENGHØYDE: + 10.1 PRØVETYPE: 54 mm

**RAMBOLL**

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

Tegning nr. 109 Rev. 0




Enkelt trykkforsøk : (strek angir def.% v/brudd)      Konusforsøk - Omrørt/uforstyrret: ▼ / ▽  
 Penetrometerforsøk  Konsistensgrense W<sub>p</sub> |-----| W<sub>L</sub>      Andre forsøk:  
 T= Treaksialforsøk      Ø= Ødometerforsøk      K= Kornfordeling

Oppdrag nr. 6090115			Målestokk: 1:100			Status: Datarapport		
Stjørdal kommune						 P.B. 7493 Mellomila 79 N-7018 Trondheim TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60 www.ramboll.no		
Lånke bosenter, nybygg								
HULL NR.: 7			TERRENGHØYDE: + 11.3			PRØVETYPE: 54 mm		
0	17.04.2009	-	OBD			Tegning nr.		Rev.
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj	110		0



Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr	Vanninnhold (w) i %				$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	Skjærstyrke (S <sub>u</sub> ) i kPa			S <sub>t</sub>	
				10	20	30	40		10	20	40		
5	Tørreskorpeleire,	//	13			•	•	19.3		▼			6
						•	•	19.7		▼			
5	Leire, homogen	//	14			•	•	19.0	▼		○	▼	10
						•	•	19.4	▼			▼	
10	Kvikkleire	//	15			•	•	19.2	▼		▼	○	38
						•	•	19.5	▼		▼		
10	Leire, homogen enk. gruskorn	//	16			•	•	19.2	▼		▼	○	25
						•	•	19.1	▼		▼		
10		//	17			•	•	19.4	▼		▼	○	11
						•	•	19.6	▼		▼		

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

Konulforsøk - Omrørt/uforstyrret: ▼ / ▽

Penetrometerforsøk  Konsistensgrense  $w_p$  —————  $w_L$

Andre forsøk:

T= Treaksialforsøk

Ø= Ødometerforsøk

K= Kornfordeling

0	17.04.2009	-	OBD		
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 6090115 Målestokk: 1:100 Status: Datarapport



Stjørdal kommune  
Lånke bosenter, nybygg

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

HULL NR.: 8

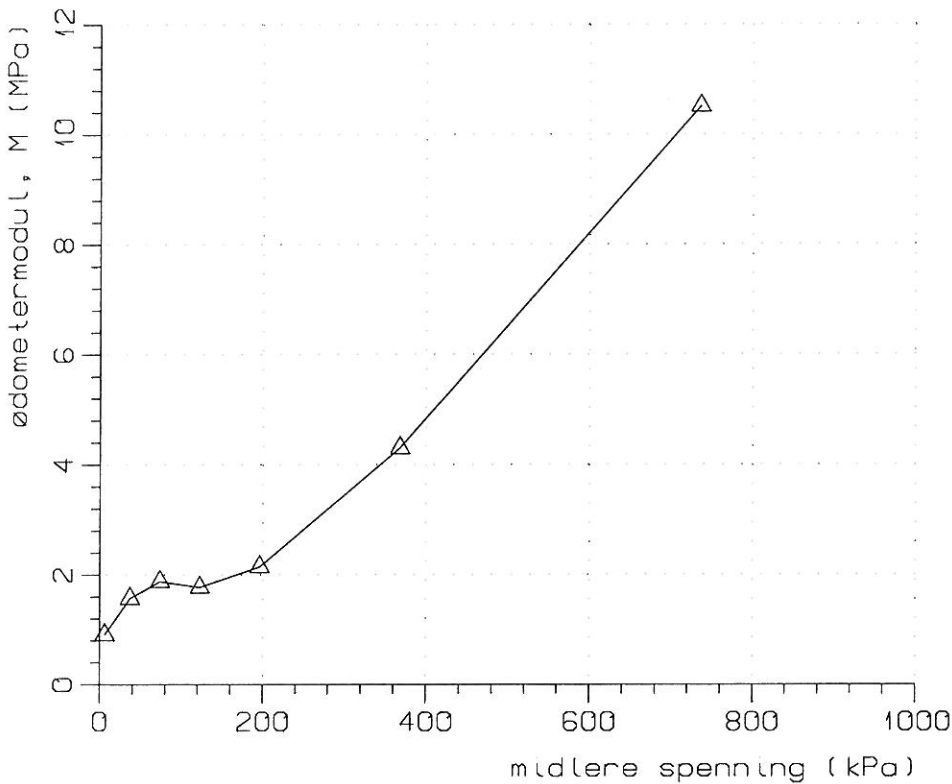
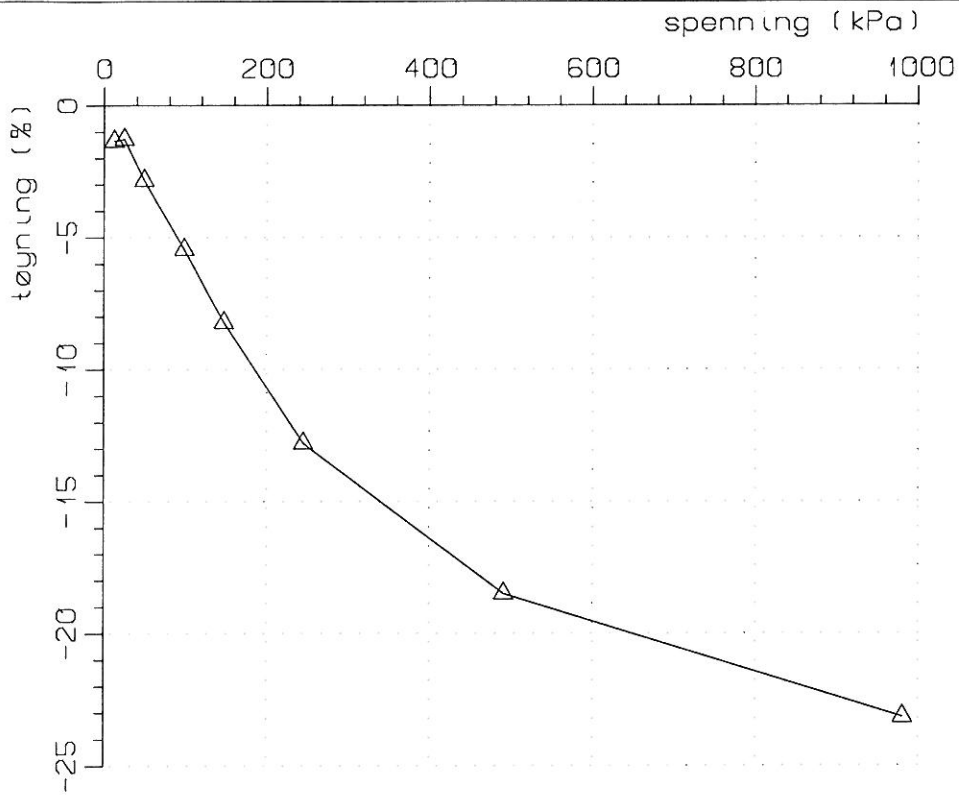
Tegning nr.

Rev.

TERRENGHØYDE: + 6.4 PRØVETYPE: 54 mm

111

0



Lab.nr. : 01  
 Pr.beskr. : Lette

Dybde : 2.50m  
 Profil : 2

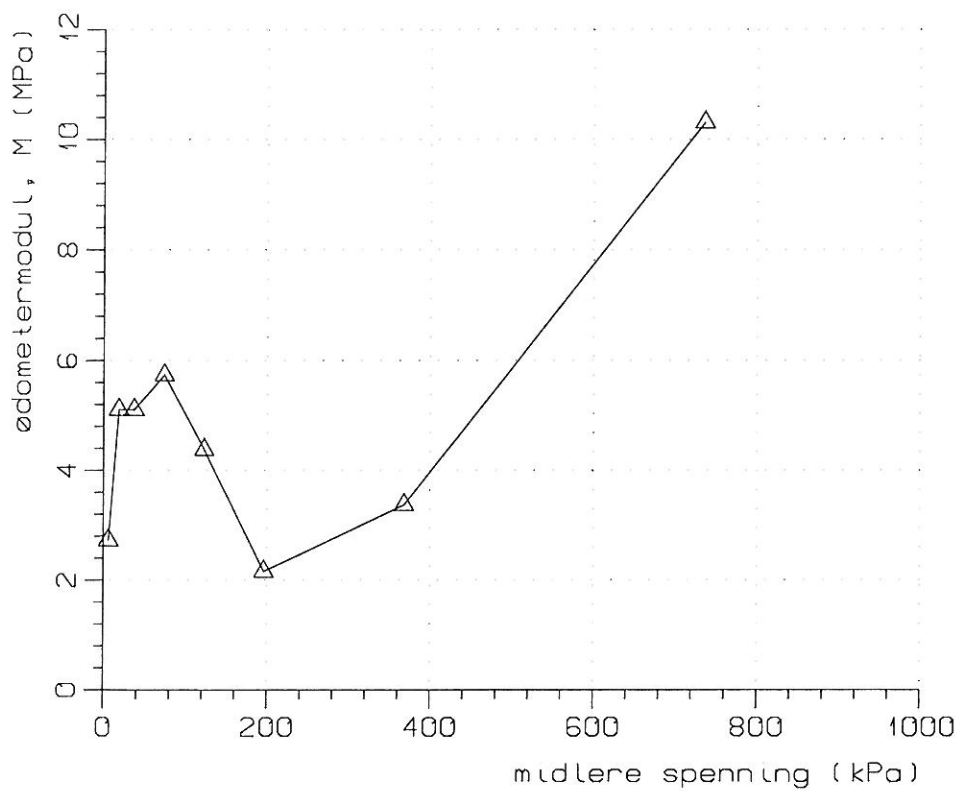
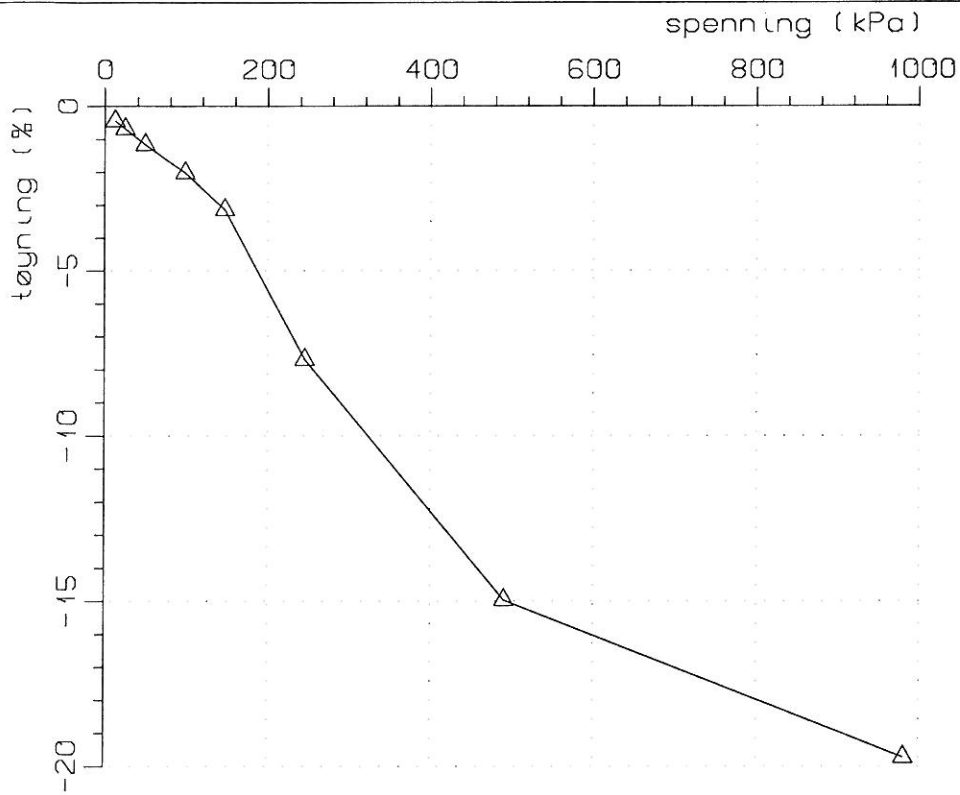
TRINNVIS ØDOMETER

RAMBØLL, divisjon Geo og Miljø

Oppdr.nr.  
6090115

Date  
04-16-2009

Fig.  
112



Løb. nr. : 14  
 Pr. beskr. : Løtne

Dybde : 3.45m  
 Profil : 8

TRINNVIS ØDOMETER

RAMBØLL, divisjon Geo og Miljø

Oppdr. nr. :  
 6090115

Date  
 04-16-2009

Fig.  
 113

Sym

Profil

Dybde(m)

Labnr

Forsøkstype

dV(cm3)

Korr.

Kommentar

△

7

6.45

09

CAUA

2.00

4

Kvikkleire

△

7

6.55

09

CAUA

5.00

4

Kvikkleire

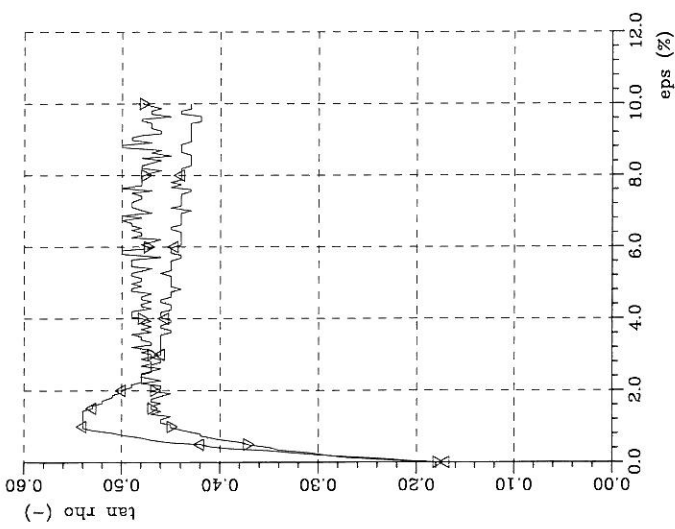
# TREKSIALFORSØK

RAMBØLL, divisjon Geo og Miljø

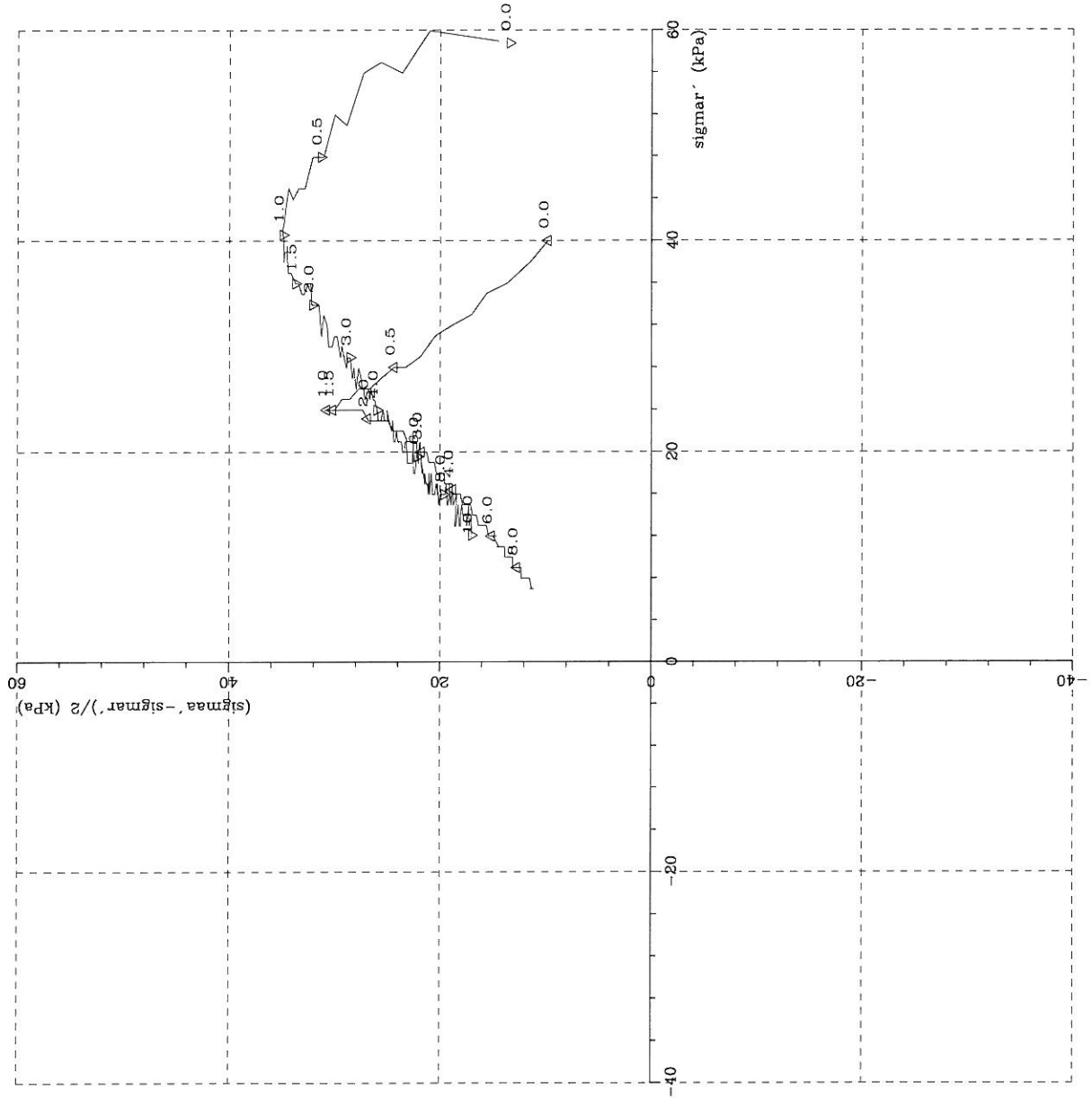
Oppdr.nr.  
6090115

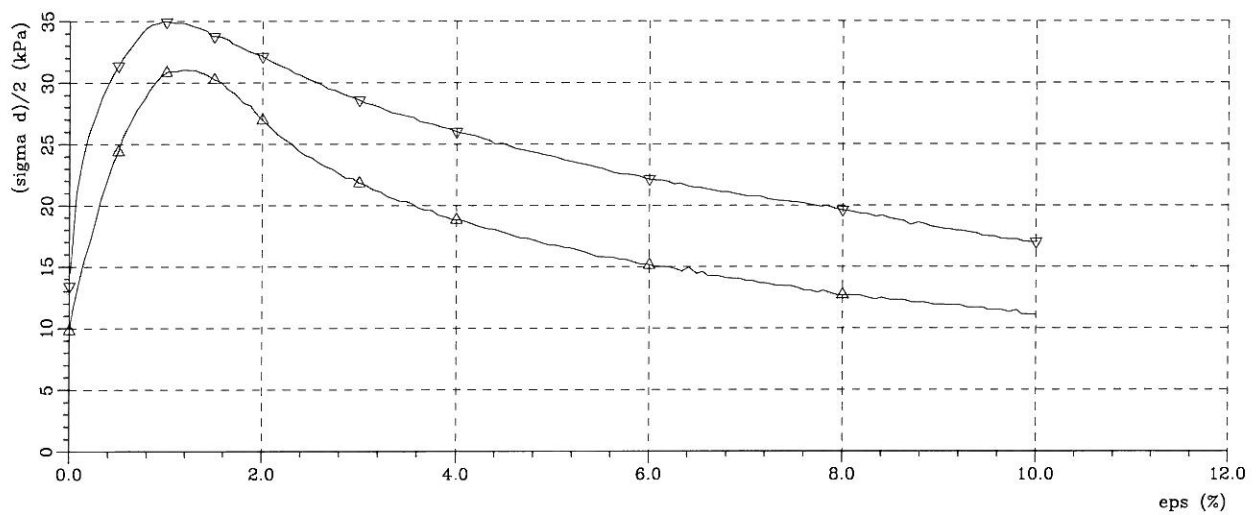
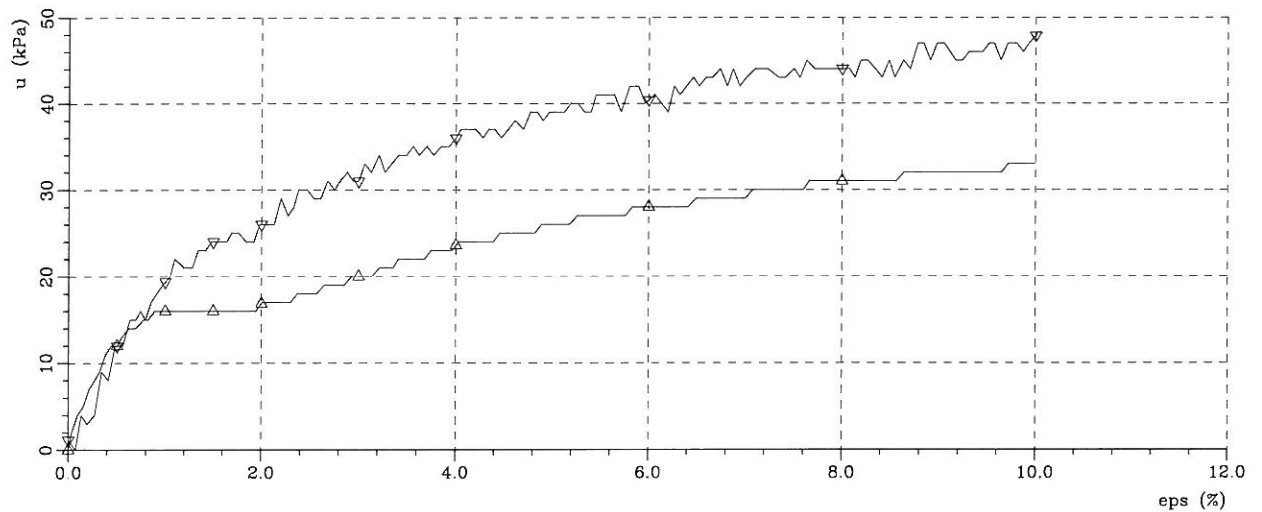
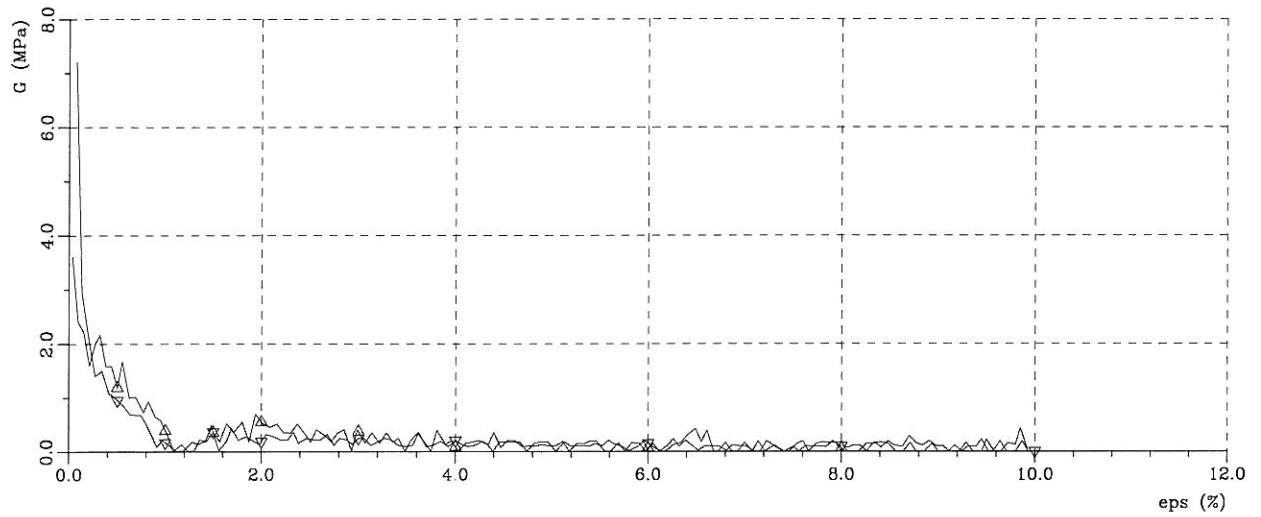
Dato  
28. 4.09

Fig.  
114



△ a (kPa) = 10.00  
△ a (kPa) = 10.00





Sym	Profil	Dybde(m)	Labnr	Forsøkstype	dV(cm3)	Korr.	Kommentar
△	7	6.45	09	CAUA	2.00	4	Kvikkleire
▽	7	6.55	09	CAUA	5.00	4	Kvikkleire

## TREKSIALFORSØK

RAMBØLL, divisjon Geo og Miljø

Oppdr.nr.  
6090115

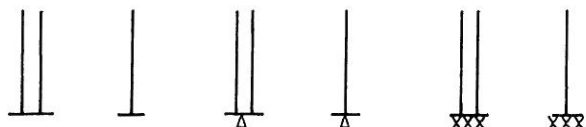
Dato  
28. 4.09

Fig.  
115

## 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).



Boring avsluttet  
(årsak ikke angitt)

Antatt stein,  
morene, sand ol.

Antatt fjell



Boret i antatt fjell.  
(Hvis overgangen er ukjent,  
settes spørsmåltegn.)

Boret i fjell og  
kjerne opp tatt.

### ⊗ 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.

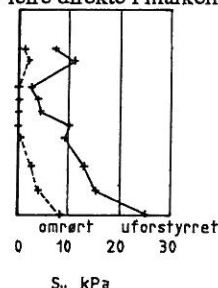
### ⊙ Prøvetaking

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 uttørring 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 grunnen ikke egner seg for vanlig sylindreprøvetaker og hvor slike prøver tilfredsstiller formålet.

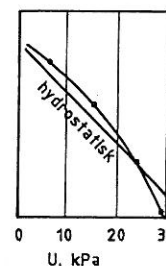
### + Vingeboring

bestemmer udrenert skjærstyrke ( $s_u$ ) av leire direkte i marken (in situ). Måling utføres ved at et vingekor, 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

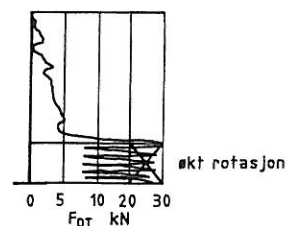
i grunnen måles med et piezometer. Dette består av et sylindrisk filter av sintret bronse som trykkes eller rammes ned til ønsket dybde ved hjelp av rør. Vanntrykket ved filteret registreres enten hydraulisk som stighøyden i en plastslange inne i røret (ved overtrykk påsettes manometer over terreng)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



Grunnvannstanden observeres vanligvis direkte ved vannstand i borhullet.

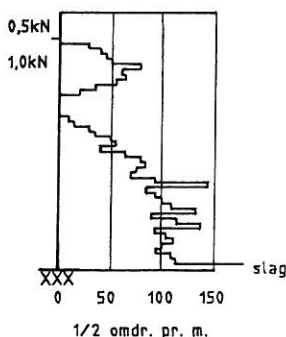
### ⊖ Dreietrykksondering

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 optegninger vises antall halve omdreining pr. meter synkning grafisk med dybden i borhullet og belastningen angis til venstre for borhullet.



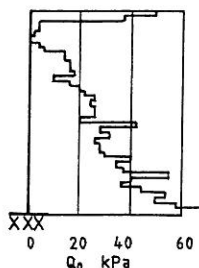
### ⊕ Totalsondering

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 utvullingsgrense ( $w_P$  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

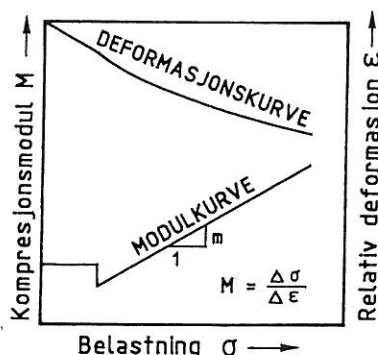
( $s_u$  i  $\text{kN/m}^2$ ) av leire ved hurtige enaksiale trykkforsøk på uforstyrrede prøver med tverrsnitt  $3,6 \times 3,6 \text{ cm}^2$  (evt. hel prøve) og høyde 10 cm. Skjærstyrken settes lik halve trykkfastheten. Dessuten måles skjærstyrken i uforstyrret og omrørt tilstand ved konusforsøk, hvor 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 trinnvis i et belastningsapparat med observasjon av sammentrykningen for hvert trinn som funksjon av tiden. Resultatet tegnes opp i en deformasjons- og modul- kurve og gir grunnlag for setnings- beregning.



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 komdiamter 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.

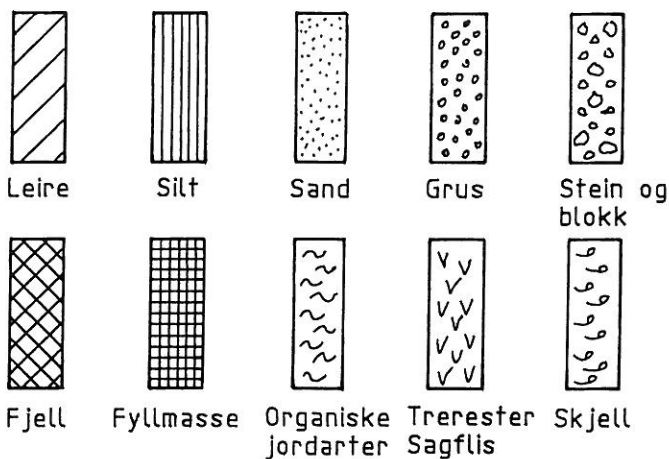
Fraksj.betegn.	Leir	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstør. mm	$< 0,002$	$0,002-0,06$	$0,06-2$	$2-60$	$60-600$	$> 600$

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).



Anmerkning

- 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 = aurhelle

**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 sammenhengen mellom belastning og setning registreres.

Resultatene fremstilles som deformasjonskurver og derav kan beregnes moduluttall (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 spesifike 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.

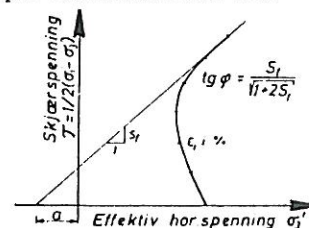
En sirkulær plate med  $\varnothing = 30$  cm plasseres på den komprimerte grunnen og belastes trinnvis samtidig som nedbøyning av platen måles med spesielt måleutstyr. Samhørende verdier for belastning og nedbøyning av platen måles med spesielt måleutstyr. Samhørende verdier for belastning og nedbøyning 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  $\text{kN/m}^2$ , evt. kohesjon  $c = a \cdot \text{tg } \phi$ ) 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 tetteste lagring av mineral Kornene, 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 samnhørende verdier for prøvenes 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  $\text{inch}^2$  med konstant bevegelsehastighet = 0,05  $\text{inch pr. min.}$  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.