

# DATARAPPORT FRA GRUNNUNDERSØKELSE

Stjørdal kommune  
Stabilitet av skråning mot Leksa, Lånke  
Oppdrag nr.: 6080683  
Rapport nr. 1

Dato: 26.9.2012

Fylke Nord Trøndelag	Kommune Stjørdal	Sted Lånke	UTM-sone 32 05966 70352
Byggherre			
Oppdragsgiver Stjørdal kommune			
Oppdrag formidlet av			
Oppdragsreferanse Endringsmelding, datert 18.6.2012			
Antall sider 4	Tegn.nr 101-111	Bilag.nr. -	Antall tillegg 2

Prosjekt-tittel

## Stabilitet i skråning mot Leksa, Lånke

Rapport-tittel

## Grunnundersøkelser Datarapport

Oppdrag nr: 6080683	Rapport nr: 1	Rev: 0	Dato: 26.9.2012	Kontr: RHR
Oppdragsleder: Rolf Røsand <i>Rolf H. Røsand</i>		Utarbeidet av: Eirin Husdal <i>Eirin Husdal</i>		
<p><b>SAMMENDRAG</b></p> <p>Det er observert sig i en skråning ned mot elva Leksa på Lånke i Stjørdal kommune.</p> <p>Rambøll Norge AS, avd. Geo og miljø, gjennomfører grunnundersøkelser og geoteknisk vurdering for prosjektet.</p> <p>Feltundersøkelsene er utført i uke 25/2012 og består av 5 totalsonderinger supplert med prøvetaking i 2 punkt, totalt 11 uforstyrrede sylinderprøver (54 mm). Det ble i tillegg installert piezometer (poretrykksmåler) i 1 punkt.</p> <p>Sonderingene indikerer at grunnen består hovedsakelig av leire med siltlag. Prøvetaking i punkt 1 og 4 viser leire fra henholdsvis 3 til 14 meter og 2,5 til 8 meter. I punkt 4 har leira lav omrørt skjærstyrke og høy sensitivitet fra omtrent 7 m dybde.</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 .....	3
2.4	Resultater .....	3
3	GRUNNFORHOLD .....	4
3.1	Terreng .....	4
3.2	Løsmasser .....	4
3.3	Grunnvann .....	4
3.4	Fjell .....	4

## TEGNINGER

Tegn. nr.	Rev. nr.	Tittel	Målestokk
101		OVERSIKTSKART	1 : 50000
102		SITUASJONSPLAN	1 : 1000
103		BORERESULTATER	1 : 200
104		BORERESULTATER	1 : 200
105		BORERESULTATER	1 : 200
106		BORPROFIL PUNKT 1	1 : 100
107		BORPROFIL PUNKT 4	1 : 100
108		ØDOMETER PUNKT 1, LABNR. 3	
109		ØDOMETER PUNKT 4, LABNR. 10	
110		TREACKS PUNKT 1, DEVIATORSTI	
111		TREACKS PUNKT 1, G-MODUL, PORETRYKK OG DEVIATOR	

## TILLEGG

- I MARKUNDERSØKELSER
- II LABORATORIEUNDERSØKELSER

## 1 INNLEDNING

### 1.1 Prosjekt

Det er observert sig i en skråning ned mot elva Leksa på Lånke i Stjørdal kommune.

### 1.2 Oppdrag

Rambøll Norge AS, avd. Geo og miljø, gjennomfører grunnundersøkelser og geoteknisk vurdering for prosjektet.

### 1.3 Innhold

Denne rapporten er en ren datarapport som inneholder resultater av utførte geotekniske grunnundersøkelser med felt- og laboratedata, samt en beskrivelse av grunnforholdene. Geoteknisk vurdering er ikke en del av denne rapporten.

## 2 UNDERSØKELSER

### 2.1 Feltundersøkelser

Feltundersøkelsene er utført i uke 25/2012 og består av 5 totalsonderinger supplert med prøvetaking i 2 punkt, totalt 11 uforstyrrede sylindrerprøver (54 mm). Det ble i tillegg installert piezometer (poretrykksmåler) i 1 punkt.

Utførelse av feltundersøkelser er nærmere beskrevet i tillegg I "Markundersøkelser".

### 2.2 Oppmåling

Borpunktene er satt ut og målt inn av Rambøll Norge AS. Målingene er utført i Euref 89, sone 32. Koordinater og terrengkoter er gitt i tabell 1.

Tabell 1: UTM-koordinater for borpunkt (Euref 89, sone 32).

Borpunkt	Nord	Øst	Terrengkote
1	7035257.034	596624.368	+10.7
2	7035278.211	596621.282	+9.4
3	7035288.821	596642.469	+2.8
4	7035269.100	596649.584	+2.1
5	7035253.289	596592.815	+19.4

### 2.3 Laboratorieundersøkelser

Rutineundersøkelser er utført på alle prøver i vårt geotekniske laboratorium. Det er i tillegg utført ødometerforsøk på 2 prøver og treaksiale trykkforsøk på 2 prøver.

Utførelse av laboratorieundersøkelser er nærmere beskrevet i tillegg II og III.

### 2.4 Resultater

Borpunktene plassering er vist på situasjonsplan, tegning 102.

Borerresultater fra totalsonderingene er vist på tegning 103-105.

Resultater fra rutineundersøkelsene er vist i borprofil, tegning 106 og 107.

Ødometerforsøk er vist på tegning 108 og 109.

Resultater fra treaksforsøkene er vist på tegning 110 og 111.

### 3 GRUNNFORHOLD

#### 3.1 Terreng

Terreng på toppen den bratteste delen av av skråningen ligger på ca.kote +20 og heller mot nordøst ned til elva Leksa på ca. kote +1. Gjennomsnittlig helning er omtrent lik 1:3,5.

#### 3.2 Løsmasser

Sonderingene indikerer at grunnen består hovedsakelig av leire med siltlag. Prøvetaking i punkt 1 og 4 viser henholdsvis leire fra 3 til 14 meter og 2,5 til 8 meter. I punkt 4 har leira lav omrørt skjærstyrke og høy sensitivitet fra omtrent 7 m dybde.

#### 3.3 Grunnvann

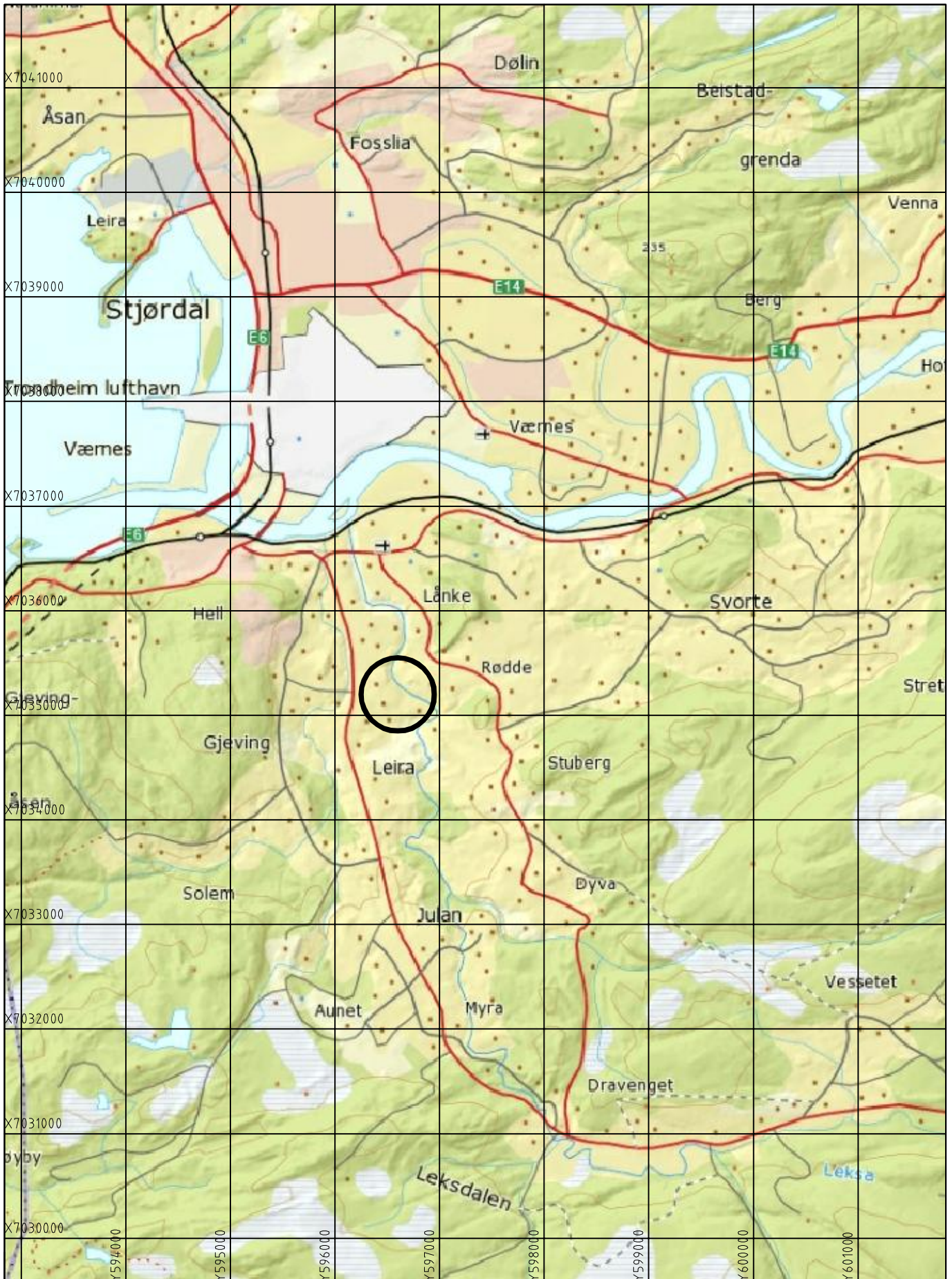
Det er utført poretrykksmålinger i punkt 4 med hydraulisk poretrykksmåler. Registrert poretrykk er vist i tabell 2.

Tabell 2: Registrerte poretrykksmålinger

Borpunkt	Terrengkote	Dybde [m]	Dato	Poretrykk [kPa]
4	+2,1	5	2.7.2012	60
			24.9.2012	60

#### 3.4 Fjell

Samtlige sonderinger ble avsluttet i løsmasse uten å treffe fjell.



0	2012-09-11		EHL	EHL	RHR
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 6080683    Målestokk: 1:50000    Status:

---

Stabilitet Leksa, Lånke  
Stjørdal kommune

---

Oversiktskart

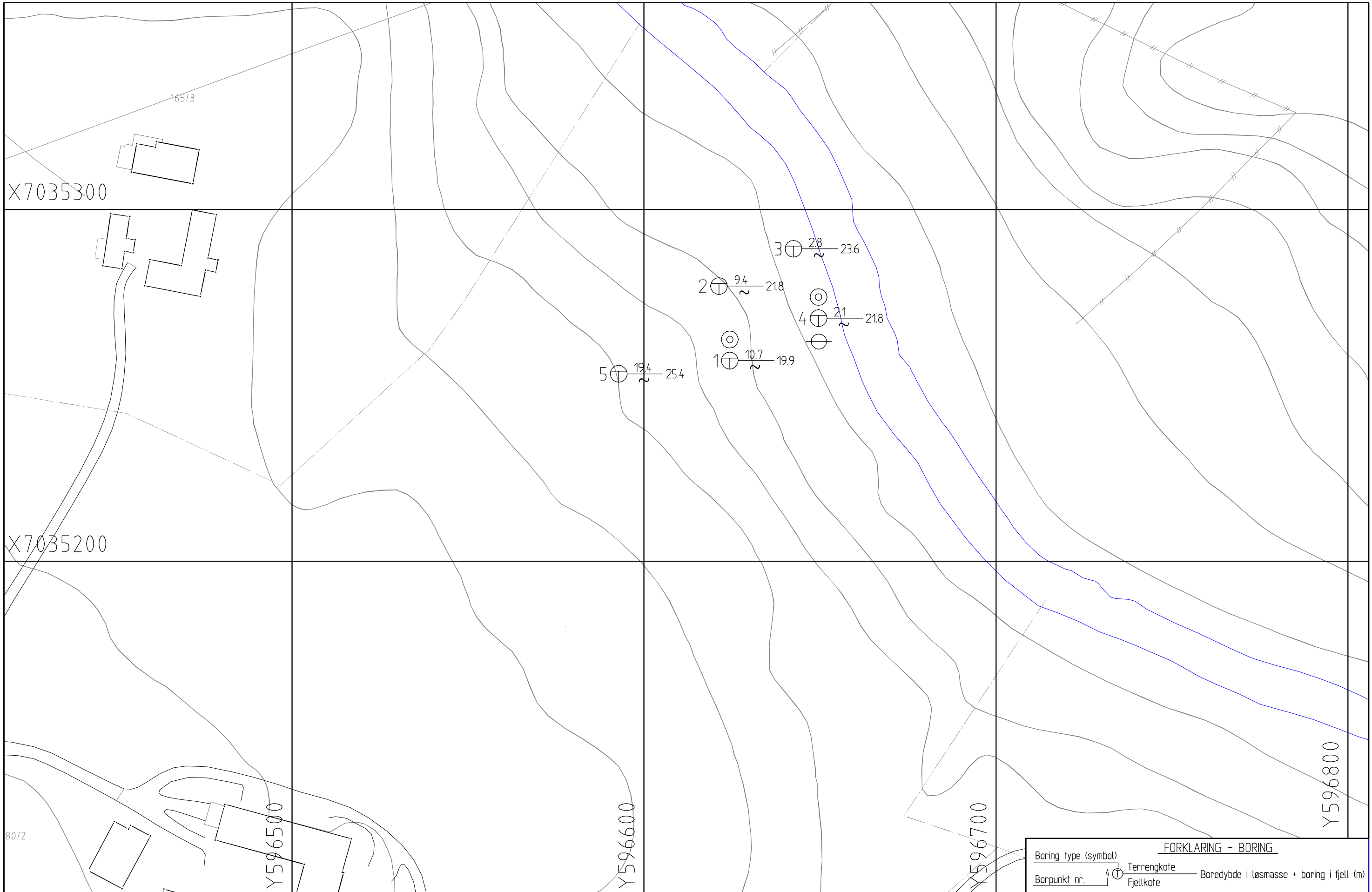
UTM-ref.: 05966 70352 (Euref 89, sone 32)

RAMBOLL

P.B. 7493 Mellomila 79  
N-7018 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
[www.ramboll.no](http://www.ramboll.no)

Tegning nr. Rev.

101



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

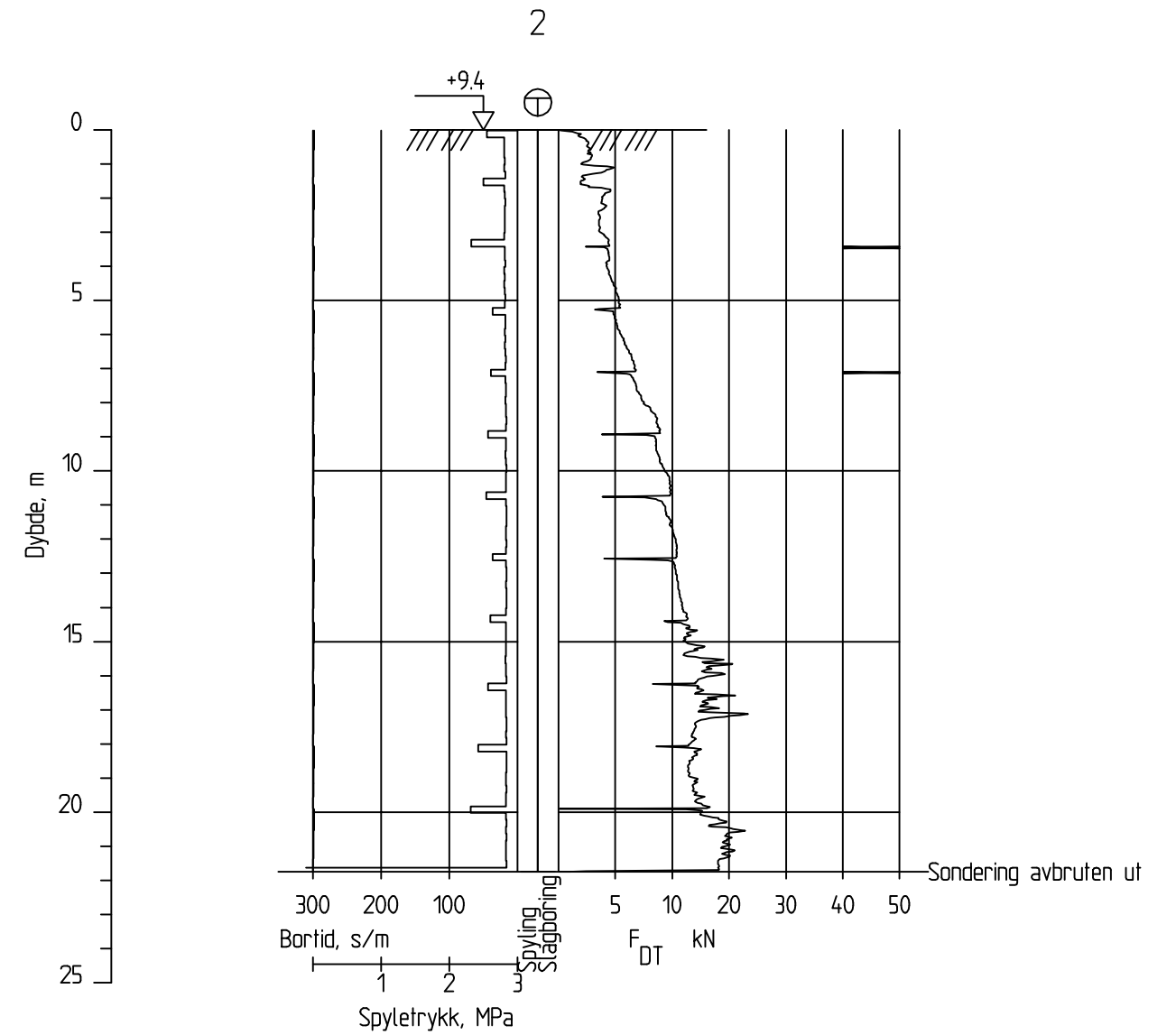
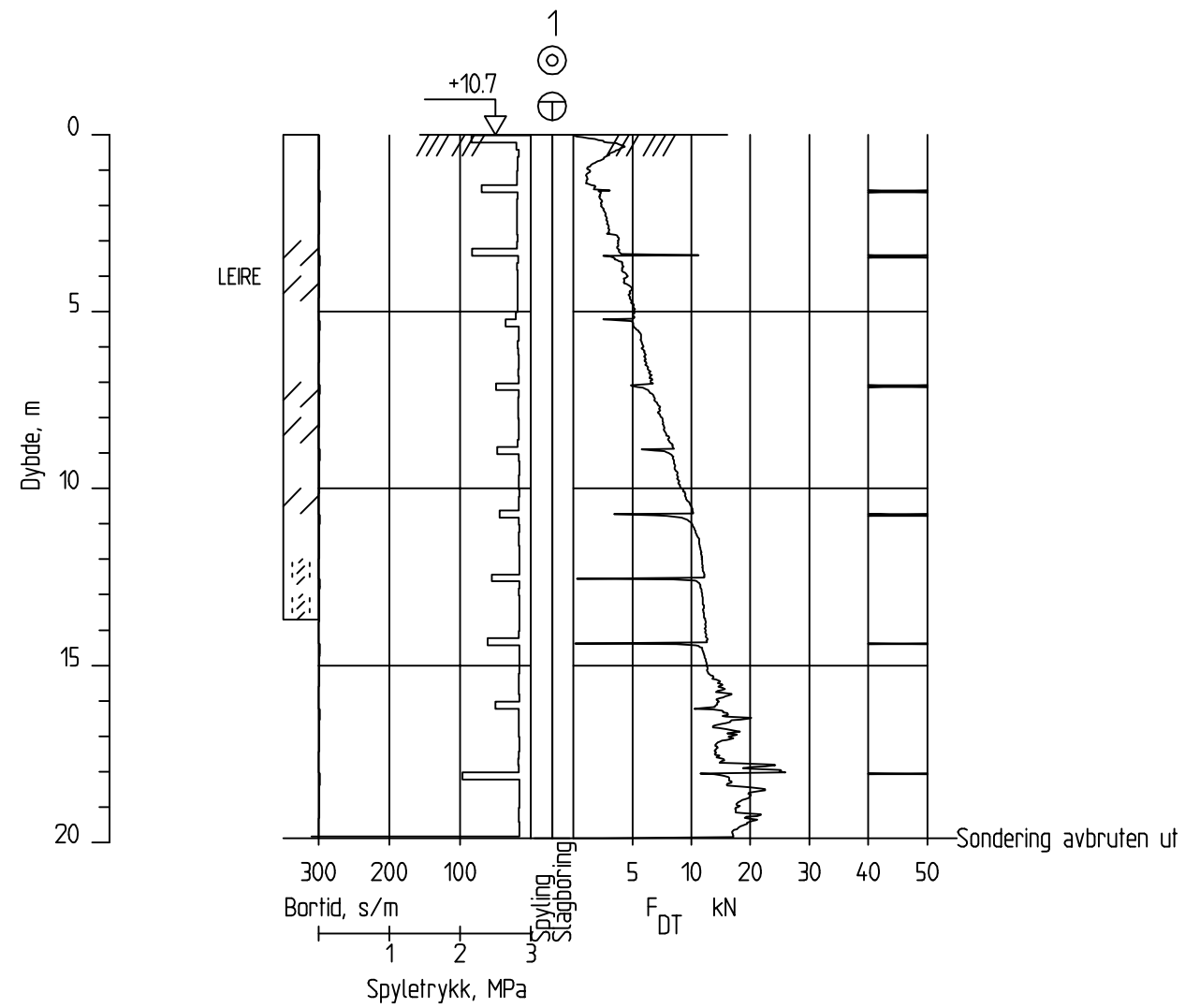
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
	10.9.2012		EHL	EHL	RHR
TEGNINGSSTATUS					

**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  
**Stabilitet Leksa, Lånke**  
 OPPDRAGSGIVER  
**Stjørdal kommune**

INNHOOLD  
**SITUASJONSPLAN**  
 ⊕ Totalsondering  
 ⊙ Prøvetaking  
 ⊖ Porertrykksmåling

OPPDRAG NR. 6080683	MÅLESTOKK 1:1000	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 102		REV.	



REV.	10.9.2012	ENDRING	EHL	EHL	RHR
			TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					



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  
**Stabilitet Leksa, Lånke**

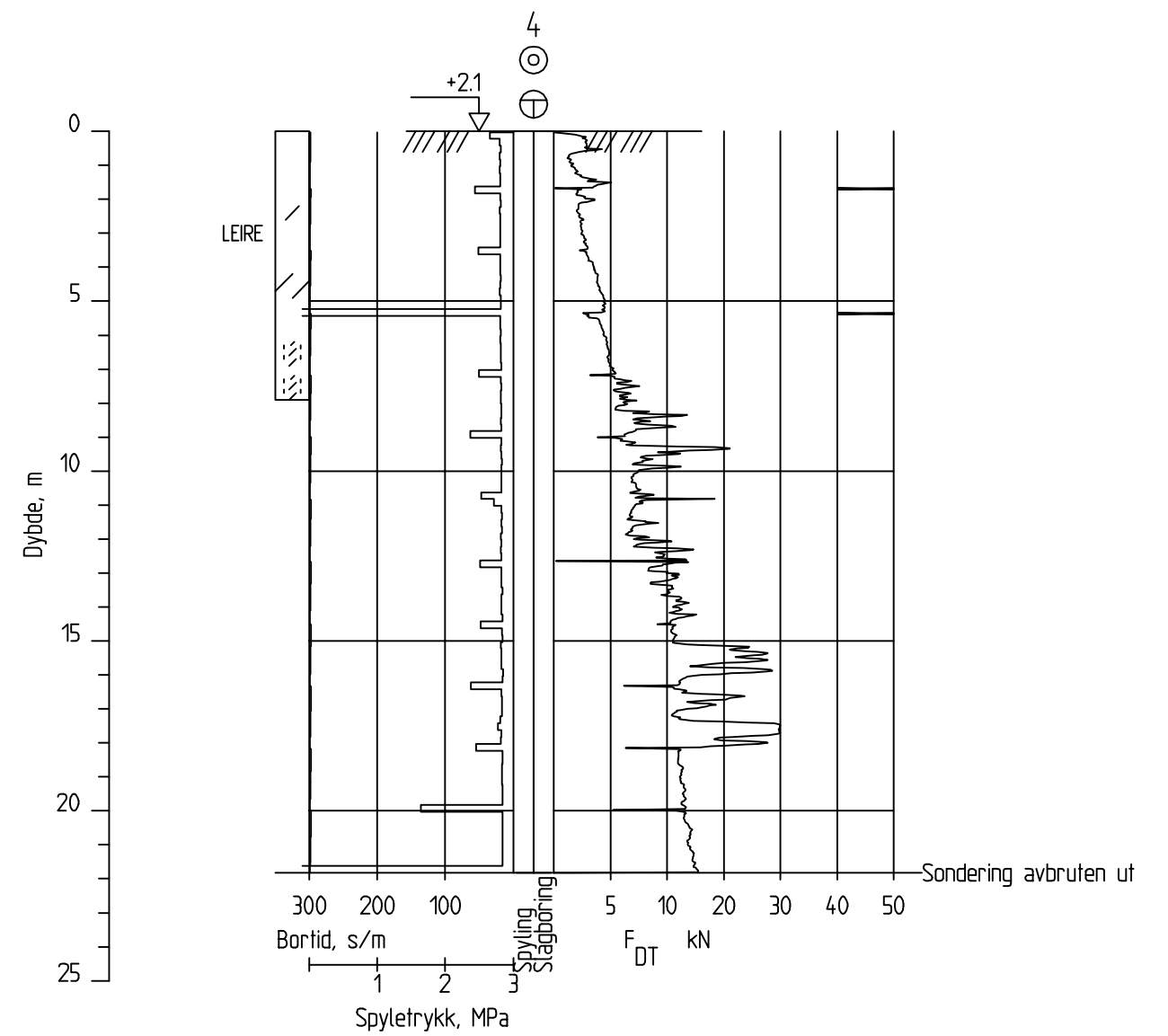
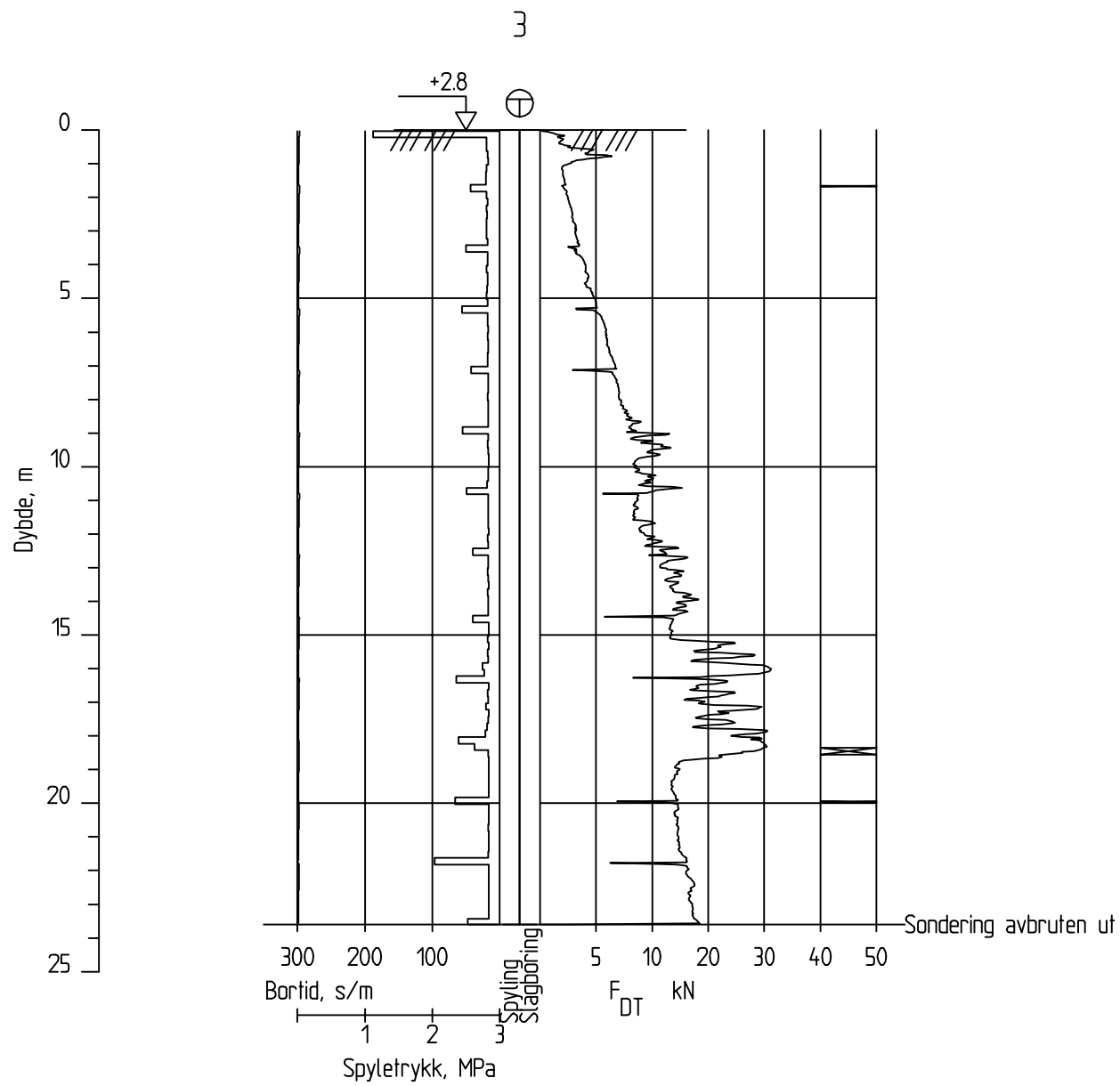
OPPDRAGSGIVER  
**Stjørdal kommune**

INNHOOLD  
**BORERESULTATER**

⊙ Totalsondering  
⊕ Prøvetaking

OPPDRAG NR. 6080683	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 103			REV.





REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
	10.9.2012		EHL	EHL	RHR
TEGNINGSSTATUS					



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

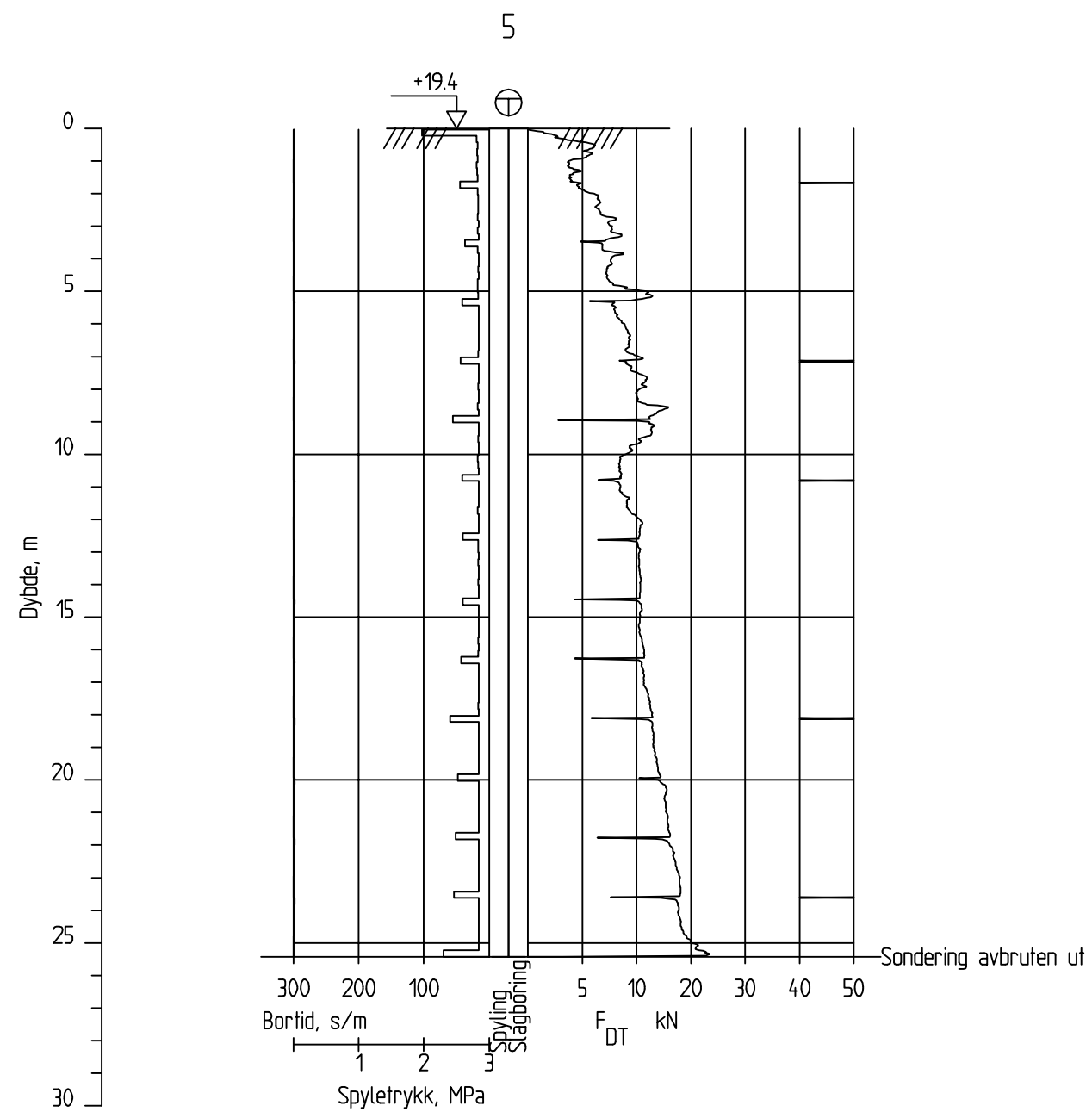
OPPDRAG  
**Stabilitet Leksa, Lånke**

OPPDRAGSGIVER  
**Stjørdal kommune**

INNHOOLD  
**BORERESULTATER**

⊙ Totalsondering  
⊕ Prøvetaking

OPPDRAG NR. 6080683	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 104			REV.



REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
	10.9.2012		EHL	EHL	RHR
TEGNINGSSTATUS					



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  
**Stabilitet Leksa, Lånke**



OPPDRAGSGIVER  
**Stjørdal kommune**

INNHold  
**BORERESULTATER**

⊙ Totalsondering  
⊕ Prøvetaking

OPPDRAG NR. 6080683	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 105			REV.

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		20	40	60	80	
5	LEIRE, enkelte små skjellrester	/ / /	01					19.9 20.0	▼	○	▼		7
			02					19.8 20.6	▼	○	▼		7
10		/ / /	03 ØT					19.5 20.1	▼	○	▼		5
			04					19.8 20.0	▼	○	▼		5
15	enkelte tynne siltlag enkelte små gruskorn	/ / /	05					19.9 19.9	▼	○	▼		5
			06					19.2 20.2	▼	○	▼		5
20	enkelte tynne siltlag	/ / /	07					19.8 20.2	▼	○	▼		6
													8

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	2012-10-09	--	EHL	EHL	RHR
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 6080683    Målestokk: 1:100    Status:

Stabilitet Leksa, Lånke  
Stjørdal kommune

BORPROFIL HULL NR.: 1


TERRENGHØYDE: +10.7    PRØVETYPE: 54 mm



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

Tegning nr. 106    Rev. 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		20	40	60	80	
5	LEIRE, enkelte små skjellrester	/ /	08			•	•	19.8 20.5	▼	○	▼		3
			09			•	•	19.3 20.0	▼	▼	▼	○	8 8
10	enkelte tynne siltlag enkelte små gruskorff  enkelte tynne siltlag	/ /	10	Ø		•	•	19.9 20.5	▼	▼	○	○	7 7
			11			•	•	19.6 19.8	▼	○	▼	▼	19 21
15													
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	2012-10-09	--	EHL	EHL	RHR
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 6080683 Målestokk: 1:100 Status:



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

Stabilitet Leksa, Lånke  
Stjørdal kommune

BORPROFIL HULL NR.: 4

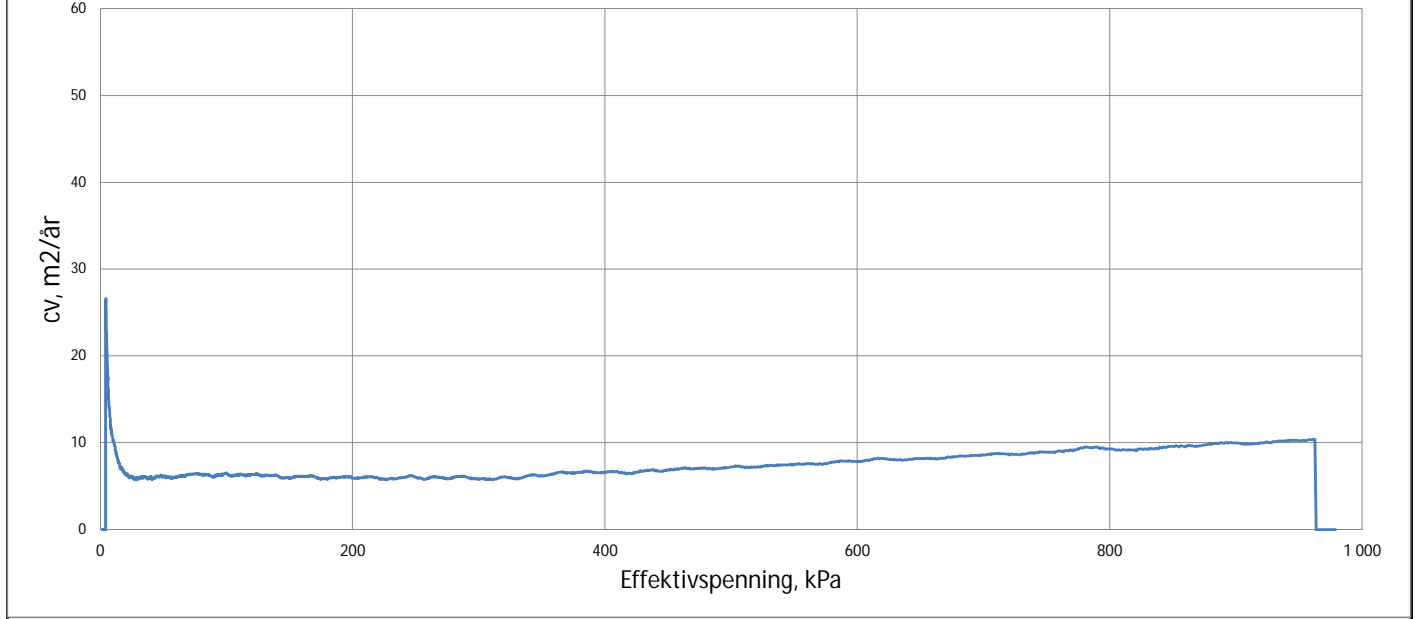
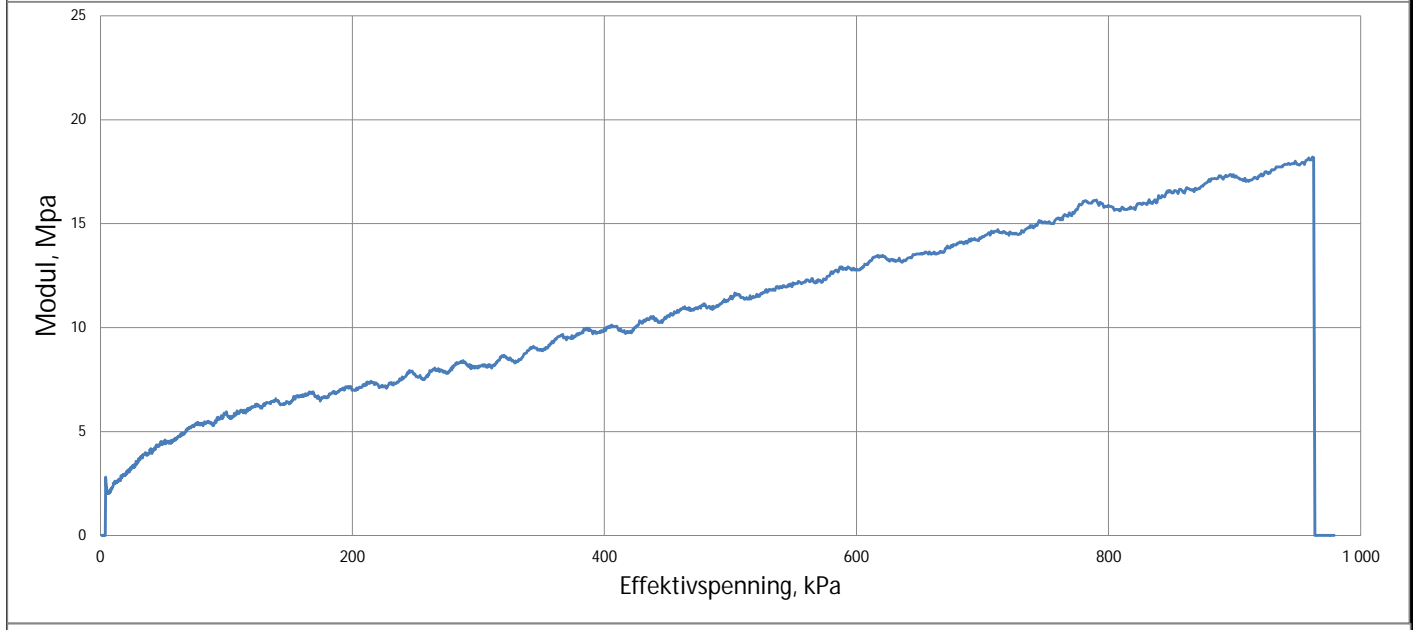
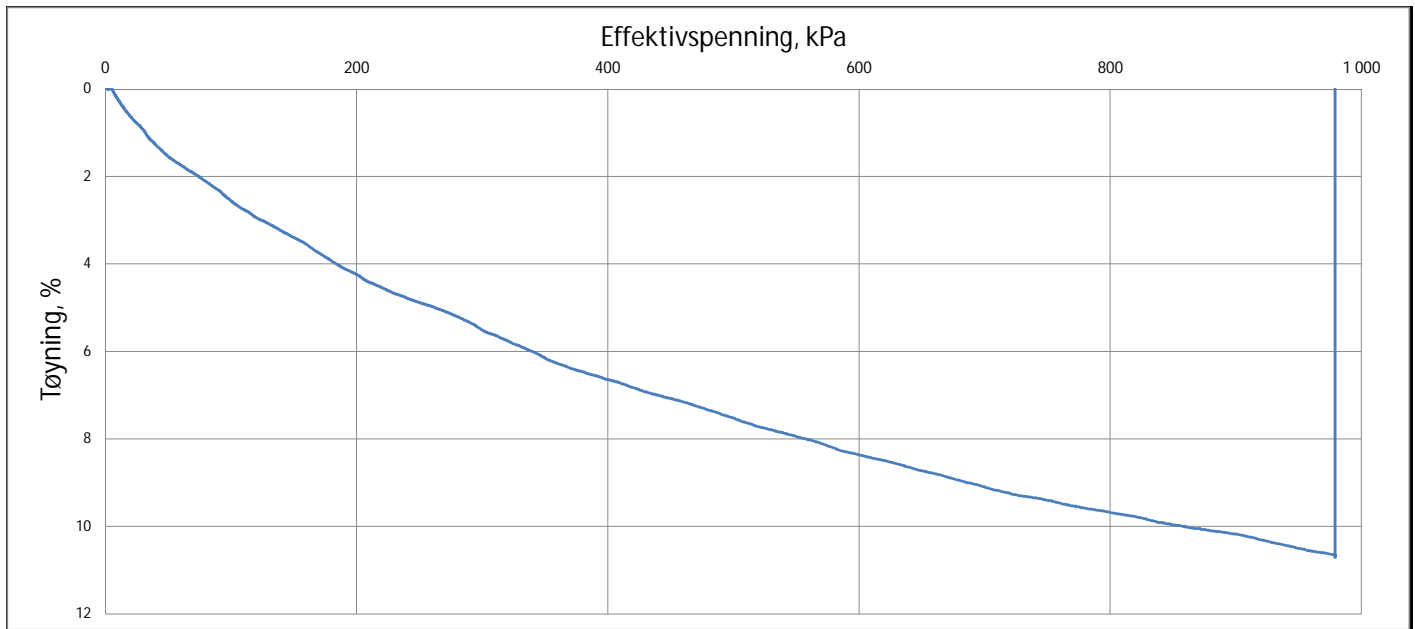
Tegning nr.

Rev.

TERRENGHØYDE: +2.1 PRØVETYPE: 54 mm

107

0



pkt 1 lab 3 dybde 7,3m Leire



Stabilitet Leksa, Lånke

Ødometer

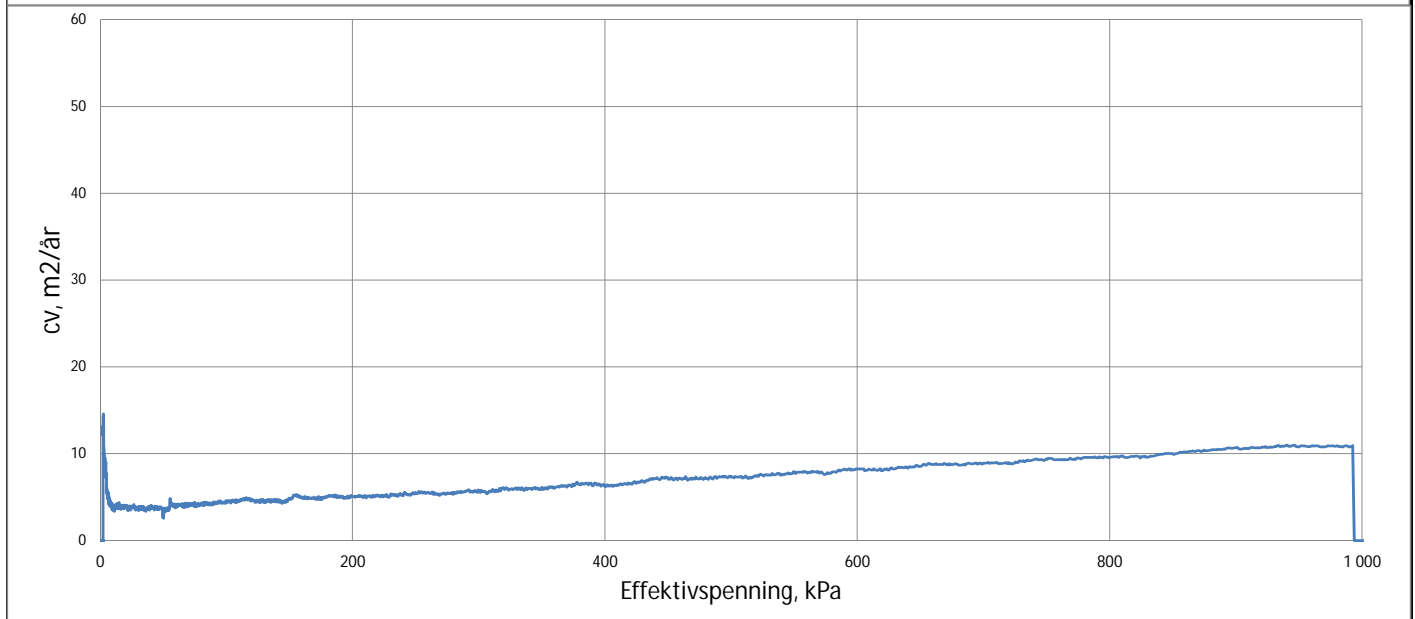
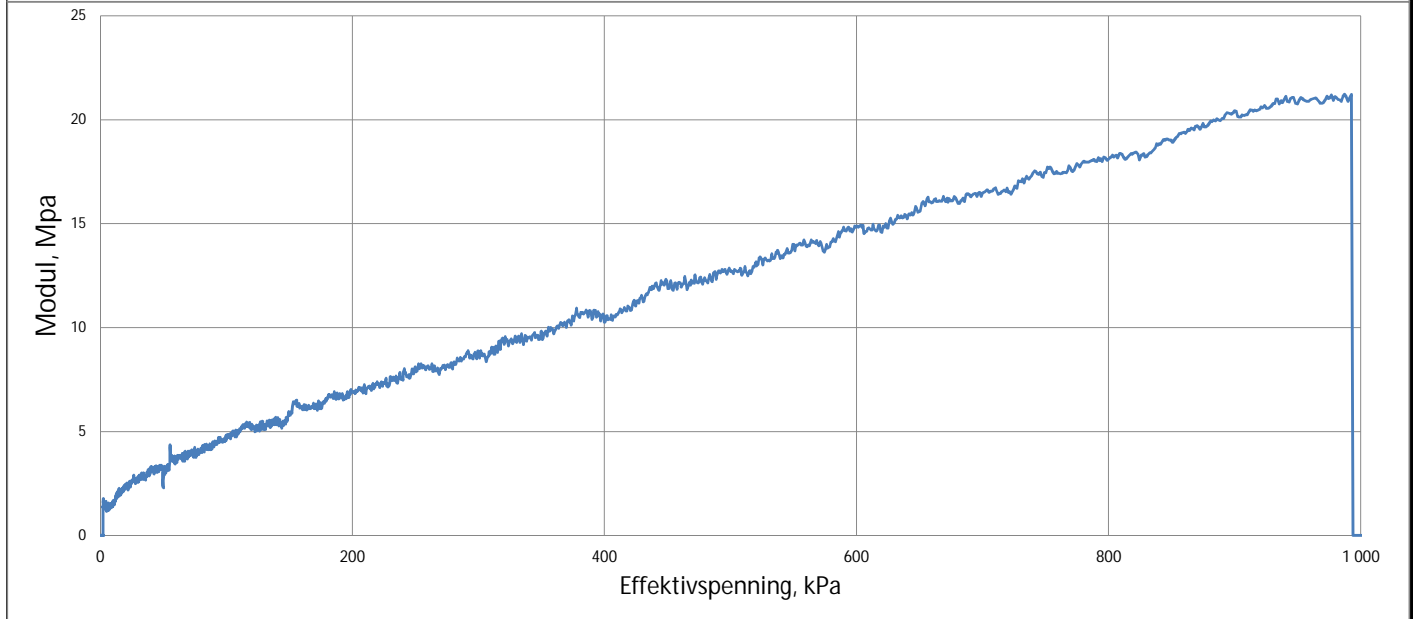
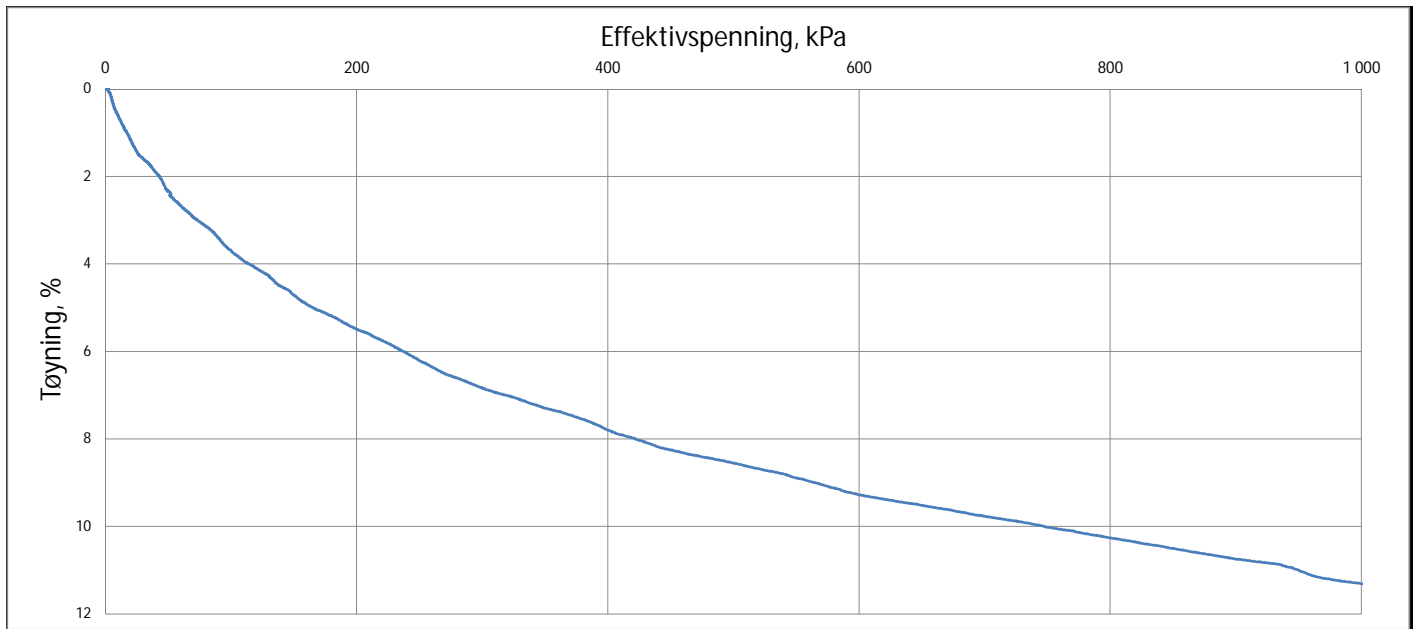
Tegn./kontr.  
EHL/RHR

Dato  
28.08.2012

Oppdrag  
6080683

Bilag  
-

Tegn. Nr.  
108



pkt 4 lab 10 dybde 6,6m Leire



Stabilitet Leksa, Lånke

Ødometer

Tegn./kontr.  
EHL/RHR

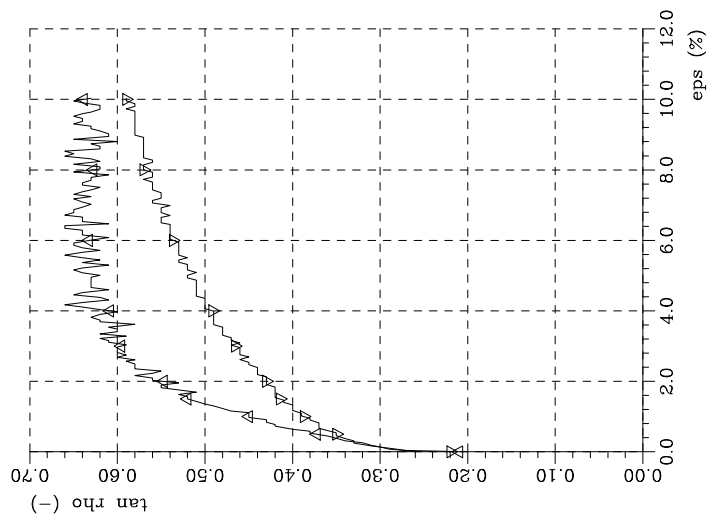
Dato  
03.07.2012

Oppdrag  
6080683

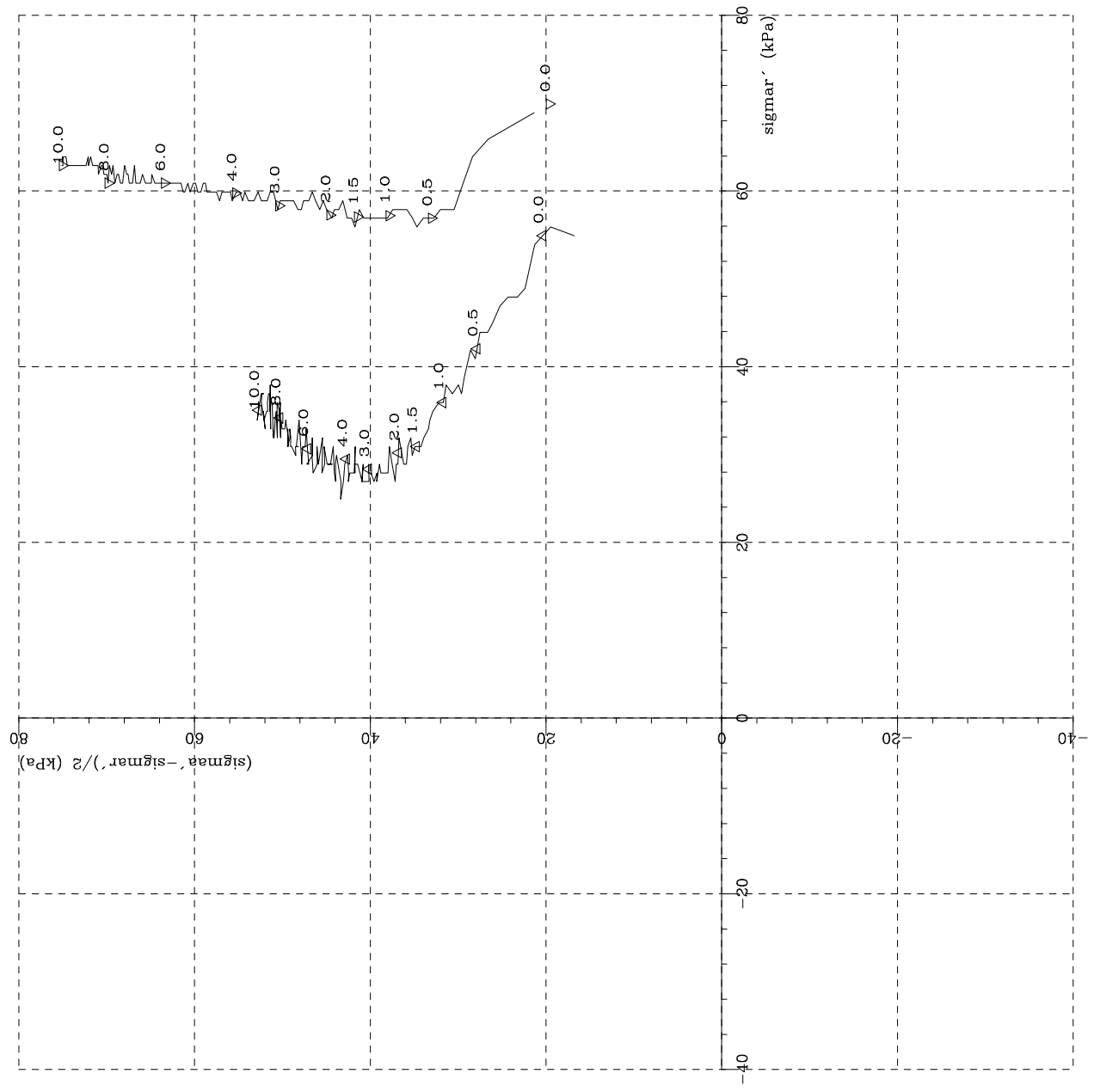
Bilag  
-

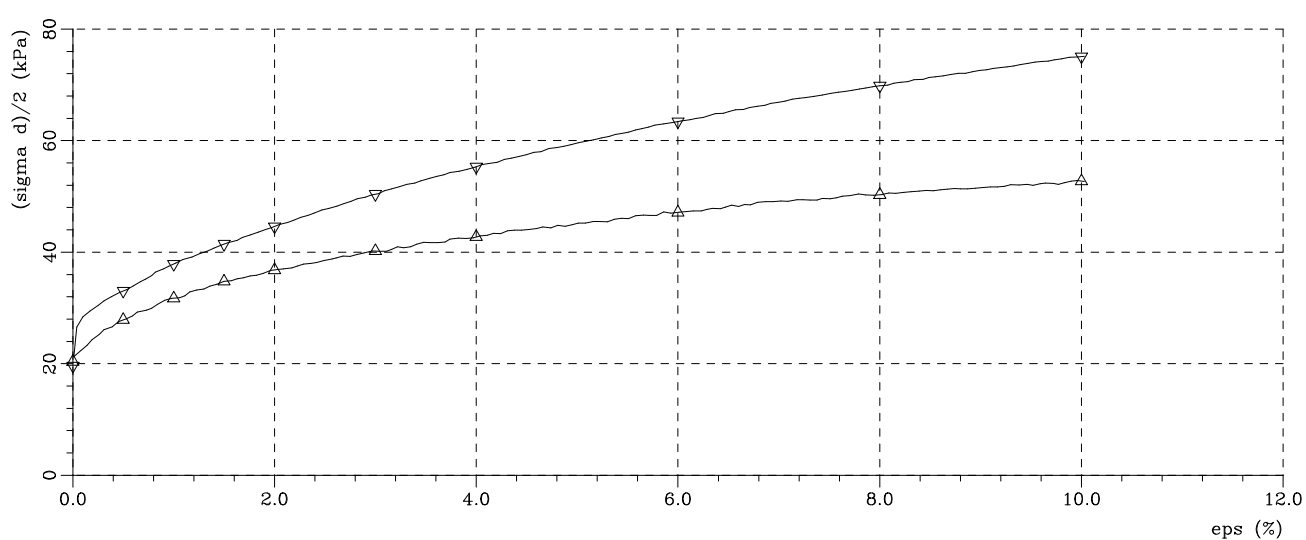
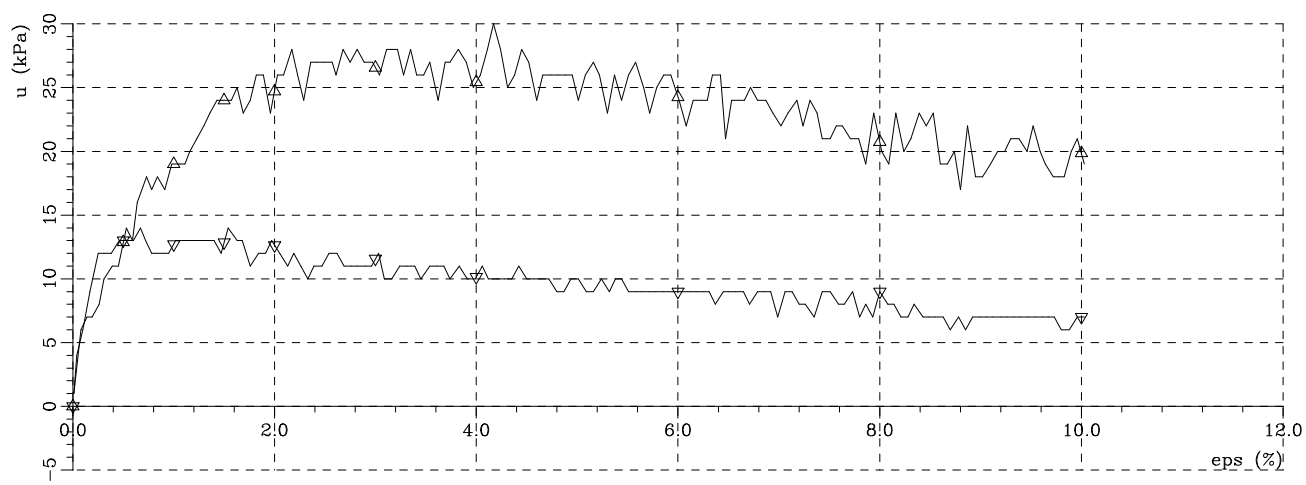
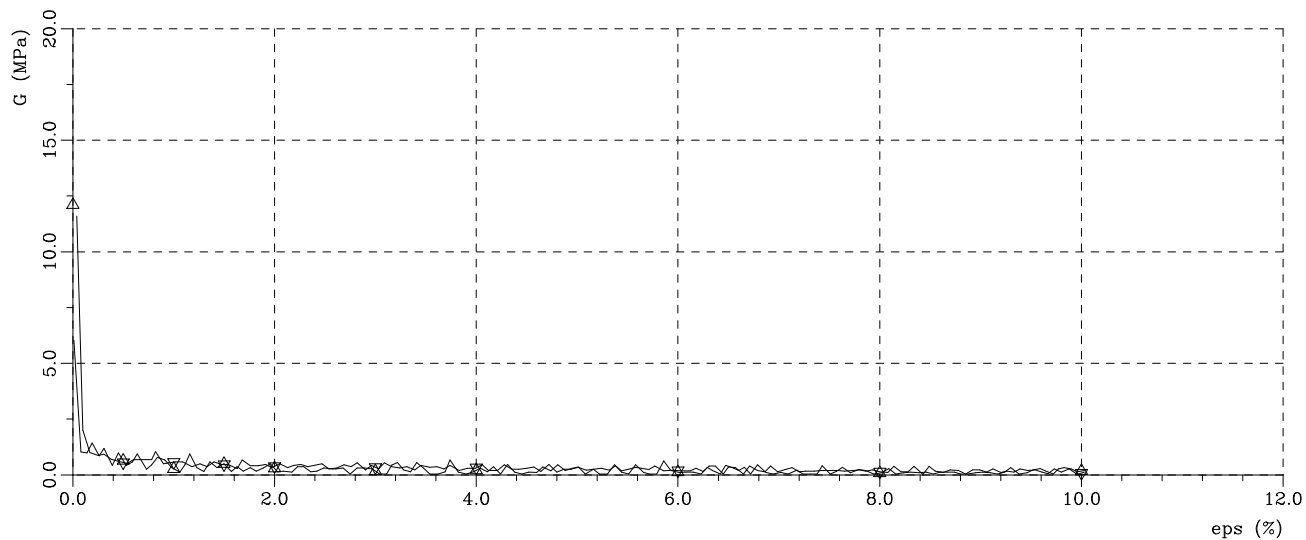
Tegn. Nr.  
109

Sym	Profil	Dybde(m)	Labnr	Forsøkstype	dV(cm3)	Korr.	Kommentar
▲	1	7.35	03	CAUA	6.70	4	Leire
▼	1	7.45	03	CAUA	7.90	4	Leire



▲ a (kPa) = 10.00  
▼ a (kPa) = 10.00





Sym	Profil	Dybde(m)	Labnr	Forsøkstype	dV(cm3)	Korr.	Kommentar
▲	1	7.35	03	CAUA	6.70	4	Leire
▼	1	7.45	03	CAUA	7.90	4	Leire

TREKSIALFORSØK

RAMBØLL, divisjon Geo og Miljø

Oppdr.nr.  
6080683

Dato  
10. 9.12

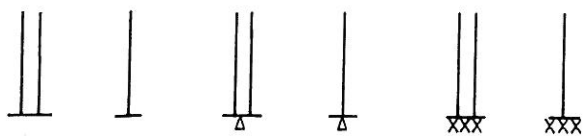
Fig.



## MARKUNDERSØKELSER

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

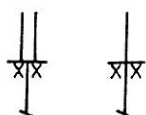
Avslutning av boring (gjelder alle sonderingstyper).



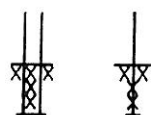
Boring avsluttet (årsak ikke angitt)

Antatt stein, morene, sand ol.

Antatt fjell



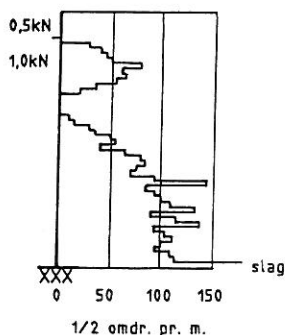
Boret i antatt fjell. (Hvis overgangen er ukjent, settes spørsmåltegn.)



Boret i fjell og kjerne opptatt.

### 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 omdreininger pr. 20 cm synkning noteres. Ved optegninger vises antall halve omdreininger 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.

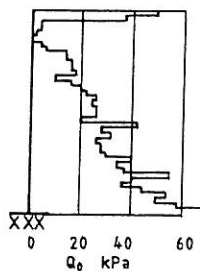
### Ramsondering

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:

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

angis i diagram som funksjon av dybden.



### 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

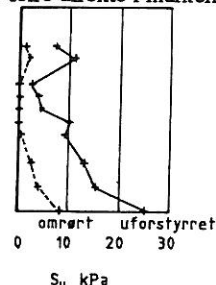
utføres for undersøkelse i laboriet av grunnens geotekniske egenskaper.

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 laboriet.

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 tilfredsstillende formålet.

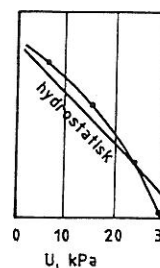
### Vingeboring

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.

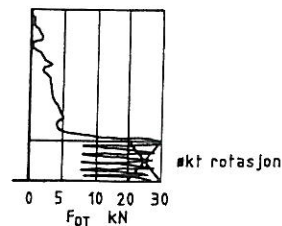


Grunnvannstanden observeres vanligvis direkte ved vannstand i borhullet.

### 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.



**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**

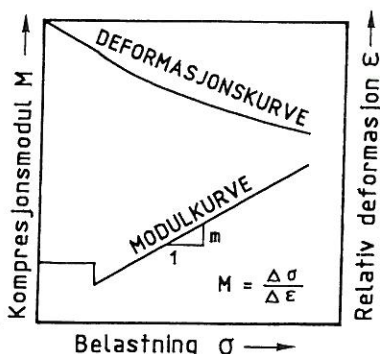
( $s_u$  i  $\text{kN/m}^2$ ) av leire ved hurtige enaksiale trykkforsøk på uforstyrrede prøver med tverrsnitt  $3,6 \times 3,6 \text{ cm}^2$  (evt. hel prøve) og høyde 10 cm. Skjærstyrken settes lik halve trykkfastheten. Dessuten måles skjærstyrken i uforstyrret og omrørt tilstand ved konusforsøk, hvor 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 ( $S_v$ )**

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 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 vektøstapet (evt. glødetapet ved humusrike jordarter) og uttrykkes i vektprosent av tørt materiale.

**Saltinnhold**

( $g/l$  eller  $o/oo$ ) 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.

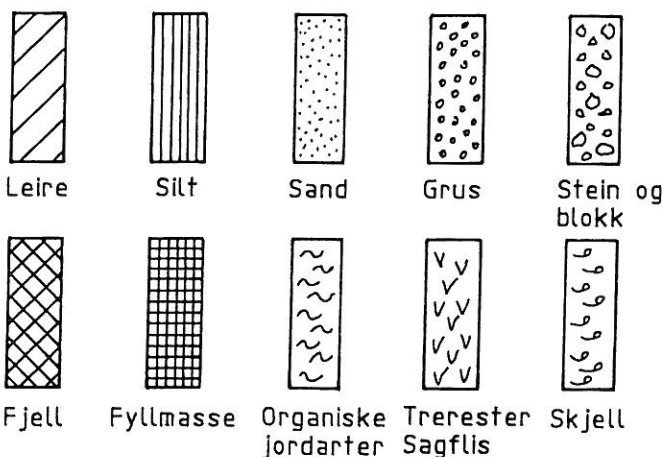
Fraksj.betegn.	Leir	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørr. mm	$< 0,002$	$0,002-0,06$	$0,06-2$	$2-60$	$60-600$	$> 600$

**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).



**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 = aurlulle

**SPESEIELLE UNDERSØKELSER**

SPESEIELLE MARKUNDERSØKELSER

Feltkompressometer

benyttes for undersøkelse av grunnens kompressibilitet direkte i marken. I prinsippet består utstyret av en skruplate 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 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.

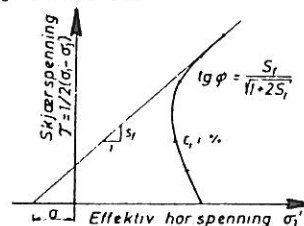
En sirkulær plate med  $\varnothing = 30$  cm plasseres på den komprimerte grunnen og belastes trinnvis samtidig som nedbøyning av platen måles med spesielt måleutstyr. Samhørende verdier for belastning og nedbøyning av platen måles med spesielt måleutstyr. Samhørende verdier for belastning og nedbøyning 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  $\text{kN/m}^2$ , 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 samhoørende 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 tilhoørende 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 et stempel med areal 3  $\text{inch}^2$  med konstant bevegelseshastighet = 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 referansmateriale. 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 bekrefte ut fra forsøk på 2 prøver.