

DATARAPPORT FRA GRUNNUNDERSØKELSE

NVE Region Midt - Norge

Kvikkleiresone 1100 Litjugla

Oppdrag nr: 6080214

Rapport nr. 1

Dato: 04.08.2010

Fylke Sør-Trøndelag	Kommune Klæbu	Sted Litjugla	UTM 05735 70207 (Euref 89, sone 32)
Byggherre			
Oppdragsgiver NVE Region Midt-Norge			
Oppdrag formidlet av			
Oppdragsreferanse			
Antall sider 5	Tegn.nr 101 - 115	Bilag.nr. 1 - 2	Antall tillegg 3

Prosjekt-tittel

**NVE Region Midt-Norge
Supplerende grunnundersøkelse KL-
sone 1100 Litjugla**

Rapport-tittel

**Grunnundersøkelser
Datarapport**

Oppdrag nr: 6080214	Rapport nr: 1	Rev:	Dato: 2010-08-04	Kontr:
Oppdragsleder: Stein-Are Strand		Utarbeidet av: Stein-Are Strand <i>Stein-Are Strand</i>		
<p>SAMMENDRAG</p> <p>Feltundersøkelsene er utført i flere omganger, med oppstart i desember 2009 og avslutning i april 2010.</p> <p>Det er utført til sammen 22 dreietrykksonderinger til dybder varierende mellom ca. 14 og 44 m, pkt. 31 - 52.</p> <p>Det er utført 2 trykksonderinger (CPTU), pkt. 36 og 42. Det er sondert til ca dybde 16 og 36 m.</p> <p>Det er satt ned piezometer i til sammen 2 lokasjoner, pkt. 32 og 44. Piezometerne er installert i følgende dybder: Pkt. 32: 12 og 20 m. (Hydraulisk piezometer) Pkt. 42: 12 m. (Elektrisk piezometer)</p> <p>Det ble tatt prøver fra 4 punkt, totalt 29 uforstyrrede sylindprøver (54 mm) og 3 poseprøver. Det er tatt opp prøver i pkt. 13, 32, 36 og 42.</p> <p>Det er utført rutineundersøkelser på alle opptatte prøver i vårt geotekniske laboratorium.</p> <p>Treksialforsøk er utført på til sammen tre prøver (CAUA og CAUP), fra pkt. 32, 36 og 42.</p> <p>Ødometerforsøk er utført på til sammen 3 prøver, fordelt på pkt. 32 og 42. Av de 3 forsøkene er det 2 kontinuerlige belastningsforsøk (CRS) utført ved NTNU og et trinnvis ødometersforsøk utført ved vårt eget geotekniske laboratorium.</p>				

INNHold

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	5

TEGNINGER

Tegn. nr.	Rev. nr.	Tittel	Målestokk
101		OVERSIKTSKART	1 : 50000
102		SITUASJONSPLAN	1 : 1000
103 - 109		BORERESULTATER, DREIETRYKKSONDERING	1 : 200
110 - 111		BORERESULTATER, CPTU	1 : 200/1 : 250
112 - 115		BORPROFILER	1 : 100

TILLEGG

I	MARKUNDERSØKELSER
II	LABORATORIEUNDERSØKELSER
III	SPESIELLE UNDERSØKELSER

BILAG

1	ØDOMETERFORSØK
2	TREKSIALFORSØK

1 INNLEDNING

1.1 Prosjekt

NVE Region Midt-Norge har engasjert Rambøll Norge AS v/Divisjon Geo & Miljø, Trondheim til å utføre supplerende grunnundersøkelser i sone 1100 Litlugla i Klæbu kommune. Grunnundersøkelsene skal, sammen med tidligere utførte grunnundersøkelser, danne grunnlag for utredning av sonen og prosjektering av stabiliserende tiltak.

1.2 Oppdrag

Rambøll Norge AS, avdeling Geo & Miljø har utført supplerende grunnundersøkelser i sone 1100 Litjugla i Klæbu kommune.

1.3 Innhold

Denne rapporten er en ren datarapport som inneholder resultater av utførte grunnundersøkelser med felt- og laboratedata. Geoteknisk vurdering av prosjektet utarbeides separat, og er ikke en del av denne rapporten.

2 UNDERSØKELSER

2.1 Feltundersøkelser

Feltundersøkelsene er utført i flere omganger, med oppstart i desember 2009 og avslutning i april 2010.

Det er utført til sammen 22 dreietrykksonderinger til dybder varierende mellom ca. 14 og 44 m, pkt. 31 – 52.

Det er utført 2 trykksonderinger (CPTU), pkt. 36 og 42. Det er sondert til ca dybde 16 og 36 m.

Det er satt ned piezometer i til sammen 2 lokasjoner, pkt. 32 og 44. Piezometerne er installert i følgende dybder:

Pkt. 32: 12 og 20 m. (Hydraulisk piezometer)

Pkt. 42: 12 m. (Eleketrisk piezometer)

Det ble tatt prøver fra 4 punkt, totalt 29 uforstyrrede sylindrerprøver (54 mm) og 3 poseprøver. Det er tatt opp prøver i pkt. 13, 32, 36 og 42.

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

2.2 Oppmåling

Utstikning og innmåling av borpunkter/punktkoordinater er utført av Rambøll Norge AS. Borpunktkoordinatene er innmålt ved bruk av GPS, type Leica 1200, med koordinatsystem Euref89 sone 32. Koordinatene er deretter transformert til aksesystem NGO1948 akse 3.

Målingene ble gjort med baseoppstilling over punkt G25T0318 (Eggan), og med kontrollmålinger mot punkt G25T0325 (Tulluan).

Koordinater og høyder er vist på tabell 1.

Tabell 1: Koordinater for borpunkter (NGO1948, akse 3).

Borpunkt	Nord X (m)	Øst Y (m)	Terrengkote NGO
31*	590964	-12597	124
32	591017.689	-12555.868	135.979
33	591059.643	-12485.849	118.797
34	591101.096	-12607.341	143.095
35	591204.489	-12577.782	141.281
36	591211.711	-12467.218	114.355
37	591556.409	-12616.980	105.411
38	591634.140	-12686.667	102.242
39	591448.986	-12642.807	144.940
40	591295.354	-12729.982	143.933
41	591279.455	-12935.960	130.779
42	591468.858	-13068.428	105.705
43	591682.544	-13092.837	111.357
44	590827.049	-12639.143	135.484
45	591150.248	-12815.850	144.007
46*	591185.000	-12641.000	142.000
47	591067.732	-12729.618	144.887
48*	591049.000	-12782.000	145.000
49	591089.415	-12958.863	131.095
50	591105.854	-12916.838	139.789
51	591230.494	-13032.991	116.945
52	591359.294	-13000.014	113.669

* Borpunkt 31, 46 og 48 ble ikke funnet ved innmålingen, og koordinatene og høydene som er angitt i tabell 1 gir dermed omtrentlig plassering .

2.3 Laboratorieundersøkelser

Det er utført rutineundersøkelser på alle opptatte prøver i vårt geotekniske laboratorium.

Treaksialforsøk er utført på til sammen tre prøver (CAUA og CAUP), fra pkt. 32, 36 og 42.

Ødometerforsøk er utført på til sammen 3 prøver, fordelt på pkt. 32, 36 og 42. Av de 3 forsøkene er det 2 kontinuerlige belastningsforsøk (CRS) utført ved NTNU og et trinnvis ødometersforsøk utført ved vårt eget geotekniske laboratorium.

Utførelse av laboratorieundersøkelser er nærmere beskrevet i tillegg II "Laboratorieundersøkelser" og tillegg III "Spesielle undersøkelser".

2.4 Resultater

Borpunktene plassering er vist på situasjonsplan, tegning 102.

Borerresultater fra totalsonderingene er vist på tegning 103 - 109.

Trykksonderingene (CPTU) er presentert grafisk på tegning 110 - 111.

Resultater fra rutineundersøkelsene er vist i borprofil, tegning 112 - 115.

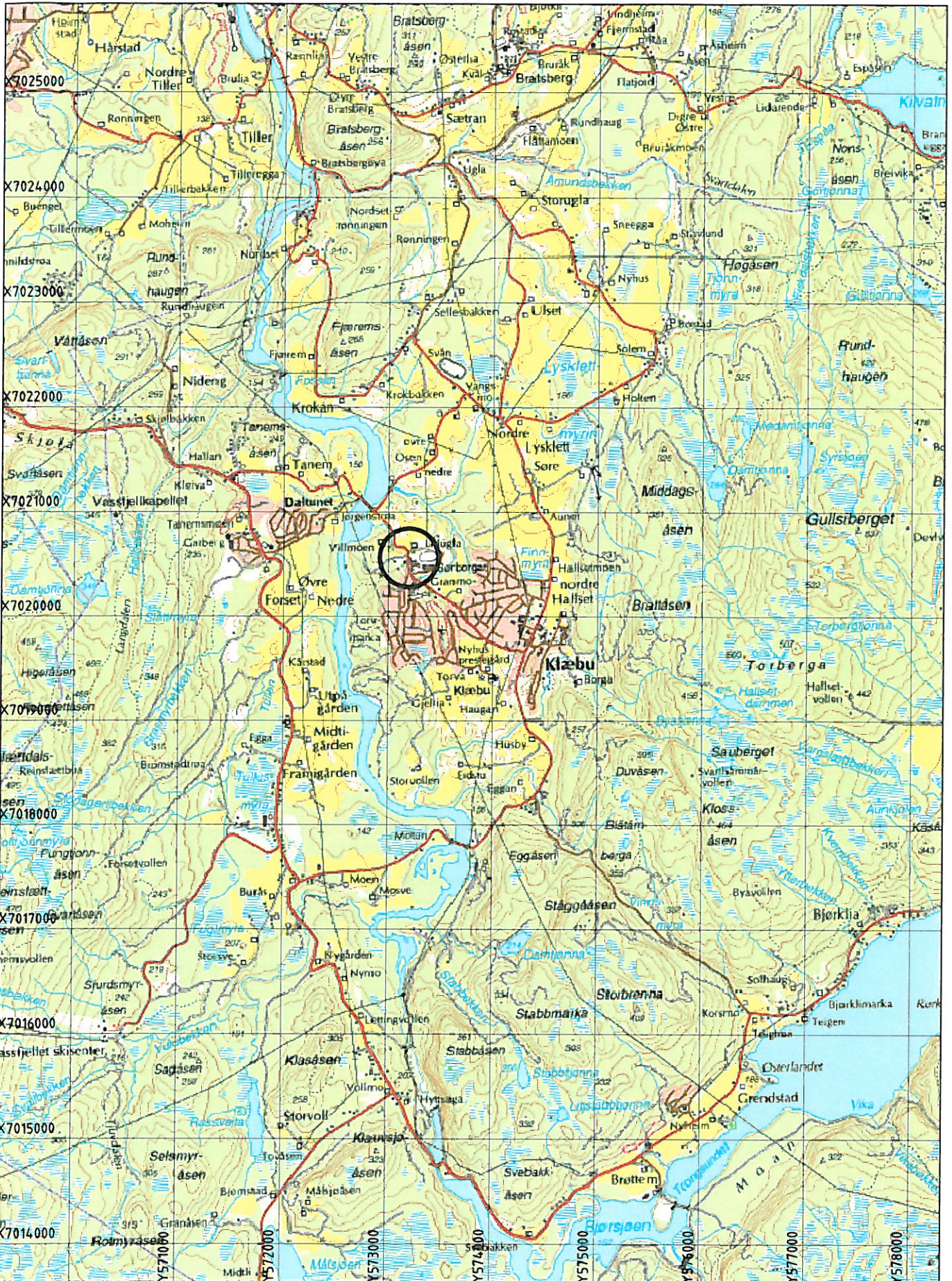
Ødometerforsøkene er presentert i bilag 1.

Treaksialforsøkene er presentert i bilag 2.

Avlest poretrykk fra piezometer er presentert i tabell 2 nedenfor.

Tabell 2: Avlest poretrykk – siste avlesning desember 2009.

Borpunkt	Dybde (m)	Poretrykk (kPa)
32-1 (nærmest klæbu-hallen)	20	56
32-2 (lengst fra klæbu-hallen)	12	24
44	12	85



Oppdrag nr. 6080214 Målestokk: 1:50000 Status:

NVE Region Midt-Norge
Kvikkleiresone 1100 Litjugla



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

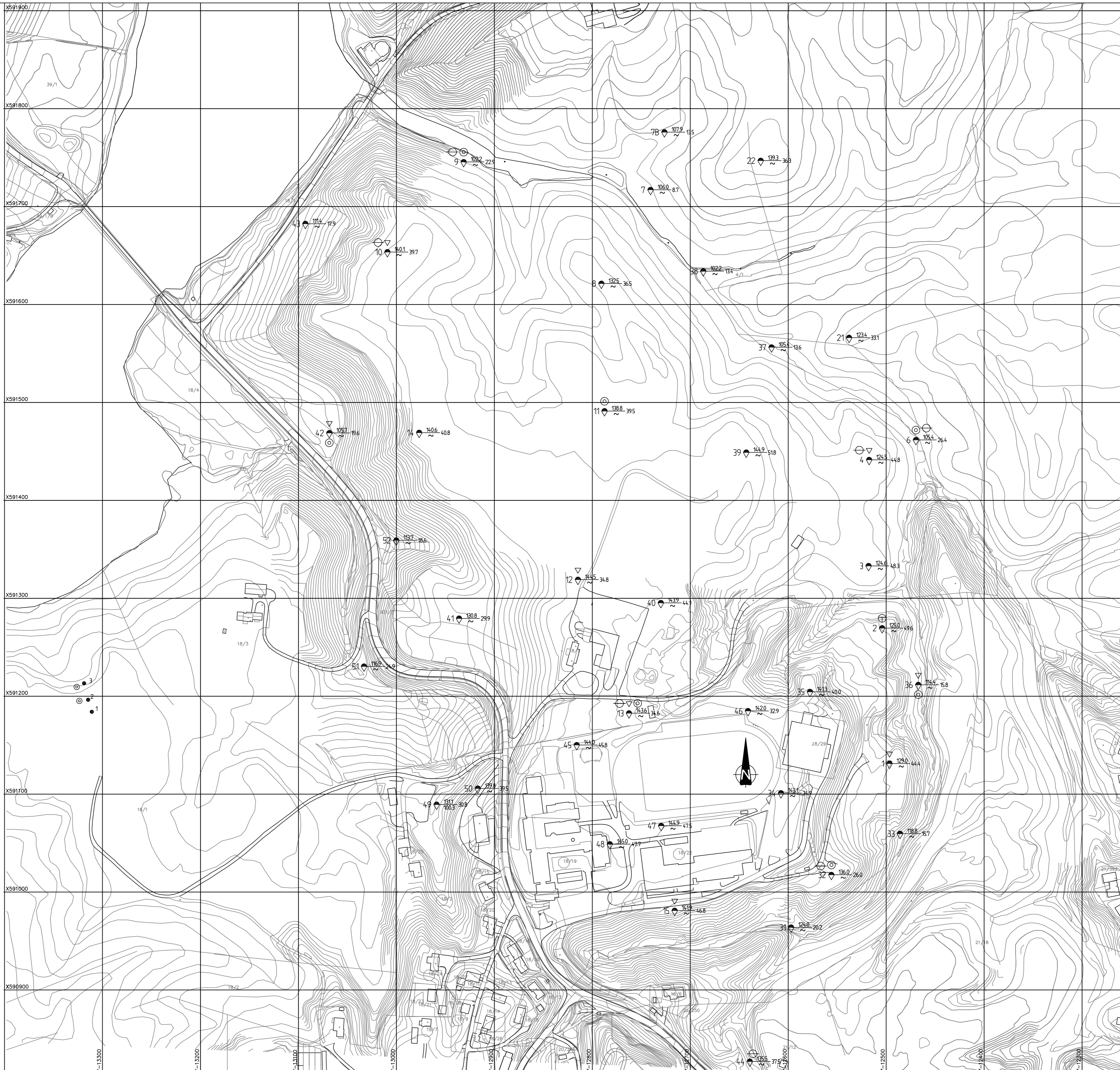
OVERSIKTSKART

UTM-ref(Sone32) 05732 70205

Tegning nr. Rev

101

	08.06.10		BVN	SAS RHM	
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj



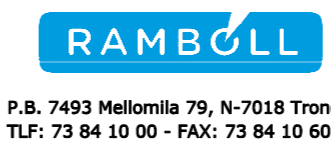
TEGNFORKLARING

- BORESYMBOLER**
- ◆ Dreietrykkssondering
 - Dreiesondering
 - ▽ Trykksondering, CPTU
 - ⊕ Totalsondering
 - ⊙ Prøvetaking
 - ⊖ Poretrykksmåling

Boring type (symbol)	FORKLARING - BORING		
Boringsnr.	Terrenghøide	Boredybde i løsmasse	boring i fjell (m)
	Føtthøide		

Boringer 1 - 22 utført tidligere, og presentert i rapport 6060970R01

2010-06-03	SAS	
REV: DATO	ENDRING	TEGN KONTR. GODKJ.
TEGNINGSSTATUS		

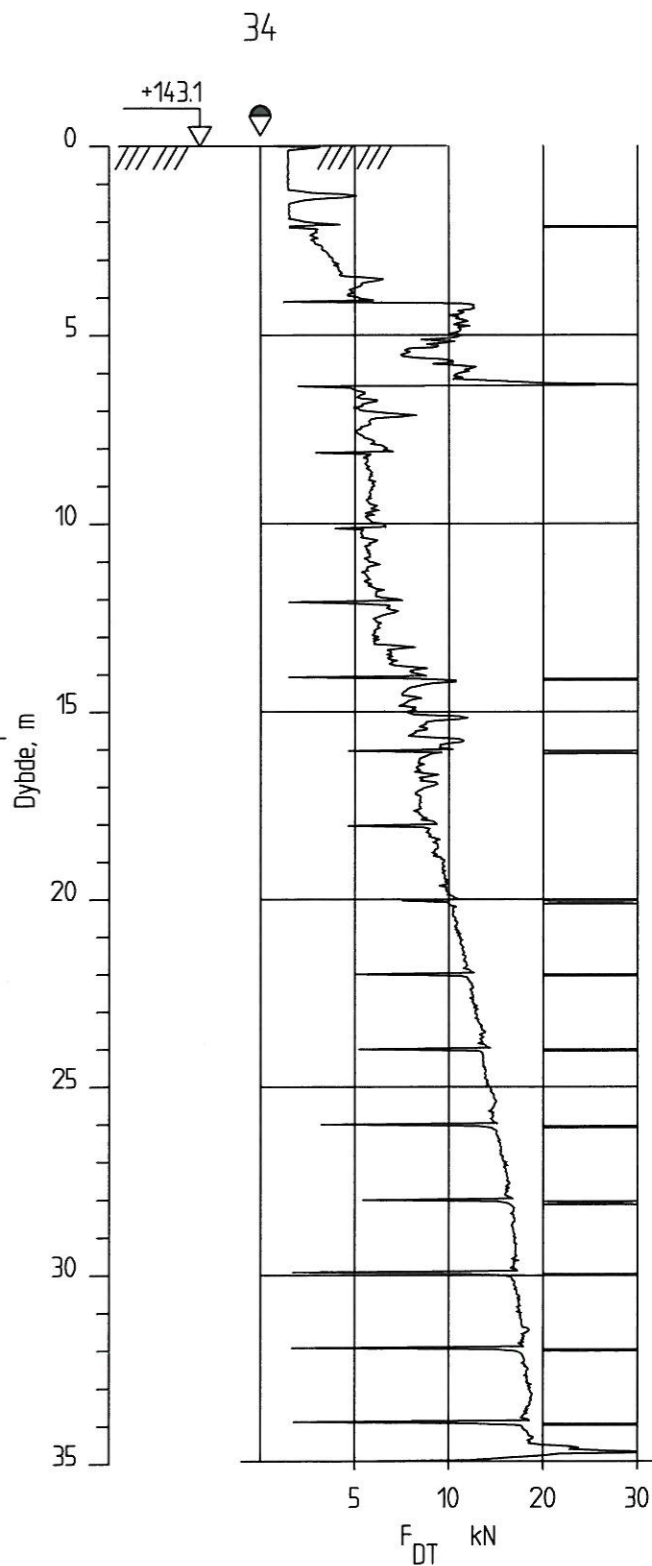
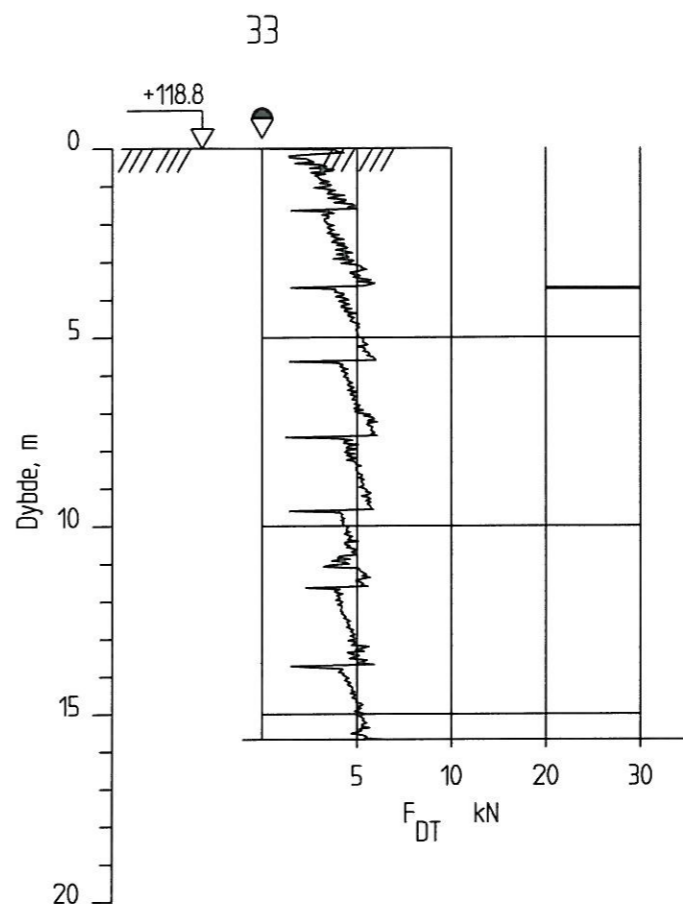
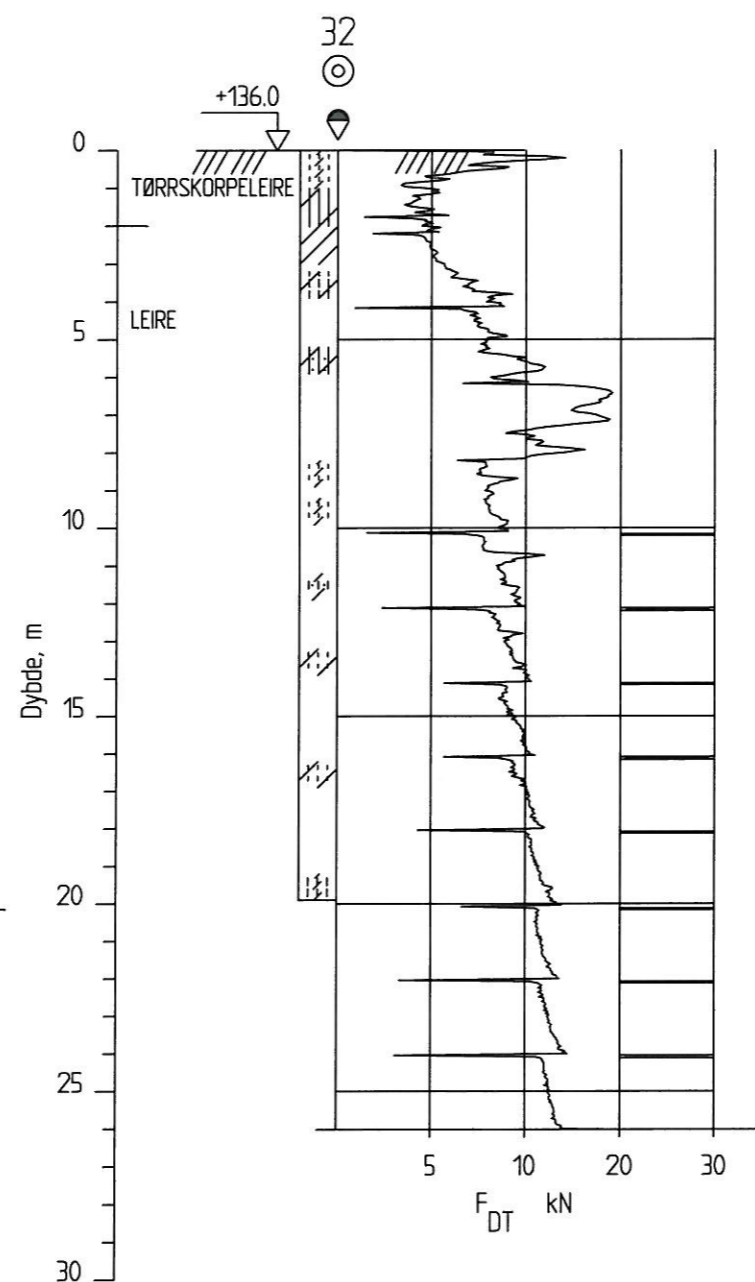
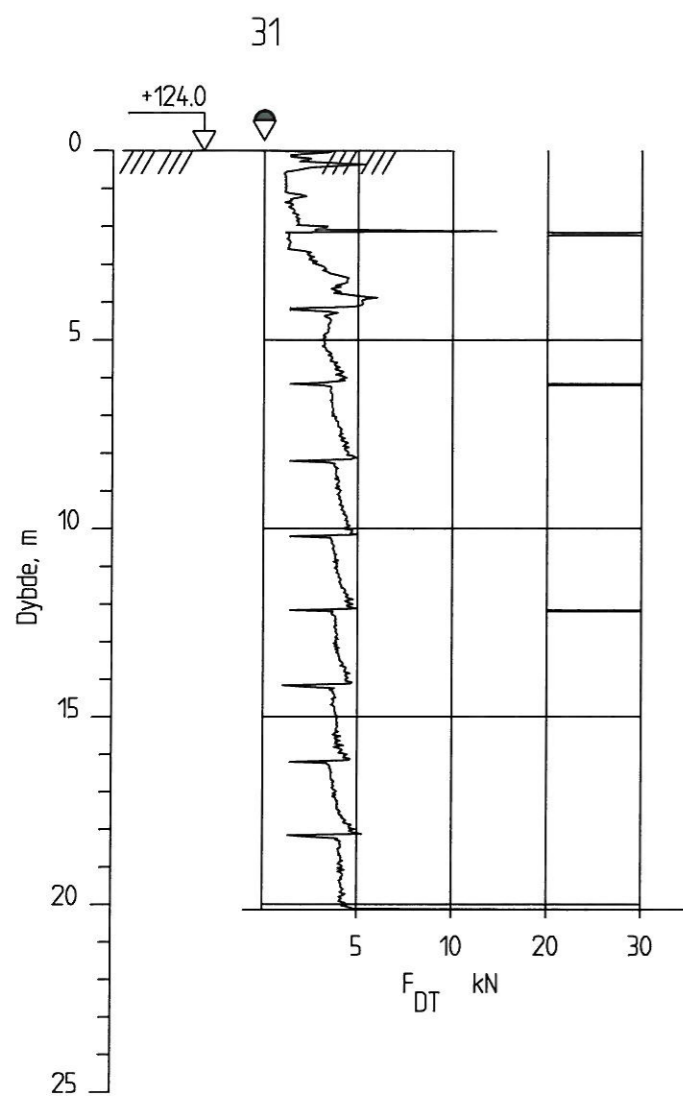


P.B. 7493 Mellomlia 79, N-7018 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

OPDRAG
 Kvikkleiresone 1100 Litjugla
 OPPDRAGSGIVER
 NVE Region Midt-Norge

INNHOOLD
 SITUASJONSPLAN
 Supplerende grunnundersøkelser

OPDRAG NR. 6080214	MÅLESTOKK 1:2000	BLAD NR.	AV
		TEGNING NR.	REV.
			102



REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
	07.06.10		BVN	SPT	RHK
TEGNINGSSTATUS					



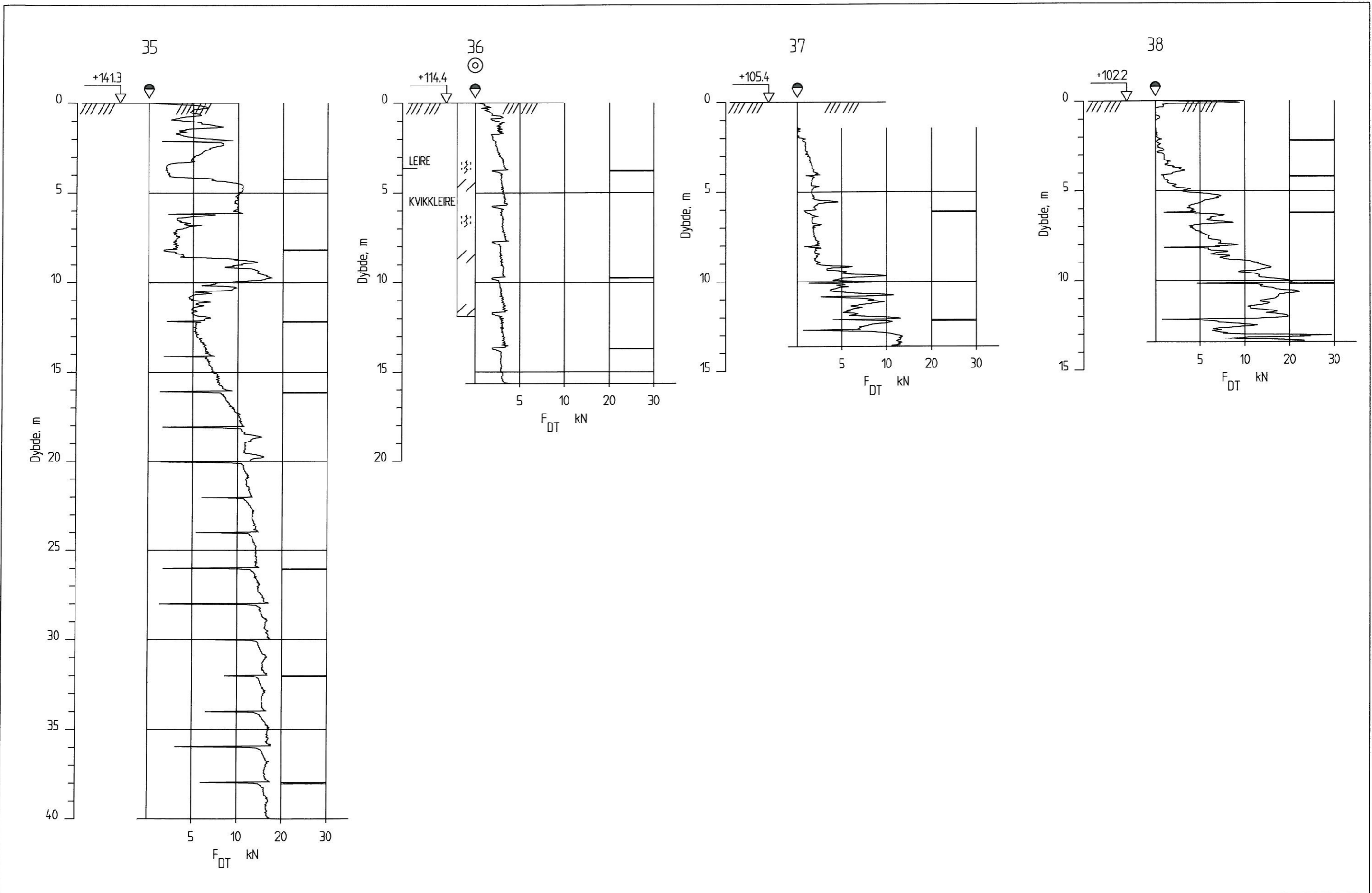
Ramboll Norge AS - Region Midt-Norge
P.B. 7493 Mellomila 79, N-7018 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

OPPDRAG
Kvikkleiresone 1100 Litjugla

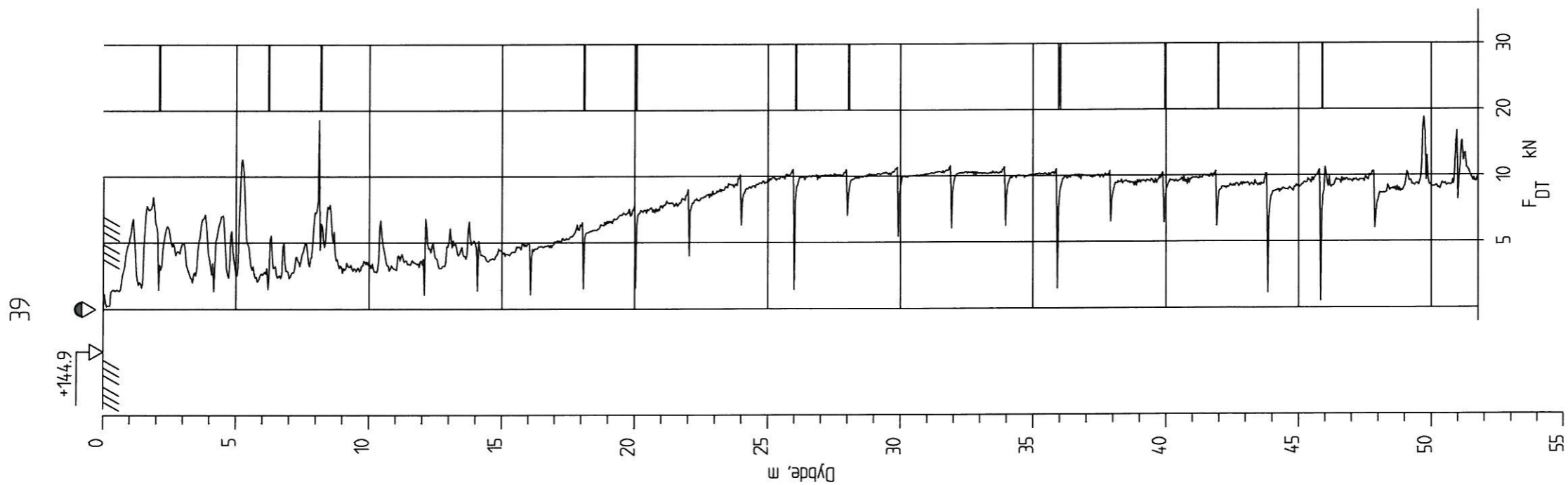
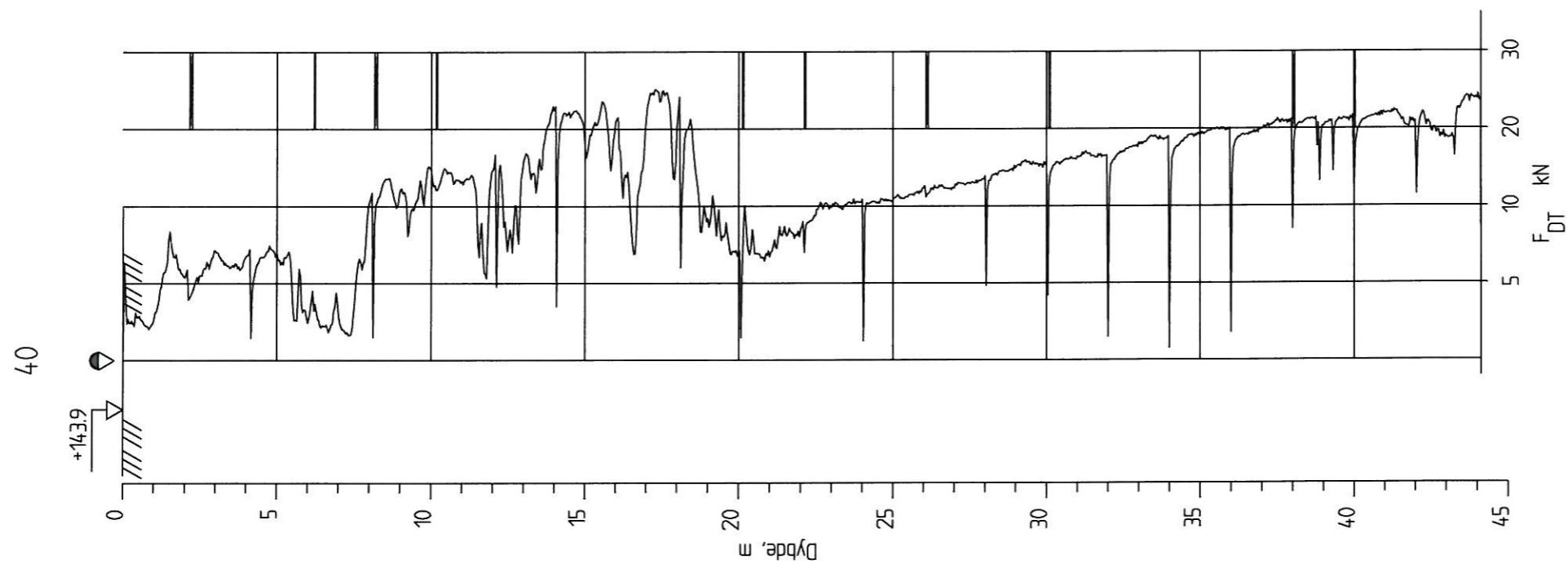
OPPDRAGSGIVER
NVE Region Midt-Norge

INNHOOLD
BORERESULTATER
Dreietrykksondering
CPTU
Prøveserie

OPPDRAG NR. 6080214	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR.	AV
TEGNING NR. 103			REV.



<table border="1"> <tr> <td>REV.</td> <td>07.06.10</td> <td>ENDRING</td> <td>BVN</td> <td>SA</td> <td>PHH</td> </tr> <tr> <td>TEGN</td> <td></td> <td>KONTR</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="6">TEGNINGSSTATUS</td> </tr> </table>				REV.	07.06.10	ENDRING	BVN	SA	PHH	TEGN		KONTR				TEGNINGSSTATUS								OPPDRAG Kvikkleiresone 1100 Litjugla		INNHOLD BORERESULTATER Dreietrykksondering CPTU Prøveserie		OPPDRAG NR. 6080214	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. 104	AV REV.
REV.	07.06.10	ENDRING	BVN	SA	PHH																										
TEGN		KONTR																													
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						OPPDRAGSGIVER NVE Region Midt-Norge		TEGNING NR. 104																							



REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
	07.06.10		BVN	SJS	ICBK
TEGNINGSSTATUS					



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

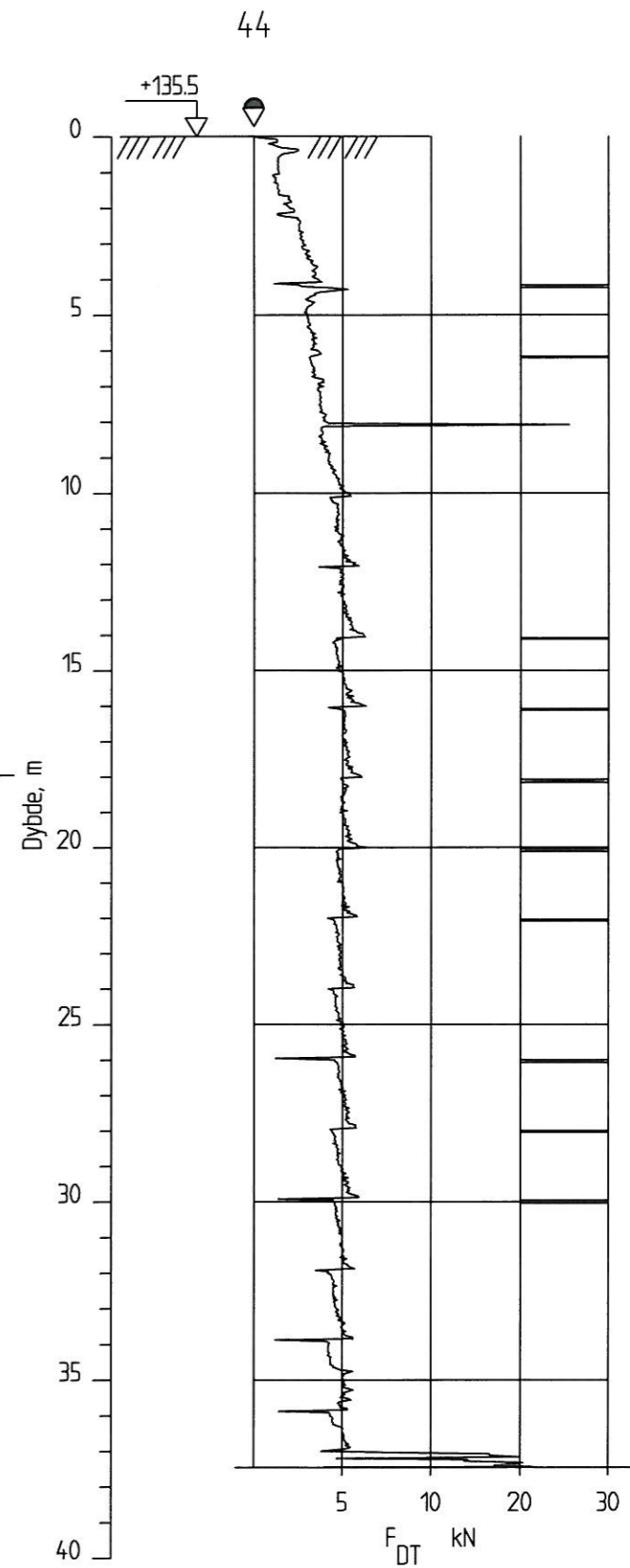
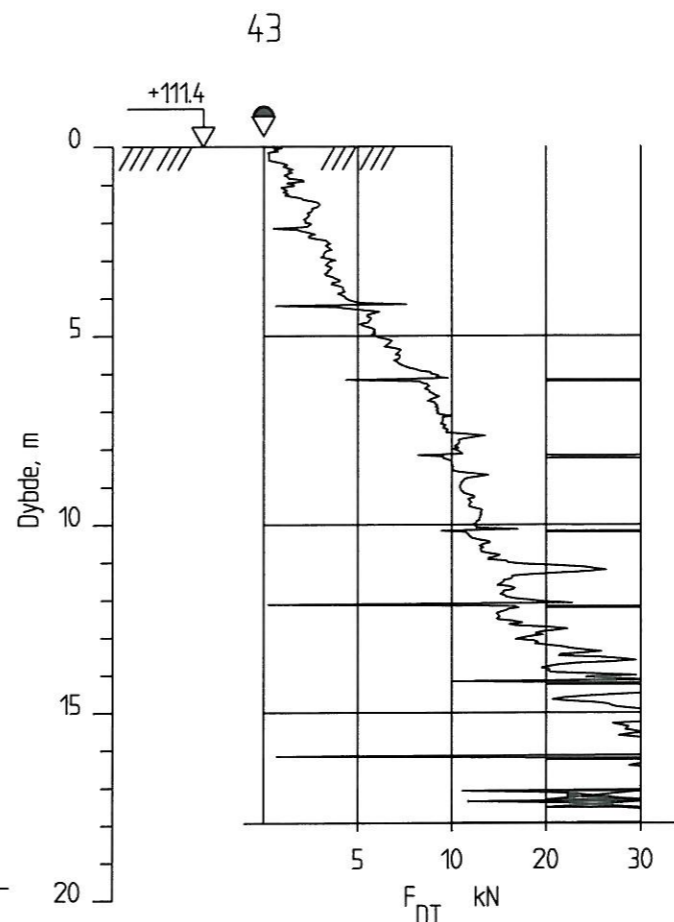
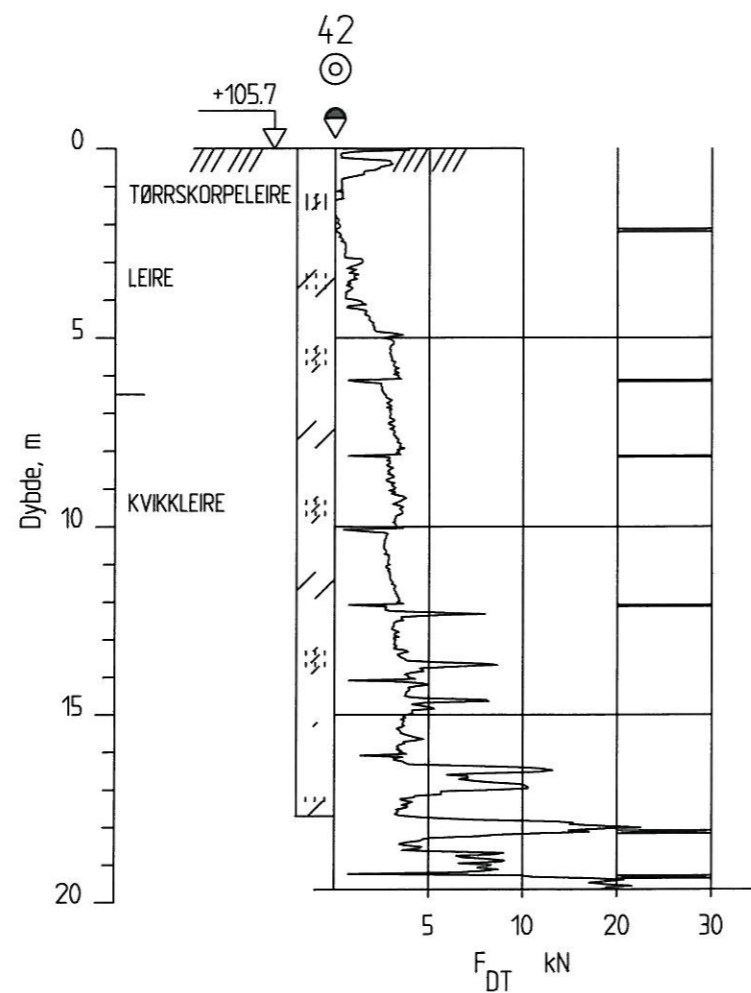
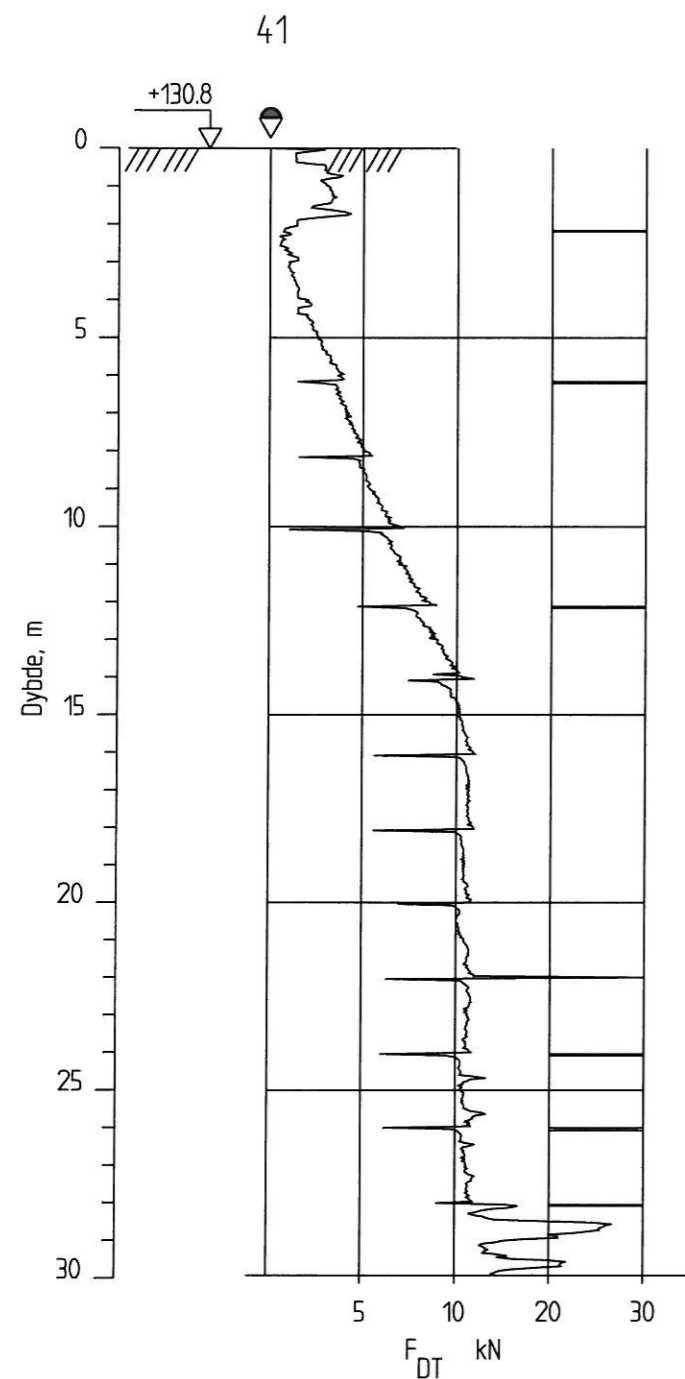
OPPDRAG
Kvikkleiresone 1100 Litjugla

OPPDRAGSGIVER
NVE Region Midt-Norge

INNHold
BORERESULTATER

- ◆ Dreietrykkssondering
- ▽ CPTU
- © Prøveserie

OPPDRAG NR. 6080214	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR.	AV
		TEGNING NR. 105	REV.



REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
	07.06.10		BVN	ST	WELK
TEGNINGSSTATUS					



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

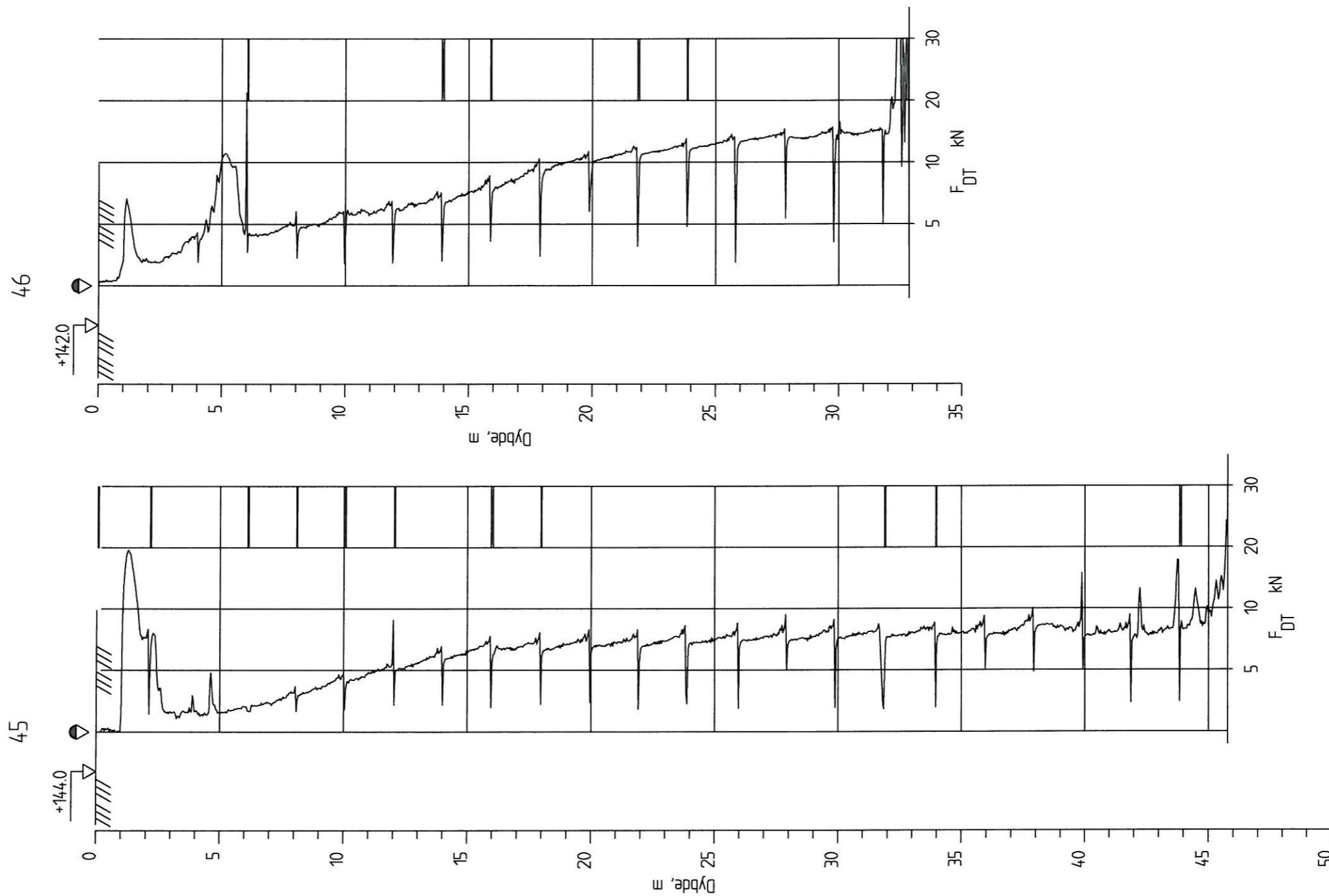
OPPDRAG
Kvikkleiresone 1100 Litjugla

OPPDRAGSGIVER
NVE Region Midt-Norge

INNHOLD
BORERESULTATER

- ☑ Dreietrykksondering
- ▽ CPTU
- © Prøveserie

OPPDRAG NR. 6080214	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR.	AV
TEGNING NR. 106			REV.



REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
	07.06.10		BVN	RS	RHK
TEGNINGSSTATUS					



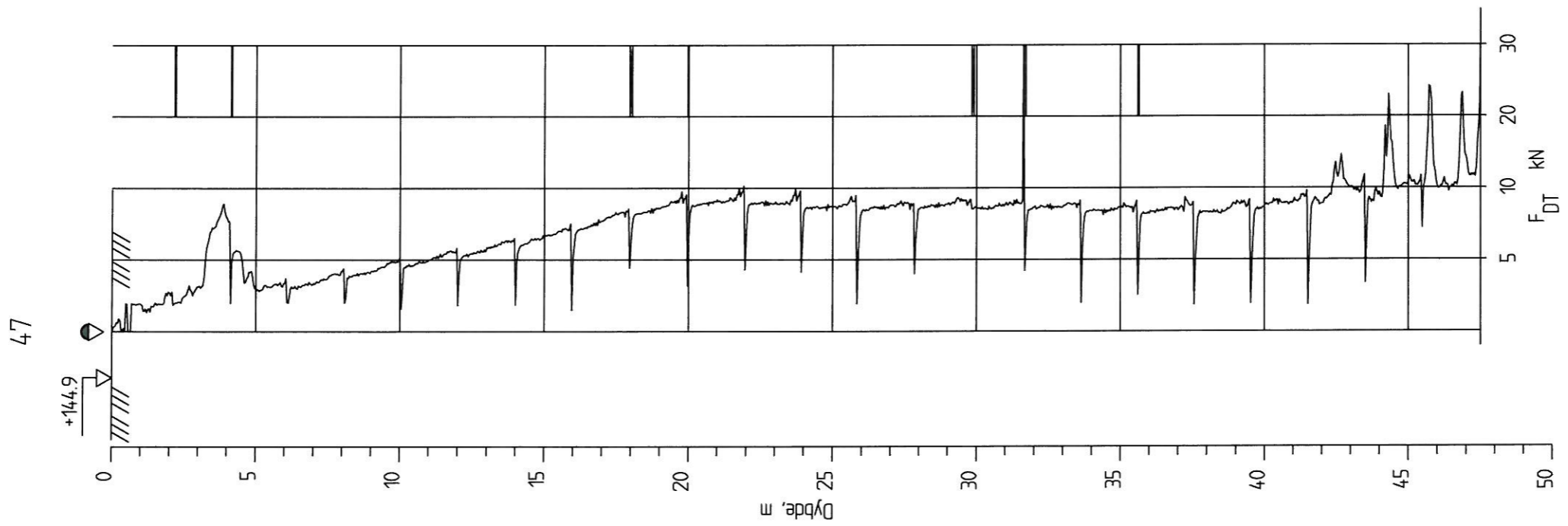
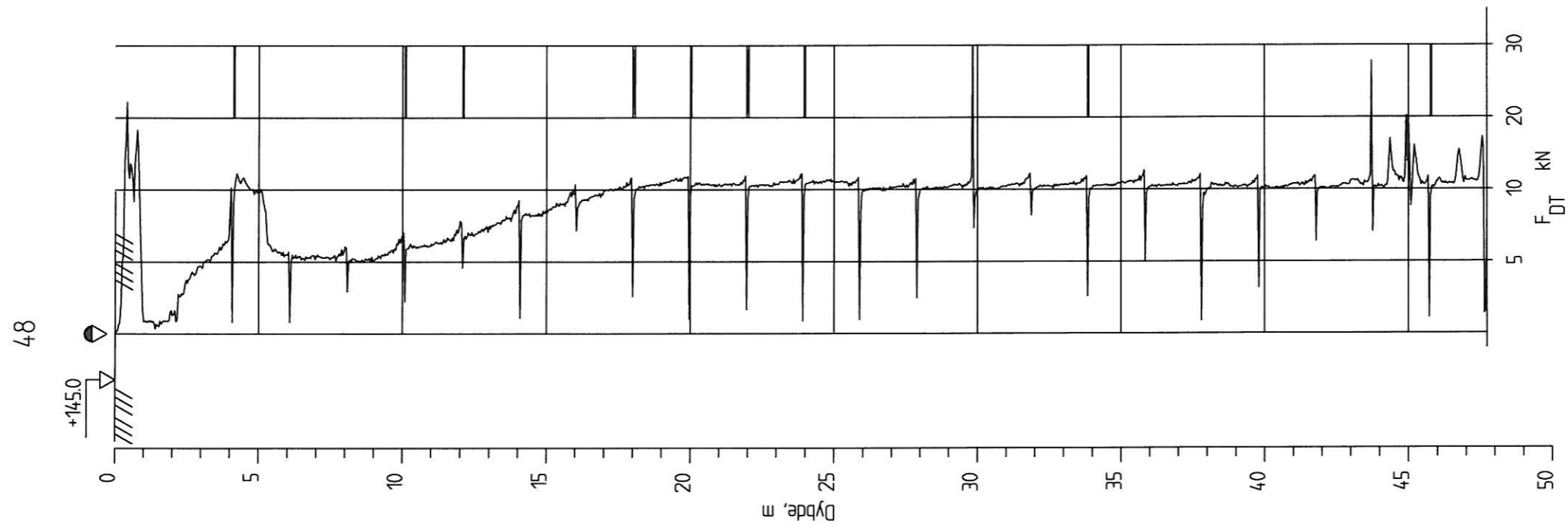
Ramboll Norge AS - Region Midt-Norge
 P.B. 7493 Mellomila 79, N-7018 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

OPPDRAG
Kvikkleiresone 1100 Litjugla

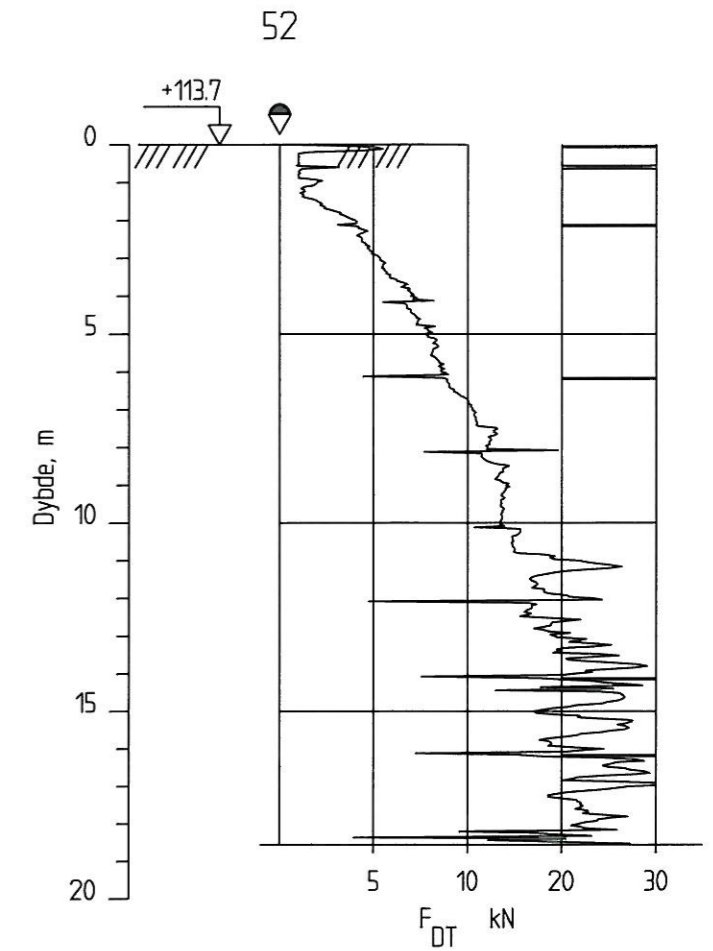
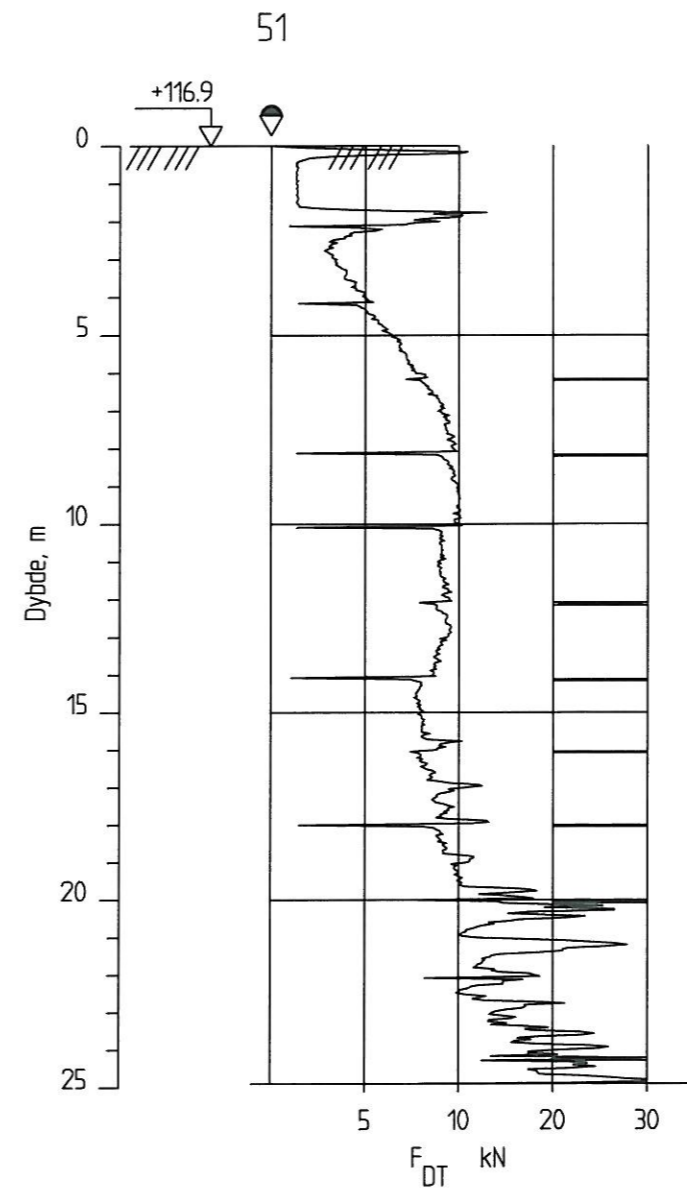
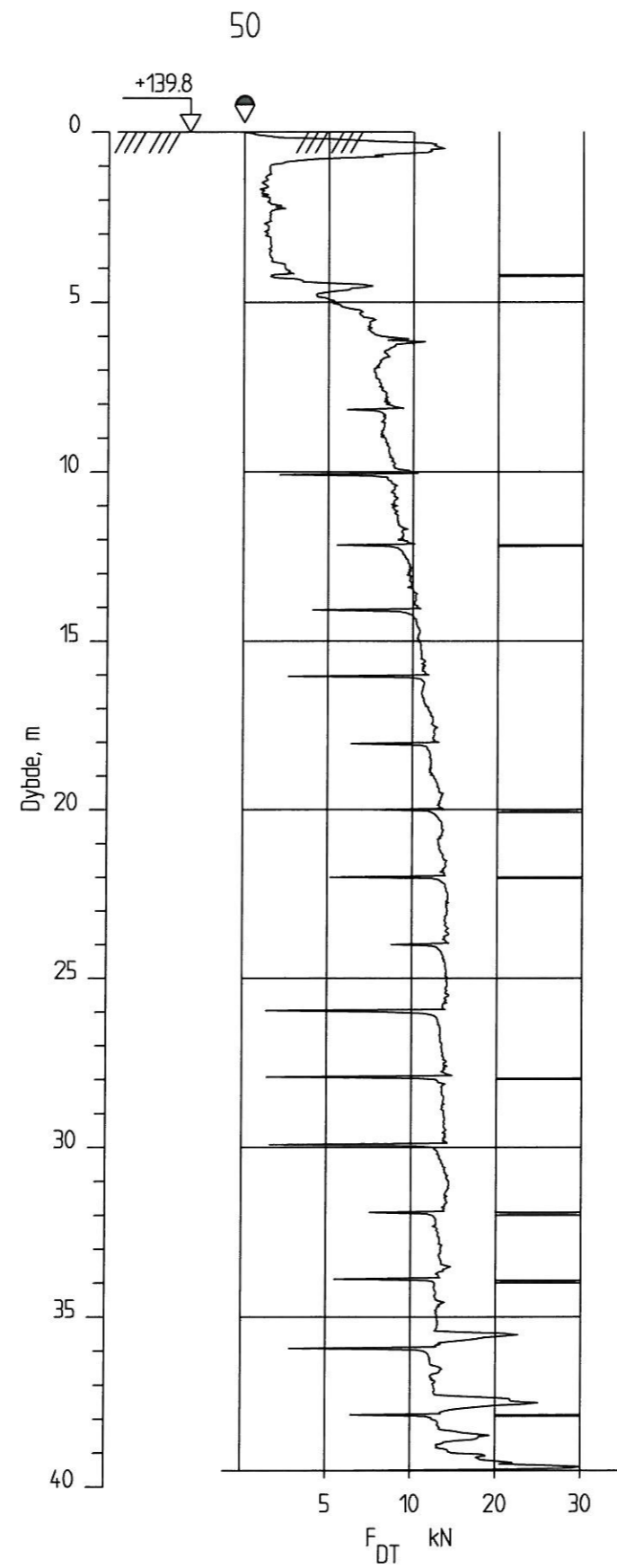
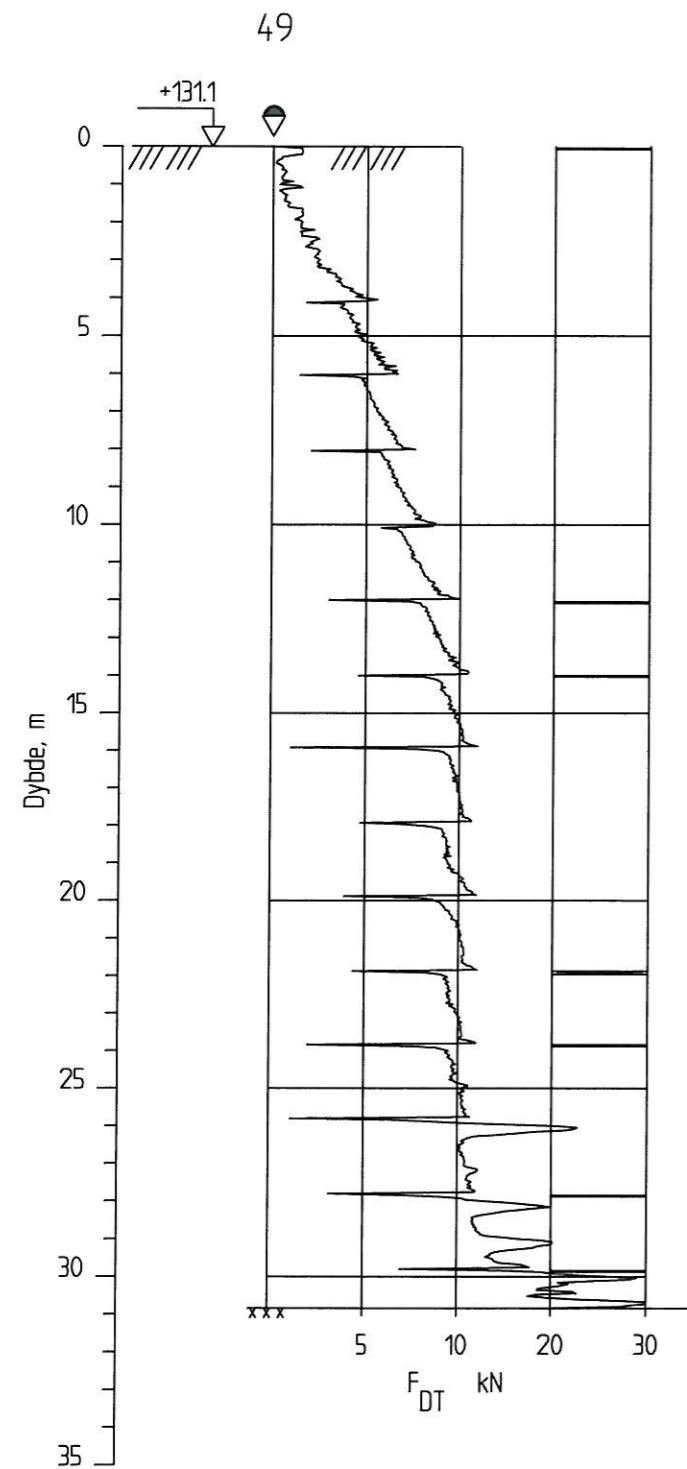
OPPDRAGSGIVER
NVE Region Midt-Norge

INNHOOLD
BORERESULTATER
 Dreietrykksondering
 CPTU
 Prøveserie

OPPDRAG NR. 6080214	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR.	AV
TEGNING NR. 107			REV.



TEGNINGSSTATUS						OPPDRAG Kvikkleiresone 1100 Litjugla		INNHOLD BORERESULTATER ▾ Dreietrykksondering ▽ CPTU © Prøveserie		OPPDRAG NR. 6080214	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. 108	AV
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ	OPPDRAGSGIVER NVE Region Midt-Norge				TEGNING NR.		REV.	
	07.06.10		BVN	<i>CS</i>	<i>RHX</i>	Rambøll Norge AS - Region Midt-Norge P.B. 7493 Mellomila 79, N-7018 Trondheim TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60				108			



REV.	07.06.10	ENDRING	BVN	SD	ETH
TEGNINGSSTATUS			TEGN	KONTR	GODKJ



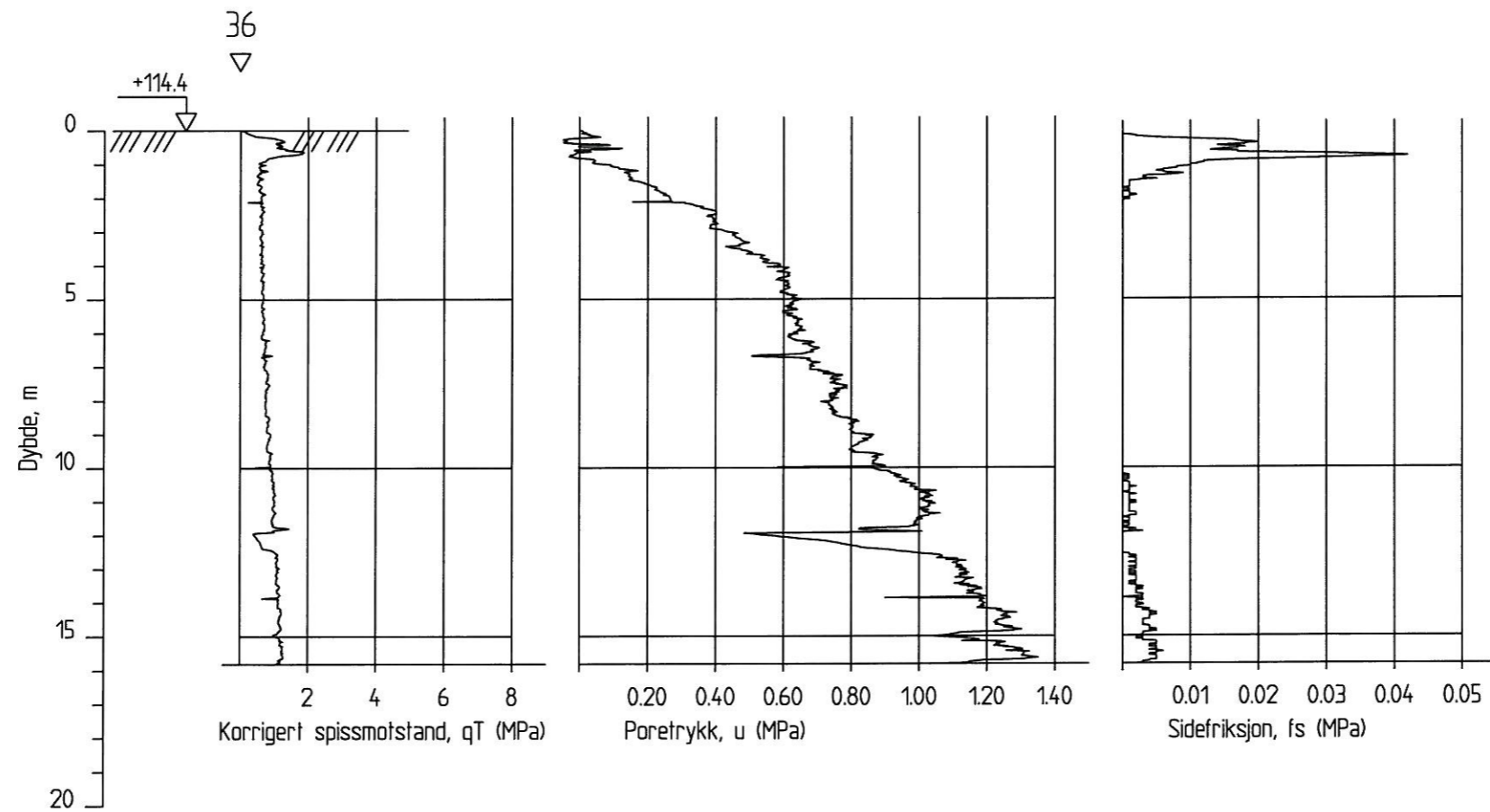
Ramboll Norge AS - Region Midt-Norge
P.B. 7493 Mellomila 79, N-7018 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

OPPDRAG
Kvikkleiresone 1100 Litjugla

OPPDRAGSGIVER
NVE Region Midt-Norge

INNHOOLD
BORERESULTATER
Dreietrykksondering
CPTU
Prøveserie

OPPDRAG NR. 6080214	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR.	AV
TEGNING NR. 109		REV.	



REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
	07.06.10		BVN	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
TEGNINGSSTATUS					



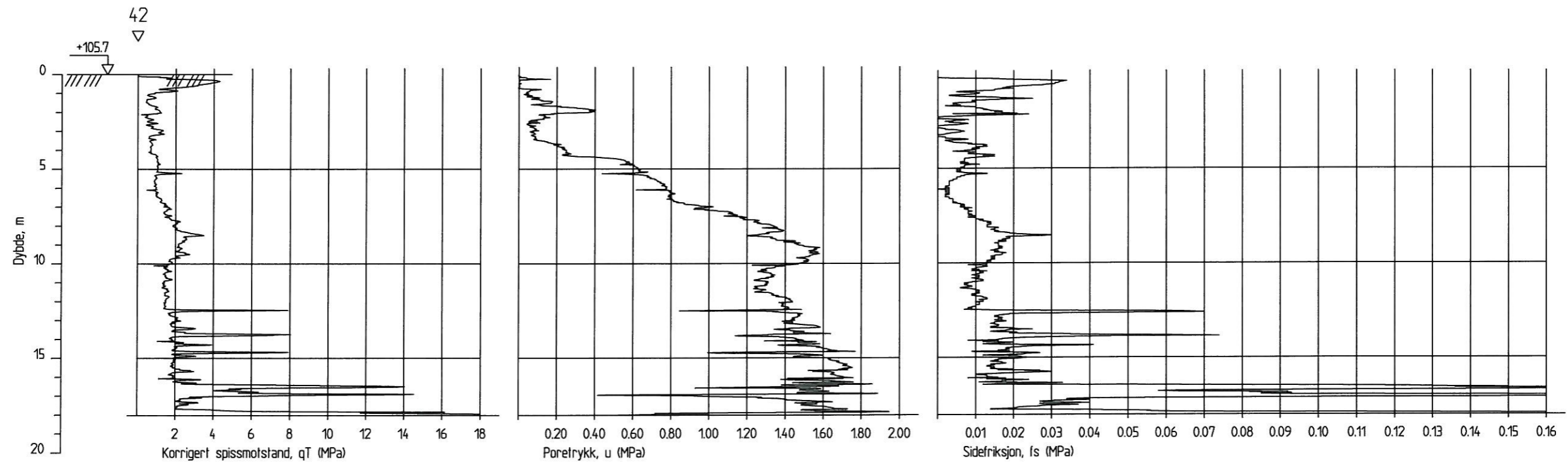
Rambøll Norge AS - Region Midt-Norge
P.B. 7493 Mellomila 79, N-7018 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

OPPDRAG
Kvikkleiresone 1100 Litjugla

OPPDRAGSGIVER
NVE Region Midt-Norge

INNHold
BORERESULTATER
Dreietrykksondering
CPTU
Prøveserie

OPPDRAG NR. 6080214	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR.	AV
TEGNING NR. 110			REV.



REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
	07.06.10		BVN	→	12/11
TEGNINGSSTATUS					



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

OPPDRA
Kvikkleiresone 1100 Litjugla
OPPDRA
NVE Region Midt-Norge

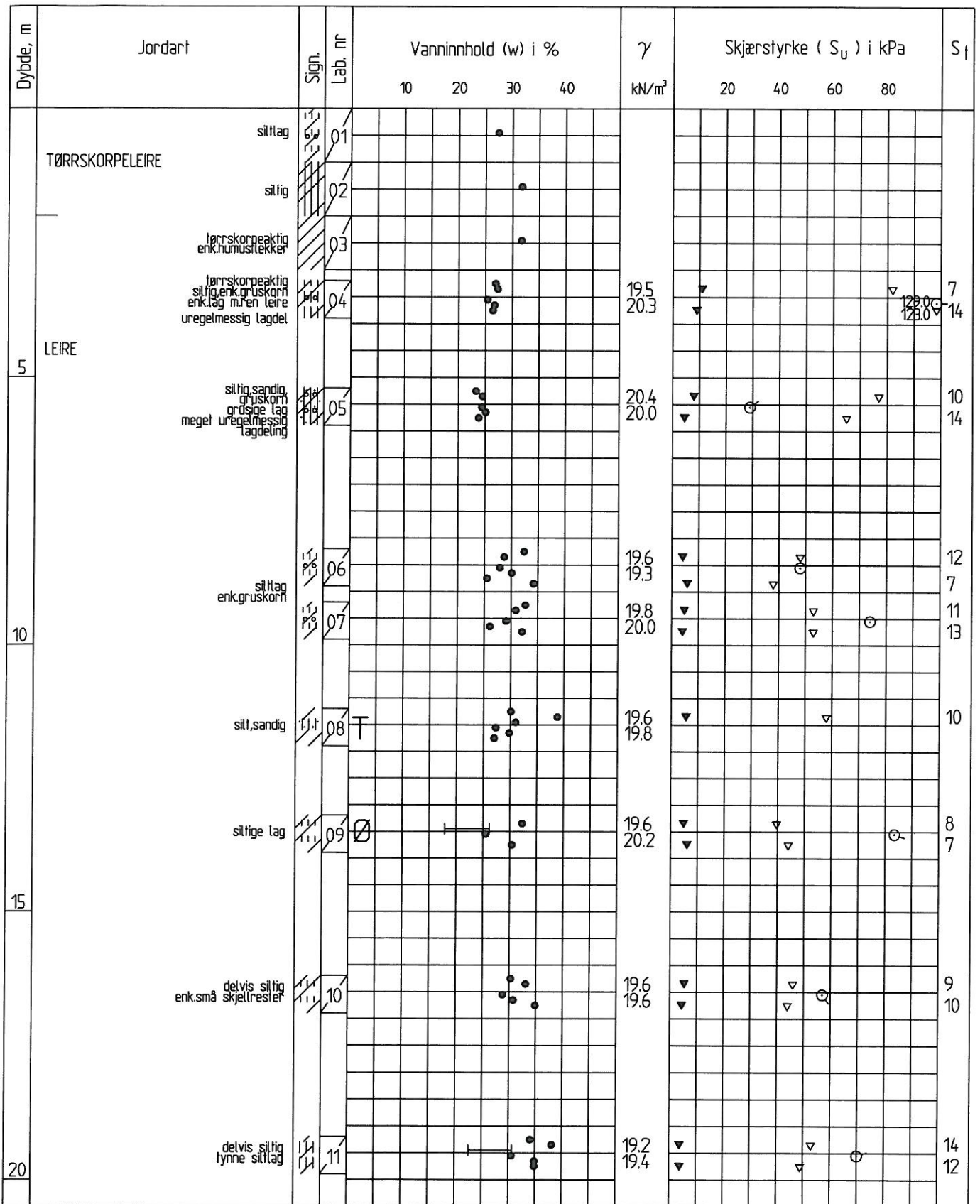
INNHO
BORERESULTATER
▽ Dreietrykksondering
▽ CPTU
© Prøveserie

OPPDRA NR. 6080214	MÅLESTOKK 1:250	BLAD NR.	AV
		TEGNING NR. 111	REV.

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr	Vanninnhold (w) i %				γ kN/m ³	Skjærstyrke (S _u) i kPa				S _t	
				10	20	30	40		10	20	30	40		
20														
	LEIRE		26			30		19.1 19.9	▼		▼	○		13 18
			27			30		19.3 19.7	▼		▼	○		16 27
			28			30		19.1 19.4	▼		▼	○		32 51
25	KVIKKLEIRE		29			30		19.0 19.0	▼		▼	○		240 100
		enk.små skjellrester		30			30		19.3 19.6	▼		▼	○	265 245
				31			30		19.4 19.7	▼		▼	○	540 490
30			32			30		19.7 20.2	▼		▼	○		430 440
35														

Enkelt trykkforsøk : (strek angir def.% v/brudd) Konusforsøk - Omrørt/uforstyrret: ▼ / ▽
 Penetrometerforsøk Konsistensgrense w_p ————— w_L Andre forsøk:
 T= Treaksialforsøk Ø= Ødometerforsøk K= Kornfordeling

Oppdrag nr. 6080214 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		
NVE Region Midt-Norge Kvikkleiresone 1100 Litjugla					
BORPROFIL HULL NR.: 13			Tegning nr. Rev.		
TERRENGHØYDE: +143.6 PRØVETYPE: 54mm			112		
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj
	08.06.10		BVN		



Enkelt trykkforsøk : (strek angir def.% v/brudd) Konusforsøk - Omrørt/uforstyrret: ▼ / ▽

Penetrometerforsøk Konsistensgrense W_p ———— | W_L Andre forsøk:

T= Treaksialforsøk Ø= Ødometerforsøk K= Kornfordeling

1	2010-02-04	LBG	501	PHH
Rev	Dato	Tekst	Utarb	Kontr

Oppdrag nr. 6080214 Målestokk: 1:100 Status:

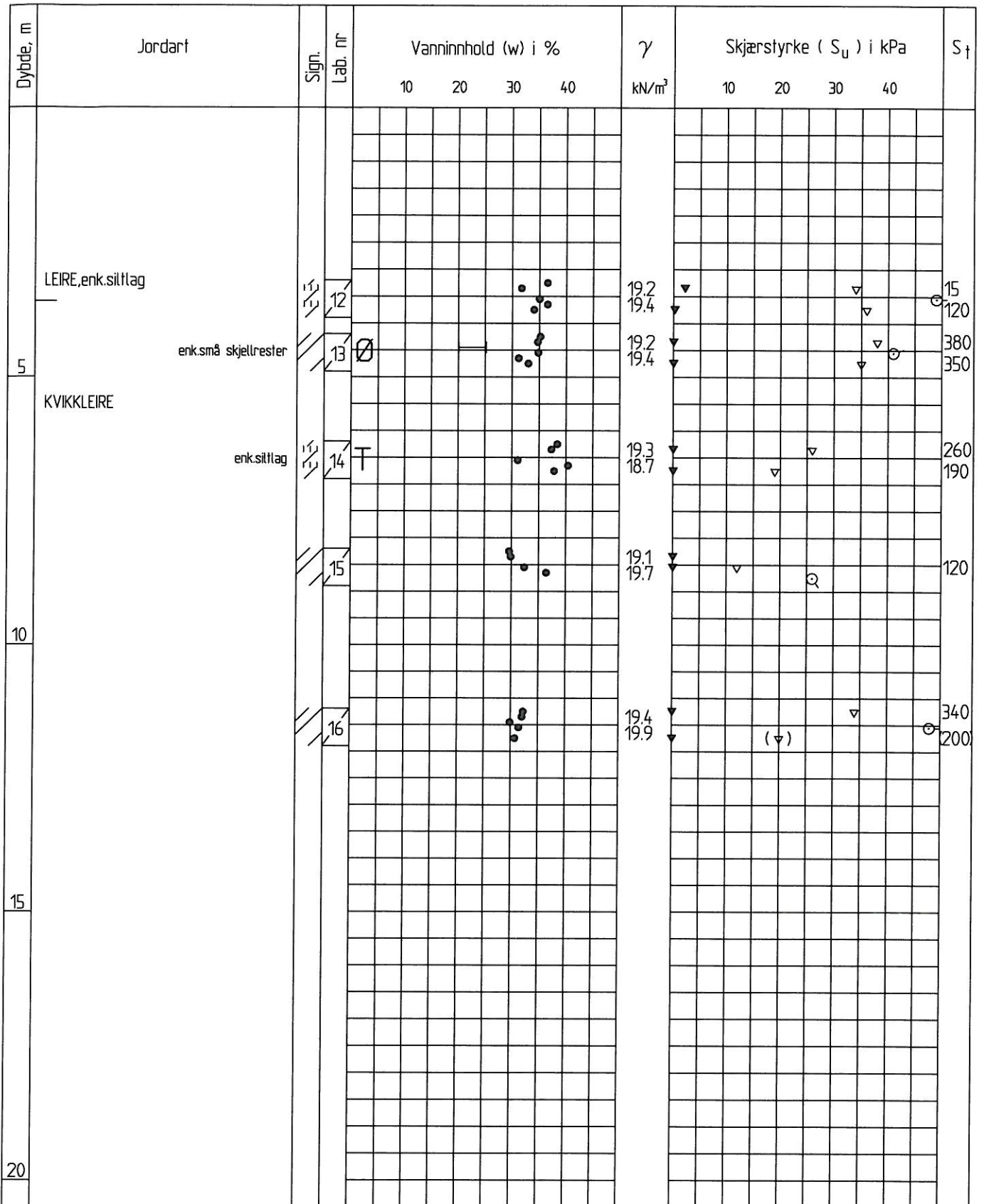
NVE Region Midt-Norge
Kvikkleiresone 1100 Litjugla

BORPROFIL HULL NR.: 32
TERRENGHØYDE: 136.0 PRØVETYPE: 54mm/skovl

RAMBOLL

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

Tegning nr. 113 Rev.



Enkelt trykkforsøk : (strek angir def.% v/brudd) Konusforsøk - Omrørt/uforstyrret: ▼ / ▽
 Penetrometerforsøk Konsistensgrense w_p |-----| w_L Andre forsøk:
 T= Treaksialforsøk Ø= Ødometerforsøk K= Kornfordeling

1	2010-02-04		LBG		
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 6080214 Målestokk: 1:100 Status:
 NVE Region Midt-Norge
 Kvikkleiresone 1100 Litjugla
 BORPROFIL HULL NR.: 36
 TERRENGHØYDE: 114.4 PRØVETYPE: 54mm

P.B. 7493 Mellomila 79
 N-7018 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
 www.ramboll.no
 Tegning nr. 114 Rev.

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr	Vanninnhold (w) i %				γ kN/m ³	Skjærstyrke (S _u) i kPa				S _t
				10	20	30	40		20	40	60	80	
5	TØRRSKORPELEIRE siltig, enkleinsandlag	17					19.2					4	
	LEIRE m.siltige lag	18					19.3 19.6					4 5	
10	KVIKKLEIRE m.siltlag	19	Ø				19.6 19.3					19 28	
		20	T				19.8 20.0					273 1080	
15	større siltlag	21					20.0 20.1					445 343	
		22					19.7 19.1					207 247	
20	større siltlag	23					20.1 20.6					670	
		24											
		25					21.0 20.4					740	

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

Konusforsøk - Omrørt/uforstyrret: ▼ / ▽

Penetrometerforsøk Konsistensgrense w_p |-----| w_L

Andre forsøk:

T= Treksialforsøk Ø= Ødometerforsøk

K= Kornfordeling

1	2010-02-04		LBG		
Rev	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 6080214 Målestokk. 1:100 Status:

NVE Region Midt-Norge
Kvikkleiresone 1100 Litjugla

BORPROFIL HULL NR.: 42
TERRENGHØYDE: 105.7 PRØVETYPE: 54mm



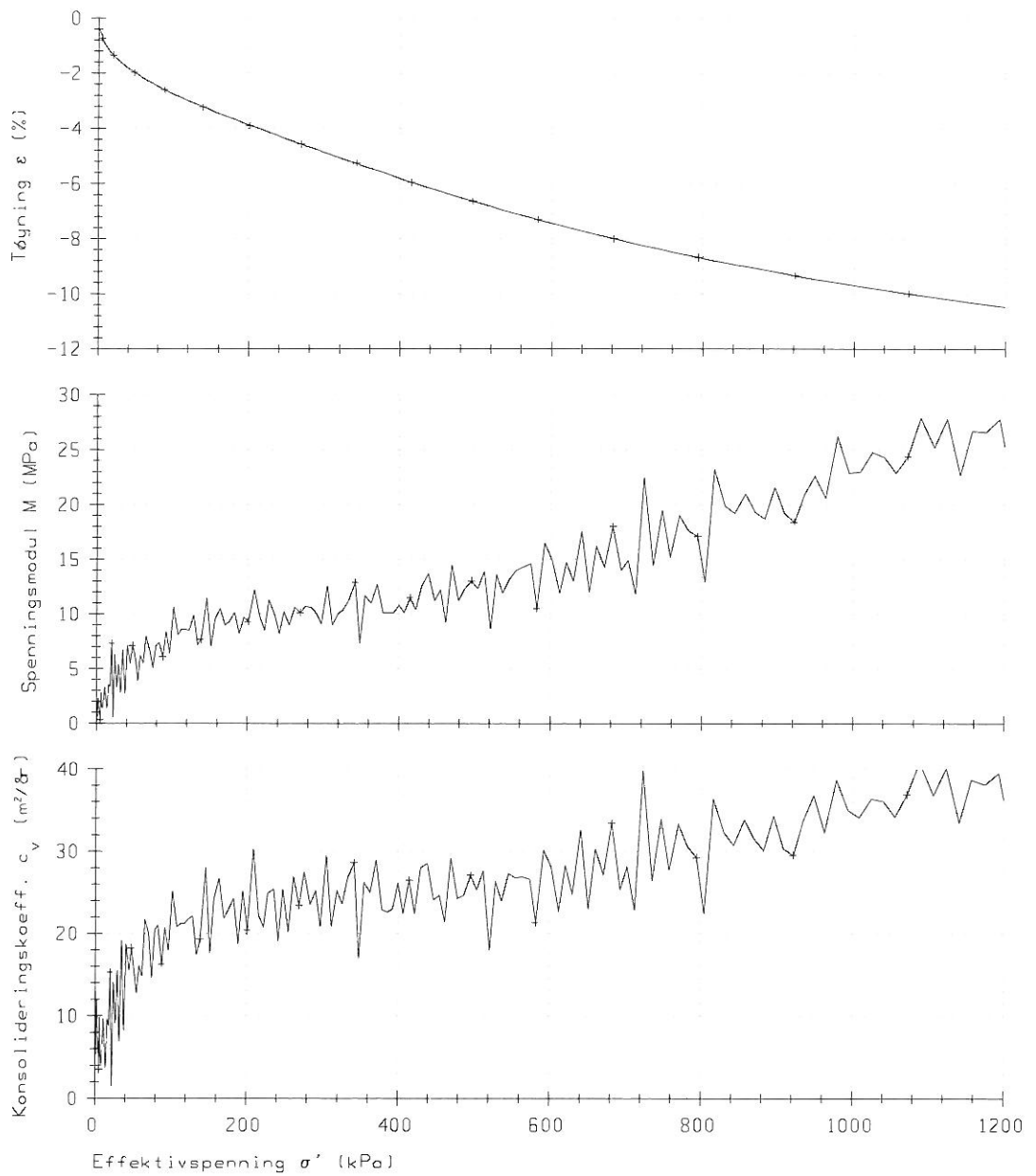
P.B. 7493 Mellomila 79
N-7018 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
www.ramboll.no

Tegning nr. 115 Rev

6090893 NVE Region Midt - Norge
Kvikkleiresone 1100 Litjugla
Rapport nr. 1 - Datarapport

BILAG 1

Ødometerforsøk – pkt. 32, 36 og 42.



Boring	Dybde,m	Labnr.	F.type	Kommentar
32	13.54	111	CRS	Litjuglo

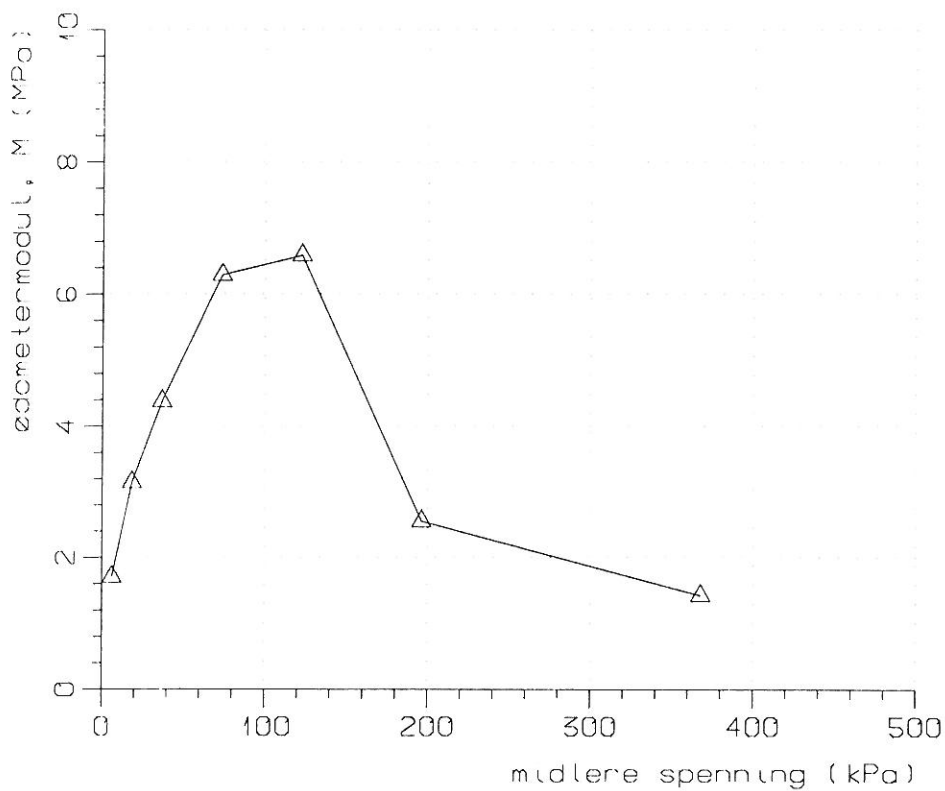
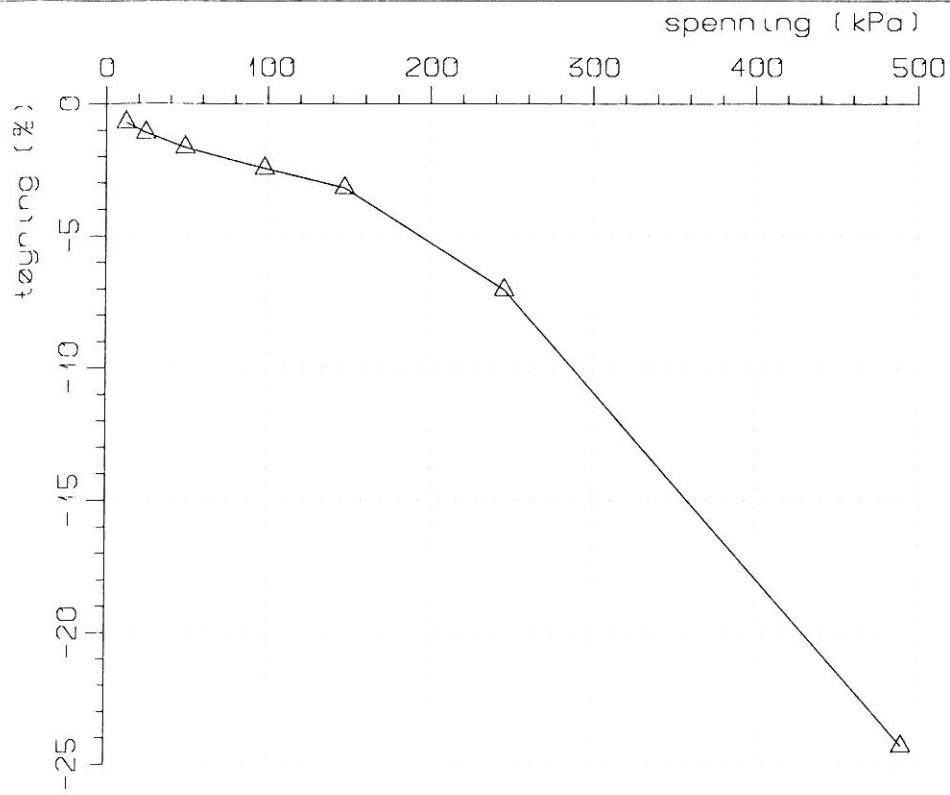
KONTINUERLIG ØDOMETER

NTNU Geoteknikk

Oppdrag
2010.01

Date
2010-04-17

Fig.



Lag nr. : 18
 Profilbøyskr. : Kvikkleire

Dybde : 4.50m
 Prof. LL : 36

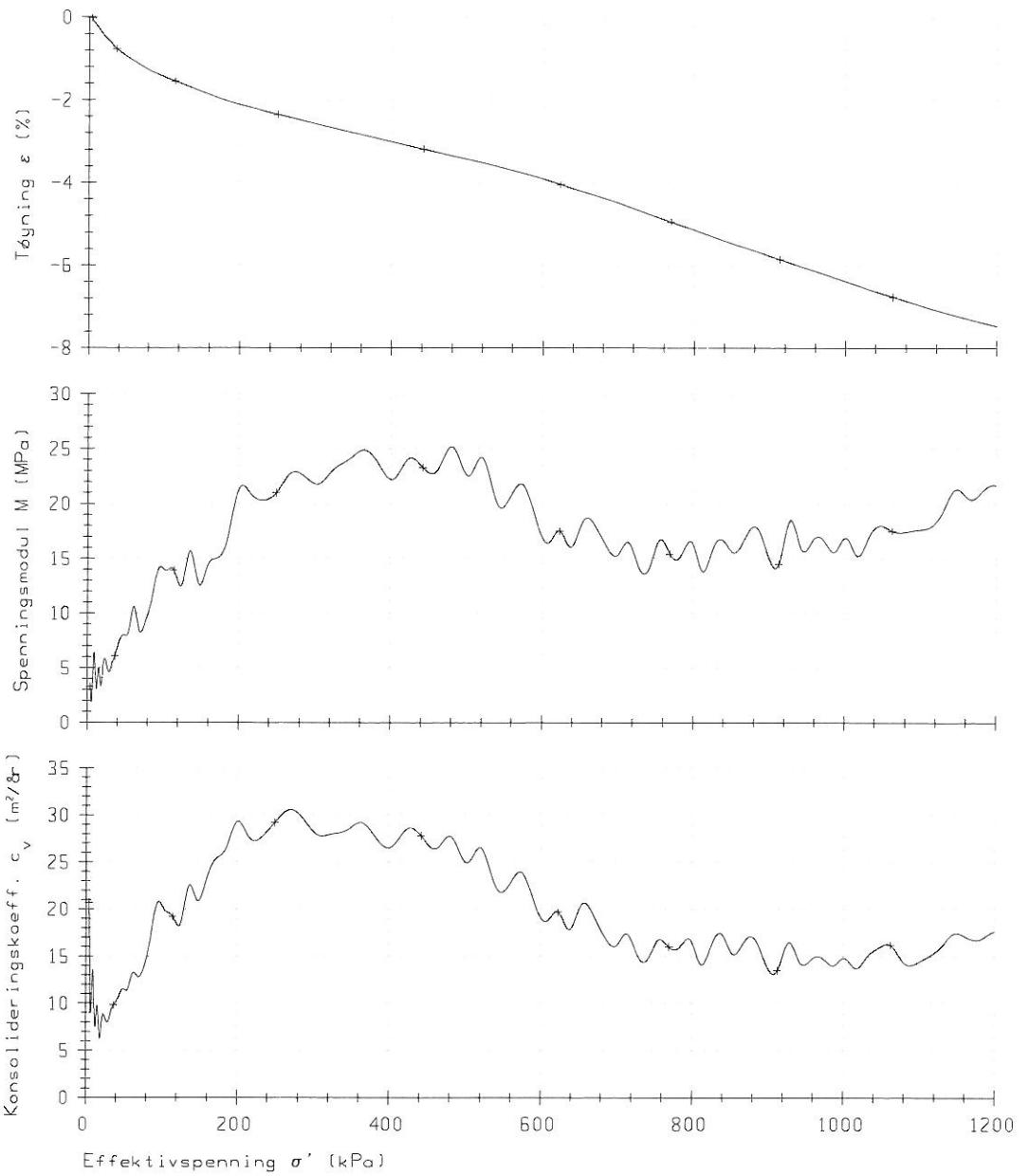
TRINNVIS ØDOMETER

RAMBØLL, divisjon Geo og Miljø

Oppdr. nr. :
 60802/14

Date
 01-13-2010

Fig.



Boring	Dybde,m	Labnr.	F.type	Kommentar
42	5.58	111	CRS	Litjugla

KONTINUERLIG ØDOMETER

NTNU Geoteknikk

Oppdrag
2010.01

Date
2010-01-22

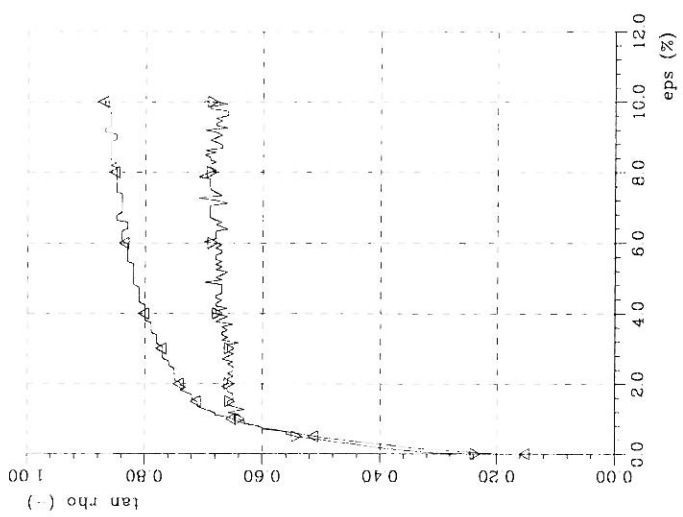
Fig.

6090893 NVE Region Midt - Norge
Kvikkleiresone 1100 Litjugla
Rapport nr. 1 - Datarapport

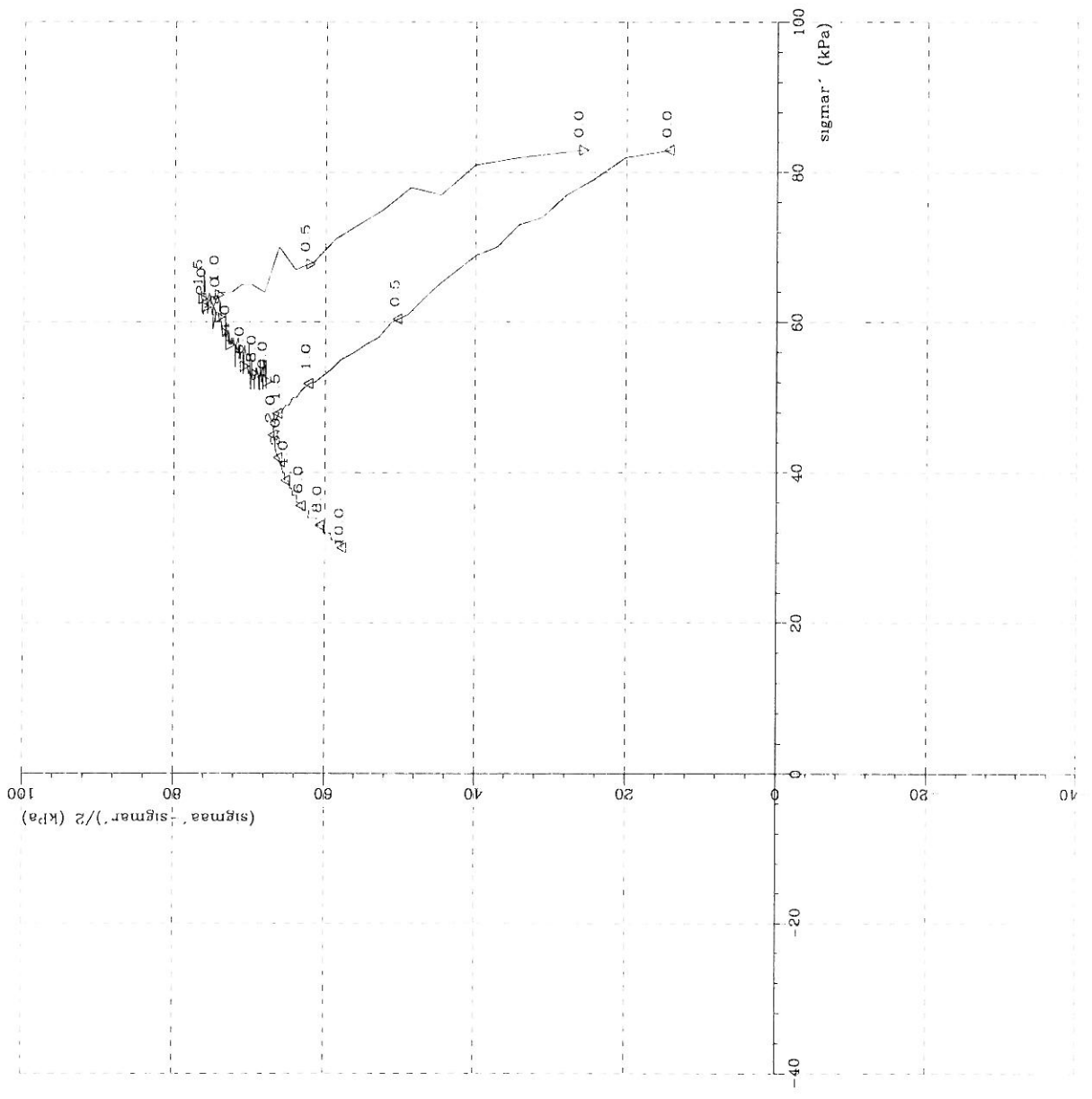
BILAG 1

Treaksialforsøk – pkt. 32, 36 og 42.

Sym	Profil	Dybde(m)	Labnr	Forsøkstype	dV(cm ³)	Korr.	Kommentar
△	32	11.70	08	CAUA	3.10	4	Leire
▽	32	11.80	08	CAUA	2.60	4	Leire



△ a (kPa) = 0.00
 ▽ a (kPa) = 0.00



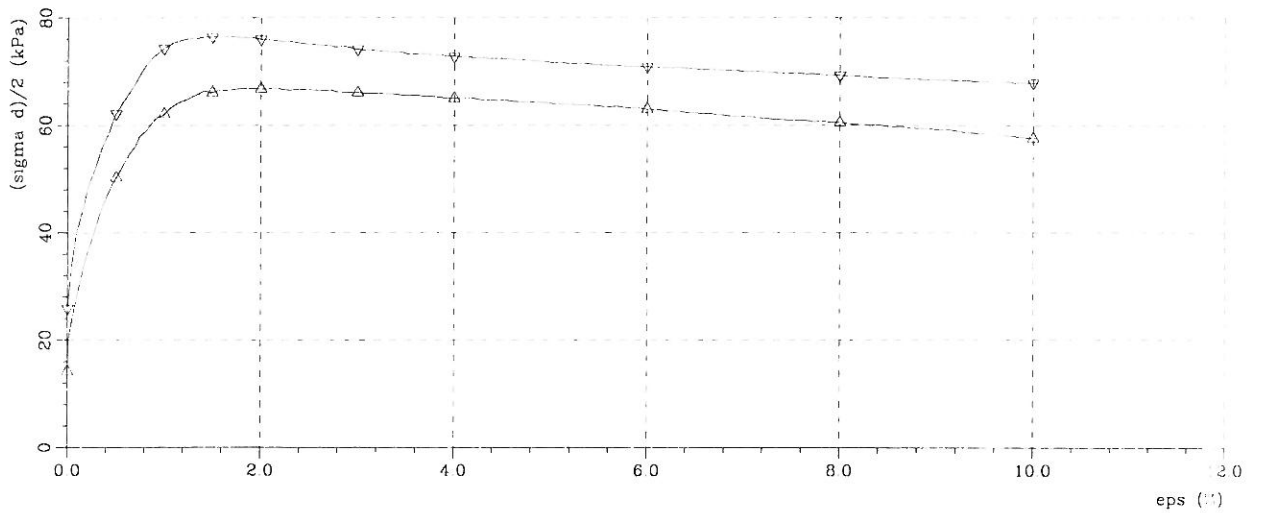
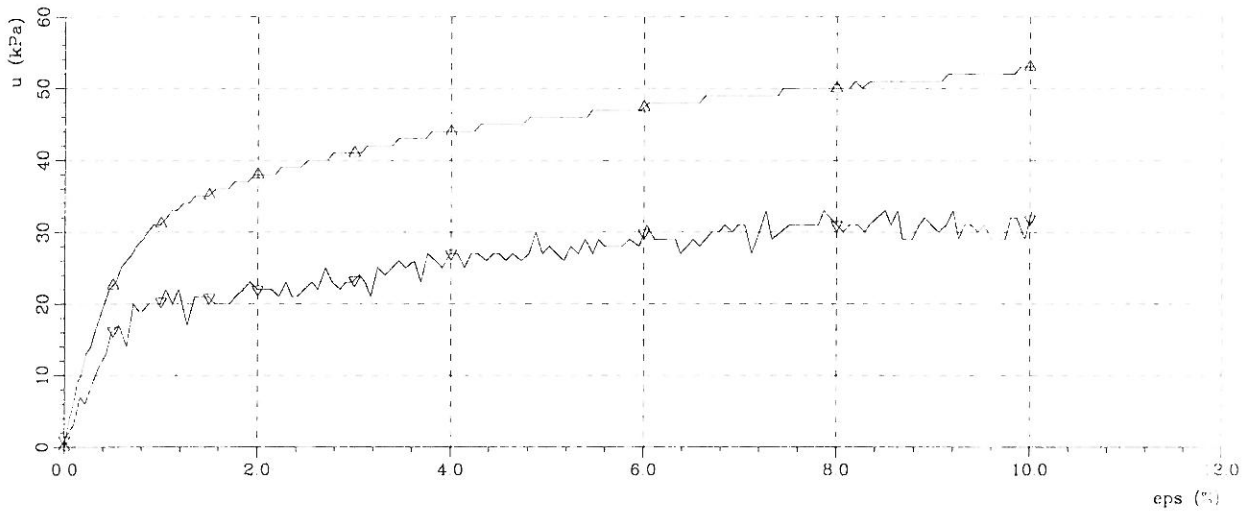
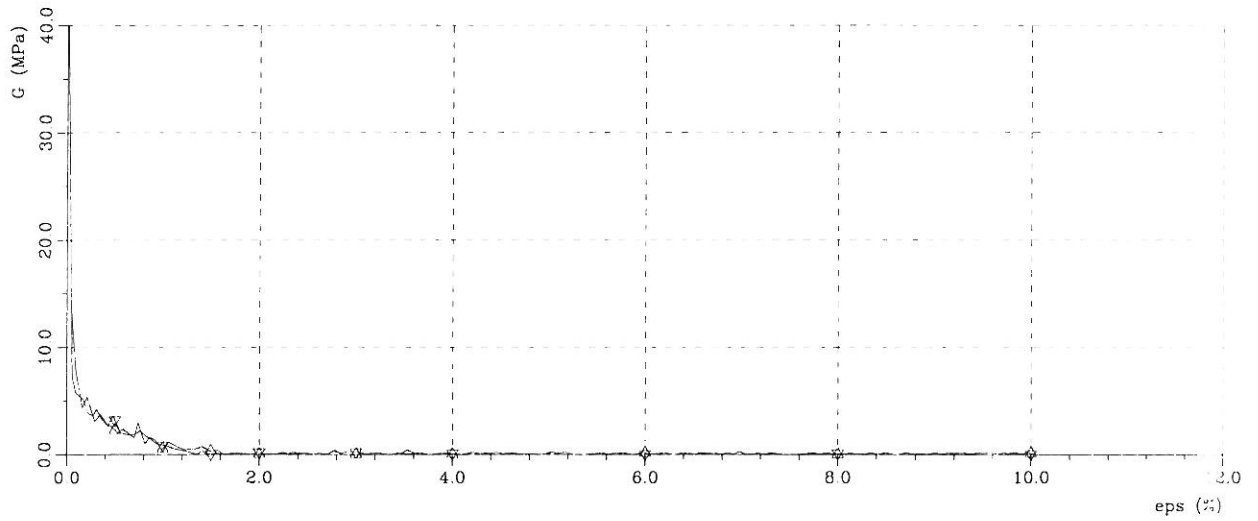
TREAKSIALFORSØK

RAMBØLL, divisjon Geo og Miljø

Oppdr nr.
6080211

Dato
10. 8. 10

Fig



Sym	Profil	Dybde(m)	Labnr	Forsøkstype	dV(cm3)	Korr.	Kommentar
	32	11.70	08	CAUA	3.10	4	Leire
	32	11.80	08	CAUA	2.60	4	Leire

TREAKSIALFORSØK

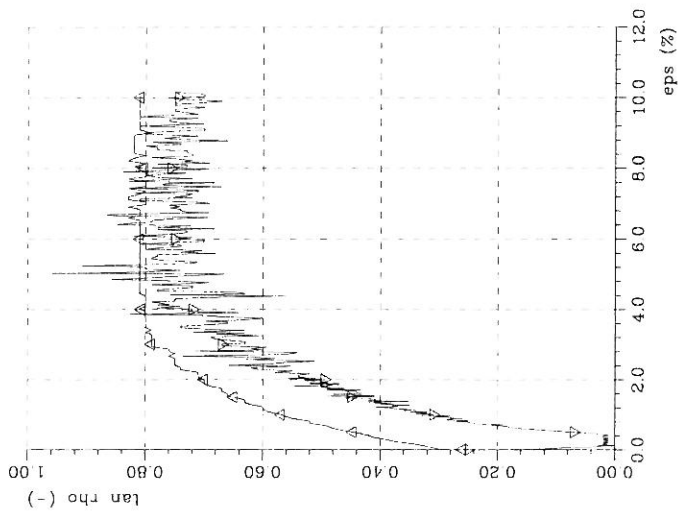
RAMBØLL, divisjon Geo og Miljø

Oppdr.nr.
6080214

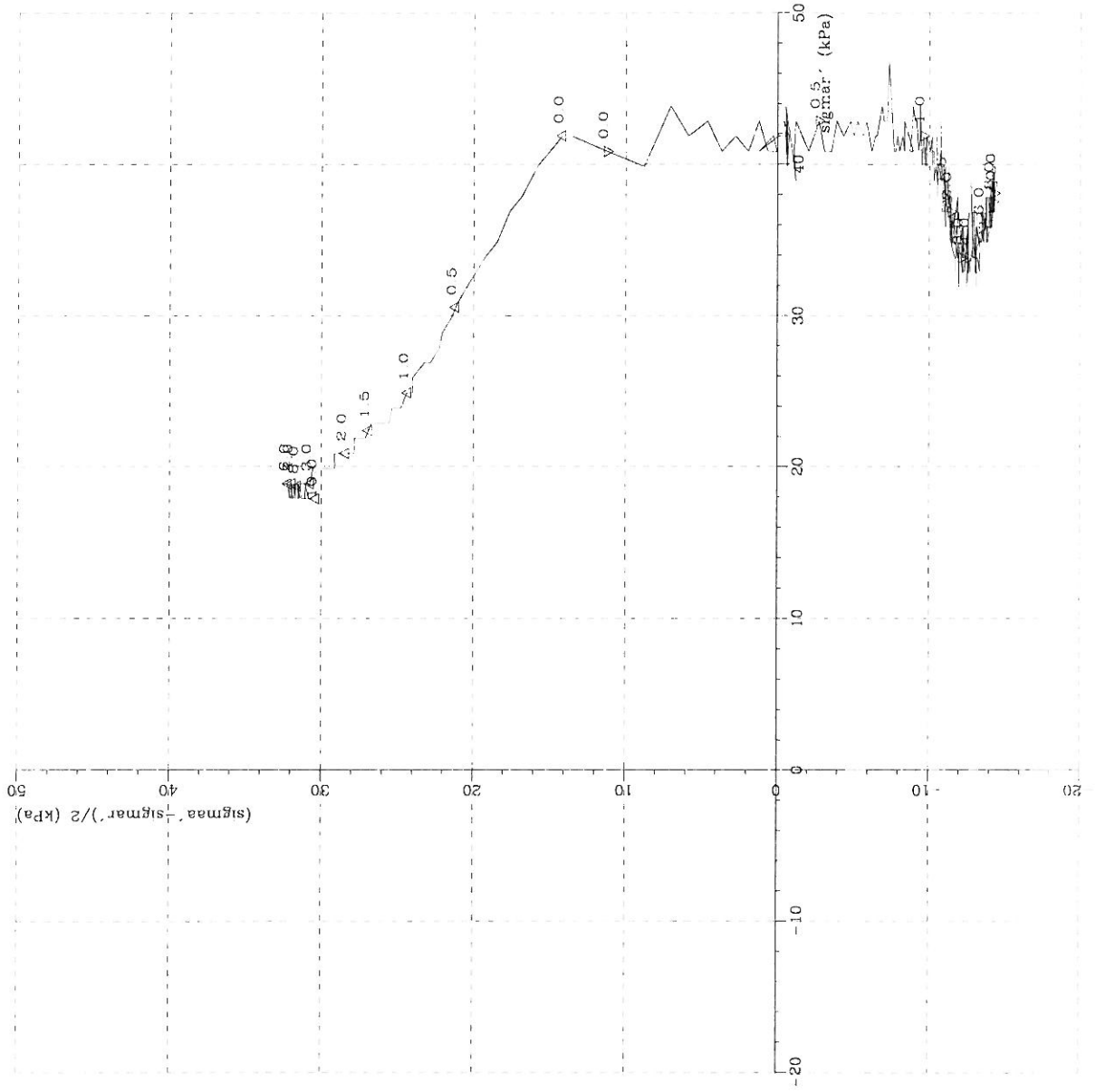
Dato
10. 8. 10

Fig

Sym	Profil	Dybde(m)	løbnr	Forsøkstype	dV(cm3)	Korr.	Kommentar
△	36	6.50	14	CAUA	7.60	4	Kvikkleire
▽	36	6.65	14	CAUP	8.10	4	Kvikkleire



a (kPa) = 0.00
 a (kPa) = 0.00



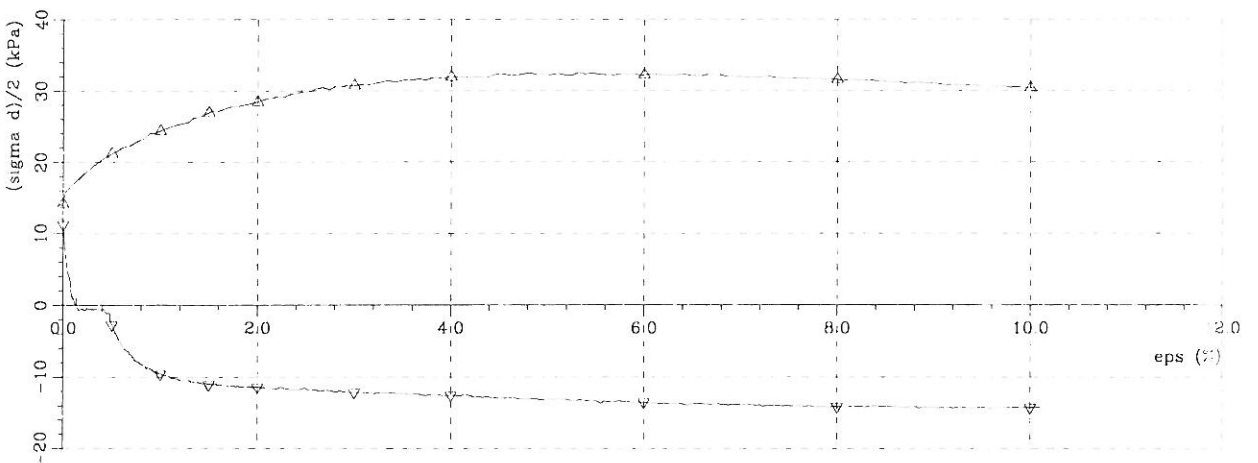
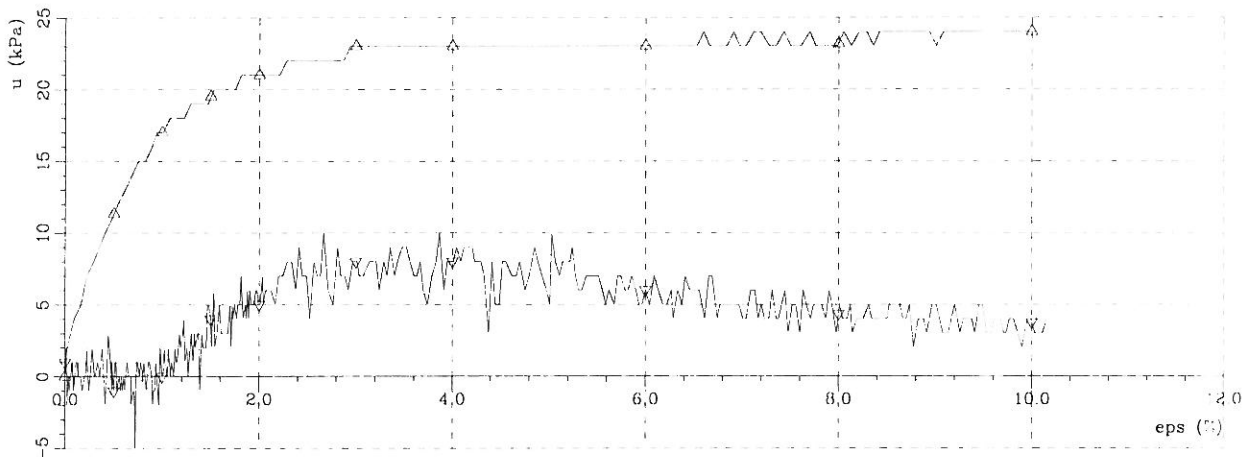
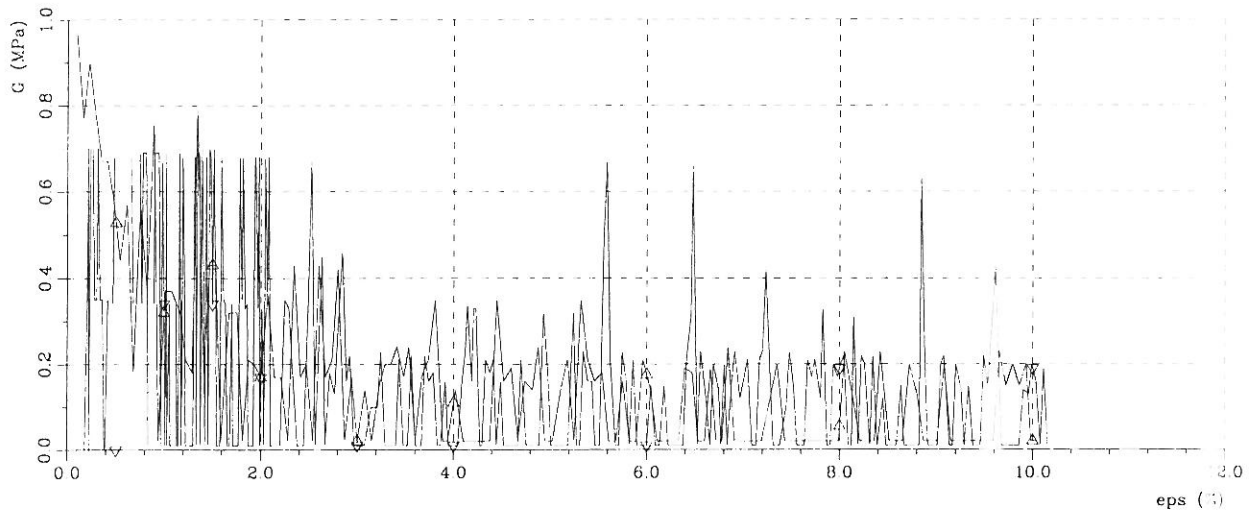
TREAKSIALFORSØK

RAMBØLL, divisjon Geo og Miljø

Oppdr nr.
6080211

Dato
10. 8. 10

Fig



Sym	Profil	Dybde(m)	Labnr	Forsøkstype	dV(cm3)	Korr.	Kommentar
▲	36	6.50	14	CAUA	7.60	4	Kvikkleire
▼	36	6.65	14	CAUP	8.10	4	Kvikkleire

TREAKSIALFORSØK

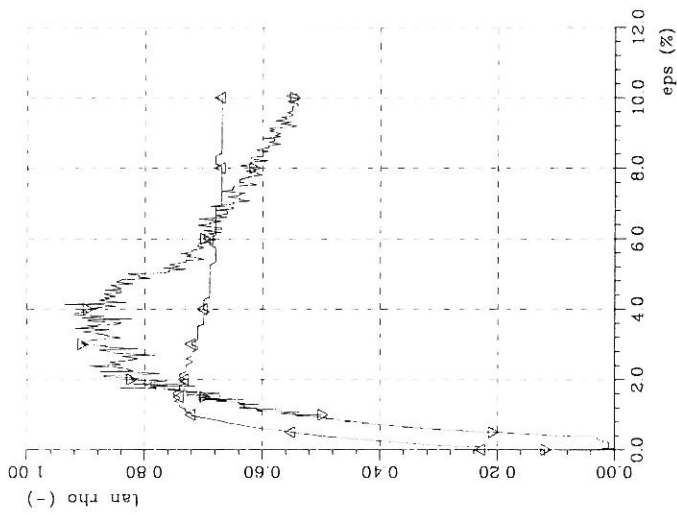
RAMBØLL, divisjon Geo og Miljø

Oppdr nr.
6080211

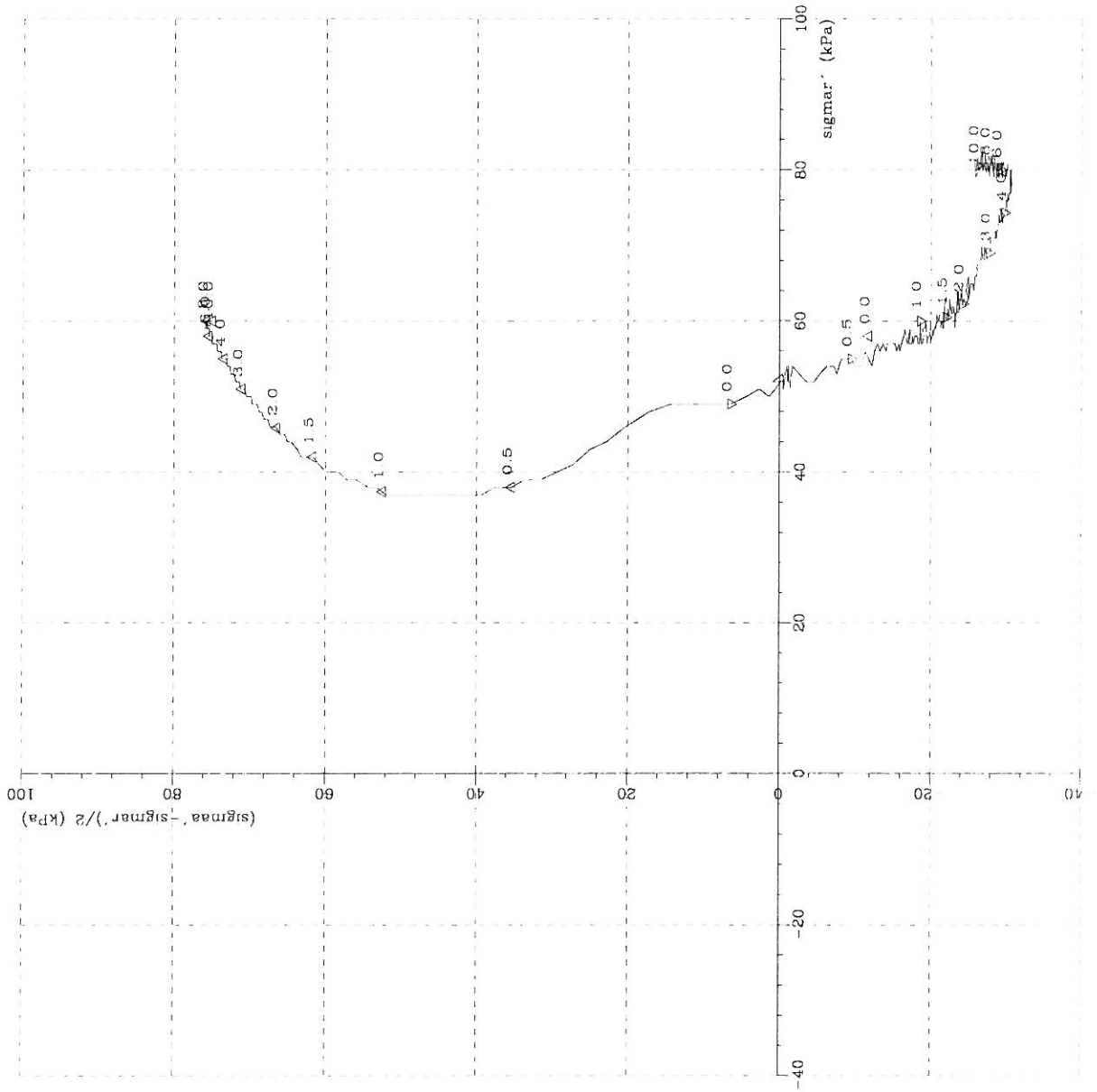
Dato
10. 8. 10

Fig

Sym	Profil	Dybde(m)	Labnr	Forsøkstype	dV(cm3)	Korr	Kommentar
△	12	7.60	20	CAUA	1.80	4	Kvikkleire
▽	42	7.70	20	CAUP	1.70	4	Kvikkleire



a (kPa) = 0.00
 a (kPa) = 0.00



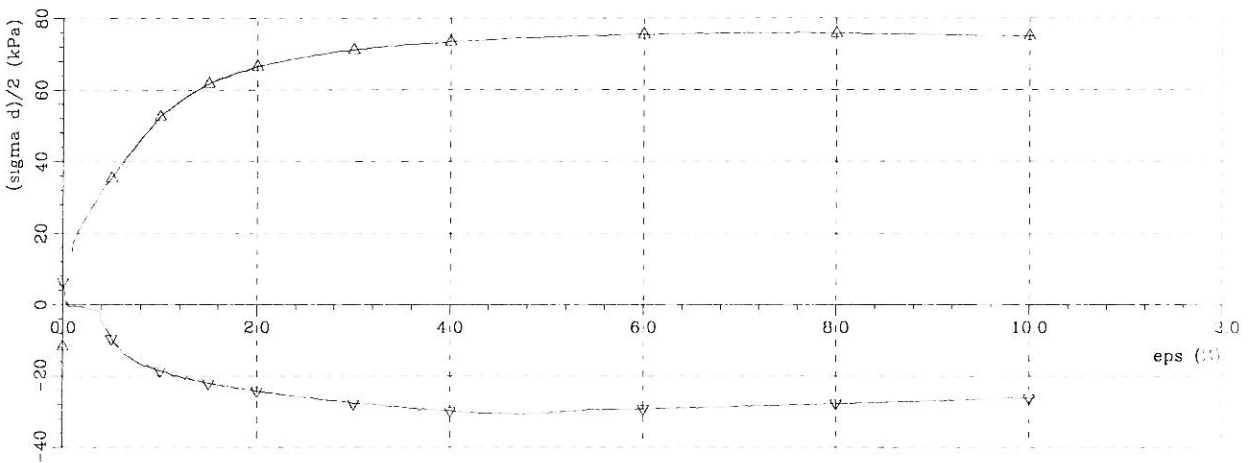
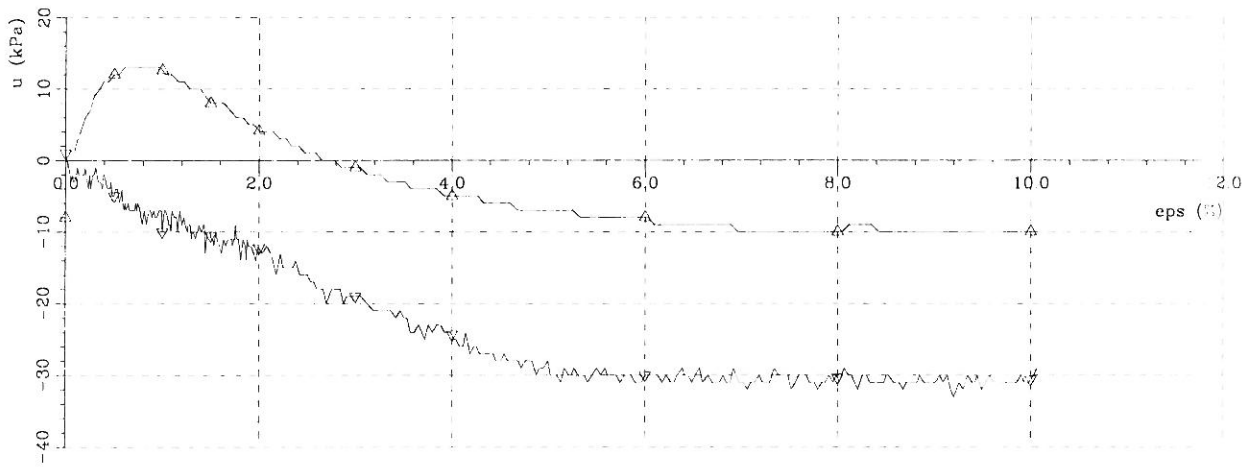
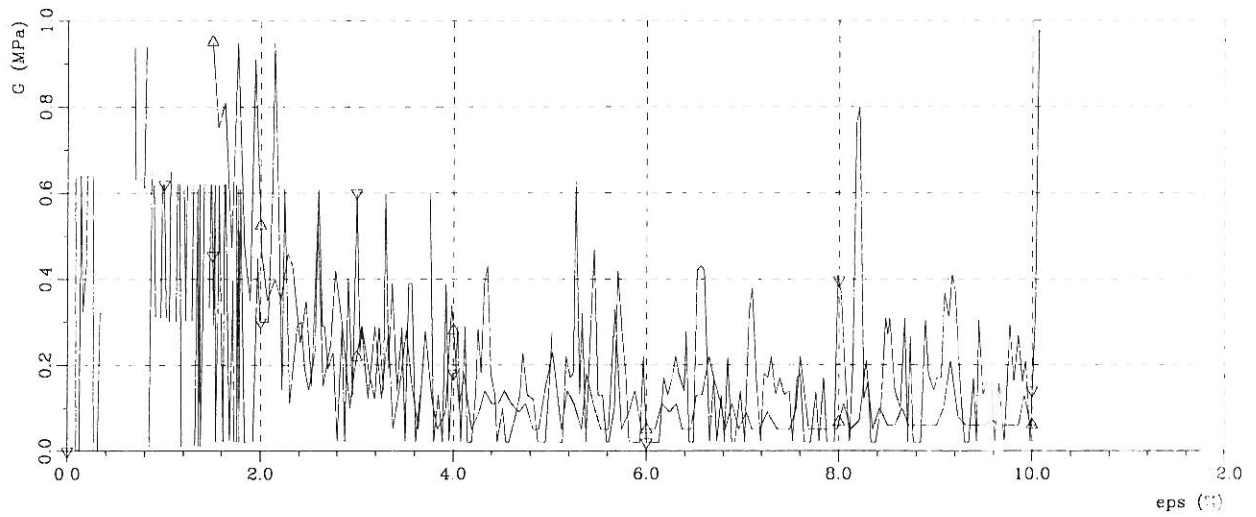
TREKSIALFORSØK

RAMBØLL, divisjon Geo og Miljø

Oppdr.nr.
6080211

Dato
10. 8. 10

Fig.



Sym	Profil	Dybde(m)	Labnr	Forsøkstype	dV(cm3)	Korr.	Kommentar
▲	42	7.60	20	CAUA	1.80	4	Kvikkleire
▼	42	7.70	20	CAUP	1.70	4	Kvikkleire

TREAKSIALFORSØK

RAMBØLL, divisjon Geo og Miljø

Oppdr.nr.
6080211

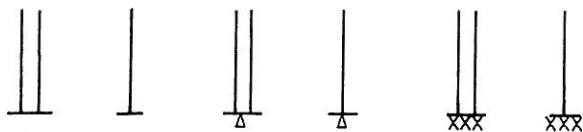
Dato
10. 8. 10

Fig

MARKUNDERSØKELSER

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

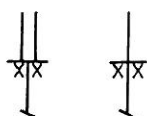
Avslutning av boring (gjelder alle sonderingstyper).



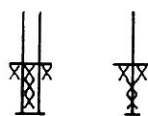
Boring avsluttet (årsak ikke angitt)

Antatt stein, morene, sand ol.

Antatt fjell



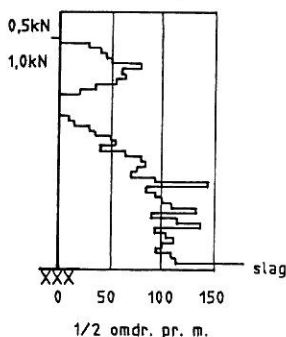
Boret i antatt fjell. (Hvis overgangen er ukjent, settes spørsmåltegn.)



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 opptegninger 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.

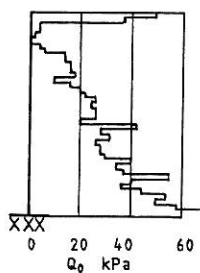
Ramsondering

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:

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

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

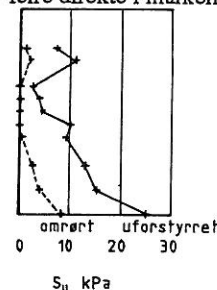
utføres for undersøkelse i laboratoriet av grunnens geotekniske egenskaper.

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

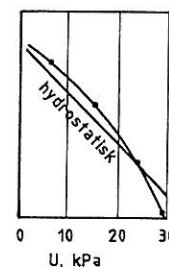
Vinge-boring

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.

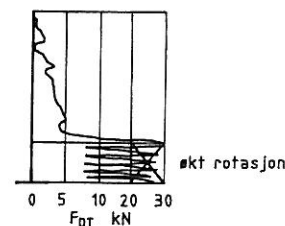


Grunnvannstanden observeres vanligvis direkte ved vannstand i borhullet.

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 nedpressingskraft 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

(γ i kN/m^3) for hel sylinder og utskåret del.

Vanninnhold

(w i %) angitt i prosent av tørrvekt etter tørking ved 110°C .

Flytegrense

(w_L i %) og utrullingsgrense (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

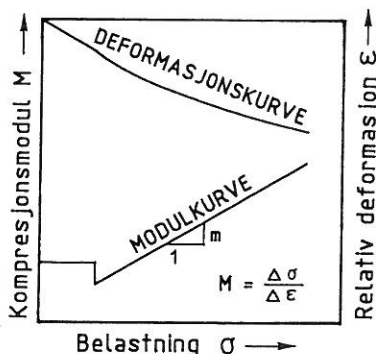
(s_u i kN/m^2) av leire ved hurtige enaksiale trykkforsøk på uforstyrrede prøver med tverrsnitt $3,6 \times 3,6 \text{ cm}^2$ (evt. hel prøve) og høyde 10 cm. Skjærstyrken settes lik halve trykkfastheten. Dessuten måles skjærstyrken i uforstyrret og omrørt tilstand ved konusforsøk, hvor nedsynkningen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

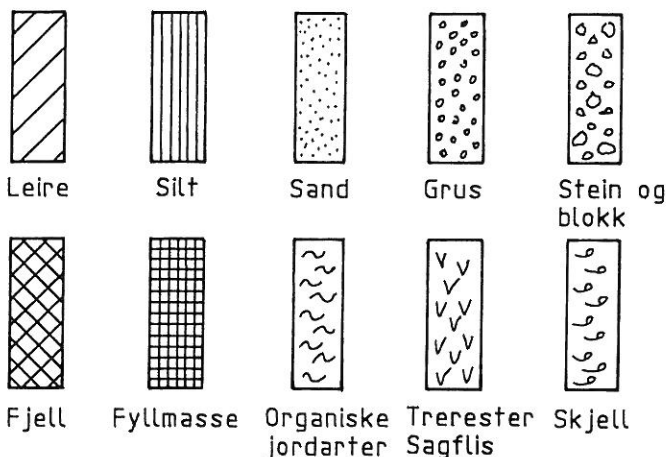
Fraksj.betegn.	Leir	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørr. mm	$< 0,002$	$0,002-0,06$	$0,06-2$	$2-60$	$60-600$	> 600

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 = aurhelle

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 γ_d ved feltkomprimering og maksimal tørr-romvekt $\gamma_{d\ max}$ bestemt ut fra standardiserte komprimeringsforsøk i laboratoriet.

- Sandvolummeter- og vannvolummetermetoden.

I felten bestemmes γ_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.

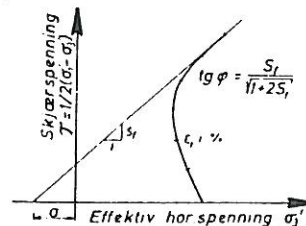
En sirkulær plate med $\varnothing = 30$ cm plasseres på den komprimerte grunnen og belastes trinnvis samtidig som nedbøyning av platen måles med spesielt måleutstyr. Samhørende verdier for belastning og nedbøyning av platen måles med spesielt måleutstyr. Samhørende verdier for belastning og nedbøyning 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 (ϕ) 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 of-



est 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 oppnås 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 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- 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 inch^2 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 bekrefte ut fra forsøk på 2 prøver.