



**DATARAPPORT FRA  
GRUNNUNDERSØKELSE**

**NVE, Region Midt-Norge  
Kvikkleirekartlegging Grong**

Oppdrag nr: 6060893

Rapport nr. 2

**Dato: 07.12.2006**

Fylke Nord-Trøndelag	Kommune Grong	Sted Grong og omegn	UTM (WGS84) 71500 03700
Byggherre			
Oppdragsgiver NVE, Region Midt-Norge			
Oppdrag formidlet av NVE v/ Mads Johnson			
Oppdragsreferanse Kontrakt av 01.09.2006			
Antall sider 7	Tegn.nr 201 - 226	Bilag.nr. 1	Antall tillegg 3

Prosjekt-tittel

**NVE, Region Midt-Norge  
Kvikkleirekartlegging Grong**

Rapport-tittel

**Grunnundersøkelser  
Datarapport**

Oppdrag nr: 6060893	Rapport nr: 1	Rev:	Dato: 07.12.2006	Kontr: OLD
Oppdragsleder: Bjørnar Kristiansen		Utarbeidet av: Bjørnar Kristiansen		
<p><b>SAMMENDRAG</b></p> <p>Det er i oktober og november 2006 utført grunnundersøkelser i forbindelse med kvikkleirekartlegging i 6 delområder i Grong kommune.</p> <p>Løsmassene i området består i hovedsak av leire med udrenert skjærstyrke 30 - 80 kPa. Stedvis er det forekomster av friksjonsmasser i de øvre meterne over leira.</p> <p>Det er registrert kvikkleire i de fleste områdene, men mektigheten av kvikkleireforekomstene varierer en god del.</p>				

**INNHOOLD**

1	INNLEDNING .....	4
1.1	Prosjekt .....	4
1.2	Oppdrag .....	4
1.3	Innhold .....	4
2	UNDERSØKELSER .....	4
2.1	Feltundersøkelser .....	4
2.2	Oppmåling .....	4
2.3	Laboratorieundersøkelser .....	5
2.4	Resultater .....	5
3	GRUNNFORHOLD .....	5
3.1	Løsmasser .....	5
3.2	Grunnvann .....	7
3.3	Fjell .....	7

**TEGNINGER**

Tegn. nr.	Rev. nr.	Tittel	Målestokk
201		OVERSIKTSKART	1 : 50 000
202		SITUASJONSPLAN TØMMERÅS	1 : 6000
203		SITUASJONSPLAN TØMMERMOEN/ROSTEN	1 : 5000
204		SITUASJONSPLAN HEGGEM/MOUM	1 : 5000
205		SITUASJONSPLAN NES	1 : 5000
206		BORERESULTATER TØMMERÅS	1 : 200
207		BORERESULTATER TØMMERÅS	1 : 200
208		BORERESULTATER TØMMERÅS	1 : 200
209		BORERESULTATER TØMMERMOEN	1 : 200
210		BORERESULTATER ROSTEN	1 : 200
211		BORERESULTATER ROSTEN	1 : 200
212		BORERESULTATER HEGGEM	1 : 200
213		BORERESULTATER MOUM	1 : 200
214		BORERESULTATER NES	1 : 200
215		BORERESULTATER NES	1 : 200
216		BORPROFIL, PKT 102	
217		BORPROFIL, PKT 107	
218		BORPROFIL, PKT 303	
219		BORPROFIL, PKT 306	
220		BORPROFIL, PKT 502	
221		BORPROFIL, PKT 601	
222		BORPROFIL, PKT 604	

223	TREAKSIALFORSØK PKT 107
224	TREAKSIALFORSØK PKT 303
225	TREAKSIALFORSØK PKT 306
226	TREAKSIALFORSØK PKT 601

**TILLEGG**

I	MARKUNDERSØKELSER
II	LABORATORIEUNDERSØKELSER
III	SPESIALFORSØK

**BILAG**

Bilag. nr.	Rev. nr.	Tittel
1		BORPUNKTDATA



## 1 INNLEDNING

### 1.1 Prosjekt

NVE skal i samarbeid med Grong kommune utføre en kartlegging av kvikkleiresoner i Grong kommune.

Grunnundersøkelsen omfatter kartlegging i 6 delområder:

1. Tømmerås (pkt 101 - 112)
2. Tømmermoen (pkt 201 - 202)
3. Rosten (pkt 301 - 306)
4. Heggem (pkt 401 - 403)
5. Moum (pkt 501 - 502)
6. Nes (pkt 601 - 604)

### 1.2 Oppdrag

Rambøll Norge AS har på oppdrag fra NVE utført grunnundersøkelser i forbindelse med kvikkleirekartleggingen.

### 1.3 Innhold

Denne rapporten sammenfatter grunnundersøkelsene i alle delområdene.

Rapporten inneholder samlede resultater med data fra felt- og laboratorieundersøkelser.

## 2 UNDERSØKELSER

### 2.1 Feltundersøkelser

Det er i oktober og november 2006 utført til sammen 29 dreietrykkssonderinger og 12 CPT-boringer ihht tegning 202 - 205 (situasjonsplaner for delområdene).

Det er i tillegg til sonderingene installert poretrykksmålere og tatt opp uforstyrrede prøver fra et utvalg borpunkt.

Boredybden er 2,0 - 48,0 meter, mens prøvene er tatt opp 2 - 29 meter under dagens terreng.

### 2.2 Oppmåling

Borpunktene er satt ut i i samarbeid med NGI i forhold til utarbeidede boreplaner og senere innmål med høyde og koordinater i forhold til EU-ref.

Borpunktdata fremkommer av bilag 1.

### 2.3 Laboratorieundersøkelser

Det er på samtlige prøver utført klassifisering og rutineundersøkelser med hensyn på vanninnhold, udrenert skjærstyrke og tyngdetetthet.

På et utvalg prøver er det i tillegg utført treaksialforsøk og undersøkelser av leiras plastisitet.

### 2.4 Resultater

Resultater fra dreietrykksonderinger og CPT er vist grafisk som enkeltboringer på tegning 206 - 215.

Resultater fra rutineforsøk i geoteknisk laboratorium er presentert i egne borprofil på tegning 216 - 222, mens treaksialforsøkene fremkommer av tegning 223 - 226.

Tillegg I - III gir forklaring og metodebeskrivelser på utførte felt- og laboratorieundersøkelser samt geotekniske spesialforsøk.

## 3 GRUNNFORHOLD

### 3.1 Løsmasser

#### 3.1.1 Tømmerås

Prøver fra punkt 102 viser at grunnen består av lagdelt silt og leire med varierende innhold av grus og planterester. Udrenert skjærstyrke varierer mye, og er registrert i størrelsesorden 22 - 160 kPa. Massene betegnes som lite sensitive.

I punkt 107 er det registrert leire i samtlige prøver. De to øverste prøvene viser middels fast leire med udrenert skjærstyrke 35 - 50 kPa og lite til middels sensitivitet. Øvrige prøver i dette punktet består av kvikkleire. Udrenert skjærstyrke er målt til 20 - 35 kPa.

Sonderingsresultatene i de øvrige punktene tyder på lignende grunnforhold som i punkt 107, bortsett fra punkt 101 og 112 hvor massene synes å være noe fastere, og/eller at innholdet av friksjonsmasser er større.

#### 3.1.2 Tømmermoen

Det er ikke tatt opp prøver fra Tømmermoen som dokumenterer hvilke løsmasser det er her.

Sonderingsresultatene fra punkt 202 tyder på bløt og kvikk leire ned til stor dybde. Sondering 201 er noe fastere, men også her er det trolig kvikk leire fra ca 10 meters dybde.

### **3.1.3 Rosten**

Prøver fra punkt 303 viser løsmasser av sand og grus i øvre del og leire nedover dybden. Leiras skjærstyrke ligger i størrelsesorden 50 - 130 kPa. Det er ikke registrert kvikk leire i denne prøveserien.

I punkt 306 er det leire med udrenert skjærstyrke 60 - 80 kPa ned til ca 10 meters dybde. Leira er ikke sensitiv. Videre nedover grunnen er det meget sensitiv og kvikk leire ned til stor dybde. Udrenert skjærstyrke ligger på disse prøvene i størrelsesorden 40 - 60 kPa.

Sonderingsresultater fra øvrige punkter tyder på noe varierende grunnforhold, med større og mindre lag av sensitiv/kvikk leire.

### **3.1.4 Heggem**

Det er ikke tatt opp prøver fra Heggem som dokumenterer hvilke løsmasser det er her.

Sonderingsresultatene viser 4 - 10 meter friksjonsmasser over det som forventes å være sensitiv/kvikk leire.

### **3.1.5 Moum**

Prøve fra punkt 502 viser leire med noe innhold av sand og gruskorn. Leiras udrenerte skjærstyrke er målt til 40 - 80 kPa. Det er ikke registrert kvikk leire i denne prøveserien.

Sonderingsresultatet 501 tyder heller ikke på kvikk leire.

### **3.1.6 Nes**

Prøver fra punkt 601 og 604 viser løsmasser av leire med udrenert skjærstyrke 35 - 75 kPa. I punkt 604 er det kun registrert kvikkleire i prøven fra 9 - 10 meter, mens det i punkt 601 er registrert kvikkleire fra 10 meter og nedover.

Sonderingsresultatene i øvrige borpunkt tyder det på kvikkleire i samtlige borpunkt, men mektigheten vil kunne variere en del.

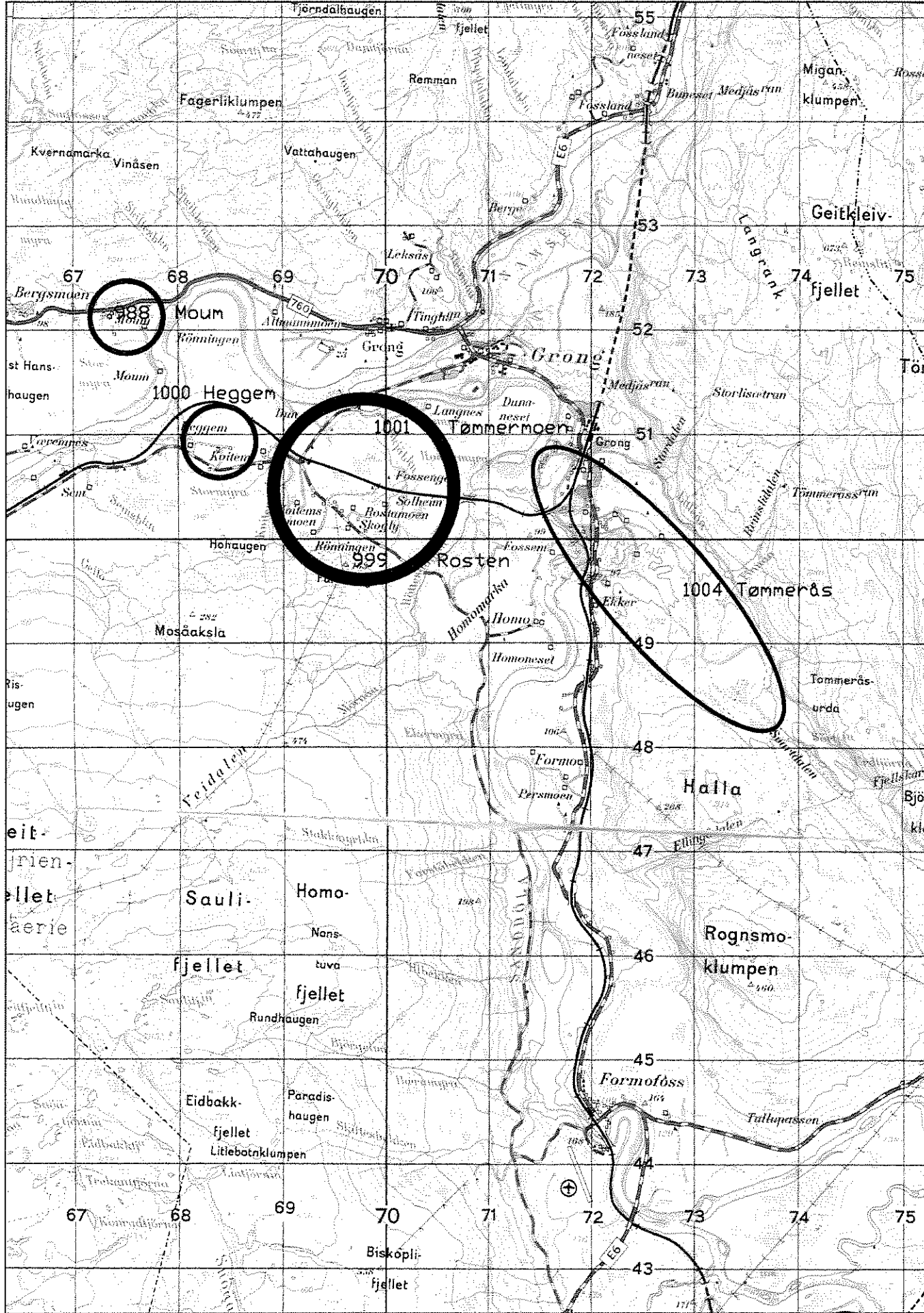
### 3.2 Grunnvann

Det er installert poretrykksmålere i ett punkt fra hvert delområde. Tabellen nedenfor viser en oversikt over grunnvannsstanden som ble avlest ca 1 uke etter endt feltarbeid.

Punkt	Dybde filter [m]	Avlesningsdato	Terrengkote	Vannstand i rør
107A	20,0	31.10-2006	+101,7	+94,8
107B	35,2	"	+101,7	+94,8
202A	15,2	20.11.2006	+52,0	+51,0
202B	29,9	"	+52,0	+52,0
306A	14,0	"	+70,9	+60,55
306B	28,0	"	+70,9	+71,7
403A	15,0	"	+55,5	+52,6
403B	32,9	"	+55,5	Dypere enn +40,9
502A	14,95	"	+27,9	+28,95
502B	6,9	"	+27,9	+28,04
604A	15,0	"	+80,9	+79,93
604B	29,3	"	+80,9	+71,5

### 3.3 Fjell

Dreietrykksondering omfatter ikke boring i fjell for fjellkontroll. Boringene er derfor avsluttet før fjell er nådd.



R →



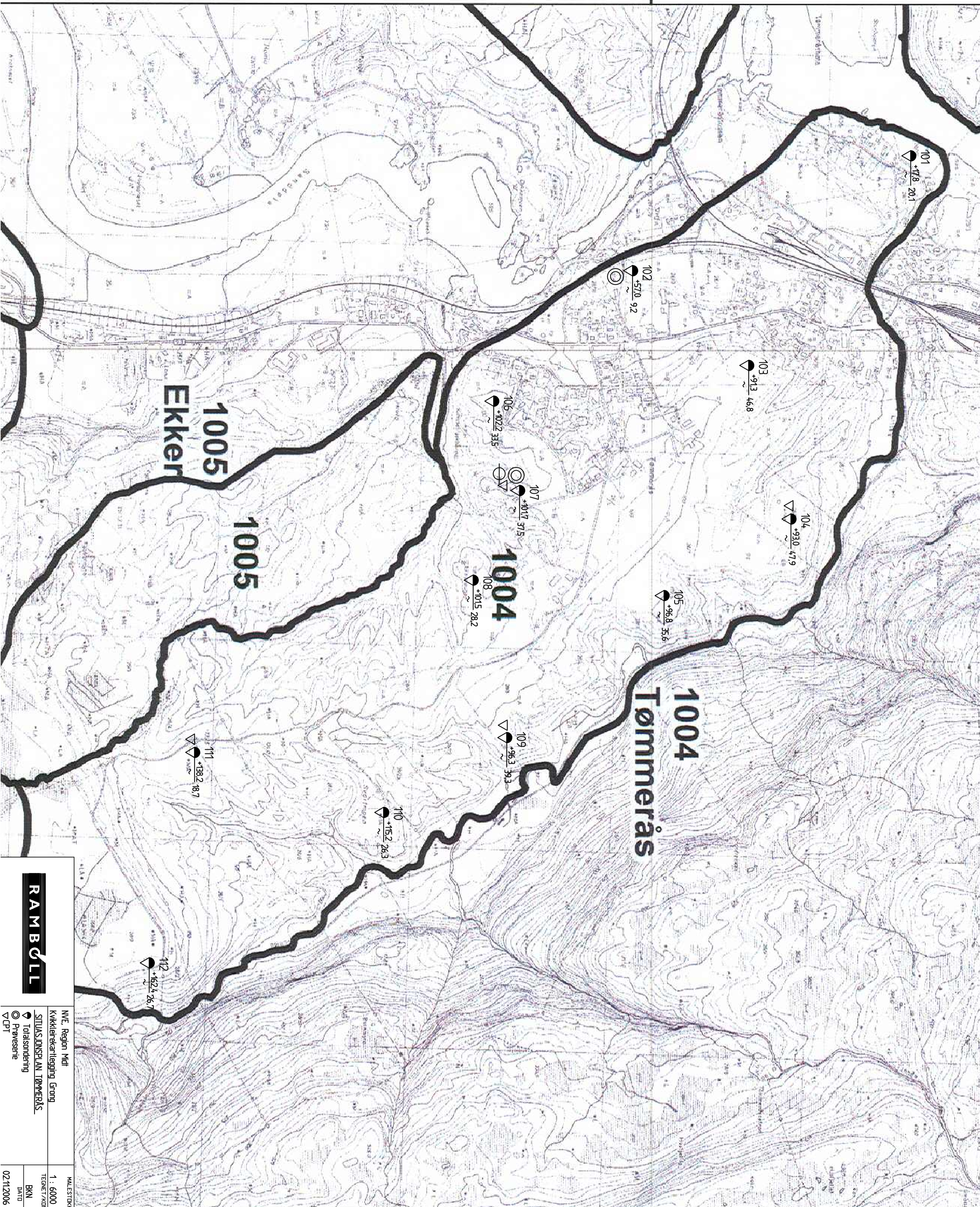
NVE, Tegen Midt-Norge  
Kvikkleirekartlegging Grong

OVERSIKTSKART  
Kartblad M711: 1823IV GRONG

MALESTOKK	OPPDRAG
1 : 50 000	6060893
TEGNET/KONTR.	BILAG
BKN / <i>BNH</i>	-
DATO	TEGN. NR.
04.11.2006	201



7150000

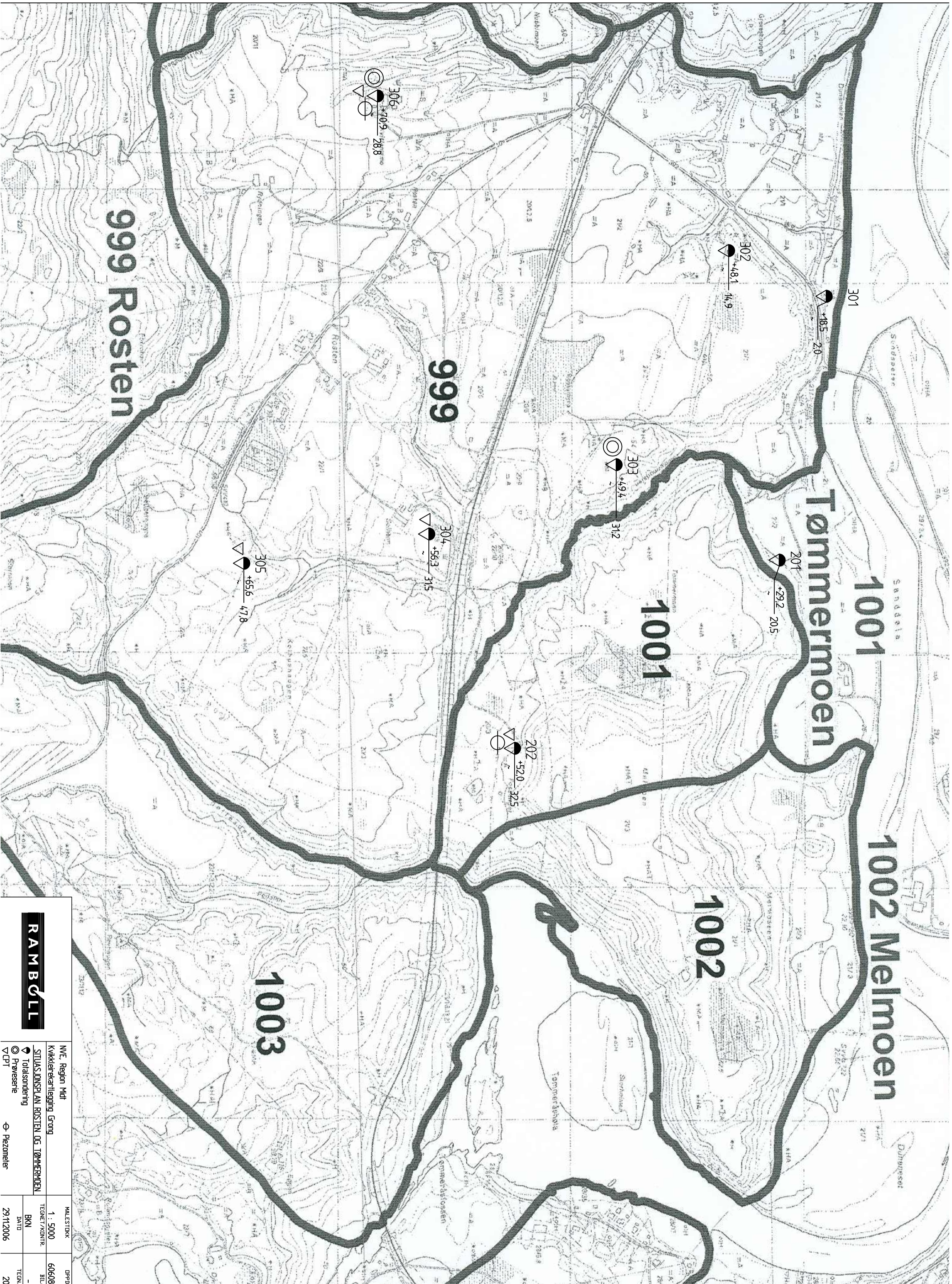


7150000

**RAMBOLL**

NVE, Region Midt	MALESTIKK	DPP/DP
Kvikkleirekartlegging Grong	1 : 6000	60606
SITUASJONSPLAN TØMMERÅS	TEGNET/KOMTR.	BIL.2
● Totalsondering	BKN	-
○ Proveserie	DATA	TEGN.
▽CPI	02.11.2006	20.





**999 Rosten**

**999**

**1001 Tømmermoen**

**1001**

**1001**

**1002 Melmoen**

**1002**

**1003**

306  
+109 28,8

302  
+481 14,9

301  
+185 20

303  
+494 312

201  
+292 205

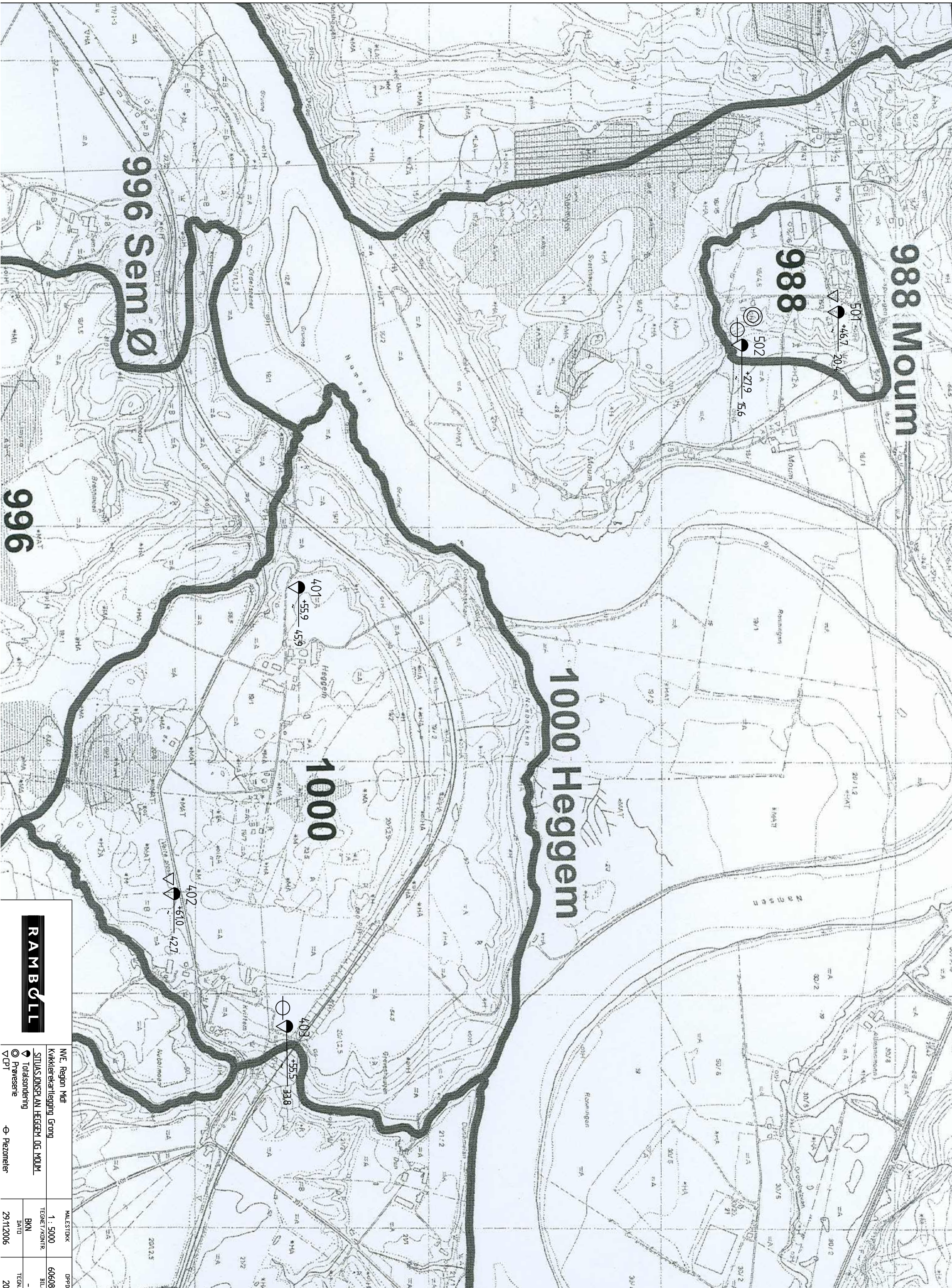
304  
+563 315

305  
+556 47,8

202  
+520 32,5

<b>RAMBOLL</b>		NVE Region Midt		MALESTIKK		OPPDR	
Kvikkleirekolllegging Grong		1 : 5000		60606		OPPDR	
SITUASJONSPLAN ROSTEN OG TØMMERMOEN		TEGNET/KONTR.		BKN		BIL	
Totalsondering		DATO		29.11.2006		TEGN.	
Pryseserie		VCP1		Piezometer		20.	





**988 Moum**

**988**

**996 Sem Ø**

**1000 Heggem**

**1000**

**996**

501  
+46.7  
20.4

502  
+27.9  
15.6

401  
+55.9  
45.9

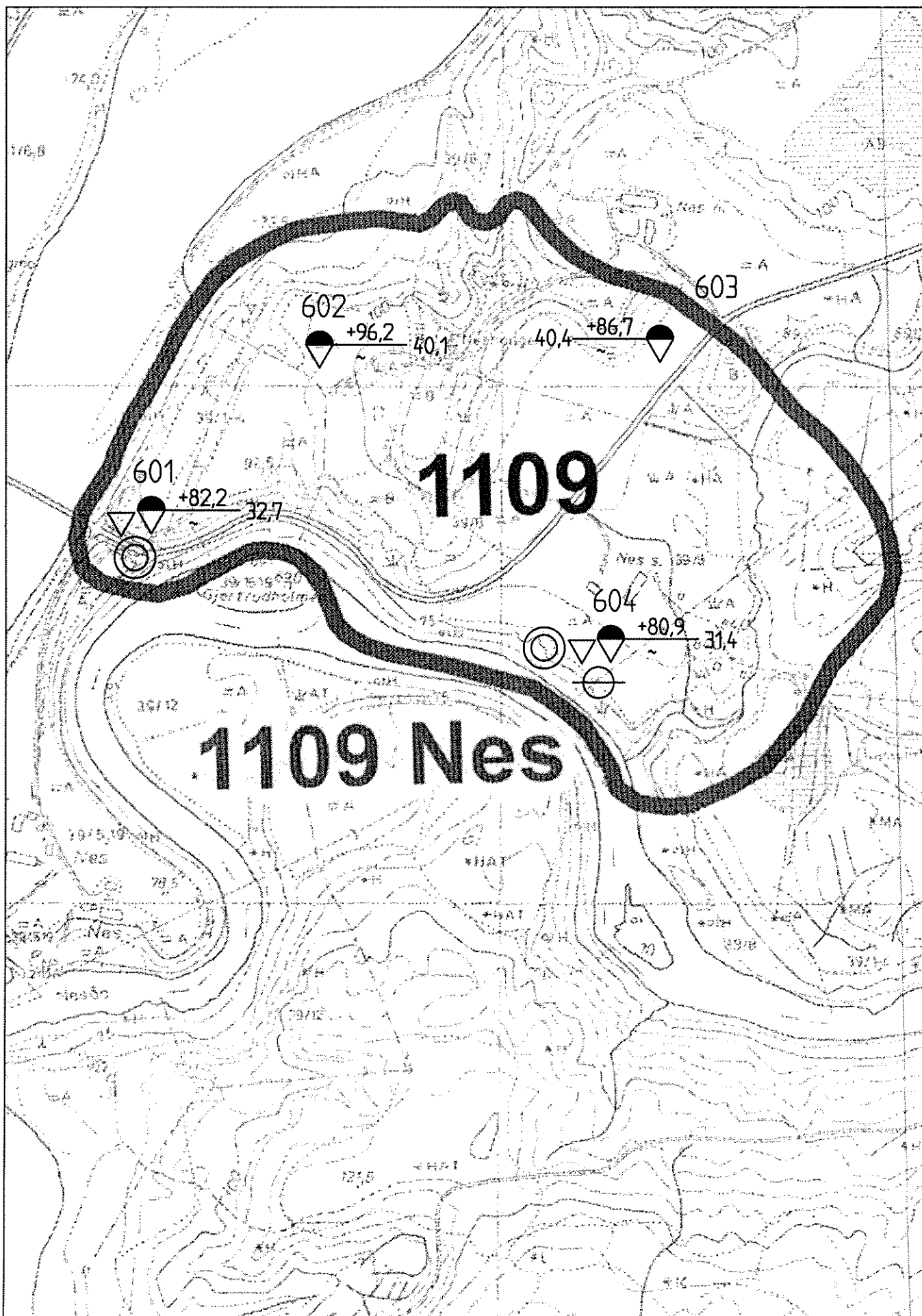
402  
+61.0  
42.1

403  
+55.5  
33.8

**RAMBOLL**

NVE Region Midt	MALESTRUK	OPPDR
Kvikkleirekartlegging Grong	1 : 5000	60606
SITUASJONSPLAN HEGGEM OG MOUM	TEGNET/KONTR.	BILF
Totalsondering	BKN	-
Proveserie	DATE	TEGN.
VCP1	29/11/2006	20.
Pezometer		





NVE, Region Midt  
Kvikkleirekartlegging Grong

SITUASJONSPLAN NES

- ▼ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- ▽ CPT
- ⊖ Piezometer

MALESTOKK

1 : 5000

TEGNET/KONTR.

BKN / *13.11.06*

DATO

29.11.2006

OPPDRAG

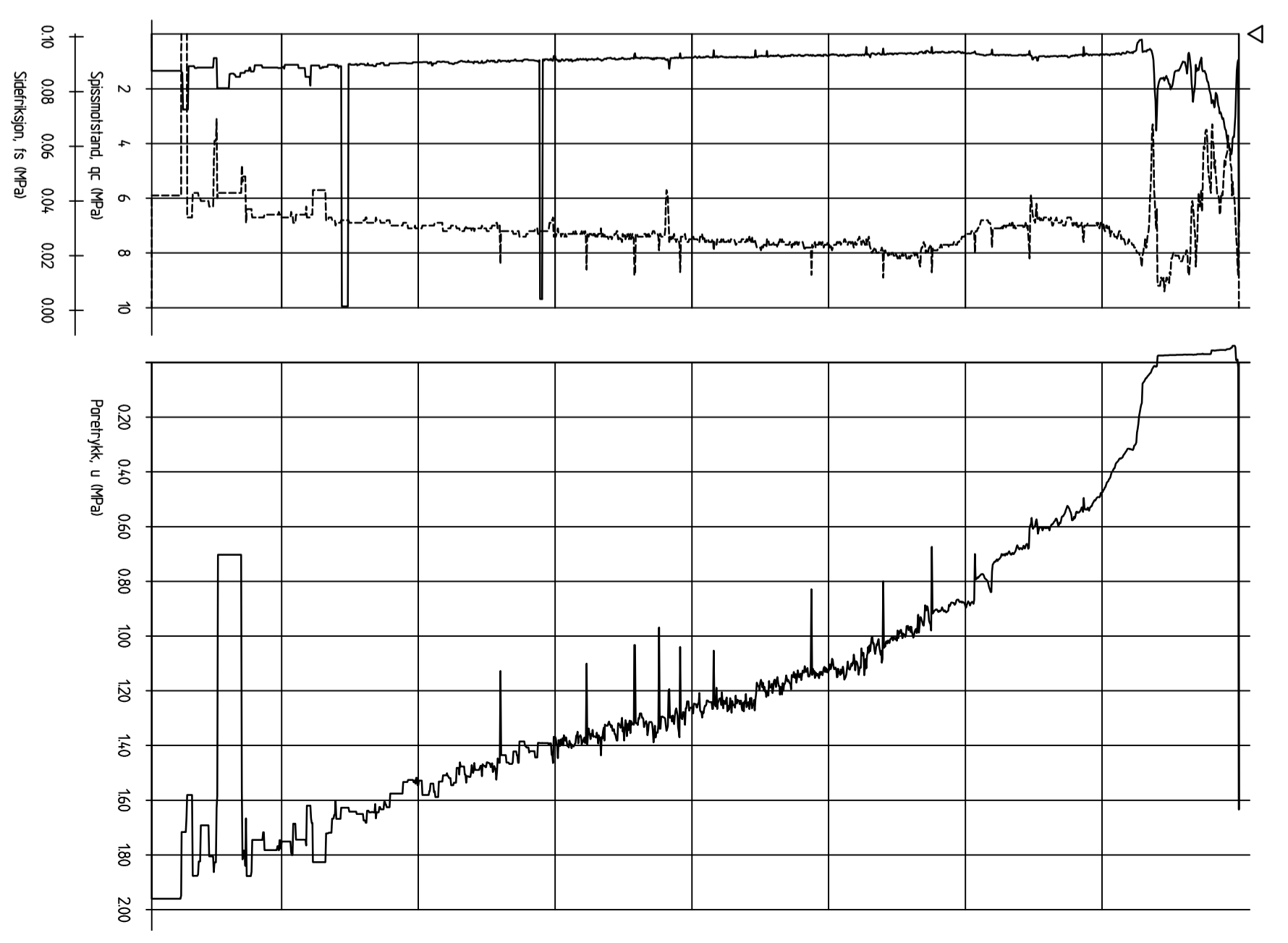
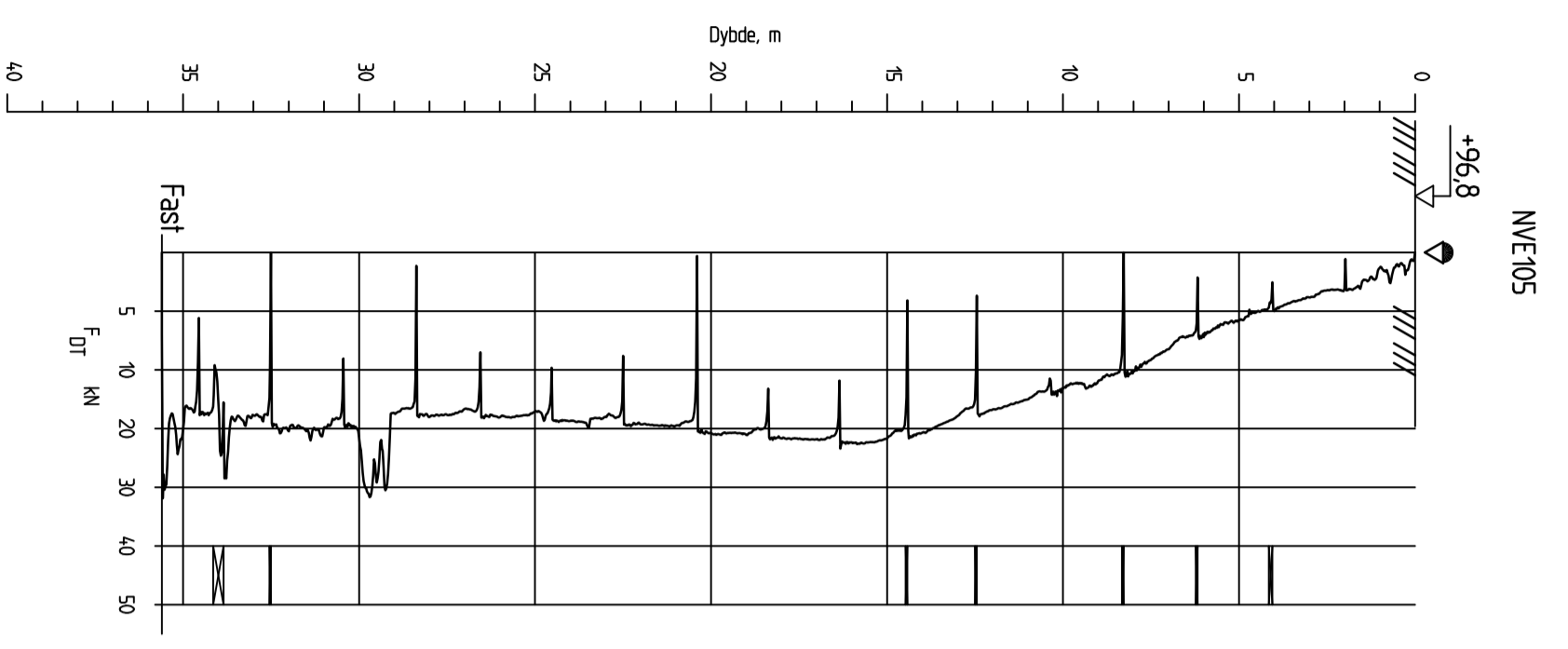
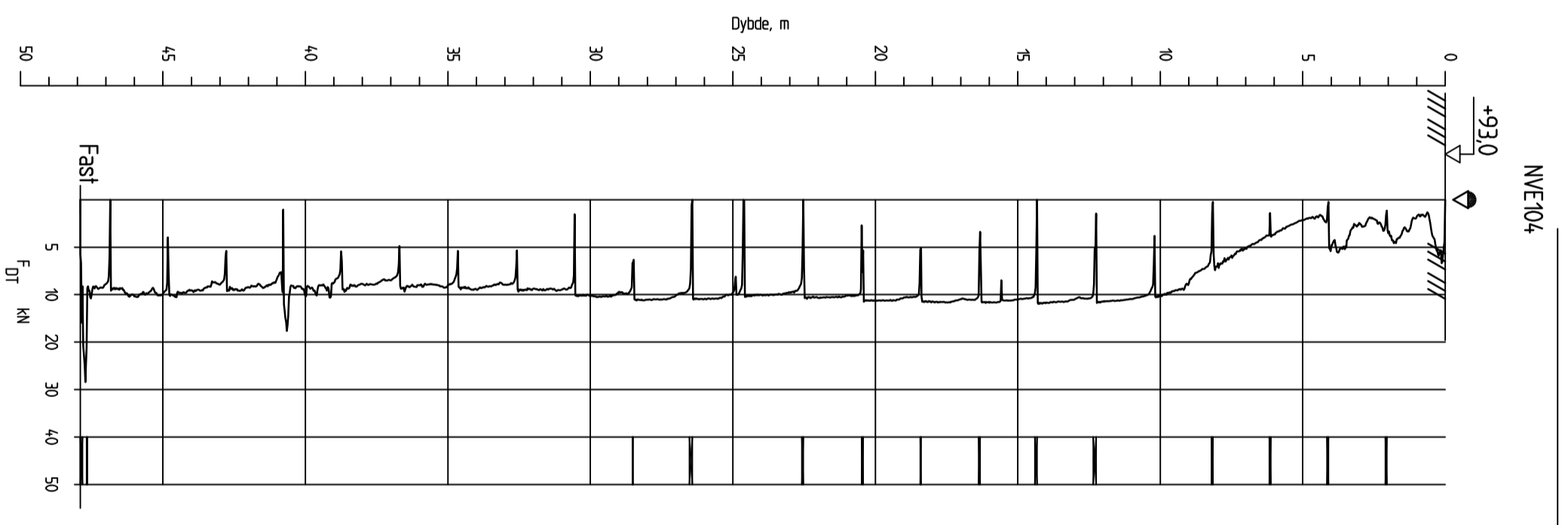
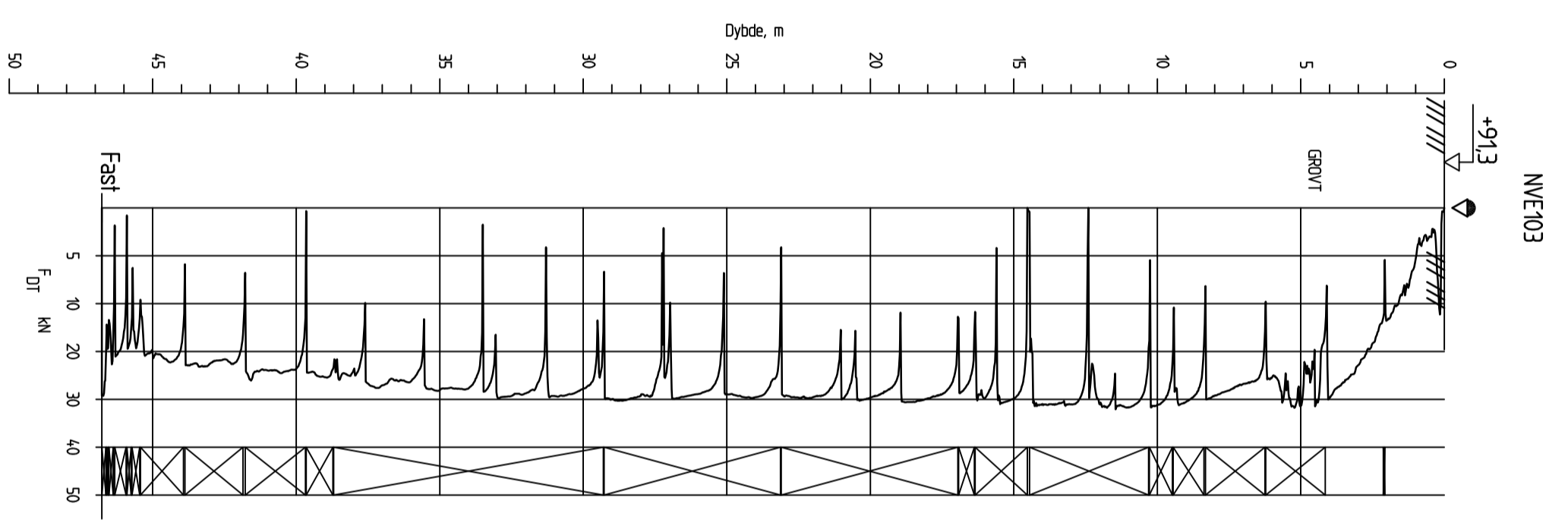
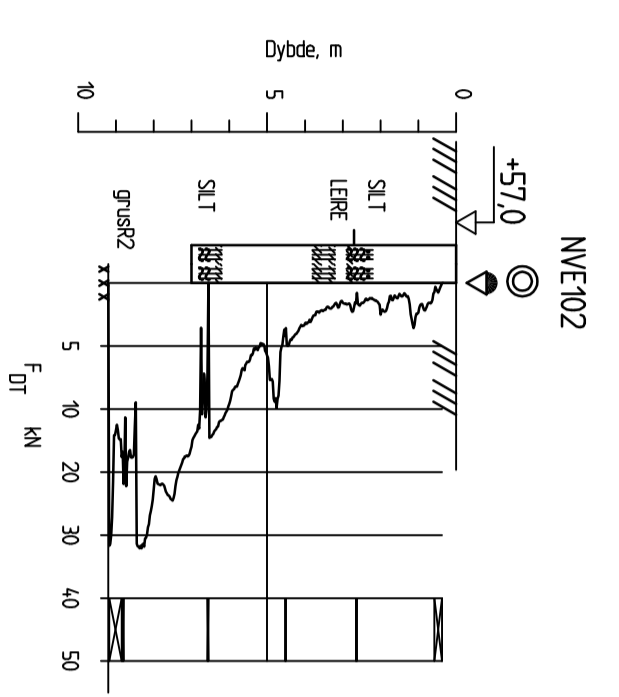
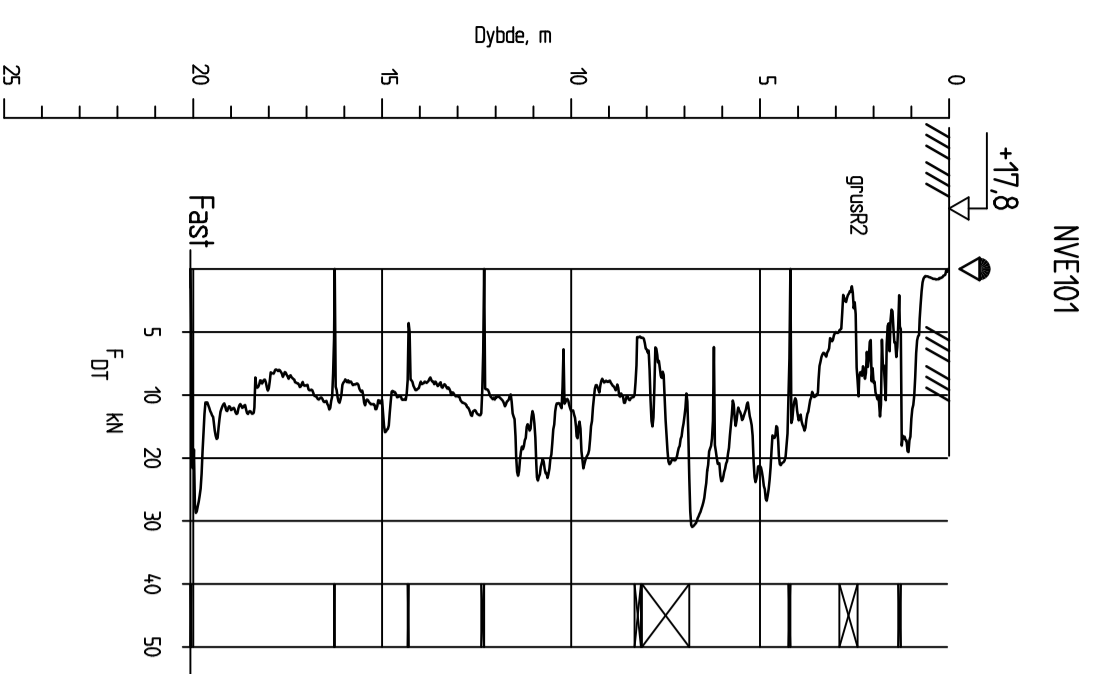
6060893

BILAG

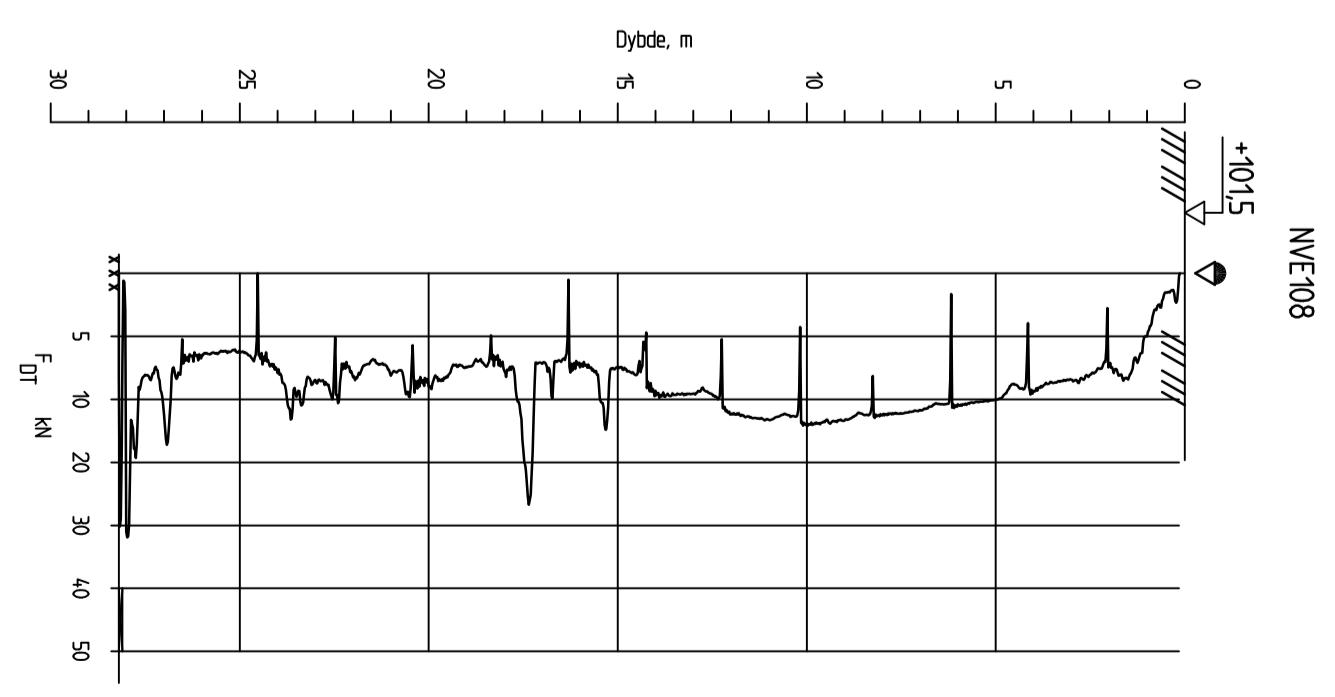
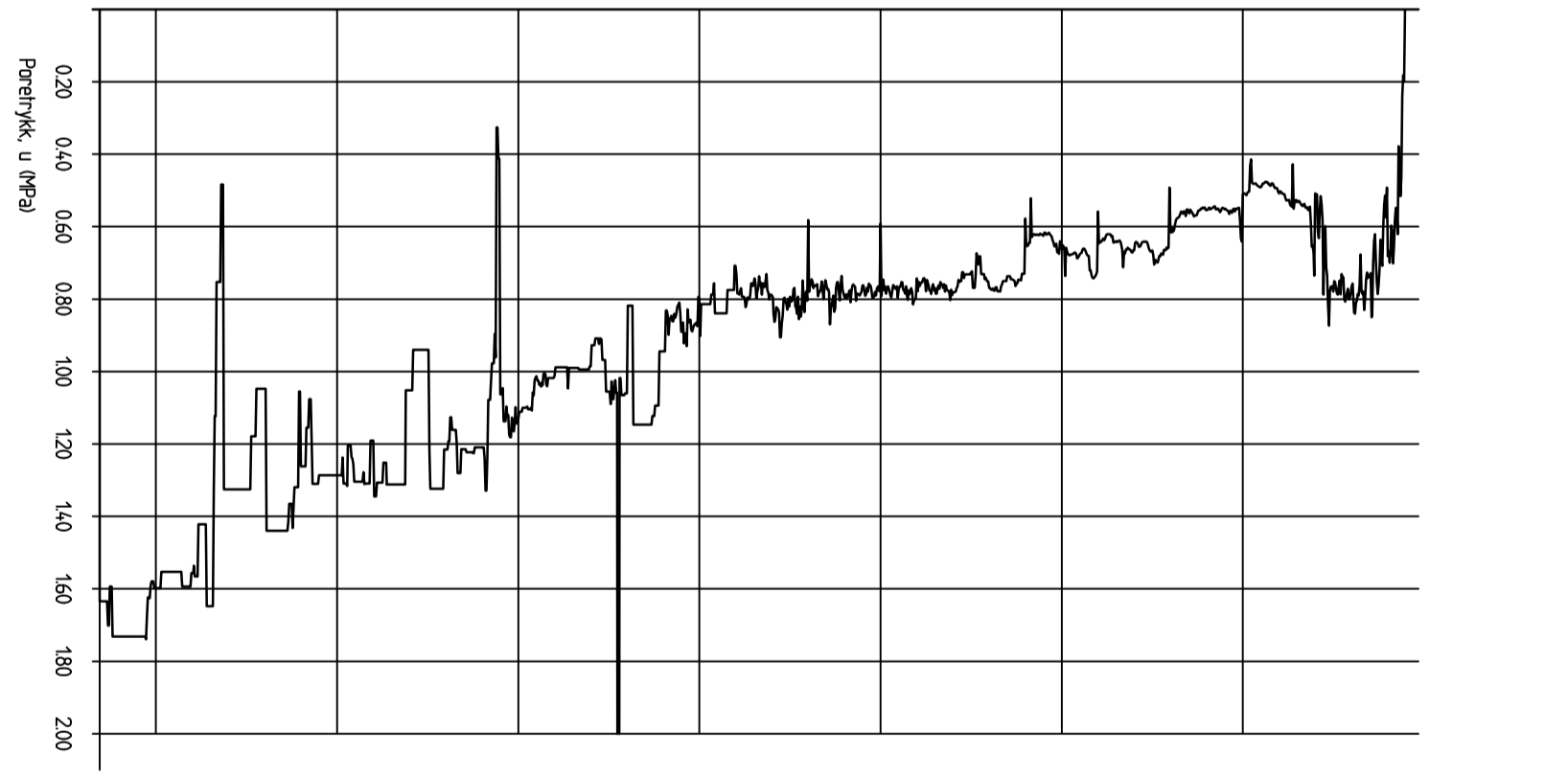
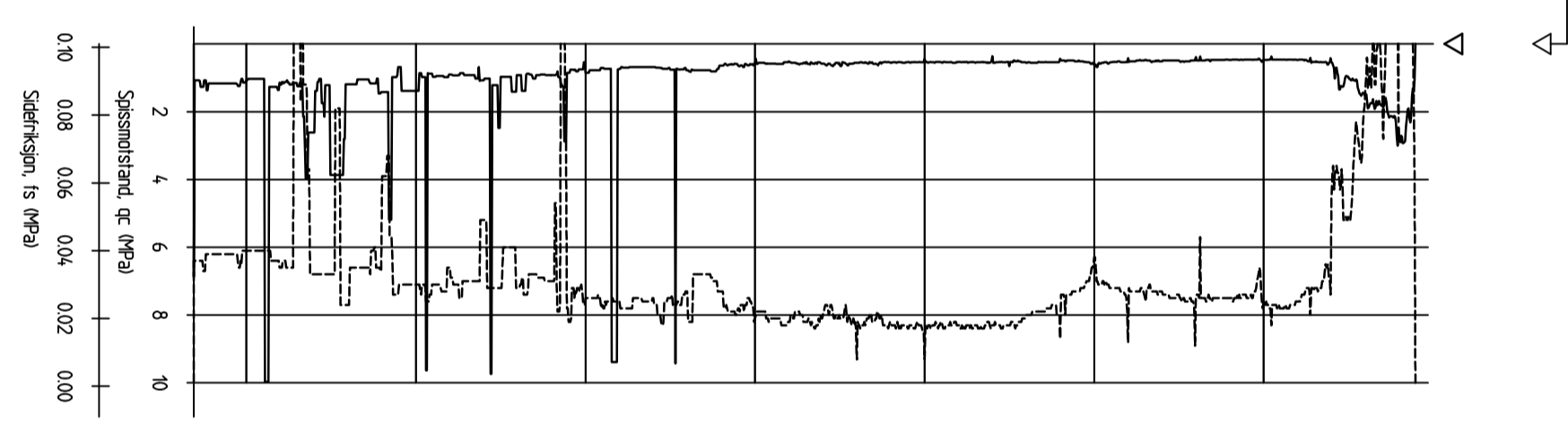
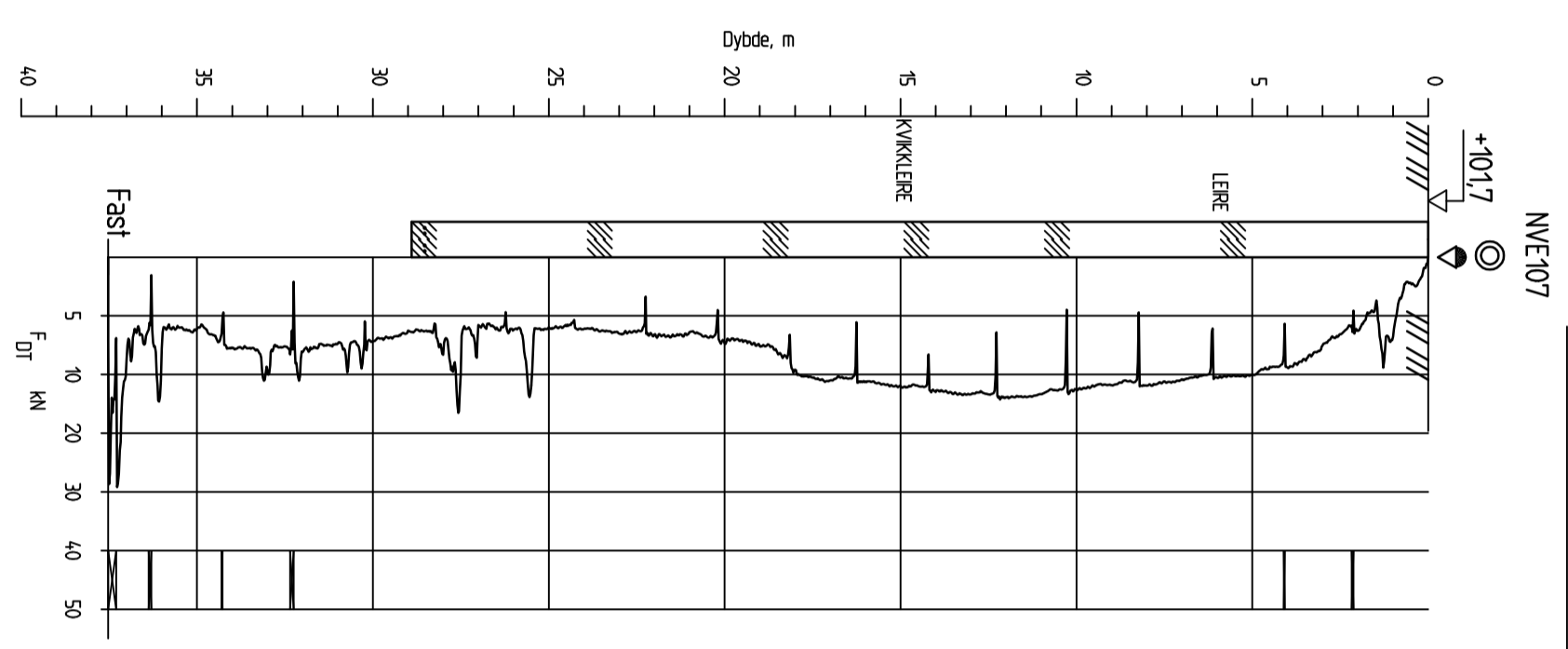
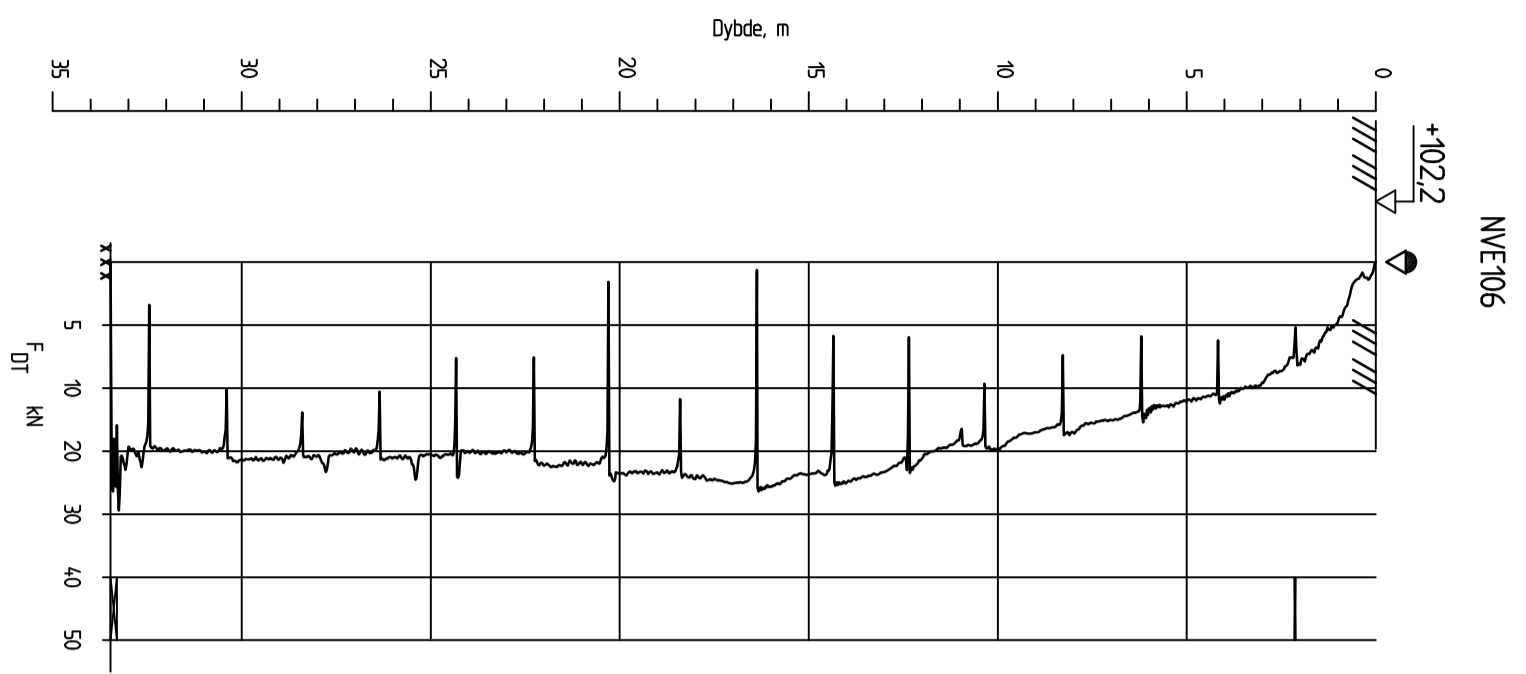
-

TEGN. NR.

205

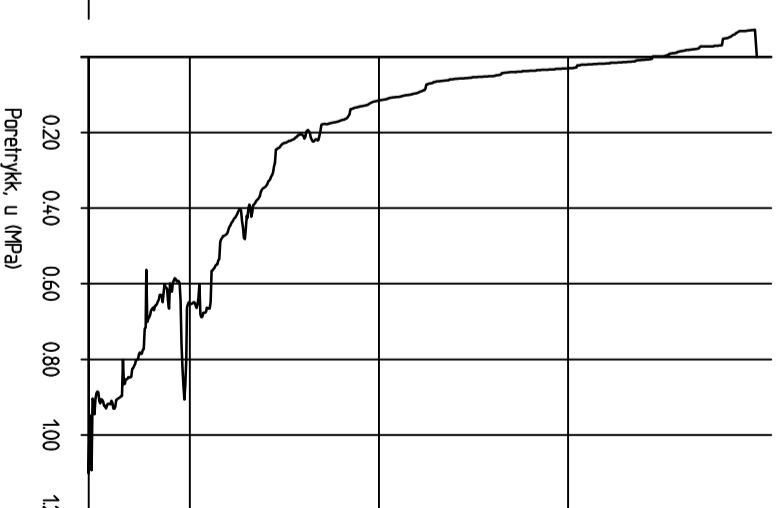
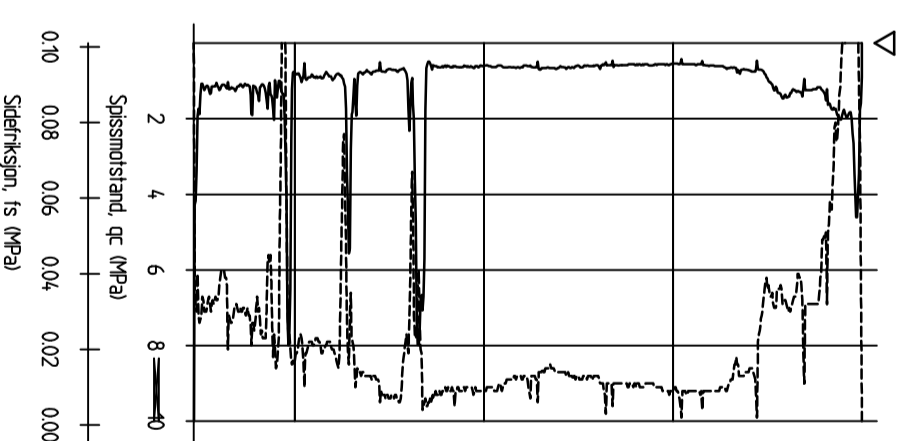
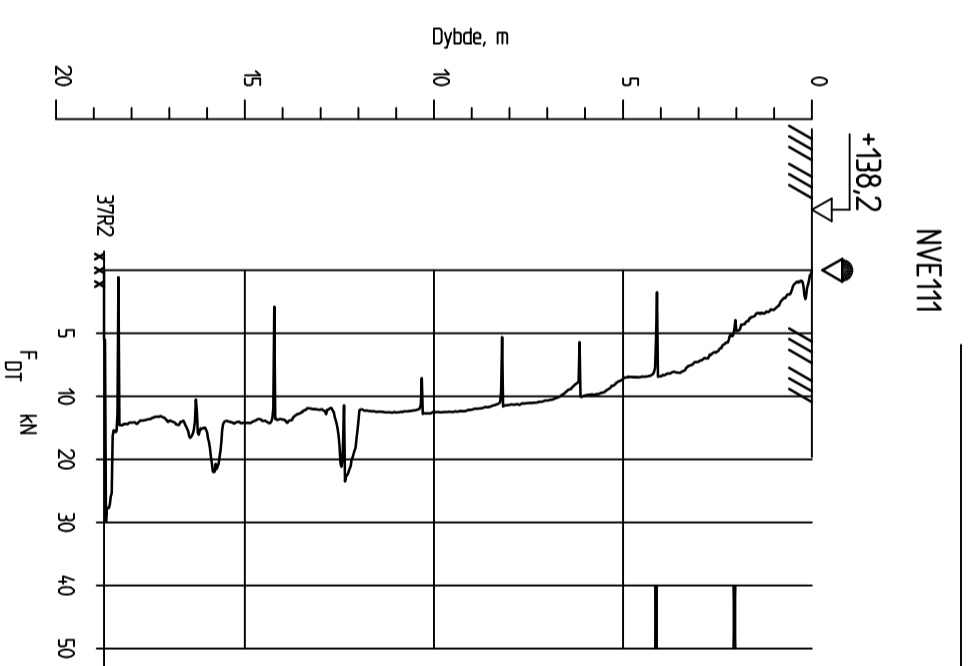
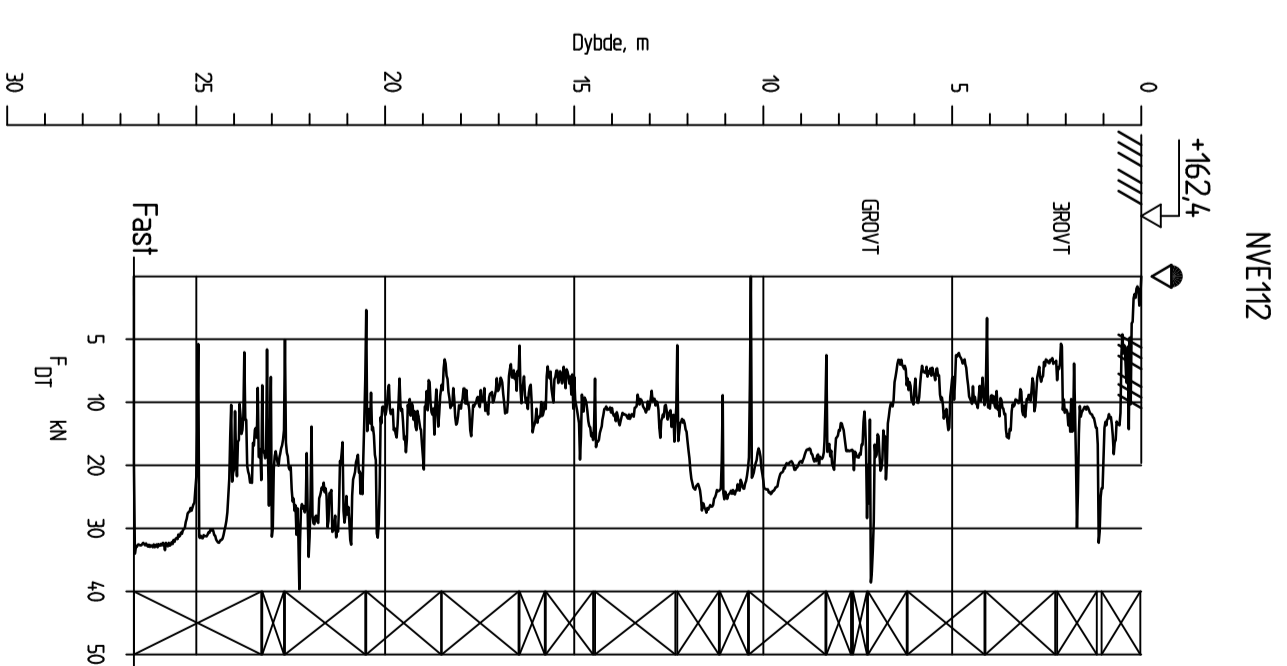
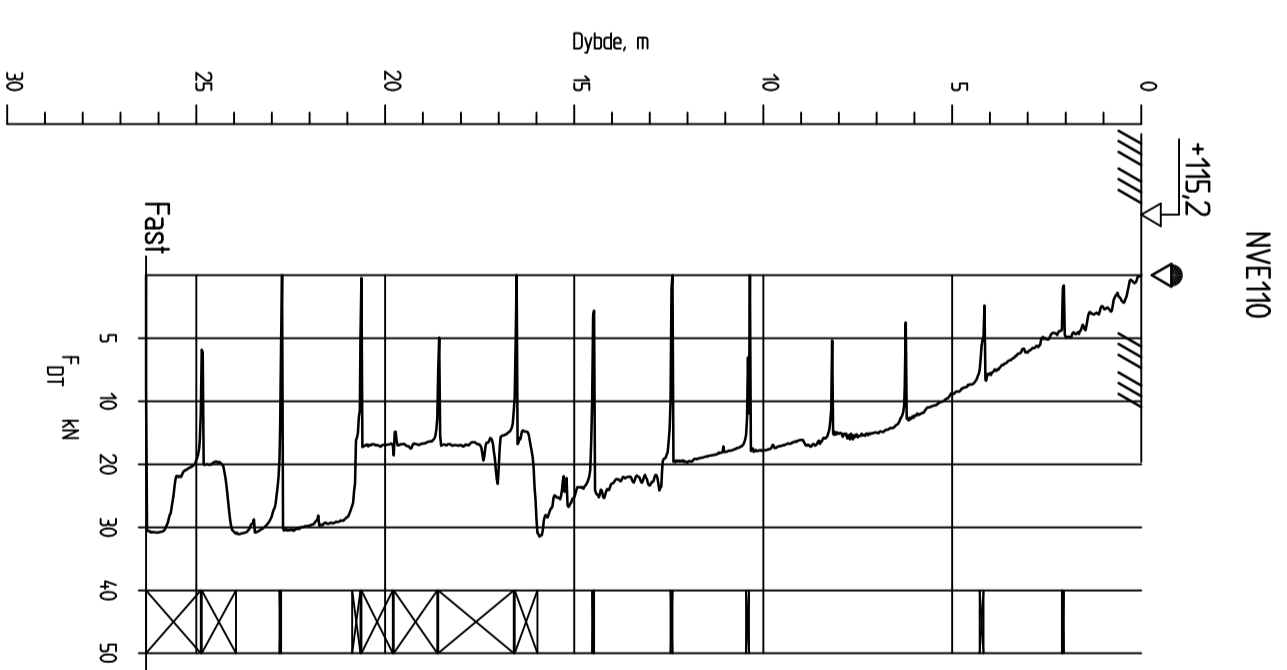
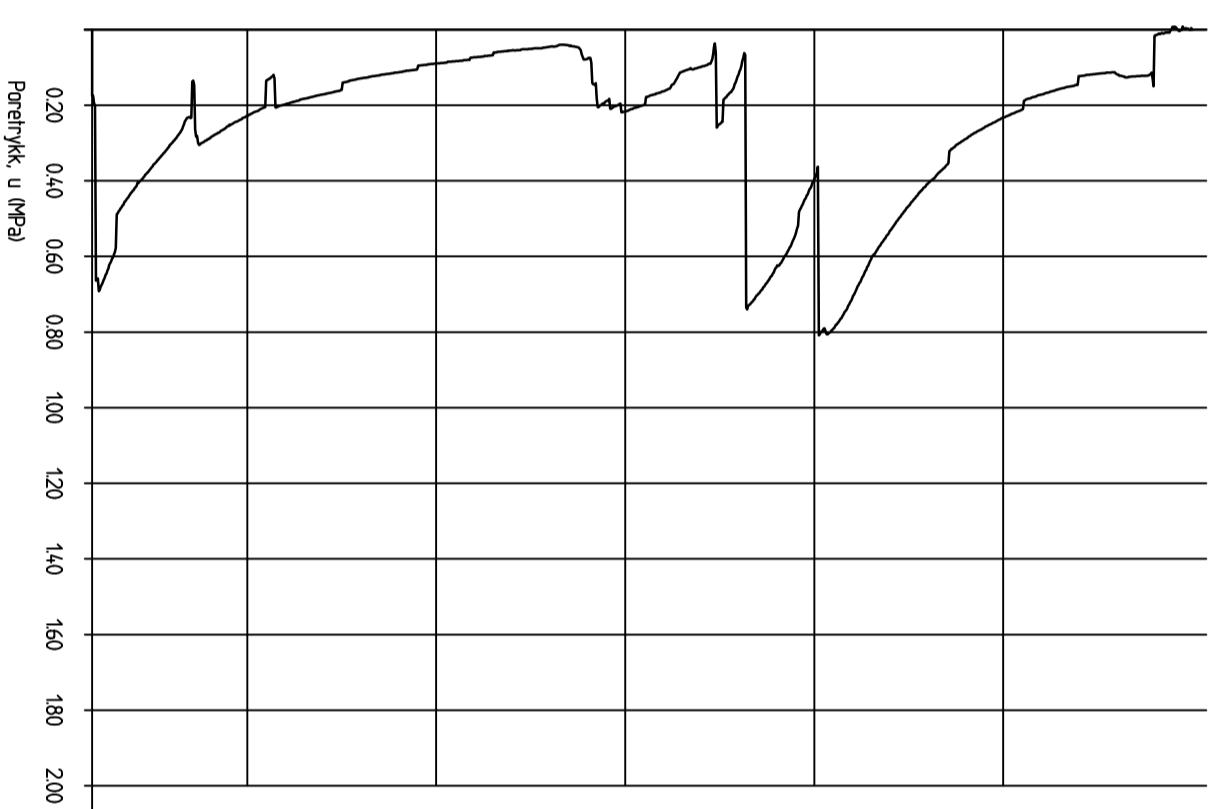
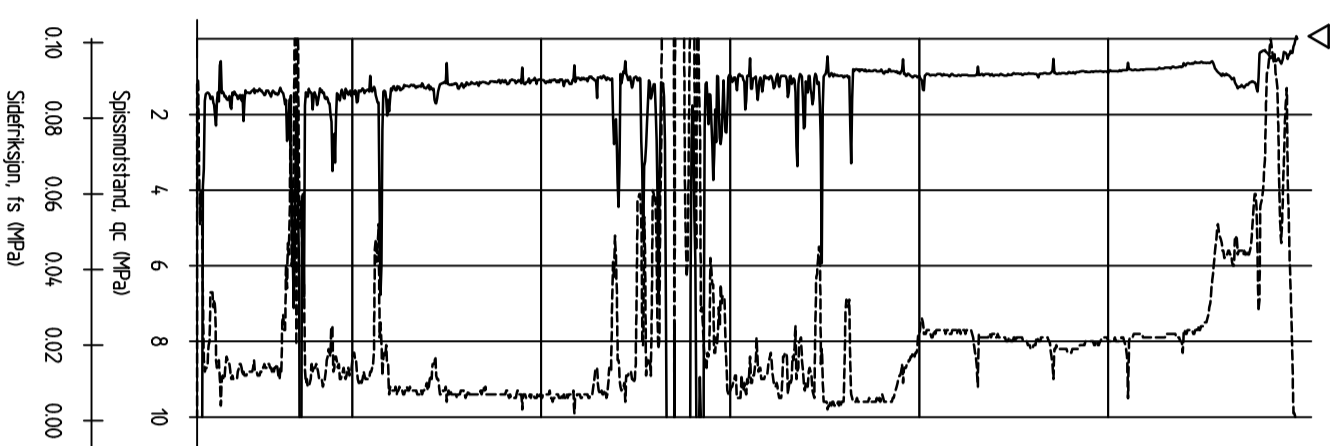
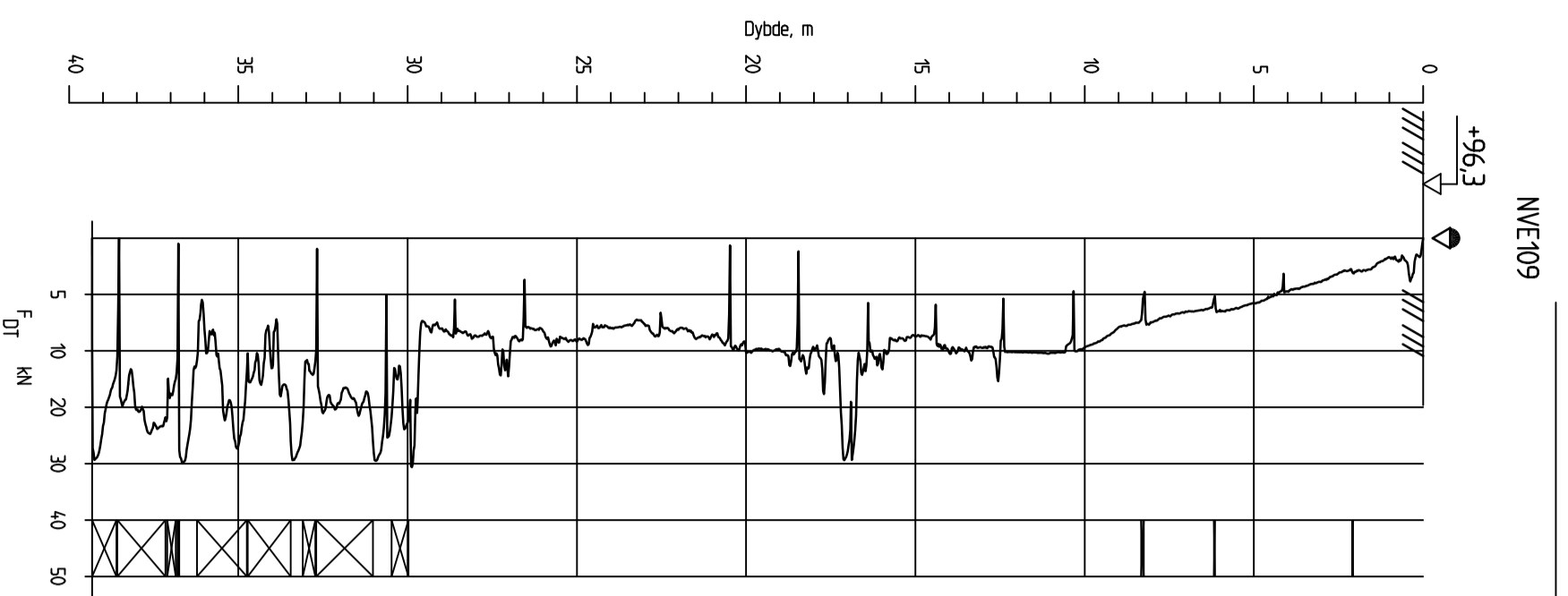


		NVE, Region Midt Kykkleikarlegging Grong	
BORERESULTATER TØMMER&S		MALESTIKK 1 : 200	OPPDR. 60601
Totalsondering Proveserie		TEKNET/KONTR. BKN	BIL. -
VCP1		DATO 05.12.2006	TEGN. 20

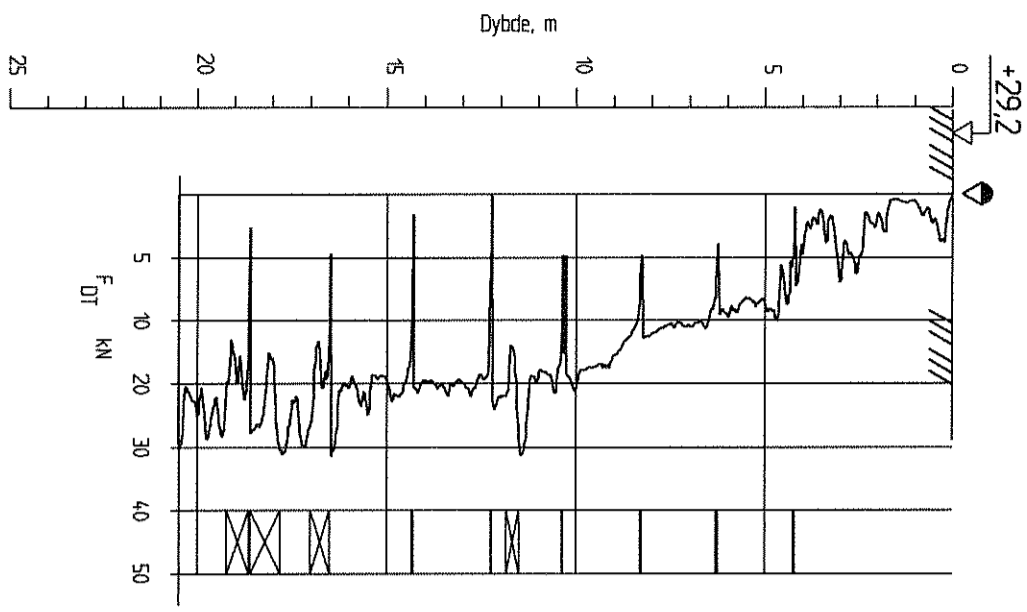


NVE, Region Midt	MALESTIKK	OPPDR
Kvikkleirekartlegging Grong	1 : 200	60601
BOBERESULTATER TØMMER&S	TEGNET/KONTR.	BIL. 6
☑ Totalsondering	BKN	-
☉ Proveserie	DATA	TEGN.
▽CPI	05.12.2006	20'

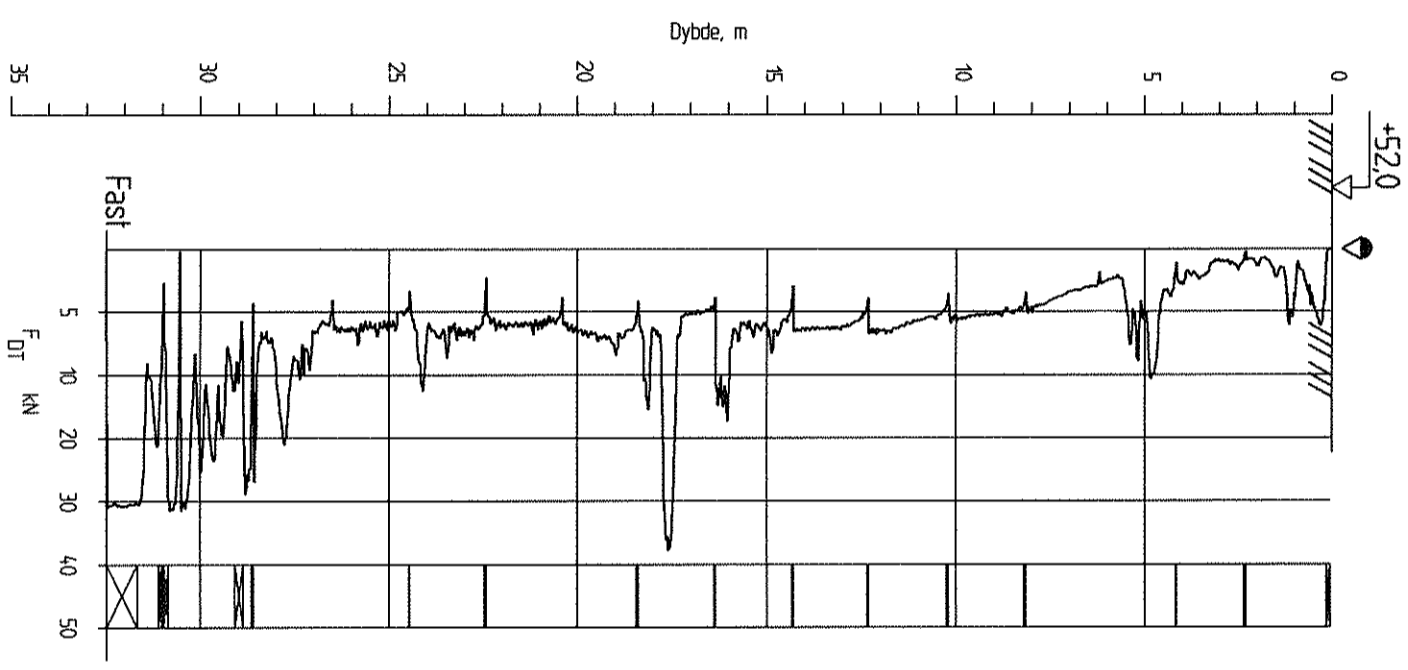




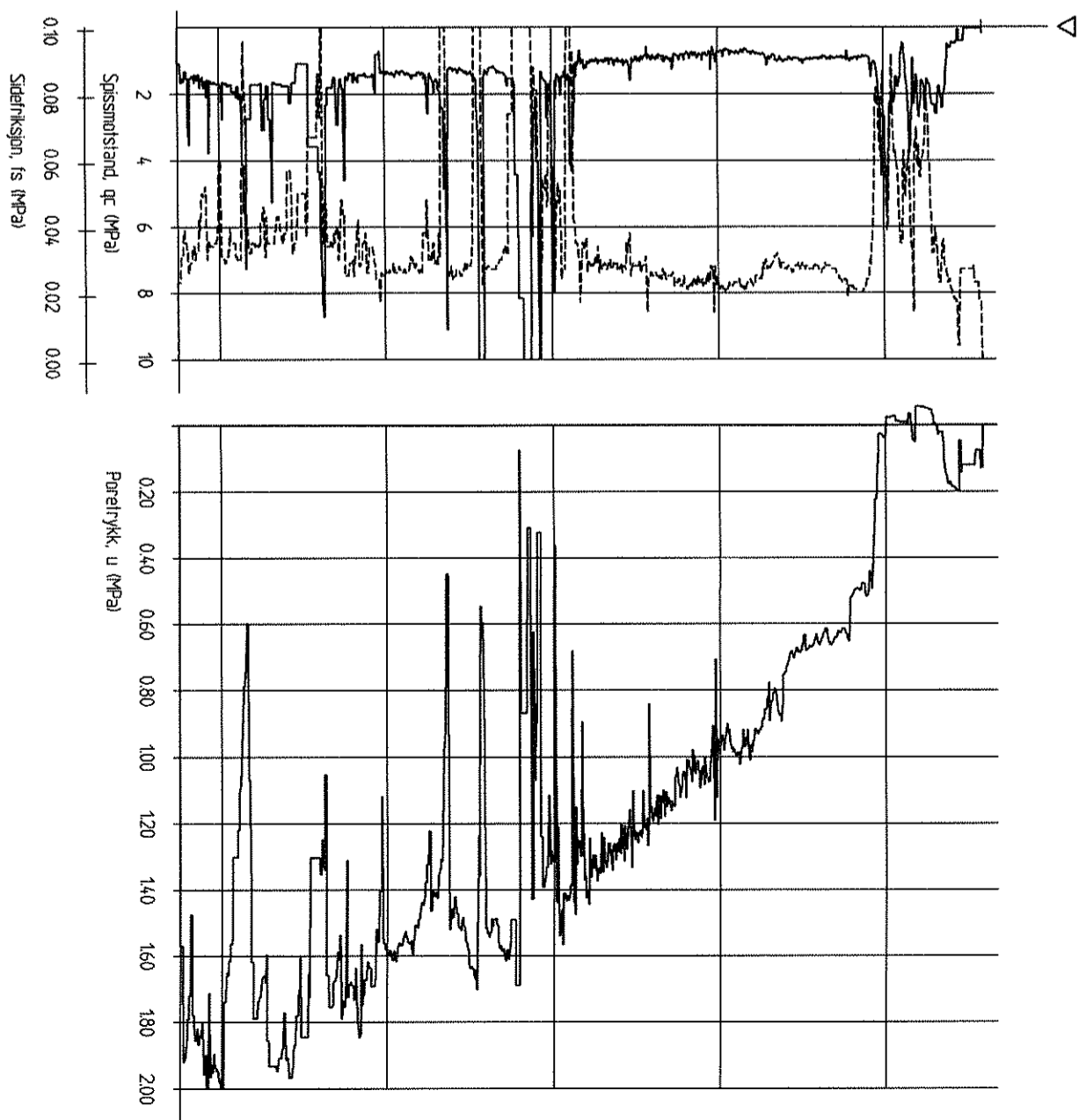
		NVE, Region Midt Kvikkleirekarakterisering Grønt	
BOREKULLATER TØMMER&S Totalsondering Proveserie		MALESTREK 1 : 200	OPPDR. 60601
05.12.2006		TEKNET/KONTR. BKN	BIL. -
V/CP1		DATO 05.12.2006	TEGN. 201




NVE201

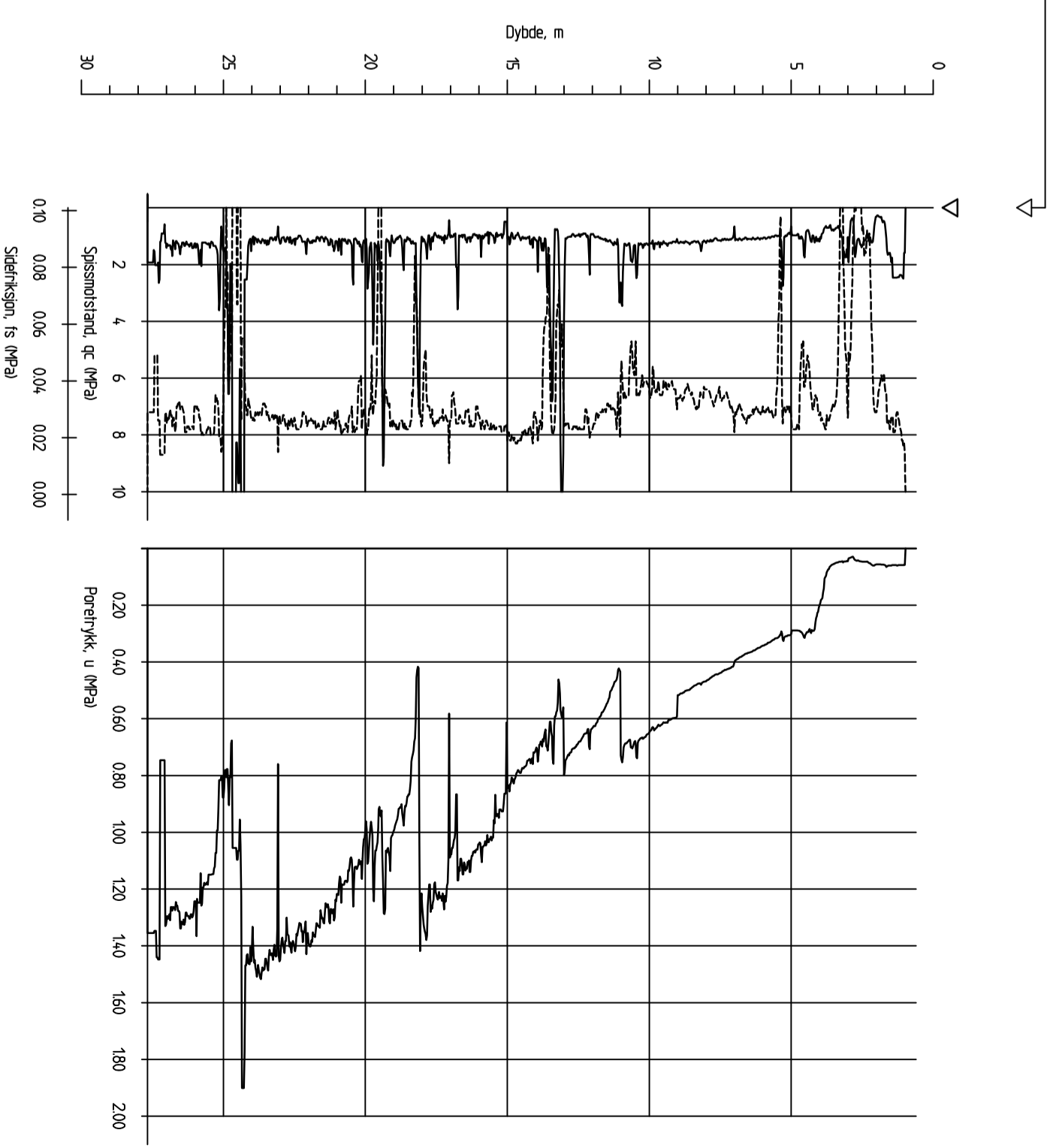
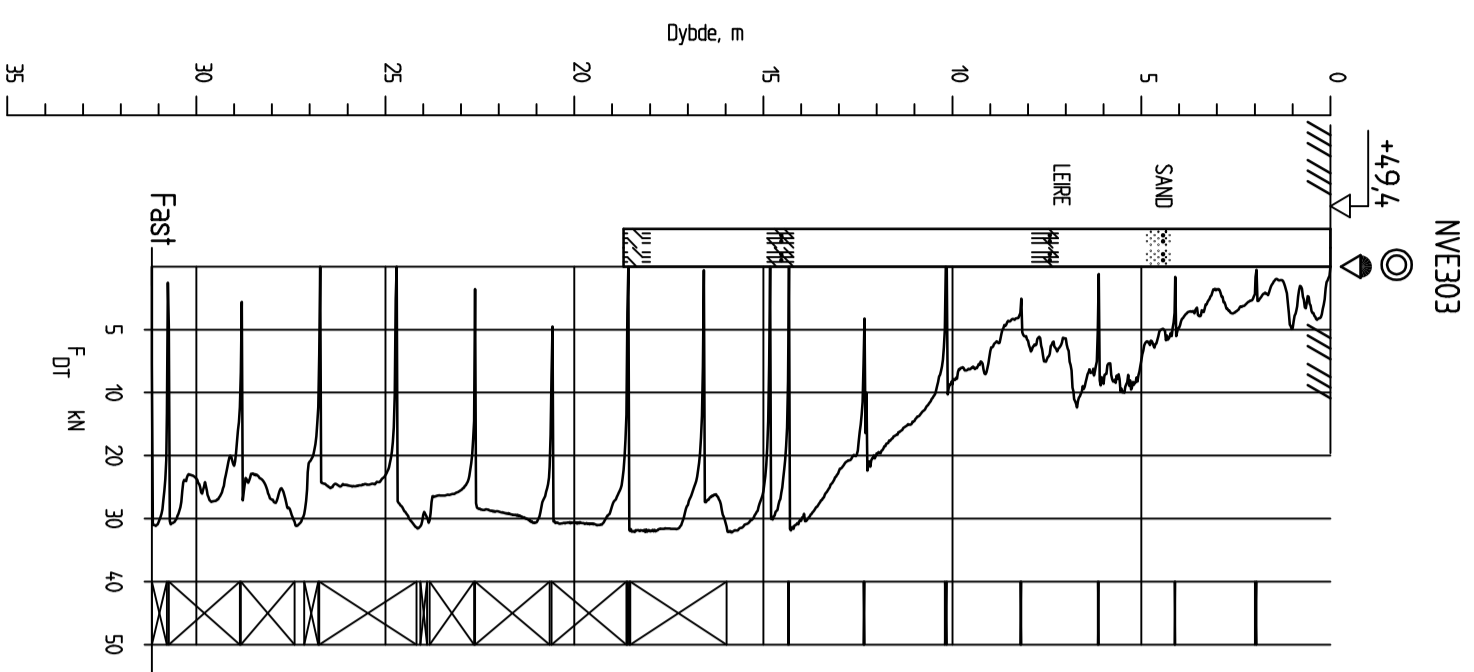
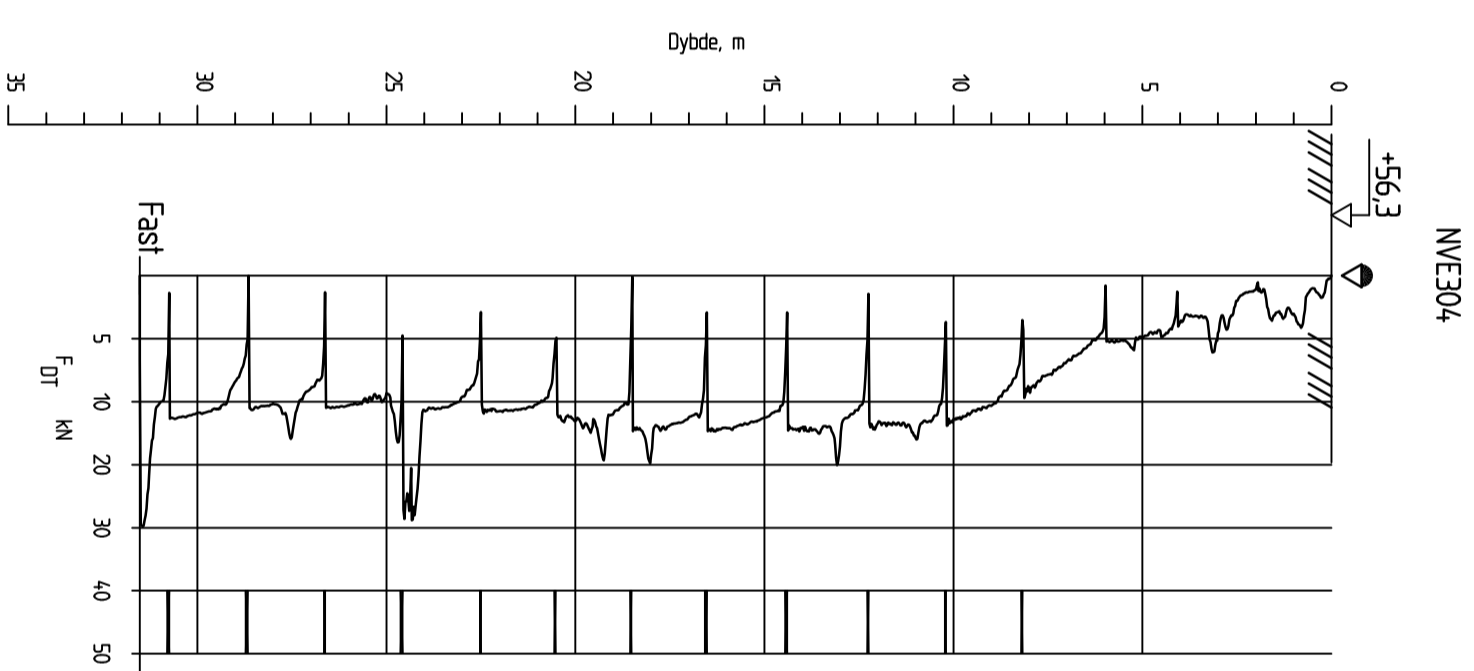
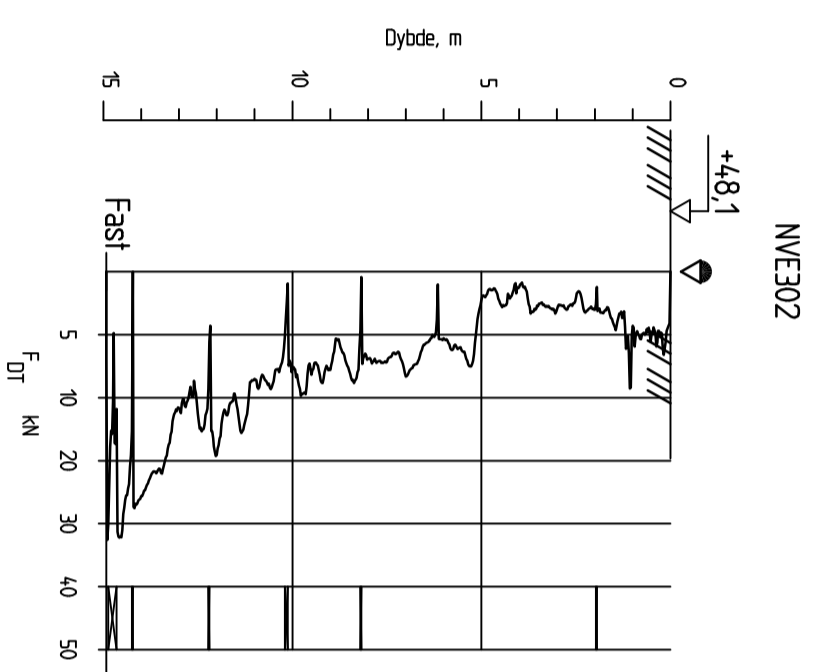
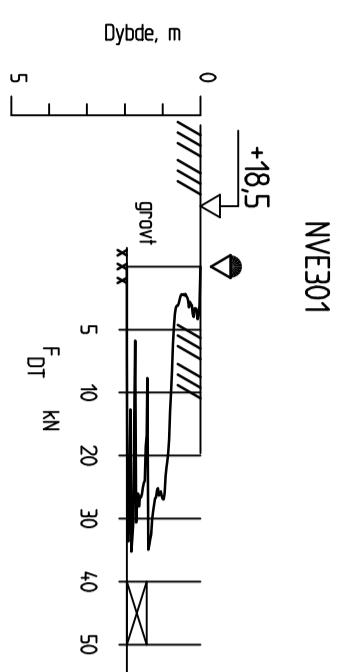


NVE202



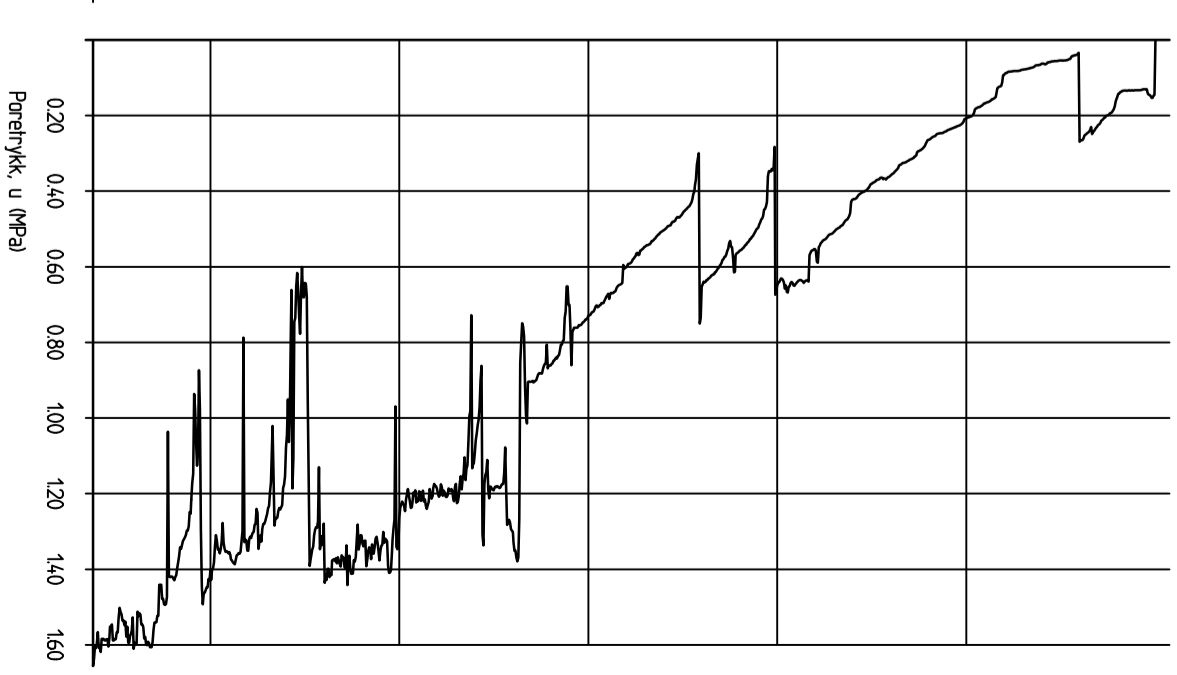
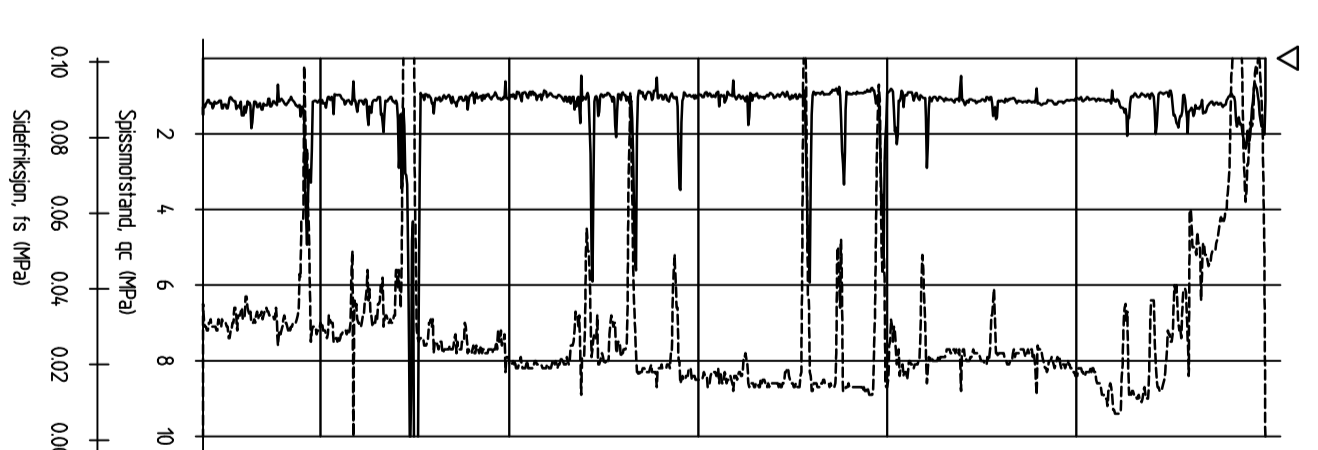
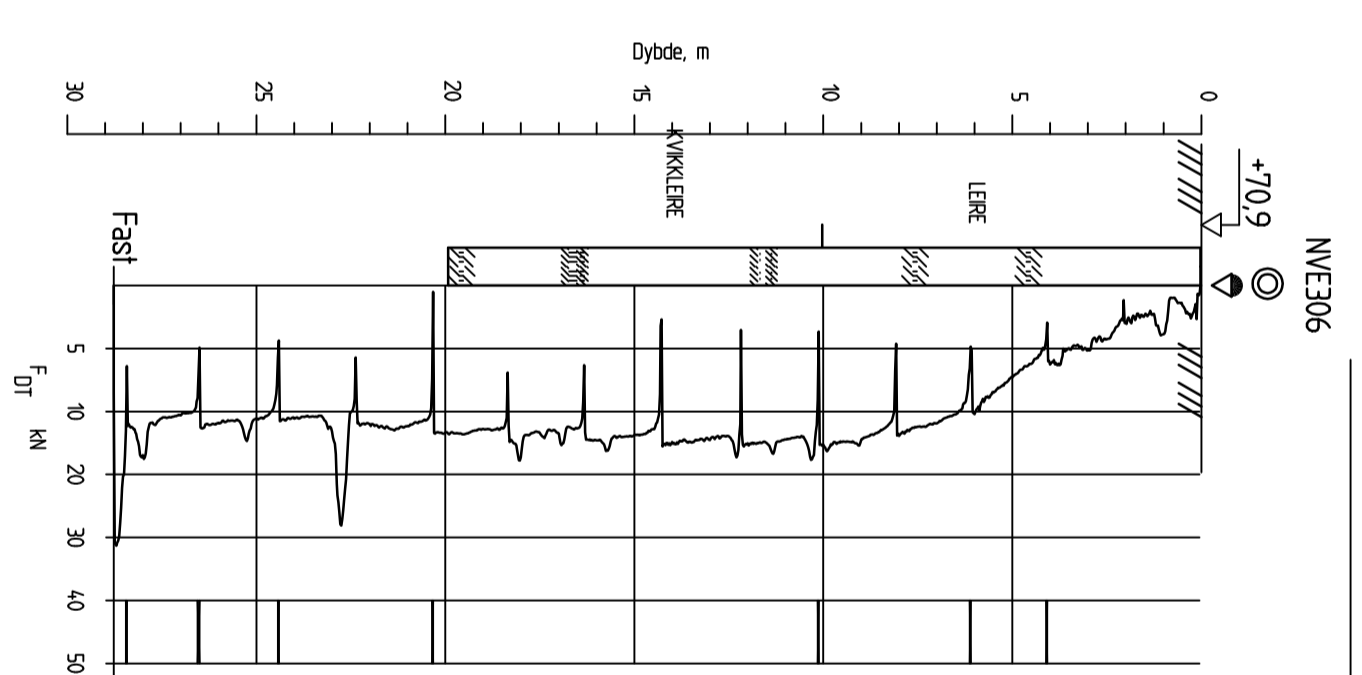
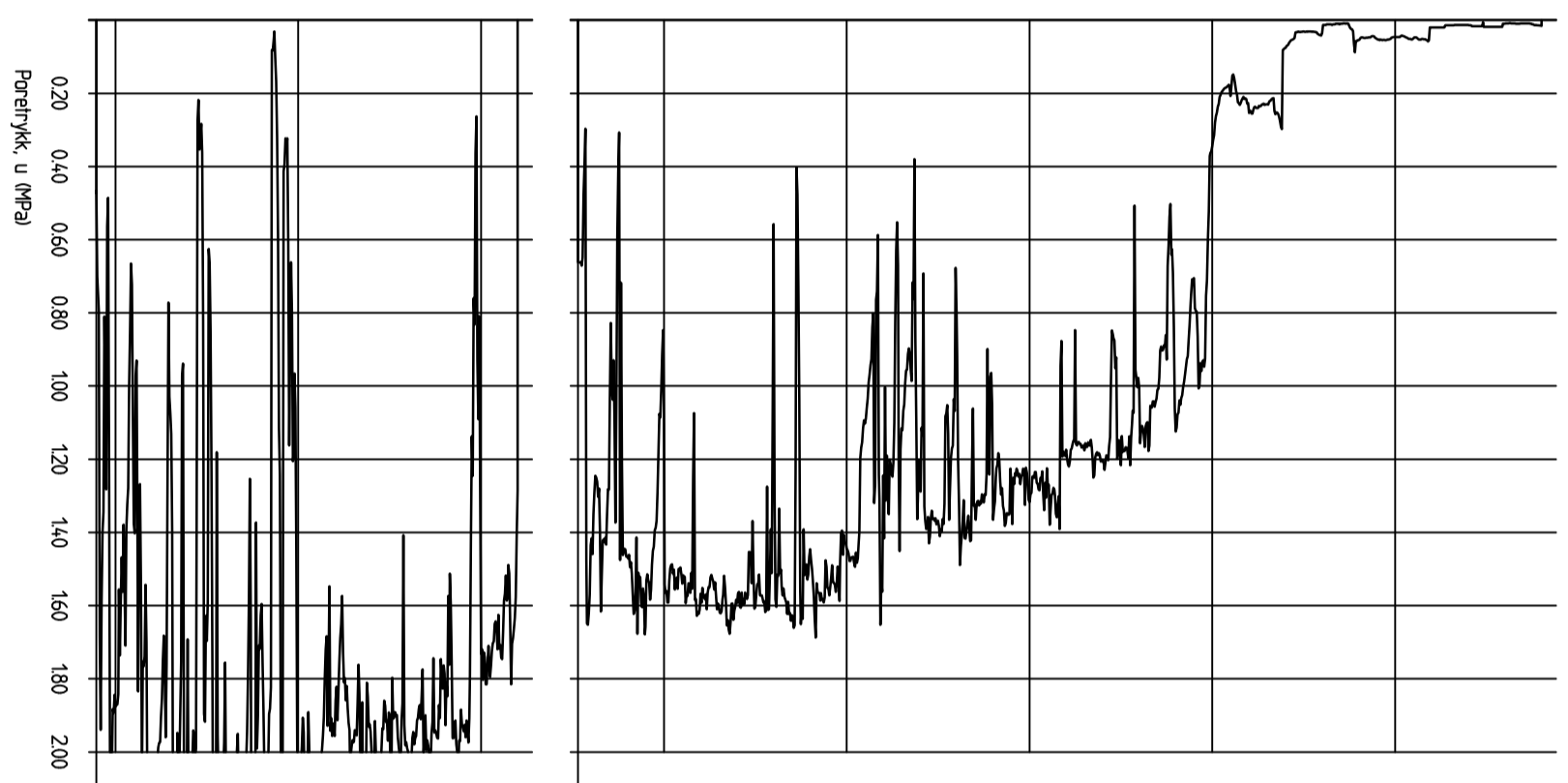
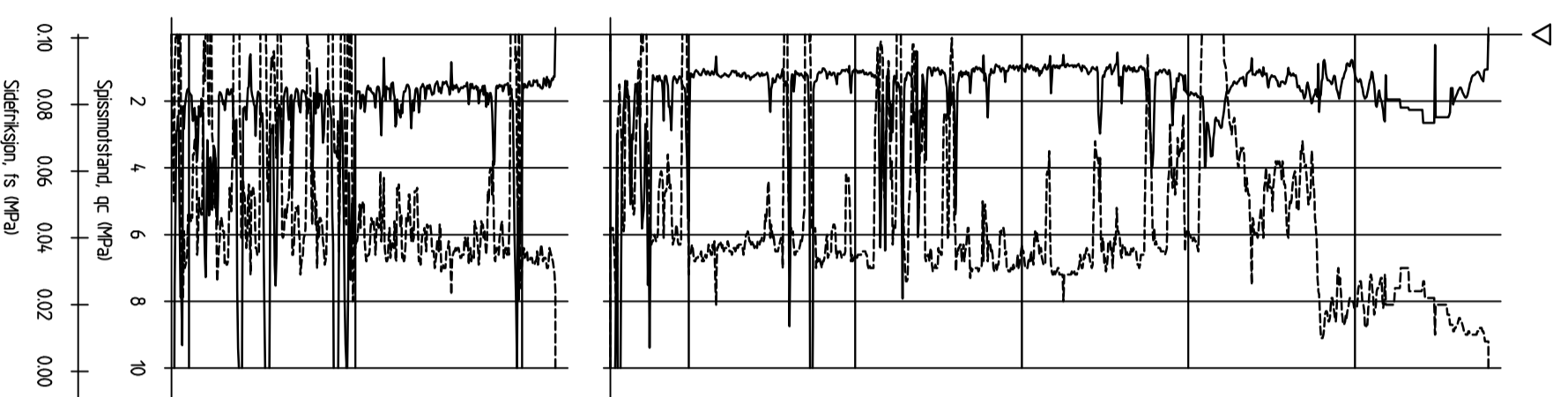
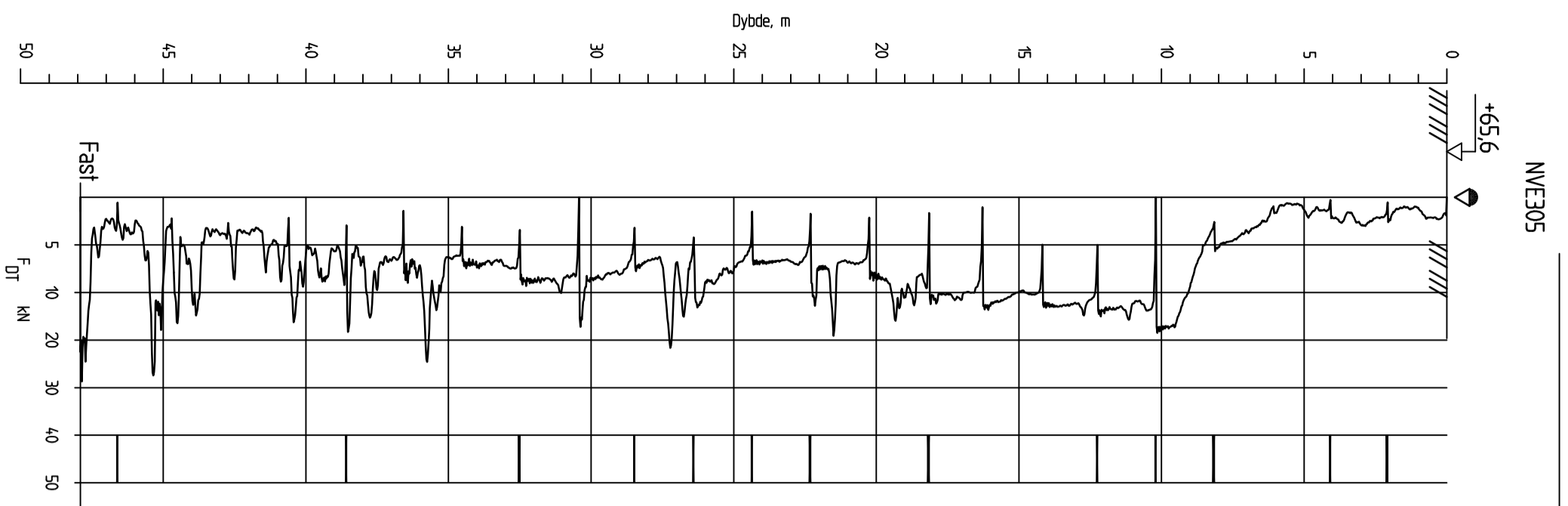
Poretrykk, u (MPa)

		MALESTOKK	OPPDRAG
		1 : 200	6060893
NVE, Region Midt Kvikkleirekartlegging Grong		TEGNET/KONTR.	BILAG
BORERESULTATER TØMMEBOEN Totalsondering Prøveserie CPT		BKN/ <i>sm</i> DATO 05.12.2006	TEGN. NR. 209



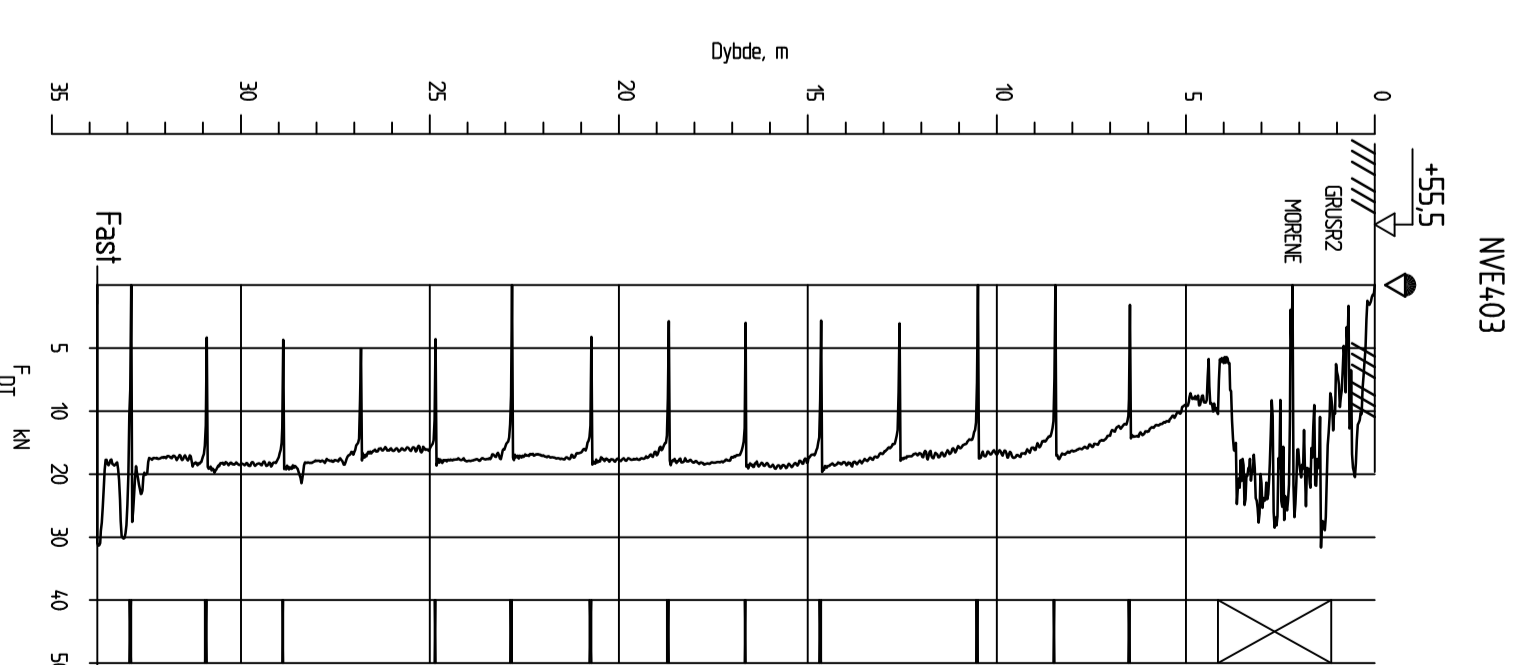
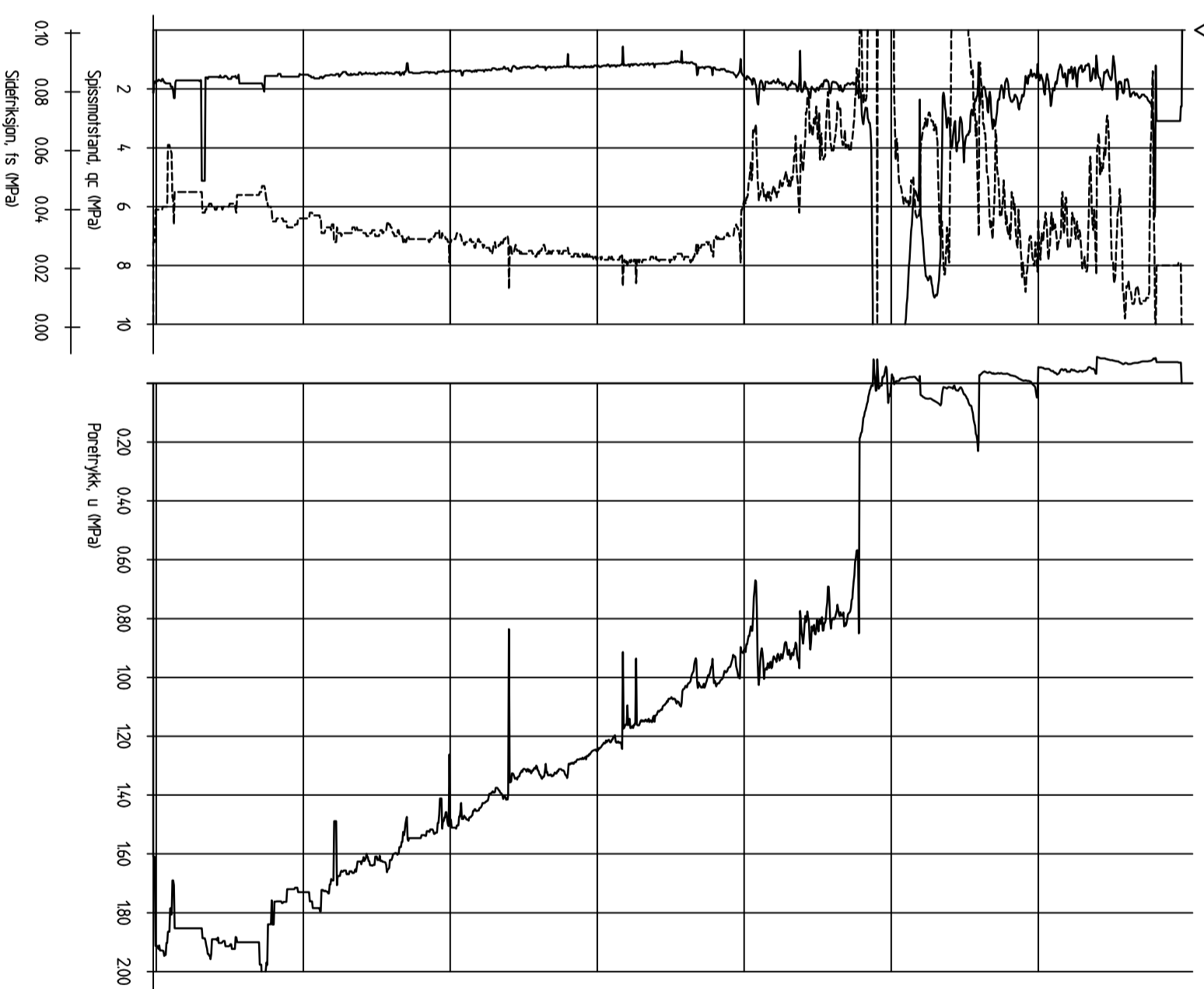
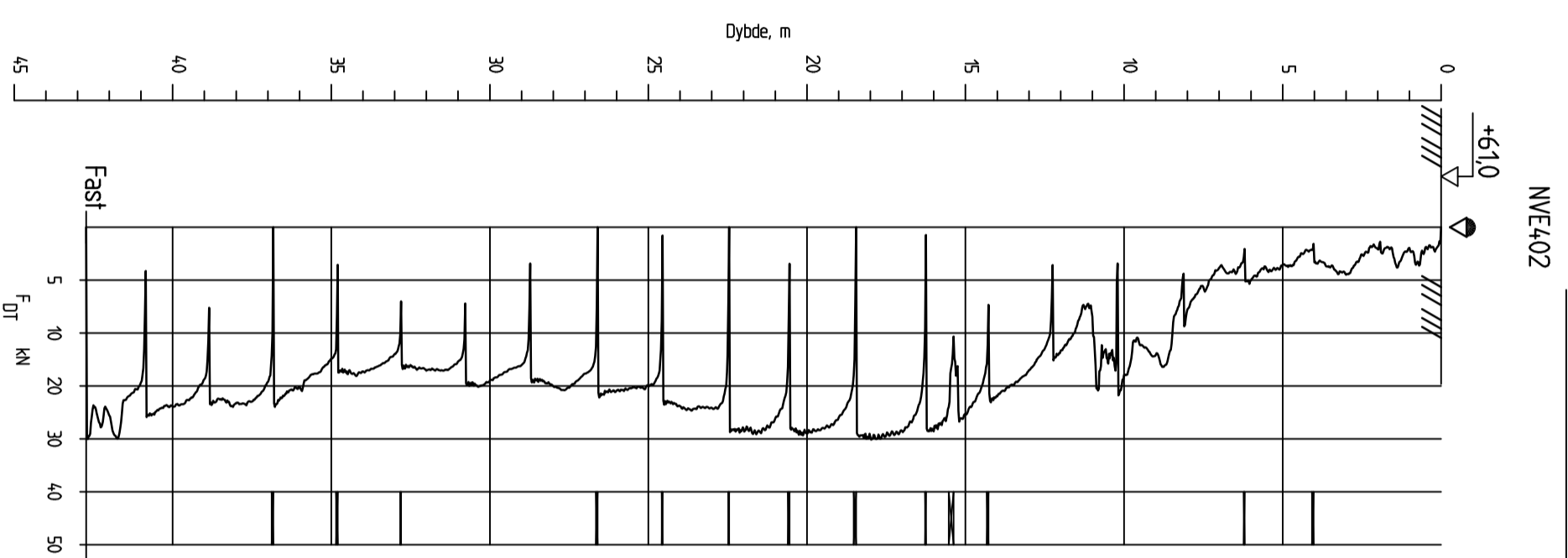
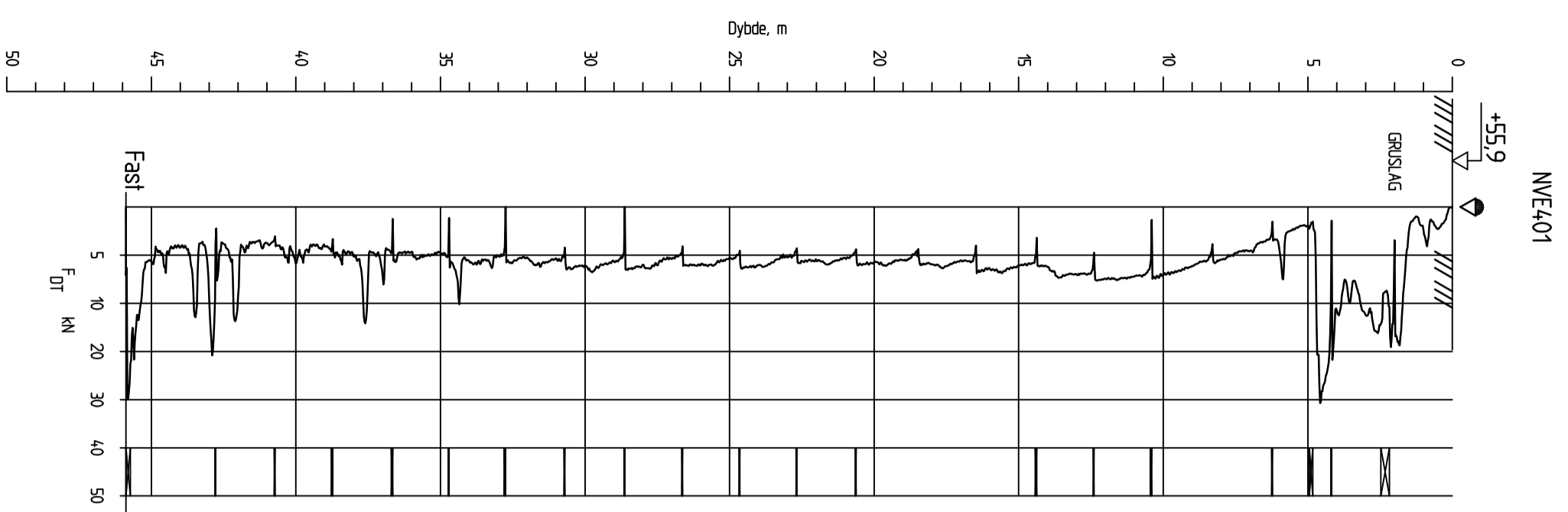
NVE, Region Midt		MALESTIKK	OPPDR.
Kvikkleirekattlegging Grong		1 : 200	60601
BOREESULTATER ROSTEN		TEGNET/KONTR.	BIL. 6
Totalsondering		BKN	-
Proveserie		DATE	TEGN.
VCP1		05.12.2006	ZK





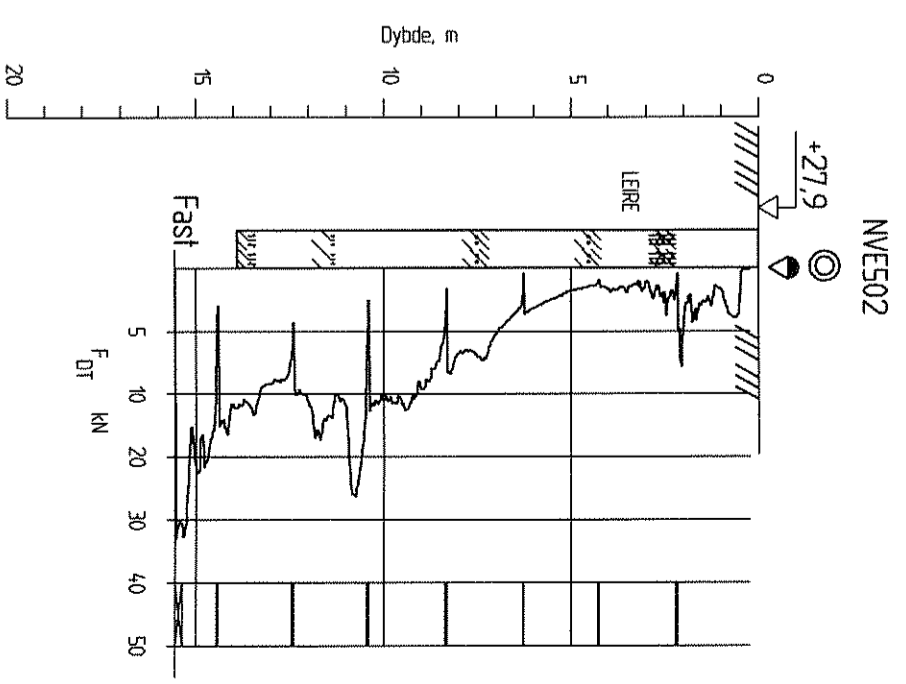
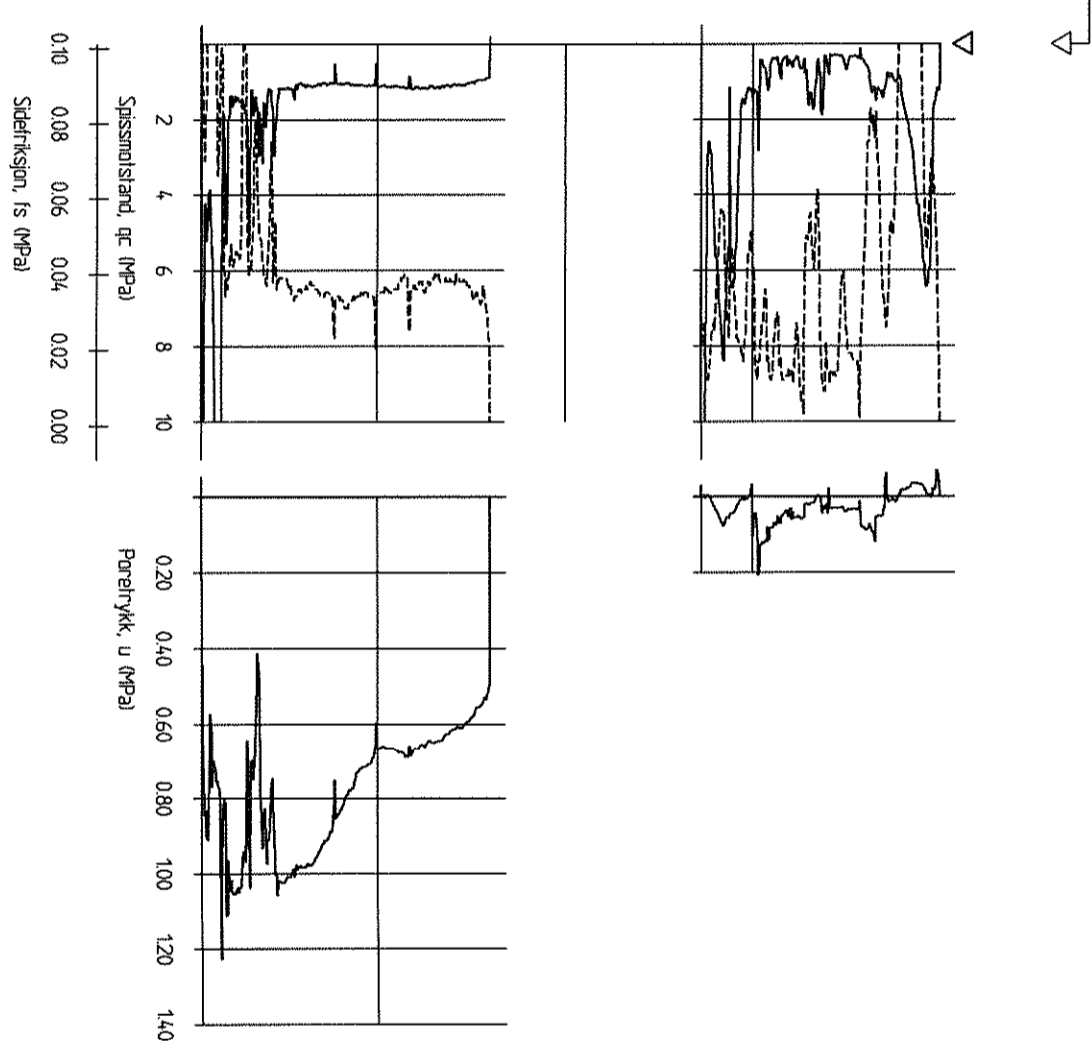
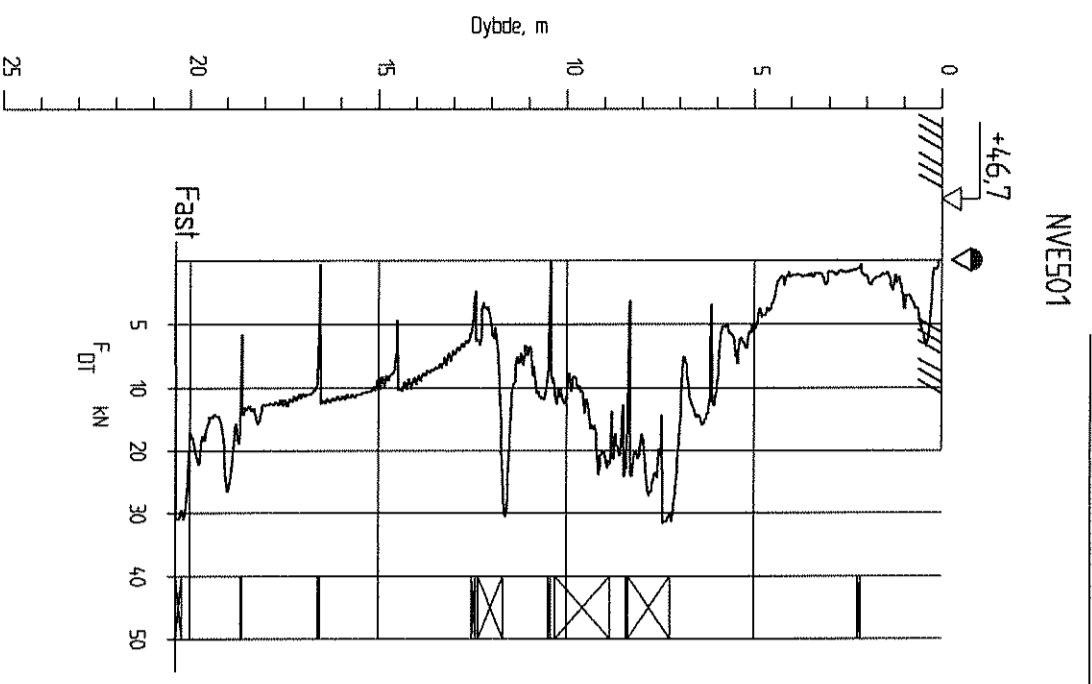
NVE, Region Midt		MALESTIKK	OPPDR.
Kvikkleireanlegging Grong		1 : 200	60601
BOBERESULTATER ROSTEN		TEGNET/KONTR.	BIL. 1
Totalsondering		BKN	-
Proveserie		DATE	TEGN.
VCP1		05.12.2006	Z1





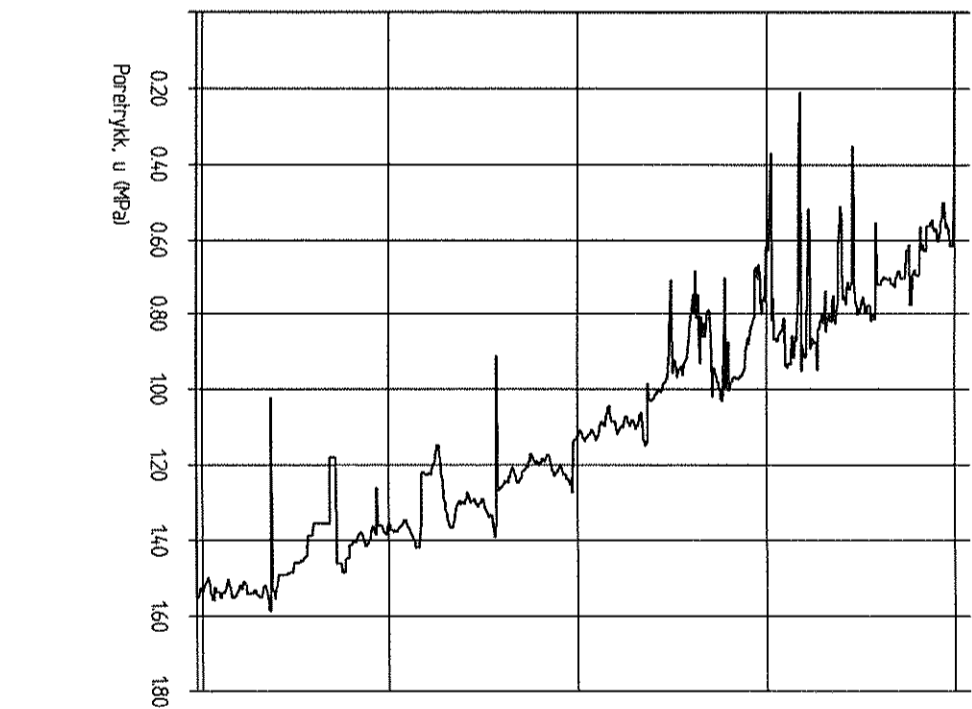
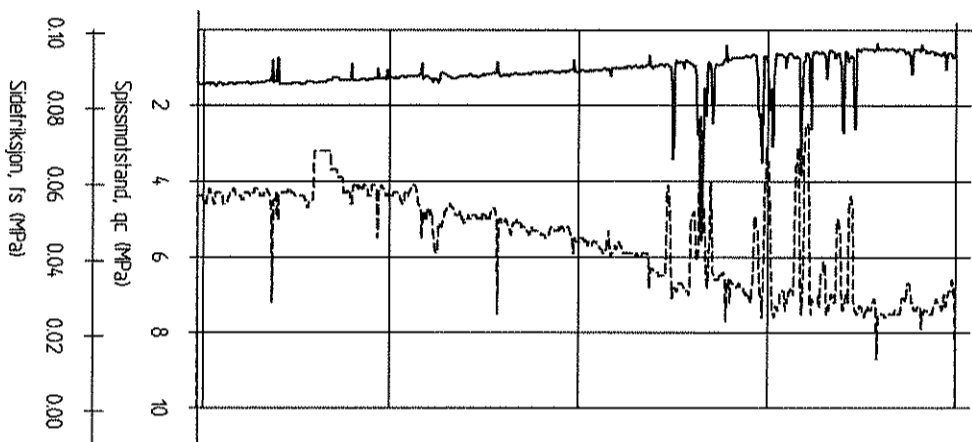
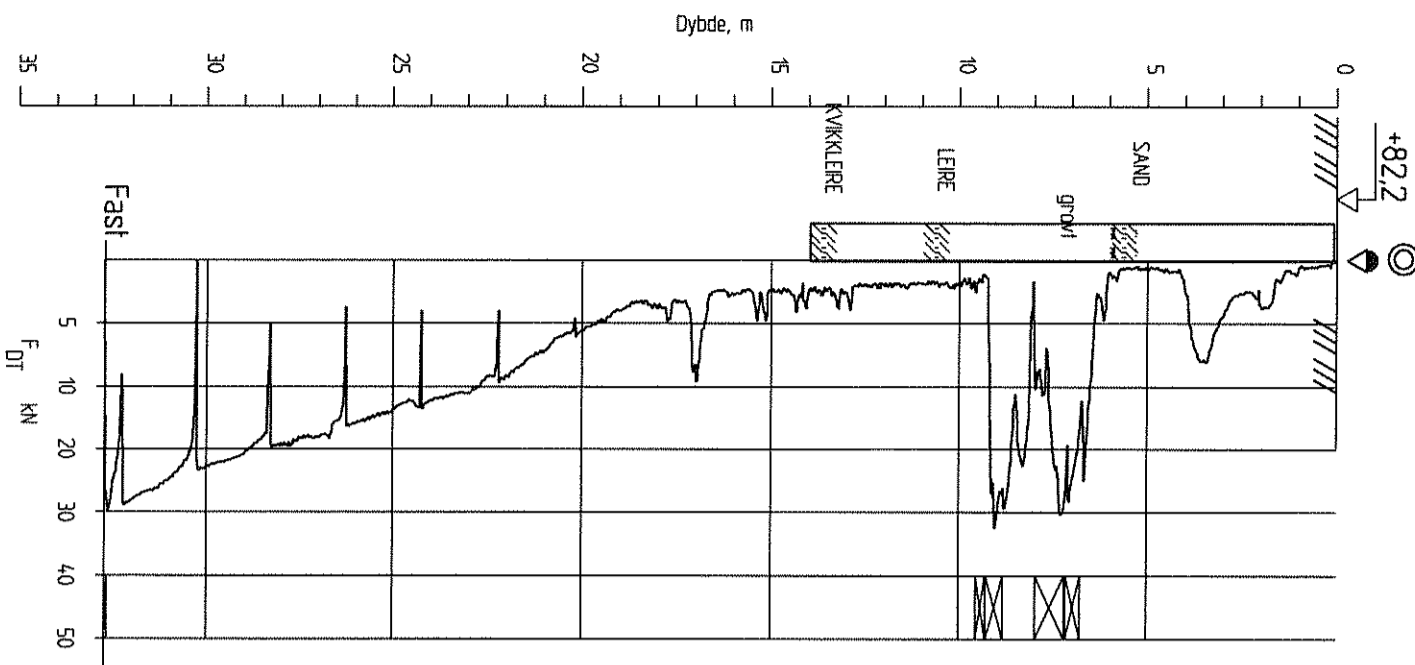
		NVE, Region Midt Kvikkleirekattlegging Grong	
BORERESULTATER HEGBEM Totalsondering Proveserie		MALESTIKK 1 : 200 TEKNET/KONTR. BKN DATO 05.12.2006	
		OPPDR. 60601 BIL. - TEKN. 2/	



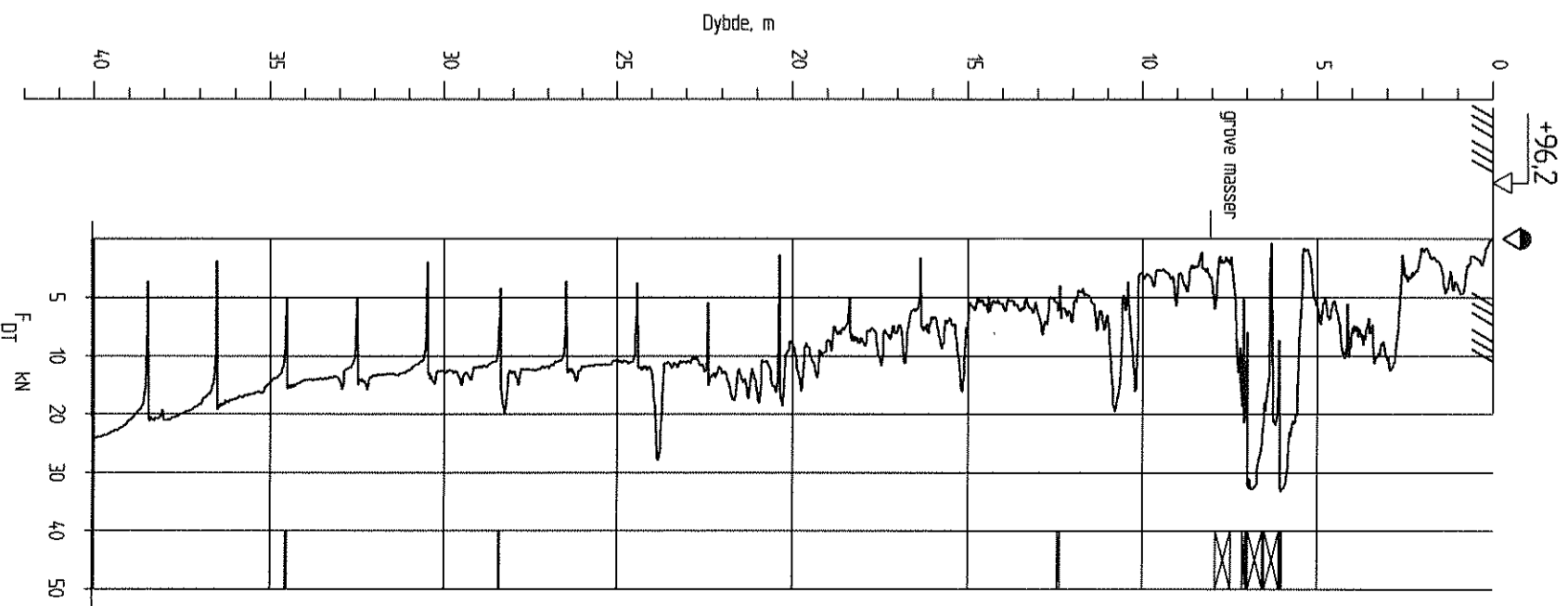


		NVE, Region Midt Kvikkleirekartlegging Grong	
BORERESULTATER MOUN Totalsondering Prøveserie V/CPT		MALESTOKK 1 : 200	OPPDRAG 6060893
DATO 05.12.2006	TEKNET/KONTR. BKN / <i>Isa</i>	BILAG -	TEGN. NR. 213

NVE601



NVE602



NVE, Region Midt  
Kvikkleirekartlegging Grong

BORESULTATER NES

● Totalsondering  
○ Prøveserie  
▽ CPT

**RAMBOLL**

MALESTOKK DPPDRAG

1 : 200 6060893

TEGNET/KONTR. BILAG

BKN / *[Signature]*

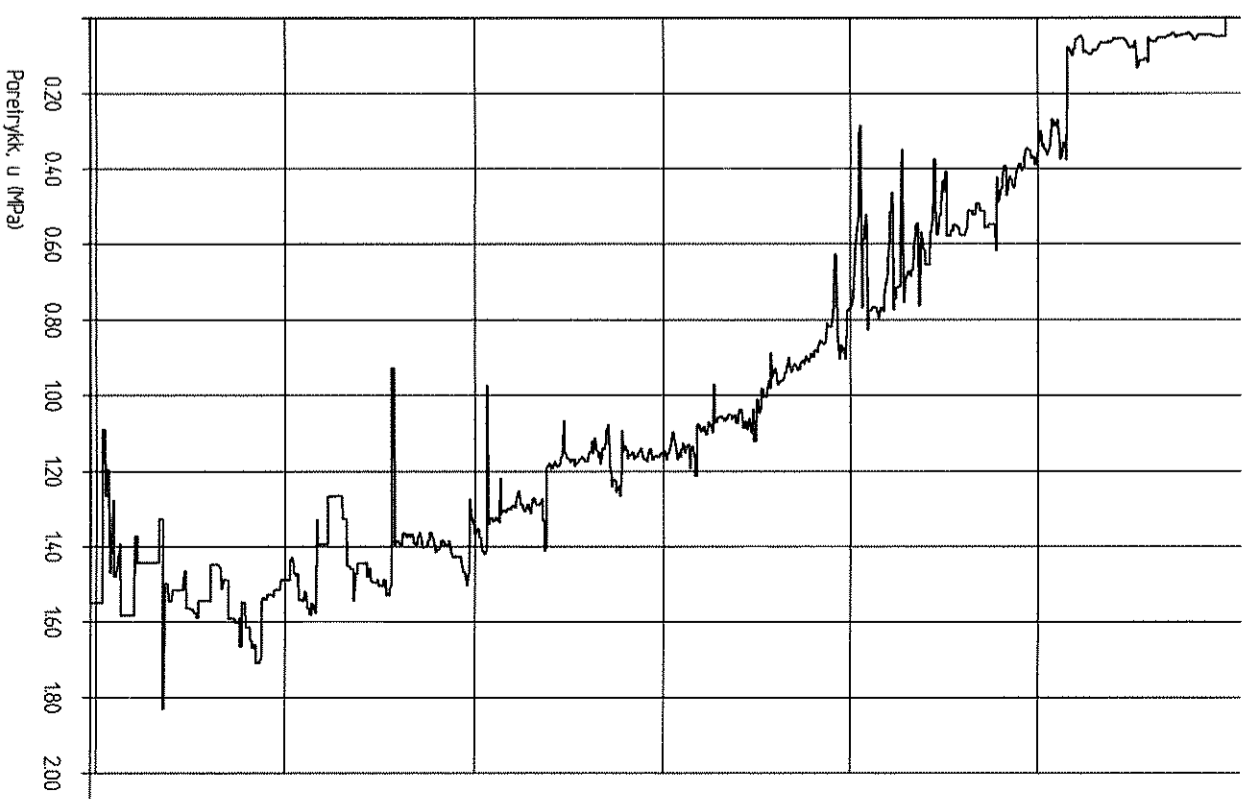
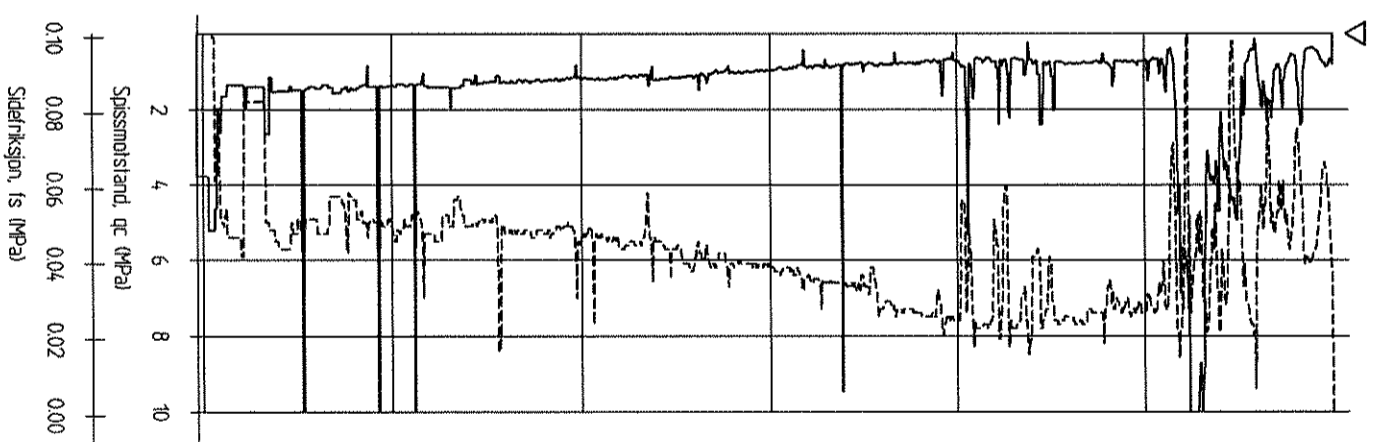
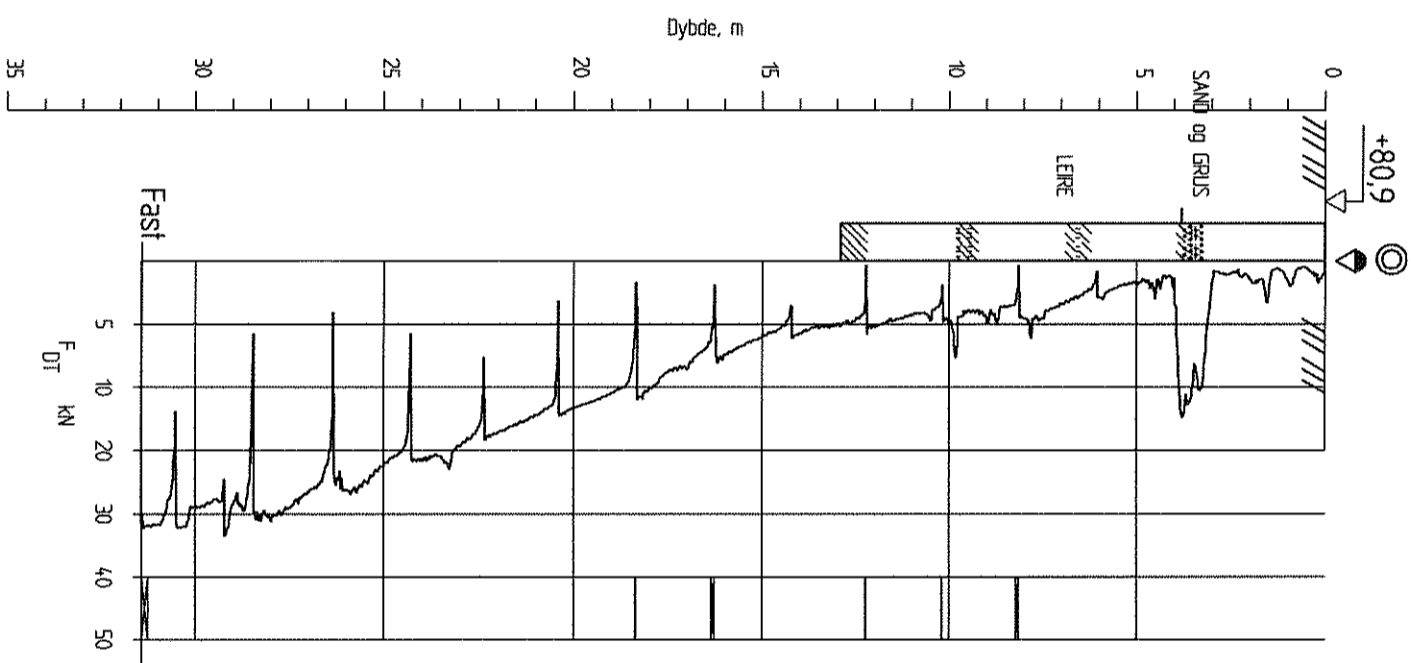
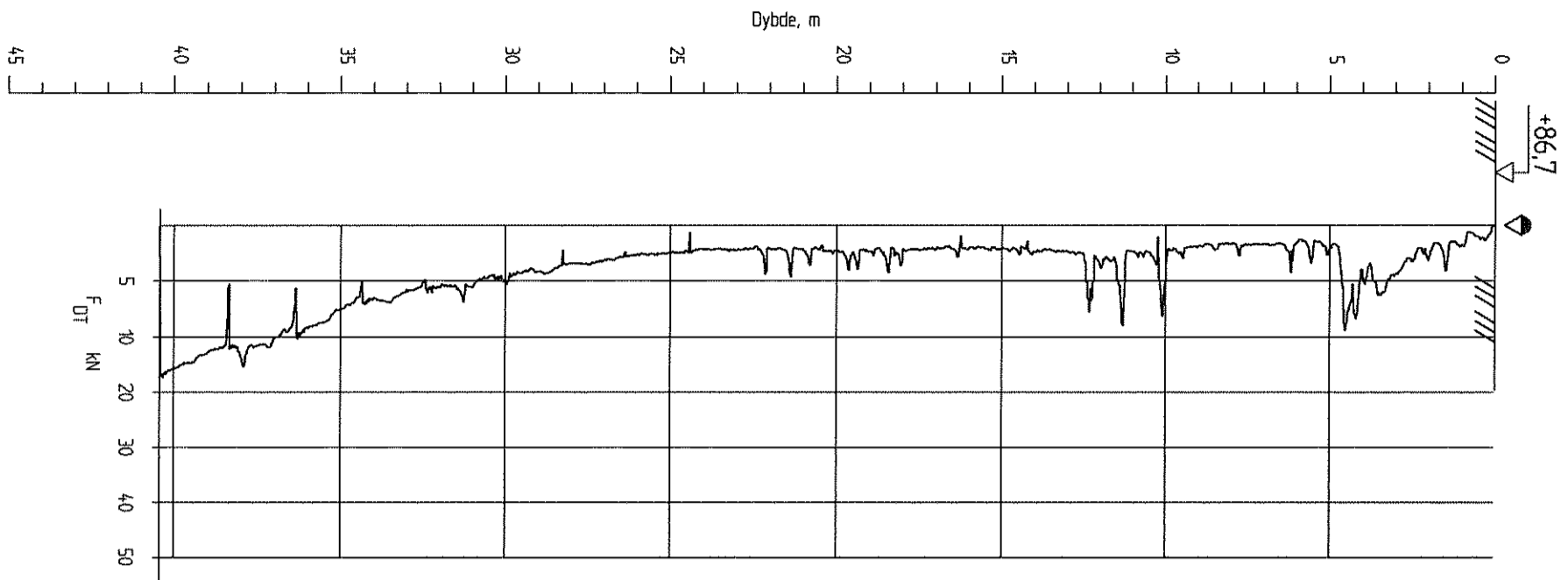
TEGN. NR. 214

05.12.2006

NVE603

NVE604

▽



**RAMBOLL**

NVE, Region Midt  
Kvikkleierekarlegging Grong

BØRERESULTATER NES

● Totalsending  
● Prøveserie  
▽ CPT

MALESTOKK 1 : 200  
TEGNET/KONTR. BKN / *[Signature]*  
DATO 05.12.2006

OPPDRAG 6060893  
BILAG -  
TEGN. NR. 215

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr	Vanninnhold (w) i %				$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	Skjærstyrke (S) i kPa				S <sub>t</sub>	
				10	20	30	40		10	20	30	40		
5	SILT, enk. gruslige lag planterester	m. siltlag	01					19.7						
	LEIRE, siltig		02					19.3						3
			03	Tapt					20.5					3
			04						20.1					3
10														
15														
20	SILT m. små planterester							19.7						
								20.1					-160.0	

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



NVE, Region Midt-Norge  
 Kvikkleirekartlegging Grong  
 BORPROFIL HULL: 102  
 Terr.høyde: +57,0    Prøve ø: 54mm

DATE	OPPDRAG
04.11.06	6060983
TEGNET AV	BILAG
Ehh/BKN	
KONTR	TEGN. NR.
	216

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr	Vanninnhold (w) i %				$\gamma$ Skjærstyrke (kN/m <sup>3</sup> )	Stivhet (kPa)				St
				10	20	30	40		10	20	30	40	
5	LEIRE		05					18.8					7
								18.2	▼		○	▼	7
10			06					19.4					11
								19.0	▼			○	12
15	KVIKLEIRE		07					19.7					190
								19.1	▼	○	▼		200
20			08					20.4					370
								19.7	▼			▼	360
25			09					20.6					190
								19.7	▼		▼		
30	enk. gruskorn		10					20.4					150
								20.0	▼		▼		150

Enkelt trykkforsøk : (strek angir def.% v/ brudd)      Konusforsøk - Omrørt/Uforstyrret : ▼ / ▽  
 Penetrometerforsøk :      Konsistensgrense : Wp | ——— | WL      Andre forsøk :  
 T = Treksialforsøk      Ø = Ødometerforsøk      K = Kornfordeling



NVE, Region Midt-Norge  
Kvikkleirekartlegging Grong

BORPROFIL HULL: 107

Terr.høyde: +101,7    Prøve ø: 54mm

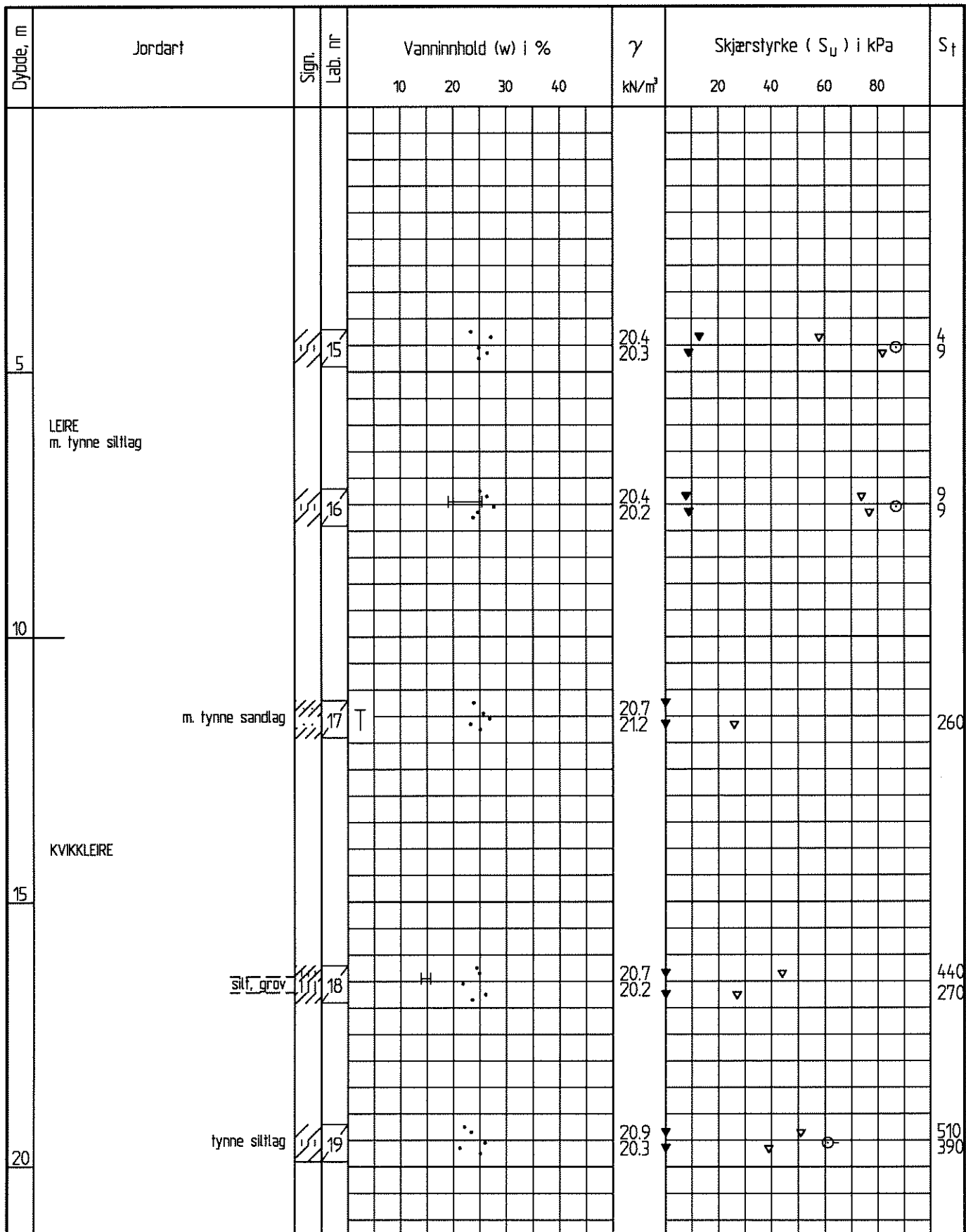
DATE	OPPDRAG
04.11.06	6060983
TEGNET AV	BILAG
Ehh/BKN	
KONTR	TEGN. NR.
	217

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	SAND		11		.			19.6					
10	LEIRE, siltig/Silt, leirig, enk. gruskorn enk. tynne siltlag		12		:			20.9 21.0		▽		▽	
15	LEIRE siltig enk. gruskorn		13		:			22.1 20.9				->124.0	->127.0 ->130.0
20	LEIRE		14	T	:			20.4 19.0		▽		▽	▽

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



NVE Region Midt-Norge Kvikkleirekartlegging Grong	DATO 06.12.06	OPPDRAG 6060893
BORPROFIL HULL: 303	TEGNET AV Ehh	BILAG
Terr.høyde: +49,4    Prøve ø: 54mm	KONTR 	TEGN. NR. 218



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



NVE Region Midt-Norge  
Kvikkleirekartlegging Grong

BORPROFIL HULL: 306

Terr.høyde: +70,9    Prøve ø: 54mm

DATE	06.12.06	OPPDRAG	6060893
TEGNET AV	Ehh	BILAG	
KONTR		TEGN. NR.	219

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	X	27		•	•		20.3 20.7		○	▼	▼	▼	1 2
			28		—	•	•	19.8 19.8	▼	○	▼	▼	6 7	
			29			•	•		20.5 20.2	▼	○	▼	▼	4 4
10			30		•	•		20.9 20.5	▼	○	▼	▼	4	
			31		•	•		21.2 20.7	▼	○	▼	▼	5 10	

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

**RAMBOLL**

NVE Region Midt-Norge  
Kvikkleirekartlegging Grong

BORPROFIL HULL: 502

Terr.høyde: +27,9    Prøve ø: 54mm

DATE	DPPDRAG
06.12.06	6060893
TEGNET AV	BILAG
Ehh	
KONTR	TEGN. NR.
	220



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	SAND m. tynne siltlag  siltig, gruskorn	1/1 PM	20	T				20.4 20.0	▼	▼	▼	▼	6 2
10				LEIRE m. tynne siltlag	1/1	21	T	H			20.4 19.9	▼	▼
15	KVIKKLEIRE m. tynne siltlag	1/1	22					20.0	▼	▼	▼	▼	240 100
20													

Enkelt trykkforsøk : (strek anglr def.% v/ brudd)      Konusforsøk - Dnrørt/Uforstyrret : ▼ / ▽  
 Penetrometerforsøk :      Konsistensgrense : W<sub>p</sub> ———— | W<sub>L</sub>      Andre forsøk :  
 T = Treksialforsøk      Ø = Ødometerforsøk      K = Kornfordeling



NVE Region Midt-Norge  
Kvikkleirekartlegging Grong

BORPROFIL HULL: 601

Terr.høyde: +82,2    Prøve ø: 54mm

DATO	OPPDRAG
06.12.06	6060893
TEGNET AV	BILAG
Ehh	
KONTR	TEGN. NR.
<i>BW</i>	221

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	SAND og GRUS		23					21.5					
	LEIRE m. tykke siltlag		24					20.0 19.6	▼		○	▼	6 9
10			25					19.7 19.5	▼	▼	○	▼	65 57
			26					19.7 19.2	▼	▼		▼	(2) (2)
15													
20													

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

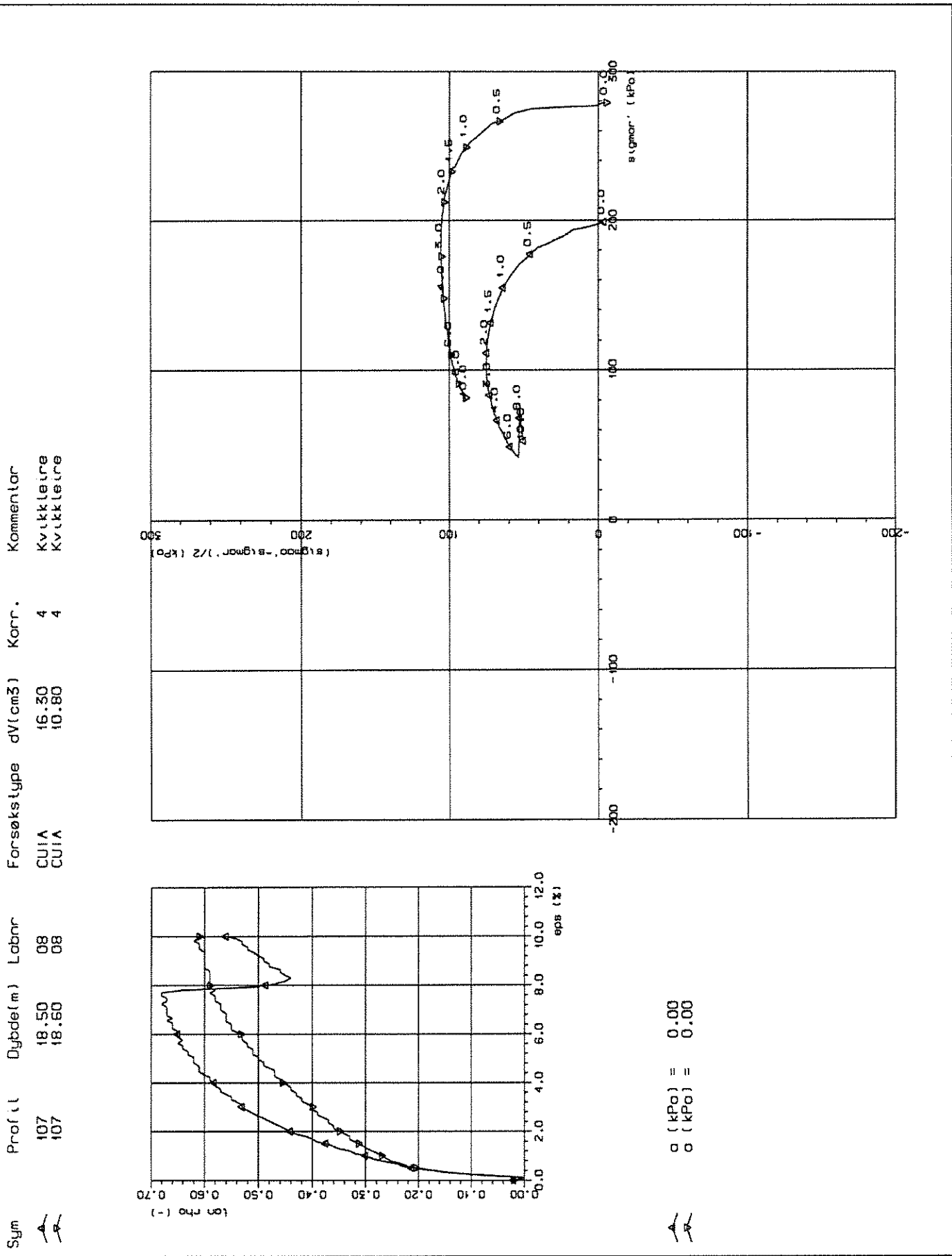


NVE Region Midt-Norge  
Kvikkleirekartlegging Grong

BORPROFIL HULL: 604

Terr.høyde: +80,9    Prøve ø: 54mm

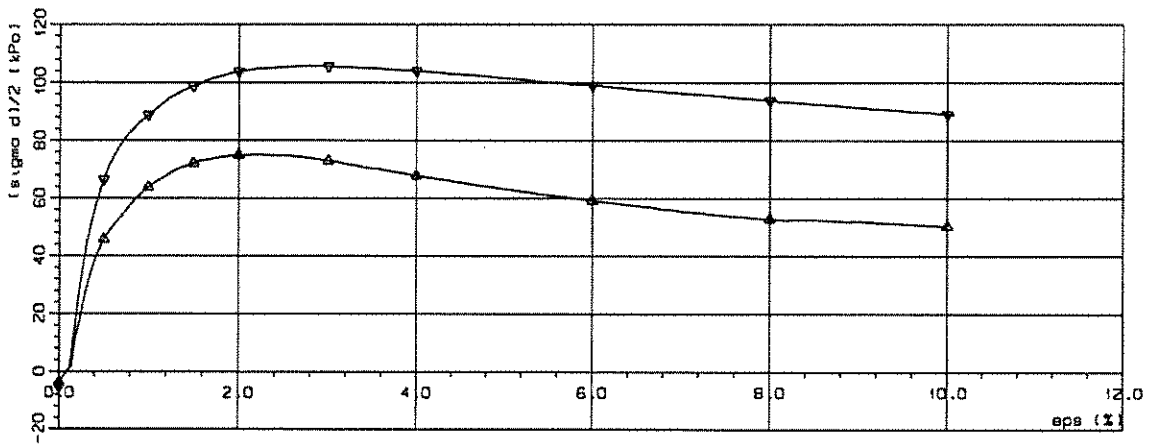
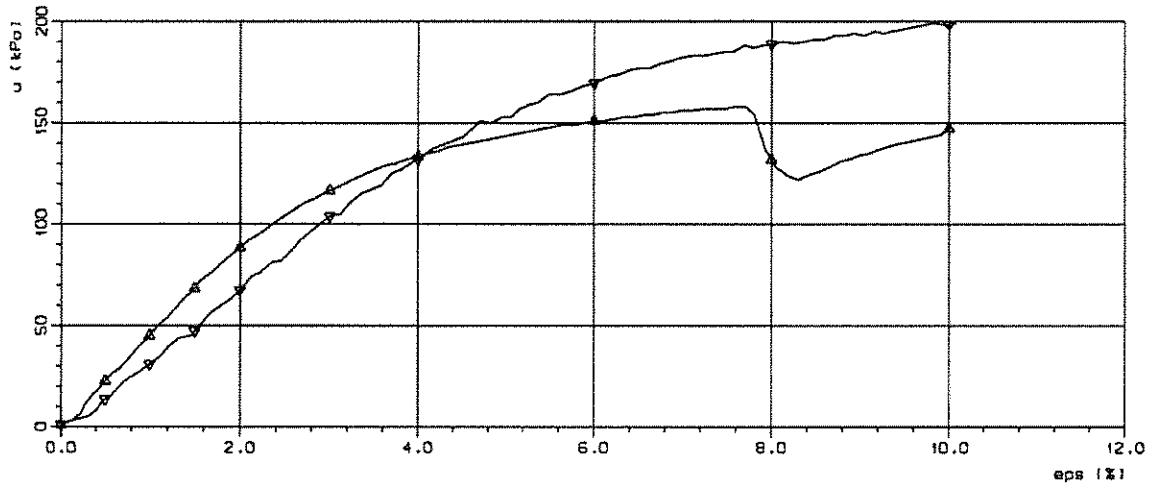
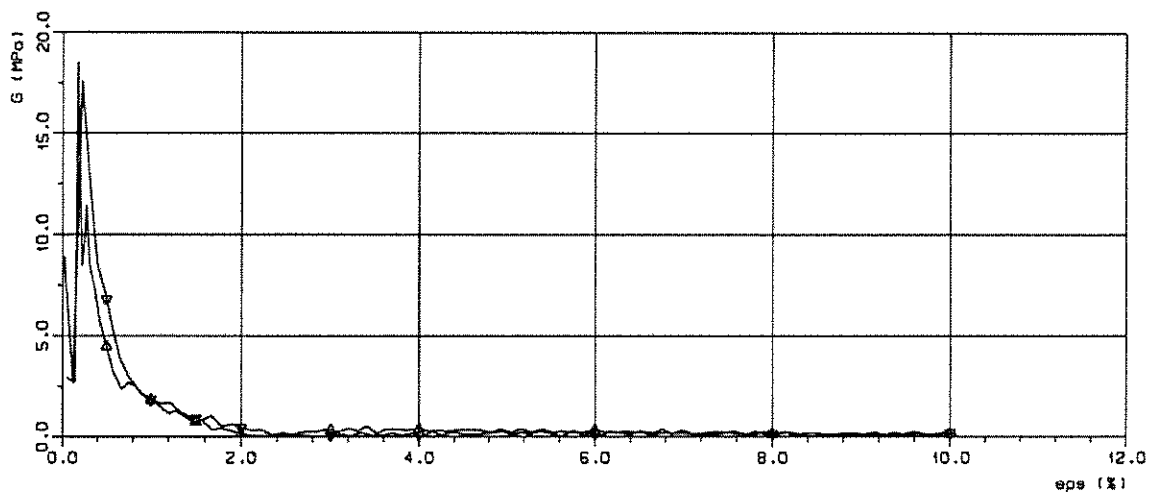
DATE	06.12.06	OPPDRAG	6060893
TEGNET AV	Ehh	BILAG	
KONTR		TEGN. NR.	222



TREKSIALFORSØK

RAMBØLL, divisjon Geo og Miljø

Oppdr. nr. 6060893
Dato 1.11.06
Fig. 223A



Sym	Prof. L	Dybde (m)	Labnr	Forsøks type	dV (cm <sup>3</sup> )	Korr.	Kommentar
▲	107	18.50	08	CU1A	16.30	4	Kvikkleire
▼	107	18.60	08	CU1A	10.80	4	Kvikkleire

## TREKSI ALFORSØK

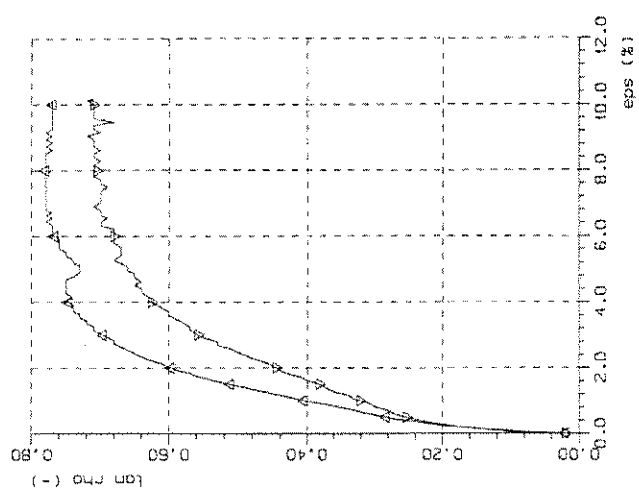
RAMBØLL, divisjon Geo og Miljø

Oppdr. nr.  
6060893

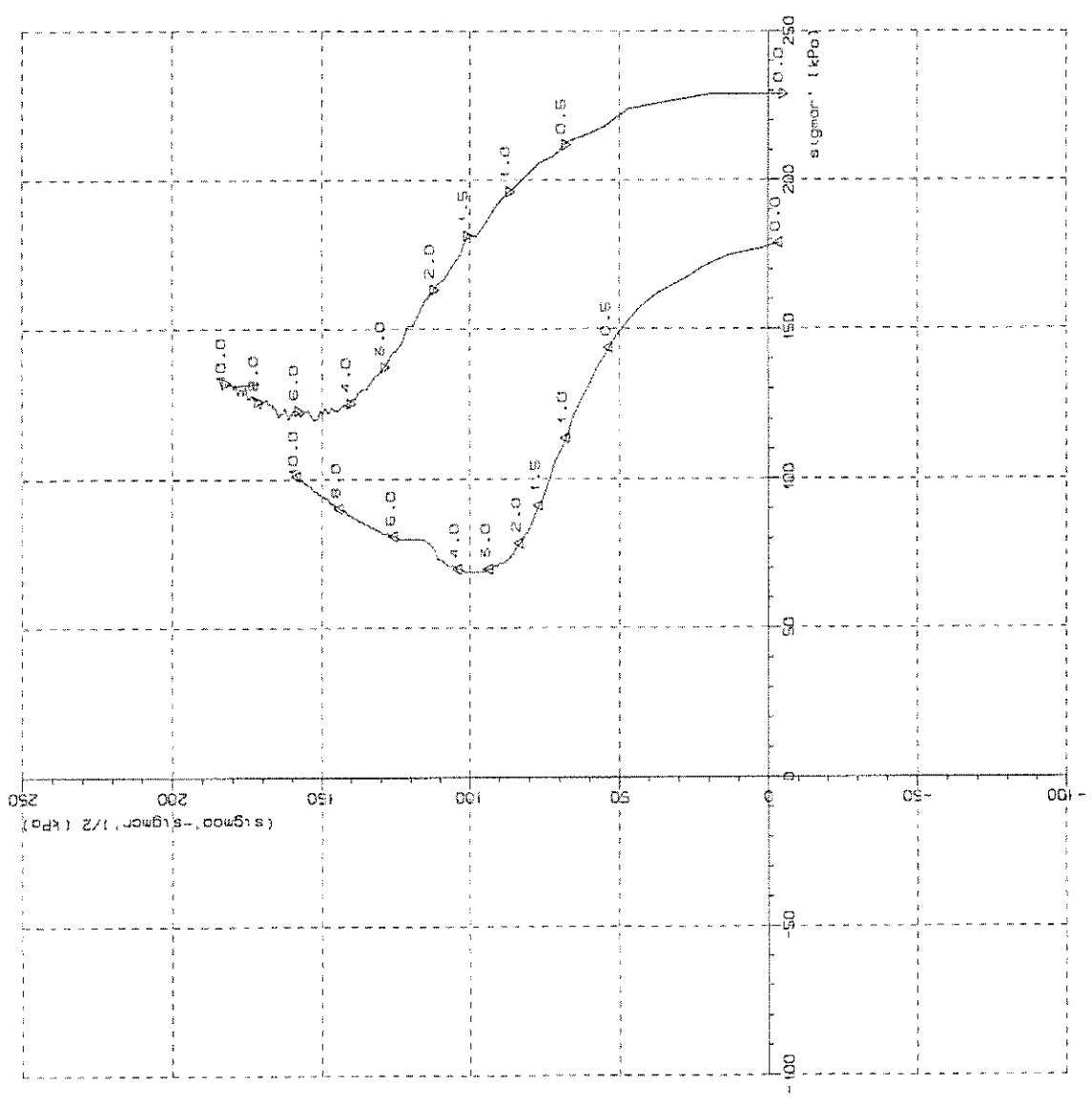
Date  
1.11.06

Fig.  
223B

Sym	Prof. L	Dybde(m)	Løbnr	Forsøksstype	eV(cm <sup>3</sup> )	Korr.	Kommentar
▲	303	18.50	14	CU1A	13.00	4	Leire
▲	303	18.40	14	CU1A	9.50	4	Leire



$\sigma$  (kPa) = 0.00  
 $\sigma$  (kPa) = 0.00



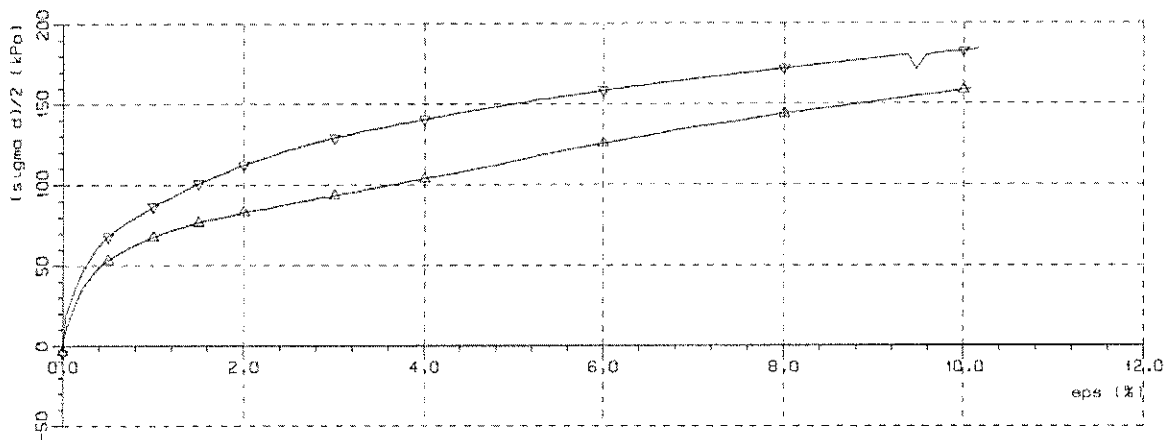
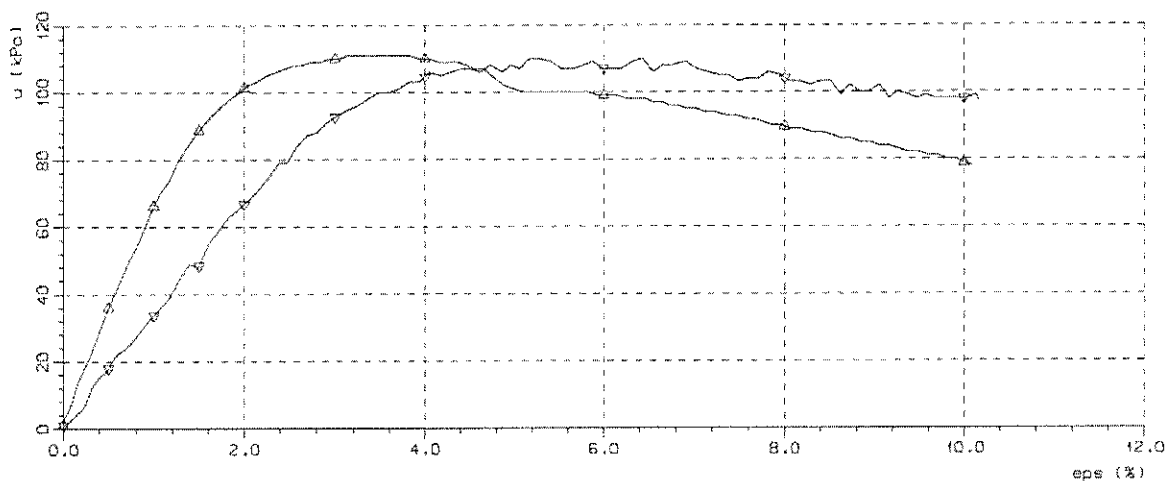
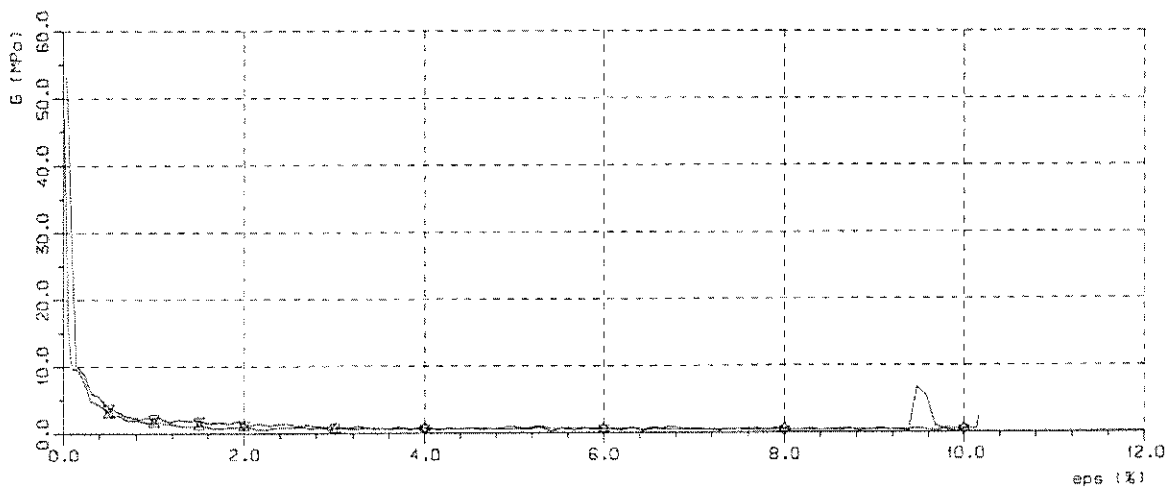
## TREKSIALFORSØK

RAMBØLL, divisjon Geo og Miljø

Oppdr. nr.  
6060893

Date  
28.11.06

Fig.  
224A



Sym	Prof. l.	Dybde (m)	Labnr	Forsøkstype	dV (cm <sup>3</sup> )	Korr.	Kommentar
△	303	18.30	14	CU1A	13.00	4	Letne
▽	303	18.40	14	CU1A	9.30	4	Letne

TREAKSIALFORSØK

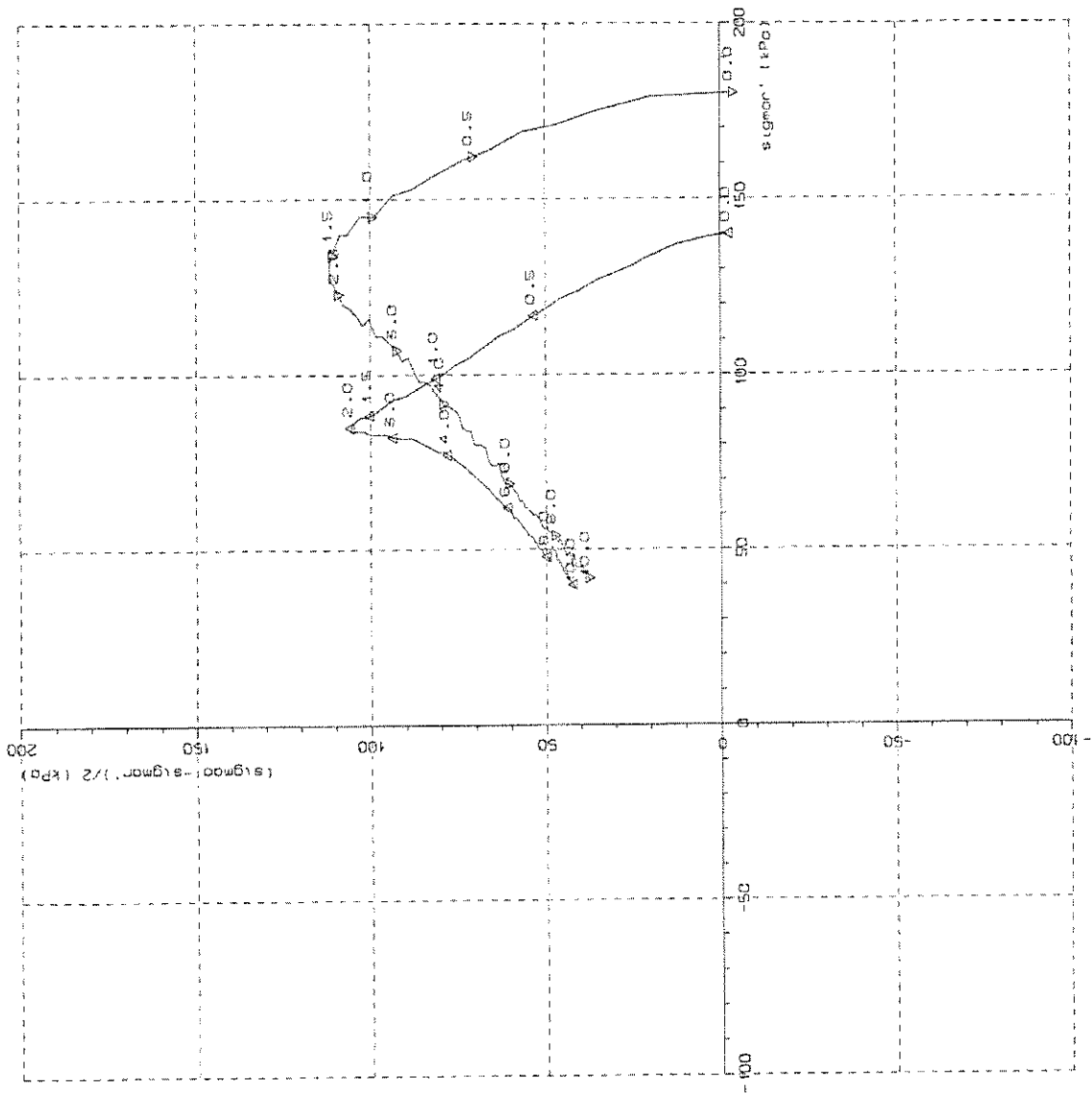
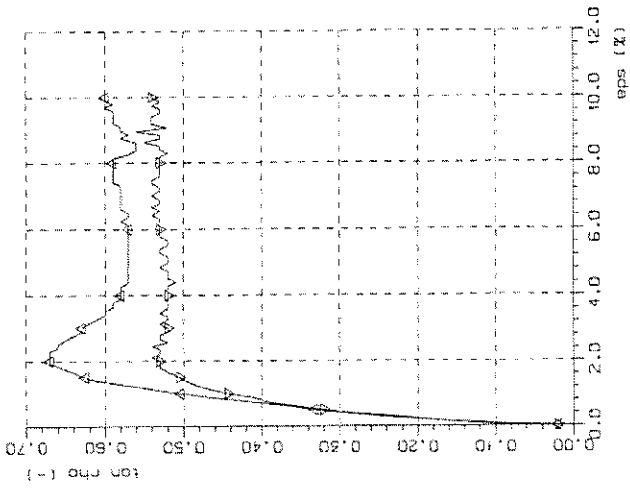
RAMBØLL, divisjon Geo og Miljø

Oppdr. nr.  
6060893

Dato  
28.11.06

F. g.  
224B

Sym	Profil	Dybde(m)	Løbnr	Forsøksstype	dV(cm <sup>3</sup> )	Korr.	Kommentar
▲	306	11.45	17	CU1A	5.50	4	Kvikkleire
▼	306	11.55	17	CU1A	3.60	4	Kvikkleire



▲ σ (kPa) = 0.00  
▼ σ (kPa) = 0.00

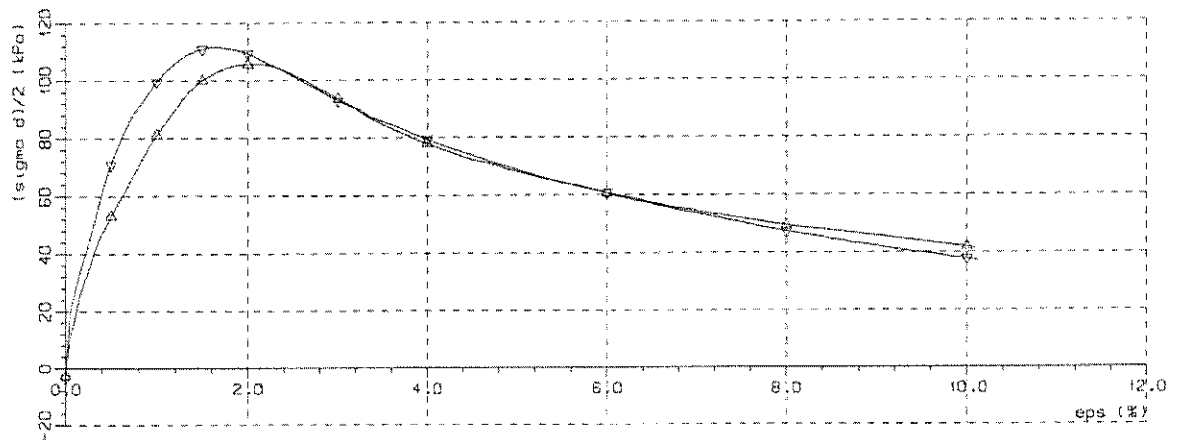
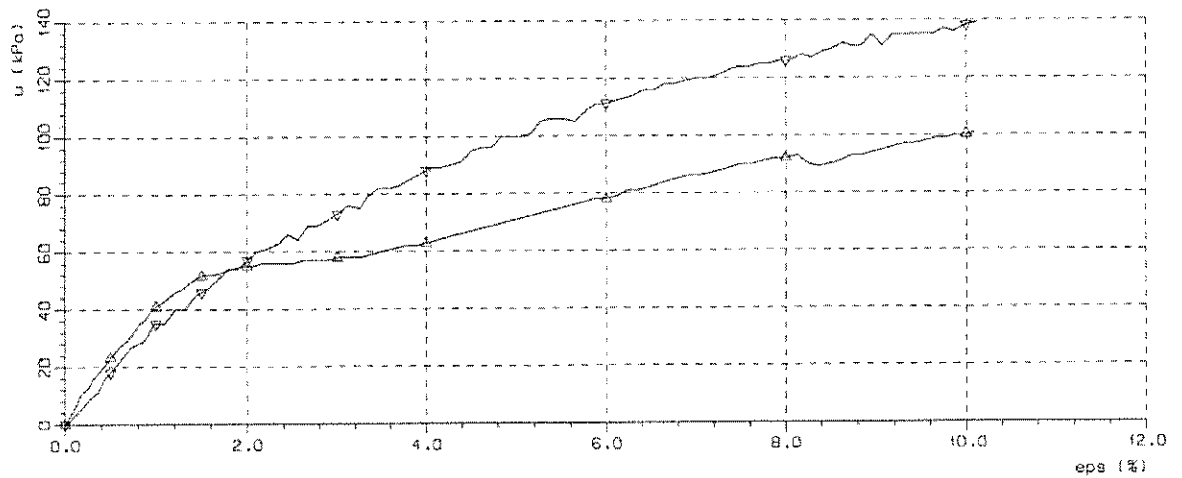
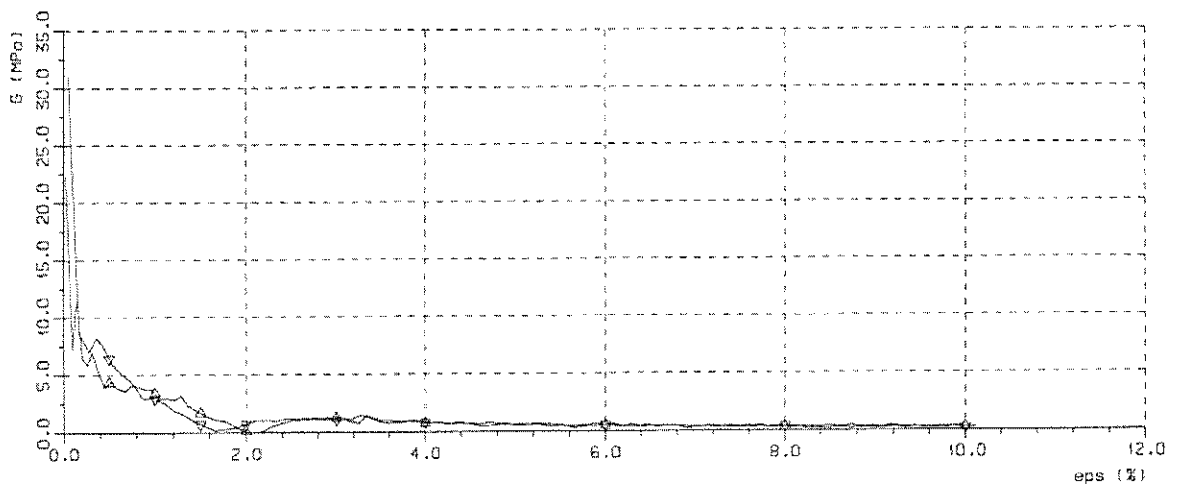
## TREKSI ALFORSØK

RAMBØLL, divisjon Geo og Miljø

Oppdr. nr.  
6050893

Dato  
30.11.06

Fig.  
**225A**



Sym	Profil	Dybde(m)	Labnr	Forsøksstype	dV(cm <sup>3</sup> )	Korr.	Kommentar
▲	306	11.45	17	CU1A	5.50	4	Kvikkleire
▼	306	11.55	17	CU1A	3.60	4	Kvikkleire

TREKSIALFORSØK

RAMBØLL, divisjon Geo og Miljø

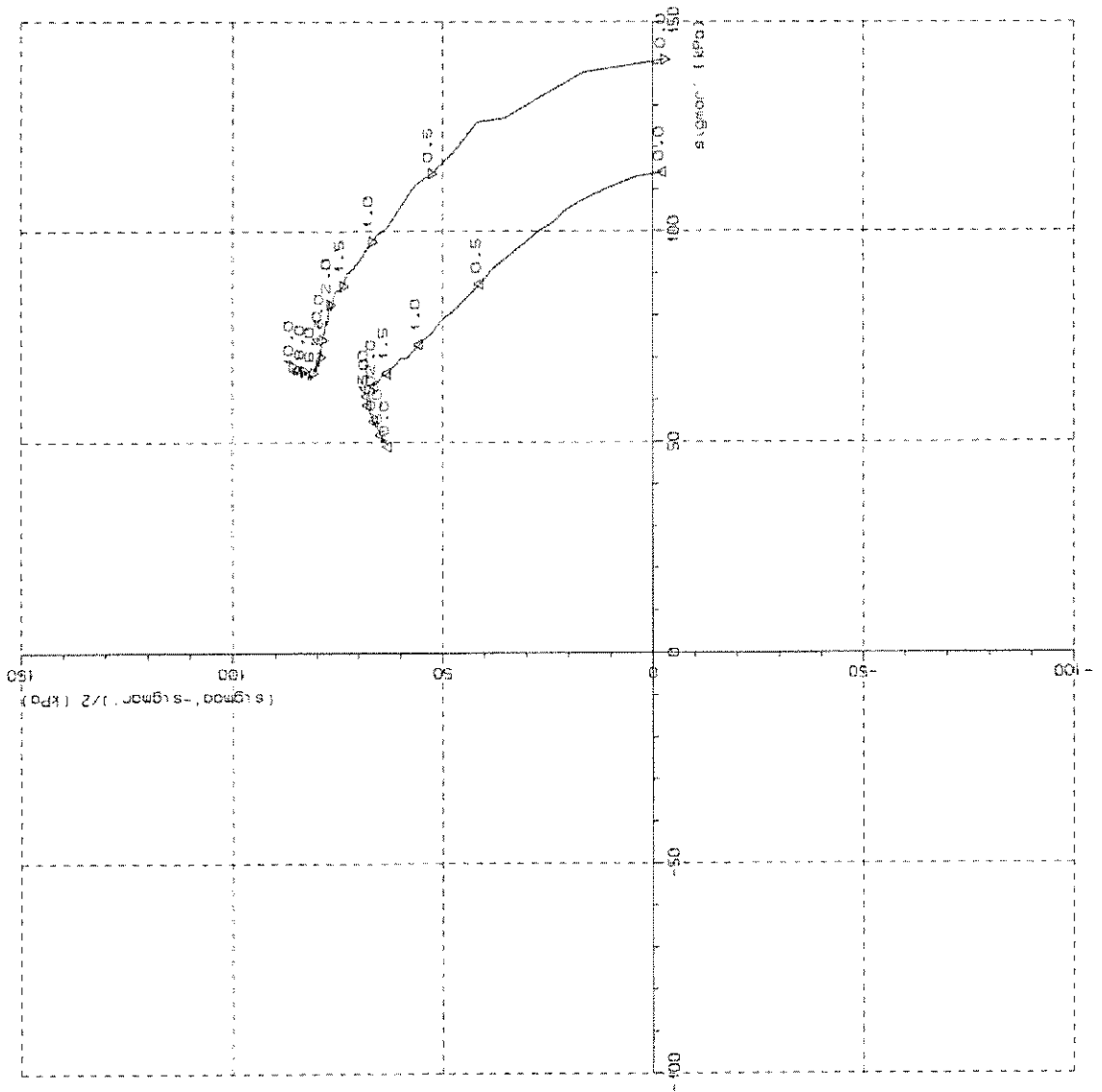
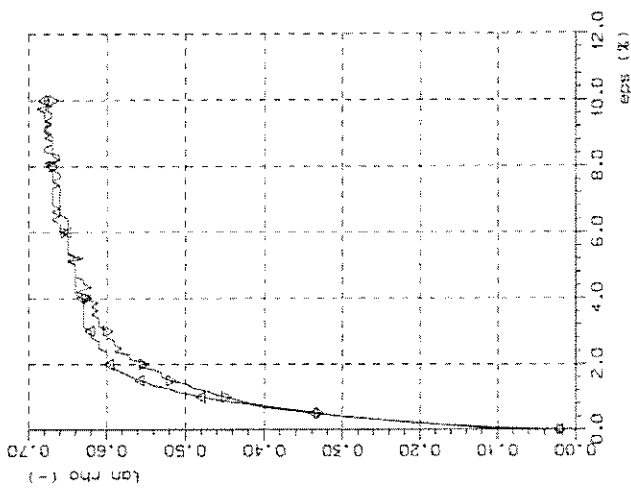
Oppdr.nr.  
6060893

Dato  
30.11.06

Fig.  
2250



Sym	Prof (L)	Dybde (m)	Løbnr	Forsøksstype	dV (cm <sup>3</sup> )	Korr.	Kommentar
▲	50f	10.50	21	CUIA	4.50	4	Leire, m. tykke siltlag
▼	50f	10.60	21	CUIA	2.20	4	Leire, m. tykke siltlag



▲  $\alpha$  (kPa) = 0.00  
▼  $\alpha$  (kPa) = 0.00

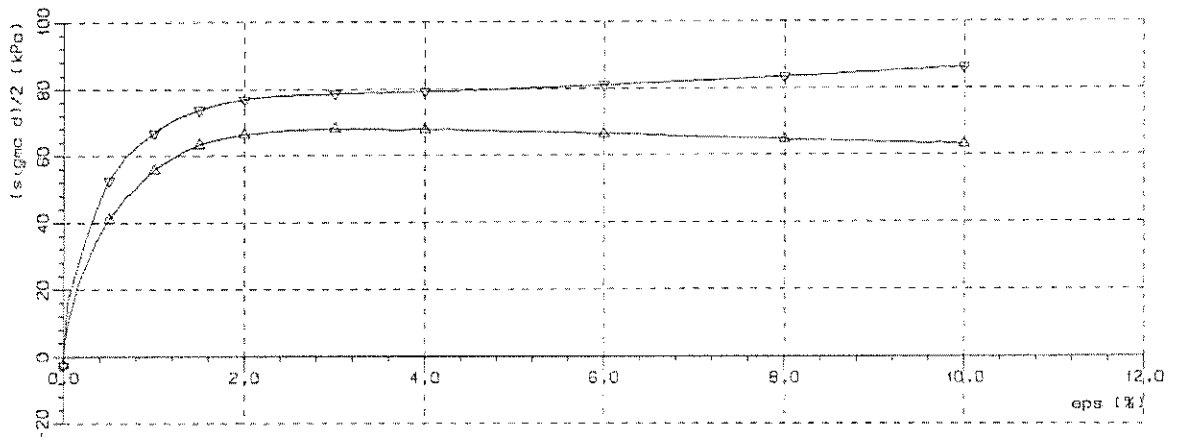
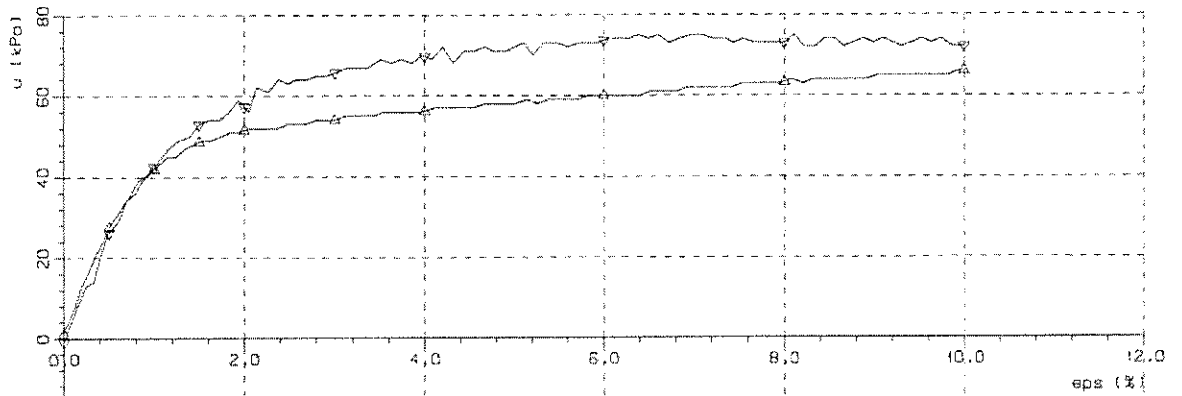
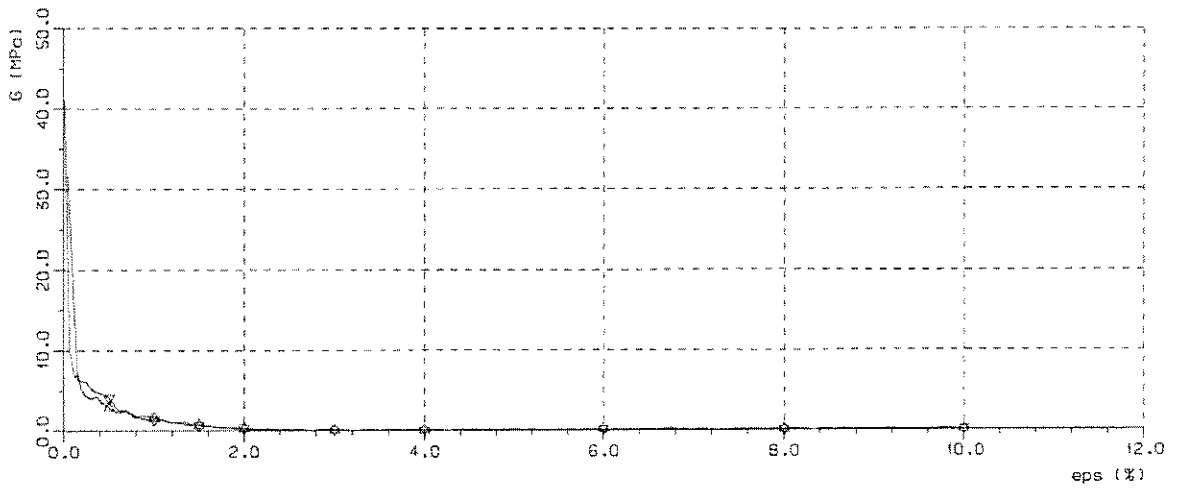
## TREKSTIALFORSØK

RAMBØLL, divisjon Geo og Miljø

Oppdr. nr.  
6060893

Date  
30.11.06

Fig.  
2261A



Sym	Prof. Lt	Dybde(m)	Løbnr	Forsøkstype	dV(cm <sup>3</sup> )	Korr.	Kommentar
△	601	10.50	21	CU1A	4.50	4	Leire, m. tynne stållog
□	601	10.60	21	CU1A	2.20	4	Leire, m. tynne stållog

## TREKSIALFORSØK

RAMBØLL, divisjon Geo og Miljø

Oppdr.nr.  
6060893

Dato  
30.11.06

Fig.  
226B

## Kvikkleirekartlegging Grong

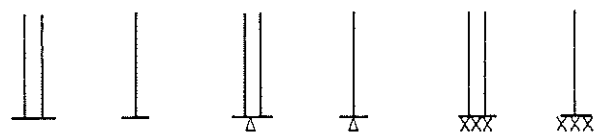
## Oversikt borpunkter: Koordinater, terreng høyde, bore dybde, fjellkote og bore dybde i fjell

Borpunkt	Koordinater EU ref 89		Terreng høyde	Bore dybde	Anm.	CPT	Prøver	Piezo
	X	Y	Z (m)	øsmasser (m)				
<b>TØMMERÅS</b>								
101	7 150 625.6	371 504.6	17.8	20.1				
102	7 149 951.4	371 801.0	57.0	9.2			3	
103	7 150 219.2	372 003.9	91.3	46.8				
104	7 150 292.3	372 501.4	93.0	47.9		39.8		
105	7 150 004.4	372 528.0	96.8	35.6				
106	7 149 599.2	372 138.5	102.2	33.5				
107	7 149 662.9	372 341.6	101.7	37.5		36.6	6	20+35.2
108	7 149 546.6	372 585.0	101.5	28.2				
109	7 149 622.1	372 952.9	96.3	39.3		29.1		
110	7 149 262.2	373 181.4	115.2	26.3				
111	7 148 848.5	373 002.2	138.2	18.7		17.7		
112	7 148 709.5	373 544.4	162.4	26.7				
<b>TØMMERMOEN</b>								
201	7 150 931.4	370 521.8	29.2	20.5				
202	7 150 359.7	370 507.6	52.0	32.5		26.3		15.2+29.9
<b>ROSTEN</b>								
301	7 151 046.6	369 554.0	18.5	2.0				
302	7 150 847.7	369 399.6	48.1	14.9				
303	7 150 554.2	369 909.8	49.4	31.2			4	
304	7 150 179.6	370 012.7	56.3	31.5		27.7		
305	7 149 693.2	370 114.4	65.6	47.8		40.5		
306	7 150 052.9	369 072.5	70.9	28.8		28.1	5	14+28
<b>HEGGEM</b>								
401	7 150 746.8	367 901.4	55.9	45.9				
402	7 150 468.6	368 557.1	61.0	42.7		35.1		
403	7 150 730.2	368 851.5	55.5	33.8				15+32.9
<b>MOUM</b>								
501	7 151 931.6	367 330.1	46.7	20.4		19.7		
502	7 151 725.7	367 403.9	27.9	15.6			5	15+6.9
<b>NES</b>								
601	7 163 077.7	381 283.3	82.2	32.7		30.2	3	
602	7 163 208.1	381 454.6	96.2	40.1				
603	7 163 199.9	381 771.3	86.7	40.4				
604	7 162 933.9	381 719.3	80.9	31.4		30.2	4	15+29.3

## MARKUNDERSØKELSER

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

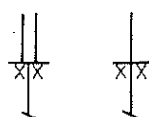
Avslutning av boring (gjelder alle sonderingstyper).



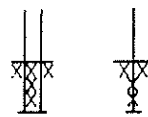
Boring avsluttet  
(årsak ikke angitt)

Antatt stein,  
morene, sand ol.

Antatt fjell



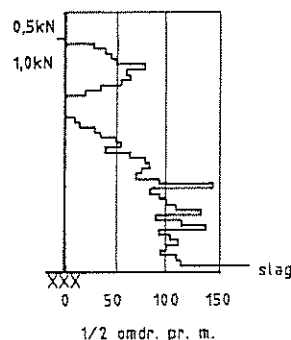
Boret i antatt fjell.  
(Hvis overgangen er ukjent,  
settes spørsmåltegn.)



Boret i fjell og  
kjerner 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.

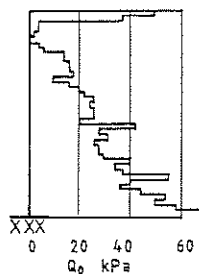
### Ramsondering

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:

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

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.

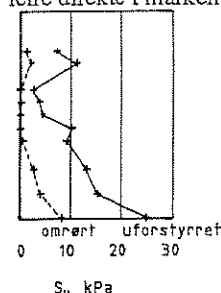
### Prøvetaking

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 uttørking 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 tilfredsstiller formålet.

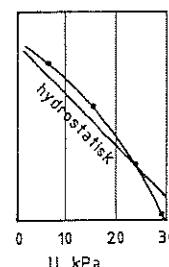
### Vingeboring

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

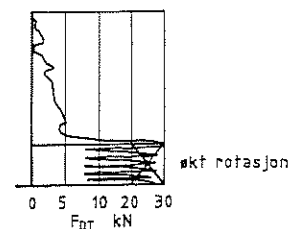
i grunnen måles med et piezometer. Dette består av et sylindrisk filter av sintret bronse som trykkes eller rammes ned til ønsket dybde ved hjelp av rør. Vanntrykket ved filteret registreres enten hydraulisk som stige høyden i en plastslange inne i røret (ved overtrykk påsettes manometer over terreng)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

( $\gamma$  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

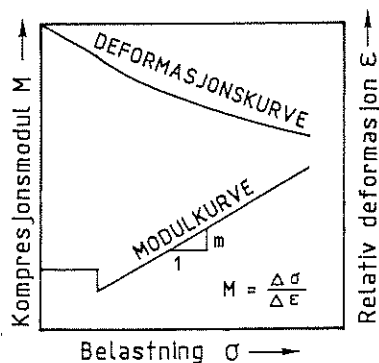
( $s_u$  i  $\text{kN/m}^2$ ) av leire ved hurtige enaksiale trykkforsøk på uforstyrrede prøver med tverrsnitt  $3,6 \times 3,6 \text{ cm}^2$  (evt. hel prøve) og høyde 10 cm. Skjærstyrken settes lik halve trykkfastheten. Dessuten måles skjærstyrken i uforstyrret og omrørt tilstand ved konusforsøk, hvor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

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

### Kompressibilitet

av en jordart ved ødometerforsøk. En prøve med tverrsnitt  $20 \text{ cm}^2$  og høyde 2 cm belastes trinnsvis i et belastningsapparat med observasjon av sammentrykningen for hvert trinnsvis 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 sølvnitratopløsning 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.

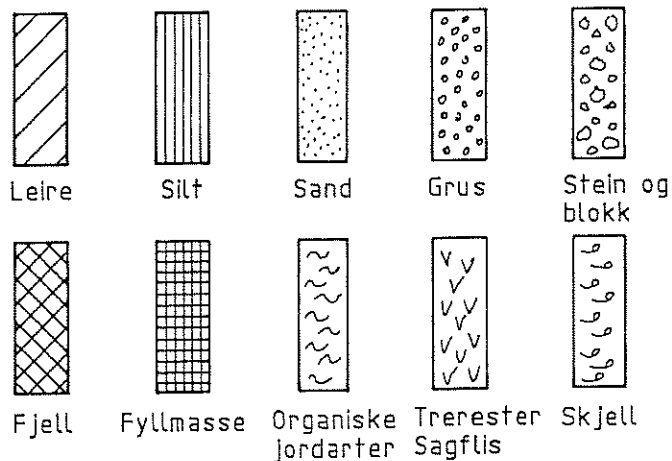
Fraksj.betegn.	Leir	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørr. mm	< 0,002	0,002-0,06	0,06-2	2-60	60-600	> 600

### 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 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 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 materialet 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 trinnsvis 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.

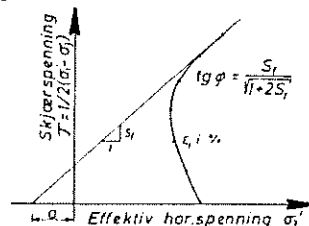
### SPESEIELLE LABORATORIEUNDERSØKELSER.

#### Skjærstyrkeparametrene.

friksjonsvinkel ( $\phi$ ) og attraksjon ( $a$  i  $\text{kN/m}^2$ , evt. kohesjon  $c = a \cdot \tan \phi$ ) 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  $\text{cm/s}$ ) 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 mineralkomene, dvs. høyest tørr-romvekt, når vanninnholdet i materialet har en bestemt verdi under komprimeringsarbeidet. Materialets egenskaper som stabilitet øker, og kompressibiliteten avtar med økende lagringstetthet.

I laboratoriet bestemmes det optimale vanninnholdet ved å komprimere prøver av materialet med varierende vanninnhold etter en standardisert forskrift, Proctormetoden. De samhørende verdier for 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  $W_{\text{opt}}$ .

#### 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.