

# Rapport

Oppdragsgiver: **NVE Region Midt-Norge**

Oppdrag: **Knippet / Merakernes, Meråker  
Kvikkleiresoner**

Emne: **Geotekniske undersøkelser  
Forbygningsvurdering**

Dato: **7. juli 2007**

Rev. - Dato

Oppdrag- /  
Rapportnr. **411543 - 2**

Oppdragsleder: **Olav Årbogen**

Sign.:

Saksbehandler: **Håvard Narjord**

Sign.:

Kontaktperson  
hos Oppdragsgiver: **Edward Witzak**

## Sammendrag:

Multiconsult AS har utført supplerende geotekniske undersøkelser for nærmere vurdering av forbygningsbehov i kvikkleiresonene Knippet og Merakernes i Meråker kommune. Området er vist på oversiktskartet, tegning 411543 -0.

Terreng i det undersøkte området består av de bratte dalskråningene ned mot Kvernbekken. Dalsidene i bekkedalen har helning ca 1 : 2, og er opptil 30 m høye. Skråningen lengst syd på undersøkt område er lavere, ca 15 m høy, men har også helning ca 1 : 2. Dette går frem av de reviderte terrengprofilene A til D som er presentert i rapporten.

Grunnen består av svært lagdelte marine avsetninger av leire og silt. Det er også registrert sand-, grus- og steinlag i massene. Leira er kvikk i dybden, og overgang til kvikkleire antas på grunnlag av nye boringer å ligge ca 20 m under terrengt sør for bekken, og noe dypere på nordsida, ca 25 m. I dalbunnen tyder boringene på at kvikkleire ligger 2 – 5 m under terrengt. Lengst nordøst ved gården Mårråkgjardet er dybden til fjell liten og det er ikke indikasjoner på kvikkleire i skråningen vest for gården.

Det kan ikke utelukkes at kvikkleira er sammenhengende fra Kvernbekken og sydover mot Flotten/Sandstad.

Grunnundersøkelsen og utførte stabilitetsberegninger viser at stabiliteten i bekkedalen ikke er tilfredstillende i dagens situasjon, og at relativ liten poretrykkøkning kan medføre stor fare for initialras i kvikkleire. Vår vurdering er derfor at det er nødvendig å gå inn med forbygnings-tiltak i bekkedalen. For området lengre syd, ved profil E, vurderer vi i utgangspunktet at det ikke vil være behov for tiltak, men overgang til kvikkleire og poretrykkforhold ved foten av skråninga bør dokumenteres nærmere.

Heving av dalbunn/bekkeløp og plastring oppover i dalsidene vurderes som tilstrekkelig tiltak. På grunnlag av stabilitetsberegningene tilrås vi minimum 2,0 m heving av dalbunnen. På nedre del mot riksvegen må elveløpet plastres. I tillegg må områder med overflateras plastres evt. utslakes. På tegning -500 har vi vist område hvor heving av dalbunnen og plastring tilrås utført.

## Innholdsfortegnelse

1.	Innledning .....	3
2.	Utførte undersøkelser .....	3
2.1	Tidligere undersøkelser.....	3
2.2	Nye undersøkelser.....	3
3.	Terreng og grunnforhold .....	4
4.	Beregninger og geoteknisk vurdering .....	5
4.1	Stabilitet.....	5
4.2	Tiltak.....	6
5.	Sluttkommentar .....	6
6.	Kritiske momenter.....	6

## Tegninger

411543 -0:	Oversiktskart	M= 1:50000
-1A:	Borplan	
-20:	CPTU, spissmotstand, sidefriksjon og poretrykk, boring 15	
-28:	CPTU, Spissmotstand, poretrykk og sidefriksjon, Boring 101	
-29:	CPTU, Spissmotst.tall, poretrykks- og friksjonsforhold, Boring 101	
-30:	CPTU, Spissmotstand, poretrykk og sidefriksjon, Boring 102	
-31:	CPTU, Spissmotst.tall, poretrykks- og friksjonsforhold, Boring 102	
-32:	CPTU, Spissmotstand, poretrykk og sidefriksjon, Boring 103	
-33:	CPTU, Spissmotst.tall, poretrykks- og friksjonsforhold, Boring 103	
-100A:	Profil A-A	
-101A:	Profil B-B	
-102A:	Profil C-C	
-103A:	Profil D-D	
-104A:	Profil E-E	
-106:	Sonderingsresultat og poretrykkmåling, boring 100A	
-500:	Plan Forbygningsarbeider	
4000-1D:	Geotekniske bilag	

## Vedlegg

1. Stabilitetsberegninger

## 1. Innledning

Multiconsult AS har tidligere utført forbygningsvurdering i kvikkleiresonene Knippet og Merakernes i Meråker kommune, presentert i rapport 411543-1.

Rapporten konkluderte med behov for tiltak med omfang basert på supplerende undersøkelser.

Multiconsult AS er engasjert av NVE for å utføre supplerende undersøkelser og vurdering av nødvendige forbygningstiltak.

I denne rapporten presenteres resultatene fra de nye grunnundersøkelsene. I tillegg gis tilråding om forbygningstiltak for nødvendig heving av sikkerhetsnivå i henhold til "Retningslinjer for planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag" datert februar 2007.

## 2. Utførte undersøkelser

### 2.1 Tidligere undersøkelser

#### NGI

Tidligere undersøkelser omfattet dreietrykksonderinger og prøveopptak i 3 punkter (11, 13 og 15). Disse undersøkelsene lå til grunn for NGIs utarbeidelse av risikokart for kvikkleireskred i Meråker.

#### Multiconsult AS (Rapport 311543-1)

- 3 dreietrykksonderinger (25, 26, 32)
- 2 trykksonderinger (CPTU) i punkt 11 og 15
- 1 prøveserie i punkt 32
- Poretrykkmålinger ved punkt 11, 13 og 15.

Resultatene fra disse undersøkelsene er inkludert i opptegnede profiler i denne rapporten.

### 2.2 Nye undersøkelser

De nye undersøkelsene er utført i dalbunner/fot av skråninger og har bestått i:

- Dreietrykksondering, Trykksondering (CPTU) og poretrykkmåling i 3 punkter (101-103), og dreietrykksondering og poretrykkmåling i ett punkt (100A).

Feltarbeidet er utført i uke 15-16/07 av borlederne Olav Bakken og Jan Ketil Fenstad.

Dreietrykksonderingene er avsluttet henholdsvis i ca 7 - 16 m dybde under terreng. Den grunneste boringen, 100A er flyttet lengre sør enn opprinnelig tenkt da antatt fjell ble påtruffet i ca 1 m dybde i opprinnelig punkt.

Trykksonderingene er avsluttet i ca 15 m dybde under terreng.



Poretrykkmålere (PVT-målere) er installert i dybder kfr. tabellen nedenfor.

Punkt nr	Nivå (Dybde under terreng)
100A	4,7 m
101	5,0 m
102	6,5 m
103	5,0

Borpunkt plassering er vist på borplanen, tegning 411543 -1A. Både tidligere og nye boringer er vist.

Dreietrykksonderinger er presentert i profiler på tegning 100A til 104A og 106. Trykksonderinger er presentert på tegning 20 og 28 til 33.

Boringenes utførelse er beskrevet generelt i geotekniske bilag, tegning 4000-1D.

### 3. Terreng og grunnforhold

Terrengen i det undersøkte området består av de bratte dalskråningene ned mot Kvernbecken, samt sideløpet fra Nygarden/Flotten i sør. Dalsidene i bekkedalen har helning ca 1 : 2, og er opptil 30 m høye. Dette går frem av profil A til D. Skråningen lengst syd på undersøkt område er lavere, ca 15 m høy, men har også helning ca 1 : 2.

Det er flere steder rasskråninger som er svært steile ned mot bekken, noe som viser at det har vært, og er, rasaktivitet i dalen. Sannsynligvis er det meste overflateglidninger, men ikke bare det.

Grunnen består av svært lagdelte marine avsetninger av leire og silt. Det er også registrert sand-, grus- og steinlag i massene. Leira er kvikk i dybden, og overgang til kvikkleire antas på grunnlag av nye boringer å ligge ca 20 m under terrengen sør for bekken, og noe dypere på nordsida, ca 25 m. I dalbunnen tyder boringene på at kvikkleire ligger 2 – 5 m under terreng. Lengst nordøst ved gården Mårråkgjardet er dybden til fjell liten og det er ikke indikasjoner på kvikkleire i skråningen vest for gården.

Lengst syd ved profil E, er overgang til kvikkleire ca kote 95 ved foten av skråninga, stigende til kote 100 m på toppen av skråninga, og stigende mot øst antatt kote 105 ved boring 32. Det vil si 5 m under terreng.

Det kan ikke utelukkes at kvikkleira er sammenhengende fra Kvernbecken og sydovert mot Flotten/Sandstad.

Det er registrert udrenert skjærstyrke i kvikkleira mellom 20 og 40 kN/m<sup>2</sup>. Overliggende leire er fast med målt udrenert skjærstyrke i området 40-70 kN/m<sup>2</sup>.



Poretrykkmålinger er utført ved registreringer i april (kort etter installasjon) og i juni. Måleresultater er vist i tabellen nedenfor.

Borpunkt	Filternivå under terreng	Stigehøyde 04/07	Stigehøyde 06/07
100A	4,7 m	3,4 m	2,8 m
101	5,0 m	4,6 m	4,5 m
102	6,5 m	5,9 m	5,3 m.
103	5,0 m	7,1 m	2,7 m

Sammenholding av nye og tidligere målinger indikerer generelt et grunnvannsnivå ca 10 m under terreng ved skråningstopp, og 1 – 2 m under terrenget i dalbunnen. Vi antar imidlertid at grunnvannsnivået til tider kan stå omtrent i dalbunnsnivå. Dette gjelder for hele området, selv om målingene lengst sør ved profil E tyder på at grunnvannstanden her kan være noe lavere.

## 4. Beregninger og geoteknisk vurdering

### 4.1 Stabilitet

Vi har utført nye beregninger i profil B med justerte laggrenser i henhold til tolkningen av de supplerende undersøkelsene. Beregningsparametre er valgt på bakgrunn av data fra de samlede utførte undersøkelsene, også sammenholdt med tilsvarende beregninger for Smemobekken og Stjørdalselva ved Krogstadmarka boligområde. Følgende parametre er benyttet:

Materiale	Silt/Leire	Kvikkleire	Tilført sprengstein
$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	20	20	18
$\tan\phi$	0.55	0.45	0.9
$a$ [kN/m <sup>2</sup> ]	20	10	0

Beregningstilfeller og resultater er vist i tabellen nedenfor:

Beregningstilfelle	Laveste sikkerhetsfaktor $F_s$ , Profil B (totalstabilitet)	Laveste sikkerhetsfaktor $F_s$ , Profil B, (initalskred i dalskråning)	Laveste sikkerhetsfaktor $F_s$ , Profil E
GV i terreng i dalbunnen	1,10	0,95	1,40
Oppfylling 3m i dalbunnen med sprengstein (Forbedring i parantes)	1.27 (15,5%)	1,13 (19%)	-
Oppfylling 2m i dalbunnen med sprengstein (Forbedring i parantes)	1.20 (9%)	1,07 (12,6%)	

Beregningene viser at sikkerheten mot et initialras i kvikkleiresonen i dalbunnen er lav, et ras her vil kunne medføre leirras i kvikkleireområder mot boligområdene i syd, samt de nærliggende gårdsbruk ved bekkedalen. Lavest sikkerhet er beregnet på ei glideflate som omfatter store deler av skråninga ned mot bekken. Dagens situasjon er beregnet til sikkerhet på 0,95, noe som viser at vi har benyttet litt for konservative parametere da vi ikke kan ha sikkerheter under 1,0. Ved heving av dalbunnen med 2 m vil sikkerheten mot glidning øke med ca 13%. Ved ytterligere 1 meter heving av dalbunnen (til 3 m) vil sikkerhetsøkningen være ca 19 %.

I området lengre syd ved profil E, er sikkerhetsfaktoren beregnet til 1,39 uten tiltak.

For detaljer omkring beregnede flater vises til rapportens vedlegg 1.

## 4.2 Tiltak

Grunnundersøkelsen og beregningene viser at stabiliteten i bekkedalen ikke er tilfredstillende i dagens situasjon, og at relativ liten poretrykkøkning kan medføre stor fare for initialras i kvikkleire. Vår vurdering er derfor at det er nødvendig å gå inn med forbygnings-tiltak i bekkedalen.

I henhold til skredkart over området er faregradsklassen middels, og vi vurderer området i tiltaksklasse K2. I henhold til NVE's retningslinjer er det angitt minimumskrav til  $\gamma_m > 1,4$  eller forbedring av sikkerhetsnivået. Ved sikkerhet ca 1,0 trengs minimum 10% forbedring, og dette er oppfylt ved 2 meter heving av bekken. Ved sikkerhet ca 1,1 trengs minimum 7,5% forbedring. Dette er også oppfylt ved 2 meter heving.

Heving av dalbunn/bekkeløp og plastring oppover i dalsidene vurderes som tilstrekkelig tiltak. På grunnlag av stabilitetsberegningene tilrår vi minimum 2,0 m heving av dalbunnen. På nedre del mot riksvegen må elveløpet plastres. I tillegg må områder med overflateras plastres evt. utslakes. På tegning -500 har vi vist område hvor heving av dalbunnen og plastring tilrås utført.

For området lengre syd, ved profil E, vurderer vi at det ikke vil være behov for tiltak.

## 5. Sluttkommentar

Videre detaljplanlegging av tiltaket må baseres på terrengprofilering langs bekkedalen. Dimensjonerende vannføring vil også ha innvirkning på detaljutformingen. Detaljer i plastring kan også måtte bestemmes enkelte steder først ved tiltaksgjennomføring.

## 6. Kritiske momenter

Risikoen for å utløse et ras i kvikkleire er tilstede ved feil fremgangsmåte under sikringsarbeidene, og konsekvensene for naboområdene kan bli store.

Før oppstart av arbeidene er det derfor viktig at utførende er med på en gjennomgang med NVE og geoteknisk rådgiver i forhold til angrepsmåter og gjennomføring. Blant annet må all mellomlagring av masser i skråningene eller nær toppen av disse unngås. Eventuelle anleggsveger må også vurderes geoteknisk.

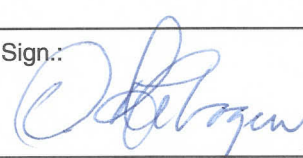
Arkivreferanser:

Fagområde:	Geoteknikk		
Stikkord:	Leire, kvikkleire, erosjon, forbygning		
Land/Fylke:	Nord-Trøndelag	Kartblad:	1721 I
Kommune:	Meråker	UTM koordinater, Sone:	32V
Sted:	Knippet og Merakernes	Øst: 6369	Nord: 70361

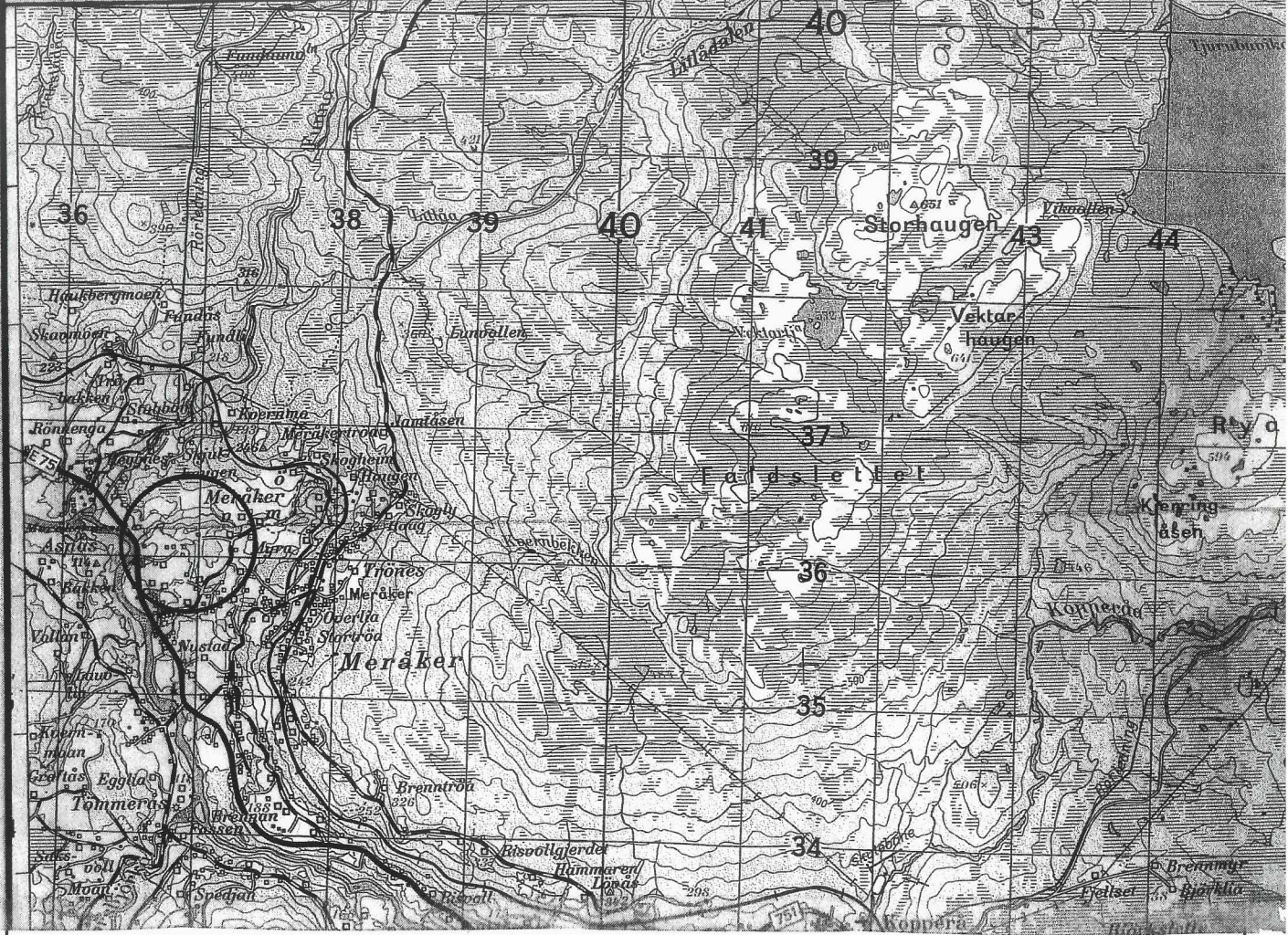
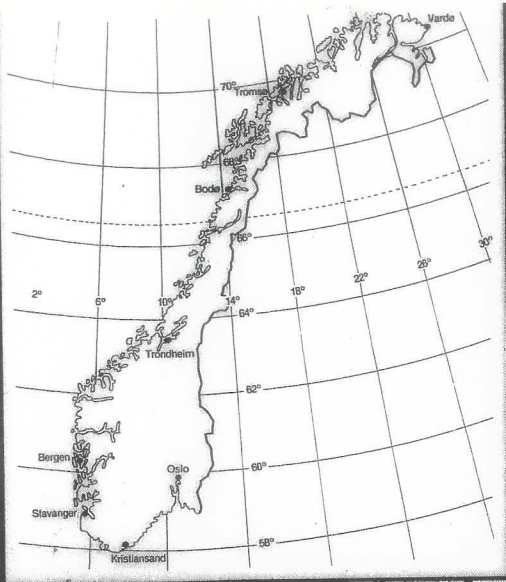
Distribusjon:

- Begrenset (Spesifisert av Oppdragsgiver)  
 Intern  
 Fri

Dokumentkontroll:

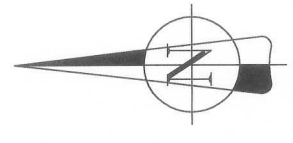
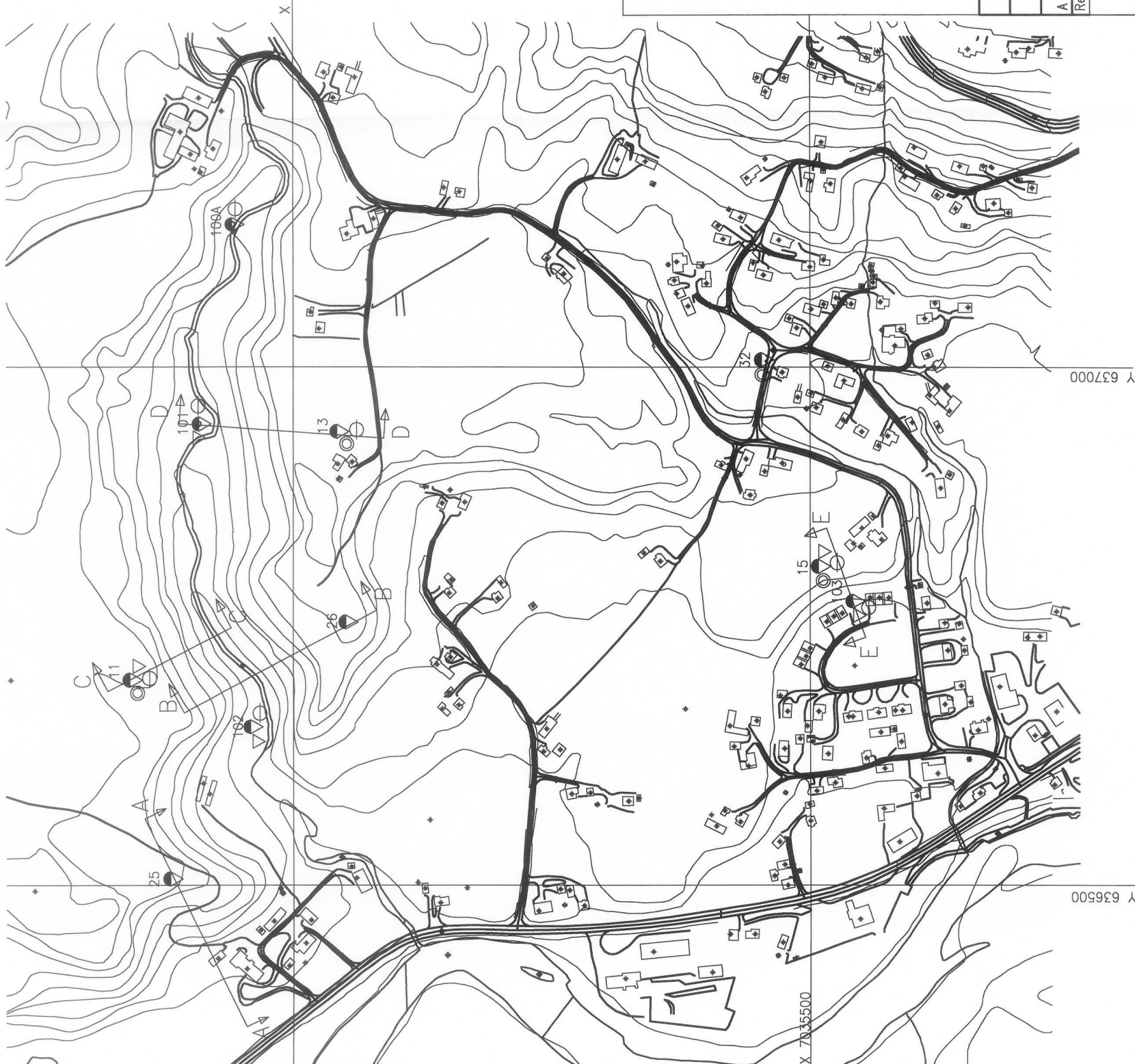
		Dokument 7. juli 2007		Revisjon 1		Revisjon 2		Revisjon 3	
		Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign
Forutsetninger	Utarbeidet	07.07.07	HN						
	Kontrollert	07.07.07	arv						
Grunnlagsdata	Utarbeidet	07.07.07	HN						
	Kontrollert	07.07.07	arv						
Teknisk innhold	Utarbeidet	07.07.07	HN						
	Kontrollert	07.07.07	arv						
Format	Utarbeidet	07.07.07	HN						
	Kontrollert	07.07.07	arv						
Anmerkninger									
Godkjent for utsendelse (Seksjonsleder/Avdelingsleder)				Dato: 10.07.2007		Sign.: 			





Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	<b>NVE Knippet Meråker</b>	Original format A4	Fag		
		Tegningens filnavn			
		Underlagets filnavn			
	<b>OVERSIKTSKART</b>	Målestokk			
		1:50000			
<b>MULTICONSULT AS</b>		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
7486 TRONDHEIM		30.05.06	<i>W</i>		
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
		411545	<i>U</i>		





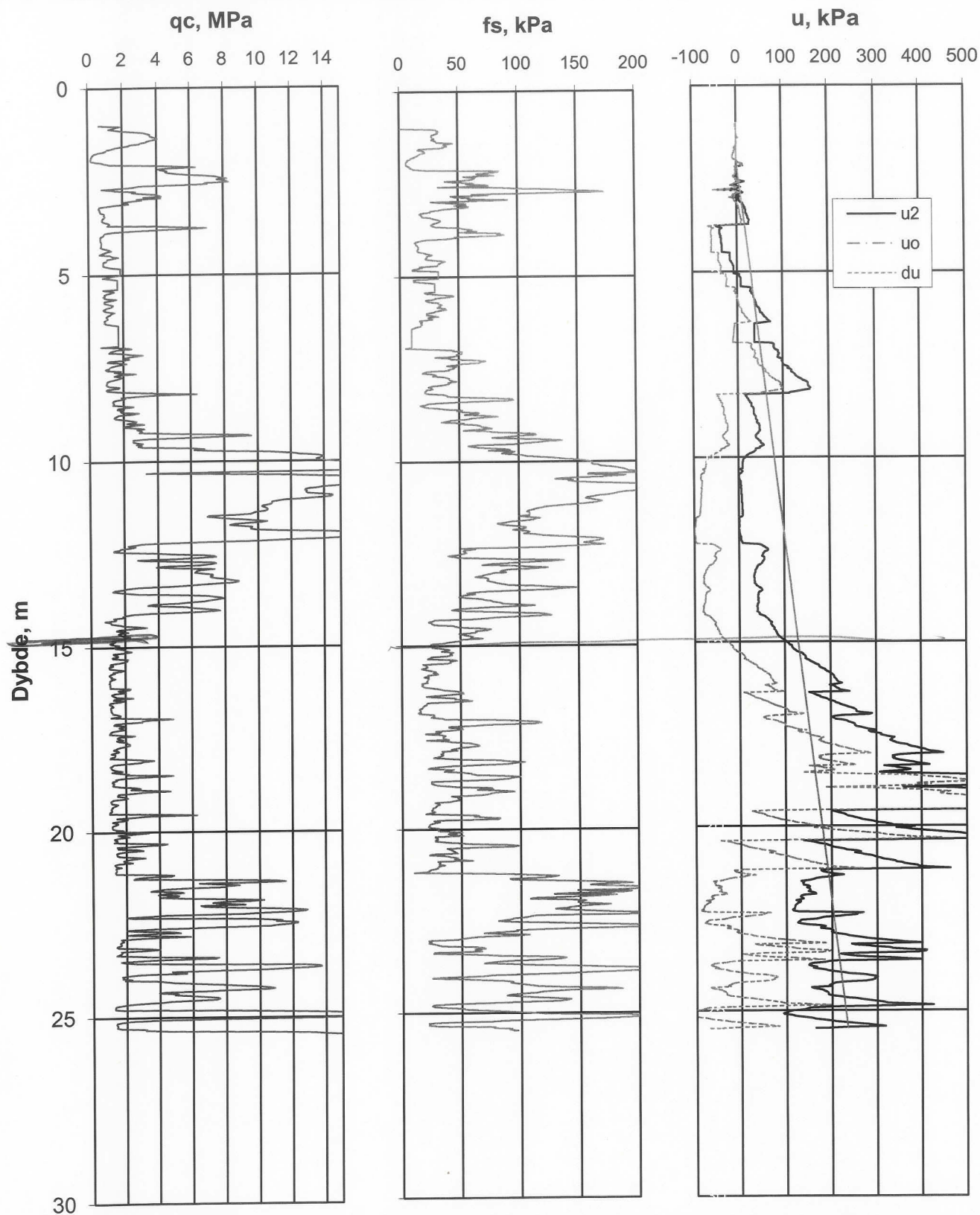
- DREESONDERING
- ENKEL SONDERING
- ▼ RAMSONDERING
- ⊕ TOTALSONDERING
- ✱ FJELLKONTROLLBORING
- ⊖ KJERNEBORING
- ⚠ DREIETRYKKSONDERING
- ⊗ SKRIFLATEFORSØK
- ⊕ TERENNGRANTE/SJERUNNMOTE
- ⊖ BURET DYDE
- ⊗ KORBET I FJELL
- ⊖ ANTATT FJELLKOTE
- ⊕ VINGEBORING
- ⊖ PORETRYKKMALING
- ⚠ FJELL I DAGEN

BOROK NR: 18013  
 LAB.BOK NR: 1875/1878  
 KARTGRUNNLAG: DIGITALTE KARTDATA MOTTATT FRA MERAKER KOMMUNE  
 KOORDINATSYSTEM: UTM WGS84 SONE 32

A	Supplerende undersøkelser	29.06.07	HN	OAF	OA
	Rev. Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE	Original format	F.o.G		
	Knippet/Merakernes	Tegningens filnavn			
	Geotekniske undersøkelser	411543.dwg			
	BORPLAN	Underlagets filnavn			
		*.dwg			
		Målestokk			
		1:5000			
		Kontrollert			
		Konstr./Tegnet			
		HN			
		Tegningsnr.			
		411543			
		Tegningsnr.			
		1			
		Godkjent			
		Rev.			
		A			



**MULTICONSULT AS**  
 7486 TRONDHEIM  
 Tlf: 73 10 62 00 – Fax: 73 10 62 30/70



CPTU, MÅLTE VERDIER

NVE REGION MIDT-NORGE  
 KNIPPET-MERAKERNES  
 CPTU - BORPUNKT 15

Konstr./Tegnet

HN

Kontrollert

aru

Dato

17.02.06

Godkjent

of

MULTICONSULT



**MULTICONSULT AS**  
 TRONDHEIM

OPPDRAG NR.

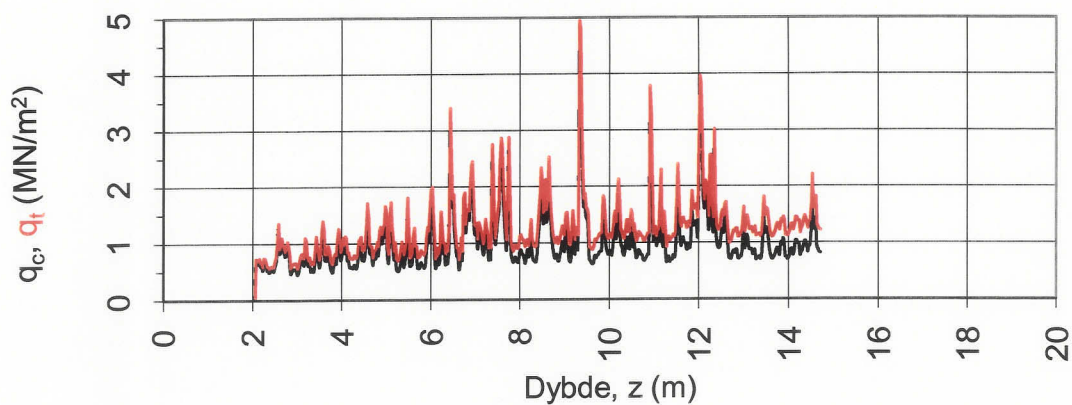
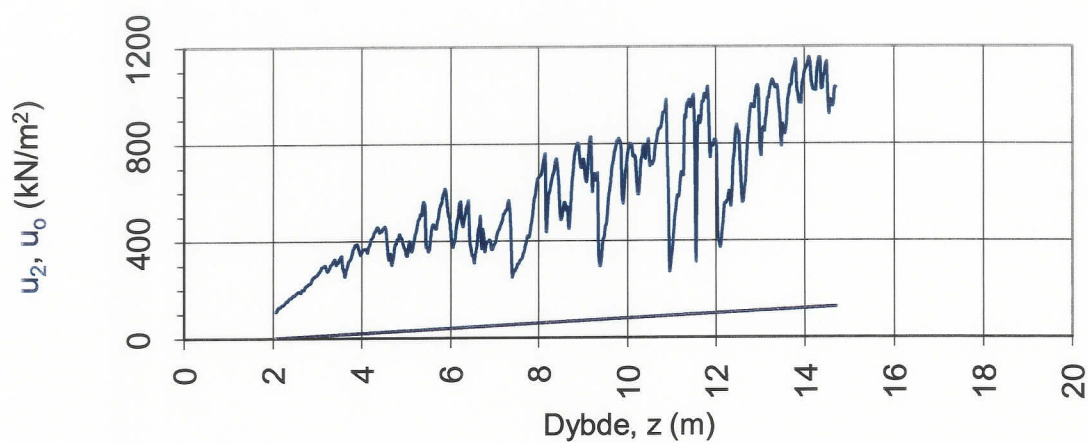
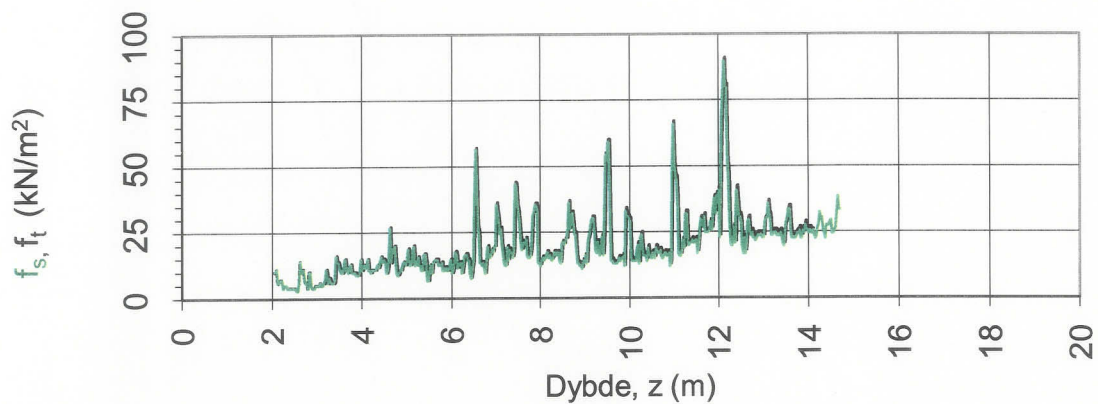
411543

TEGN.NR.

20

REV.





**Knippet/ Merakernes, Meråker NVE**

Tegningens filnavn:

Spissmotstand, poretrykk og sidefriksjon.



**CPTU id.:** 101

**MULTICONSULT AS**

Dato: 18.06.2007

Tegnet: EriT

Kontrollert: HN

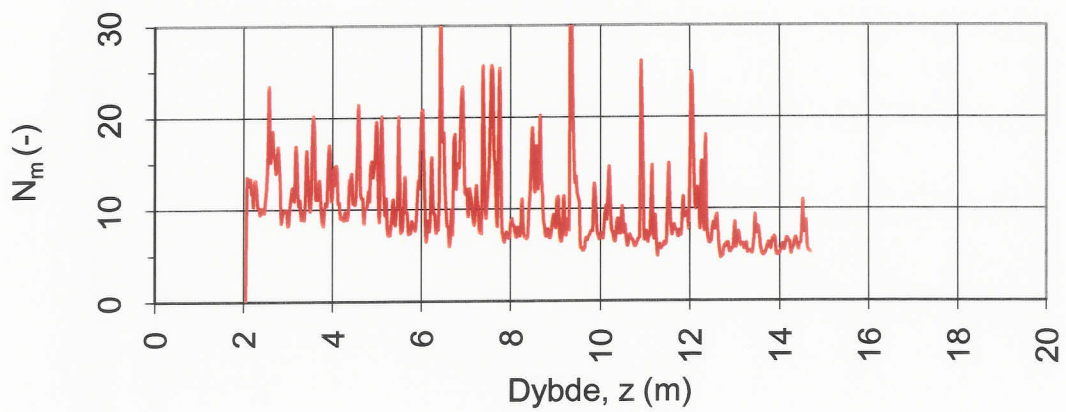
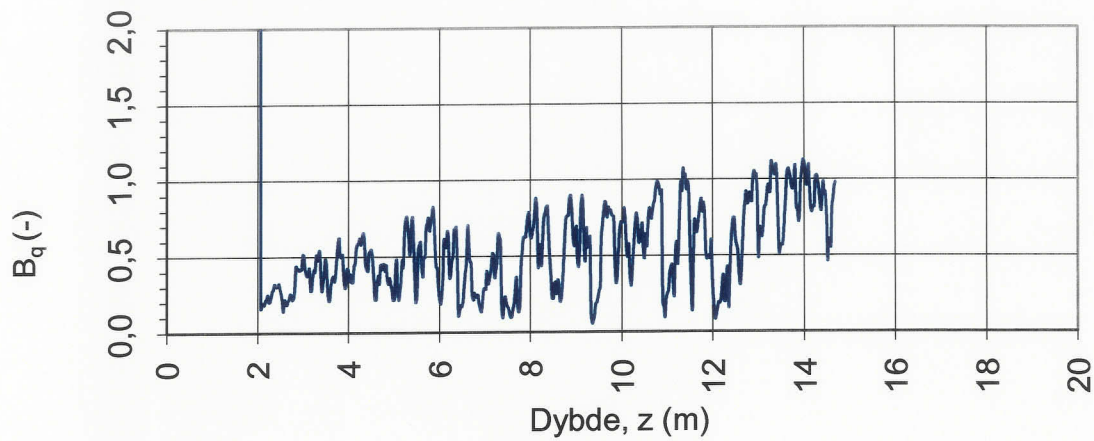
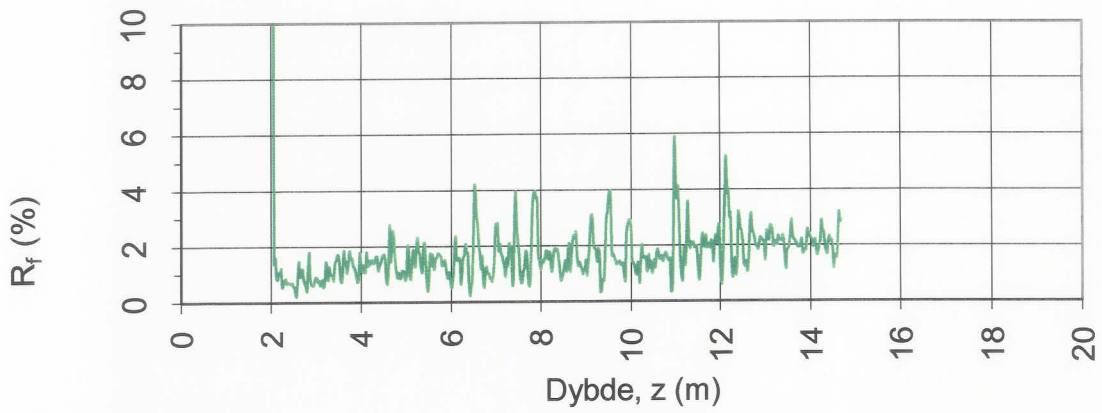
Godkjent: OAA


Oppdrag nr.: 411543

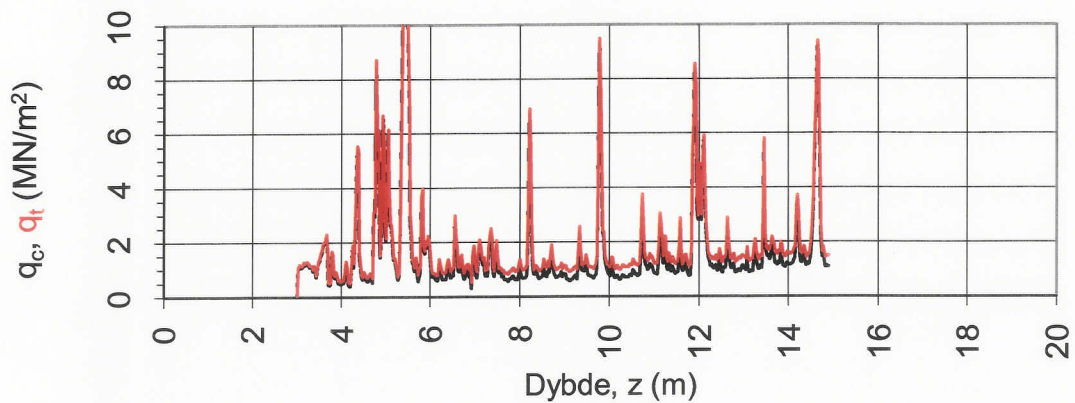
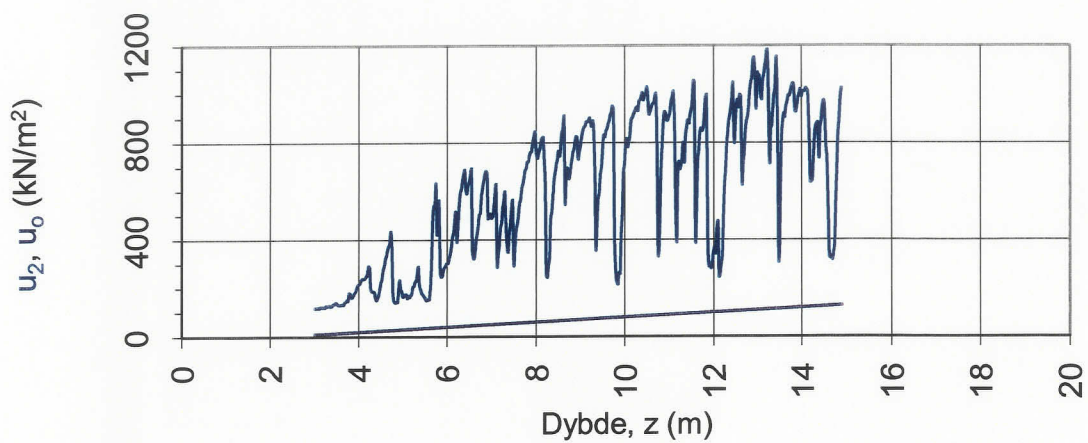
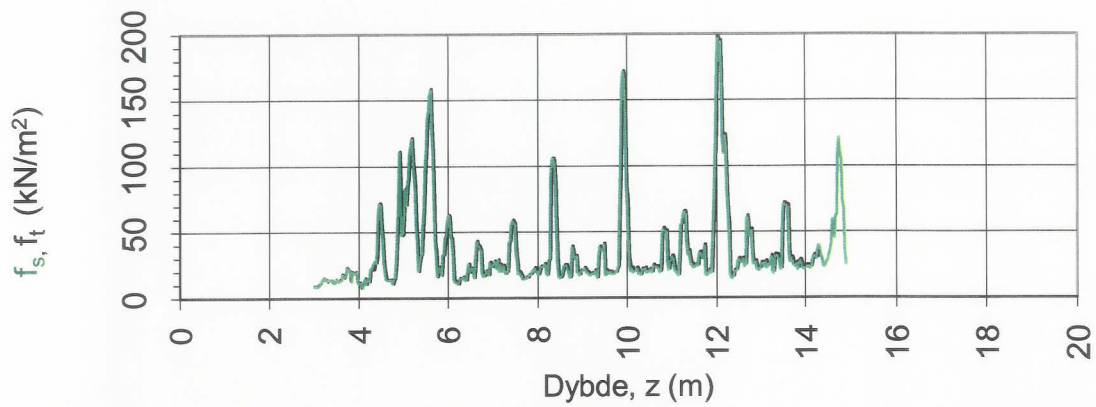
Tegning nr.: 28

Programrevisjon: 24.05.2007

Revisjon: 1



<b>Knippet/ Merakernes, Meråker NVE</b>			Teaninaens filnavn:					
Spissmotstandstall, poretrykks- og friksjonsforhold.								
<b>CPTU id.:</b>	101							
<b>MULTICONSULT AS</b>	Dato:	18.06.2007	Tegnet:	EriT	Kontrollert:	HN	Godkjent:	OAA
	Oppdrag nr.:	411543	Tegning nr.:	29	Programrevisjon:	24.05.2007	Rev.:	1



**Knippet/ Merakernes, Meråker NVE**

Tegningens filnavn:

Spissmotstand, poretrykk og sidefriksjon.



**CPTU id.:** 102

**MULTICONSULT AS**

Dato: 18.06.2007

Tegnet: EriT

Kontrollert: HN

Godkjent: OAA

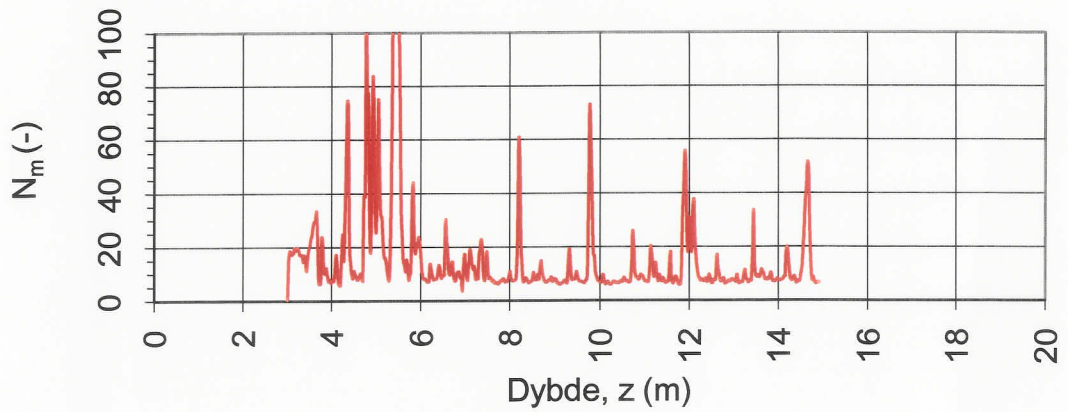
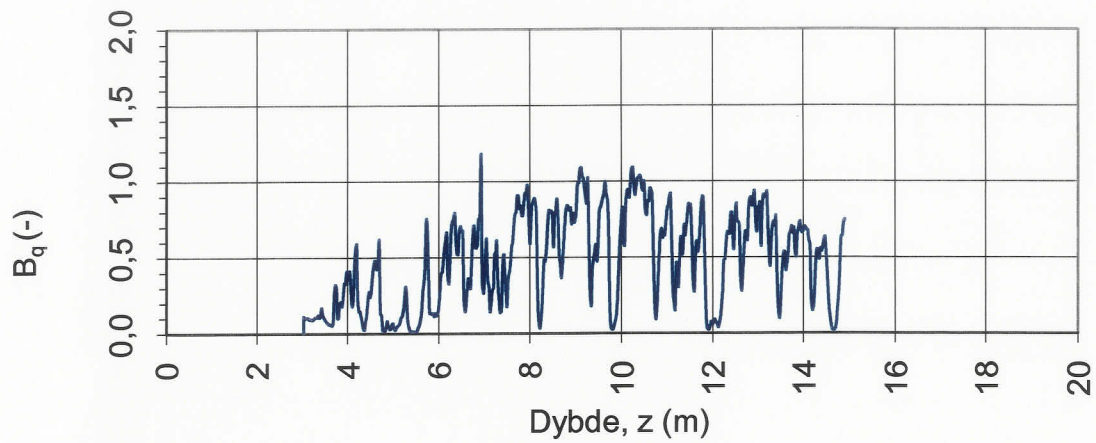
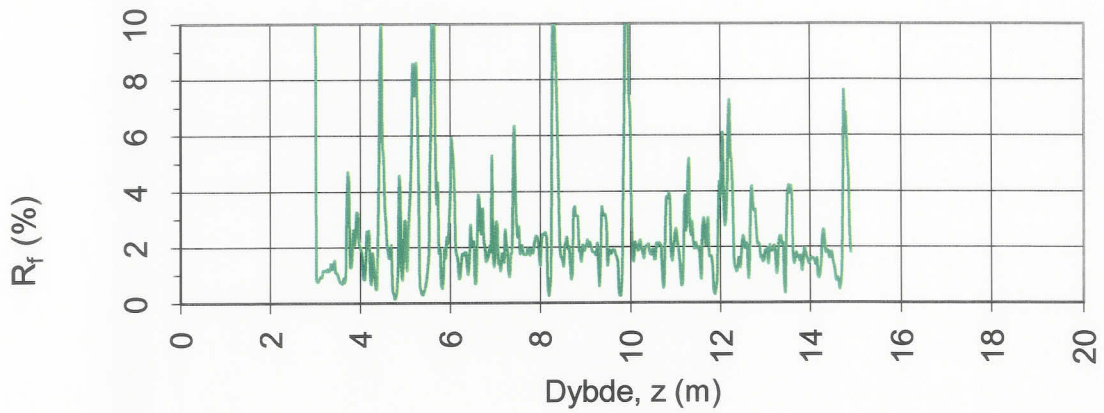
Oppdrag nr.: 411543

Tegning nr.: 30

Programrevisjon: 24.05.2007

Revisjon: 1





**Knippet/ Merakernes, Meråker NVE**

Teaninaens filnavn:

Spissmotstandstall, poretrykks- og friksjonsforhold.



**CPTU id.:** 102

**MULTICONSULT AS**

Dato: 18.06.2007

Tegnet: EriT

Kontrollert: HN

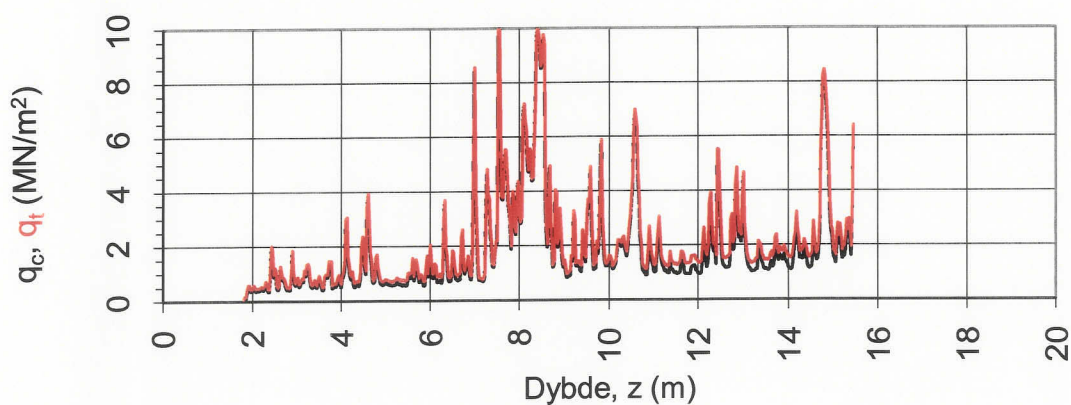
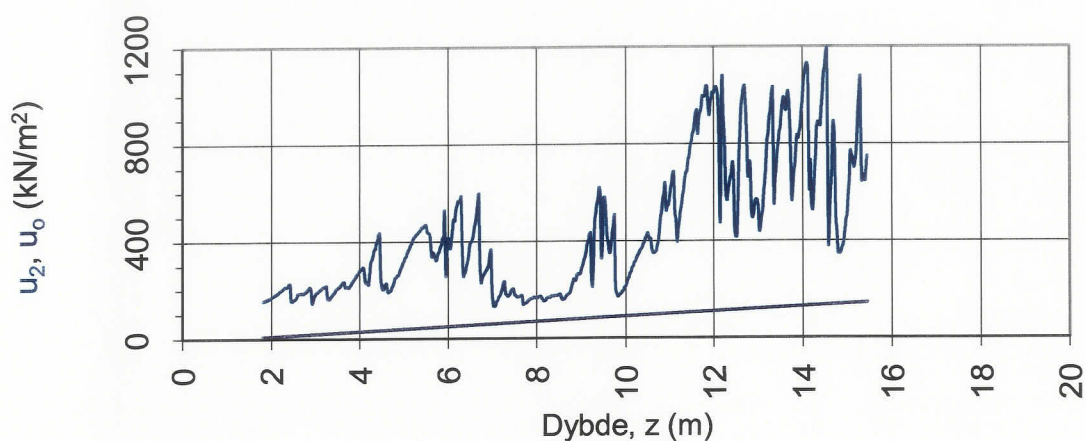
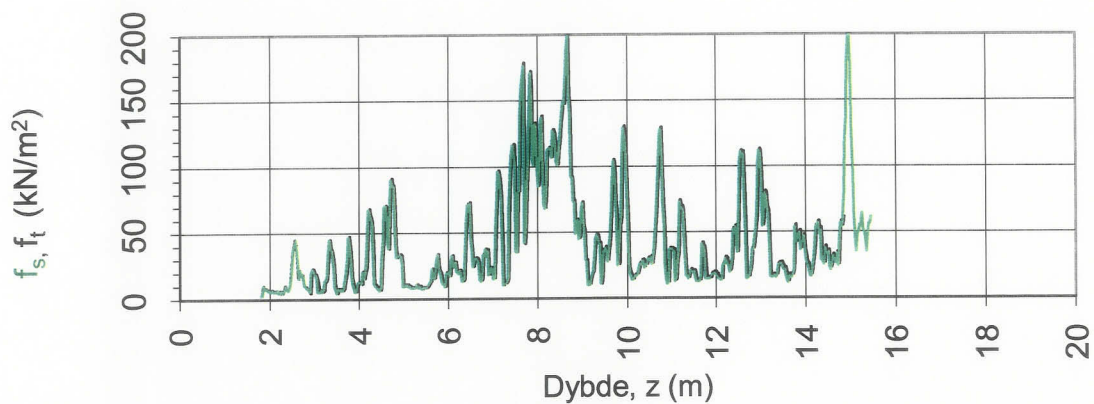
Godkjent: OAA

Oppdrag nr.: 411543

Tegning nr.: 31

Programrevisjon: 24.05.2007

Rev.: 1



**Knippet/ Merakernes, Meråker NVE**

Tegningens filnavn:

Spissmotstand, poretrykk og sidefriksjon.



**CPTU id.:** 103

**MULTICONSULT AS**

Dato: 18.06.2007

Tegnet: EriT

Kontrollert: HN

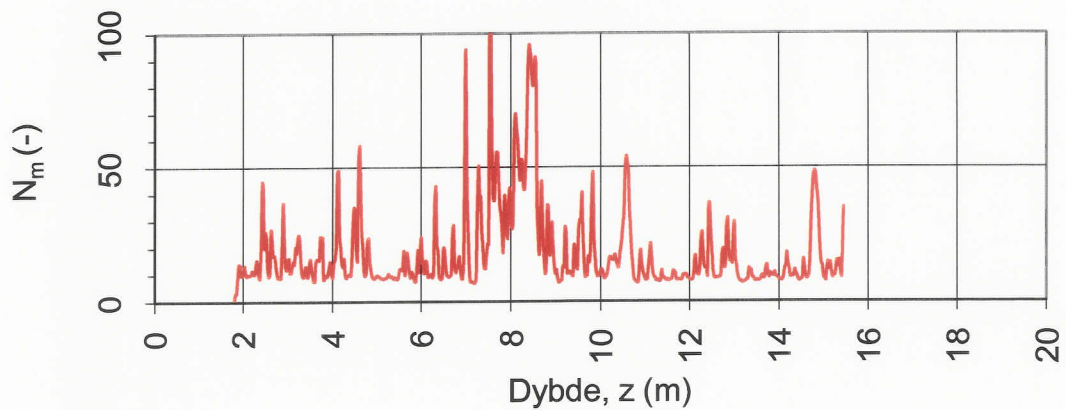
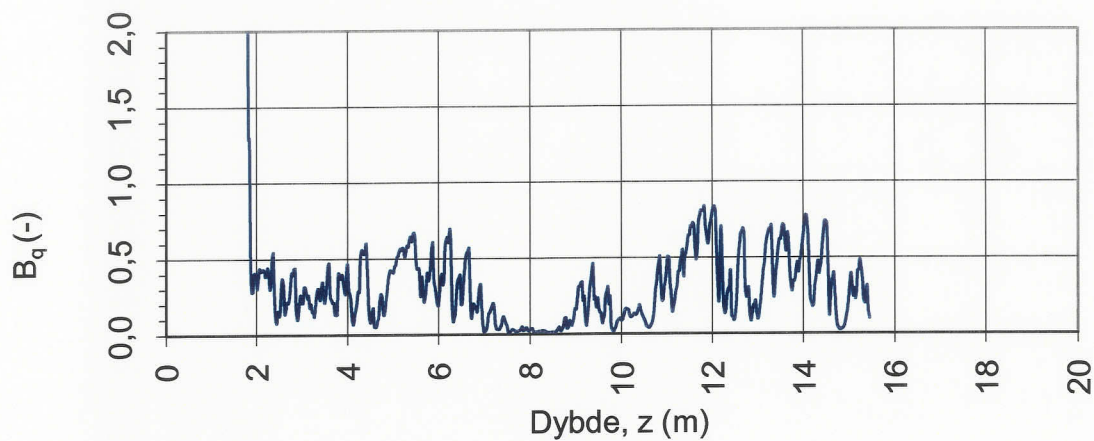
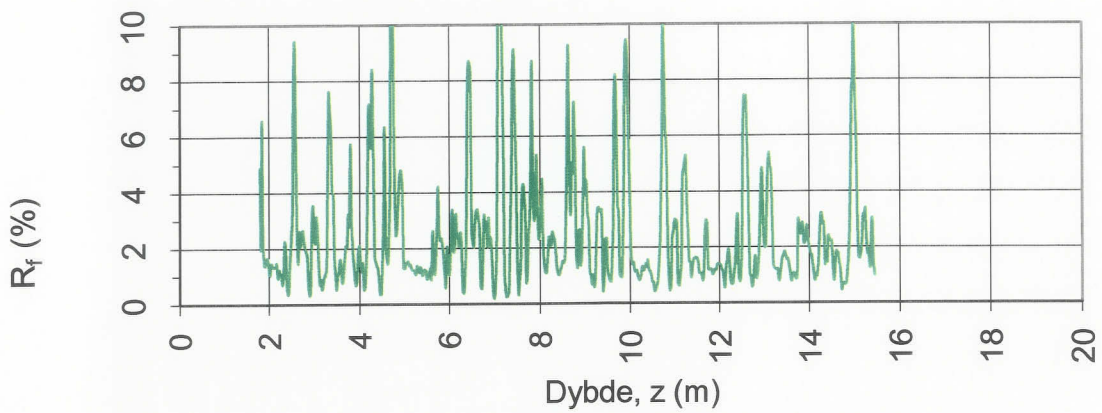
Godkjent: OAA


Oppdrag nr.: 411543

Tegning nr.: 32

Programrevisjon: 24.05.2007

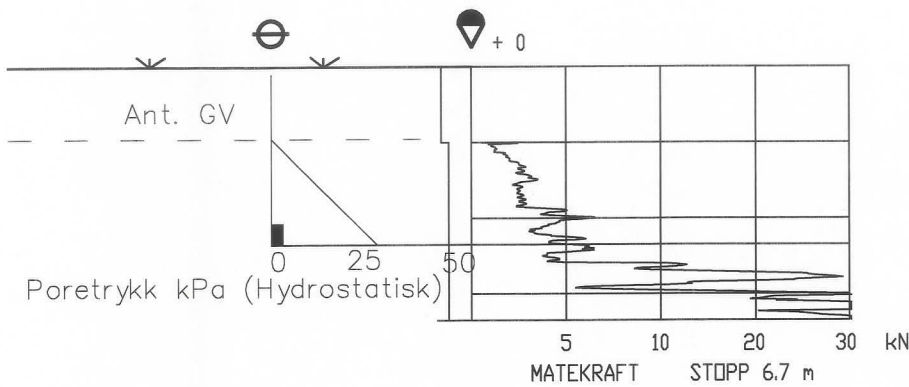
Revisjon: 1




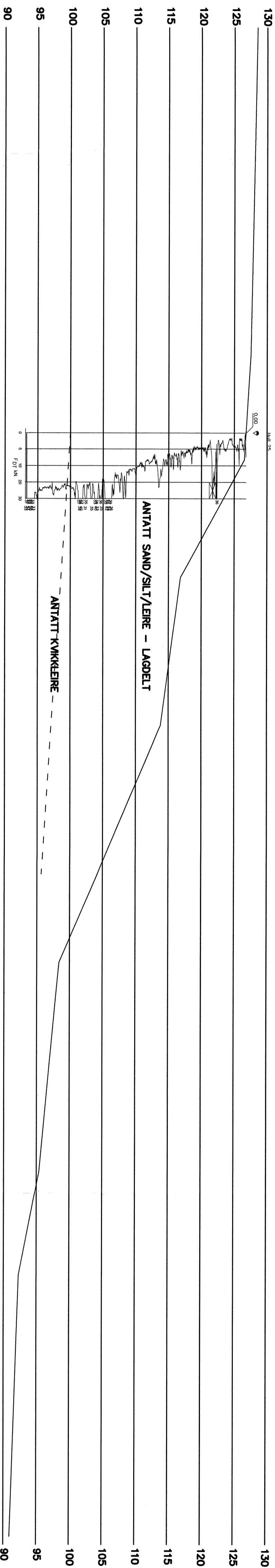
<b>Knippet/ Merakernes, Meråker NVE</b>			Tearinaens filnavn:					
Spissmotstandstall, poretrykks- og friksjonsforhold.								
<b>CPTU id.:</b>	103							
<b>MULTICONSULT AS</b>	Dato:	18.06.2007	Tegnet:	EriT	Kontrollert:	HN	Godkjent:	OAA
	Oppdrag nr.:	411543	Tegning nr.:	33	Programrevisjon:	24.05.2007	Rev.:	1



100A



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE Region Midt-Norge Knippet/Merakernes-Kvikkleiresoner Geotekniske undersøkelser	Original format A4	Fag		
		Tegningens filnavn 411543.dwg			
		Underlagets filnavn *.dwg			
	UTSKRIFT SONDERINGER DREIETRYKKSONDERINGER Boring 100A	Målestokk 1:200			
<b>MULTICONSULT AS</b>		Dato 4/7/07	Konstr./Tegnet HN	Kontrollert <i>OAF</i>	Godkjent <i>[Signature]</i>
7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 – Fax: 73 10 62 30/70		Oppdragsnr. 411543	Tegningsnr. 106	Rev.	

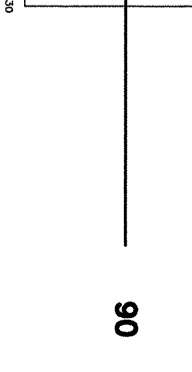
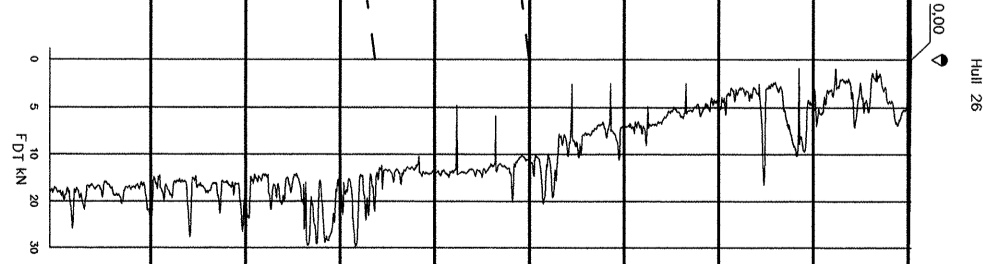
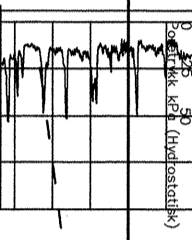
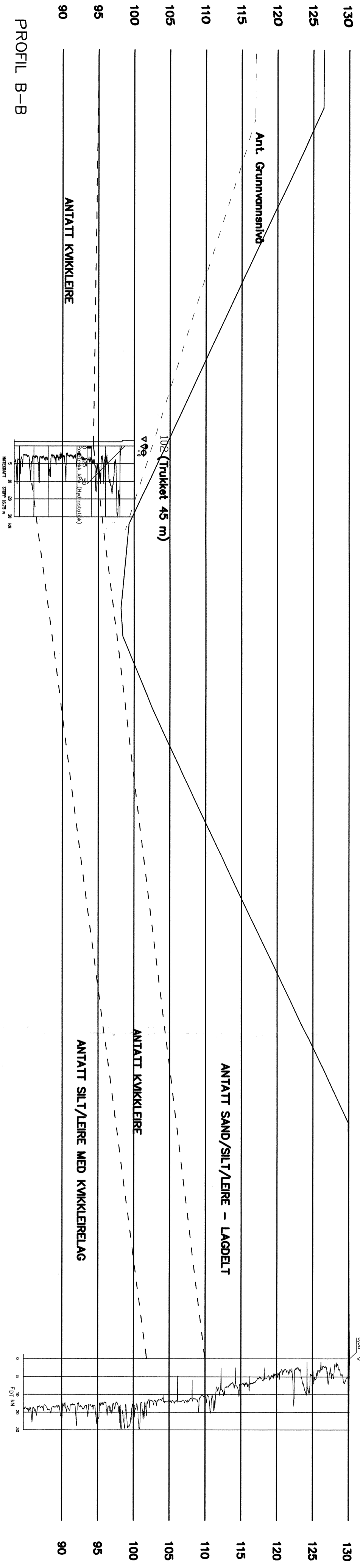


PROFIL A-A

HØYDEPLASSERT UT FRA DIGITALT KARTGRUNNLAG(GENERERT TERRENGMODELL)

Rev.	A	Supplerende undersøkelser						
Rev.		Beskrivelse						
		NVE Region Midt-Norge						
		Knipet/Merkernes-Kvikkleiresoner						
		Geotekniske undersøkelser						
		PROFIL A-A						

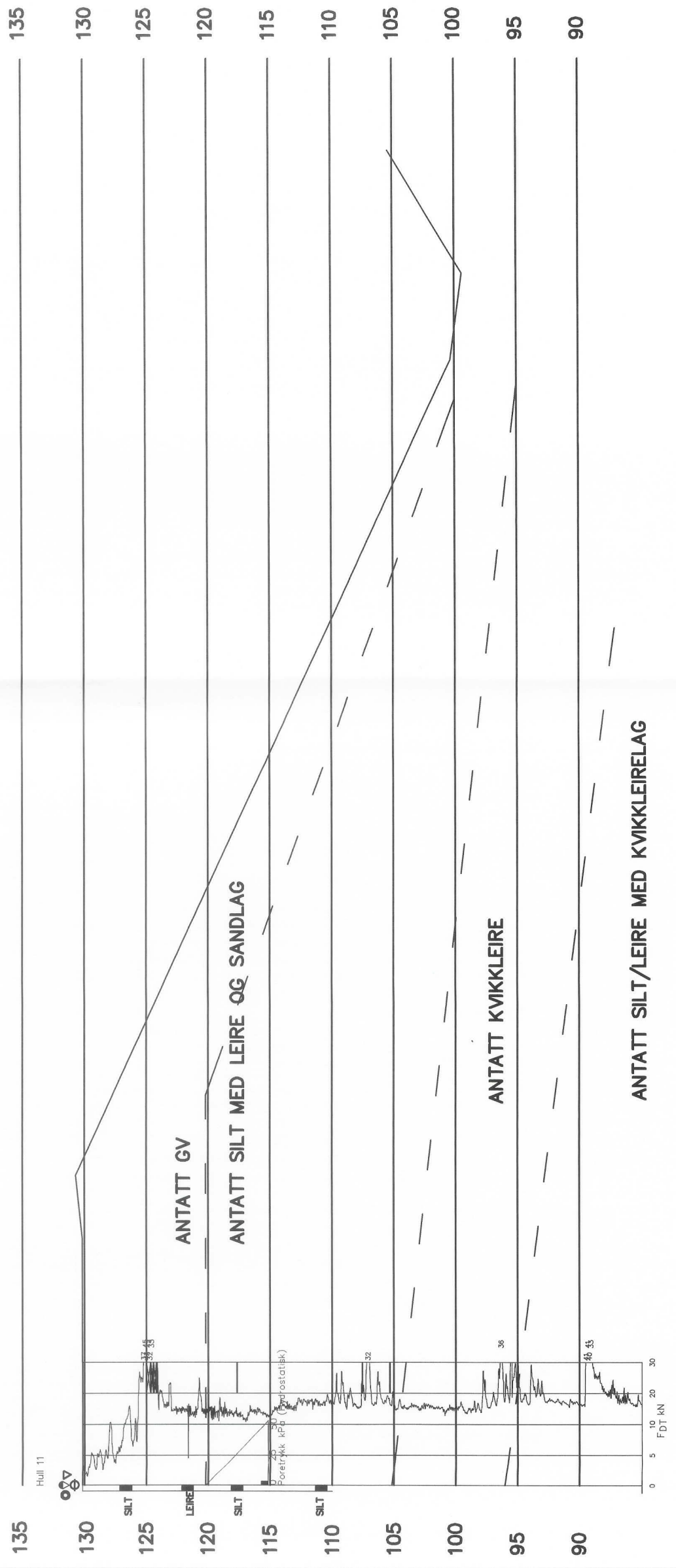
MULTICONSULT AS		Date		7.04.06		Konstr./Tegn.		HN		Kontrollert		Godkjent		Rev.	
		Oppdrager		411543		Tegn.		100		SFE		SFE		A	
		7486 TRONDHEIM													
		Tlf.: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70													



A		Supplerende undersøkelser		29.06.07		HN		OAF		OA	
Rev.	Beskrivelse	Date		Date		Legn.	Kont.	Codek.			
<p>NVE Region Midt-Norge          Knippet/Merakernes-Kvikkleiresoner          Geotekniske undersøkelser</p> <p>PROFIL B-B</p> <p>Målestokk  <b>1:400</b></p>											
<p>Original formot          A3-L</p>				<p>Tegningens filnavn          411543.dwg</p>				<p>Underlagets filnavn          *.dwg</p>			
<p>MULTICONSULT</p>											

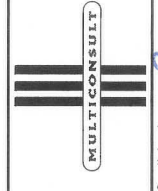
<p><b>MULTICONSULT AS</b></p>		<p>Date          7.04.06</p>		<p>Konstr./Tegnet          HN</p>		<p>Kontrollert  </p>		<p>Codekant  </p>		<p>Rev.          A</p>	
<p>Oppdragsnr.          411543</p>		<p>Tegningsnr.          101</p>		<p>Målestokk          1:400</p>		<p>Codekant  </p>		<p>Rev.          A</p>		<p>MULTICONSULT</p>	

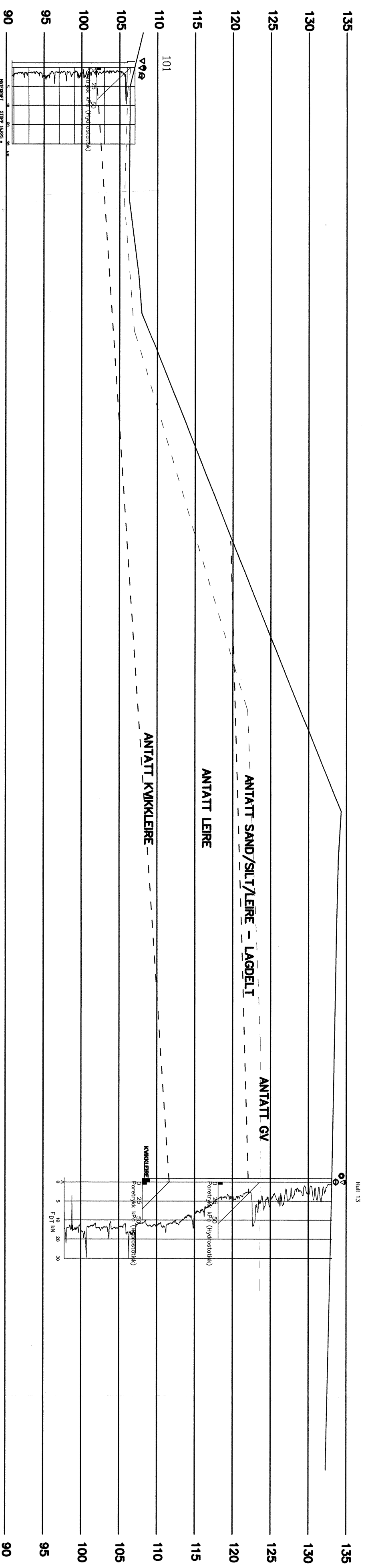




PROFIL C-C

Rev.	A	Supplerende undersøkelser	HN	OAF	OA
		Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
		NVE Region Midt-Norge	29.06.07	HN	OAF
		Knippet/Merakernes-Kvikkleiresoner	Original format	Tegn.	OA
		Geotekniske undersøkelser	A3	HN	OA
		PROFIL C-C	Tegnings filnavn	Kontr.	Godkj.
			411543.dwg	F.o.g	
			Underlagets filnavn		
			*.dwg		
			Målestokk		
			1:400		
			Konstr./Tegnet	Godkjent	
			HN	OAF	
			Dato	05.04.06	
			Oppdragsnr.	411543	
			Tegningsnr.	102	
			Rev.	A	





A		Supplerende undersøkelser		29.06.07		HN		OMF		OA	
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontf.	Godkj.	Fag	Kontf.	Godkj.			
<b>NVE Region Midt-Norge</b> <b>Knipset/Merkernes-Kvikkleiresoner</b> <b>Geotekniske undersøkelser</b> <b>PROFIL D-D</b>											
1:400		Målestokk		Kontrollert		1:400		Kontrollert		Godkjert	
MULTICONSULT AS		7.04.06		HN		103		A		A	
Oppdragsnr.		411543		Tegningnr.		103		Rev.		A	



135

135

130

130

125

125

120

120

115

115

110

110

105

105

100

100

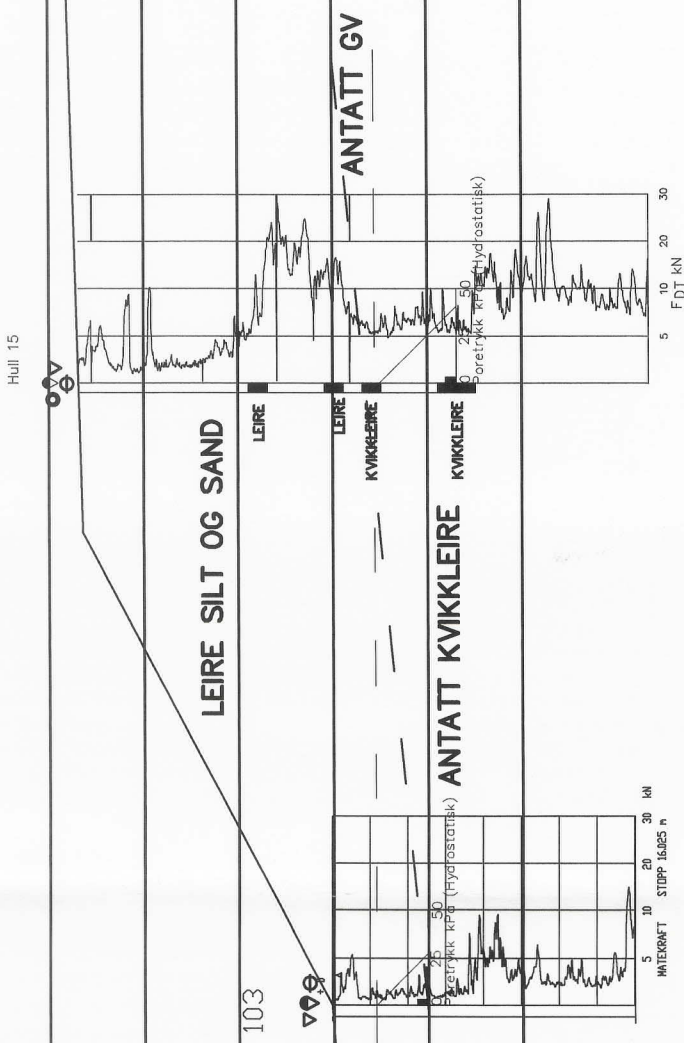
95

95

90

90

PROFIL E-E



A	Supplerende undersøkelser	29.06.07	HN	OAF	OA
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

NVE Region Midt-Norge  
 Knippet/Merakernes-Kvikkleiresoner  
 Geotekniske undersøkelser

PROFIL E-E

1:400



**MULTICONSULT AS**

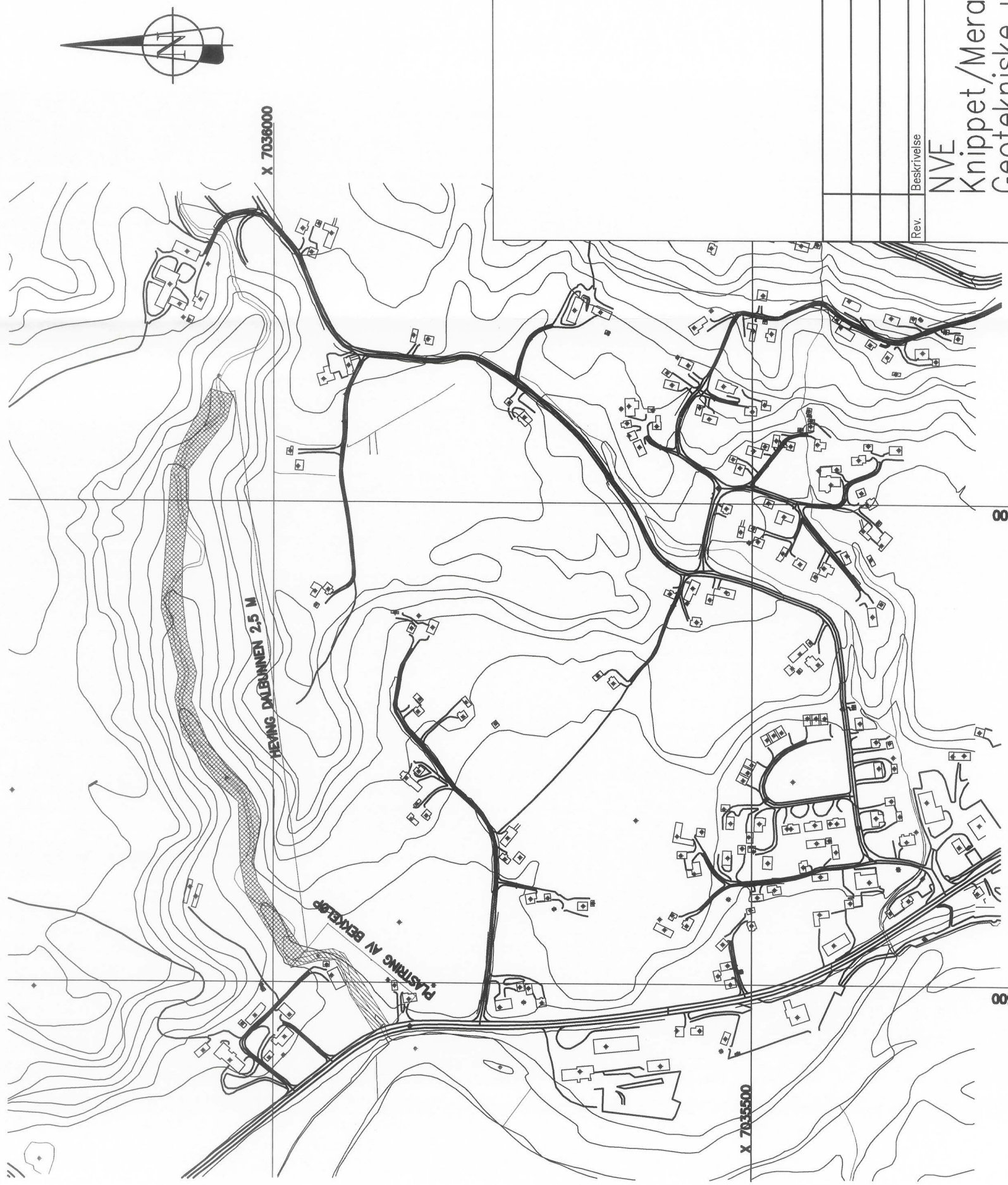
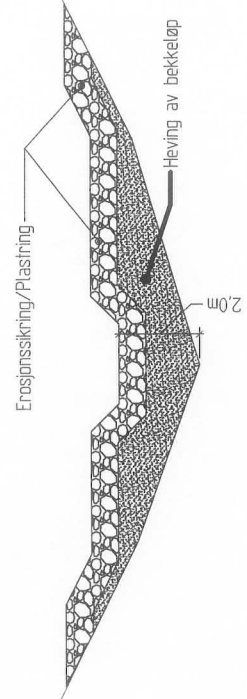
Dato	7.04.06	Konstr./Tegnet	HN
Oppdragsnr.	411543	Tegningsnr.	104

Kontrollert	[Signature]
Godkjent	[Signature]

Rev.	A
------	---

7486 TRONDHEIM  
 Tlf.: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70

# Prinsippforslag sikring av bekkeløp

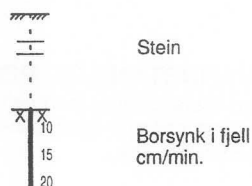
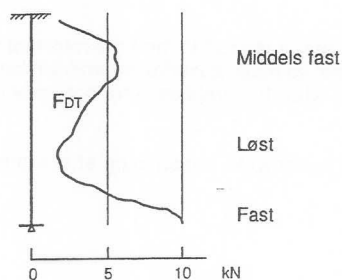
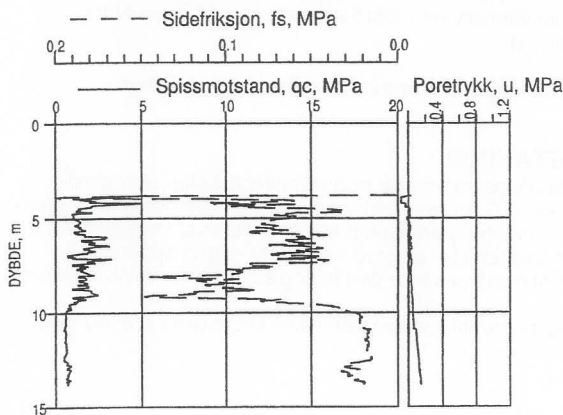
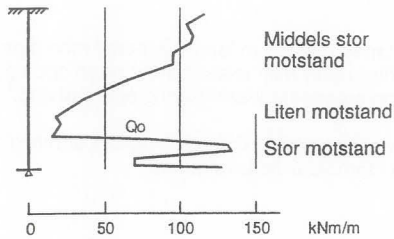
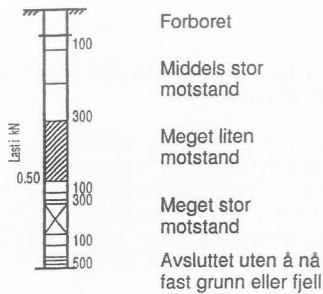


Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE		Fa.9		
	Knippet/Merakernes	Tegningens filnavn			
	Geotekniske undersøkelser	411543.dwg			
	PLAN FORBYGNING	Underlagets filnavn			
		*.dwg			
		Målestokk			
		1:5000			
		Kontrollert			
		HN			
		Konstr./Tegnet			
		500			
		Oppdragsnr.			
		411543			
		Dato			
		04.07.07			
		MULTICONSULT AS			
		7486 TRONDHEIM			
		Tlf.: 73 10 62 00 – Fax: 73 10 62 30/70			



Godkjent  
Rev.





### DREIESONDERING

Utføres med skjøtbare borstenger (22mm) med 30 mm skruespiss. Boret dreies med hånd- eller motorkraft under 1kN vertikallast. Nedsynkning registreres.

Bormotstanden illustreres med tverrstrek i den dybde spissen nådde for hver 100 halve omdreining. Skravur angir synkning uten dreining, påført vertikallast under synk angis på venstre side av borhullet. Kryss angir at boret ble slått ned.

### ENKEL SONDERING

Borstål slås med slegge eller bormaskin eller spyles til fast grunn (eller antatt fjell).

### RAMSONDERING

Utføres med skjøtbare borstenger (32 mm) med 38 mm spiss (6-kantet). Boret rammes med en rammeenergi på opptil 0.5 kNm. Antall slag for hver 0.5 m registreres.

Bormotstanden illustreres ved angivelse av rammearbeidet ( $Q_0$ ) pr. m neddriving.

$$Q_0 = (\text{Loddets tyngde} \times \text{fallhøyde}) / (\text{Synk pr. slag}) \text{ [kNm/m]}$$

### TRYKKSONDERING (CPT - CPTU)

Utføres ved at en sylindrisk sonde med kon spiss presses ned i grunnen med konstant hastighet 20 mm/s. Under nedpressingen måles kraften (qc) mot den koniske spissen og sidefriksjonen (fs) mot friksjonshylsen på den sylindriske delen (CPT). I tillegg kan poretrykket (u) måles på en eller flere steder langs sondens overflate (CPTU).

Målingene registreres kontinuerlig vha. en elektronisk data-logger og gir detaljert informasjon om grunnforholdene.

Resultatene kan benyttes til å bedømme lagdelinger, jordart, lagringsbetingelser og jordartens mekaniske egenskaper (styrkeegenskaper og deformasjons- og konsoliderings-egenskaper).

### DREIETRYKKSONDERING

Utføres med skjøtbare borstenger (36 mm) med utvidet sonderspiss. Borstangen presses ned med konstant hastighet 3 m/min. og konstant dreihastighet 25 omdr./min.

Nedpressingskraften  $F_{DT}$  registreres automatisk og angis i kN.

### FJELLKONTROLLBORING

Utføres med skjøtbare stenger (45 mm) og med 57 mm bor-krone. Det benyttes hydraulisk slagborhammer med vannspyling. Boring gjennom ulike lag (leire, grus) kan registreres, likeså gjennom større steiner.

For registrering av fjell bores flere meter i fjell. Evt. med registrering av borsynk (cm/min).

## GEOTEKNISK BILAG

### BORMETODER OG OPPTEGNING AV RESULTATER



MULTICONSULT AS

7486 TRONDHEIM  
Tlf: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70

Dato 15.12.1999

Oppdragsnr. 4000

Konstr./Tegnet ABe

Tegningsnr.

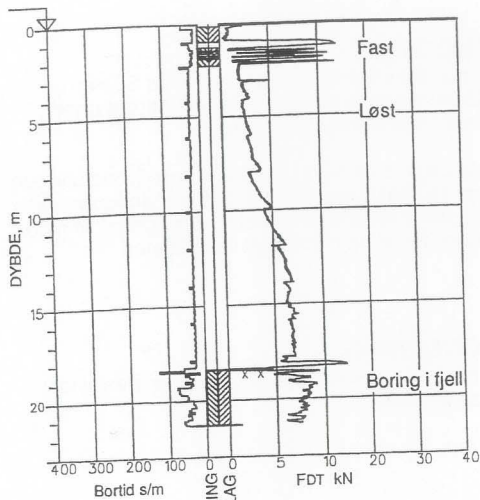
Kontrollert JAF

1

Godkjent O. Bar

Rev.

D

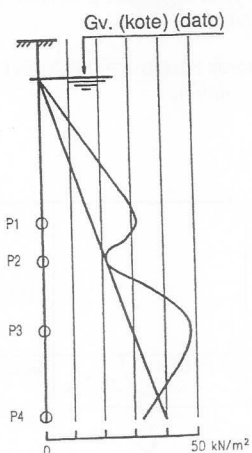
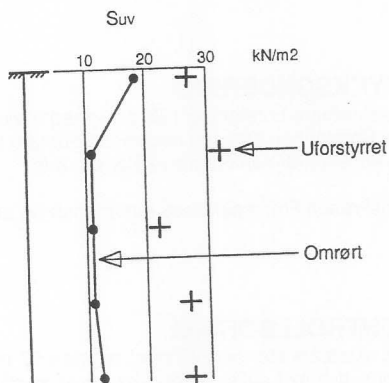


Kjerneboring  
i fjell



Opptegning i  
profiler

Resultater av  
laboratorieunder-  
søkelser vises på  
egne ark



## Ⓣ TOTALSONDERING

Kombinerer dreietrykksondering og fjellkontrollboring. Det benyttes 45 mm skjøtbare borstenger og 57 mm borkrone.

Under nedboring i bløte lag fungerer utstyret som sonderbor (dreietrykksondering) og borstangen trykkes ned i bakken med konstant hastighet 3 m/min. og konstant dreihastighet 25 omdr./min. Når det påtreffes faste lag, økes først rotasjonshastigheten. Gir ikke dette borsynk går en over til fjellkontrollboring ved at spyling og slag kobles inn. For registrering av fjell kan det bores flere meter i fjell.

Nedpressingskraften registreres kontinuerlig og vises på diagrammets høyre side, mens bortid vises på venstre side.



## KJERNEBORING

Utføres med borstenger med et ca. 3 m langt kjernerør med diamantkone nederst. Når kjernerøret er fullt heises borstrengen opp og kjernen tas ut for merking og senere klassifisering eller prøving.

Det kan benyttes bor av ulike typer og diametre, og det er mulig å ta kjerner som er orientert i forhold til fjellstrukturen.



## MASKINSKOVLING

Utføres med hul borstang påsveiset en spiral (auger). Med borrhigg kan det skovles til 5 - 20 m avhengig av massenes art og fasthet og av grunnvannstanden. Det kan tas forstyrrede prøver fra forskjellige dyp.

Skovling kan også utføres med enklere utstyr (skovlbor).



## PRØVETAKING

Den mest brukte prøvetaker er en tynnvegget stål- eller plast-sylinder (60 - 90 cm lang, 54 mm diameter) med innvendig stempel. I ønsket dybde blir sylindere presset ned uten at stemplet følger med. Jordprøven som dermed skjæres ut heises opp med borstrengen til overflaten hvor den forsegles for forsendelse til laboratoriet.

Avhengig av grunnforholdene benyttes andre typer prøvetakere.



## VINGEBORING

Utføres ved at et vingekors (normalt 65x130 mm) presses ned i jorden (leiren) og dreies rundt samtidig som dreiemomentet blir målt. Udrenert skjærstyrke (Suv kN/m<sup>2</sup>) beregnes ut fra dreiemoment ved brudd.

Målingen gjøres 2 ganger i hver dybde, annen gang etter omrøring.



## MÅLING AV GRUNNVANNSTAND OG PORETRYKK

Utføres med et standrør med filterspiss eller med hydraulisk eller elektrisk piezometer. Hvilket utstyr som er egnet avhenger av både grunnforhold og formålet med målingene.

Filteret eller piezometerspissen trykkes ved hjelp av rør til ønsket dybde. Poretrykket registreres som vannets stige høyde i røret, i en tynn plastslange eller ved elektriske signaler.



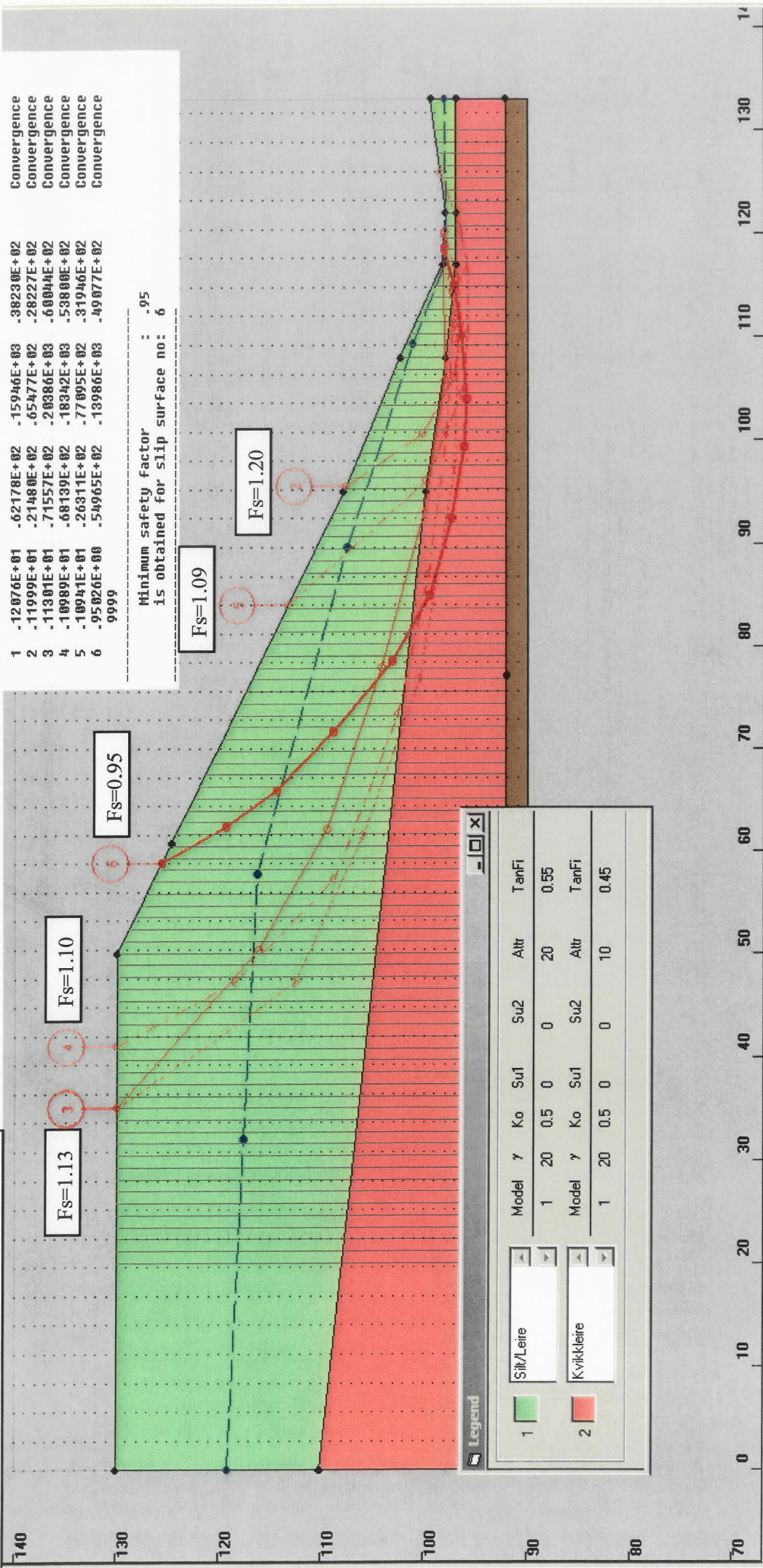
**KNIPPET, MERÅKER  
STABILITET AV SKRÅNING  
PROFIL B-B  
a-φ ANALYSE  
GV I TERRENG DALBUNN**

Knippet Meråker  
Profil B

Summary of the results

Surface sFs	No.	Fs	tau	sig	u	Remarks
		average	average	average	average	
1		.12076E+01	.62178E+02	.15946E+03	.38230E+02	Convergence
2		.11999E+01	.21480E+02	.65477E+02	.28227E+02	Convergence
3		.11301E+01	.71557E+02	.20386E+03	.60044E+02	Convergence
4		.10989E+01	.68139E+02	.18342E+03	.53800E+02	Convergence
5		.10941E+01	.26311E+02	.77095E+02	.31946E+02	Convergence
6		.95026E+00	.54965E+02	.13986E+03	.49077E+02	Convergence

Minimum safety factor : .95  
is obtained for slip surface no: 6



**Legend**

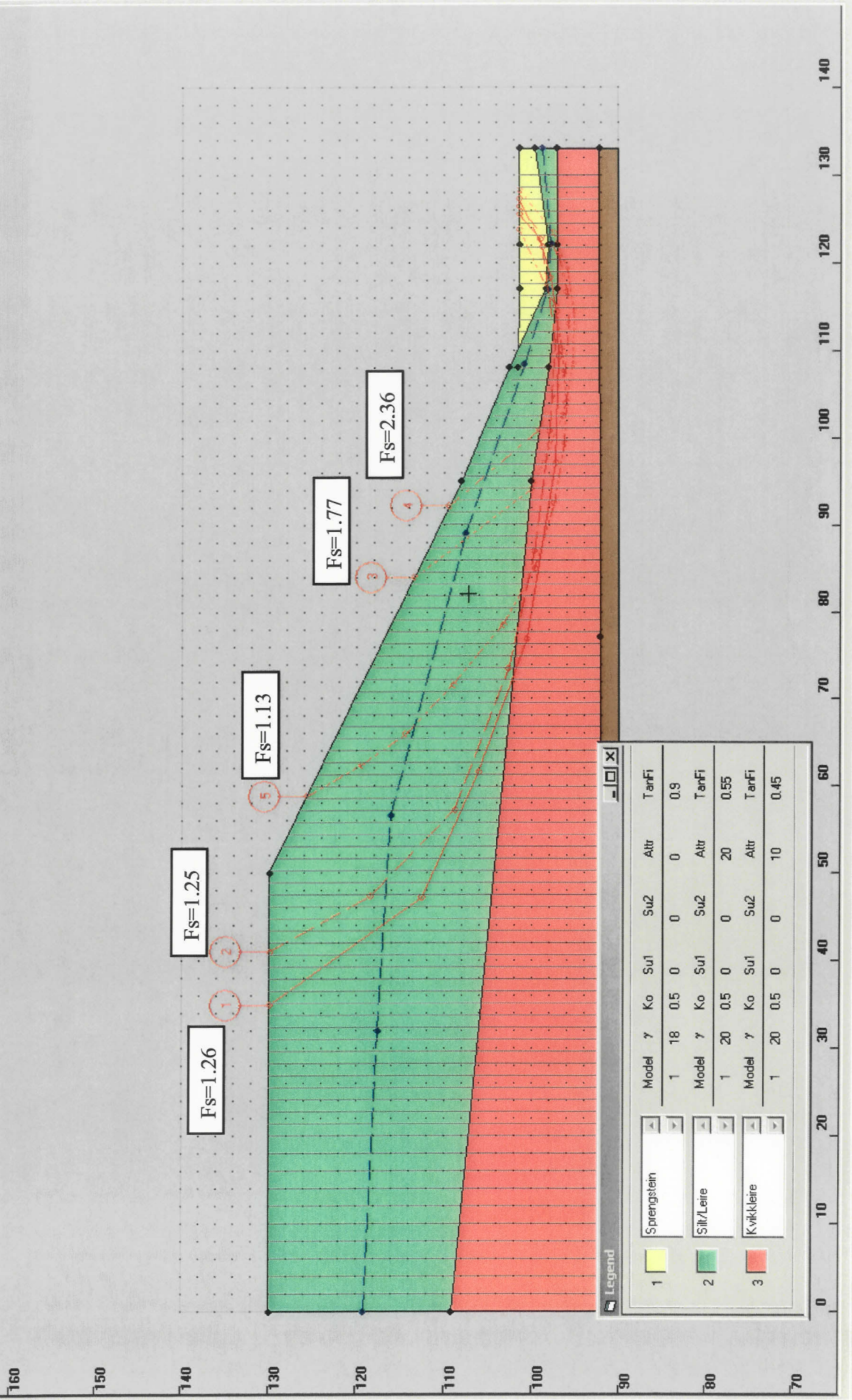
- 1 Silt/Leire
- 2 Kvikkleire

Model	γ	Ko	Su1	Su2	Altr	TanFi
1	20	0.5	0	0	20	0.55
2	20	0.5	0	0	10	0.45



**KNIPPET, MERÅKER  
STABILITET AV SKRÅNING  
PROFIL B-B  
a-φ ANALYSE  
MED 3 M HEVING AV DALBUNN**

X = 82.07 m Z = 107.24 m





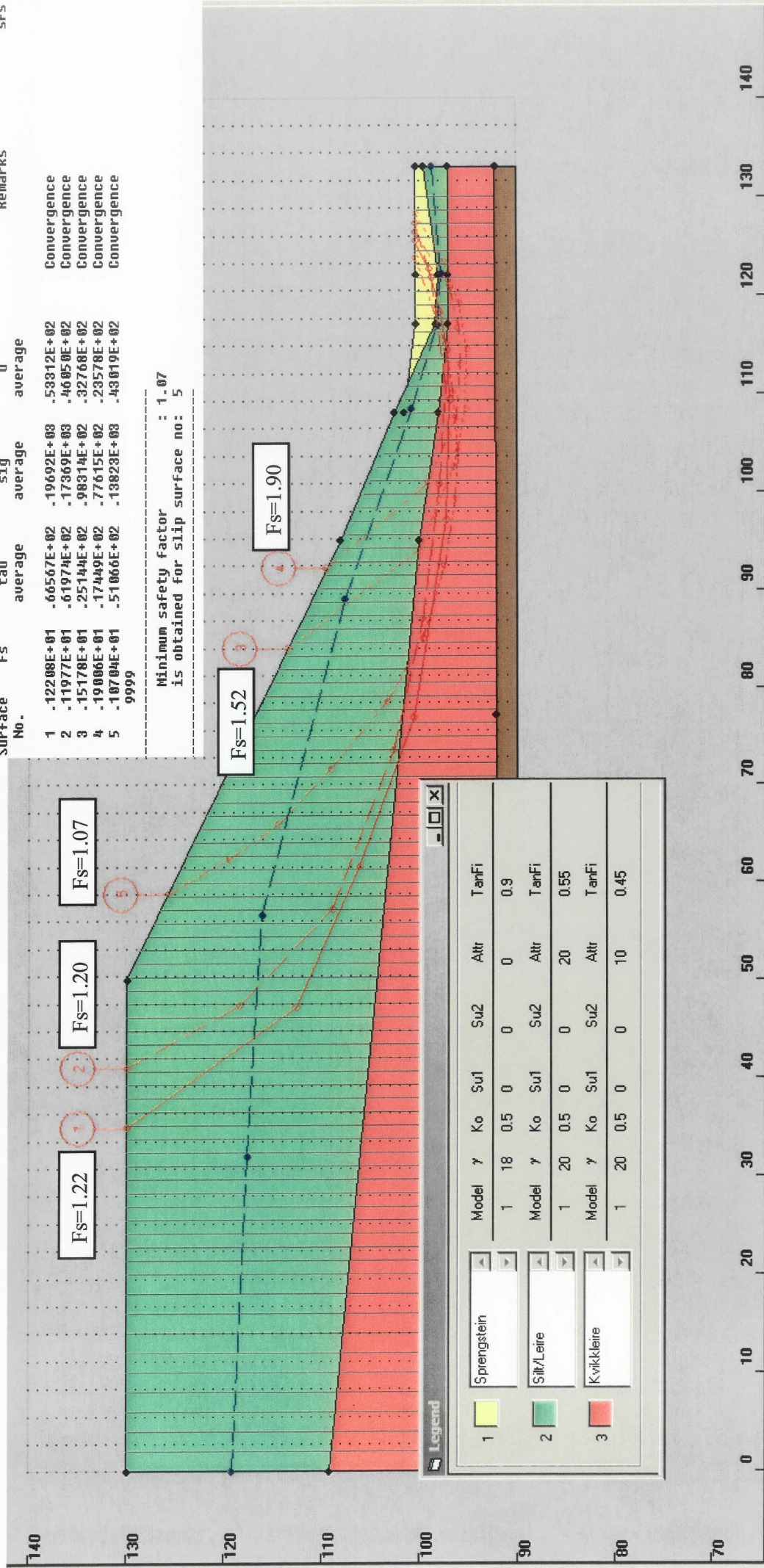
**KNIPPET, MERÅKER**  
**STABILITET AV SKRÅNING**  
**PROFIL B-B**  
 a-φ ANALYSE  
 OPPFYLING 2 M I DALBUNNEN

Knippet Meråker  
 Profil B MED 2 M FYLING I DALBUNNEN

Summary of the results

Surface No.	Fs	tau average	sig average	u average	Remarks	sFs
1	.12208E+01	.66567E+02	.19692E+03	.53312E+02	Convergence	
2	.11977E+01	.61974E+02	.17369E+03	.46050E+02	Convergence	
3	.15178E+01	.25144E+02	.98314E+02	.32768E+02	Convergence	
4	.19006E+01	.17449E+02	.77615E+02	.23578E+02	Convergence	
5	.10704E+01	.51066E+02	.13823E+03	.43019E+02	Convergence	

Minimum safety factor : 1.07  
 is obtained for slip surface no: 5





**KNIPPET, MERÅKER  
STABILITET AV SKRÅNING  
PROFIL E-E  
a-φ ANALYSE**

