

Rapport

Oppdragsgiver: **NVE Region Midt-Norge**

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

Emne: **Geotekniske undersøkelser
Forbygningsvurdering**

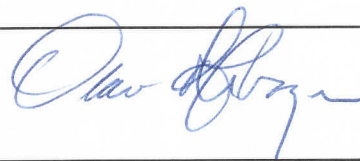
Dato: **7. juli 2007**

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 sydover mot Flotten/Sandstad.

Det er registrert udrenert skjærstyrke i kvikkleira mellom 20 og 40 kN/m². Overliggende leire er fast med målt udrenert skjærstyrke i området 40-70 kN/m².

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
γ [kN/m ³]	20	20	18
$\tan\phi$	0.55	0.45	0.9
a [kN/m ²]	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.

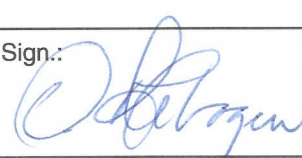
Arkivreferanser:

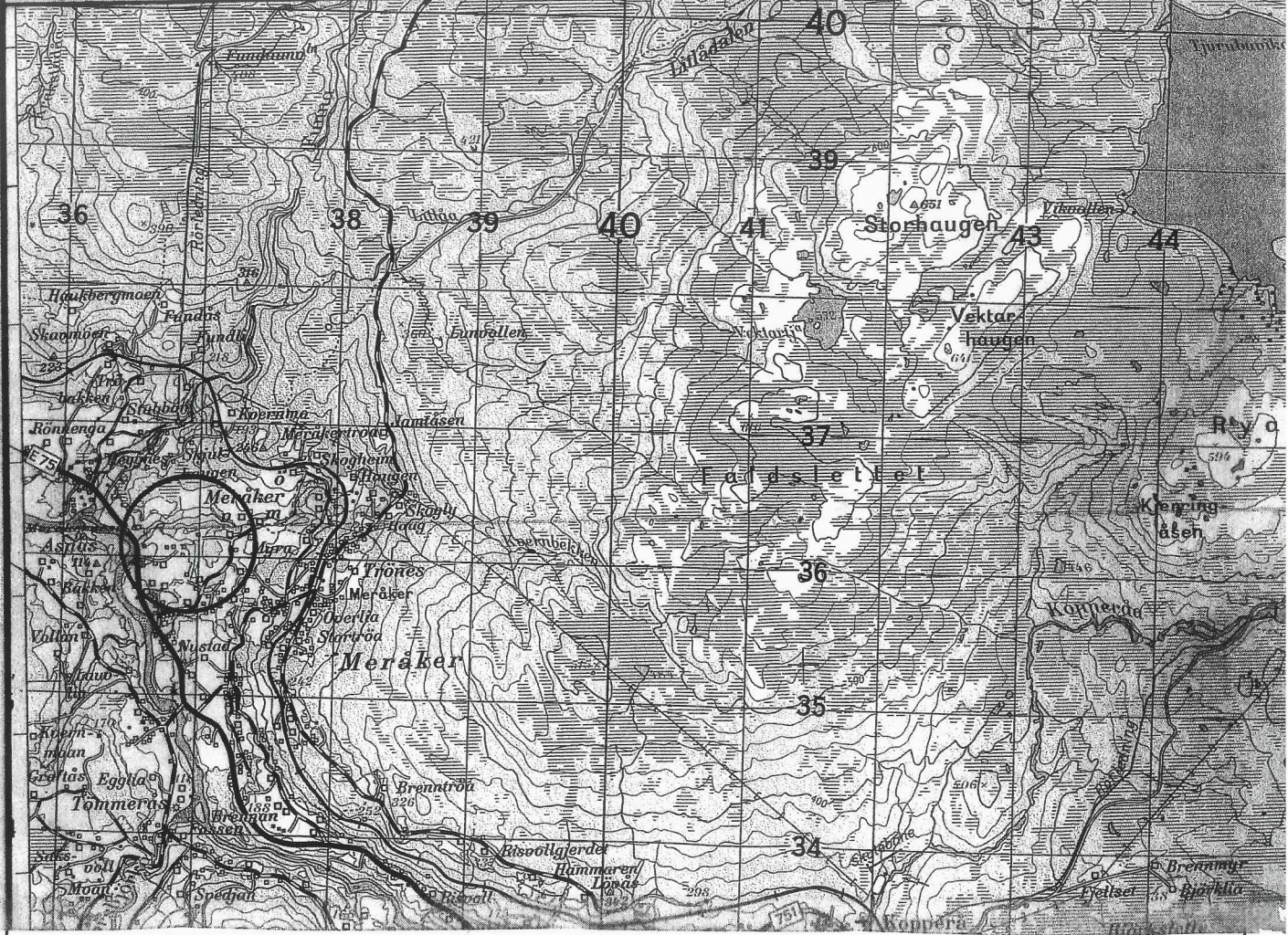
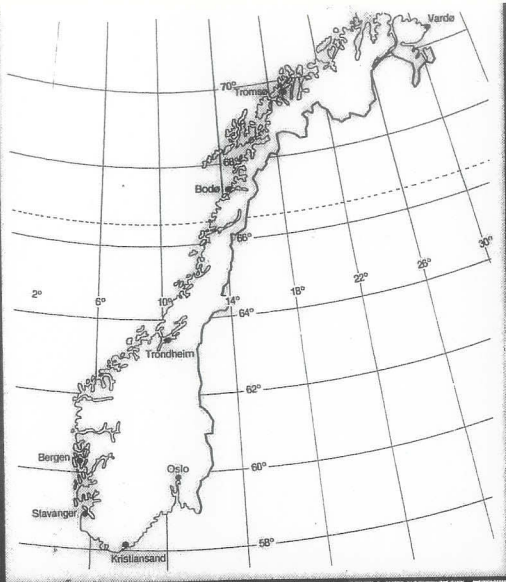
Fagområde:	Geoteknikk		
Stikkord:	Leire, kvikkleire, erosjon, forbygning		
Land/Fylke:	Nord-Trøndelag	Kartblad:	1721 I
Kommune:	Meråker	UTM koordinater, Sone:	32V
Sted:	Knippet og Merakernes	Øst: 6369	Nord: 70361

Distribusjon:

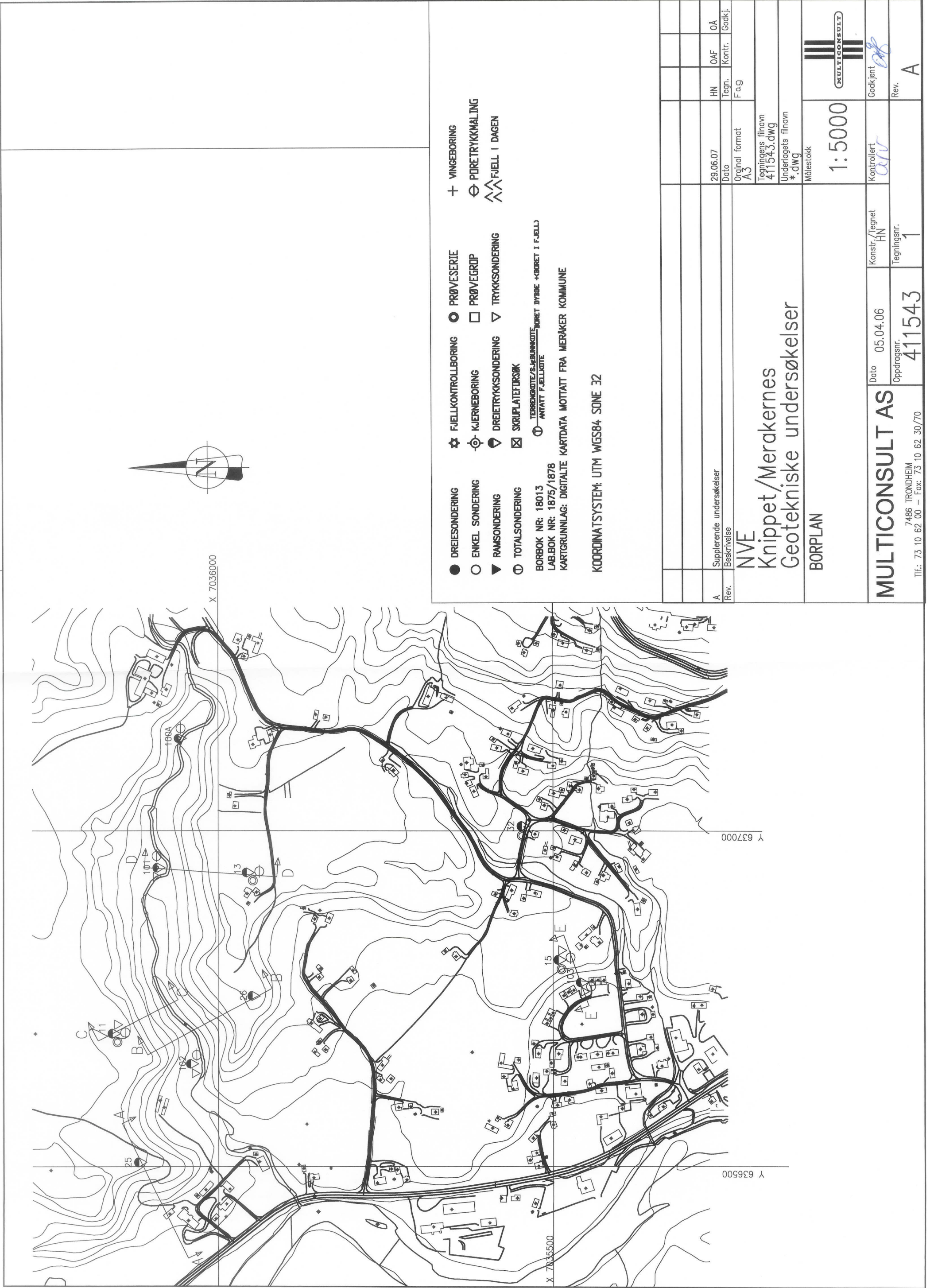
- Begrenset (Spesifisert av Oppdragsgiver)
 Intern
 Fri

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.
	NVE	Original format	Fag		
	Knippet	Tegningens filnavn			
	Meråker	Underlagets filnavn			
	OVERSIKTSKART	Målestokk			
		1: 50000			
MULTICONSULT AS		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/SJERUNNOTE
- ⊕ ANTATT FJELLET

BOROK NR: 18013
 LAB.BOK NR: 1875/1878
 KARTGRUNNLAG: DIGITALTE KARTDATA MOTTATT FRA MERAKER KOMMUNE

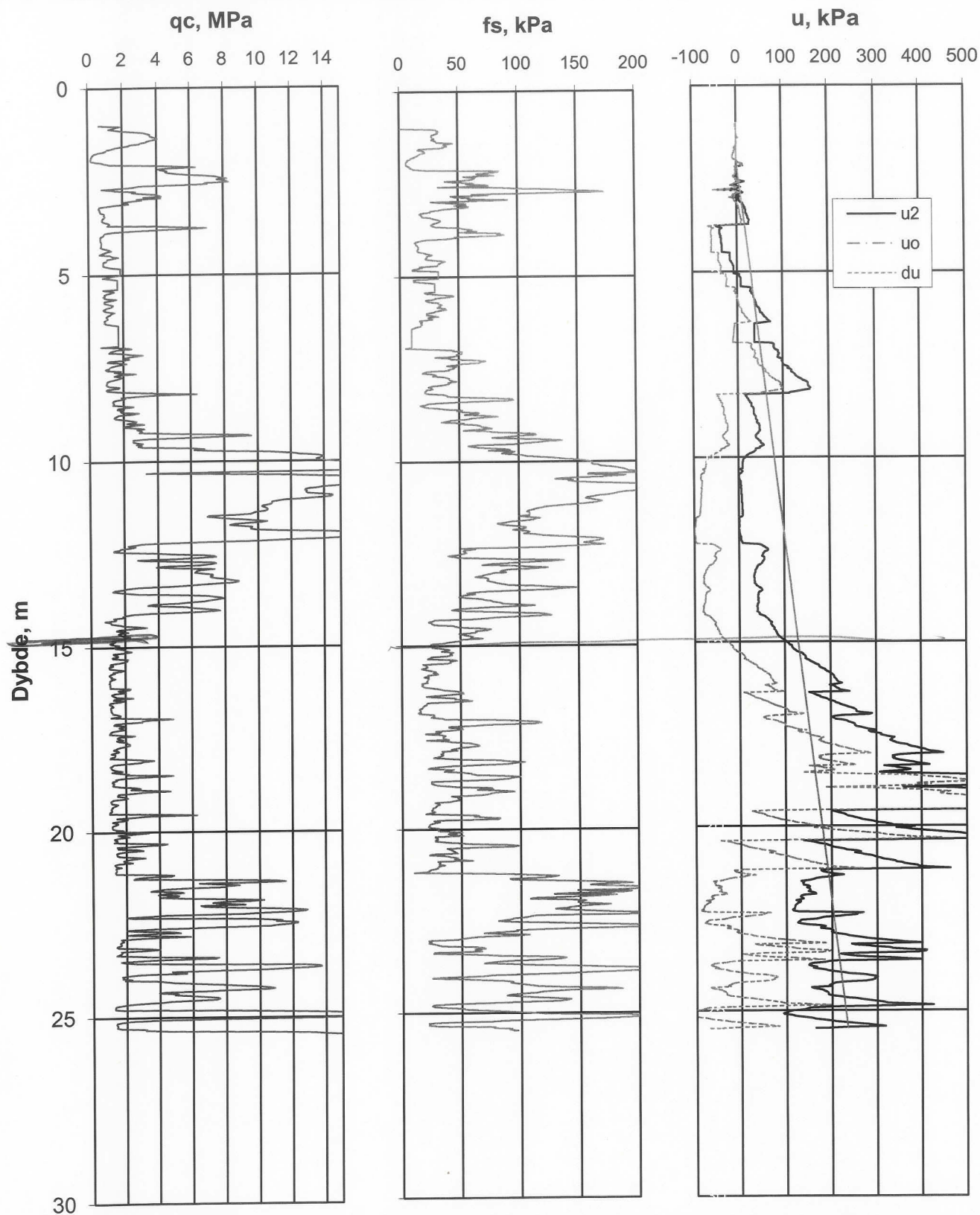
KOORDINATSYSTEM: UTM WGS84 SONE 32

- PRØVESERIE
- PRØVEGRUPP
- ▽ TRYKKSONDERING
- ⊕ VINGEBORING
- ⊖ PORETRYKKBALING
- ⚠ FJELL I DAGEN

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	411543.dwg		
	Geotekniske undersøkelser	Underlagets filnavn	*.dwg		
	BORPLAN	Målestokk	1:5000		
	MULTICONSULT AS	Dato	05.04.06		Konstr./Tegnet
	7486 TRONDHEIM	Oppdragsnr.	411543		Tegningsnr.
	Tlf: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70				1
					A



Godkjent
 Rev.



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

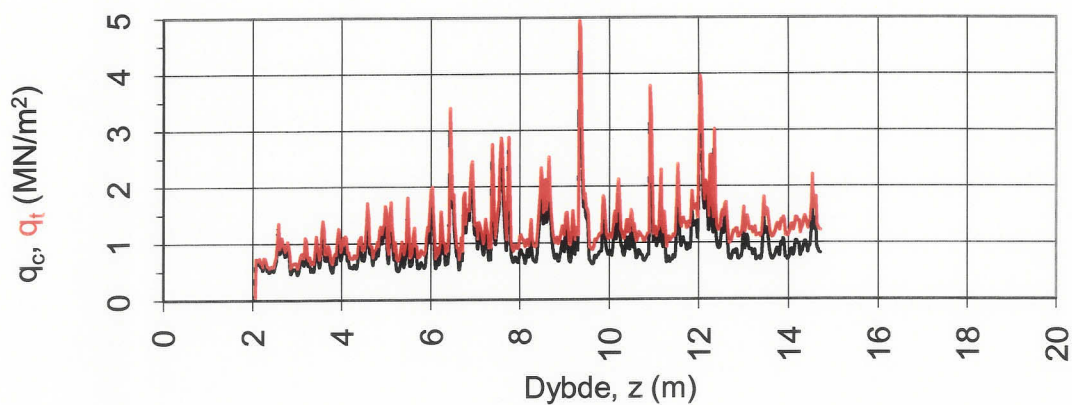
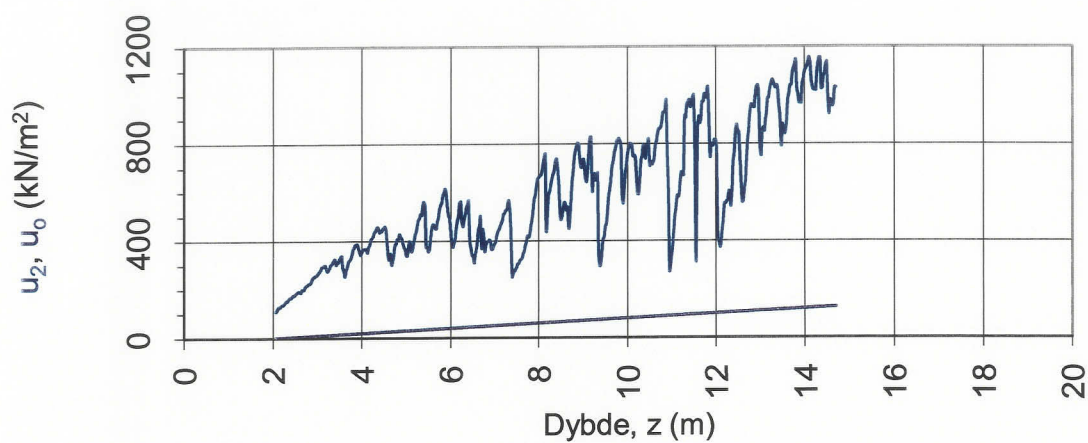
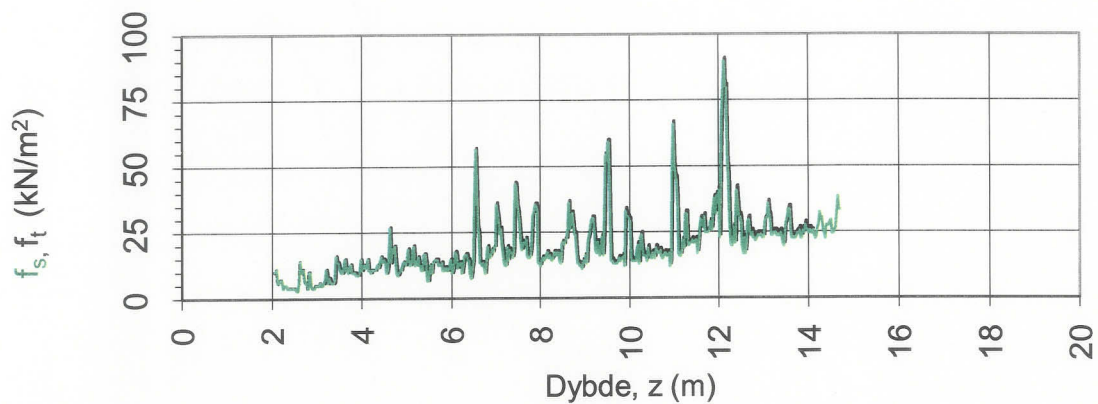
OPPDRAG NR.

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

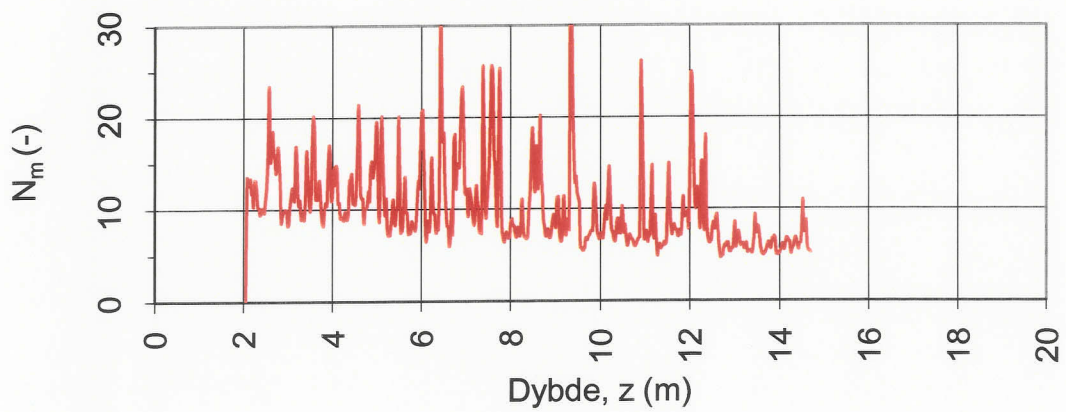
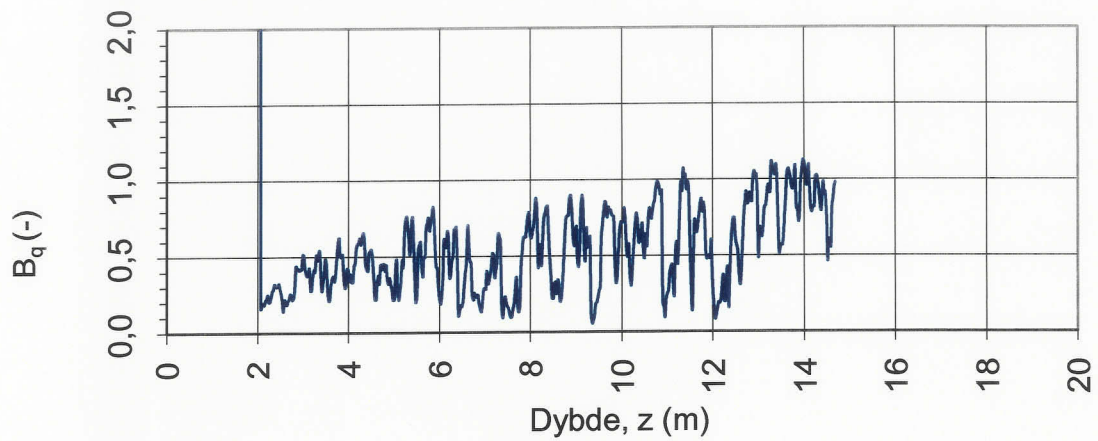
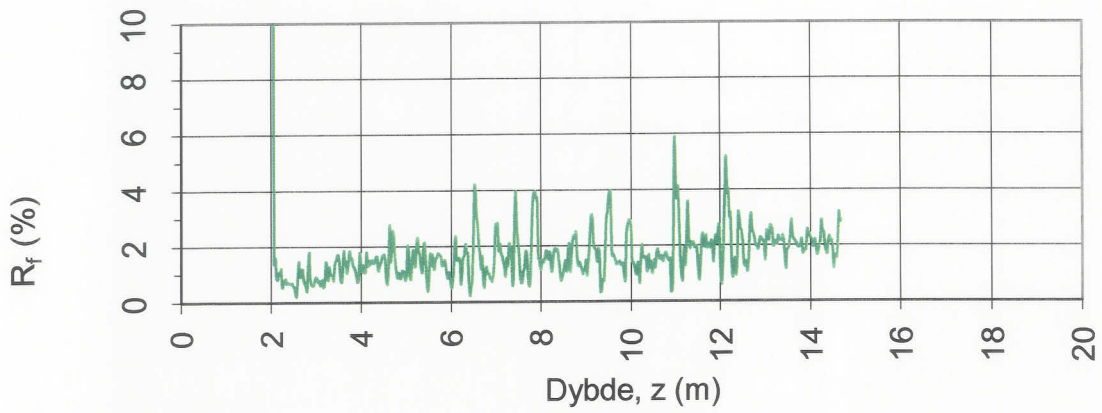
Godkjent: OAA


Oppdrag nr.: 411543

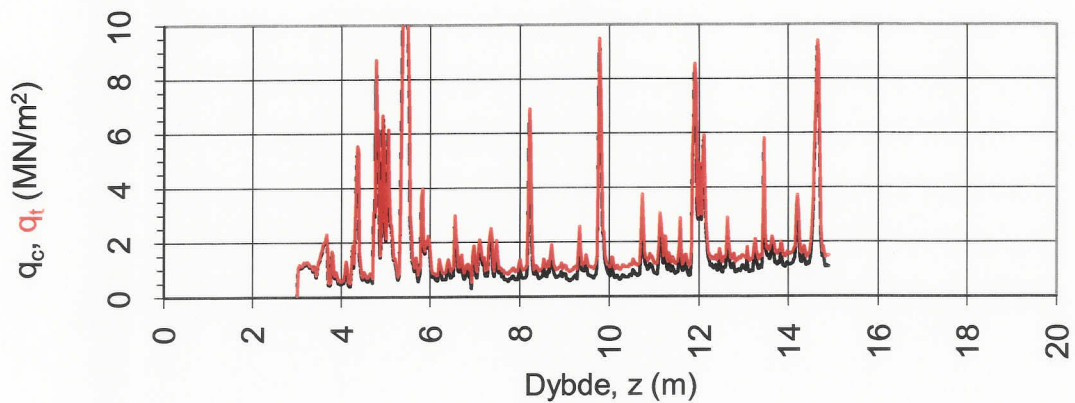
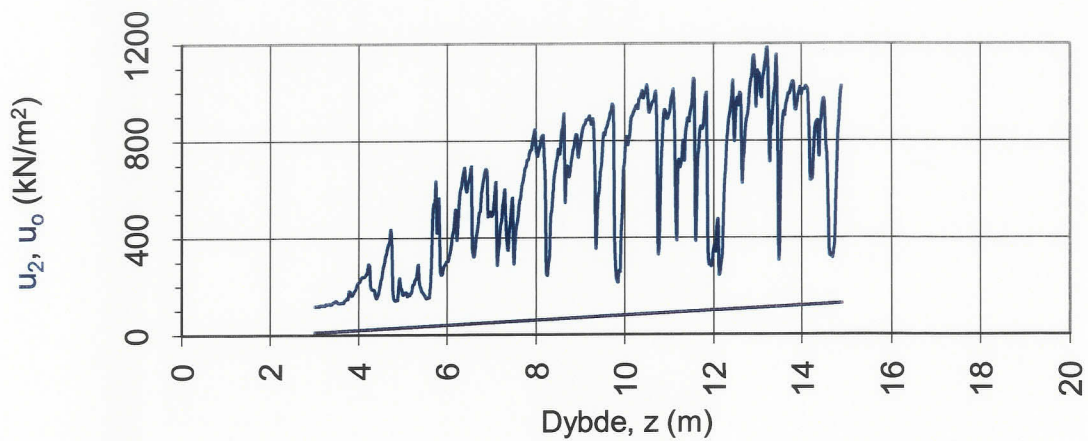
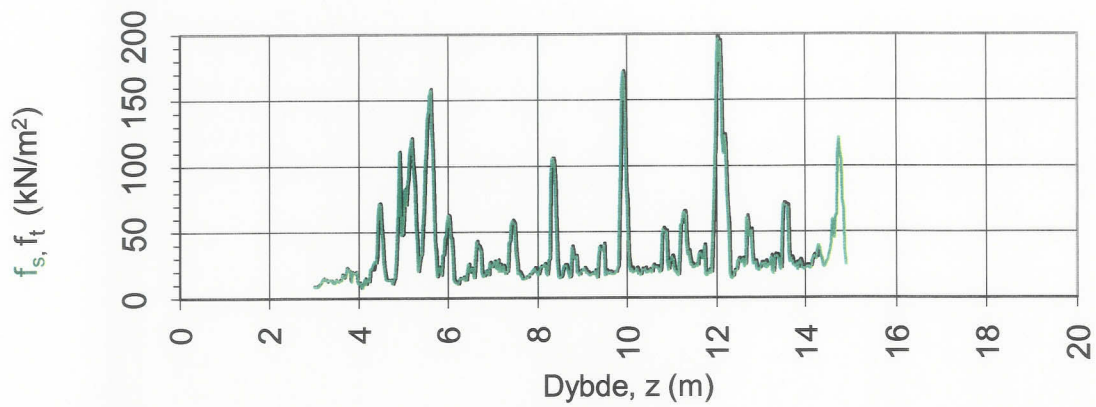
Tegning nr.: 28

Programrevisjon: 24.05.2007

Revisjon: 1



Knippet/ Merakernes, Meråker NVE			Teaninaens filnavn:					
Spissmotstandstall, poretrykks- og friksjonsforhold.								
CPTU id.:	101							
MULTICONSULT AS	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

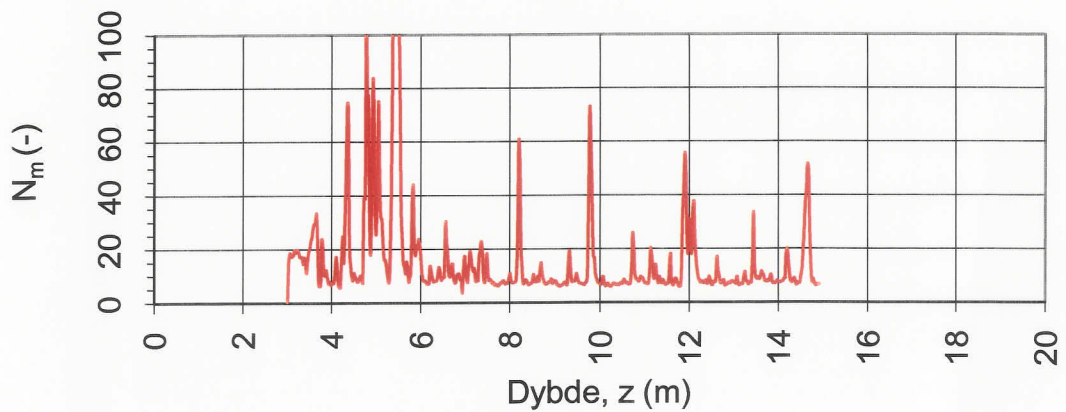
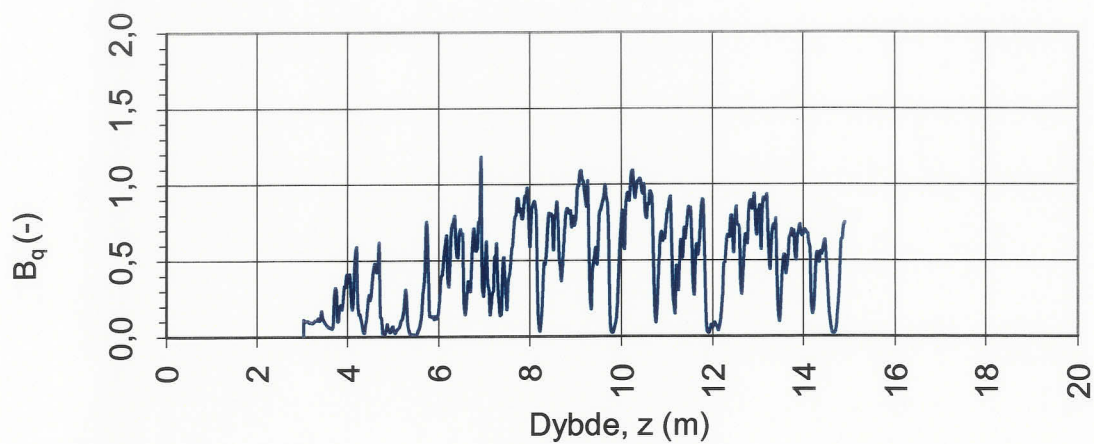
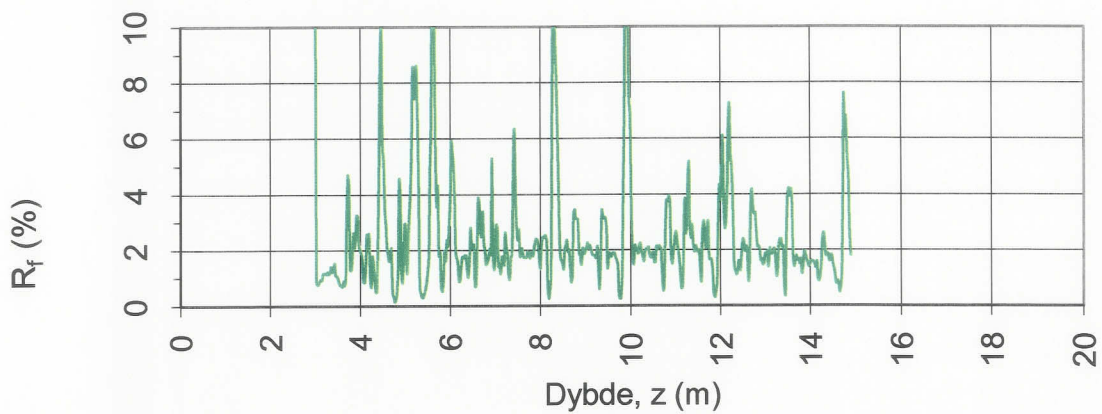
Godkjent: OAA

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

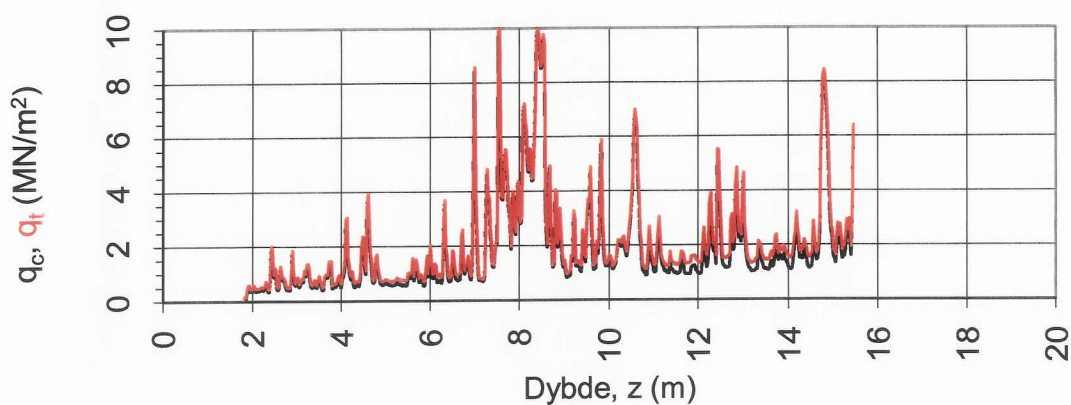
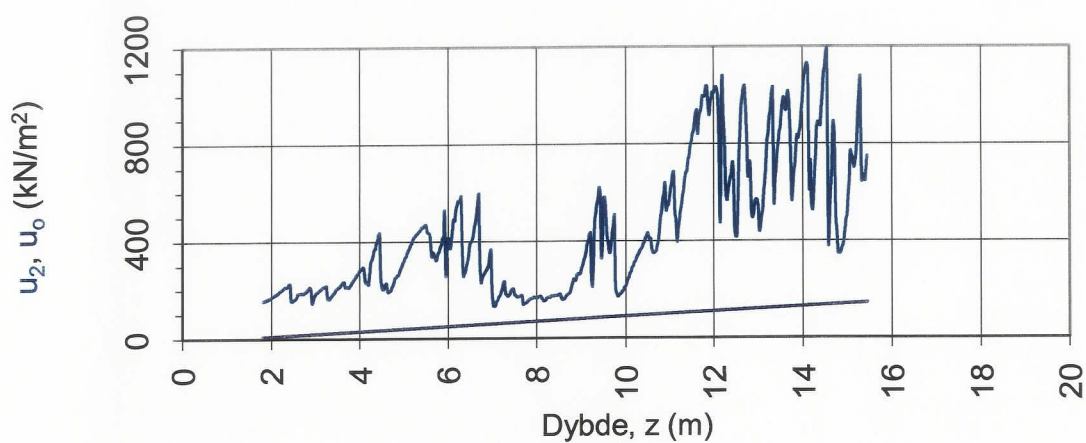
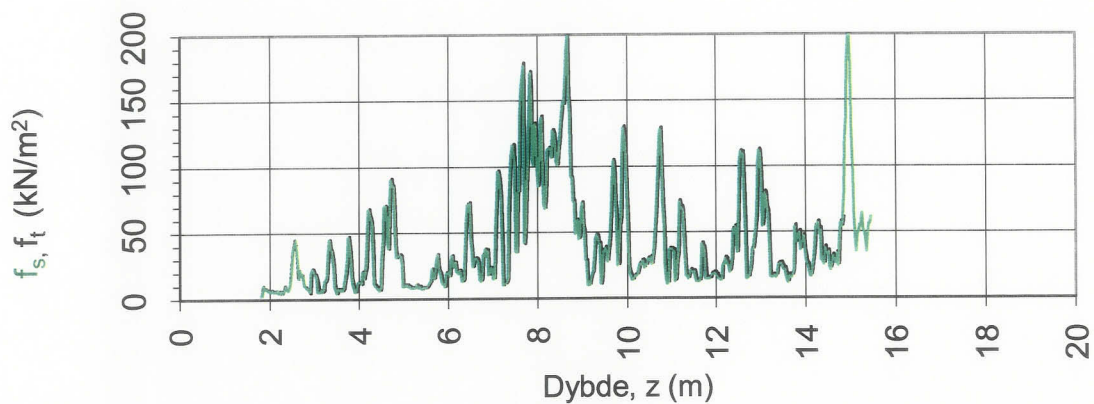
Godkjent: OAA

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

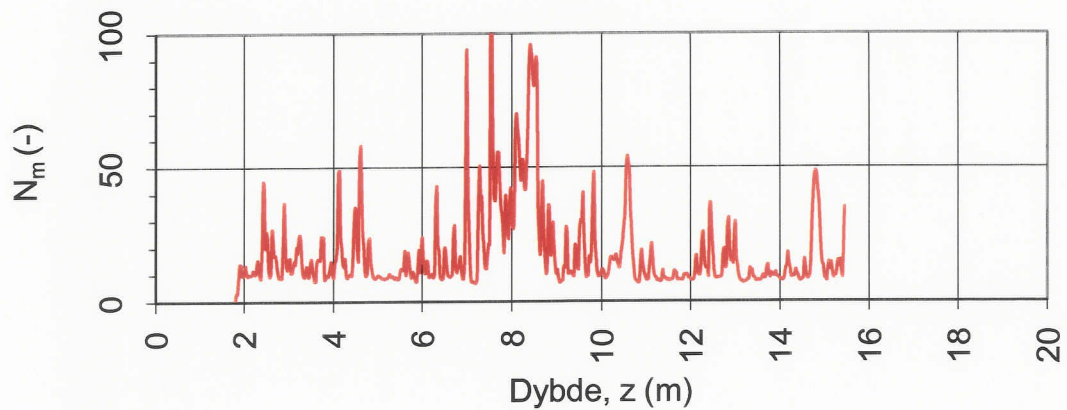
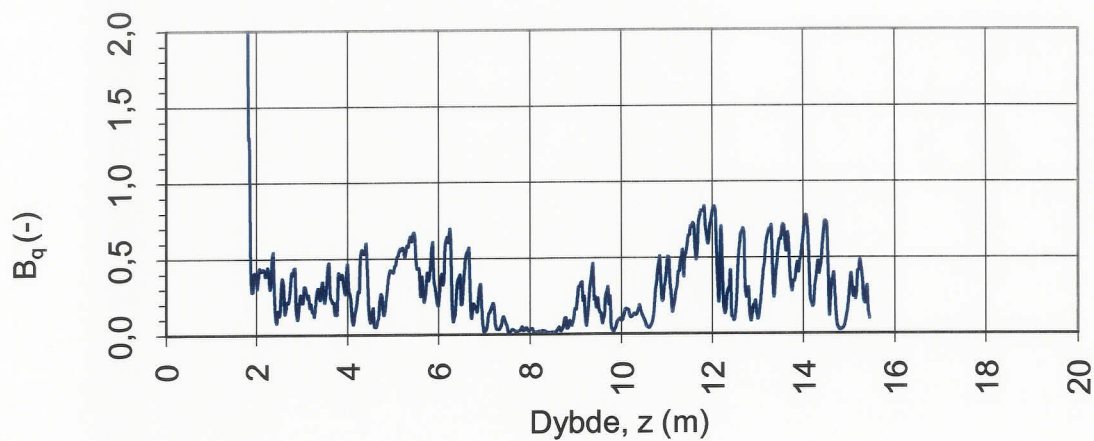
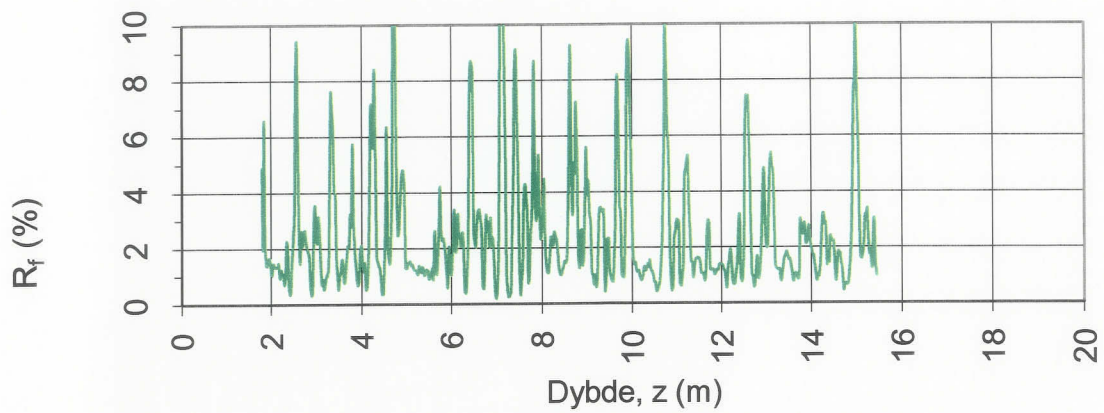
Godkjent: OAA

Oppdrag nr.: 411543

Tegning nr.: 32

Programrevisjon: 24.05.2007

Revisjon: 1



Knippet/ Merakernes, Meråker NVE

Tearinaens filnavn:

Spissmotstandstall, poretrykks- og friksjonsforhold.



CPTU id.: 103

MULTICONSULT AS

Dato: 18.06.2007

Tegnet: EriT

Kontrollert: HN

Godkjent: OAA

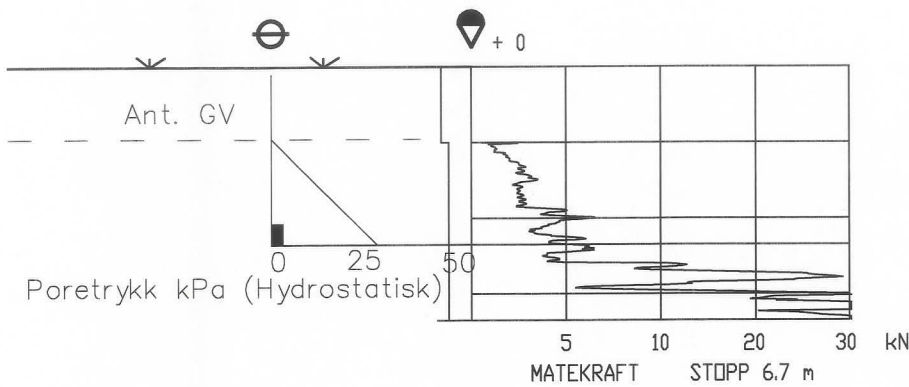
Oppdrag nr.: 411543


Tegning nr.: 33

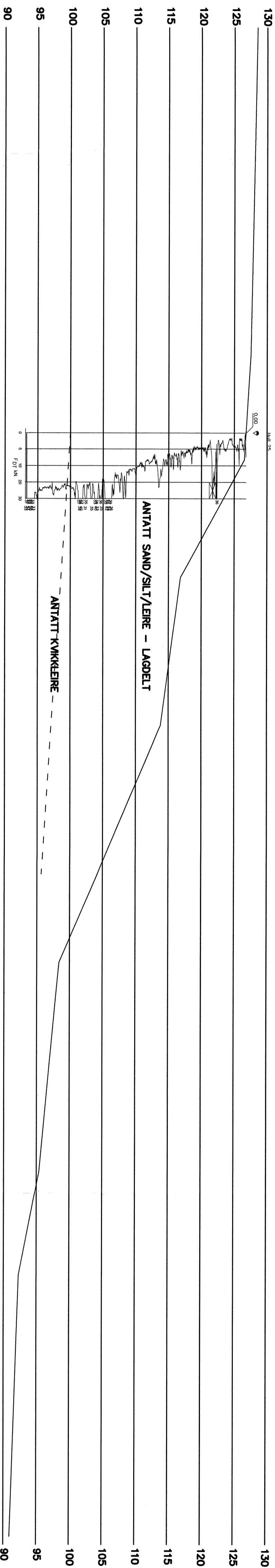
Programrevisjon: 24.05.2007

Rev.: 1

100A



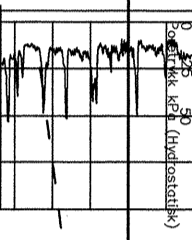
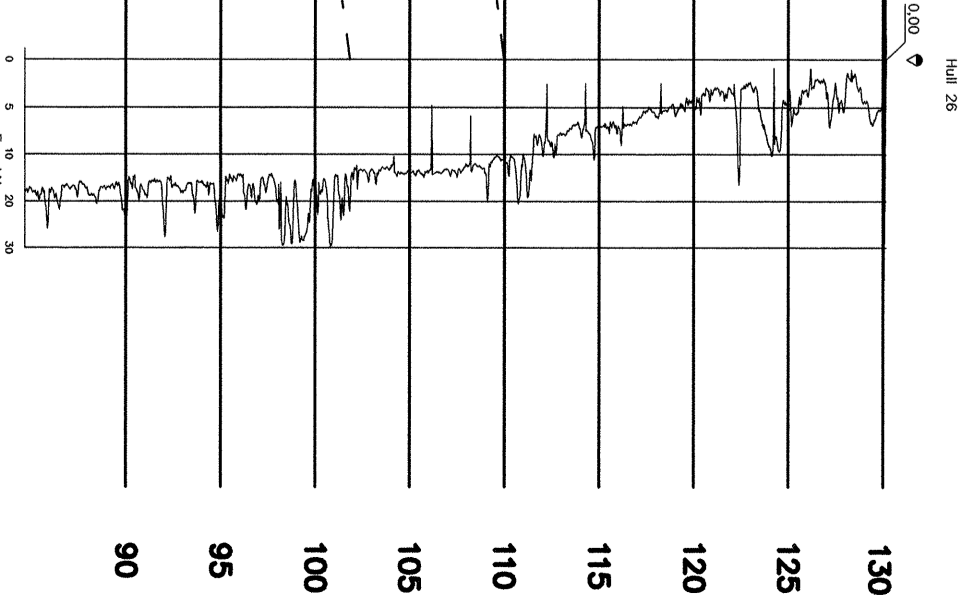
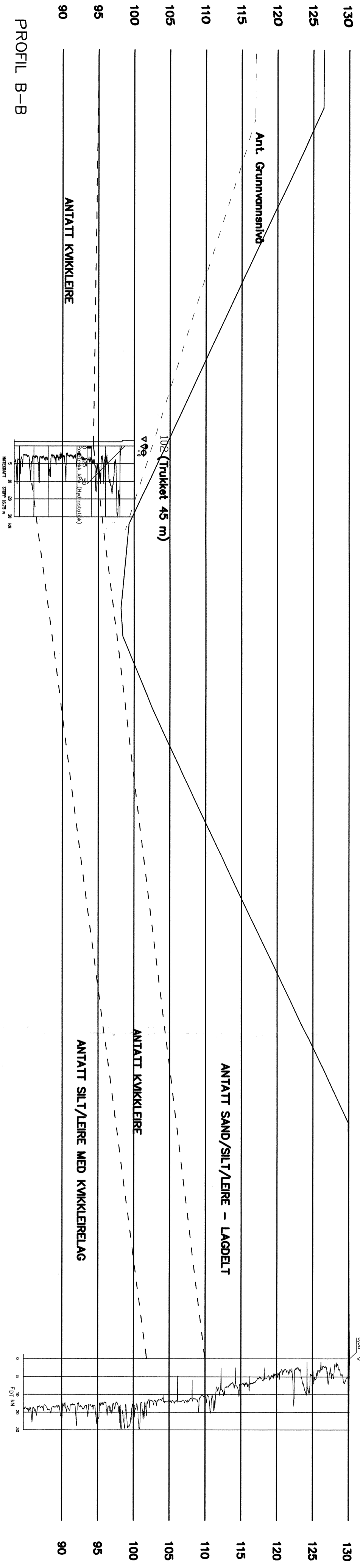
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE Region Midt-Norge Knippet/Merakernes-Kvikkleiresoner Geotekniske undersøkelser	Original format A4	Fag		
		Tegningens filnavn 411543.dwg			
		Underlagets filnavn *.dwg			
	UTSKRIFT SONDERINGER DREIETRYKKSONDERINGER Boring 100A	Målestokk 1:200			
MULTICONSULT AS		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)

A		Supplerende undersøkelser		29.06.07		HN		OAF		OA	
Rev.	Beskrivelse	Dato	Original format	Tegn.	Kont.	Code					
	NVE Region Midt-Norge Knipet/Merkernes-Kvikkleiresoner Geotekniske undersøkelser	29.06.07	A3-L				Tegningens filnavn 411543.dwg				
PROFIL A-A		Underlagets filnavn *.dwg		Målestokk		1:400					
MULTICONSULT AS		Dato	7.04.06	Konstr./Tegn.	HN	Kontrollert					
Oppdragsnr.		411543	Tegningsnr.	100	Rev.	A					



Rev.	A	Supplerende undersøkelser	29.06.07	HN	0AF	0A
		Bestyrrelse	Date	Legn.	Kont.	Codek.
		NVE Region Midt-Norge	Original formot	Tegningens filnavn		
		Knippet/Merkeres - Kvikkleiresoner	A3-L	411543.dwg		
		Geotekniske undersøkelser	*.dwg	Underlagets filnavn		
		PROFIL B-B	Målestokk	1:400		

MULTICONSULT AS

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

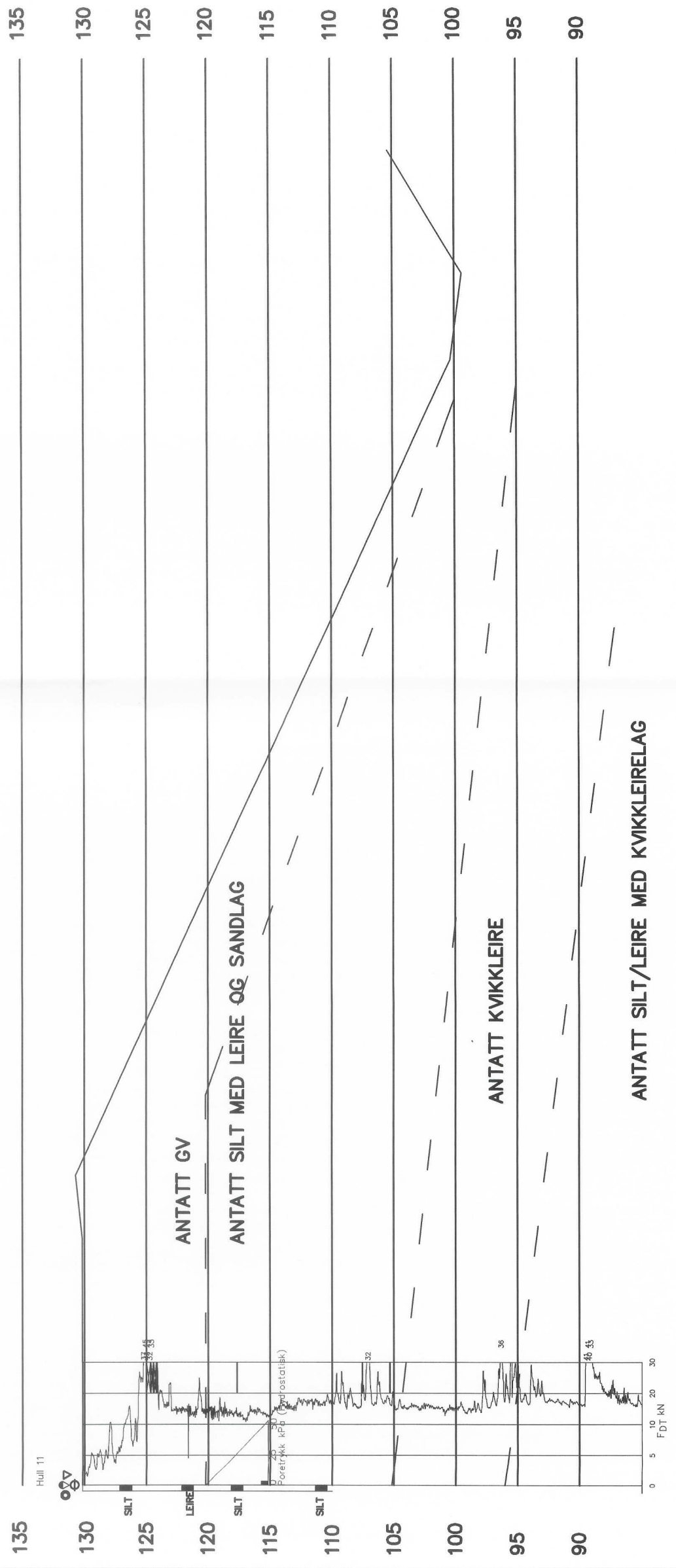
Date: 7.04.06
 Oppdragsnr.: 411543

Konstr./Tegnet: HN
 Tegningsnr.: 101

Kontrollert: *[Signature]*

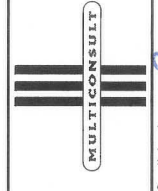
Codekant: *[Signature]*

Rev.: A



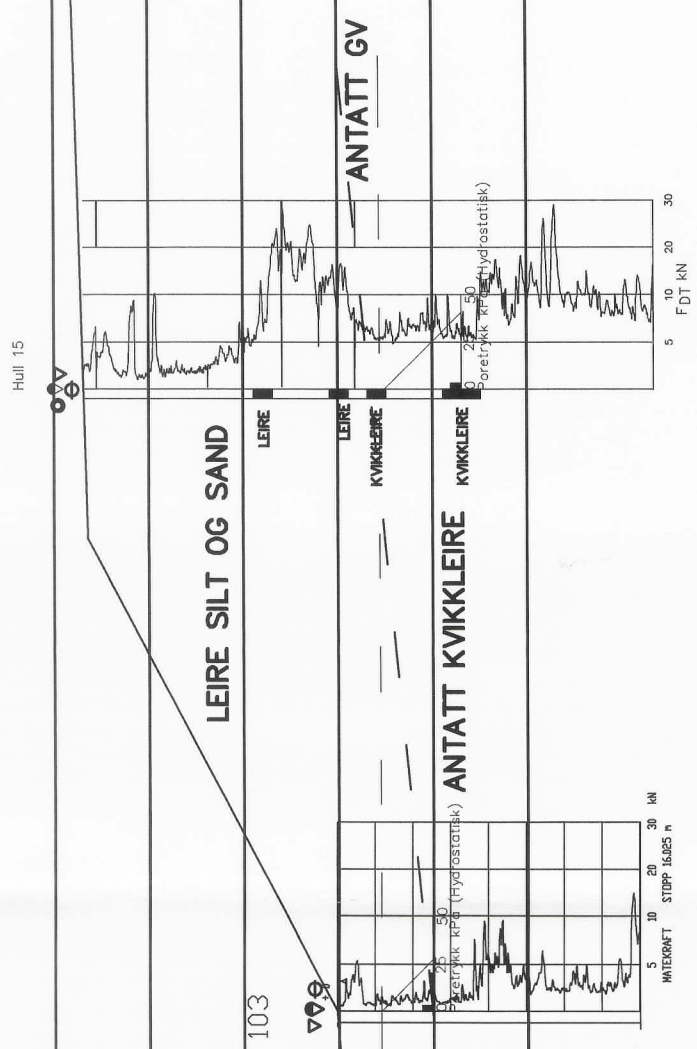
PROFIL C-C

A		Supplerende undersøkelser		HN	OAF	OA
Rev.		Beskrivelse		Tegn.	Kontr.	Godkj.
		NVE Region Midt-Norge Knippet/Merakernes-Kvikkleiresoner Geotekniske undersøkelser		Original format A3	F.o.g	
		PROFIL C-C		Tegnings filnavn 411543.dwg		
				Underlagets filnavn *.dwg		
				Målestokk		
				1:400		
				Konstr./Tegnet	Godkjent	
				HN	OAF	
				Tegningsnr.		
				102		
				Rev.		
				A		
MULTICONSULT AS			Date		05.04.06	
7486 TRONDHEIM			Oppdragsnr.		411543	
Tlf.: 73 10 62 00 – Fax: 73 10 62 30/70						



135
130
125
120
115
110
105
100
95
90

135
130
125
120
115
110
105
100
95
90



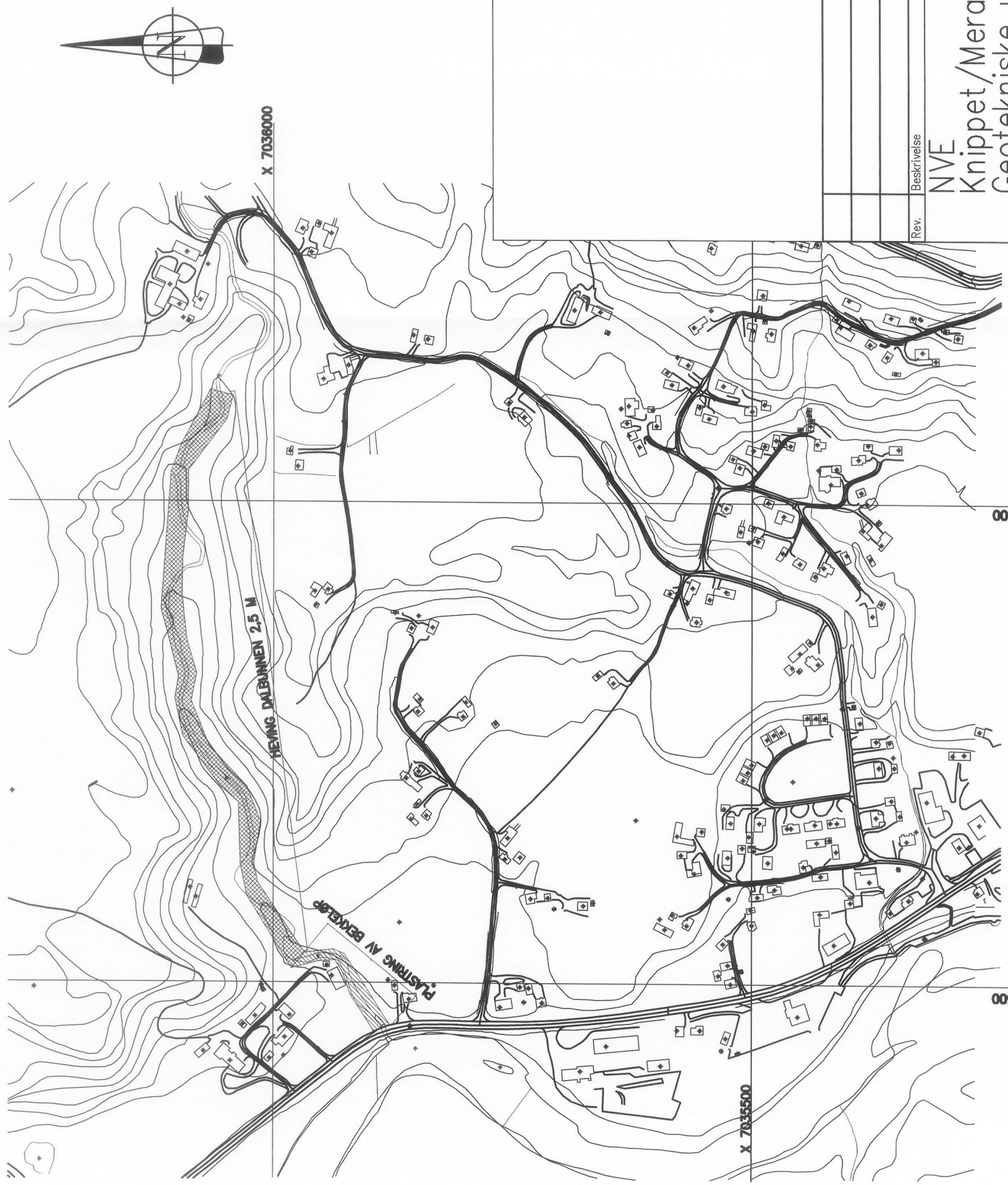
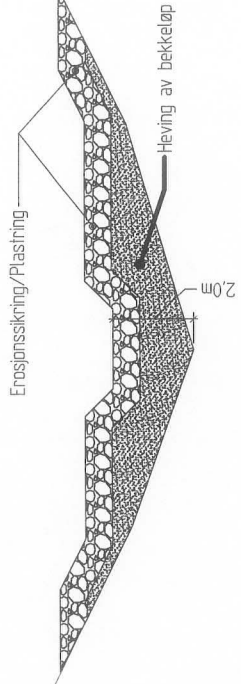
PROFIL E-E

A		Supplerende undersøkelser	29.06.07	HN	OAF	OA	
Rev.		Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.	
NVE Region Midt-Norge Knippet/Merakernes-Kvikkleiresoner Geotekniske undersøkelser			Original format A3	Følg			
PROFIL E-E			Tegnings filnavn 411543.dwg				
			Underlagets filnavn *.dwg				
			Målestokk 1:400				
MULTICONSULT AS		Dato	7.04.06	Konstr./Tegnet	HN		
7486 TRONDHEIM		Oppdragsnr.	411543	Tegningsnr.	104		
Tlf.: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70						Rev.	A



Godkjent

Prinsippforslag
sikring av bekkeløp

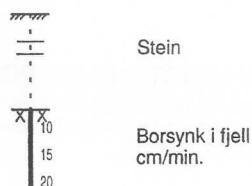
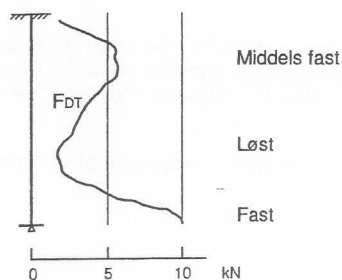
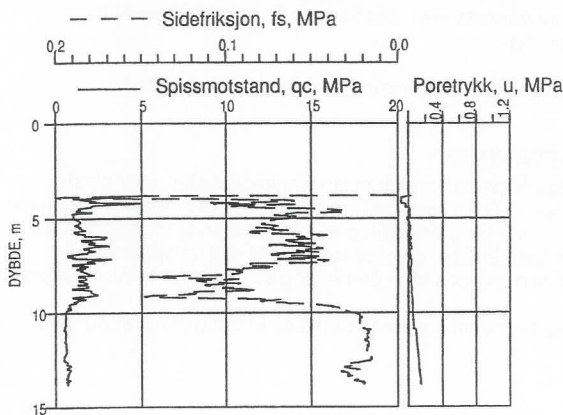
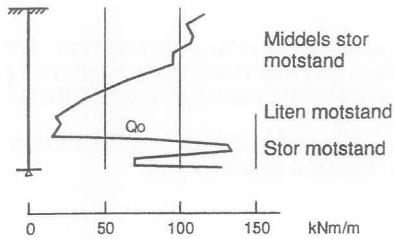
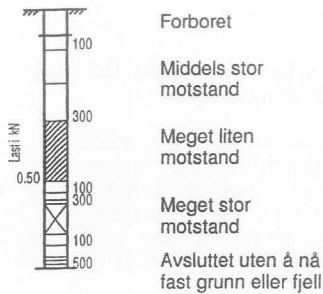


Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE		Fa.9		
	Knippet/Merakernes	Tegningens filnavn			
	Geotekniske undersøkelser	411543.dwg			
	PLAN FORBYGNING	Underlagets filnavn			
		*.dwg			
		Målestokk			
		1:5000			
		Kontrollert			
		HN			
		Konstr./Tegnet			
		500			
		Oppdragsnr.			
		411543			
		Dato			
		04.07.07			
		Godkjent			
		Rev.			



MULTICONSULT AS

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



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 (Qo) pr. m neddriving.

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

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 sonder-spiss. Borstangen presses ned med konstant hastighet 3 m/min. og konstant dreihastighet 25 omdr./min.

Nedpressingskraften FDT registreres automatisk og angis i kN.

FJELLKONTROLLBORING

Utføres med skjøtbare stenger (45 mm) og med 57 mm bor-krone. Det benyttes hydraulisk slagborhammer med vann-spyling. 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.

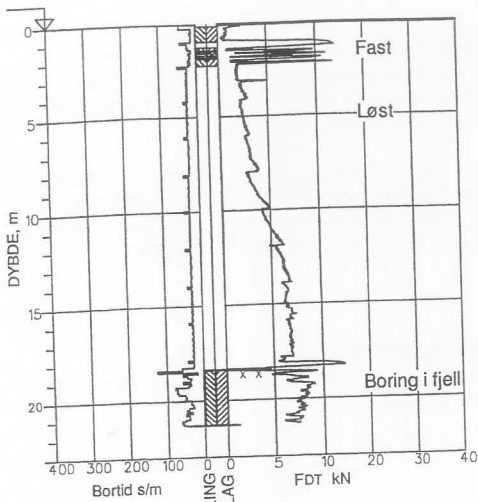
Kontrollert JAF

1

Godkjent O. Bar

Rev.

D

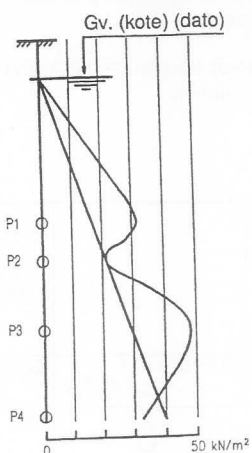
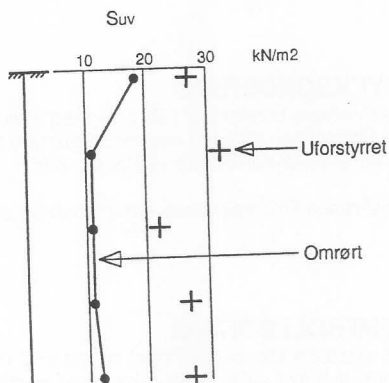


Kjerneboring i fjell



Opptegning i profiler

Resultater av laboratorieundersøkelser 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 og bortid vises på venstre side.



KJERNEBORING

Utføres med borstenger med et ca. 3 m langt kjerneør med diamantkroner nederst. Når kjerneørret 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 påsveisert 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 vingekor (normalt 65x130 mm) presses ned i jorden (leiren) og dreies rundt samtidig som dreiemomentet blir målt. Udrenert skjærstyrke (Suv kN/m²) 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.

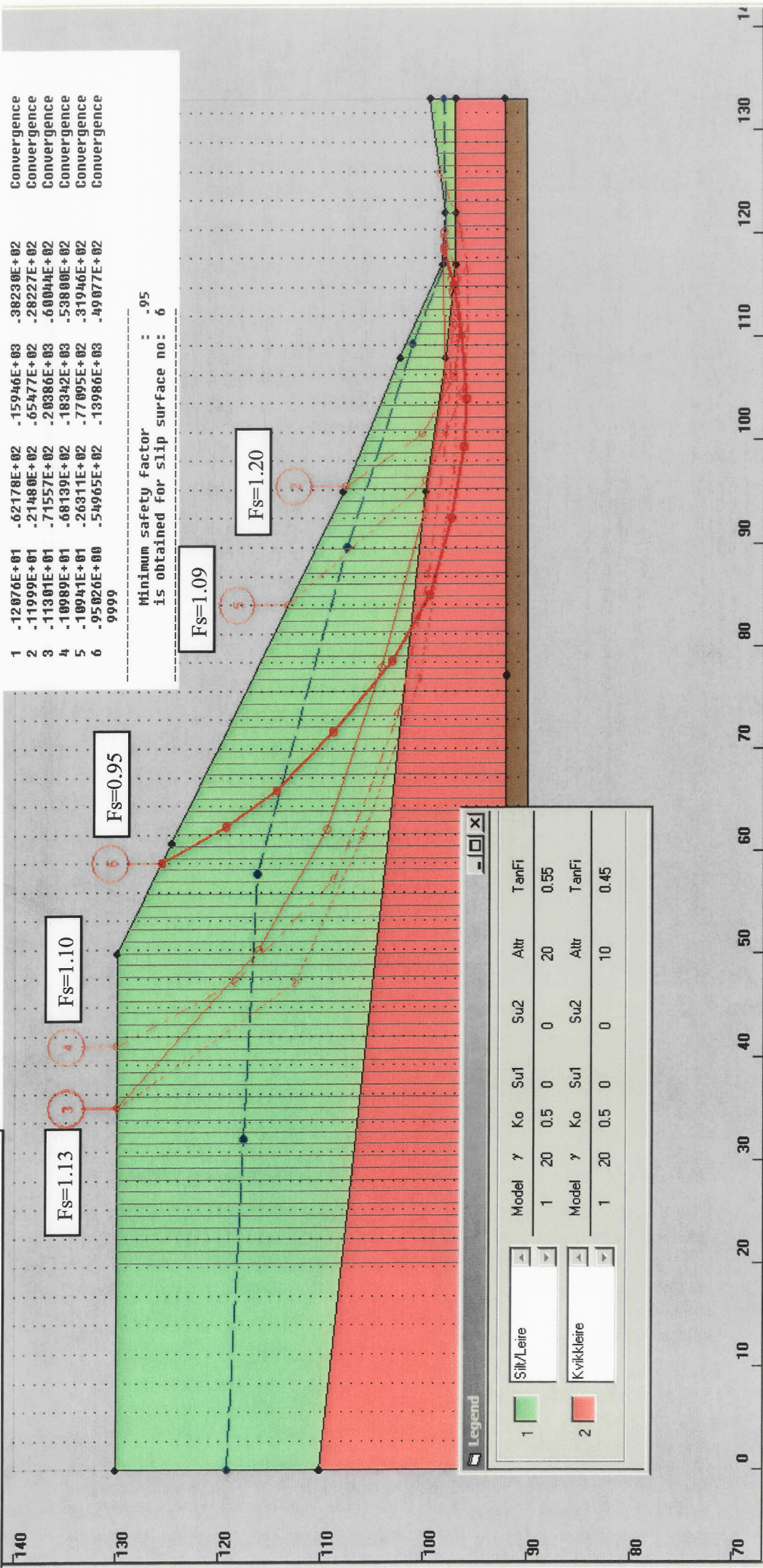
**KNIPPET, MERÅKER
STABILITET AV SKRÅNING
PROFIL B-B
a-φ ANALYSE
GV I TERRENG DALBUNN**

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

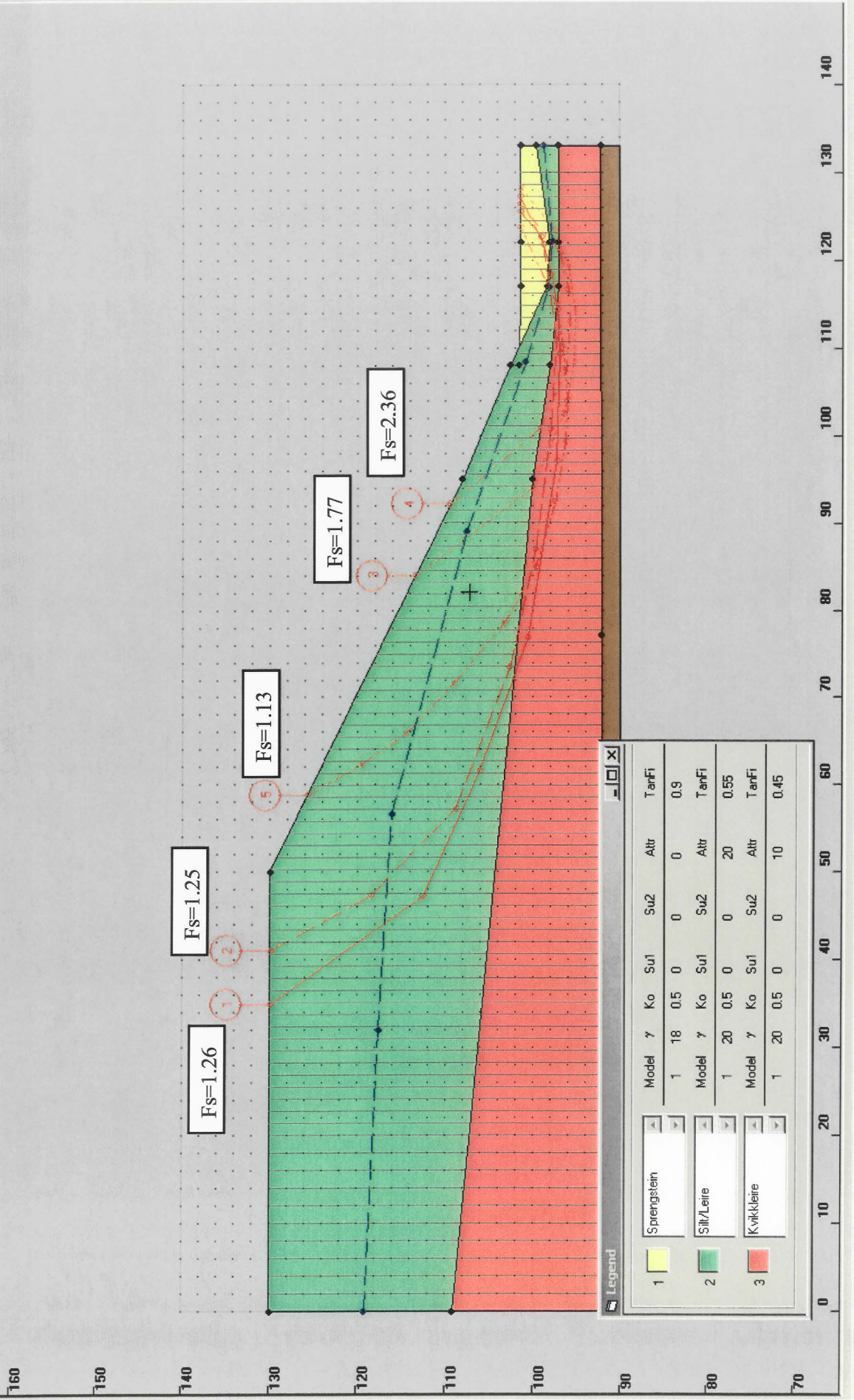
- 1 Silt/Leire
- 2 Kvikkleire

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

Model	γ	Ko	Su1	Su2	Altr	TanFi
1	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



Fs=1.26

Fs=1.25

Fs=1.13

Fs=1.77

Fs=2.36

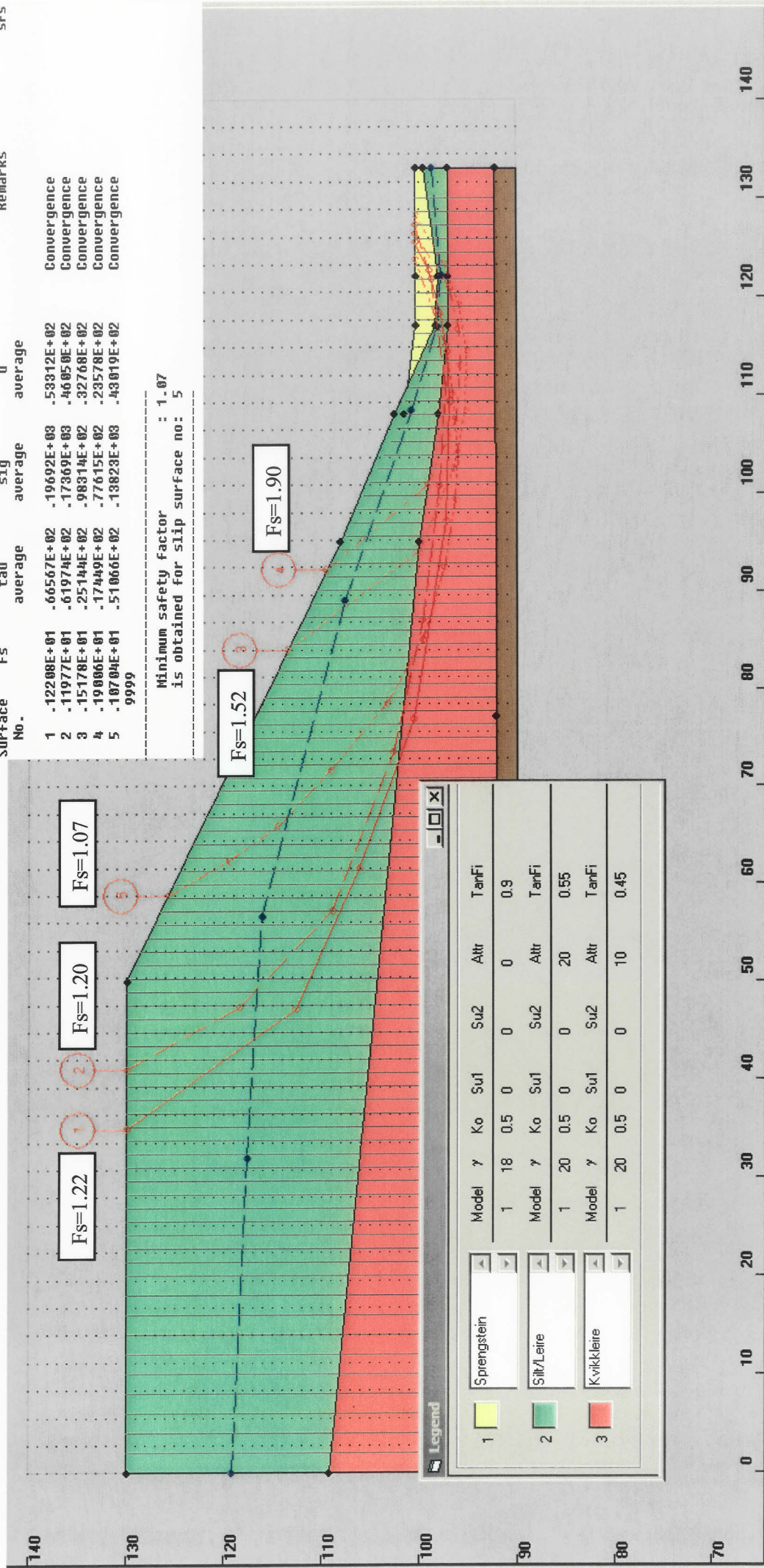
KNIPPET, MERÅKER
STABILITET AV SKRÅNING
PROFIL B-B
 a-φ ANALYSE
OPPFYLING 2 M I DALBUNNEN

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	

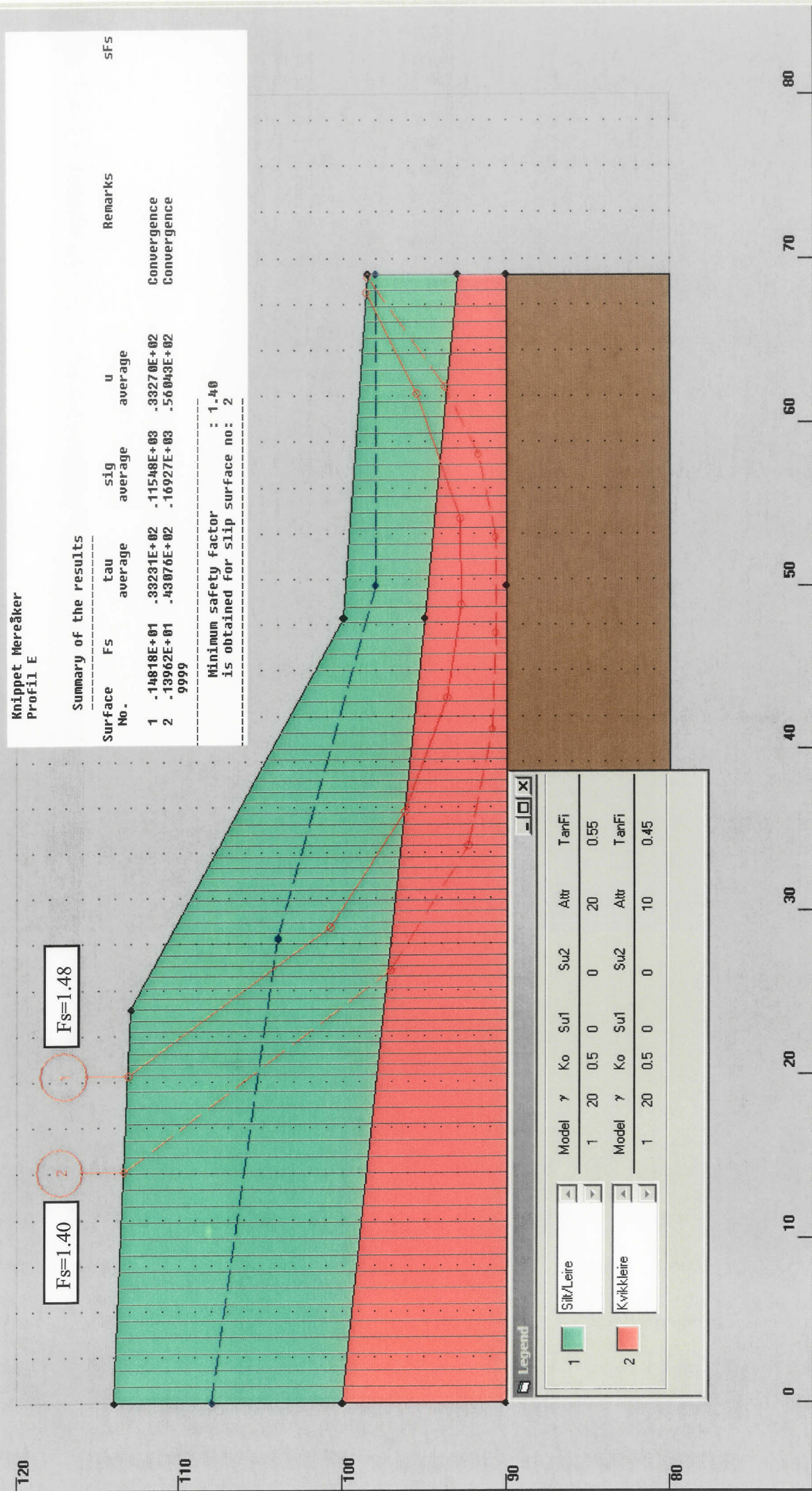
Minimum safety factor : 1.07
 is obtained for slip surface no: 5



Legend

1	Sprengstein	Model	γ	Ko	Su1	Su2	Attr	TanFi
		1	18	0.5	0	0	0	0.9
2	Silt/Lera	Model	γ	Ko	Su1	Su2	Attr	TanFi
		1	20	0.5	0	0	20	0.55
3	Kvikkleire	Model	γ	Ko	Su1	Su2	Attr	TanFi
		1	20	0.5	0	0	10	0.45

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



Knippet Meråker
Profil E

Summary of the results

Surface No.	Fs	tau average	sig average	u average	Remarks
1	.14818E+01	.33231E+02	.11548E+03	.33270E+02	Convergence
2	.13962E+01	.43076E+02	.16927E+03	.56043E+02	Convergence

Minimum safety factor
is obtained for slip surface no: 2

Legend

1	Silt/Leire	Model	γ	Ko	Su1	Su2	Attr	TanFi
		1	20	0.5	0	0	20	0.55
2	Kvikkleire	Model	γ	Ko	Su1	Su2	Attr	TanFi
		1	20	0.5	0	0	10	0.45