

Rapport

Oppdragsgiver: **NVE Region Midt-Norge**

Oppdrag: **Smemobekken, Meråker
Grunnundersøkelser**

Emne: **Geoteknisk vurdering
Forbygningsprosjekt**

Dato: **15. mars 2002**

Rev. - Dato

Oppdrag- /
Rapportnr. **300747 - 1**

Oppdragsansvarlig: **Olav Arbogen**

Sign.: 

Saksbehandler: **Odd Arne Fauskerud**

Sign.: 

Kontaktperson
hos Oppdragsgiver: **Edward Witczak**

Sammendrag:

NVE Region Midt-Norge vurderer et mulig forbygningsprosjekt i Smemobekken (Meråker kommune), og ved bekkens utløp i Stjørdalselva. Noteby AS er engasjert som geoteknisk rådgiver, og har utført grunnundersøkelser i området.

Terrenget i det undersøkte området er sterkt skrånende ned mot Smemobekken og ned mot Stjørdalselva. Nord for elva og bekkeløpet ligger flere gårder og et boligområde.

Det er registrert overflateaktivitet flere steder i dalsidene i bekkedalen. I Stjørdalselvas yttersving er det antatt at elva kan være i ferd med å undergrave eksisterende forbygning.

De utførte undersøkelsene viser at grunnen i området i hovedsak består av lagdelte, marine avsetninger av leire og silt. Leira er kvikk i dybden, og det er registrert til dels store mektigheter med kvikkleire, både i bekkedalen og i skråningen ned mot elva. Over kvikkleira er det registrert lagdelt leire, silt og sand.

Utførte stabilitetsberegninger viser at stabiliteten i de beregnede profilene er anstrengt i dagens situasjon. Dette gjelder spesielt i de bratteste skråningene i bekkedalen, og langs yttersvingen av Stjørdalselva. Den beregningsmessige sikkerheten mot utglidninger som kan blottlegge kvikkleire, og dermed utløse større kvikkleireskred, er betenkelig lav. Det er usikkert hvor store områder som kan trues ved et eventuelt skred. Dette kan imidlertid klarlegges nærmere ved supplerende undersøkelser i området.

Vi tilrår at det iverksettes tiltak i form av avlastning/utslaking i de bratteste dalsidene i bekkedalen, kombinert med en generell heving av bekkebunnen, langs store deler av det undersøkte partiet av Smemobekken.

For å unngå at fortsatt erosjon i Stjørdalselva skal utløse initialras i skråningsfoten, samt for å bedre stabiliteten i elvekanten, tilrår vi at elva legges i et vestligere løp forbi Smemobekken.

Endelig utforming og dimensjonering av tiltak overlates til NVE, men det er ønskelig at endelige planer forelegges oss for uttalelse/kontroll. Vi kan også eventuelt være diskusjonspartner underveis i planleggingen.

Tiltakene, spesielt langs elva, bør prioriteres høyt i sikringssammenheng.

Før tiltakene kommer til utførelse, bør det gjennomføres jevnlig inspeksjoner i ugunstige nedbørsperioder/teeløsning. Dette for å fange opp bevegelser i dagens forbygning, og antydning til glidninger i skråningene.

Innholdsfortegnelse

1.	Innledning.....	3
2.	Utførte undersøkelser	3
2.1	Feltundersøkelser	3
2.2	Laboratorieundersøkelser.....	3
3.	Terreng og grunnforhold.....	4
4.	Beregninger og orienterende geoteknisk vurdering.....	4
4.1	Stabilitet.....	4
4.2	Tiltak (forbygning)	7
5.	Sluttkommentar	9

Tegninger

300747 – 0:	Oversiktskart	M = 1: 50 000
– 1:	Borplan	M = 1: 2 000
– 10:	Geotekniske data PR1 (ved borpunkt 7)	
– 11:	Geotekniske data PR2 (ved borpunkt 2)	
– 100:	Profil A-A	M = 1: 200
– 101:	Profil B-B	M = 1: 200
– 102:	Profil C-C	M = 1: 200
– 103:	Profil D-D	M = 1: 200
– 104:	Profil E-E	M = 1: 200
– 105:	Profil F-F	M = 1: 200
– 106:	Sonderinger borpunkt 5 og 6	M = 1: 200
– 500:	Prinsippforslag tiltak og nytt elve-/bekkeløp	M = 1: 2000
4000-1D og 2D:	Geotekniske bilag	

Vedlegg

- Vedlegg 1: Tolking CPT-sondering borpunkt 4
Vedlegg 2: Stabilitetsberegninger profil B, C og D

1. Innledning

NOTEBY har utført geotekniske undersøkelser for vurdering av mulig forbygningsprosjekt langs Smemobekken (sørvest for E14) til og rundt utløpet av denne i Stjørdalselva, like vest for sentrum i Meråker kommune. Området er vist på oversiktskart tegning 300747 – 0.

På 60-tallet ble det utført forbygning langs Stjørdalselva, mest nedstrøms utløpet av Smemobekken. Det er i den senere tid registrert stor overflateaktivitet, med flere små ras langs bekken.

I denne rapporten presenteres resultatene fra grunnundersøkelsen sammen med en stabilitetsvurdering i utvalgte profiler. I rapportens siste del diskuteres aktuelle tiltak i området.

2. Utførte undersøkelser

2.1 Feltundersøkelser

Området er tidligere befart av Olav Årbogen fra NOTEBY og Edward Witczak fra NVE (16.10.01). Borpunktene ble satt ut av oppdragsansvarlig Olav Årbogen, under oppstartsbefaring til området 03.12.01.

Feltarbeidet ble utført i uke 49 og 50, 2001 under ledelse av borleder Dag Inge Nordtvedt. Boringene er utført med Geotech borerigg etter følgende borplan:

- ◆ Dreietrykkssonderinger i sju borpunkter (1 til 7) til mellom ca. 15 og 35 m dybde.
- ◆ Trykksondering med poretrykksmåling (CPTU) i ett borpunkt (ved borpunkt 4) ned til 32 m dybde.
- ◆ Opptak av to prøveserier ved borpunkt 7 og 2 (henholdsvis PR1 og PR2), totalt åtte sylindrerprøver og 11 poseprøver.

Plassering av borpunktene er vist på borplanen, tegning 300747 – 1. Borpunktene er koordinat- og høydebestemt av Meråker kommune. I tillegg har Meråker kommune tatt opp seks terrengprofiler (A-F), sammen med NVE, med plassering som vist på tegning – 1. I tegning –101 t.o.m –104 er aktuelle boringer og prøveserier tatt inn i profilene. Tegning –100 og –105 viser henholdsvis profil A og F (uten boringer). Øvrige sonderingsresultater (borpunkt 5 og 6) er vist på tegning –106, tolkning av trykksonderingen er vist i vedlegg 1.

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

Fjell eller fast grunn er ikke påvist i noen av borpunktene.

2.2 Laboratorieundersøkelser

De opptatte prøvene er undersøkt i vårt geotekniske laboratorium. Samtlige prøver er klassifisert og vanninnholdsbestemt. På sylindrerprøver er i tillegg skjærstyrke og romvekt bestemt. Geotekniske data er presentert på tegning 300747 -10 og -11.

Utførelsen av laboratorieundersøkelsene er beskrevet generelt i geoteknisk bilag, tegning 4000-2D.

3. Terreng og grunnforhold

Terreng/observasjoner

Terrengtet i det undersøkte området er sterkt skrånende ned mot Smemobekken og ned mot Stjørdalselva, med en maksimal høydeforskjell på ca. 25 m. Gjennomsnittlig skråningshelning ligger på ca. 1:2 i de bratteste skråningene, men med brattere partier lokalt.

Nord for den undersøkte delen av Smemobekken og Stjørdalselva ligger flere gårder og et boligfelt.

Ved befaringsene ble det registrert overflateaktivitet i dalsidene langs store deler av bekken.

Stjørdalselva går i en markert sving på den undersøkte delen. Det er opplyst at elva tidligere hadde et rettere og mer vestlig løp forbi utløpet av Smemobekken.

Under feltarbeidet var det til dels stor vannføring i Stjørdalselva, og det ble observert erosjonsaktivitet langs hele yttersvingen mellom profil A og C. Videre ble det registrert "knaking" i eksisterende forbygning, noe som kan tyde på bevegelse på grunn av stor vannføring. Dette kan indikere delvis undergraving, og at forbygningen er i noe varierende forfatning.

Smemobekkens utløp og Stjørdalselva ligger på ca. kt.+85. I profil F ligger bekken på ca. kt. +100.

Grunnforhold

De utførte undersøkelsene viser at grunnen i området i hovedsak består av lagdelte, marine avsetninger av leire og silt. Leira er kvikk i dybden, og det er registrert til dels store mektigheter av kvikkleire. I de nedre delene, ned mot Stjørdalselva og Smemobekken, er overgang til kvikkleire antatt fra ca. kt. +84 – +92, mens overgang til antatt kvikkleire ligger mellom ca. kt.+ 92 til kt. +101 i boringene langs skråningstopp (høyest i borpunkt 7).

Over kvikkleira er det registrert lagdelt silt, sand og leire med antatt noe humusholdig fyllmasse i toppen i borpunkt 2 og 7.

Det er registrert udrenert skjærstyrke i området 20-46 kN/m² i kvikkleira.

Leira over kvikkleira er fast, med en målt udrenert skjærstyrke på 40-50 kN/m³.

For detaljer vedrørende grunnforholdene vises til geotekniske data på tegning 300747-10 og –11, samt profiler på tegning –101 t.o.m. –104.

Vi er kjent med at det også er registrert kvikkleire nord for boligområdet. Det er usikkert hvorvidt det er et sammenhengende kvikkleirelag, eller om det er adskilte "lommer" av kvikkleire.

4. Beregninger og orienterende geoteknisk vurdering

4.1 Stabilitet

Bekkedalen

Skråningene ned mot Smemobekken er bratte (helning ca. 1:2). Maksimal høydeforskjell mellom bekkebunn og skråningstopp er ca. 25 m i de nedre delene. Det er registrert varierende grad av bekkeerosjon og rasaktivitet i bekkedalen. Overgangen til kvikkleire er registrert under bekknivå i alle boringene, men overdekningen over kvikkleira kan være liten i dalbunnen. Det kan ikke utelukkes at fortsatt bekkeerosjon og senkning av bekkeløpet kan blottlegge kvikkleire, som igjen kan føre til initiering av større utglidninger.

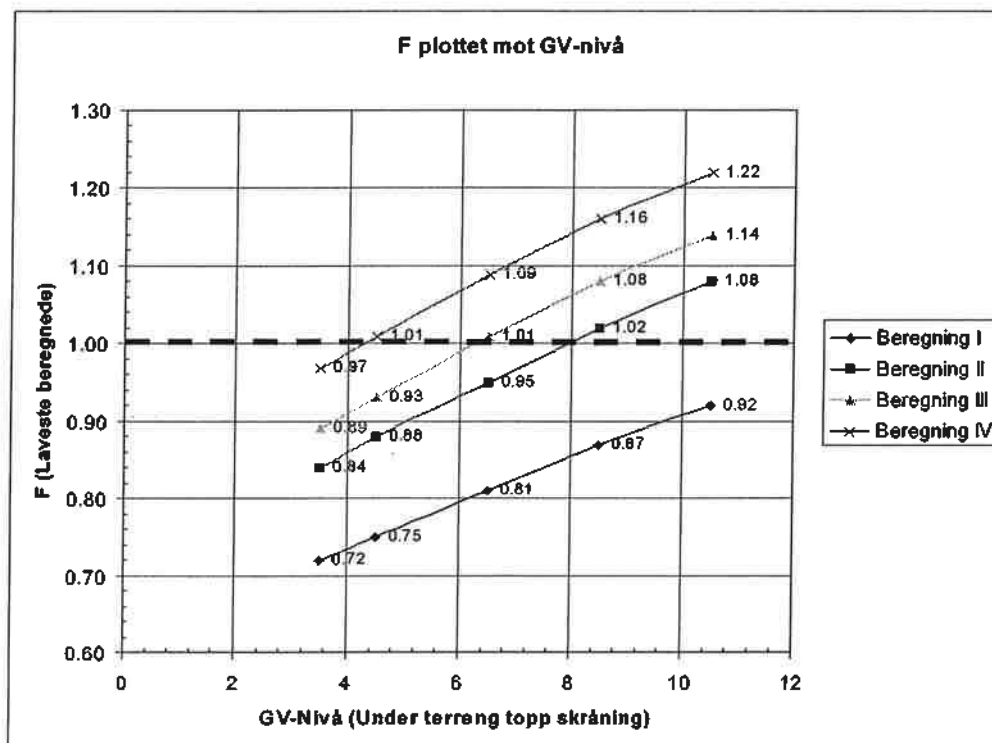
Stabilitetsforholdene i skråningsoverflatene er, på grunnlag av innmålte profiler og øvrige registreringer, vurdert å være relativt anstrengt.

Vi har utført stabilitetsberegning for dypere glideflater i ett profil i bekkedalen (profil D-D). Beregningsparametre er valgt på grunnlag av data fra tilstøtende sonderboringer og erfaringsdata for tilsvarende jordarter. For å få et bedre bilde av de reelle stabilitetsforholdene, er det foretatt en parameterstudie i beregningen. Poretrykksforholdene i skråningen er den variabelen med størst usikkerhet i beregningen, og det er beregnet sikkerhetsfaktorer for fem ulike poretrykksfordelinger. Videre er det tatt høyde for fire kombinasjoner av styrkeparametre for løsmassene i profilet (beregning I-IV). Utskrifter fra beregningene er gitt i vedlegg 2.

Følgende materialparametre er brukt i beregningen i profil D:

BEREGNING		I	II	III	IV
<i>Materiale</i>	<i>Parameter</i>				
Sand/Silt	γ [kN/m ³]	19	19	19	19
	$\tan\phi$ [-]	0,65	0,7	0,7	0,7
	a [kN/m ²]	15	15	15	20
Leire med siltlag	γ [kN/m ³]	20	20	20	20
	$\tan\phi$ [-]	0,5	0,55	0,6	0,6
	a [kN/m ²]	10	20	25	25
Kvikkleire med siltlag	γ [kN/m ³]	19,7	19,7	19,7	19,7
	$\tan\phi$ [-]	0,40	0,45	0,45	0,5
	a [kN/m ²]	5	10	10	15

Det er utført beregninger for poretrykksforhold som tilsvarer en grunnvannstand på 3.5, 4.5, 6.5, 8.5 og 10.5 m under terreng ved skråningstopp (se vedlegg 2E). I figuren nedenfor er laveste beregnede sikkerhetsfaktorer fra beregning I-IV vist.



Beregningene viser at sikkerheten mot utglidning i dette profilet er meget lav. Med tanke på jordartsparemetre, vurderes beregning II å beskrive in situ forhold best. I vedlegg 2E er geometrien for de beregnede glideflatene vist.

Det understrekes at beregningene er gjort under forutsetning av at grunnforholdene tilsvarer forholdene som ble registrert i borhull 3, ca 50 m nordøst for profilet. Da profil D ligger på en terrengrygg, er det rimelig å anta at grunnvannstanden er noe lavere her enn ved borpunkt 3, som ligger ved kanten av en erosjonsravine. Lagdeling og jordartsparemetre i det beregnede profilet kan også avvike noe fra det som er antatt på grunnlag av sonderingen. Videre er det kun regnet på plan tilstand, det vil si at det ikke er tatt hensyn til kanteffekter (3D) i en eventuell utglidning. Det er allikevel rimelig grunn til å tro at parameterstudien, totalt sett, gir et godt bilde av forholdene i skråningen.

Sonderingen antyder at overdekningen over kvikkleire er relativt stor i borpunkt 3 (ca. 24 m), mens prøvetaking og sondering i PR2/borpunkt 7 viser kvikkleire allerede i ca 9,5 m dybde under terreng.

Vår vurdering, på bakgrunn av ovenstående beregning/parameterstudie, er derfor at stabilitetsforholdene i profil D-D ikke er tilfredsstillende i dagens situasjon. Det kan ikke utelukkes at eventuell utglidning kan utvikle seg suksessivt bakover og berøre bebygde områder.

Oppstrøms profil F er høydeforskjellen noe mindre, og sikkerheten mot store, monolittiske utglidninger antas derfor å være noe bedre i dette området. I boring 5 og 6 er det antatt overgang til kvikkleire på ca. kt. +96-97, noe som kan tyde på liten overdekning over kvikkleira i bekkebunnen også her (ned mot 3-4 m).

Skråning mot Stjørdalselva

Det er tatt opp tre profiler i skråningen fra det bebygde området og ned mot den omtalte, tidligere forbygde svingen av Stjørdalselva. Vi har utført stabilitetsberegninger to av profilene (profil B og C) med utgangspunkt i registrerte data fra relevante borpunkter/prøveserier, samt erfaringsdata fra tilsvarende jordarter. Utskrifter fra beregningene er gitt i vedlegg 2.

I beregningene er følgende jordartsparemetre benyttet:

BEREGNING		I	II
<i>Materiale</i>	<i>Parameter</i>		
<i>Silt, leirig/sandig</i>	γ [kN/m ³]	20	20
	$\tan\phi$ [-]	0,65	0,65
	a [kN/m ²]	15	15
<i>Kvikkleire med siltlag</i>	γ [kN/m ³]	19,7	19,7
	$\tan\phi$ [-]	0,45	0,5
	a [kN/m ²]	5	10

Poretrykksforholdene i beregningene for profil C tilsvarer en grunnvannstand på 3,5 m under terreng ved skråningstopp og 2 m under terreng i nedre del. I profil B er tilsvarende tall henholdsvis 3 m og 2,5 m under terreng¹.

¹ Grunnvanns- og poretrykksforhold er antatt på grunnlag av observasjoner i borhull.

Tabellen nedenfor viser laveste beregnede sikkerhetsfaktorer for profil B og C.

BEREGNING	I	II
Profil B (F_s min.)	1,03	1,17
Profil C (F_s min.)	1,13	1,30

For profil B viser beregningene at sikkerheten mot en initialutglidning i elvekanten, som kan blottlegge kvikkleire og dermed initiere omfattende ras i området, er meget lav.

I profil C er elvekanten litt slakere, og beregningene viser derfor en noe høyere sikkerhetsfaktor i dette profilet. Det er imidlertid påvist kvikkleire i nivå med elvebunnen, slik at ytterligere elveerosjon i ytersving og små utrasninger i elvekanten kan blottlegge kvikkleire i skråningen. Dette kan i sin tur medvirke til utløsning av større, bakovergrepene kvikkleireras.

4.2 Tiltak (forbygning)

Grunnundersøkelsen indikerer at overdekningen over kvikkleireforekomster er forholdsvis liten på utsatte steder i skråningene i bekkedalen og langs Stjørdalselva. Utførte stabilitetsberegninger viser at stabiliteten i området ikke er tilfredsstillende i dagens situasjon.

Vår vurdering er at det er en reell fare for større kvikkleireras i området, dersom skråningene ikke sikres, spesielt med tanke på initialras. Beregningsmessig sikkerhet mot utglidning er til dels mye lavere enn det som normalt kreves i bebygde områder, med fare for utløsning av større utglidninger i kvikkleire.

For å unngå at fortsatt erosjon skal utløse initialras som kan blottlegge kvikkleire, er det nødvendig å gå inn med forbygningstiltak i det undersøkte området.

Tegning 300747-500 viser tiltaksområder og typer tiltak som tilrås.

Bekkedalen

Den store høydeforskjellen i de bratte dalsidene i bekkedalen medfører at tiltak som iverksettes langs Smemobekken må bli forholdsvis omfattende, for å sikre en reell forbedring av totalstabiliteten i skråningene. På generell basis er vår vurdering at heving av bekkeløpet i hele bekkens lengde, kombinert med en avlastning/utslakning i skråningstoppen, langs deler av bekken, vil være det beste tiltaket, både med tanke på stabilitetsmessig gevinst og anleggsteknisk gjennomføring.

I området oppstrøms bekkeutløpet og opp til ca. 30 m oppstrøms profil D, tilrår vi 3 m heving av bekkedalen, kombinert med en utslakning av skråningstoppen. Massene fra skråningstoppen bør kunne doses ned skråningen på egnede plasser (for å bevare mest mulig av vegetasjonen), og legges ut i bekkedalen. Helning på ferdig terreng i skråningstoppen bør være slakere enn 1:2,5. Vegetasjon som fjernes i dalsidene under anleggsarbeidet bør reetableres.

Tiltaket vil gi en beregnet stabilitetsmessig gevinst på 15-20 %.

Det tilrådde tiltaket vil også medføre at sikkerheten mot utglidninger i anleggsfasen blir bedre. Dette på grunn av at det ikke er behov for å gå inn med store mengder masser i området, og at avlastningen i skråningstoppen kommer tidlig i prosessen.

Midlertidige massedeponier må unngås i øvre deler av skråningene og ved elvebredden, og må holdes på et moderat nivå også i bekkedalen.

Fra ca. 20 m nedstrøms profil E og opp til ca. 50 m oppstrøms profil F tilrås vi generelt 3 m heving av bekkebunnen. Etter opptak av profiler for bruk under prosjekteringsarbeidet, må behovet for nedplanering og avlastning i skråningstopp vurderes, også for denne delen av Smemobekken. Vurderingen forutsettes gjort i samarbeid med geotekniker, eventuelt etter supplerende undersøkelser i bebygde arealer.

Fra ca. 50 m ovenfor profil E kan tiltaket, over en kortere strekning, reduseres til 1 m heving av bekkeløpet sammen med plastring/erosjonssikring. Dette vil, etter vår vurdering, være tilstrekkelig for å sikre skråningene mot initialras som kan komme ned i kvikkleire.

Som erosjonssikring i bekkeløpet bør det legges ut samfengt sprengstein, slik at en hindrer utvasking av finstoff fra massene under.

Dersom det benyttes annen erosjonssikring enn samfengt sprengstein, må det legges et filteringslag/filterduk over de utfylte stedlige massene.

Erosjonssikring/plastring bør føres ca 2 m opp i dalsidene i bekkedalen.

Under anleggsarbeidet bør mest mulig av vegetasjonen i bekkedalen bevares.

På tegning 300747-103 t.o.m. -105 er det tegnet inn et prinsipielt forslag til utførelse av sikringsarbeidet. På tegning -500 er tilrådd omfang av forbygningsarbeidet i bekkedalen skissert.

Bekkedalen kan også sikres ved at det kun utføres erosjonssikring og heving av bekkebunnen. For å oppnå tilsvarende effekt av dette tiltaket, må bekkebunnen heves med 4-4,5 m i de nedre delene.

I de bratte skråningene i bekkedalen må det fortsatt påregnes noe overflateaktivitet, i form av lokale, grunne utglidninger, også etter at forbygningsarbeidet er utført.

Totalt omfang av forbygningsarbeidet må tilpasses og vurderes ut fra lokale topografiske variasjoner langs bekkeløpet, massebalanse og vurdering av pågående erosjon.

Dimensjonering og endelig utforming av tiltaket overlates til NVE.

Det bør også vurderes hvorvidt det må gjøres tiltak i forhold til kraftlinjen som går på sørsiden av bekkedalen, spesielt i forbindelse med mastene ved profil D/E og F.

Skråning/elvekant mot Stjørdalselva

De utførte stabilitetsberegningene i profil B og C viser at fortsatt elveerosjon i yttersvingen, nord for Smemobekken's utløp, kan føre til utløsning av initialras. Slike erosjonsutløste ras i elvekanten kan i sin tur utløse større, og dypere kvikkleireras som vil kunne berøre de bebygde områdene nord for bekkeløpet.

Vi tilrås at elveløpet legges om, mot det omtalte tidligere vestlige løpet, for å stanse erosjonen langs skråningsfoten. Masser fra elvebanken mellom flomløpet/tidligere elveløp doses inn og legges opp mot skåningen i nåværende yttersving. Massene vil da bli liggende som en motfylling i den ustabile elvekanten. Det nye elveløpet må forbygges i yttersving, og det gamle elveløpet må fylles opp til ca. kt. +87 inn mot eksisterende bredd.

Behov for erosjonssikring av elvebunnen må vurderes.

Dersom det er ønskelig å benytte stein fra dagens forbygning i den nye, må arbeidet utføres seksjonsvis med tilpassede seksjoner, slik at skråningen ikke blir stående uten sikring i anleggsperioden. Eventuelle massedeponier må planlegges i samråd med geotekniker.

Smemobekken må forlenges mot vest, og legges i erosjonssikret utløp gjennom den nye forbygningen.

Den foreslåtte løsningen sikrer skråningen oppstrøms bekkeutløpet mot fortsatt elvepåvirkning, og forbedrer stabiliteten i den nedre delen av skråningen.

På tegning 300747-500 er det tegnet inn et prinsipielt forslag til nytt elveløp og ny forbygning. Plasseringen av nytt elveløp må vurderes med tanke på blant annet massebalanse, strømningsforhold og tilgjengelige arealer.

Utforming og totalt omfang av forbygning, geometri på nytt bekke- og elveløp og anleggsteknisk utførelse, overlates til NVE.

Endelig sikringsomfang kan også være noe avhengig av eventuell utbredelse av kvikkleira inn under boligfeltet.

5. Sluttkommentar

De beskrevne tiltakene med omlegging av elveløpet i Stjørdalselva og heving av bekkeløpet med tilhørende steinsetting/plastring nederste del av dalsidene langs bekkeløpet, vil ikke forbedre overflatestabiliteten i de øvre delene av skråningene i nevneverdig grad. Det må derfor fremdeles påregnes noe overflateaktivitet i de bratteste skråningene. Slik overflateaktivitet vil imidlertid, etter vår vurdering, ikke utgjøre noen fare for totalstabiliteten i området. I områder der det blir utført utslaking/avlastning i skråningstopp, vil også overflatestabiliteten forbedres noe.

Hvis de skisserte tiltakene gjennomføres, foreslår vi at befaring gjennomføres etter sterk flomvannføring, for å vurdere eventuelle suppleringsbehov.

Vurderingen som er gjort i denne rapporten gjelder for den undersøkte delen av Smemobekken sørvest for E14 og ca. 200 meter nedstrøms utløpet av Smemobekken langs Stjørdalselva. Utenfor dette området er det ikke mulig å gjøre begrunnede vurderinger med eksisterende datagrunnlag. For å kartlegge utstrekningen av kvikkleire-området, er det nødvendig å gjøre supplerende undersøkelser ved gårdene og boligfeltet nord for bekkedalen.

På grunn av stor avstand mellom borpunktene, kan det være lokale variasjoner i grunnforhold som ikke er fanget opp av undersøkelsen. Dersom det under forbygningsarbeidene påtreffes grunnforhold som avviker i ugunstig retning fra det som er beskrevet i denne rapporten, forutsettes at geotekniker kontaktes.

Vi forutsetter for øvrig nært samarbeid med NVE under prosjektering av tiltakene.

Tiltakene, spesielt langs elva, bør prioriteres høyt i sikringssammenheng på grunn av svært lav beregningsmessig sikkerhet og forholdsvis liten overdekning over kvikkleira, spesielt i området profil B-C.

Før tiltakene kommer til utførelse, bør det gjennomføres jevnlig inspeksjoner i ugunstige nedbørsperioder/teleløsning. Dette for å fange opp eventuelle bevegelser i dagens forbygning, og antydning til glidninger i skråningene. Vi forutsetter å bli varslet dersom det gjøres slike observasjoner.

Arkivreferanser:

Fagområde:	Geoteknikk		
Stikkord:	Stabilitet, kvikkleire, grunnforhold, forbygning		
Land/Fylke:	Nord Trøndelag	Kartblad:	1721 IV
Kommune:	Meråker	UTM koordinater, Sone:	32 V
Sted:	Meråker, Smemobekken	Øst: 6345	Nord: 70372


Distribusjon:

- Begrenset (Spesifisert av Oppdragsgiver)
 Intern
 Fri

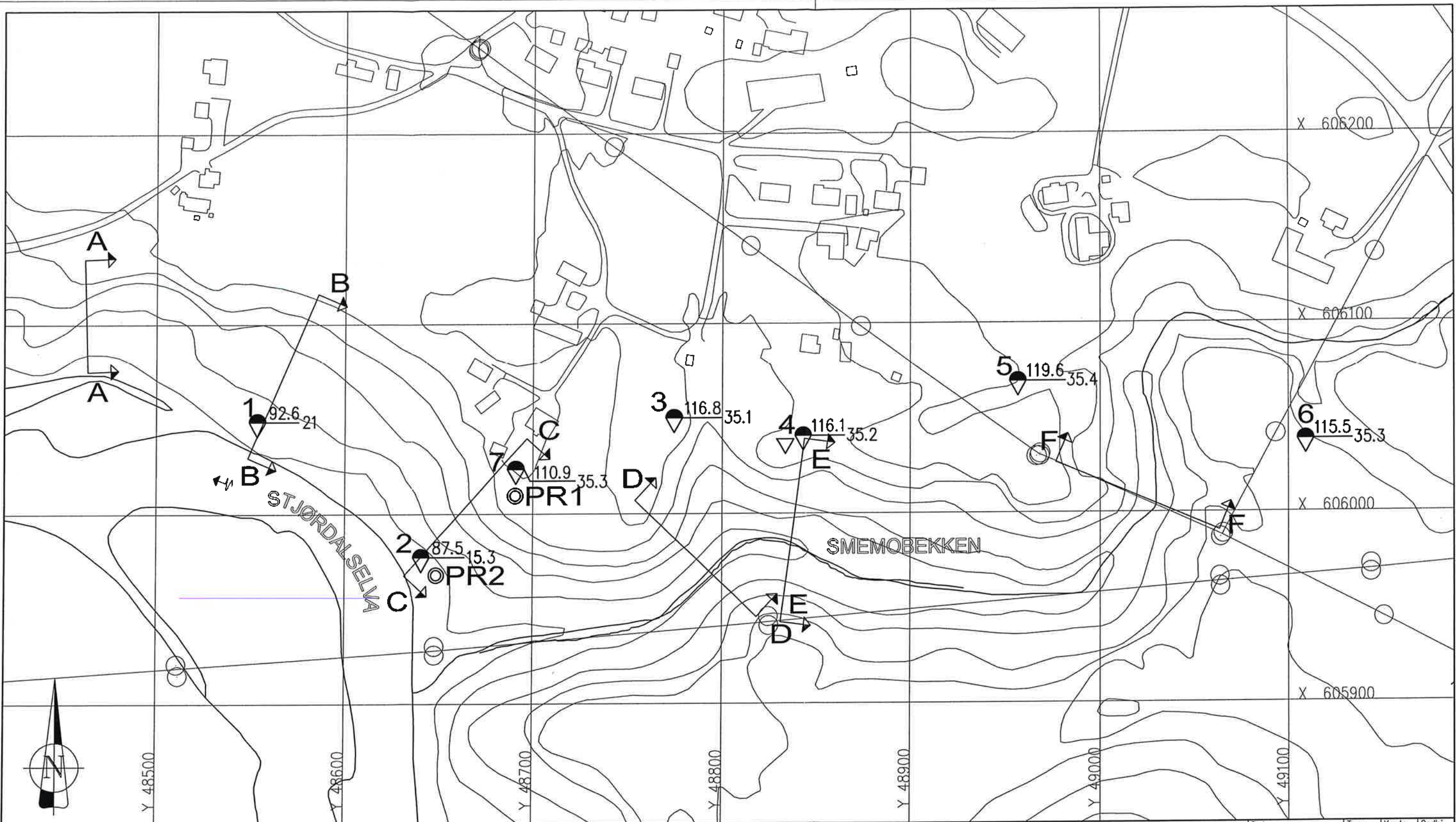
Dokumentkontroll:

		Dokument 15. mars 2002		Revisjon 1		Revisjon 2		Revisjon 3	
		Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign
Forutsetninger	Utarbeidet	15.03.02	QAP						
	Kontrollert	15.03.02	HN						
Grunnlagsdata	Utarbeidet	15.03.02	QAP						
	Kontrollert	15.03.02	HN						
Teknisk innhold	Utarbeidet	15.03.02	QAP						
	Kontrollert	15.03.02	HN						
Format	Utarbeidet	15.03.02	QAP						
	Kontrollert	15.03.02	HN						
Anmerkninger									
Godkjent for utsendelse (Seksjonsleder/Avdelingsleder)				Dato: 15.03.02		Sign.: K. Kristiansen			



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Konfr.	Godkj.
	NVE REGION MIDT-NORGE SMEMOBEBKKEK, MERÅKER	Original format	Fag		
		Tegningens filnavn			
		Underlagets filnavn			
	OVERSIKTSKART	Målestokk 1:50000			
		NOTEBY AS	Dato 06.03.02	Konstr./Tegnet vs	Kontrollert OAF
	Sverresdalsveien 26 Pb. 1139 Sverresborg-7420 TRONDHEIM Tlf.: 72 56 69 00 - Fax: 72 56 69 20	Oppdragsnr. 300747	Tegningsnr. 0	Rev.	

4000-774



TEGNFORKLARING:

- DREIESONDERING
- ENKEL SONDERING
- ▼ RAMSONDERING
- ⊕ TOTALSONDERING
- + VINGEBORING
- ★ FJELLKONTROLLBORING
- ⊕ KJERNEBORING
- ▼ DREIETRYKKSONDERING
- ⊗ SKRUPATEFORSØK
- ⊖ PORETRYKKSÅLING
- ⊕ TERRENGKOTE/Sj. BLANKOTE BORET DYBDE <BORET I FJELL> ANTATT FJELLKOTE
- PRØVESERIE
- PRØVEGRUPP
- ▽ TRYKKSONDERING
- ⚡ FJELL I DAGEN

BORBOOK NR: 14759
 LAB.BOK NR: 1917
 KARTGRUNNLAG: Fra Meråker kommune
 UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMENT: Utført av Meråker kommune

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE Region Midt Norge		Original format A3	Fag RIG	
	SMEMOBEKKEN, MERÅKER		Tegningens filnavn Borplan_smemobekken.dwg		
	BORPLAN		Underlagets filnavn smemo_kart.dwg		
			Målestokk 1:2000		
	NOTEBY AS	Dato 14.03.02	Konstr./Tegnet OAF	Kontrollert HN	Godkjent
	Sverresdalsveien 26 Pb. 1139 Sverresborg-7420 TRONDHEIM Tlf: 72 56 69 00 - Fax: 72 56 69 20	Oppdragsnr. 300747	Tegningsnr. 1	Rev.	

TERRENGKOTE 111,0
BUNNKOTE

VANNINNHOLD OG
KONSISTENSGRENSER %

n
%
O_{no}
%
γ
KN
m³

SKJÆRSTYRKE
S_u (KN/m²)

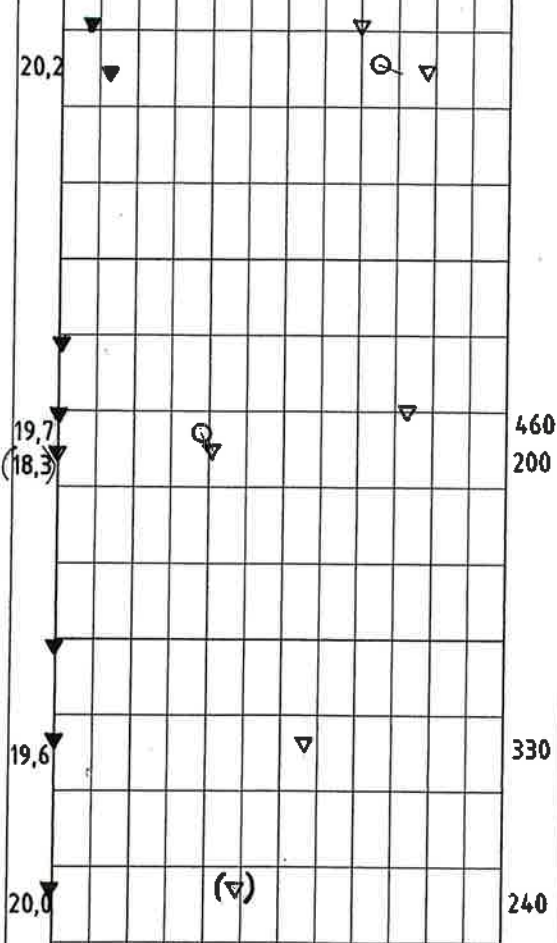
S_r

SILT, SAND, LEIRE
tørrskorpe, humus
FYLLMASSE

SILT, sandig, leirig,
grusig

KVIKKLEIRE,

ujevnt lagdelt
m/ silt- finsandlag



PR = PRØVESERIE
SK = SKOVLEBORING
PG = PRØVEGRUPP
VB = VINGEBORING
BORBOK NR: 14759
LAB.BOKNR.: 1917

○ NATURLIG VANNINNHOLD
---I W_L FLYTEGRENSE
W_F FLYTEGRENSE KONUSMETODE
I--- W_p PLASTISITETSGRENSE

n = PORØSITET
O_{No} = HUMUSINNHOLD
O_g = GLØDETAP
γ = TYNGDETETHET

▽ KONUSFORSØK
▽ OMRØRT SKJÆRSTYRKE
○ TRYKKFORSØK
◇ DEFORMASJON VED BRUDD
+ VINGEBORING
S_r SENSITIVITET

ø = ØDOMETERFORSØK P = PERMEABILITETSFORSØK K = KORNGRADERINGSFORSØK T = TREAKSIALFORSØK

GEOTEKNISKE DATA

**NVE REGION MIDT-NORGE
SMEMOBEKKEN, MERÅKER**

Boring nr.
PR1

Borplan nr.
300747-1

Boret dato:



NOTEBY AS

Sverresdalsveien 26
Pb. 1139 Sverresborg-7420 TRONDHEIM
Tlf.: 72 56 69 00 - Fax: 72 56 69 20

Dato **06.03.02**

Oppdragsnr. **300747**

Konstr./Tegnet **VS**

Tegningsnr. **10**

Kontrollert **CAF**

Godkjent

Rev.

TERRENGKOTE 87,4
BUNNKOTE

DYBDE F PRØVE	VANNINNHOLD OG KONSISTENSGRENSER %				n %	O _{HO} %	γ kN/m ³	SKJÆRSTYRKE S _v (KN/m ²)					S _r
	20	30	40	50				10	20	30	40	50	
LEIRE, torvblandet sandig													
SAND, grusig, leirig													
FYLLMASSE													
gruslag													
5								20,2		(▽)			180
KVIKKLEIRE, m/silt, finsandlag													
20,0								20,0		▽			240
10													
15													

PR = PRØVESERIE
SK = SKOVLEBORING
PG = PRØVEGRØP
VB = VINGEBORING
BORBOK NR: 14759
LAB.BOKNR.: 1917

○ NATURLIG VANNINNHOLD
--- W_L FLYTEGRENSE
--- W_F FLYTEGRENSE KONUSMETODE
--- W_p PLASTISITETSGRENSE

n = PORØSITET
O_{HO} = HUMUSINNHOLD
O_{gr} = GLØDETAP
γ = TYNGDETTETTHET

▽ KONUSFORSØK
▽ OMRØRT SKJÆRSTYRKE
○ TRYKKFORSØK
+ DEFORMASJON VED BRUDD
+ VINGEBORING
S_r SENSITIVITET

ø = øDOMETERFORSØK P = PERMEABILITETSFORSØK K = KORNGRADERINGSFORSØK T = TREAKSIALFORSØK

GEOTEKNISKE DATA

NVE REGION MIDT-NORGE
SMEMOBEKKEN, MERÅKER

Boring nr. PR2

Borplan nr. 300747-1

Boret dato:



NOTEBY AS

Sverresdalsveien 26
Pb. 1139 Sverresborg-7420 TRONDHEIM
Tlf.: 72 56 69 00 - Fax: 72 56 69 20

Dato 06.03.02

Oppdragsnr. 300747

Konstr./Tegnet vs

Tegningsnr. 11

Kontrollert OAF

Godkjent

Rev.

PROFIL A

Kote +115

Kote +115

Kote +110

Kote +110

Kote +105

Kote +105

Kote +100

Kote +100

Kote +95

Kote +95

Kote +90

Kote +90

Kote +85

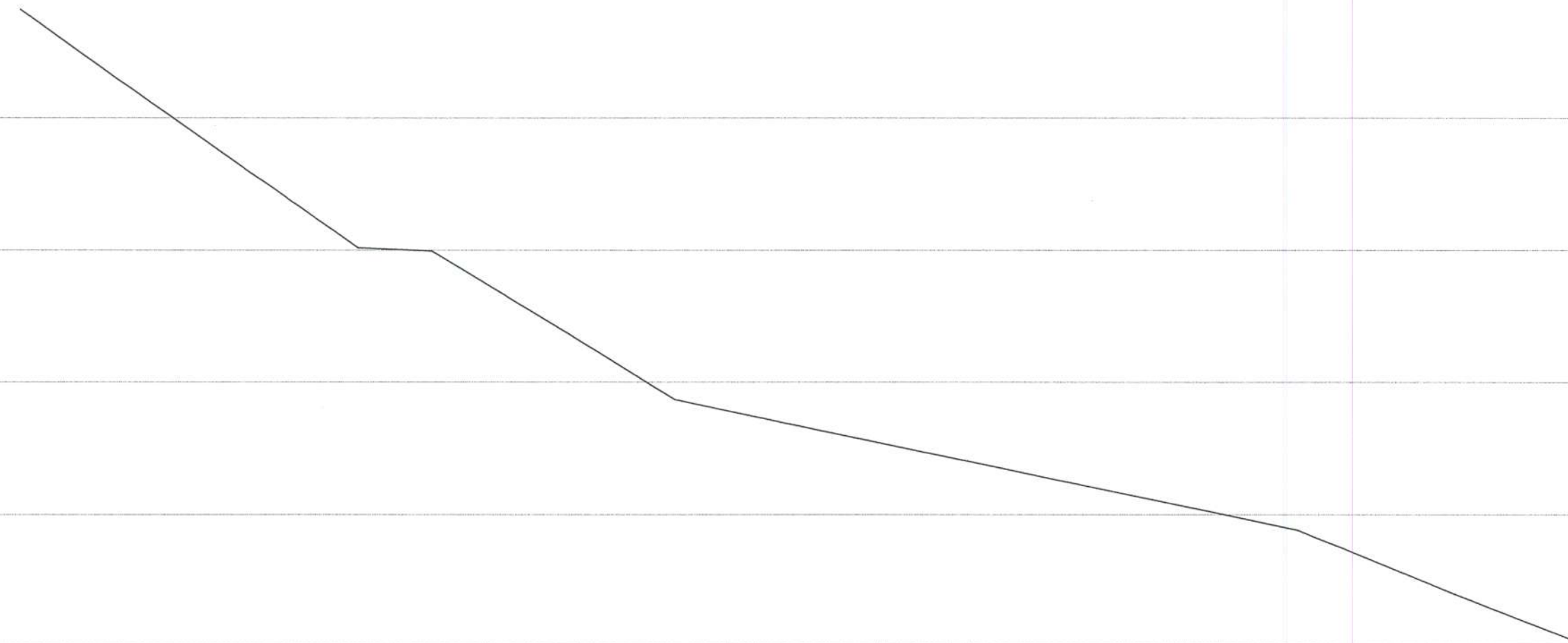
Kote +85

Kote +80

Kote +80

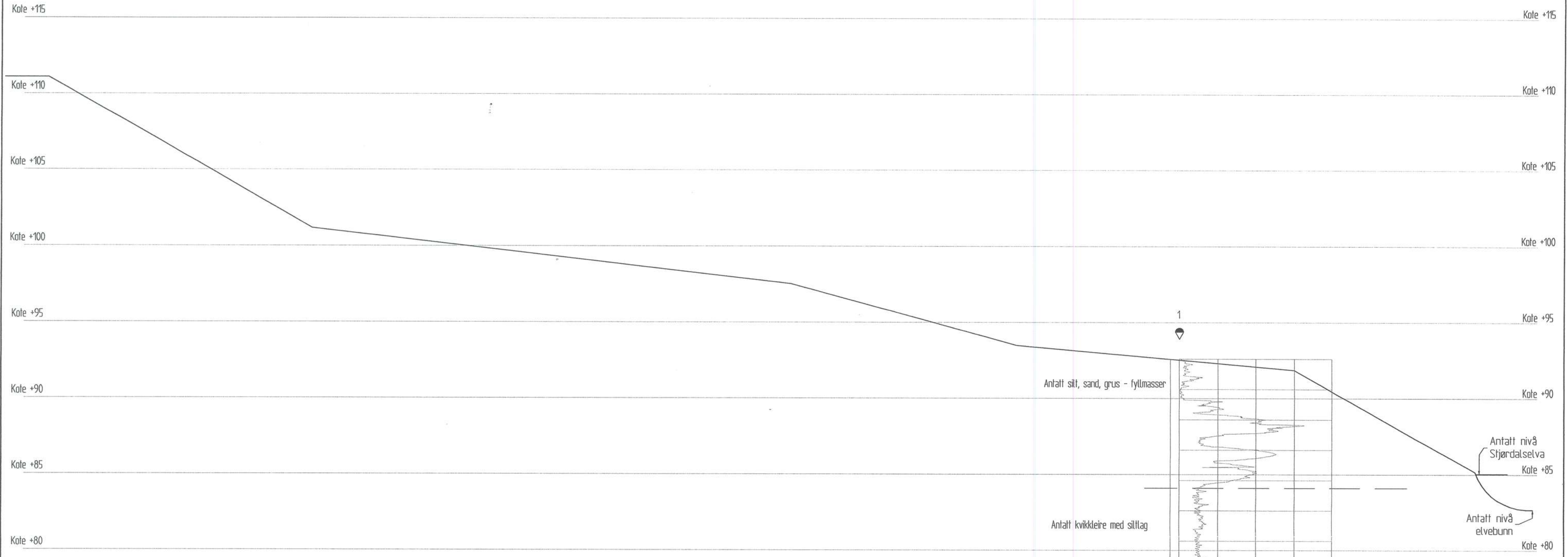
Kote +75

Kote +70



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE Region Midt-Norge	Original format A3_L	Fag GEO		
	SMEMOBEKKEN, MERÅKER	Tegningens filnavn profil_boringer.dwg			
	PROFIL A-A	Underlagets filnavn *.dwg			
		Målestokk 1:200			
	NOTEBY AS Sverresdalsveien 26 Pb. 1139 Sverresborg-7420 TRONDHEIM Tlf.: 72 56 69 00 - Fax: 72 56 69 20	Dato 14.03.02	Konstr./Tegnet OAF	Kontrollert FIN	Godkjent OB
		Oppdragsnr. 300747	Tegningsnr. 100	Rev.	

PROFIL B

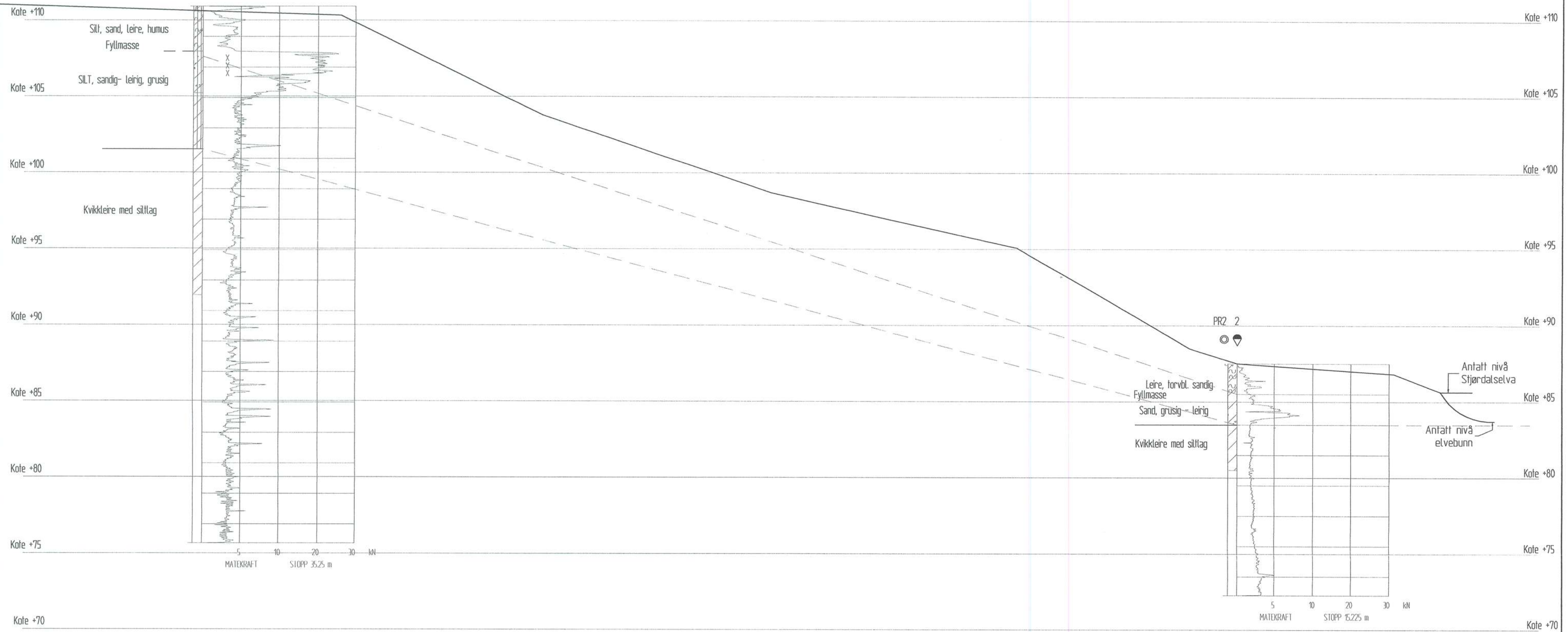


Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE Region Midt-Norge	Original format A3_L	Fag GEO		
	SMEMOBEKKEN, MERÅKER	Tegningens filnavn profil_boringer.dwg			
	PROFIL B-B	Underlagets filnavn *.dwg			
		Målestokk 1:200			
	NOTEBY AS Sverresdalsveien 26 Pb. 1139 Sverresborg-7420 TRONDHEIM Tlf.: 72 56 69 00 - Fax: 72 56 69 20	Dato 14.03.02	Konstr./Tegnet OAF	Kontrollert HN	Godkjent OAF
		Oppdragsnr. 300747	Tegningsnr. 101		Rev.

Kote +115
Kote +110
Kote +105
Kote +100
Kote +95
Kote +90
Kote +85
Kote +80
Kote +75
Kote +70

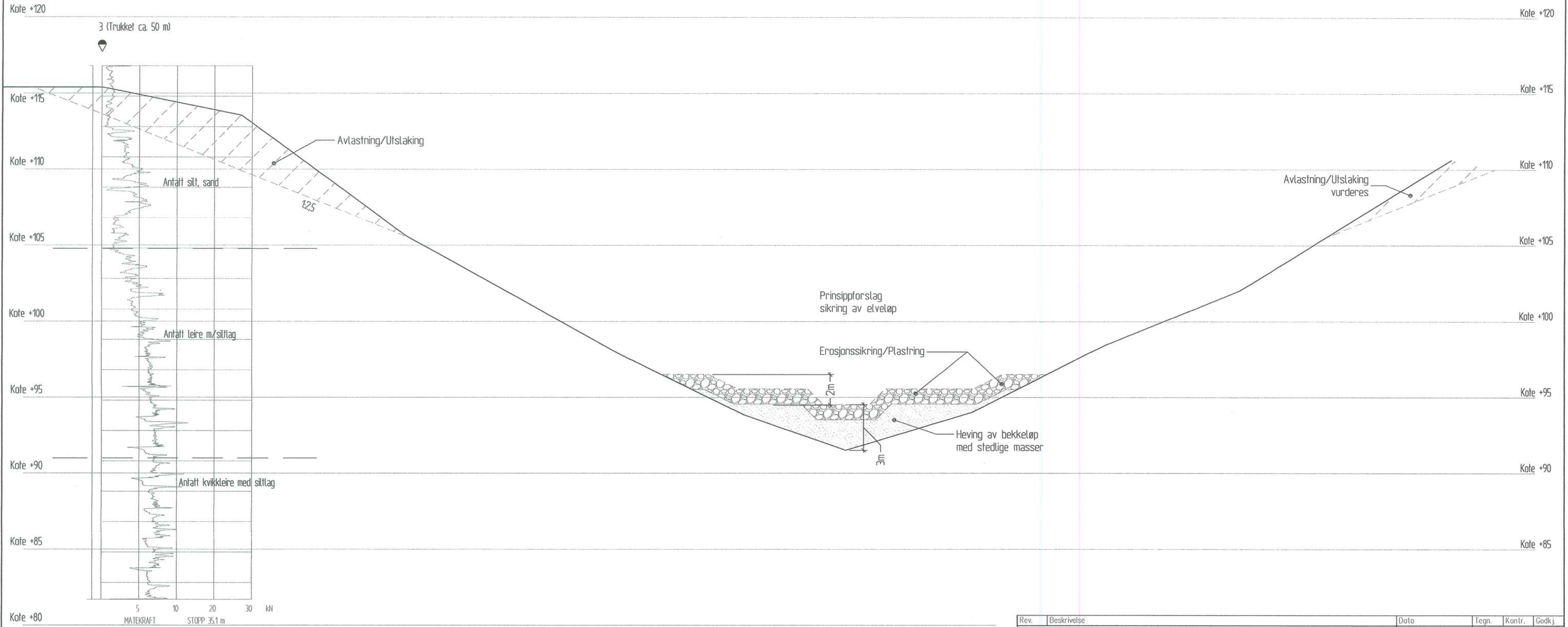
PROFIL C



PR1 7 (Trukket ca. 7 m)



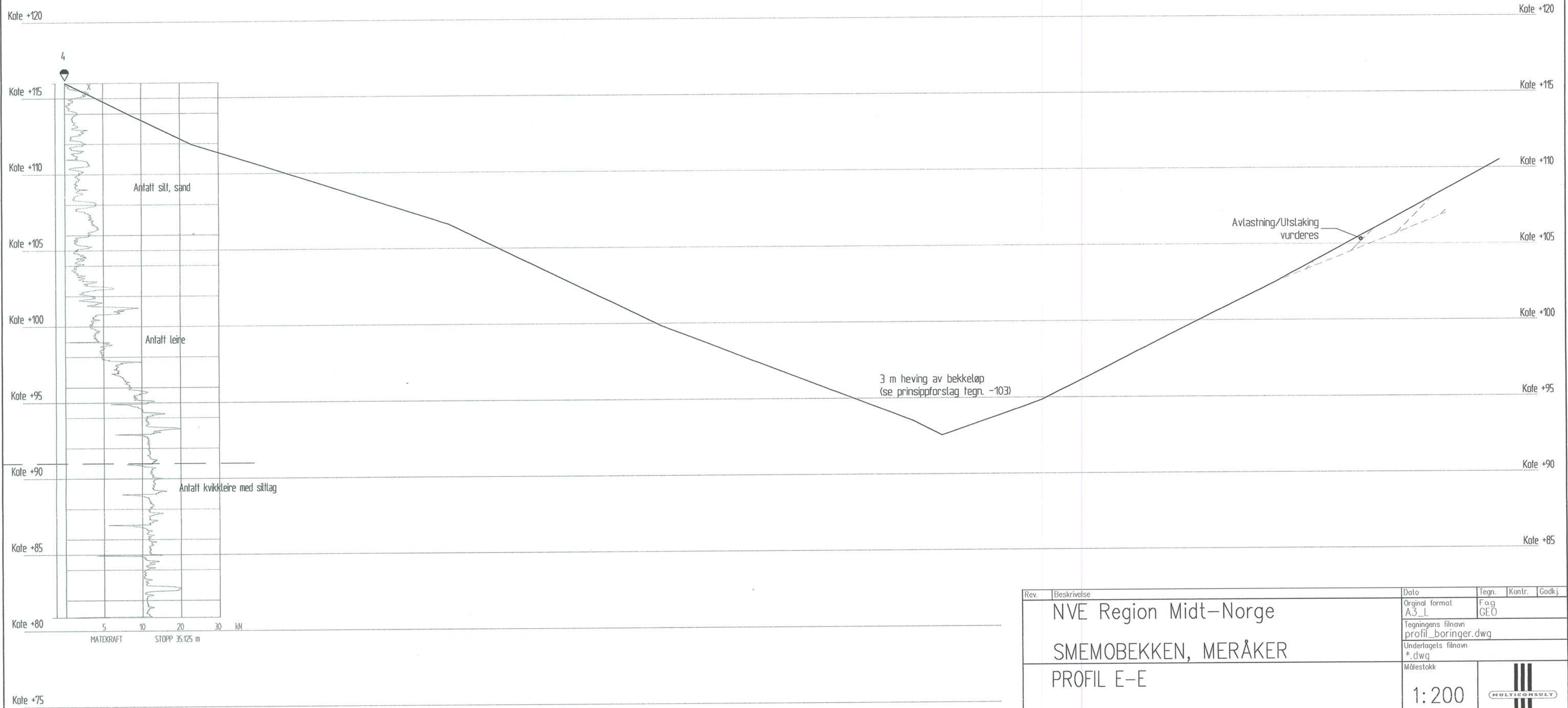
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE Region Midt-Norge	Original format A3_L	Fag	GEO	
	SMEMOBEKKEN, MERÅKER	Tegningens filnavn: profil_boringer.dwg			
	PROFIL C-C	Underlagets filnavn: *.dwg			
		Målestokk: 1:200			
	NOTEBY AS	Dato: 14.03.02	Konstr./Tegnet: OAF	Kontrollert: HN	Godkjent:
	Sverresdalsveien 26 Pb. 1139 Sverresborg-7420 TRONDHEIM Tlf.: 72 56 69 00 - Fax: 72 56 69 20	Oppdragsnr.: 300747	Tegningsnr.: 102		Rev.

PROFIL D



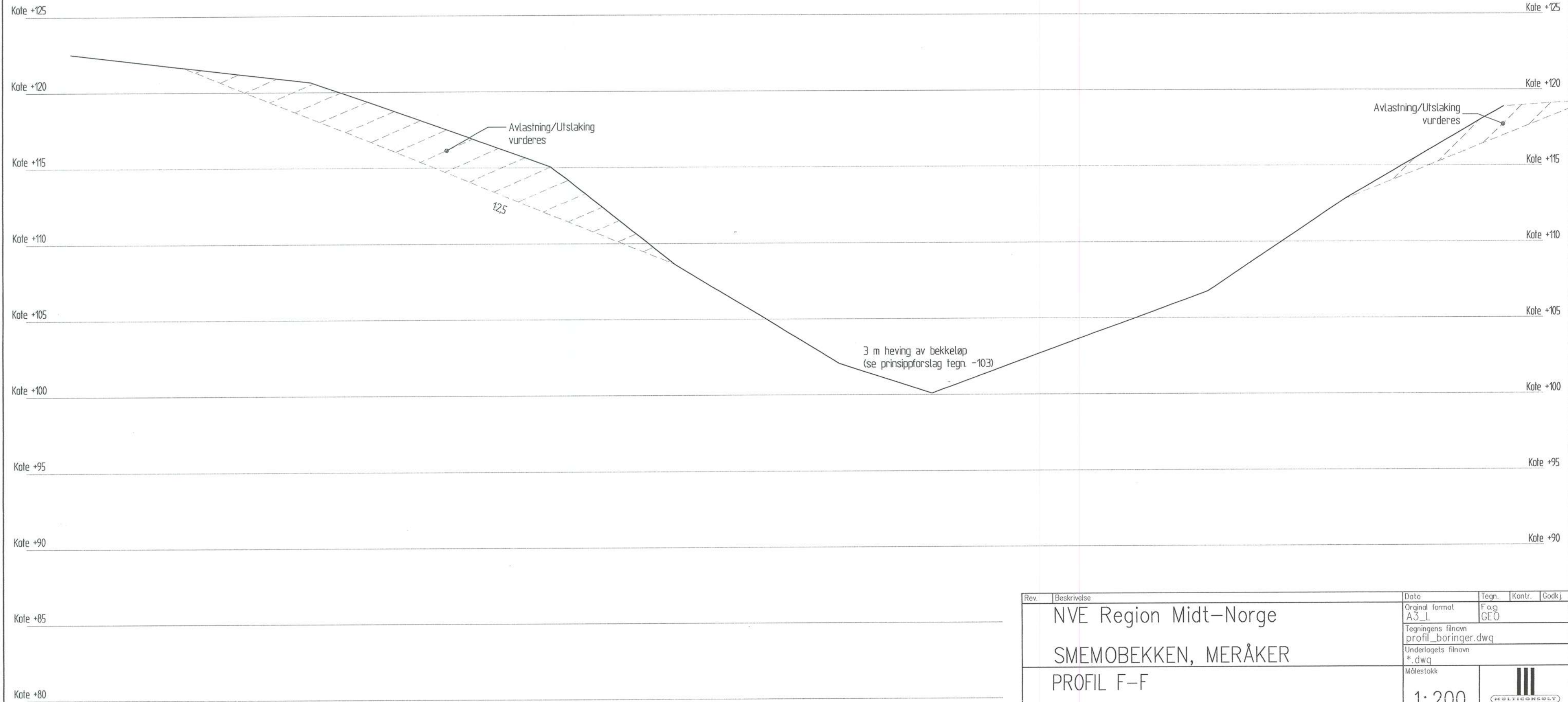
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE Region Midt-Norge	Original format A3_L	Fag	GEO	
	SMEMOBEKKEN, MERÅKER	Tegningens filnavn profil_boringer.dwg			
	PROFIL D-D	Underlagets filnavn *.dwg			
		Målestokk 1:200			
	NOTEBY AS	Dato 14.03.02	Konstr./Tegnet OAF	Kontrollert HN	Godkjent 
	Sverresdalsveien 26 Pb. 1139 Sverresborg-7420 TRONDHEIM Tlf.: 72 56 69 00 - Fax: 72 56 69 20	Oppdragsnr. 300747	Tegningsnr. 103	Rev.	

PROFIL E



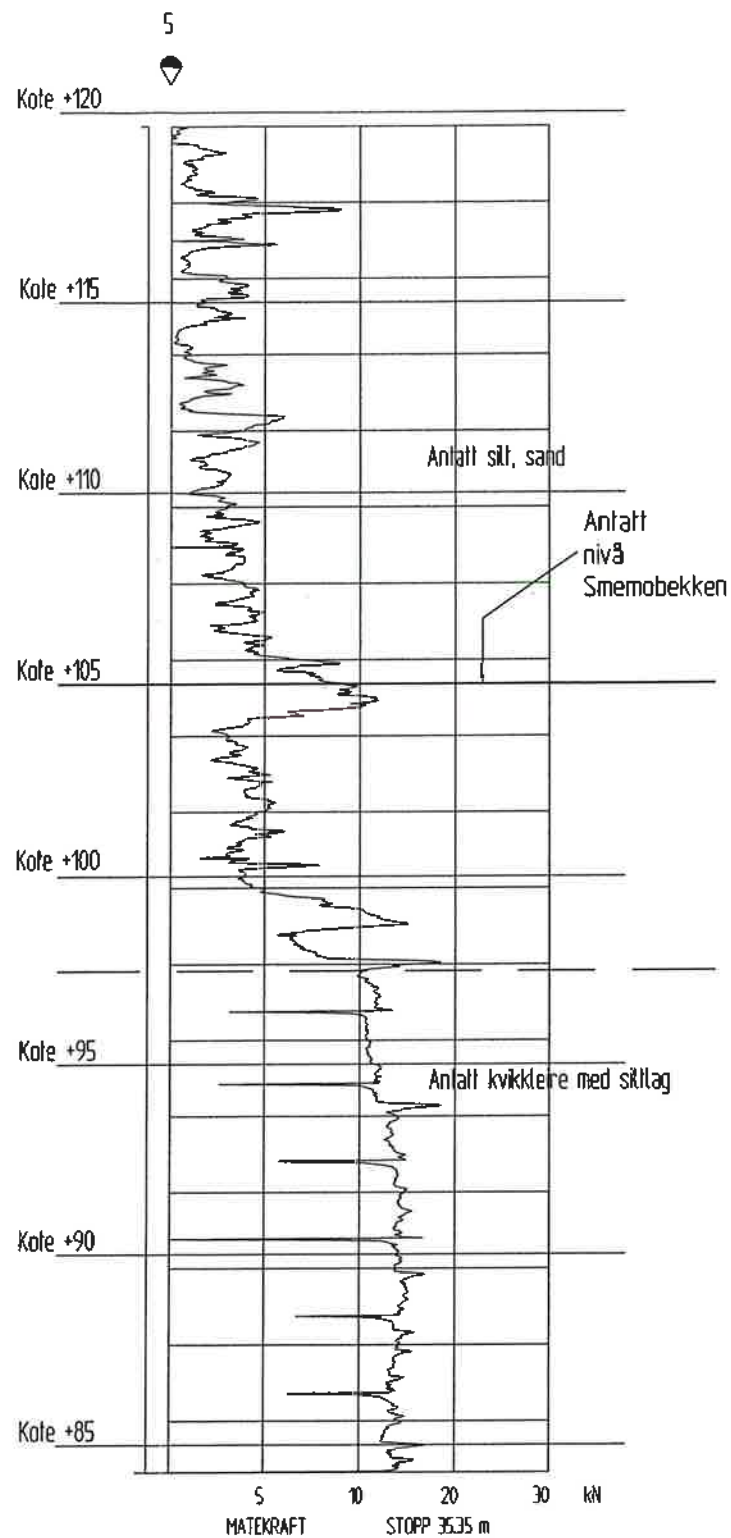
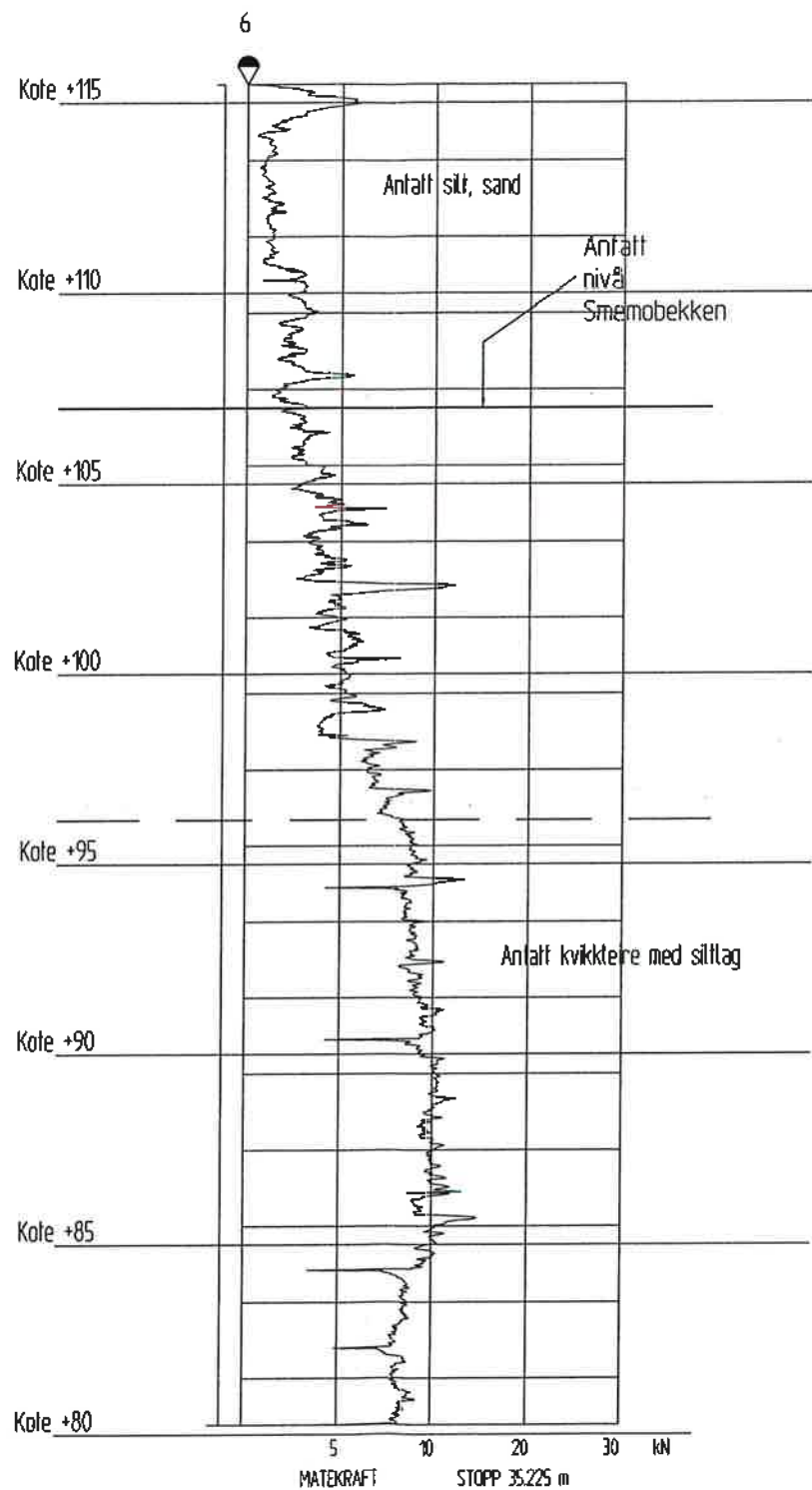
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE Region Midt-Norge	Original format A3_L	Fag		
	SMEMOBEKKEN, MERÅKER	Tegningens filnavn profil_boringer.dwg	GEO		
	PROFIL E-E	Underlagets filnavn *.dwg			
		Målestokk 1:200			
	NOTEBY AS Sverresdalsveien 26 Pb. 1139 Sverresborg-7420 TRONDHEIM Tlf.: 72 56 69 00 - Fax: 72 56 69 20	Dato 14.03.02	Konstr./Tegnet OAF	Kontrollert HN	Godkjent OAF
		Oppdragsnr. 300747	Tegningsnr. 104	Rev.	

PROFIL F

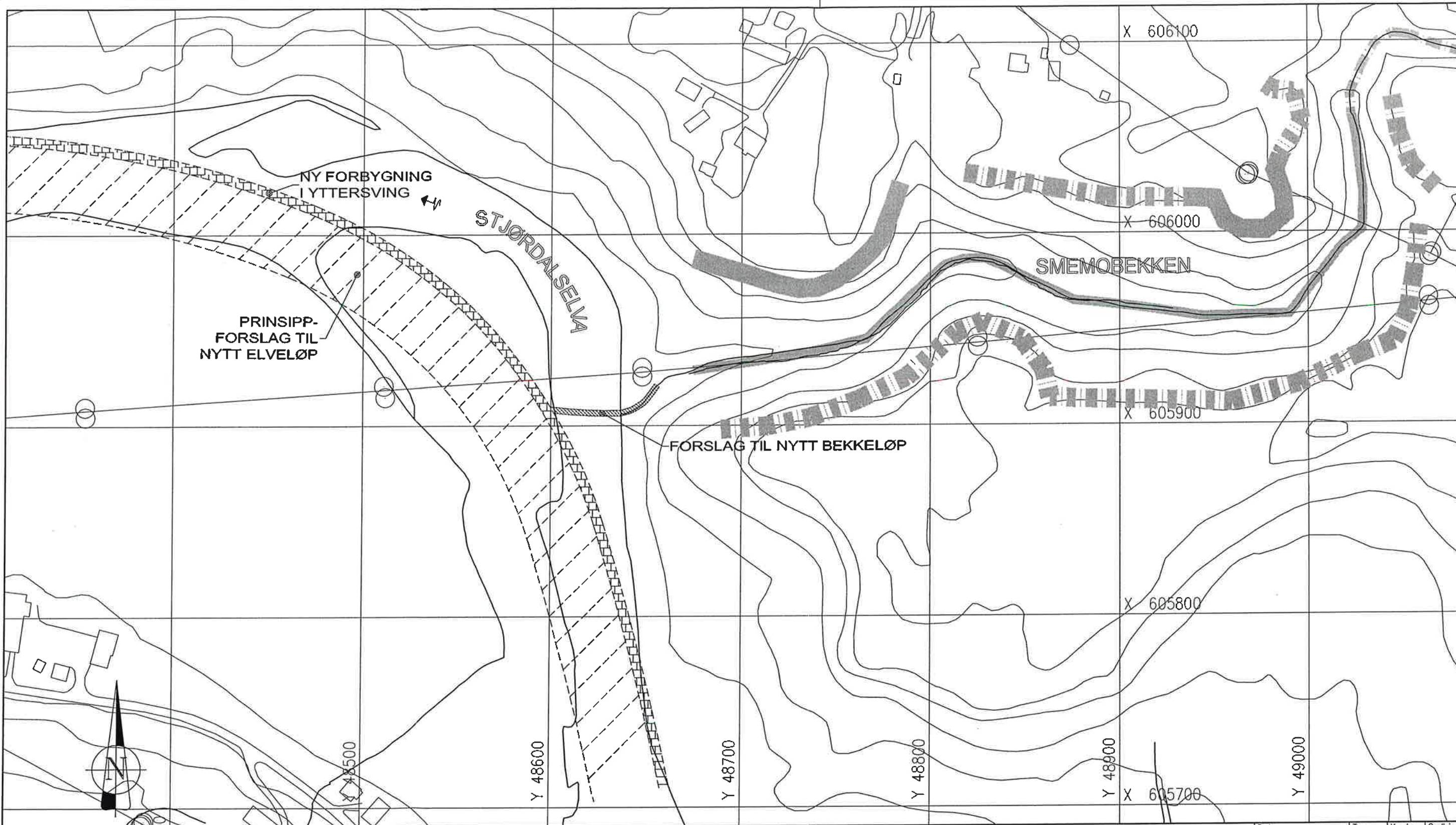


Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE Region Midt-Norge	Original format A3_L	Fag GEO		
	SMEMOBEKKEN, MERÅKER	Tegningens filnavn profil_boringer.dwg			
	PROFIL F-F	Underlagets filnavn *.dwg			
		Målestokk 1:200			
	NOTEBY AS Sverresdalsveien 26 Pb. 1139 Sverresborg-7420 TRONDHEIM Tlf.: 72 56 69 00 - Fax: 72 56 69 20	Dato 14.03.02	Konstr./Tegnet OAF	Kontrolleret WIN	Godkjent
		Oppdragsnr. 300747	Tegningsnr. 105		Rev.





Boring 5 og 6



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE Region Midt-Norge SMEMOBEKKEN, MERÅKER	Original format A3	Fag Geoteknikk		
		Tegningens filnavn *.dwg			
		Underlagets filnavn Profil_boringer.dwg			
	SONDERINGER BORPUNKT 5 og 6	Målestokk 1:200			
	NOTEBY AS Sverresdalsveien 26 Pb. 1139 Sverresborg-7420 TRONDHEIM Tlf.: 72 56 69 00 - Fax: 72 56 69 20	Dato 14.03.02	Konstr./Tegnet OAF	Kontrollert 4N	Godkjent OB
		Oppdragsnr. 300747	Tegningsnr. 106	Rev.	



TEGNFORKLARING:

-  AVLASTNING/UTSLAKING AV SKRÅNING
-  AVLASTNING/UTSLAKING AV SKRÅNING VURDERES
-  HEVING AV BEKKELØP (3m) OG PLASTRING AV SIDER
-  HEVING AV BEKKELØP (1m) OG PLASTRING AV SIDER

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE Region Midt Norge		Original format A3	Fag RIG	
	SMEMOBEKKEN, MERÅKER		Tegningens filnavn Borplan_smemobekken.dwg		
	PRINSIPFORSLAG TILTAK OG NYTT ELVE-/BEKKELØP		Underlagets filnavn smemo_kart.dwg		
			Målestokk 1:2000		
	NOTEBY AS	Dato 14.03.02	Konstr./Tegnet OAF	Kontrollert HN	Godkjent OAF
	Sverresdalsveien 26 Pb. 1139 Sverresborg-7420 TRONDHEIM Tlf.: 72 56 69 00 - Fax: 72 56 69 20	Oppdragsnr. 300747	Tegningsnr. 500	Rev.	

VEDLEGG 1

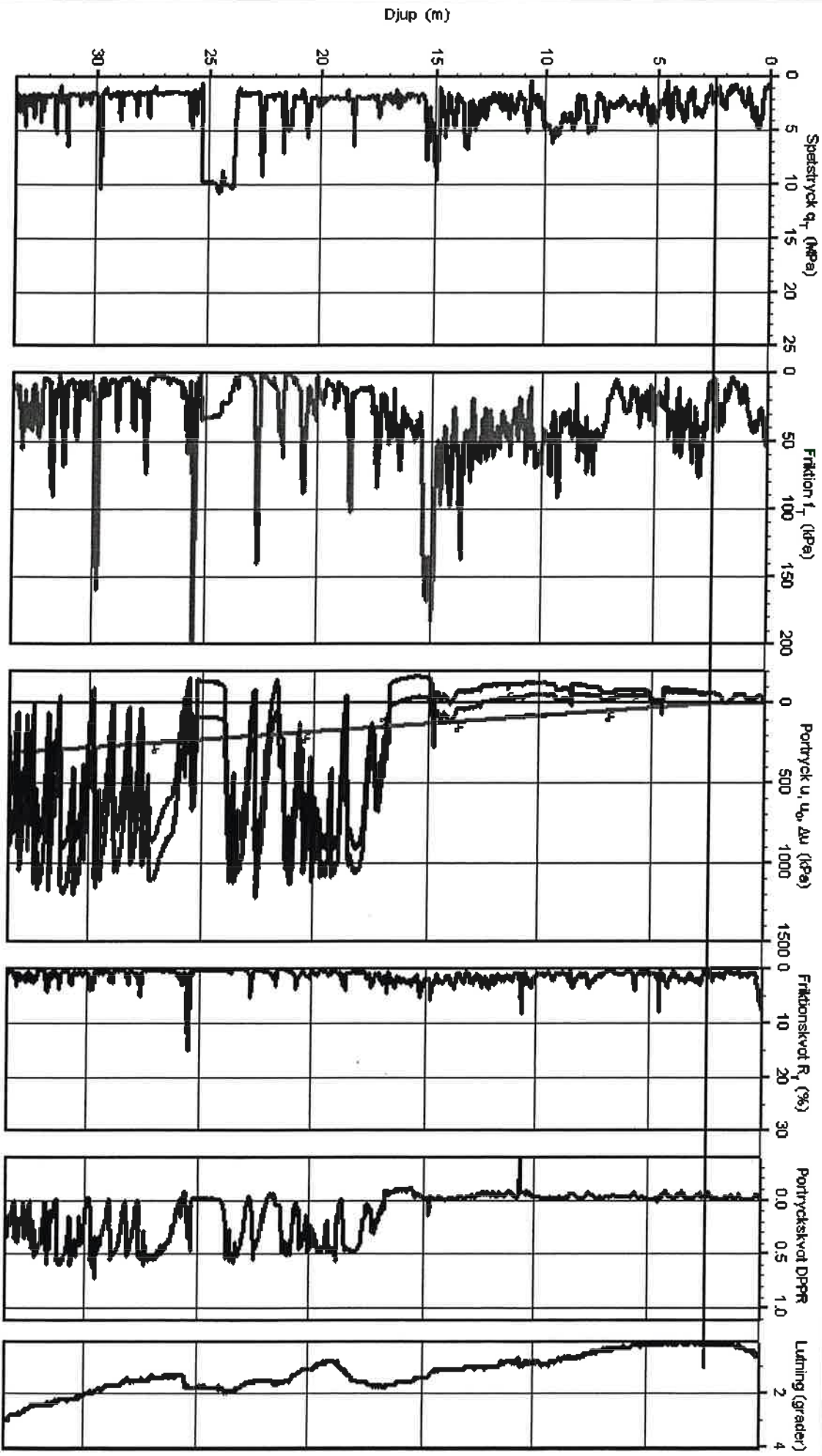
Tolking CPT-sondering borpunkt 4

CPT sondering uppmätta parametrar

Referens
 Nivå vid referens 0.00 m
 Grundrättningsyta 2.50 m
 Startdjup 0.00 m

Förborrningsdjup 0.00 m
 Förborrat material
 Utrustning
 Geometri Normal

Projekt Fortbyggnadsprojekt, Smevobekken, Meråker
 Projekt nr 300747.100
 Plats
 Borrhål 4
 Datum 10.12.01



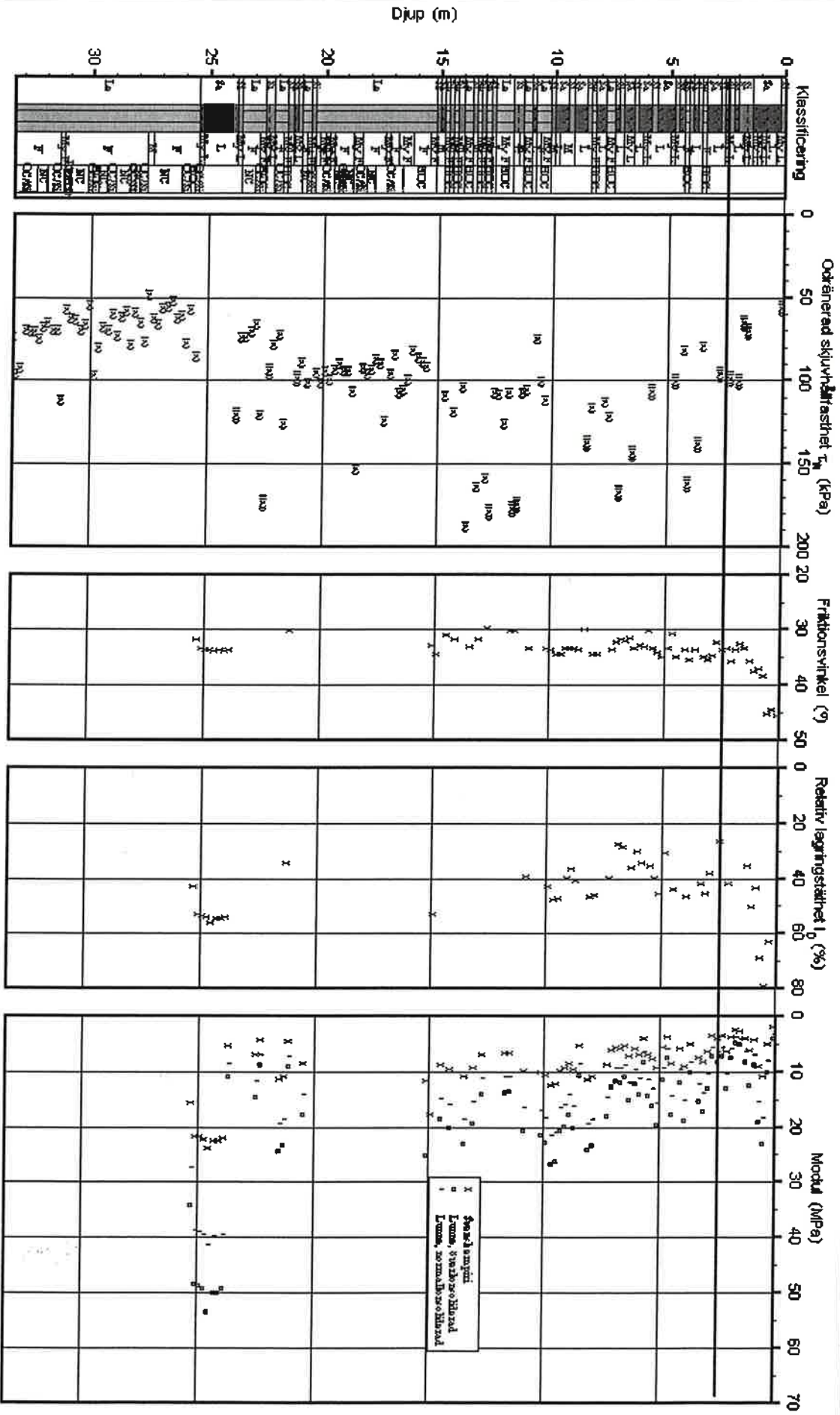
K:\3000000\300747\CPT 1.cpv 2001-12-06

CPT sondering utvärderad enligt SGI Info 15

Referens Nivå vid referens 0.00 m
 Grundvattentycka 2.50 m
 Startdjup 0.00 m

Förtörningsdjup 0.00 m
 Förtörat material
 Utrustning Geometri
 Normal

Projekt Forbyggningsprojekt, Smemnöcken, Meråker
 Projekt nr 300747.100
 Plats
 Bortfäll 4
 Datum 10.12.01



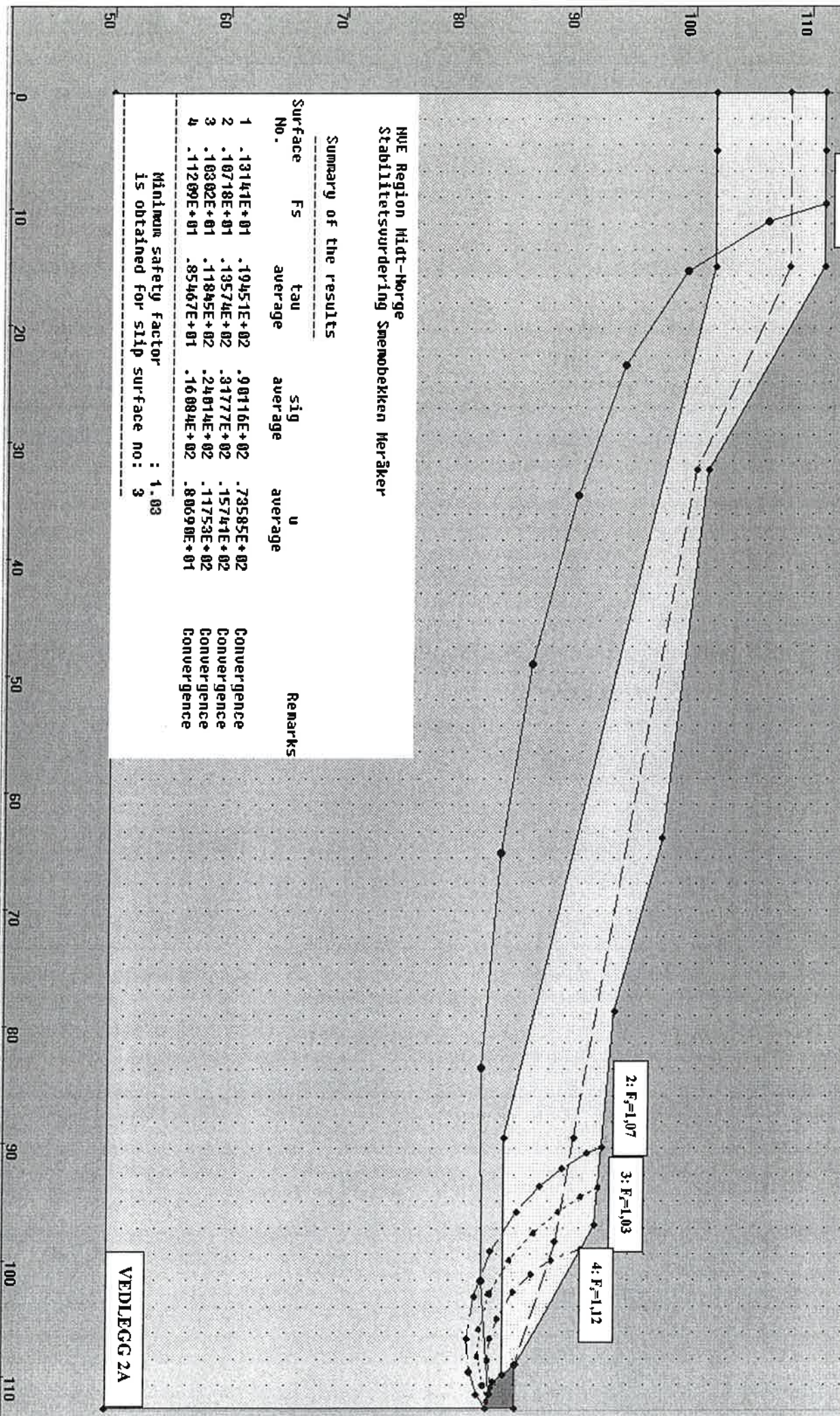
VEDLEGG 2

Stabilitetsberegninger profil B, C og D

- ⇒ A: Profil B, beregning I**
- ⇒ B: Profil B, beregning II**
- ⇒ C: Profil C, beregning I**
- ⇒ D: Profil C, beregning II**
- ⇒ E: Profil D, parameterstudie**
- ⇒ F: Sammenstilling parameterstudie, profil D**

SMEMOBEKKEN, MERAKER
 STABILITET AV SKRÅNING
 MOT STJØRDALSSELVA
 PROFIL B-B
 a-φ ANALYSE, Beregning I

1: F=1,31



NUE Region Midt-Horge
 Stabilitetsvurdering Smemobekken Meraker

Summary of the results

Surface No.	Fs	tau average	sig average	u average	Remarks
1	.13141E+01	.19451E+02	.90116E+02	.73585E+02	Convergence
2	.10718E+01	.13574E+02	.81777E+02	.15741E+02	Convergence
3	.10302E+01	.11845E+02	.24014E+02	.11753E+02	Convergence
4	.11209E+01	.85467E+01	.16084E+02	.80690E+01	Convergence

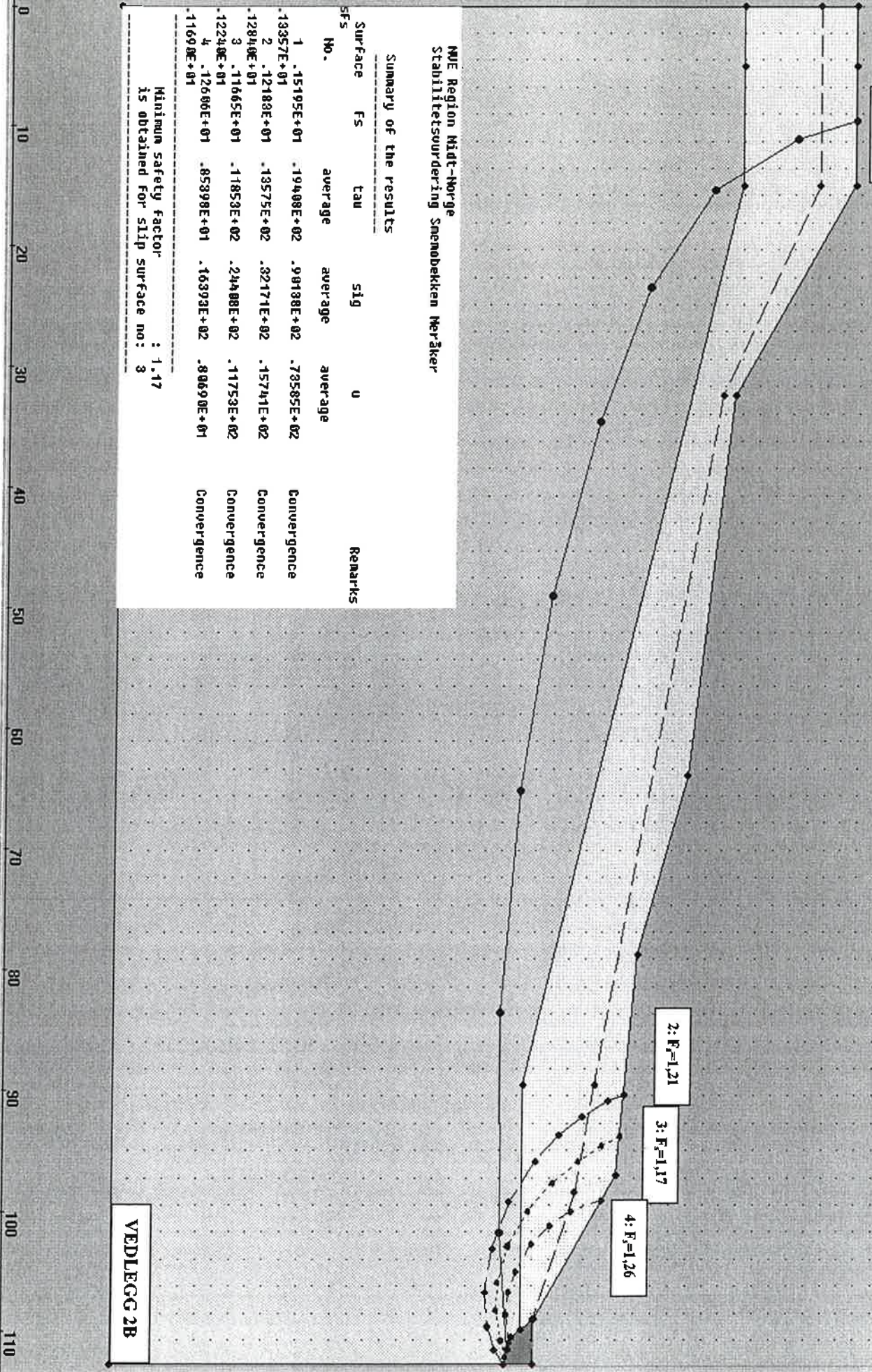
Minimum safety factor : 1.03
 is obtained for slip surface no: 3

Model	γ	Ko	Su1	Su2	Alt	Tanf
1	19	0.5	0	0	15	0.65
2	19.7	0.5	0	0	5	0.45

VEDLEGG 2A

SMEMOBEKKEN, MERÅKER
STABILITET AV SKRANING
MOT STJØRDALSELVA
PROFIL B-B
2-φ ANALYSE, Beregning II

1: F=1,52



NVE Region Midt-Norge
 Stabilitetsurdering Smemoebekken MerÅker

Summary of the results

Surface No.	FS	tau	sig	u	Remarks
1	.15195E+01	.19408E+02	.90188E+02	.73585E+02	Convergence
2	.12188E+01	.13575E+02	.82171E+02	.15741E+02	Convergence
3	.11665E+01	.11853E+02	.24488E+02	.11753E+02	Convergence
4	.12600E+01	.85398E+01	.16393E+02	.89690E+01	Convergence

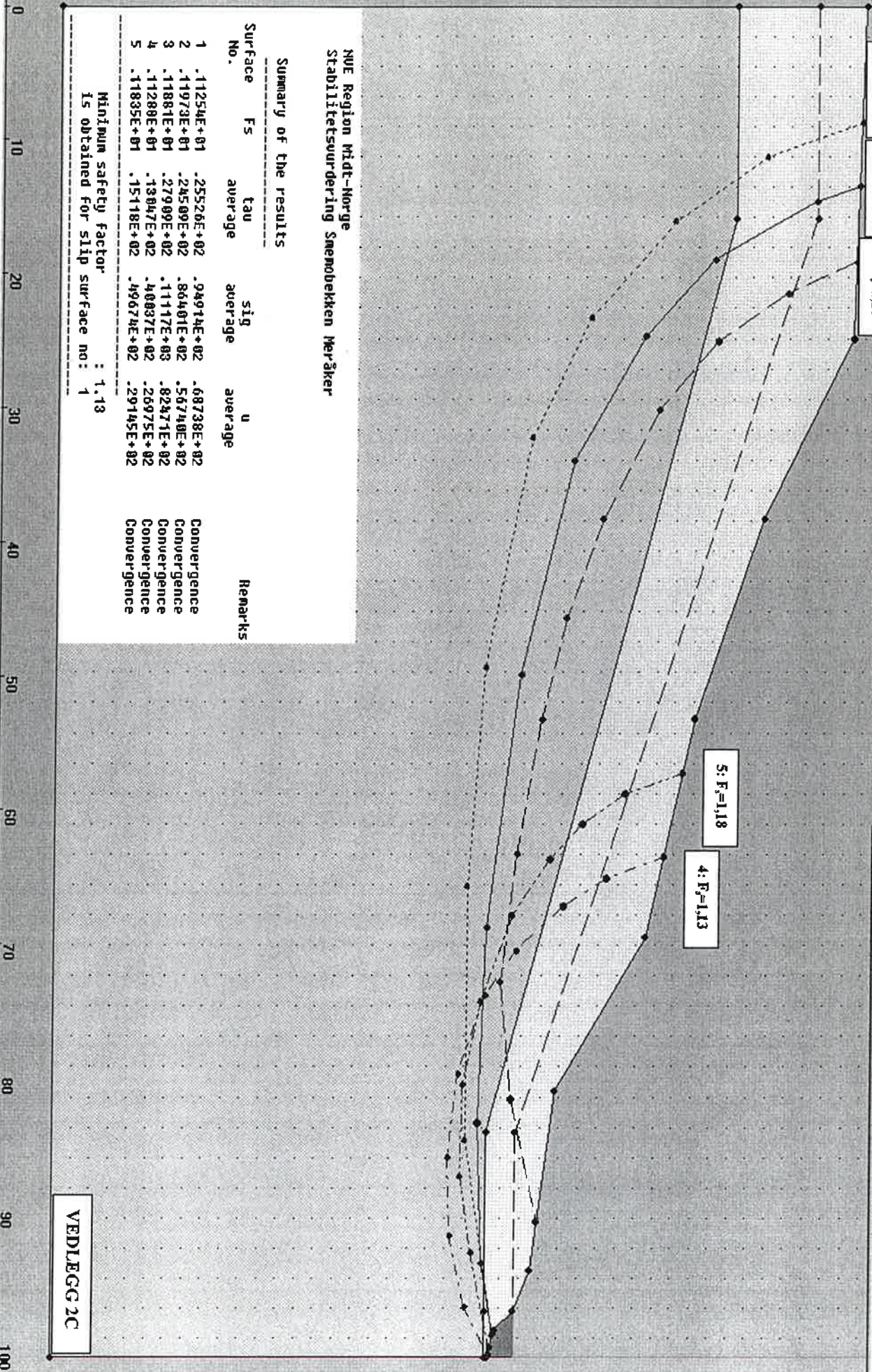
Minimum safety factor : 1,17
 is obtained for slip surface no: 3

Model	γ	Ko	Su1	Su2	Alt	TanFi
1	19	0,5	0	0	15	0,65
2	19,7	0,5	0	0	10	0,5

VEDLEGG 2B

SMEMOBEKKEN, MERÅKER
 STABILITET AV SKRÅNING
 MOT STJØRDALSSELVA
 PROFIL C-C
 a-φ ANALYSE, Beregning I

3: F=1.19 1: F=1.13 2: F=1.20



NVE Region Midt-Norge
 Stabilitetsvurdering Smemobekken Meråker

Summary of the results

Surf. No.	Fs	tau average	sig average	u average	Remarks
1	.11254E+01	.25520E+02	.94914E+02	.68738E+02	Convergence
2	.11973E+01	.24509E+02	.86401E+02	.56740E+02	Convergence
3	.11881E+01	.27909E+02	.11117E+03	.82871E+02	Convergence
4	.11289E+01	.13047E+02	.40037E+02	.26975E+02	Convergence
5	.11835E+01	.15118E+02	.49674E+02	.29145E+02	Convergence

Minimum safety factor : 1.13
 is obtained for slip surface no: 1

<input type="checkbox"/>	Silt leing san	Model	γ	Ko	Sul	Sa2	Alt	TanFi
<input type="checkbox"/>	Kvikkleire	1	20	0.5	0	0	15	0.85
		Model	γ	Ko	Sul	Sa2	Alt	TanFi
		1	19.7	0.5	0	0	5	0.45

VEDLEGG 2C

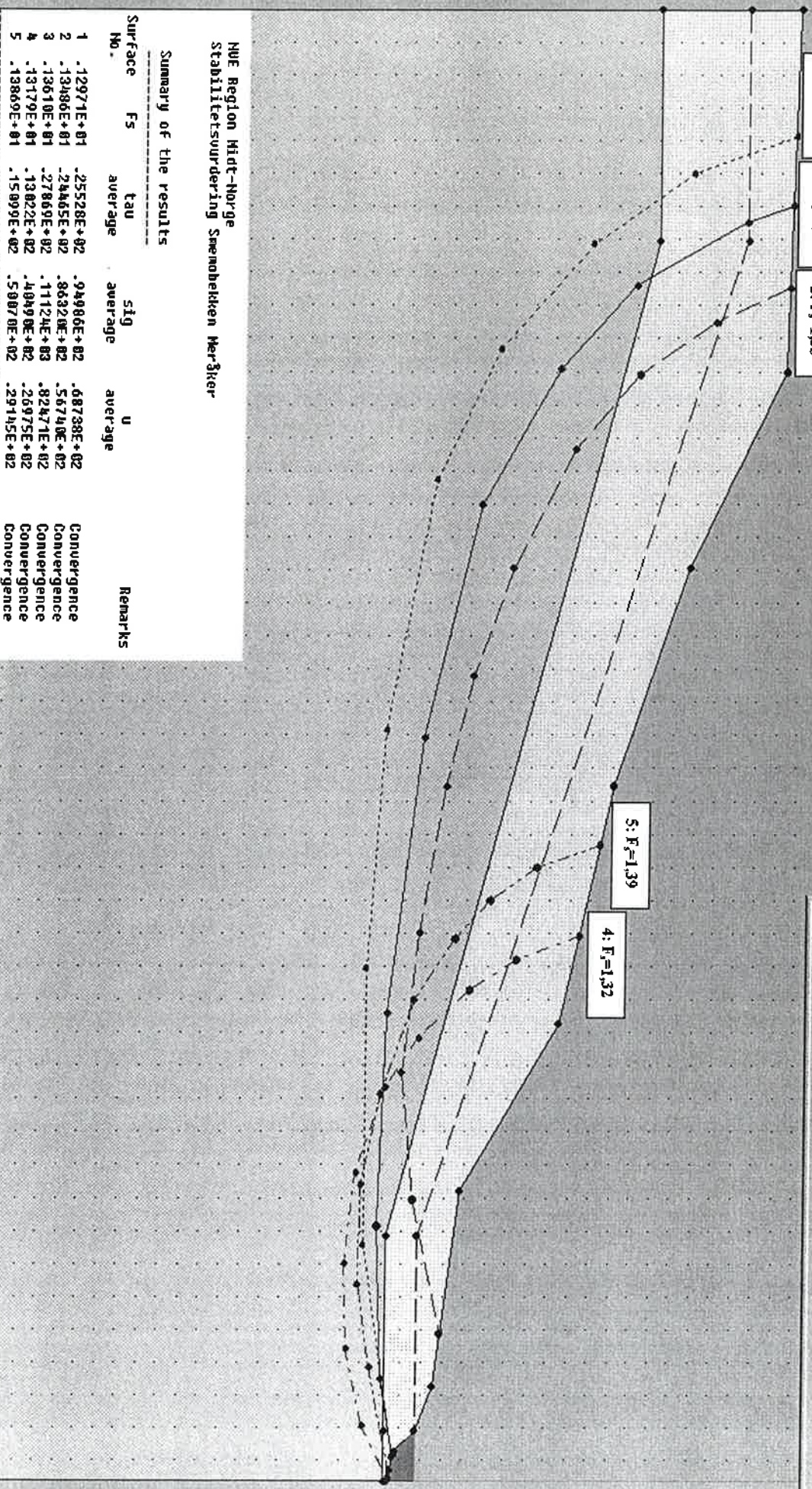
**SMEMOBEBKEN, MERAKER
STABILITET AV SKRÅNING
MOT STJØRDALSSELVA
PROFIL C-C
a-φ ANALYSE, Beregning II**

3: F=1,36 1: F=1,30 2: F=1,35

5: F=1,39

4: F=1,32

<input type="checkbox"/>	1	Silt leilig san	Model	γ	Ko	Su1	Su2	Alt	Tanf
<input type="checkbox"/>	2	Kvikkleire	Model	γ	Ko	Su1	Su2	Alt	Tanf
			1	19.7	0.5	0	0	10	0.5



NUE Region Hild-Norge
Stabilitetsurdering Smemobekken Meraker

Summary of the results

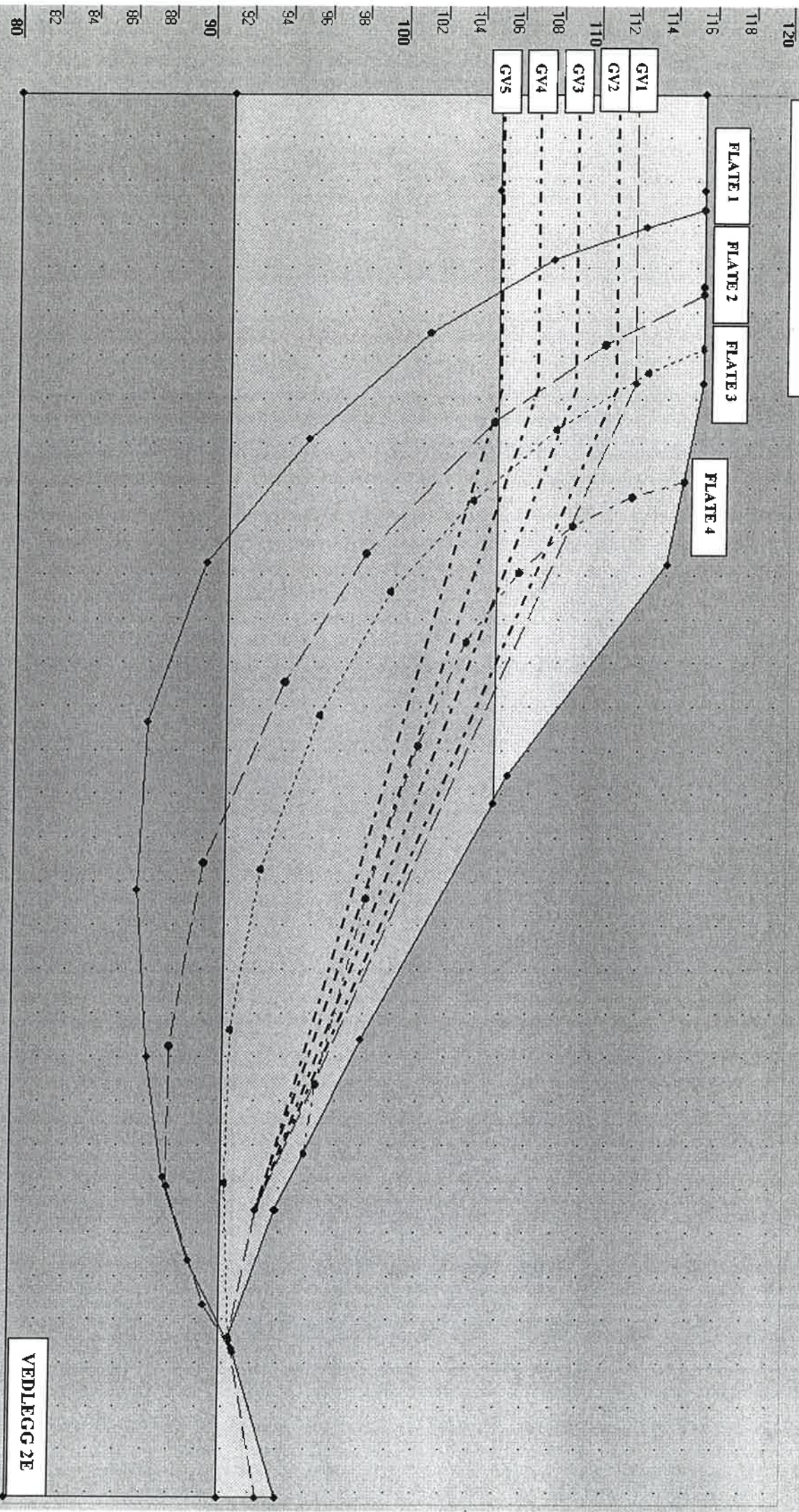
Surface No.	Fs	tau average	sig average	u average	Remarks
1	.12971E+01	-.25528E+02	.94986E+02	-.68738E+02	Convergence
2	-.13486E+01	-.24465E+02	-.86820E+02	-.56740E+02	Convergence
3	-.13610E+01	-.27869E+02	.11124E+03	-.82471E+02	Convergence
4	-.13179E+01	-.13822E+02	.40490E+02	-.26975E+02	Convergence
5	-.13869E+01	-.15909E+02	-.59870E+02	-.29145E+02	Convergence

Minimum safety factor
is obtained for slip surface no: 1 : 1.30

VEDLEGG 2D

**SMEMOBEEKEN, MERAKER
STABILITET AV SKRÅNING
MOT SMEMOBEEKEN
PROFIL D-D
a-φ ANALYSE**

**BEREGNEDE SIKKERHETER FOR
FLATENE 1-4 ER VIST I VEDLEGG 2F**



VEDLEGG 2F

BEREGNING

Sand/Silt
Leire
Kvikkleire

SIKKERH.FAKTOR
GV-Nivå (under terr v. skr.topp)

3.5
4.5
6.5
8.5
10.5

I					II				
a	15 tanfi	0.65			a	15 tanfi	0.7		
a	10 tanfi	0.5			a	20 tanfi	0.55		
a	5 tanfi	0.4			a	10 tanfi	0.45		
	F1	F2	F3	F4		F1	F2	F3	F4
	0.82	0.72	0.86	1.05		0.96	0.84	1.02	1.29
	0.85	0.75	0.89	1.12		1.00	0.88	1.06	1.36
	0.92	0.81	0.96			1.07	0.95	1.15	1.49
	0.98	0.87	1.03	1.29		1.14	1.02	1.22	1.55
	1.04	0.92	1.09	1.29		1.20	1.08	1.29	1.55

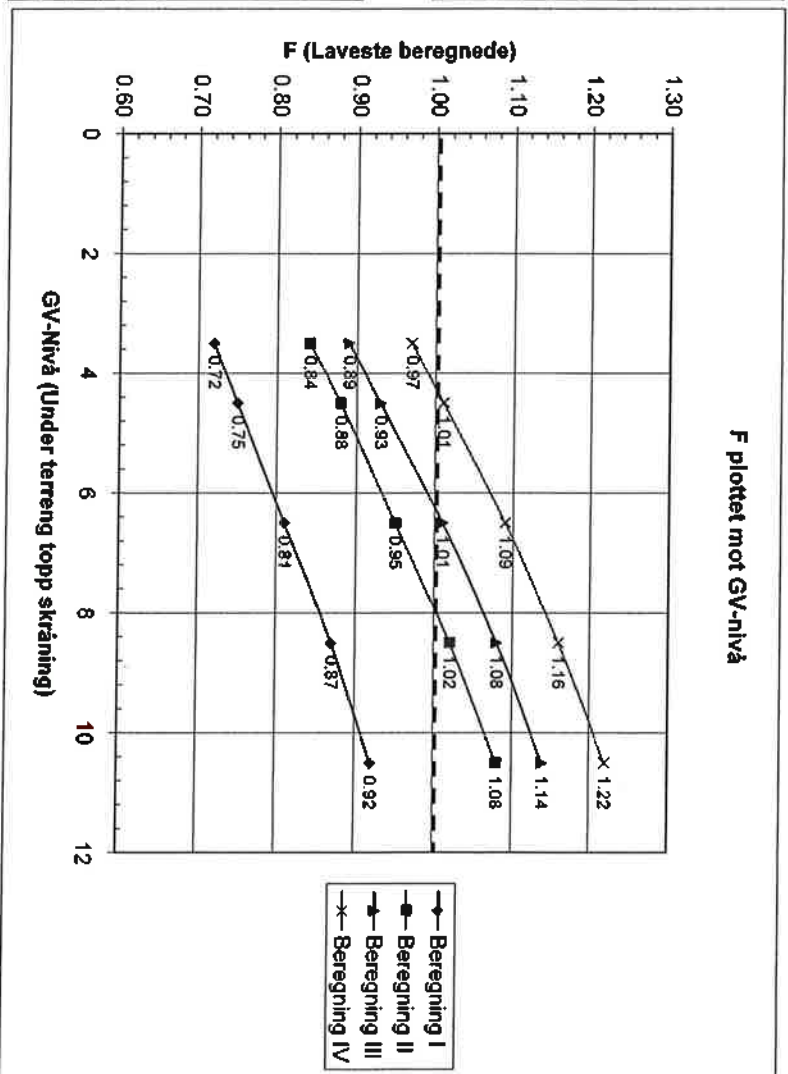
BEREGNING

Sand/Silt
Leire
Kvikkleire

SIKKERH.FAKTOR
GV-Nivå (under terr v. skr.topp)

3.5
4.5
6.5
8.5
10.5

III					IV				
a	15 tanfi	0.7			a	20 tanfi	0.7		
a	25 tanfi	0.6			a	25 tanfi	0.6		
a	10 tanfi	0.45			a	15 tanfi	0.5		
	F1	F2	F3	F4		F1	F2	F3	F4
	0.98	0.89	1.16	1.46		1.11	0.97	1.16	1.47
	1.02	0.93	1.20	1.54		1.15	1.01	1.21	1.55
	1.09	1.01	1.29	1.67		1.22	1.09	1.30	1.69
	1.16	1.08	1.37	1.74		1.30	1.16	1.38	1.75
	1.23	1.14	1.44	1.74		1.37	1.22	1.45	1.75



**GEOMETRI FOR GLIDEFLATER OG
PORETRYKKSFORDELING ER VIST I VEDLEGG 2E**

**VEDLEGG 2F
PARAMETERSTUDIE, PROFIL D**