

Notat 411793-RIG-02

Oppdrag:	Kvikkleiresone - Lundamo - Varegga III	Dato:	6. mai 2008
Emne:	Stabilitetsberegninger og tiltaksvurdering	Oppdr.nr.:	411793
Til:	Block Watne		Håkon Westad
Kopi:	Melhus kommune		Hans Vervik, Willy Wøllo
Utarbeidet av:	Ingrid Havnen	Sign.:	<i>Ingrid Havnen</i>
Kontrollert av:	Arne Vik	Sign.:	<i>Arne Vik</i>
Godkjent av:	Olav Årbogen	Sign.:	<i>Olav Årbogen</i>
<p>Sammendrag:</p> <p>Multiconsult har utført geotekniske vurderinger og stabilitetsberegninger i forbindelse med aktuelle stabiliserende tiltak for det planlagte utbyggingsområde på Varegga på Lundamo. Området er tidligere funnet å ha lav sikkerhet mot kvikkleireskred. Aktuelle tiltak er motfylling i bunn av skråningen, alternativt avlastning på toppen. Vi har i hovedsak vurdert førstnevnte med motfylling i bunn. Foreslått løsning vil kreve en motfylling på grovt sett ca 7000 m³, over et areal på ca 4900 m², samt en støttemur i ca 12m lengde langs eksisterende hus i nordvest i bunn av den bratte skråningen i sør. Motfyllingen må etableres som kvalitetsfylling av drenerende masser på et tidlig tidspunkt i utbyggingen. Dette for å stabilisere skråningen i tillegg til at setninger i fyllingen må gjøres unna før bygging kan starte. Fyllingen må detaljprosjekteres og det må utarbeides en beskrivelse av fyllingsarbeidene av geotekniker. Generelt må stabiliteten dokumenteres i forbindelse med byggeplanen for alle faser i byggeprosjektet. Det er også krav til 3.parts kontroll. Prosjektering av fundamentering må også utføres av geotekniker i samråd med utbygger.</p>			

1. Innledning

Block Watne planlegger utbygging av et området på Varegga – Varegga III. I denne forbindelse er Multiconsult engasjert som geoteknisk rådgiver.

Multiconsult mfl har tidligere utført omfattende grunnundersøkelser i området som viser at området består av til dels dårlig grunn med kvikkleire i dybden. Kvikkleira går inn under den høye skråningen sør for det planlagte boligområdet. Det vises i denne sammenheng til Multiconsult rapport 412688 – 1, datert 5. februar 2008 /1/, som er en datarapport med oppsummering av utførte grunnundersøkelser i området med en beskrivelse av grunnforhold. Området er registrert i en kvikkleiresone med høy faregrad ihht www.skrednett.no. Multiconsult har videre utført en revidert faregradsevaluering på bakgrunn av supplerende grunnundersøkelser og stabilitetsberegninger for vurdering av kritiske snitt, ref Multiconsult rapport 412688 – 2, datert 28.mars 2008 /2/. Vurderingene er utført på bakgrunn av NVEs retningslinjer for planlegging og utbygging i faresoner langs vassdrag 1/2007 foreløpig utgave /3/.

Utførte beregninger og vurderinger konkluderte med at eksisterende skråning sør for planlagt utbyggingsområde, Varegga III, har for lav sikkerhet i henhold til retningslinjene. Dette gjelder også skråningen vest for høydedraget i sør ned mot Horg. Ref profil A og G i tegning 411793-2. Videre ble det anbefalt at sikkerheten i de mest kritiske profilene ble bedret. Aktuelle tiltak for å utføre dette ble vurdert å enten være avlastning på toppen og/eller motfylling i bunn av skråningene /2/.

For å vurdere omfang av motfylling i bunn av skråningen i profil G har vi sett behov for supplerende grunnundersøkelser. Disse er foreløpig ikke utført. For vurdering av tiltak langs profil A og i skråningen ned mot det planlagte boligfeltet er tidligere grunnundersøkelser vurdert å gi tilstrekkelig grunnlag. På bakgrunn av dette har vi nå utført supplerende stabilitetsberegninger og vurderinger av aktuelle tiltak og omfang av dette. Dette for å komme fram til mulig løsning og for å kunne gi grunnlag for et kostnadsoverslag.

2. Krav til stabilitetsforbedring

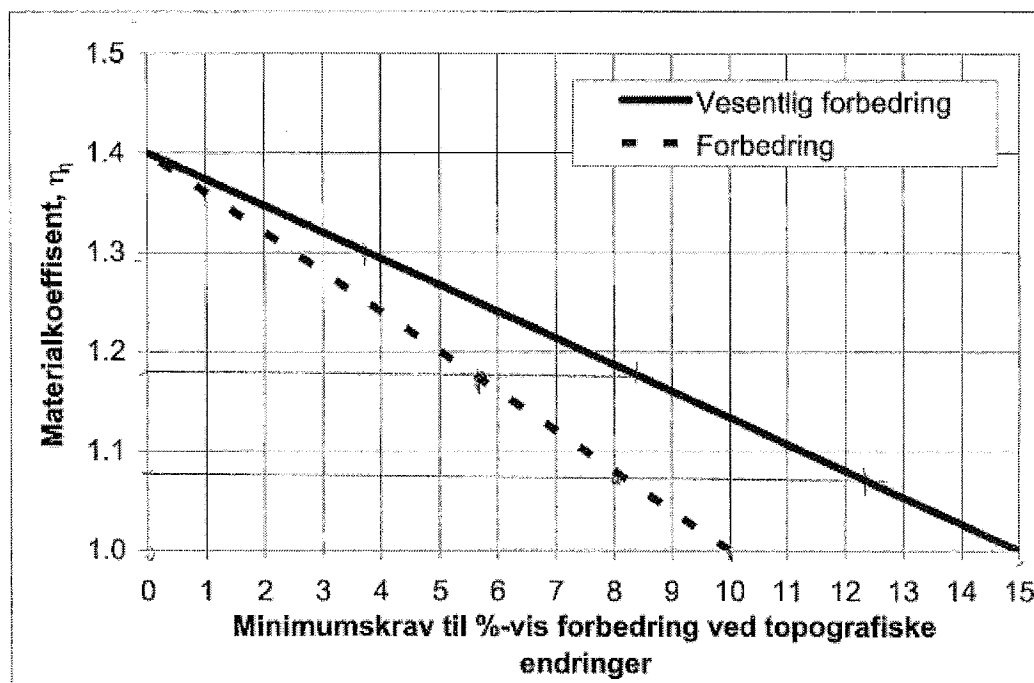
I hht til NVEs retningslinjer /3/ skal stabiliteten i de mest kritiske profil ha en vesentlig forbedring eller forbedring avhengig av tiltaksklasse og faregradsklasse.

Som nevnt over har Multiconsult utført en revidert faregradsvurdering på bakgrunn av de supplerende grunnundersøkelsene. Denne viste at sonen hadde "høy" faregrad.

Det er også utført faregradsvurderinger i enkeltprofil. Etter diskusjoner internt og med 3.partskontrollør, Rambøll, og på bakgrunn av beregningsresultatene har vi vurdert det riktig å ikke vurdere faregraden og forbedringsgraden fra hele området med tanke på krav til tiltak.

Med boligutbygging og tilflytting av mennesker havner tiltaket i tiltaksklasse K3, i hht til NVEs retningslinjer vedlegg 2, tabell 1 /3/. Med tiltaksklasse K3 og "høy" faregrad gir dette følgende krav til dokumentasjon og nødvendig sikkerhetsnivå mot utglidning representert ved materialkoeffisient γ_m :

- Stabilitetsanalyser som viser dokumentert tilstrekkelig materialfaktor $\gamma_m \geq 1,4$ eller %-vis "vesentlig forbedring" av stabiliteten iht. NVE-retningslinjenes vedlegg 2, figur 5.5, se under (heltrukket linje).
- Skjerpet kontroll av geoteknisk rådgiving iht. NS3480, inkludert ekstern 3.partskontroll.



Figur 5.5 Minimumskrav til prosentvis forbedring ved topografiske endringer

Ovennevnte krav er lagt til grunn for videre vurdering av nødvendige tiltak i sonen.

3. Stabilitetsberegninger

3.1 Utførte beregninger

Generelt har vi sett på to alternativer vedrørende stabiliserende tiltak:

1. Uten avlastning på toppen av skråningen
2. Med avlastning på toppen av skråningen

For vurdering av nødvendig motfylling i området er det utført beregninger i det mest kritiske profilet, Profil A-bratt i tillegg til Profil A og C ned mot Varegga III, dvs nordskråningen.

Ved etablering av motfyllinger har vi forsøk å etablere ett terreng som senere kan bebygges, med en slakest mulig helning, samtidig som det oppnås en mest mulig naturlig overgang fra nødvendig motfylling ovenfor eksisterende hus i profil A-bratt som begrenses av eksisterende hus.

Det er utført følgende stabilitetsberegninger for dagens situasjon og for ny situasjon:

- Profil A-bratt – vridd ned mot eksisterende rekkehus. Beregning for dagens situasjon og ny situasjon med alternative motfyllinger i bunn, med og uten avlastning på toppen for å få tilstrekkelig økning i sikkerhet. I tillegg er det utført analyser for stabiliteten av motfyllingen.
- Profil A – revidert beregning på dagens situasjon i tillegg til nødvendig motfylling for å få tilstrekkelig økning i sikkerhet. Avlastning på toppen.
- Profil C – dagens situasjon og med motfylling i bunn.

Det er utført reviderte ADP-stabilitetsanalyser på profil A, da det i tidligere beregninger var lagt inn en 10% reduksjon i styrkeparameterene for enkelte lag i denne analysen. Den nødvendige reduksjonen var imidlertid allerede tatt inn i styrkeprofilen, slik at tidligere beregninger var noe konservative, ref Multiconsult rapport 412688-2.

Det må etter utført supplerende grunnundersøkelser i vest utføres stabilitetsberegninger i profil G for dagens situasjon og med forskjellige motfyllingstiltak evt med avlastning på toppen. Stabiliteten av skråningen pga motfyllingen i profil A-bratt må i denne sammenheng også vurderes.

Vi har utført overslagsberegninger i profil G (vestskråningen) for kun motfyllingsalternativ, men resultatene av disse er ikke presentert her, da disse må revideres på bakgrunn av de supplerende grunnundersøkelsene. Utførte beregninger kan imidlertid gi et foreløpig anslag på omfang av motfylling.

Stabilitetsberegningene er utført med udrenert avansert totalspenningsanalyse (ADP-analyse) for korttidssituasjonen i Multiconsult egenutviklede stabilitetsprogram STABIL v3.

For vurdering av langtidsstabiliteten på effektivspenningsbasis både for dagens og ny situasjon er det benyttet (aø-analyse) i profil A-bratt og A.

For kontroll av stabiliteten på korttidssituasjonen er det også utført enkelte beregninger i analyse programmet PLAXIS, med en midlere udrenert skjærstyrke.

3.2 Styrkeparametre

Det er benyttet tilsvarende styrkeparametre som i tidligere beregninger i Multiconsultrapport 412688-2, i hovedsak tolket fra CPTU-data. Det vises i denne sammenheng til denne rapporten for vurdering av styrkeparametre og styrkeprofil. Benyttede parametre er vist i tabell 1 (tilsvarende tabell 4 i Multiconsult rapport 412688 – 2)/2/.

Tabell 1: Sammendrag av valgte styrkeparametre for karakteristiske lag (identifikasjon i henhold til bruk i analyseprogrammet STABIL og PLAXIS).

Materiale	Tyngdetetthet (kN/m ³)	Friksjon tan φ (-)	Attraksjon a, (kPa)	Udrenert skjærstyrke s _u (kPa)
Tørreskorpe	20.0	0.65	0	Beregnes drenert (topplag 2 m tykkelse)
Sand, grus	20	0,8	0	Beregnes drenert. Gjelder også for fyllmasse i motfyllinger.
Leire, siltig	20.0	0.55	10	Aktiv udrenert skjærstyrke: $s_{uA} = 0,25 \cdot OCR^{0.75} \cdot p_0$ Direkte udrenert skjærstyrke, topp og bunn: $s_{uD} = 0,66 \cdot s_{ua}$ (STABIL) Passiv udrenert skjærstyrke, topp og bunn: $s_{uP} = 0,31 \cdot s_{ua}$ (STABIL) Midlere udrenert skjærstyrke, $s_{um} = 0,66 \cdot s_{ua}$ (PLAXIS)
Leire, meget sensitiv/ kvikk leire	19.0	0.40	10	Aktiv udrenert skjærstyrke: $s_{uA} = 0,25 \cdot OCR^{0.75} \cdot p_0$ Direkte udrenert skjærstyrke, topp og bunn: $s_{uD} = 0,64 \cdot s_{ua}$ Passiv udrenert skjærstyrke, topp og bunn: $s_{uP} = 0,21 \cdot s_{ua}$ Midlere udrenert skjærstyrke, $s_{um} = 0,62 \cdot s_{ua}$ (PLAXIS)
Sand/silt	19,0	0,6	10	Beregnes drenert (Bunnlag)

3.3 Beregningsresultater – Stabiliseringstiltak i nordskrånningen

Det er utført mange beregninger for å komme fram til nødvendig motfyllingsbehov med en akseptabel form og størrelse for å oppfyllet kravet i NVEs retninglinjer fig. 5.5 med ”vesentlig forbedring” av stabiliteten /3/.

Resultater fra et utvalg av beregningene i hovedsak på totalspenningsbasis, korttidstilstanden er vist i vedlegg 1-5, og er oppsummert i tabell 2. I tillegg er langtidssituasjonen med aø-analyse vist for dagens og ny situasjon for enkelte profil.

Tabell 2: Beregnede sikkerhetsfaktorer for utførte stabilitetsanalyser.

Profil	Dagens sit Ber γ_m	Krav %-vis forbedring γ_m	Stabiliseringstiltak	Ny sit Ber. γ_m	Vedlegg	Analyse
Profil A	1,31 Vedlegg 1A*		Motfylling: Fylling, h=2m, L=55m, helning ca 1:3 øvre del, 1:6 nedre del. Gjennomsnitt areal ca 85 m ²	1,55	1B	Aø-analyse, STABIL
	1,27 Vedlegg 2A	5%→ Ny sikkerhet $\gamma_m \geq 1,33$	Motfylling: Fylling, h=2m, L=55m, helning ca 1:3 øvre del, 1:6 nedre del. Gjennomsnitt areal ca 85 m ²	1,35	2B	ADP-analyse, STABIL
			Avlasting topp til kt 98, h=2m (krever flytting av hus)	1,37	2C	
Profil A-bratt	1,26/ 1,28 Vedlegg 3A**		Motfylling: kt 85, b=9,5 m, helning 1:2, 3 m høy mur 4 m fra eks hus. Gjennomsnitt areal ca 70 m ² .	1,48	3B	Aø-analyse, STABIL
	1,23 Vedlegg 4A	6,5%→ Ny sikkerhet $\gamma_m \geq 1,31$	Motfylling: kt 85, b=9,5 m, helning 1:2, 3 m høy mur 4 m fra eks hus. Gjennomsnitt areal ca 70 m ² . Stabilitet motfylling	1,31 1,78	4B	ADP-analyse, STABIL
			Avlasting 2m topp, kt 98 (krever flytting av hus)	1,34	4C	
			Avlasting skrått topp, b=8m fra kt 98 til 96. + motfylling heln 1:2,8 fra kt 85 til 4 m fra hus	1,31	4D	
			Avlasting skrått topp, b=8m fra kt 98 til 96. + motfylling kt 80, b=6,6 m heln 1:2 til 4 m fra hus	1,31	4E	
Profil C	1,34 Vedlegg 5A	2,5%→ Ny sikkerhet $\gamma_m \geq 1,37$	Motfylling: Fylling, h=1m, L=20m, helning ca 1:5. Gjennomsnitt areal ca 15m ²	1,39	5B	ADP-analyse, STABIL

* Tilsvarende Vedlegg 4A-Multiconsult rapport 412688-2 /2/.

** Flate med lavest sikkerhet går ikke ned i kvikkleira.

Som det framgår av tabell 2 tilfredsstiller motfyllingsalternativene kravet til vesentlig forbedring av sikkerheten.

For kontroll av beregningene er det utført stabilitetsberegning i PLAXIS med motfyllingsalternativet i profil A-bratt og Profil A. PLAXIS-beregningene er basert på en midlere su som gir lavere sikkerhet i forhold til ADP-analysen (ref Multiconsult rapport 412831-2/2/). Vi har derfor kun sett på forholdstallene i beregningene og krav til økning i sikkerhet vil derfor være i henhold til tabell 2 over.

For Profil A-bratt har vi utført beregning med tilsvarende motfylling som vist på tegning 411793-102 og vedlegg 4B i Profil A. Vi har også utført beregning med motfylling som vist på tegning 411793-103 og vedlegg 2B i Profil A.

Utført beregning for motfylling i profil A-bratt viser at en oppnår kun 4,5% forbedring (fra $F_s=1,1$ (dagens situasjon, vedlegg 6A) til $F_s=1,15$ (se vedlegg 6B)), som er lavere enn kravet

på 6,5%. Dette skyldes at den kritiske glideflate er en sammensatt flate som går ut under rekkehusene. Det er ikke mulig å legge en motfylling her uten å berøre eksisterende hus. Utført beregning for motfylling i profil A viser imidlertid at en oppnår 10% forbedring (fra $F_s=1,1$ til $F_s=1,21$ (se vedlegg 6C)) som er 5% mer enn kravet på 5% i dette profilet. Ved å se på sideeffekter av fyllingen i Profil A-bratt anser vi totalt sett at en har oppnådd tilstrekkelig sikkerhet for hele nord skråningen, da bredden på motfyllingen i profil A-bratt begrenses til ca 10-15 m forbi rekkehusene. Vi har ikke utført beregninger på dette, men tilrår at dette gjøres i forbindelse med detaljprosjekteringen.

Som nevnt over har vi sett på to alternativer:

1. Uten avlasting på toppen av skråningen

Motfyllingen langs profil A-bratt begrenses av eksisterende rekkehus i bunn av skråningen. For å få tilstrekkelig sikkerhet for denne fyllingen, må det etableres en mur ca 4 m fra husveggen (omtrent i eiendomsgrensen) i 3 m høyde og derfra med en skråningshelning på 1:2. Motfyllingen som starter ca 4 m fra husveggen med en helning på ca 1:2 føres opp til et platå på kote +85 (vedlegg 4B), se profil tegning 411793-102 og plantegning 411793-2. Dette er sannsynligvis ikke en "landskapsmessig" god løsning og kan mulig reduseres ved å se på sideeffekter mot profil A i det videre prosjekteringsarbeidet. Det er i plantegningen antydnet en vinklet støttemur med ca 12 m lengde totalt.

Stabiliteten av motfyllingen ned mot Varegga er tilfredsstillende i ADP-analysen (vedlegg 4B). Poretrykksoppbygging i denne sammenheng må imidlertid vurderes nærmere i prosjekteringsfasen. Ved avlasting på toppen kan motfyllingen reduseres betraktelig.

Fra motfyllingen i profil A-bratt slakes terrenget ut mot profil A og mot profil G. Mot profil G er helningen lagt på ca 1:2,4. Generelt er nytt terreng med motfylling lagt med helning på ca 1:6 i nordskråningen. Øvre del av profil A er etablert noe brattere for å få en naturlig overgang mellom profilene. Se profiler tegning 411793-102 til -105 som viser aktuelle motfyllingstiltak og plantegning 411793 - 1 med forslag til nye koter. Disse viser kun tiltak uten avlasting på toppen av skråningen.

Tegning 411793-2 viser også plassering av profilene og utbredelse av motfyllingen. Motfyllingen vil dekke et areal på ca 4900 m².

Anslått faste m³ for nødvendig motfylling er grovt beregnet til i underkant av ca 7000 m³. Dette på bakgrunn av at profil A-bratt dekker et område med bredde ca 36 m, profil A en bredde på ca 36m, profil A/C bredde på ca 24 m og profil C en bredde på ca 28 m. Tverrsnittarealene for profilene er vist på tegning - 102 til -105.

I tillegg til motfyllingen må en påregne en ca 3 m høy mur i en strekning på ca 12 m.

2. Med avlasting på toppen av skråningen

Ved en avlasting av hele toppen med 2 m ned til kote +98 er det ikke nødvendig med motfyllingstiltak på Varegga. Dette krever imidlertid at eksisterende hus på toppen av skråningen må midlertidig flyttes. For å begrense flytting av hus på toppen kan en kombinasjon med en liten motfylling rundt profil C være aktuelt.

En løsning med delvis avlasting på yttersiden av husene med en nedplanering av skråningene er også en mulighet. Vi har her sett på en løsning med avlasting av de ytterste 8 m ned til kt 98 skrående ned til kt 96. Også med denne løsningen kan motfyllingen i profil A-bratt reduseres (se vedlegg 4D og 4E).

Vi har utført overslagsberegninger på profil G for å vurdere omfang av en motfylling i vestskråningen. Disse viser at en betydelig motfylling i ca 4 m høyde ca 100 m langs

skråningen gir en %-vis forbedring i stabiliteten på 6-7%. Dette er for lavt i forhold til en "vesentlig forbedring" som er påkrevd. Dette fører til at det sannsynligvis vil være mest hensiktsmessig å avlaste toppen for å oppnå tilstrekkelig forbedring av sikkerheten. Dette vil imidlertid først kunne bestemmes endelig etter at supplerende grunnundersøkelser og supplerende beregninger er utført.

4. Opparbeidelse av motfyllingen

Motfyllingen må påregnes utført som kvalitetsfylling med bruk av drenerende masser av grus, pukk eller sprengstein. Under fyllingen må det renskes for matjord og legges separasjonsduk.

Fyllingen må delta-prosjekteres og det må utarbeides en beskrivelse for fyllingsarbeidene av geotekniker. I denne forbindelse kan det bli behov for supplerende stabilitetsberegninger, dette spesielt med tanke på oppfyllingsarbeidet og poretrykksoppbygging ved fyllingsarbeidene. I praksis kan det være aktuelt å utføre deler av fyllingen i flere trinn.

Stabiliseringstiltakene med motfylling må utføres i god tid før oppstart bygging. Dette spesielt med tanke på setninger da det planlegges bygging i motfyllingen. Denne vil da også fungere som en forbelatning av eksisterende terreng, slik at husene etableres kompensert i motfyllingen. Utgraving for byggene vil da ikke forverre stabiliteten i forhold til dagens situasjon i byggefasen.

5. Sluttkommentar - Kritiske momenter

Kritiske forhold i forbindelse med planlagt utbygging vil være relatert til bygge-/anleggsfasen, spesielt ved etablering av motfyllingen og utbyggingen av boligene nær skråningen. Det er avgjørende at stabiliteten ikke forverres i noen fase av utbyggingen, og at stabiliserende tiltak utføres før oppstart av anleggsarbeider som kan påvirke stabiliteten i ugunstig retning.

Det er mulig at motfyllingen kan optimaliseres og reduseres noe i omfang. Dette må imidlertid vurderes nærmere i forbindelse med de endelige byggeplanene.

Det er viktig at tiltak som blir utført ikke fører til poretrykksøkning som følge av evt. tetting av dreinsveier, da dette kan forverre stabiliteten. Det er viktig at eksisterende og nye dreinssystemer fungerer etter hensikten og at overvann føres bort. Videre tilrås at det foretas jevnlig målinger av poretrykket over en lengre periode for å registrere årstidsvariasjoner. Beregninger med poretrykksoppbygging må vurderes i forbindelse med etablering av fyllingene.

Generelt må sikkerheten for de mest utsatte deler av skråningene dokumenteres nærmere i forbindelse med byggeplanen for alle faser i byggeprosjektet.

Dette setter krav til rekkefølge av arbeidene, spesielt ved etablering av infrastruktur i området. Ved beskrivelse av arbeidene er det viktig at det settes klare restriksjoner for rekkefølge av grave- og fyllingsarbeider, ledningsarbeider og mellomlagring av gravemasser.

Konklusjonene fra supplerende grunnundersøkelser i profil G vil kunne ha betydning for omfang og rekkefølge av stabiliserende tiltak i området.

For øvrig skal alle tiltak i området kontrolleres og godkjennes av geotekniker for hele reguleringsplanområdet.

Hvis våre råd ikke blir fulgt kan det sette stabiliteten i fare med utglidning som resultat. Dette må unngås, da det er forbundet med risiko for tap av menneskeliv.

6. Referanseliste

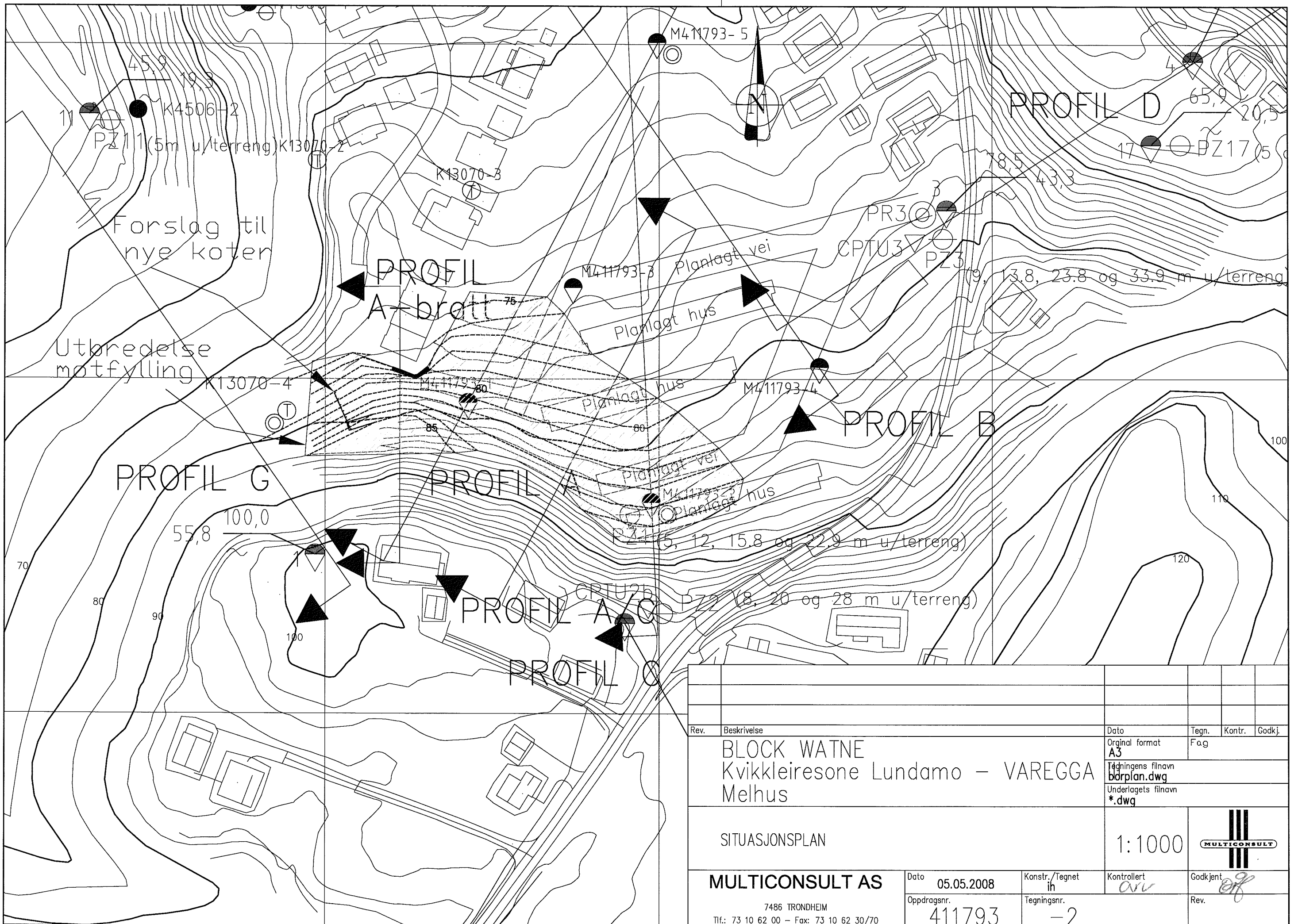
- /1/ MULTICONSULT rapport 412688-1. *Kvikkleirekartlegging Lundamo. Kvernhusbekken, leirtaket og Varegga. Supplerende grunnundersøkelser. Datarapport – beskrivelse av grunnforhold.* 5.februar 2008 for NVE.
- /2/ MULTICONSULT rapport 412688-2. *Kvikkleirekartlegging Lundamo. Kvernhusbekken, leirtaket og Varegga. Geotekniske vurderinger. Faregradsevaluering, stabilitetsberegninger.* 28. mars 2008 for NVE.
- /3/ NVE. *Retningslinjer for planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag.* Foreløpig utgave februar 2007.

Tegninger:

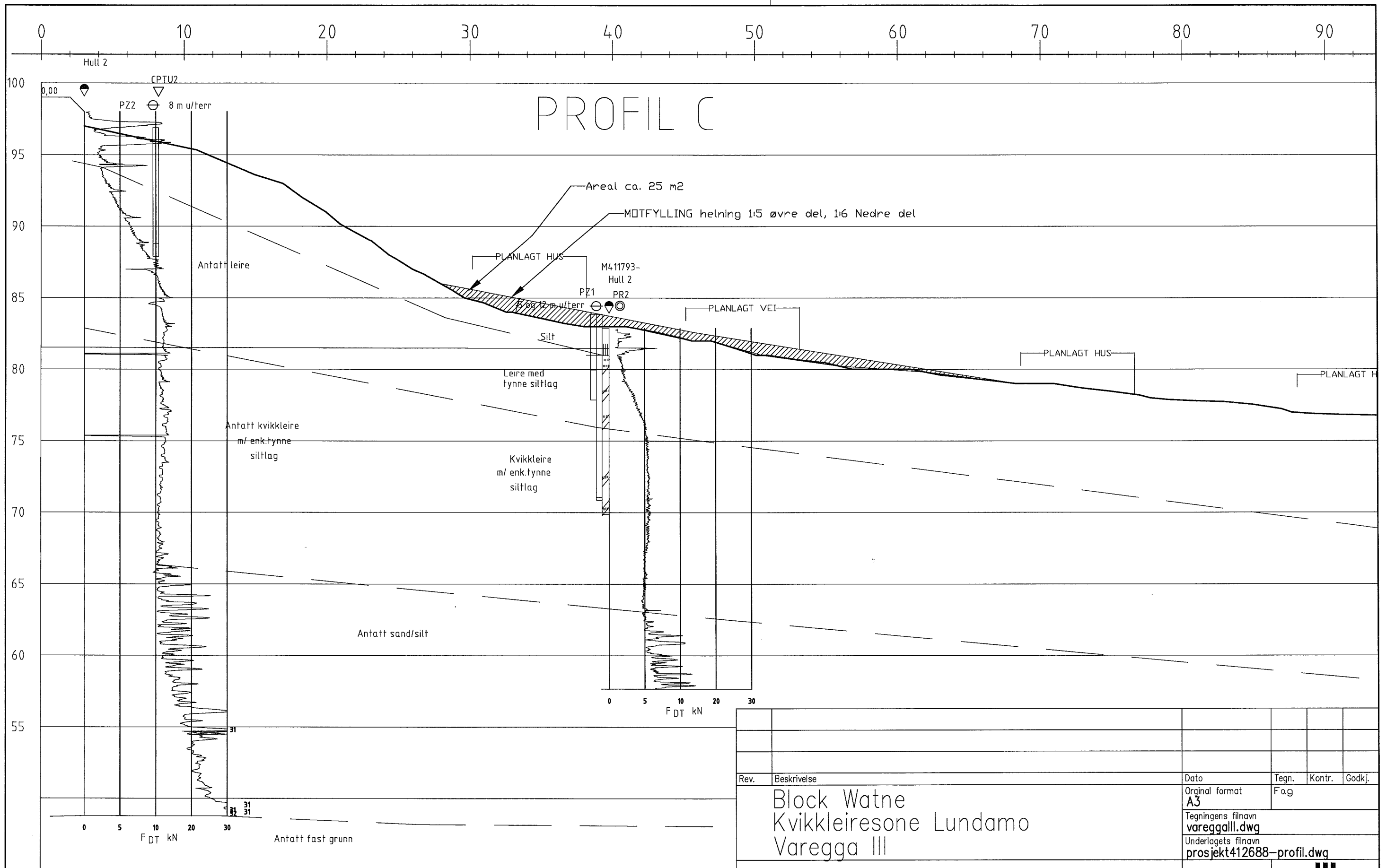
- 411793 - 1: Situasjonsplan
- 411793 - 102: Profil A-bratt – motfylling prinsipp
- 411793 - 103: Profil A – motfylling prinsipp
- 411793 – 104: Profil A/C – motfylling prinsipp
- 411793 – 105: Profil C – motfylling prinsipp


Vedlegg:

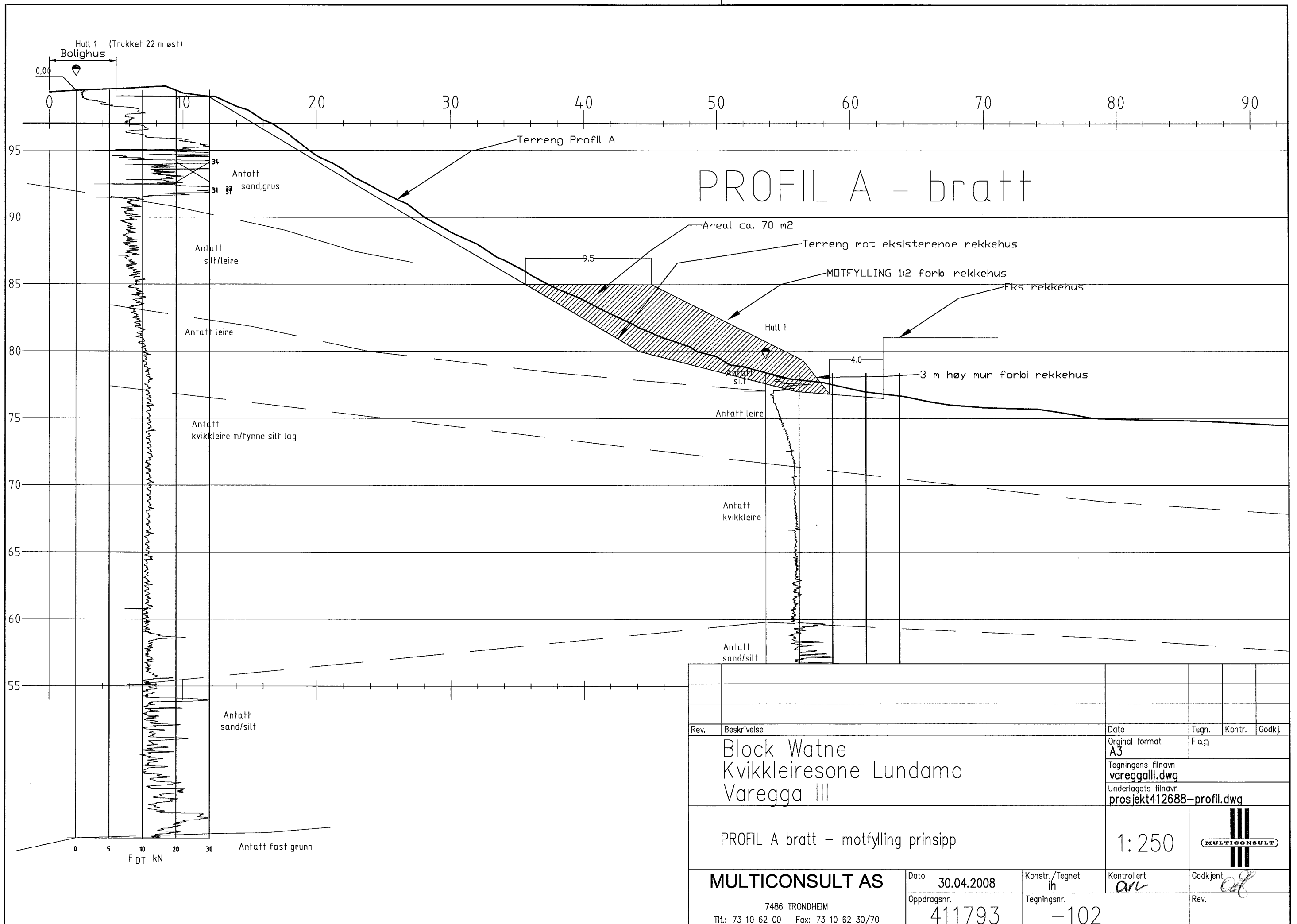
- Vedlegg 1: Stabilitetsberegninger profil A, aø-analyse, dagens situasjon STABIL
- Vedlegg 2: Stabilitetsberegninger profil A, ADP-analyse, STABIL
- Vedlegg 3: Stabilitetsberegninger profil A-bratt, aø-analyse, STABIL
- Vedlegg 4: Stabilitetsberegninger profil A-bratt, ADP-analyse, STABIL
- Vedlegg 5: Stabilitetsberegninger profil C, ADP-analyse, STABIL
- Vedlegg 6: Stabilitetsberegninger profil A, midlere su-analyse med motfylling tilsvarende profil A-bratt og som i profil A, PLAXIS





Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	BLOCK WATNE Kvikkleiresone Lundamo - VAREGGA Melhus	Original format A3	Fag		
	SITUASJONSPLAN	Tegningens filnavn borplan.dwg			
		Underlagets filnavn *.dwg			
	MULTICONSULT AS	Dato 05.05.2008	Konstr./Tegnet ih	Kontrollert aru	Godkjent of
	7486 TRONDHEIM Tlf: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70	Oppdragsnr. 411793	Tegningsnr. -2	Rev.	

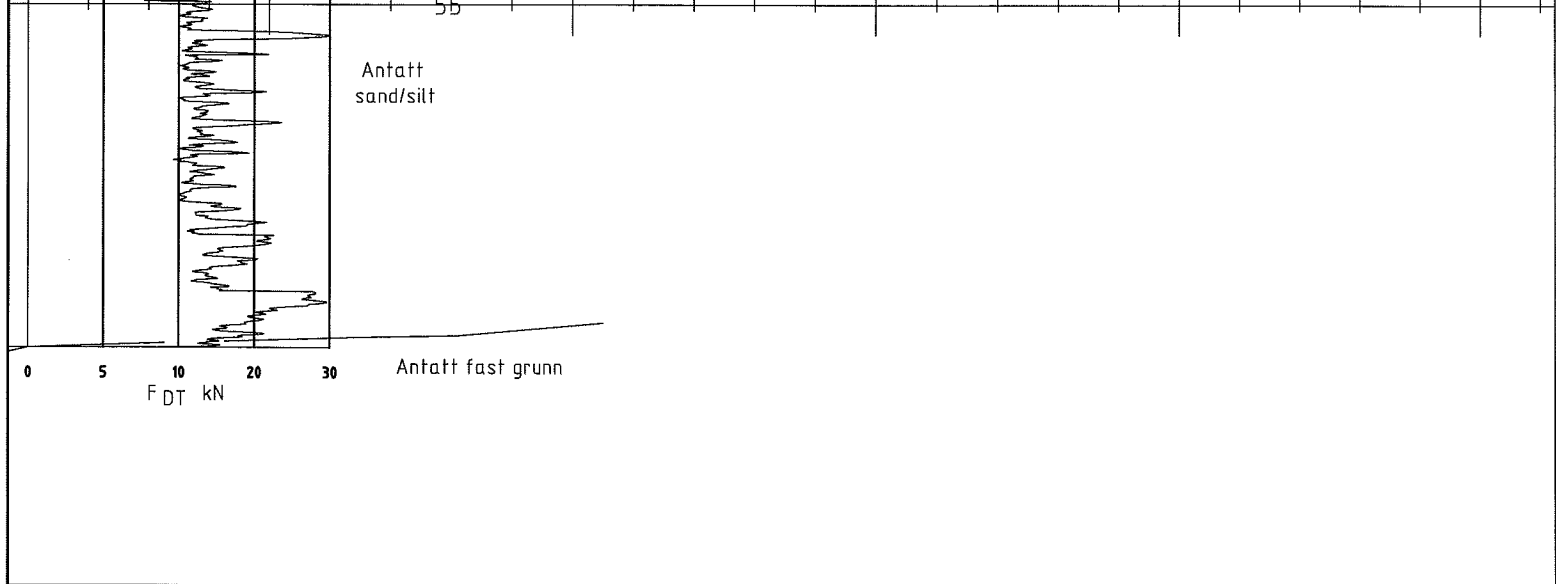
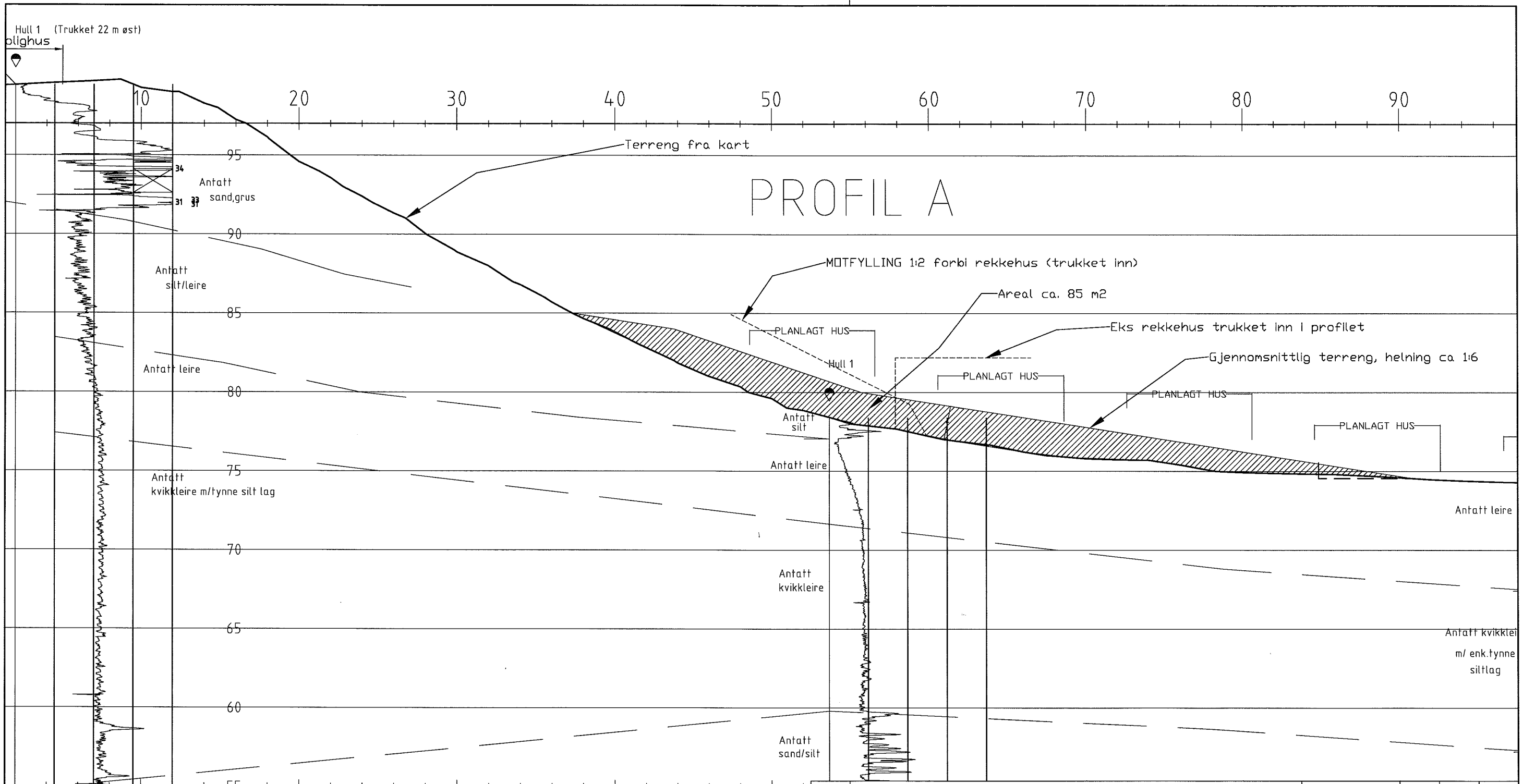


Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Block Watne Kvikkleiresone Lundamo Varegga III	Original format A3	Fag		
		Tegningens filnavn vareggall.dwg			
		Underlagets filnavn prosjekt412688-profil.dwg			
	PROFIL C - motfylling prinsipp	1:250			
MULTICONSULT AS		Dato 30.04.2008	Konstr./Tegnet ih	Kontrollert arv	Godkjent [Signature]
7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70		Oppdragsnr. 411793	Tegningsnr. -105	Rev.	

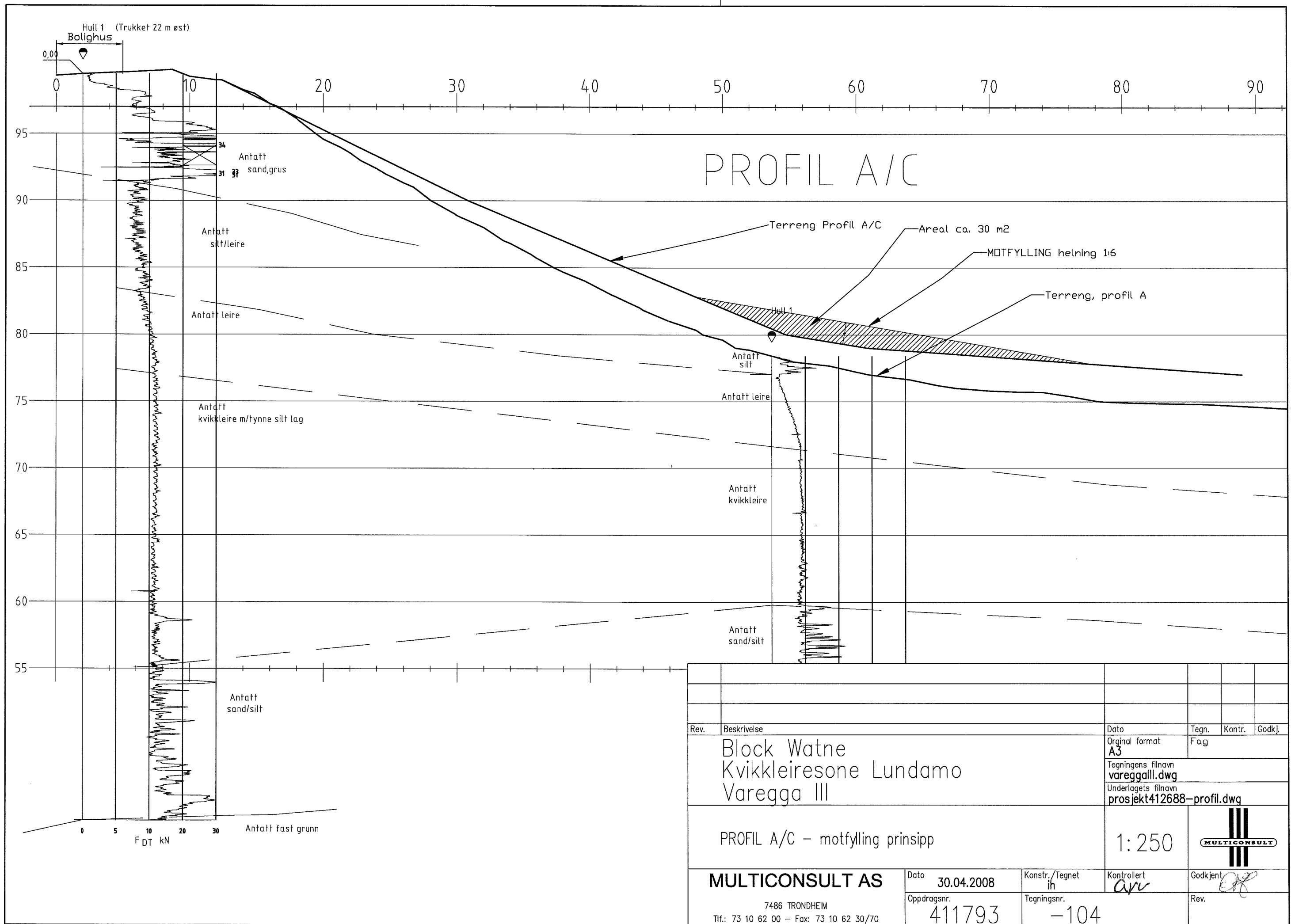



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Block Watne Kvikkleiresone Lundamo Varegga III	Original format A3	Fag		
		Tegningens filnavn vareggall.dwg			
		Underlagets filnavn prosjekt412688-profil.dwg			
	PROFIL A bratt - motfylling prinsipp	1:250			
MULTICONSULT AS		Dato 30.04.2008	Konstr./Tegnet ih	Kontrollert arl	Godkjent 
7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70		Oppdragsnr. 411793	Tegningsnr. -102	Rev.	

PROFIL A

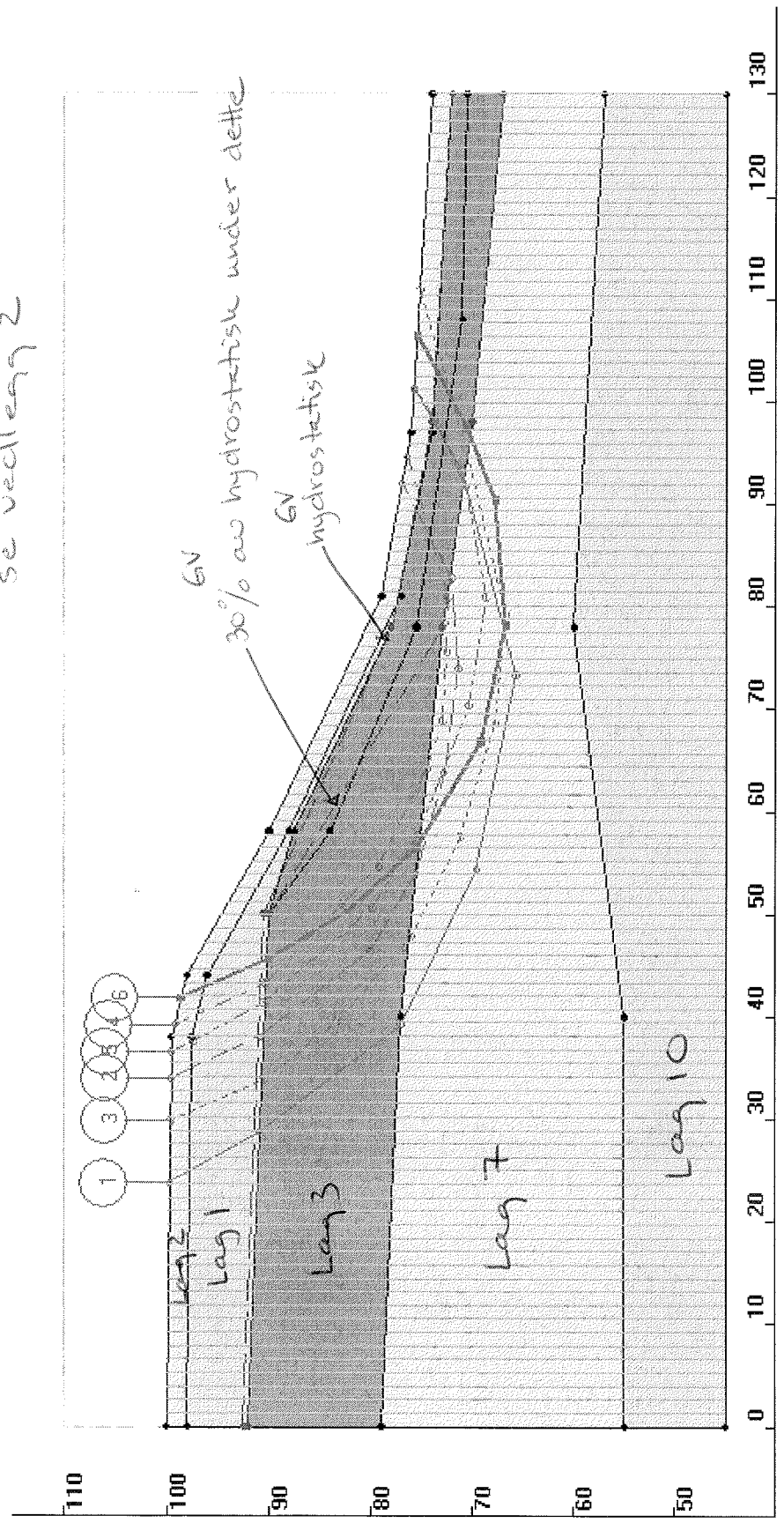


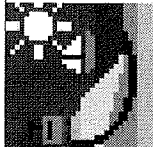
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Block Watne Kvikkleiresone Lundamo Varegga III	Original format A3	Fag		
		Tegningens filnavn vareggall.dwg			
		Underlagets filnavn prosjekt412688-profil.dwg			
PROFIL A - motfylling prinsipp		1:250			
MULTICONSULT AS		Dato 30.04.2008	Konstr./Tegnet ih	Kontrollert arr	Godkjent [Signature]
7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70		Oppdragsnr. 411793	Tegningsnr. -103	Rev.	

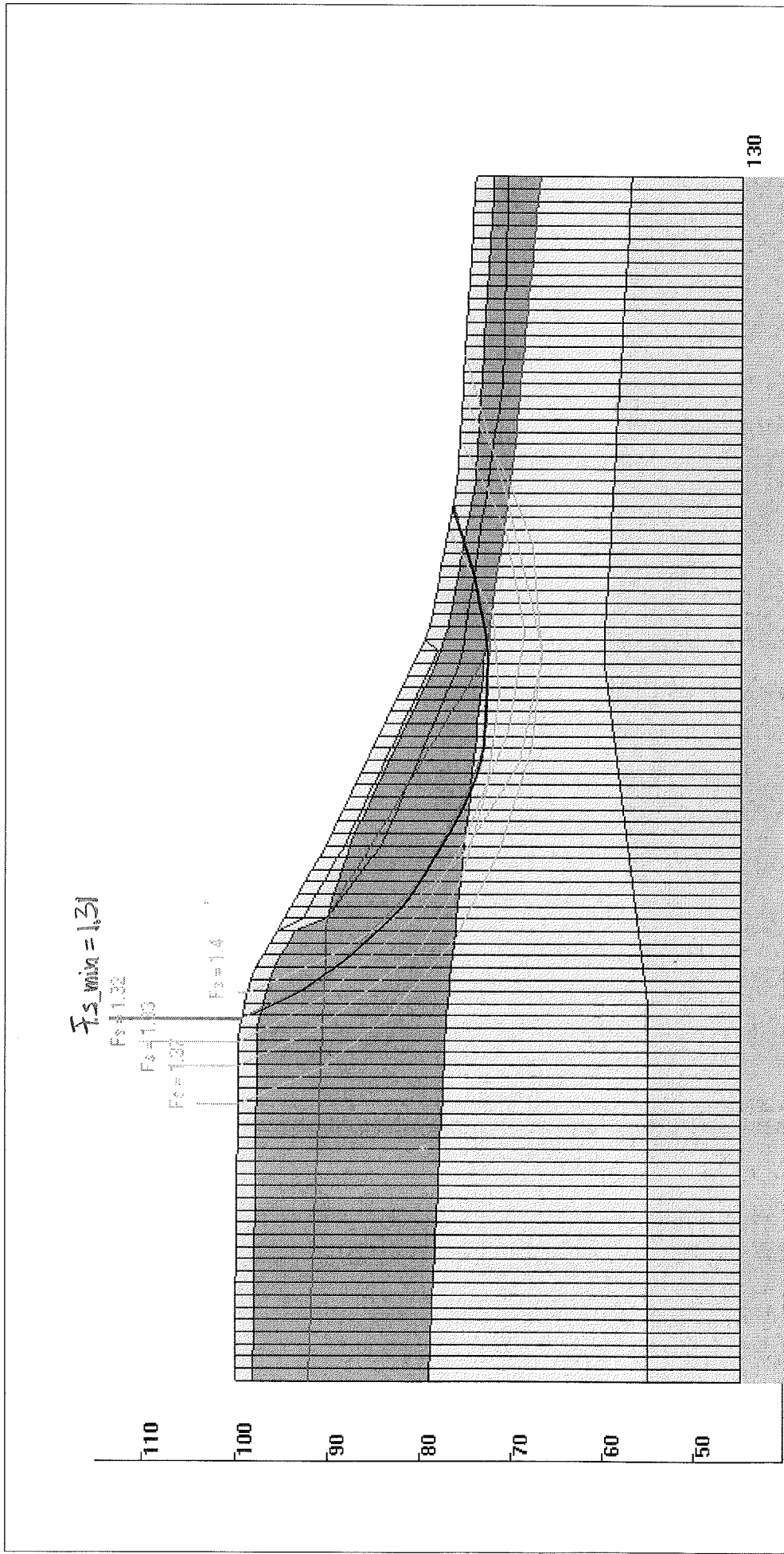


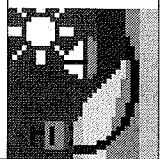
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Block Watne Kvikkleiresone Lundamo Varegga III	Original format A3	Fag		
		Tegningens filnavn vareggall.dwg			
		Underlagets filnavn prosjekt412688-profil.dwg			
	PROFIL A/C - motfylling prinsipp	1:250			
MULTICONSULT AS		Dato 30.04.2008	Konstr./Tegnet in	Kontrollert aru	Godkjent OK
7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70		Oppdragsnr. 411793	Tegningsnr. -104	Rev.	

For lag inndeling
se vedlegg 2

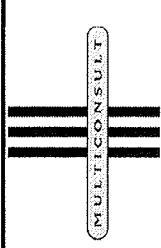


 MULTICONSULT AS Avd. NOTEBY STABIL Stabilitetsanalyse av skræninger	Prosjekt Beskrivelse: 412688 NVE- Lundamo Profil A - Dagens situasjon aø-analyse	Inndata Filnavn: Z:\4117xx\411793_Lundamo_Block Wåtre\09_Beregninger\stabil\profil A.aafi.sfb
	Dato: 30.04.2008	Bruker Navn: Ingrid Havnen
Autorisert bruker: MULTICONSULT AS		

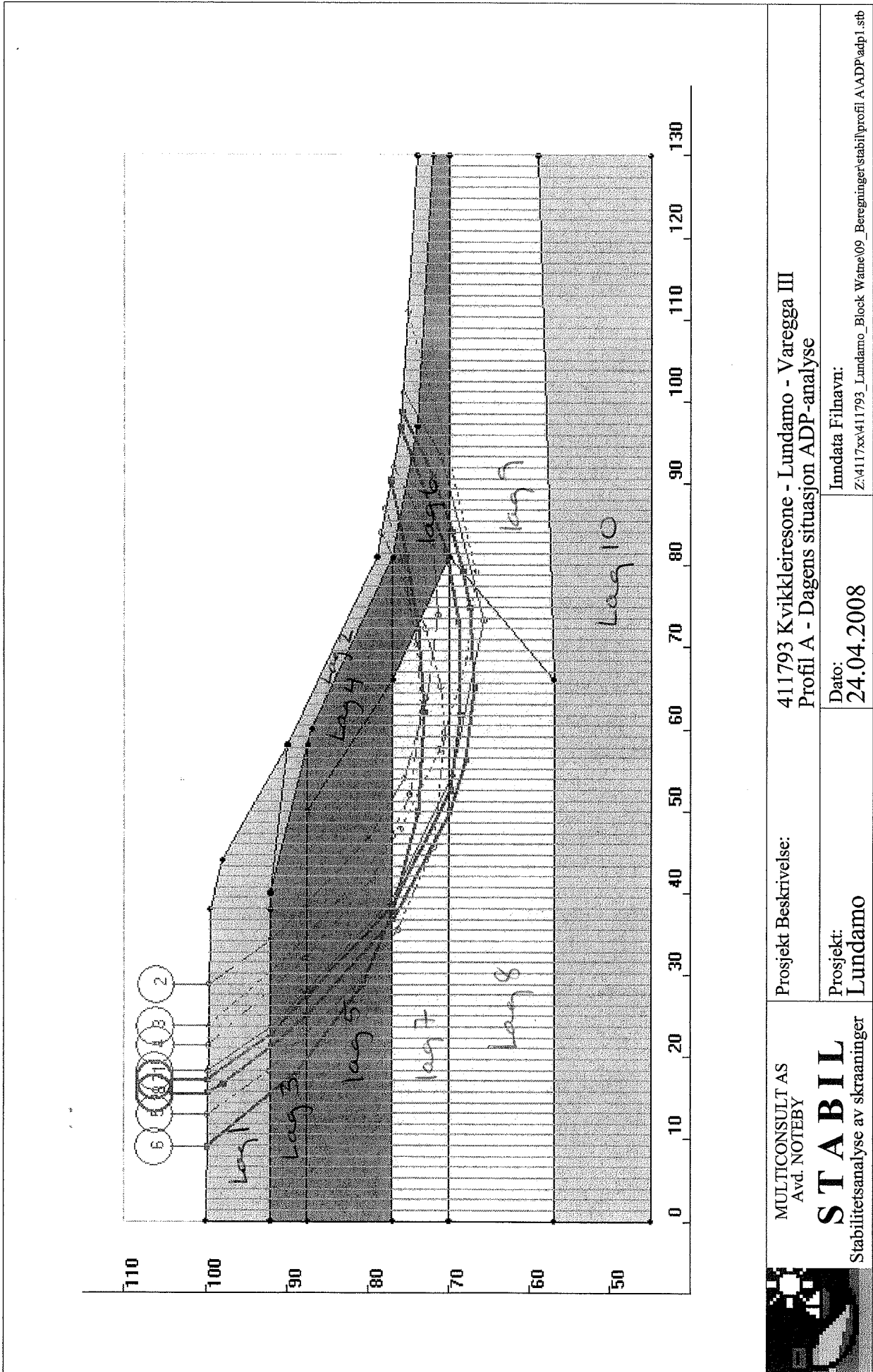


 MULTICONCONSULT AS Avd. NOTEBY STABIL Stabilitetsanalyse av skraaninger	Prosjekt Beskrivelse: 412688 NVE- Lundamo Profil A - Dagens situasjon aø-analyse	Imdata Filnavn: Z:\4117xx\411793_Lundamo_Block Wane\09_Beregninger\stabil\profil A\aaafi.nod
	Prosjekt: Lundamo	Dato: 30.04.2008
Autorisert bruker: MULTICONCONSULT AS		Bruker Navn: Ingrid Havnen

C2

Prosjekt: Kvikkleiresone Lundamo Beregninger: Stabilitetsberegninger - Profil A Antatt su-profil		P.nr: 411793 Utført av: ih Kontrollert av:	Dato: 24.04.2008 Dato:												
$S_{ua} = (s_{ua}/p_0)_{NC}$		$Dp = 300 \text{ kN/m}^2$													
$(s_u^A / p_0)_{NC}$	0.25	$ip=10$	$ip=15$												
$(s_u^A / p_0)_{NC}$	0.75	$(s_u^{DSS} / S_{ua}) =$ $(s_u^P / S_{ua}) =$	0.64 0.21	0.66 0.31											
Materiale	z	p_0'	p_c	OCR	s_u^A	s_u^D	s_u^P	g	lp	K_0	tan	fi	a	snitt	v/kt
Lag 2	7	130	430	3.3	79.7	52.6	24.7	20	15	0.45	0.65	0			
Tørrskorpe	bunn							20							
Lag 1	7	90	510	5.7	82.6	54.5	25.6	20	15	0.37	0.8	0			
Sand og fylling	bunn							20							
Lag 3	7	130	430	3.3	79.7	52.6	24.7	20	15	0.52	0.55	10			
Silt/leire	bunn							20							
Lag 4	2	40	460	11.5	62.4	41.2	19.4	20	15	0.52					
Silt/leire	bunn							20							
Lag 5	11	202	503	2.5	100.1	66.1	31.0	20	15	0.52					
Silt/leire	bunn							20							
Lag 6	2	40	510	12.8	67.5	44.5	20.9	20	15	0.52					
Silt/leire	bunn							20							
Lag 7	13	239	609	2.5	120.5	77.1	25.3	19	10	0.63	0.4	10			
Kvikkleire	bunn							19							
Lag 8	20	367	736	2.0	154.6	99.0	32.5	19	10	0.63					
Kvikkleire	bunn							19							
Lag 9	7	130	600	4.6	102.3	65.5	21.5	19	10	0.63					
Kvikkleire	bunn							19							
Lag 10	18	330	800	2.4	160.3	102.6	33.7	19	10	0.63					
Sand/silt	topp							19		0.5	0.6	10			
	bunn							19		0.5					

21



MULTICONSULT AS
 Avd. NOTEBY
STABIL
 Stabilitetsanalyse av skrånninger

Prosjekt Beskrivelse: 411793 Kvikkleiresone - Lundamo - Varegga III
 Profil A - Dagens situasjon ADP-analyse

Prosjekt: Lundamo
 Dato: 24.04.2008

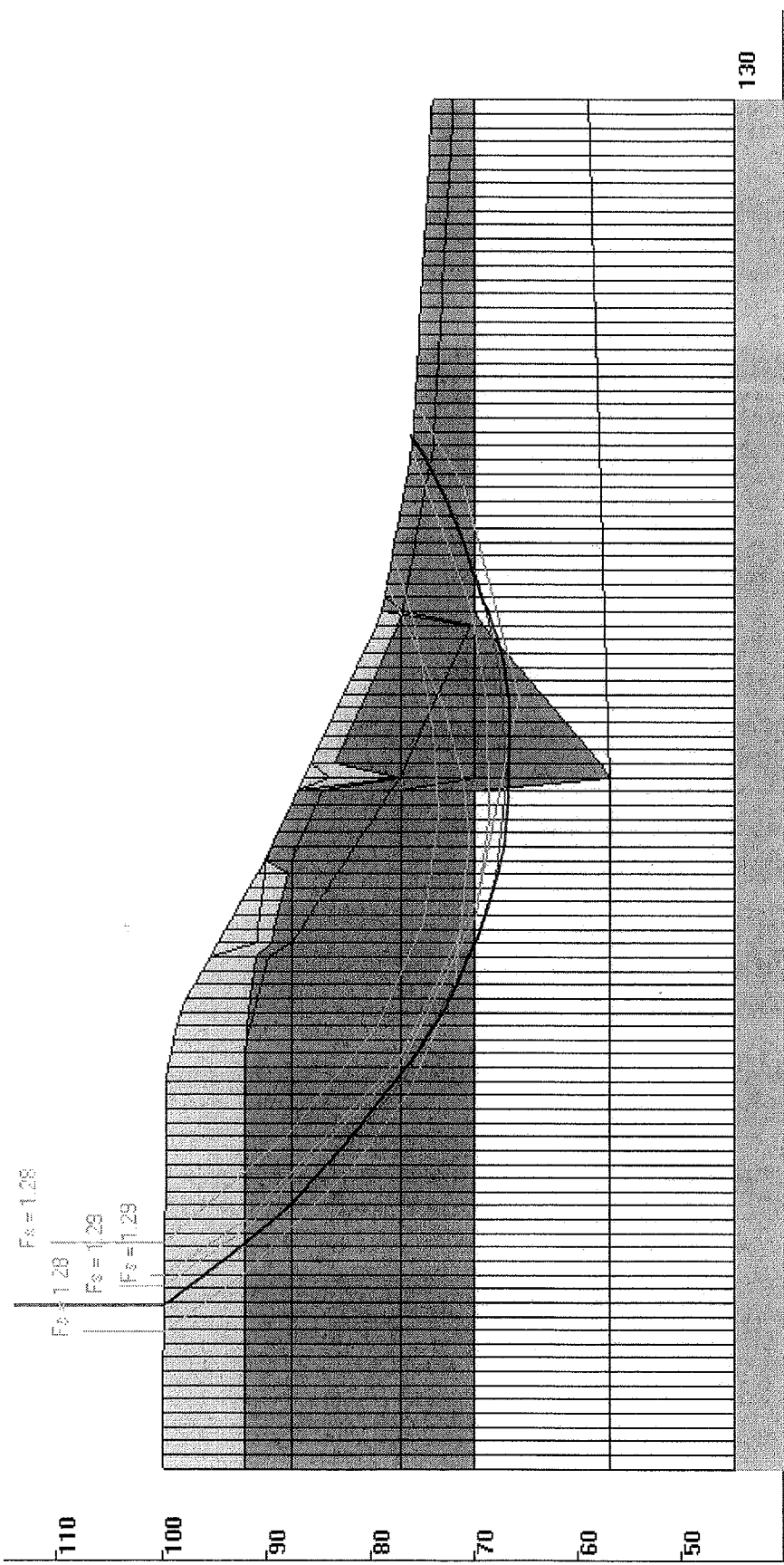
Inndata Filnavn: Z:\411793\411793_Lundamo_Block Watne\09_Beregninger\stabil\profil A\ADP\adp1.stb

Versjon: 3.1

Autorisert bruker: MULTICONSULT AS

Bruker Navn: Ingrid Havnen

$F_s = 1.27$



MULTICONCONSULT AS
Avd. NOTEBY

STABIL

Stabilitetsanalyse av skraaninger

Prosjekt Beskrivelse:

411793 Kvikkleiresone - Lundamo - Varegga III
Profil A - Dagens situasjon ADP-analyse

Prosjekt:
Lundamo

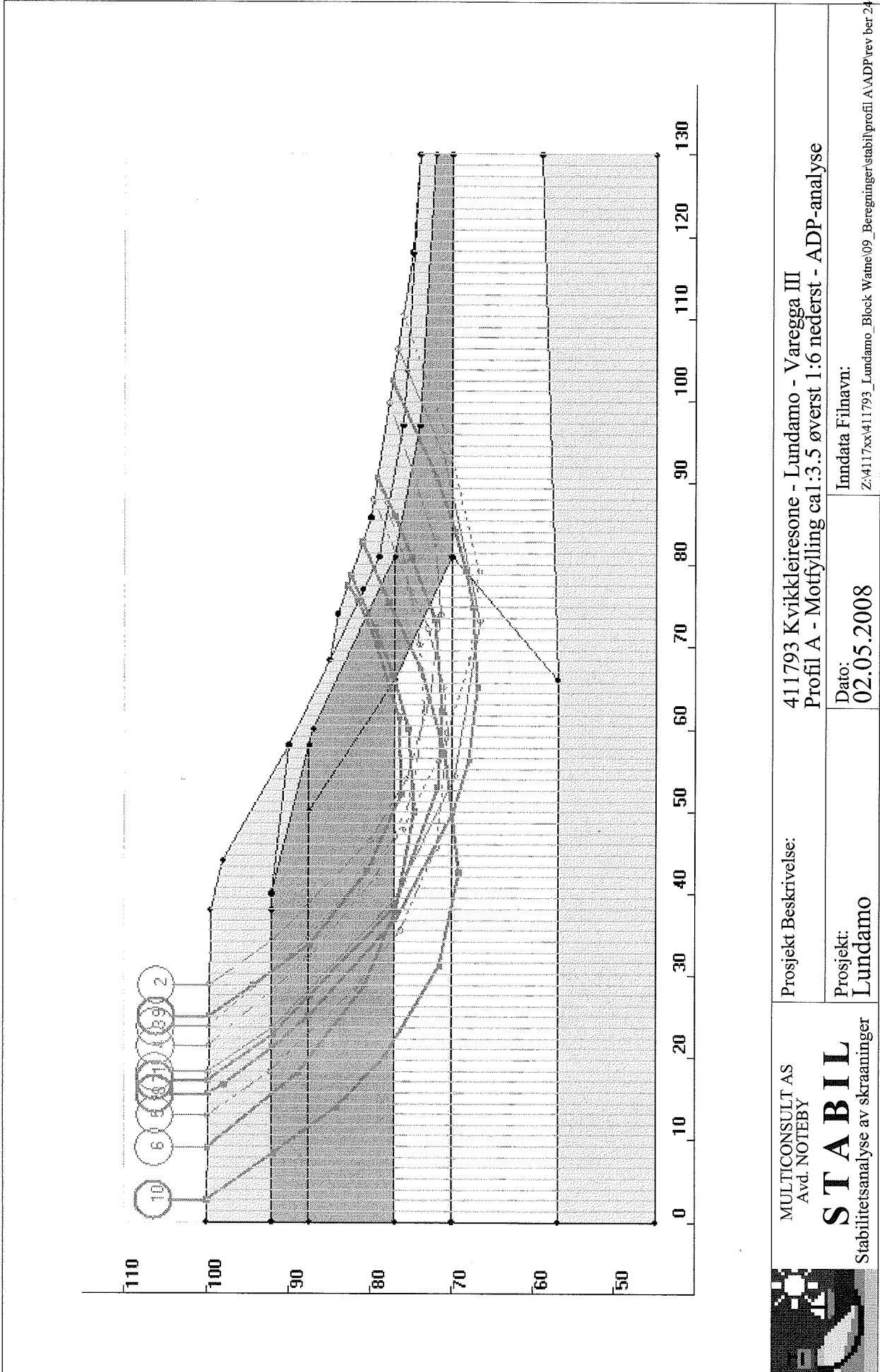
Dato:
24.04.2008

Inndata Filnavn:

Z:\4117xx\411793_Lundamo_Block Wane\09_Beregning\stabil\profil A\ADP\adp1.mod

Autorisert bruker: MULTICONCONSULT AS

Bruker Navn: Ingrid Havnen



MULTICONSULT AS
Avd. NOTEBY

STABIL

Stabilitetsanalyse av skraaninger

Prosjekt Beskrivelse:

411793 Kvikkleiresone - Lundamo - Varegga III
Profil A - Motfylling ca. 1:3.5 øverst 1:6 nederst - ADP-analyse

Prosjekt:

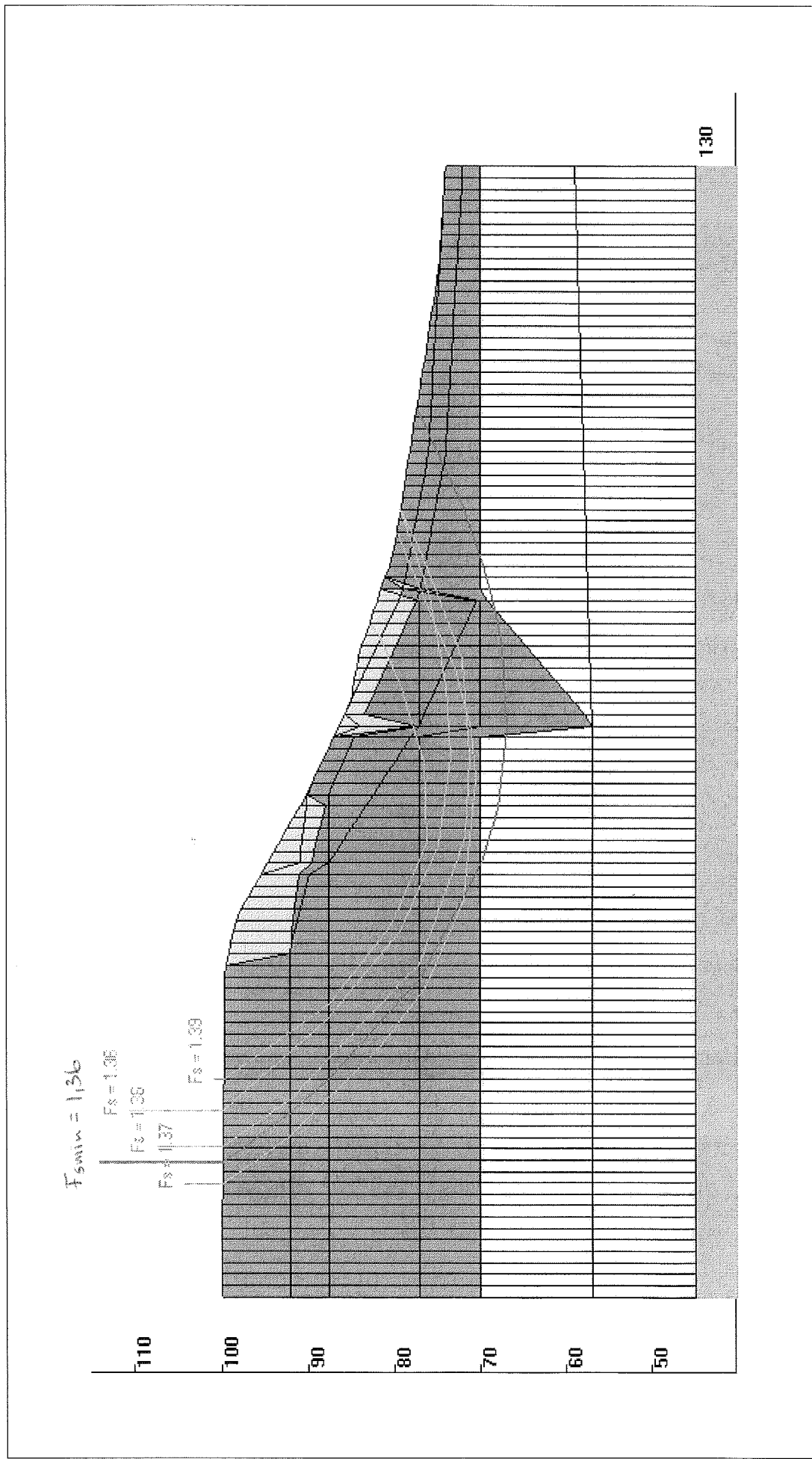
Lundamo

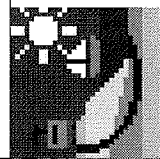
Dato:

02.05.2008

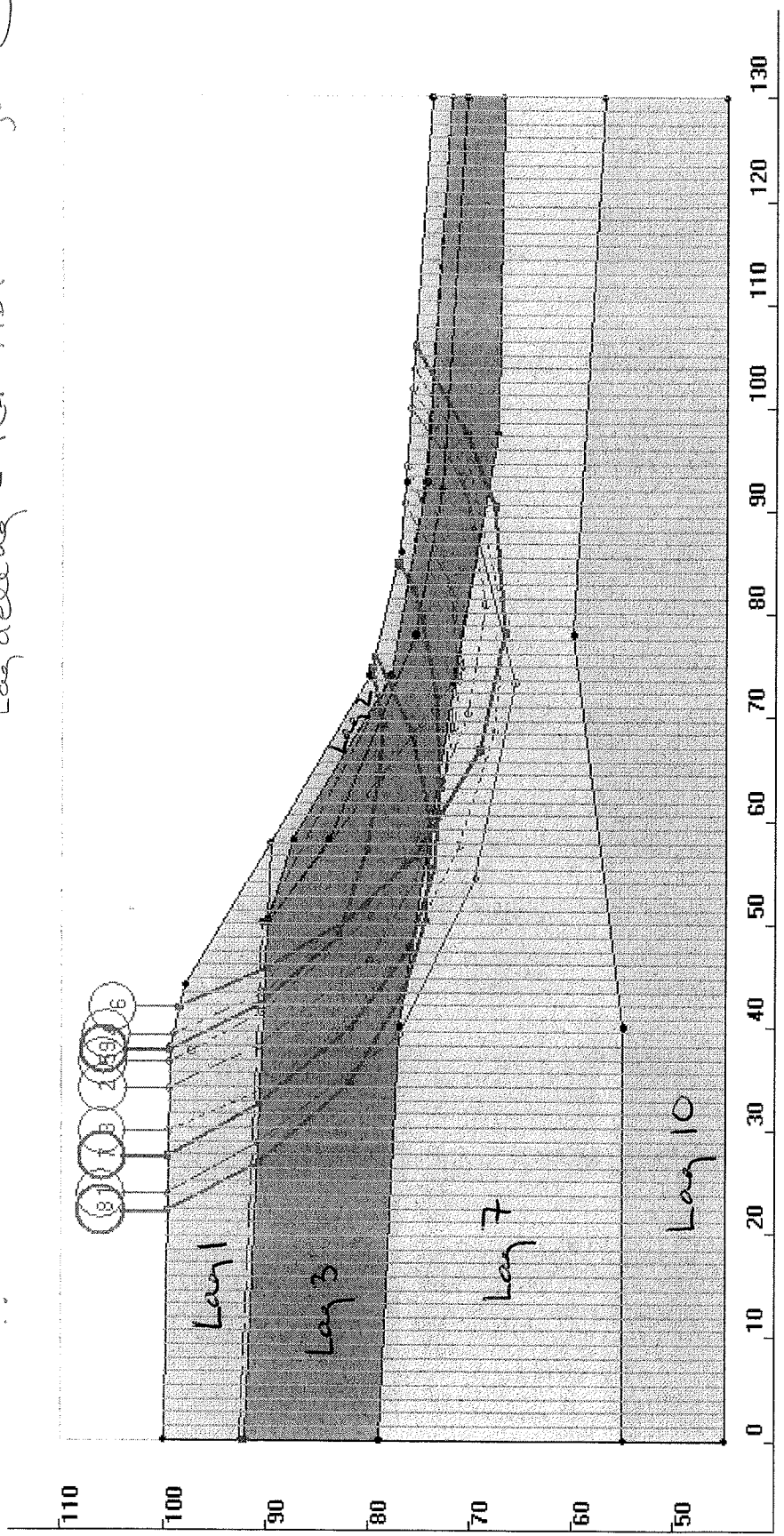
Inndata Filnavn:

Z:\4117xx\411793_Lundamo_Block Watne\09_Beregninger\stabil\profil A\ADP\tev ber 24\0408\adpm3.s



	<p>MULTICONSULT AS Avd. NOTEBY</p> <p>STABIL Stabilitetsanalyse av skraaninger</p>	<p>Prosjekt Beskrivelse: 411793 Kvikkleiresone - Lundamo - Varegga III Profil A - Motfylling ca 1:3.5 øverst 1:6 nederst - ADP-analyse</p>	<p>Inndata Filnavn: Z:\4117\xx\411793_Lundamo_Block Watne\09_Beregninger\stabil\profil A\ADP\rev ber 240408\adpm3.1</p>	<p>Dato: 02.05.2008</p>	<p>Bruker Navn: Ingrid Havnen</p>
<p>Autorisert bruker: MULTICONSULT AS</p>		<p>Version: 3.1</p>			

Lagdeling - ref ADP-analyse (A2)



MULTICONCONSULT AS
 Avd. NOTEBY
STABIL
 Stabilitetsanalyse av skræninger

Prosjekt Beskrivelse:

411793 Kvikkleiresone - Lundamo - Varegga III
 Profil A- bratt - Dagens situasjon aø-analyse

Prosjekt:
Lundamo

Dato:
25.04.2008

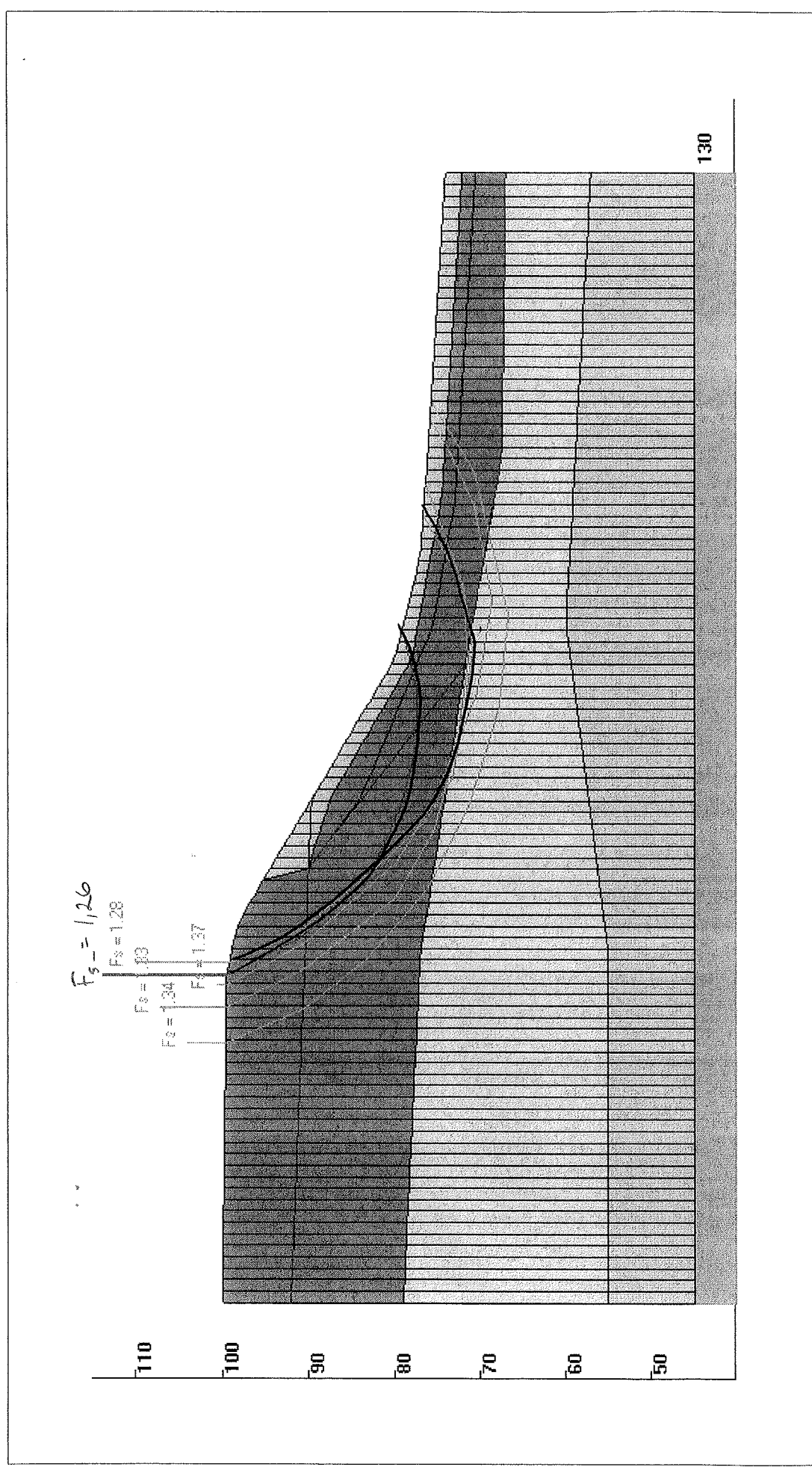
Inndata Filnavn:

Z:\4117xx\411793_Lundamo_Block Waime\09_Beregninger\stabil\profil A-brattrev afi\aafr.stb

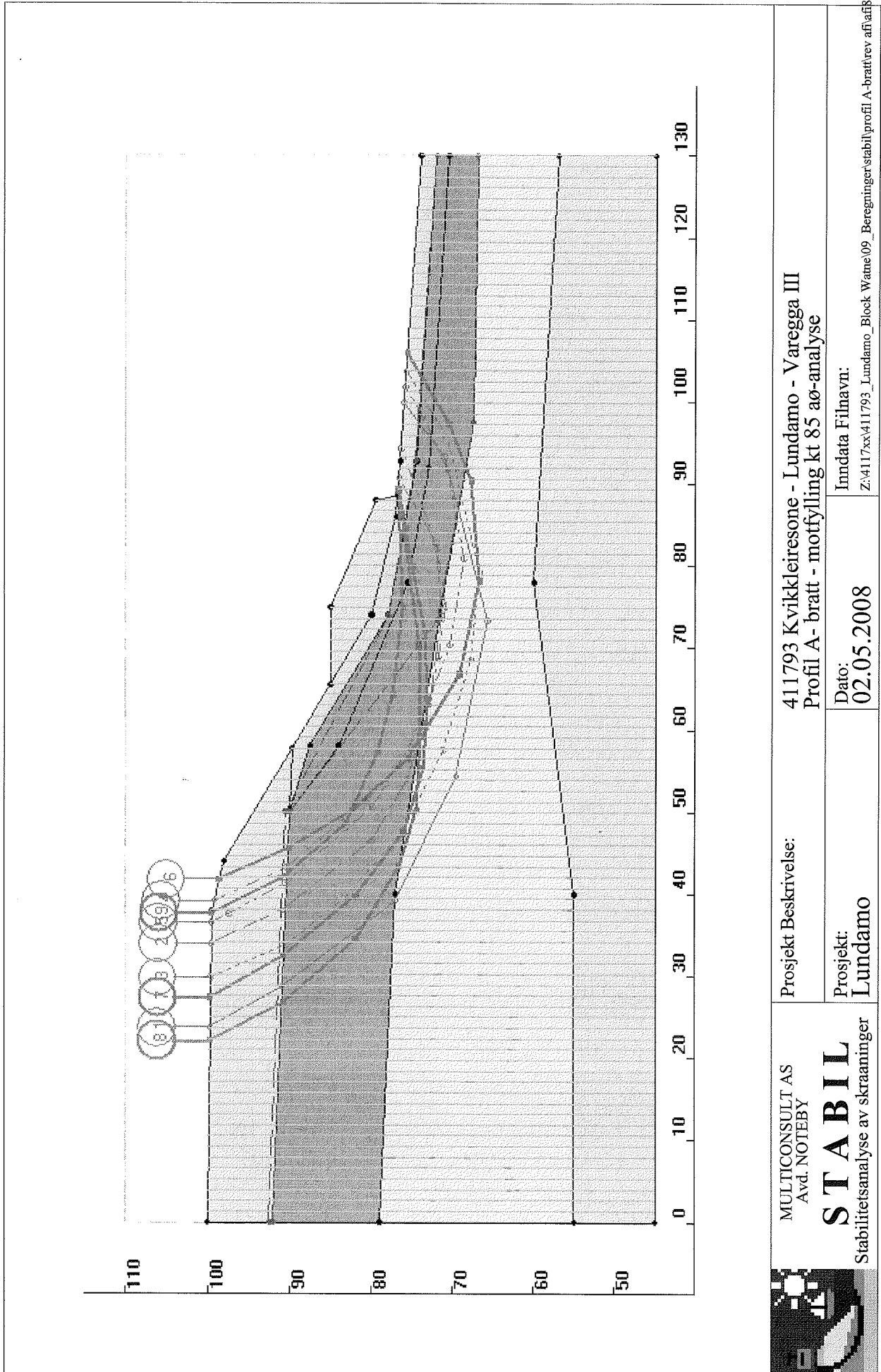
Versjon: 3.1

Autorisert bruker: MULTICONCONSULT AS

Bruker Navn: Ingrid Havnen



MULTICONSULT AS Avd. NOTEBY STABIL Stabilitetsanalyse av skråninger	Prosjekt Beskrivelse: 411793 Kvikkleiresone - Lundamo - Varegga III Profil A- bratt - Dagens situasjon aø-analyse	Inndata Filnavn: Z:\4117xx\411793_Lundamo_Block_Watne\09_Beregninger\stabil\profil A-bratt\rev afilvaafir.nod
	Dato: 25.04.2008	Bruker Navn: Ingrid Havnen
Autorisert bruker: MULTICONSULT AS		Versjon: 3.1



MULTICONCONSULT AS
 Avd. NOTEBY
STABIL
 Stabilitetsanalyse av skraaninger

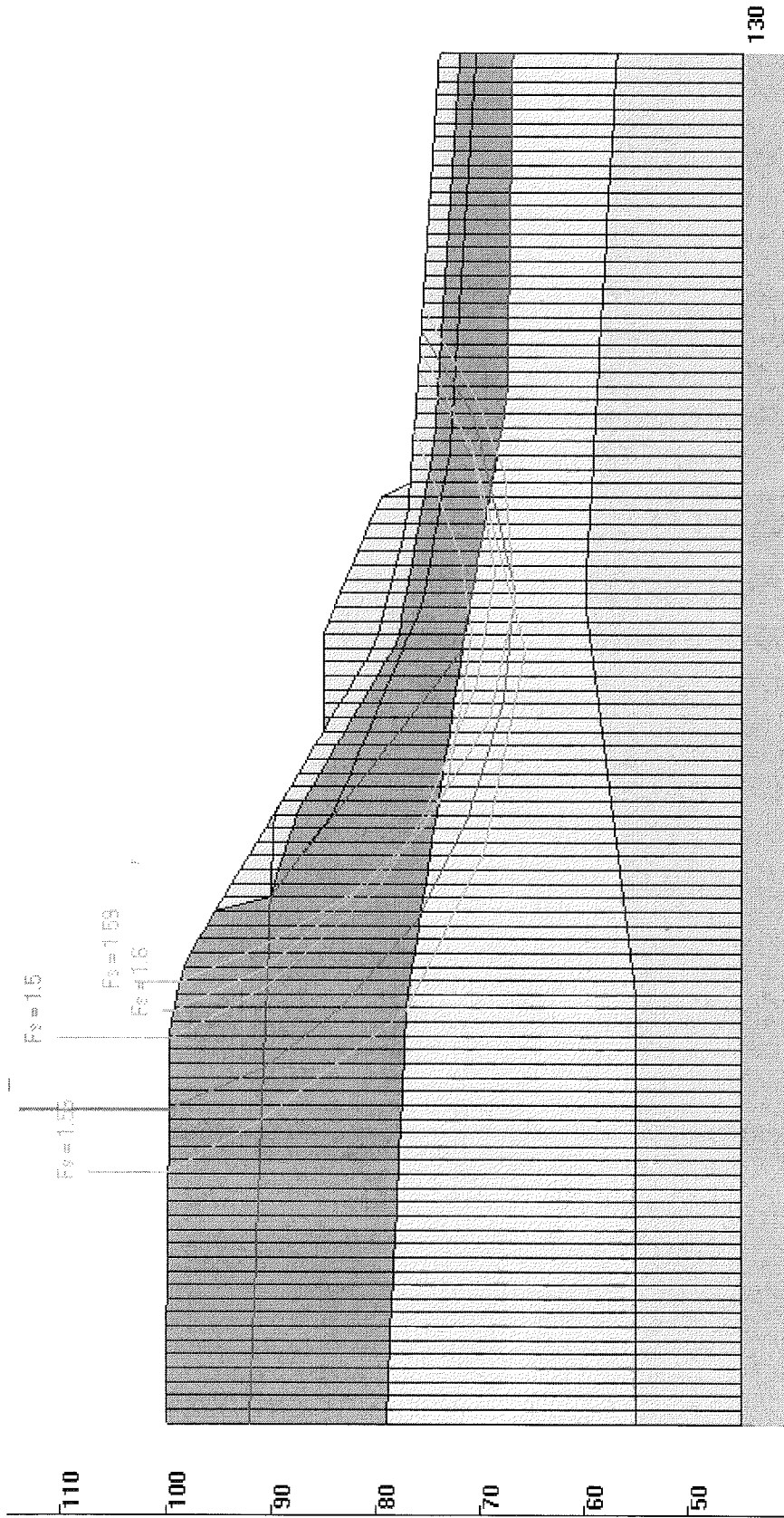
Prosjekt Beskrivelse:

411793 Kvikkleiresone - Lundamo - Varegga III
 Profil A- bratt - motfylling kt 85 aø-analyse

Prosjekt:
 Lundamo

Dato:
 02.05.2008

Inndata Filnavn:
 Z:\4117xx\411793_Lundamo_Block Watne\09_Beregninger\stabil\profil A-bratt\rev a\ha\af5m.stb



MULTICONSULT AS
Avd. NOTEBY

STABIL

Stabilitetsanalyse av skraaninger

Prosjekt Beskrivelse:

411793 Kvikkleiresone - Lundamo - Varegga III
Profil A- bratt - motfylling kt 85 aø-analyse

Prosjekt:

Lundamo

Dato:

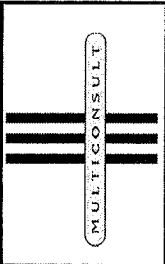
02.05.2008

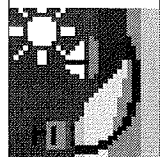
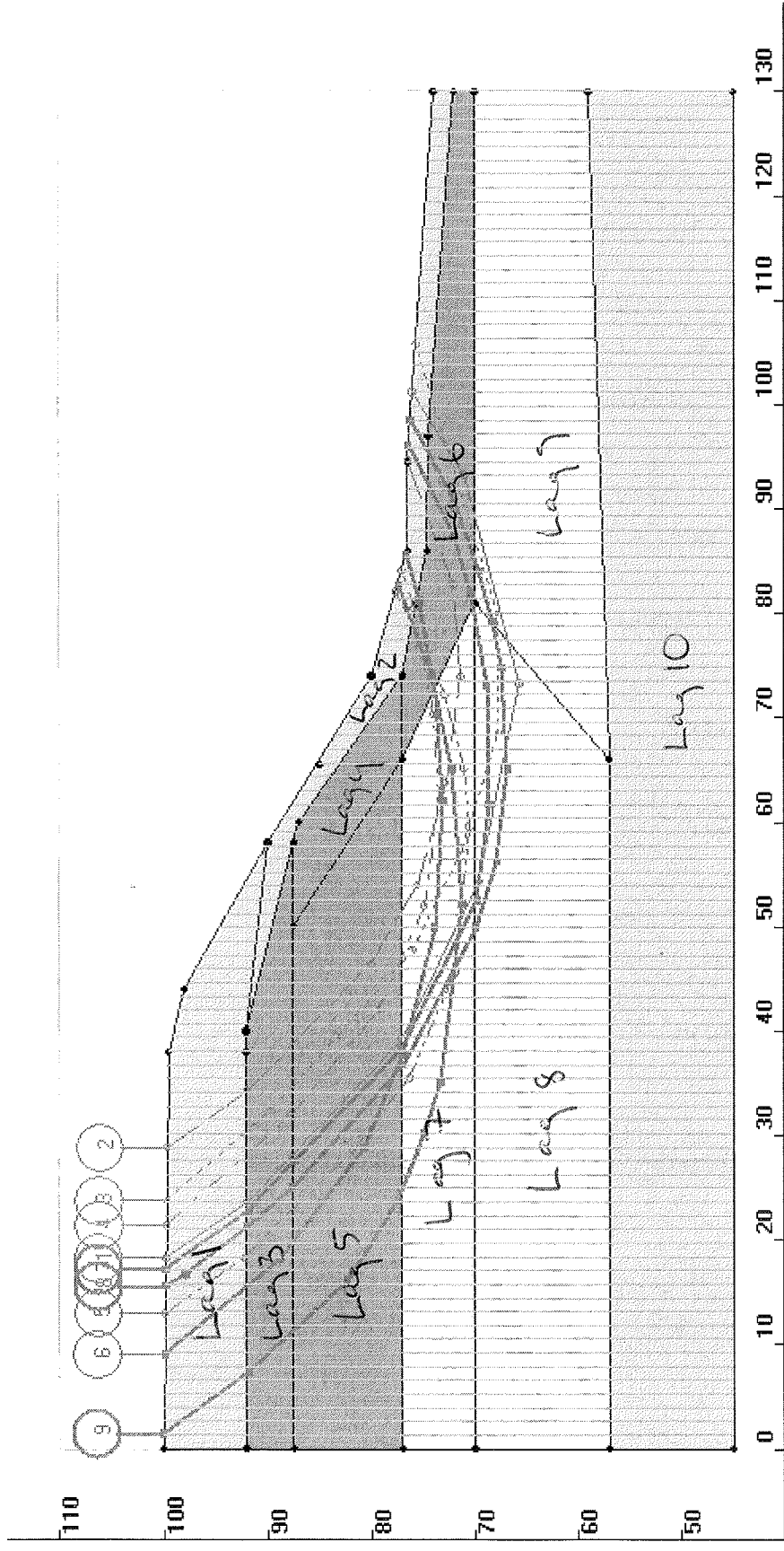
Inndata Filnavn:

Z:\4117xx\411793_Lundamo_Block Wame\09_Beregninger\stabil\profil A-brattrev aff\af85m.nod

A2

Vedlegg 4

Prosjekt:		P.nr:		Utført av:		Dato:								
Kvikkleiresone Lundamo		411793 ih		25.04.2008										
Beregninger:		Kontrollert av:		Dato:										
Stabilitetsberegninger - Profil A/ A-brått														
Antatt su-profil														
$S_{ua} = (s_{ua}/p_0')_{NC}$		m		$* OCR * po'$		$Dp' = 300 \text{ kN/m}^2$								
$(s_u^A/p_0')_{NC}$	0.25	$ip=10$	$(s_u^{DSS}/S_{ua}) =$	0.64	$ip=15$	$(s_u^P/S_{ua}) =$	0.66							
m	0.75		$(s_u^P/S_{ua}) =$	0.21	0.31									
Materiale	z	P_0'	P_c'	OCR	s_u^A	s_u^D	s_u^P	g	I_p	K_0	tan	fi	a	snitt v/kt
Lag 2 Tørrskorpe	topp bunn							20 20		0.45	0.65	0		
Lag 1 Sand og fylling	topp bunn							20 20		0.37	0.8	0		
Lag 3	topp	7	130	430	3.3	79.7	52.6	24.7	20	15	0.52	0.55	10	100
Silt/leire	bunn	11	230	530	2.3	107.5	71.0	33.3	20	15	0.52			
Lag 4	topp	2	40	460	11.5	62.4	41.2	19.4	20	15	0.52			85
Silt/leire	bunn	7	90	510	5.7	82.6	54.5	25.6	20	15	0.52			
Lag 5	topp	11	202	503	2.5	100.1	66.1	31.0	20	15	0.52			97
Silt/leire	bunn	20	367	667	1.8	143.6	94.8	44.5	20	15	0.52			
Lag 6	topp	2	40	510	12.8	67.5	44.5	20.9	20	15	0.52			80
Silt/leire	bunn	7	90	560	6.2	88.6	58.5	27.5	20	15	0.52			
Lag 7	topp	13	239	609	2.5	120.5	77.1	25.3	19	10	0.63	0.4	10	90
Kvikkleire	bunn	20	367	736	2.0	154.6	99.0	32.5	19	10	0.63			
Lag 8	topp	20	367	736	2.0	154.6	99.0	32.5	19	10	0.63			90
Kvikkleire	bunn	33	603	974	1.6	216.0	138.2	45.4	19	10	0.63			
Lag 9	topp	7	130	600	4.6	102.3	65.5	21.5	19	10	0.63			80
Kvikkleire	bunn	18	330	800	2.4	160.3	102.6	33.7	19	10	0.63			
Lag 10	topp								19	0.5	0.6	10		80
Sand/silt	bunn								19	0.5	0.5			



MULTICONCONSULT AS
 Avd. NOTEBY
STABIL
 Stabilitetsanalyse av skraaninger

Prosjekt Beskrivelse:

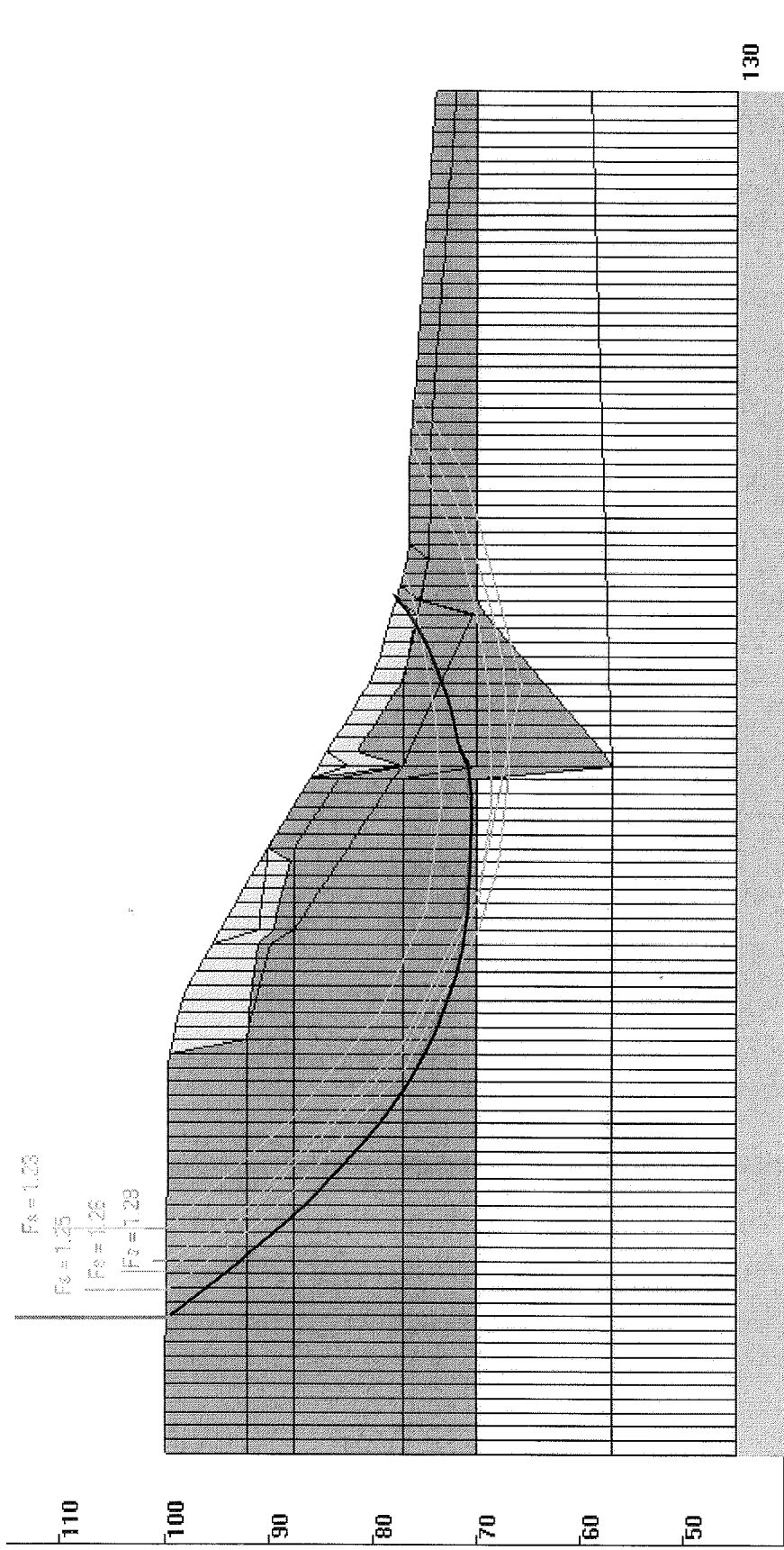
411793 Kvikkleiresone - Lundamo - Varegga III
 Profil A-bratt - Dagens situasjon ADP-analyse

Prosjekt:
 Lundamo

Dato:
 25.04.2008

Inndata Filnavn:
 Z:4117xx\411793_Lundamo_Block Vatne\09_Beregninger\stabil\profil A-bratt\adp\rev b\adpbr.stb

$F_{swin} = 1,23$



MULTICONSULT AS
Avd. NOTEBY

STABIL

Stabilitetsanalyse av skraaninger

Prosjekt Beskrivelse:

411793 Kvikkleiresone - Lundamo - Varegga III
Profil A-bratt - Dagens situasjon ADP-analyse

Prosjekt:

Lundamo

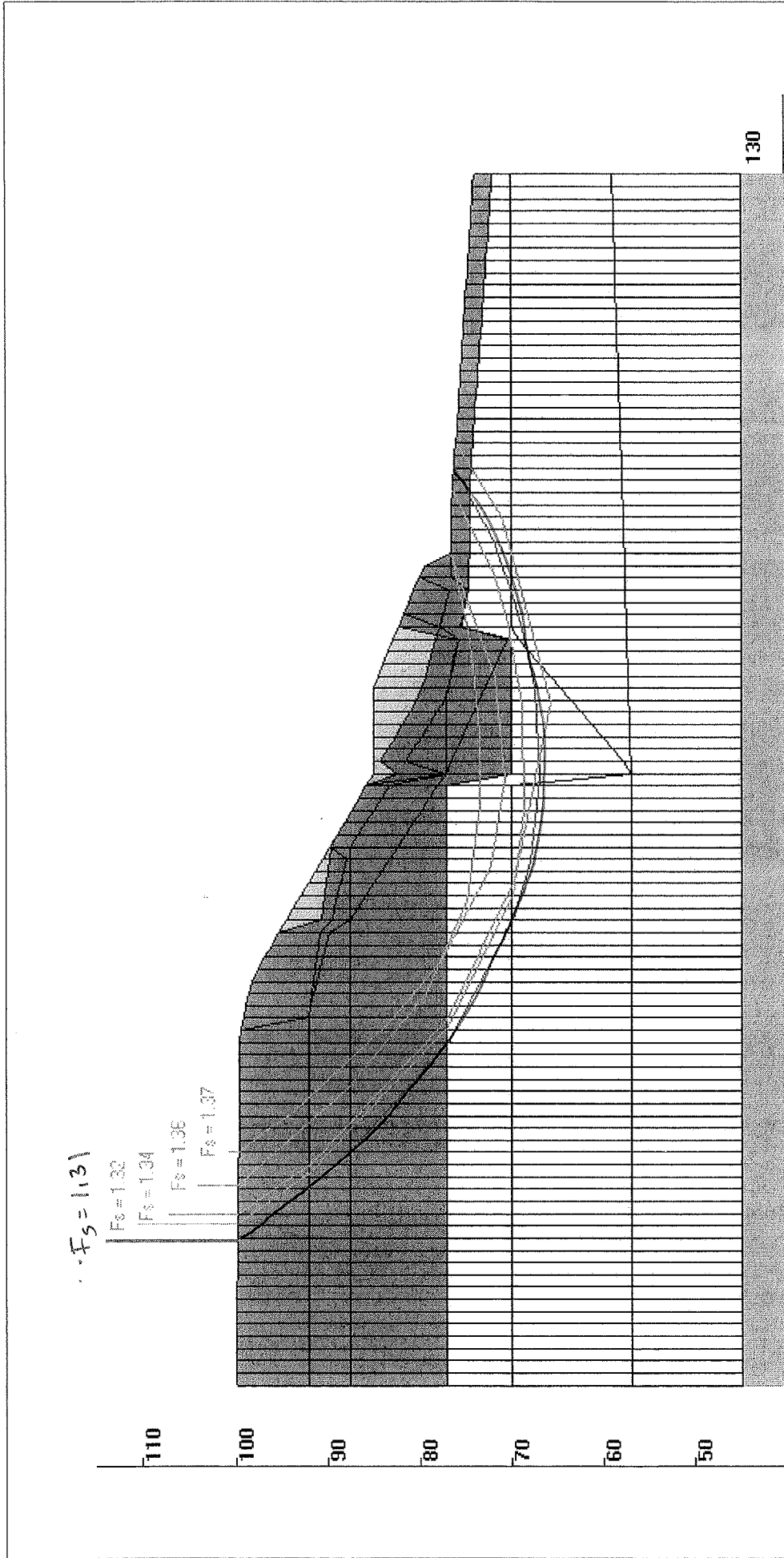
Dato:

25.04.2008


Imdata Filnavn:

Z:\4117xx\411793_Lundamo_Block Waane\09_Beregninger\stabil\profil A-bratt\adp\rev ber\adpbr.nod

I

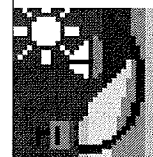
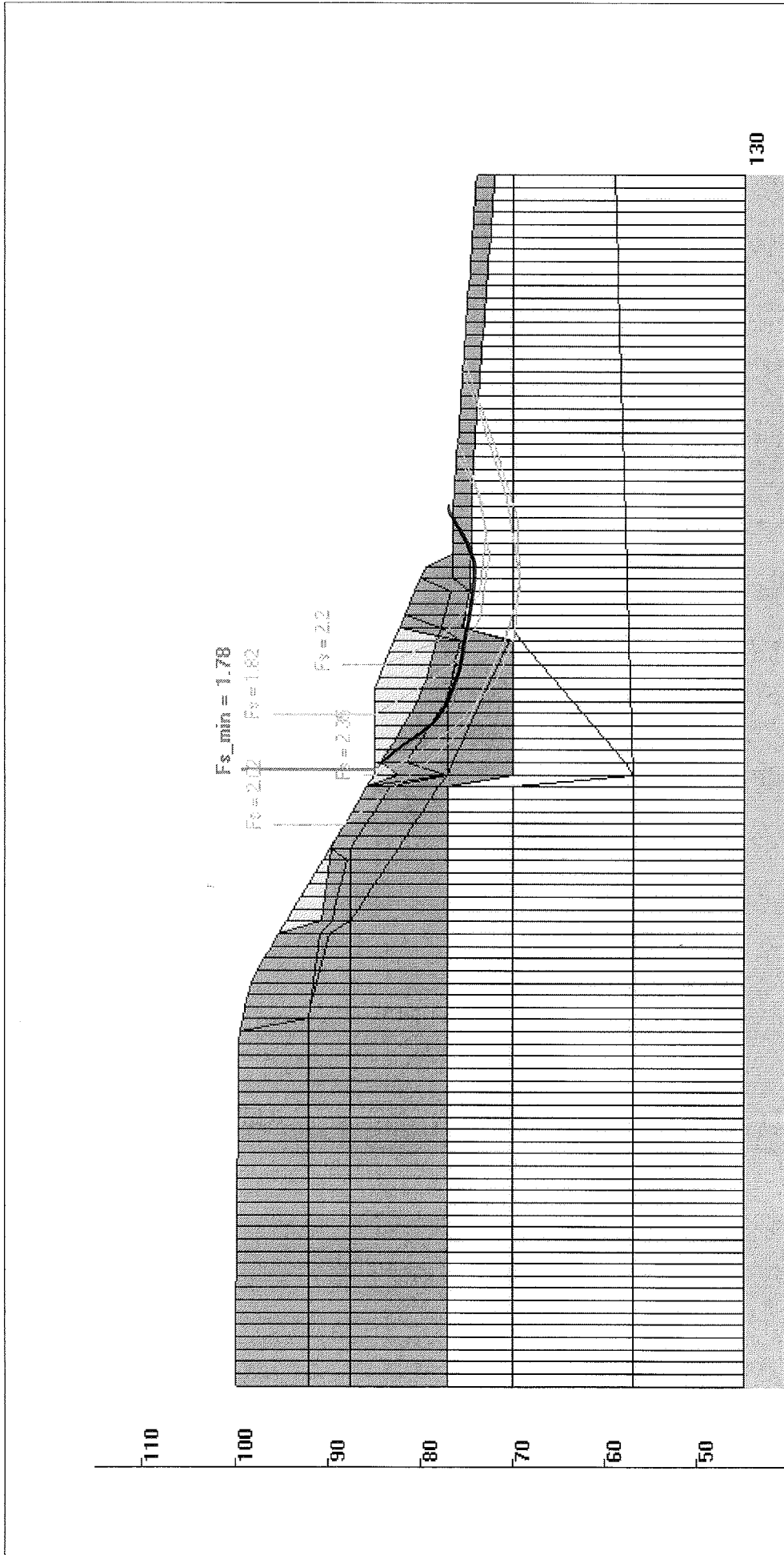


Vedlegg 4B - 1

 MULTICONCONSULT AS Avd. NOTEBY STABIL Stabilitetsanalyse av skraaninger	Prosjekt Beskrivelse: 411793 Kvikkleiresone - Lundamo - Varegga III Profil A-bratt - Motfylling kt 85 3 m høy mur ADP-analyse	Inndata Filnavn: Z:\4117xx\411793_Lundamo_Block Watne\09_Beregninger\stabil\profil A-bratt\adp\rev bpr\adp85m.nod
	Prosjekt: Lundamo	Dato: 29.04.2008

Autorisert bruker: MULTICONCONSULT AS

Versjon: 3.1



MULTICONSULT AS
 Avd. NOTEBY
STABIL
 Stabilitetsanalyse av skraaninger

Prosjekt Beskrivelse:

411793 Kvikkleiresone - Lundamo - Væregga III
 Profil A-bratt - Stabilitet Motfylling kt 85 3 m høy mur ADP-analyse

Prosjekt:
 Lundamo

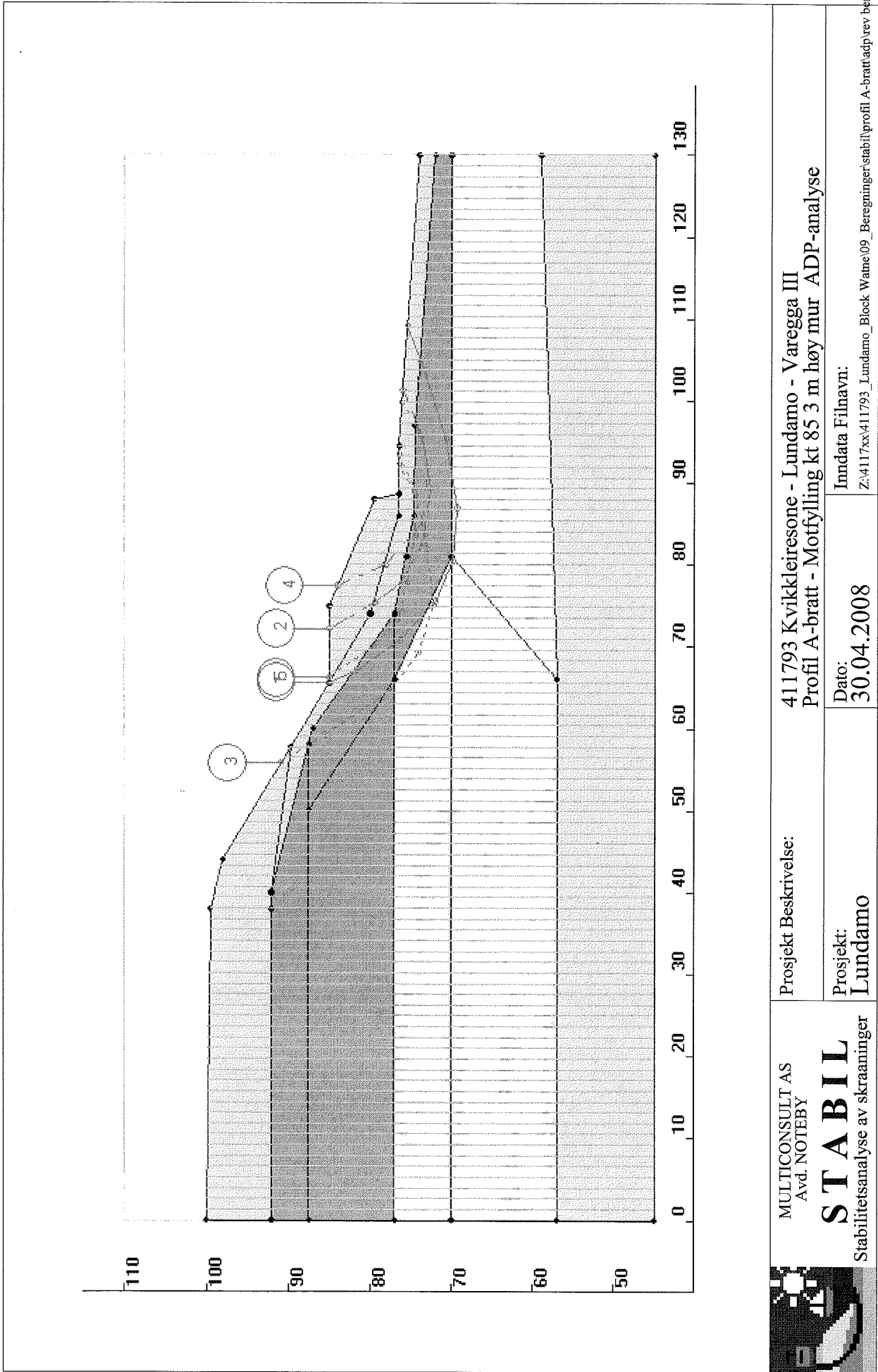
Dato:
 30.04.2008

Inndata Filnavn:
 Z:\4117xx\411793_Lundamo_Block Vatne\09_Beregninger\stabil\profil A-bratt\adp\rev b\rev\adp85ms.no

Versjon: 3.1

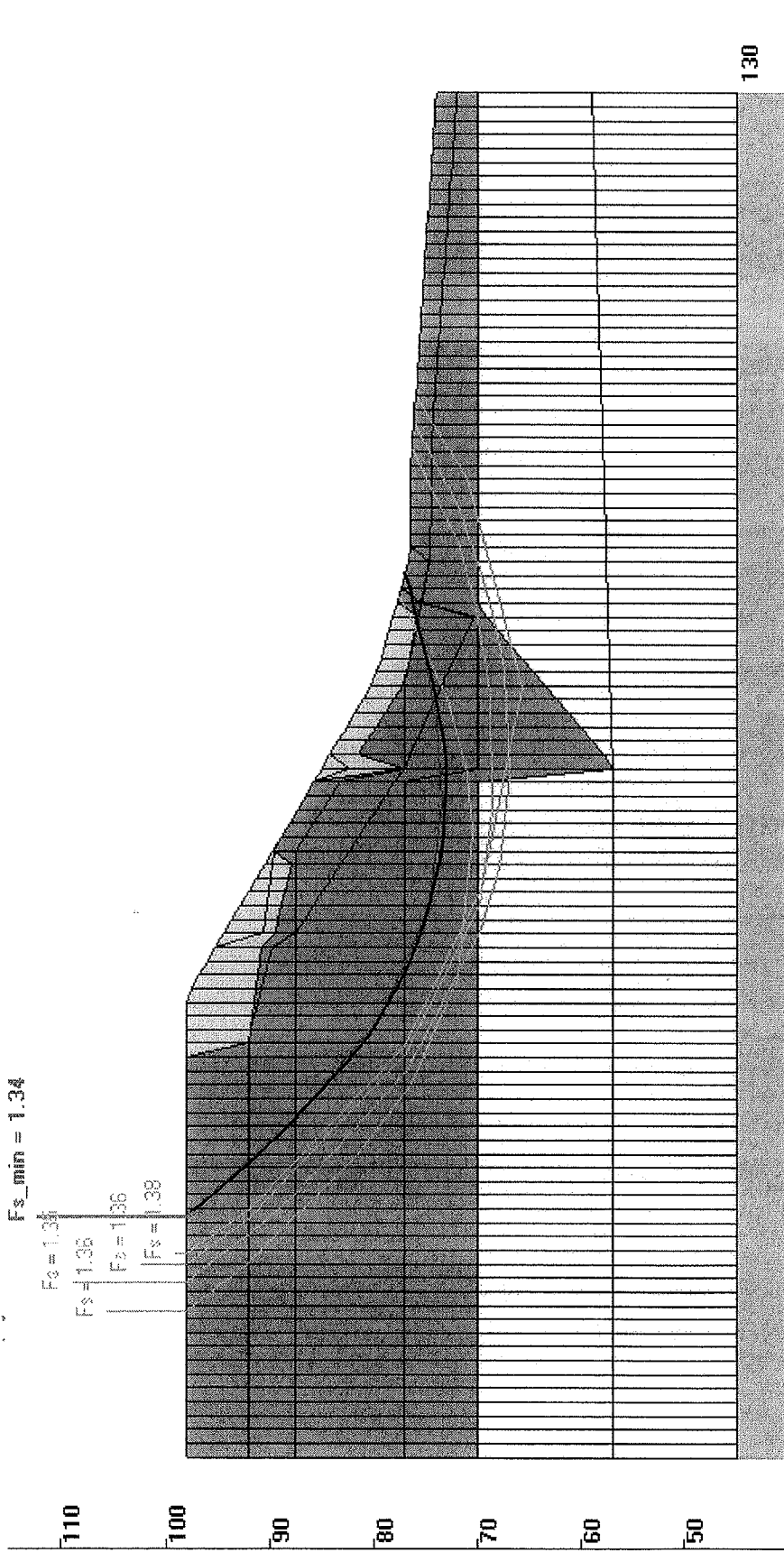
Autorisert bruker: MULTICONSULT AS

Bruker Navn: Ingrid Havnen



<p>MULTICONCONSULT AS Avd. NOTEBY</p>	<p>Prosjekt Beskrivelse: 411793 Kvikkleiresone - Lundamo - Varegga III Profil A-bratt - Motfylling kt 85 3 m høy mur ADP-analyse</p>	<p>Inndata Filnavn: Z:\4117xx\411793_Lundamo_Block_Watne\09_Beregninger\stabil\profil A-bratt\adp\tev ber\adp85ms.stb</p>
<p>STABIL Stabilitetsanalyse av skraaninger</p>	<p>Dato: 30.04.2008</p>	<p>Bruker Navn: Ingrid Havnen</p>
<p>Autorisert bruker: MULTICONCONSULT AS</p>		

KL



MULTICONCONSULT AS
Avd. NOTEBY
STABIL
Stabilitetsanalyse av skræninger

Prosjekt Beskrivelse:

411793 Kvikkleiresone - Lundamo - Varegga III
Profil A-bratt - Avlastning kt 98 - ADP-analyse

Prosjekt:
Lundamo

Dato:
28.04.2008

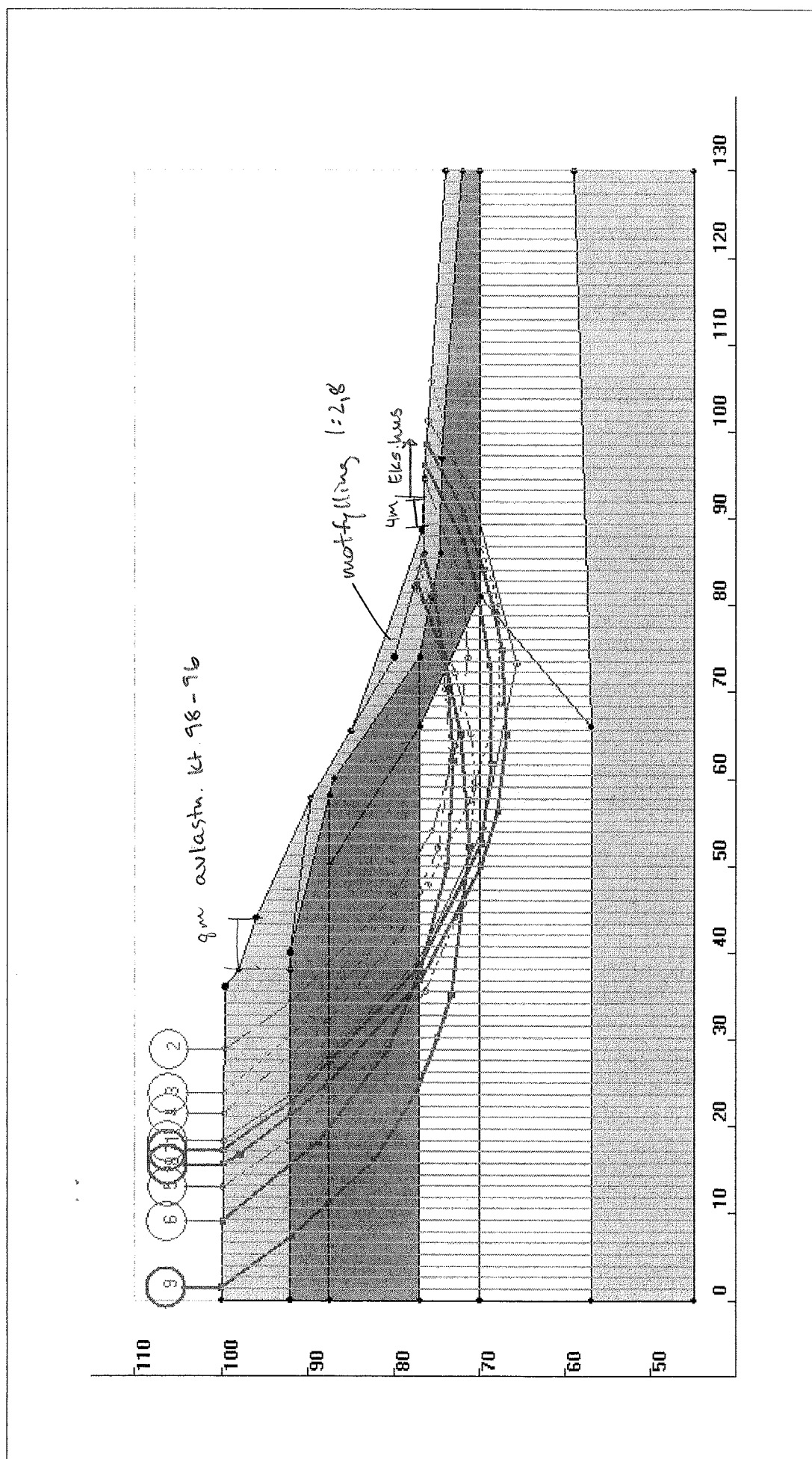
Inndata Filnavn:
Z:\4117xx\411793_Lundamo_Block Waime\09_Beregninger\stabil\profil A-bratt.adp.rev bpr\adpb2tr.nod


Versjon: 3.1

Autorisert bruker: MULTICONCONSULT AS

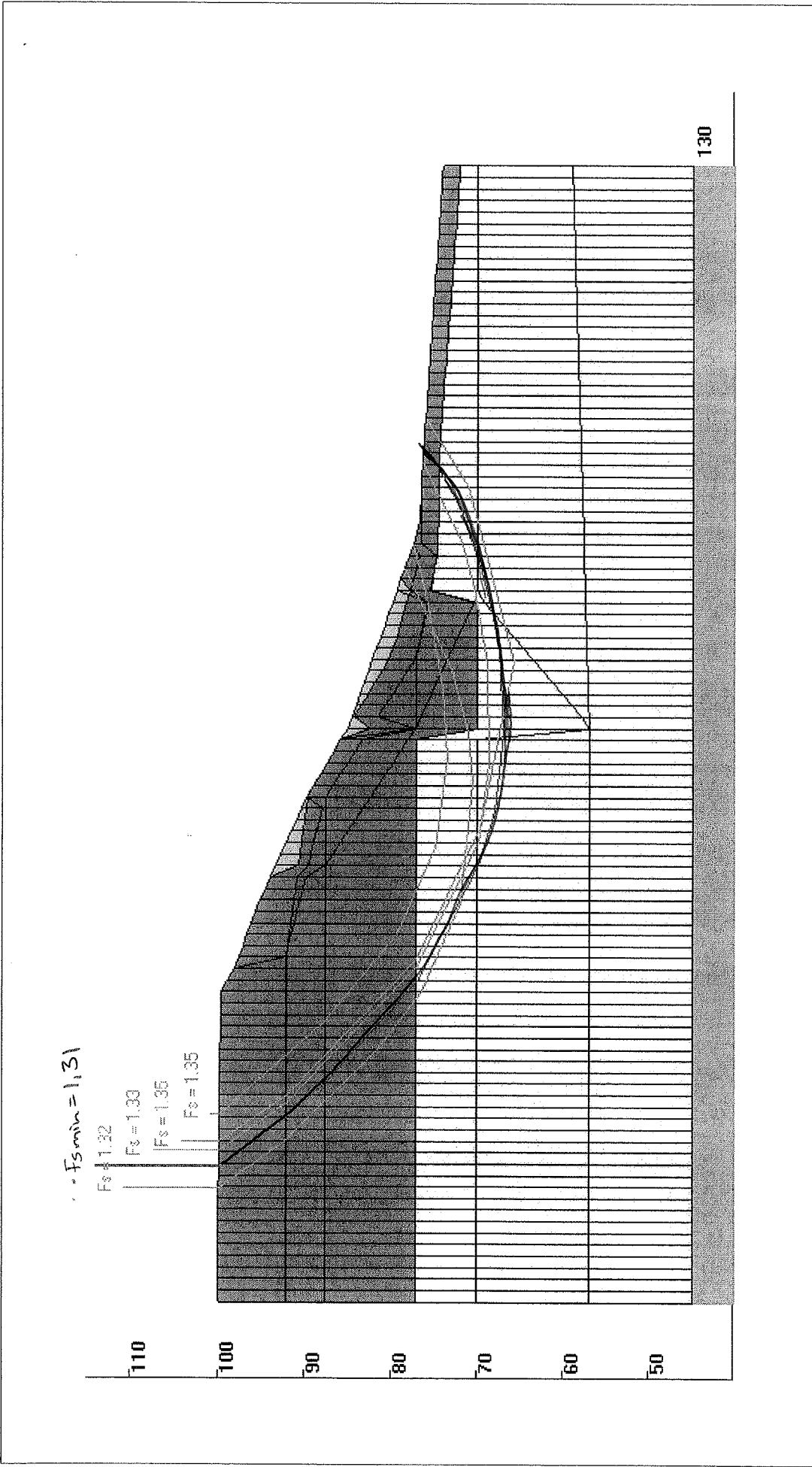
Bruker Navn: Ingrid Havnen


Vedlegg 4C



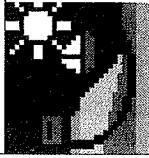
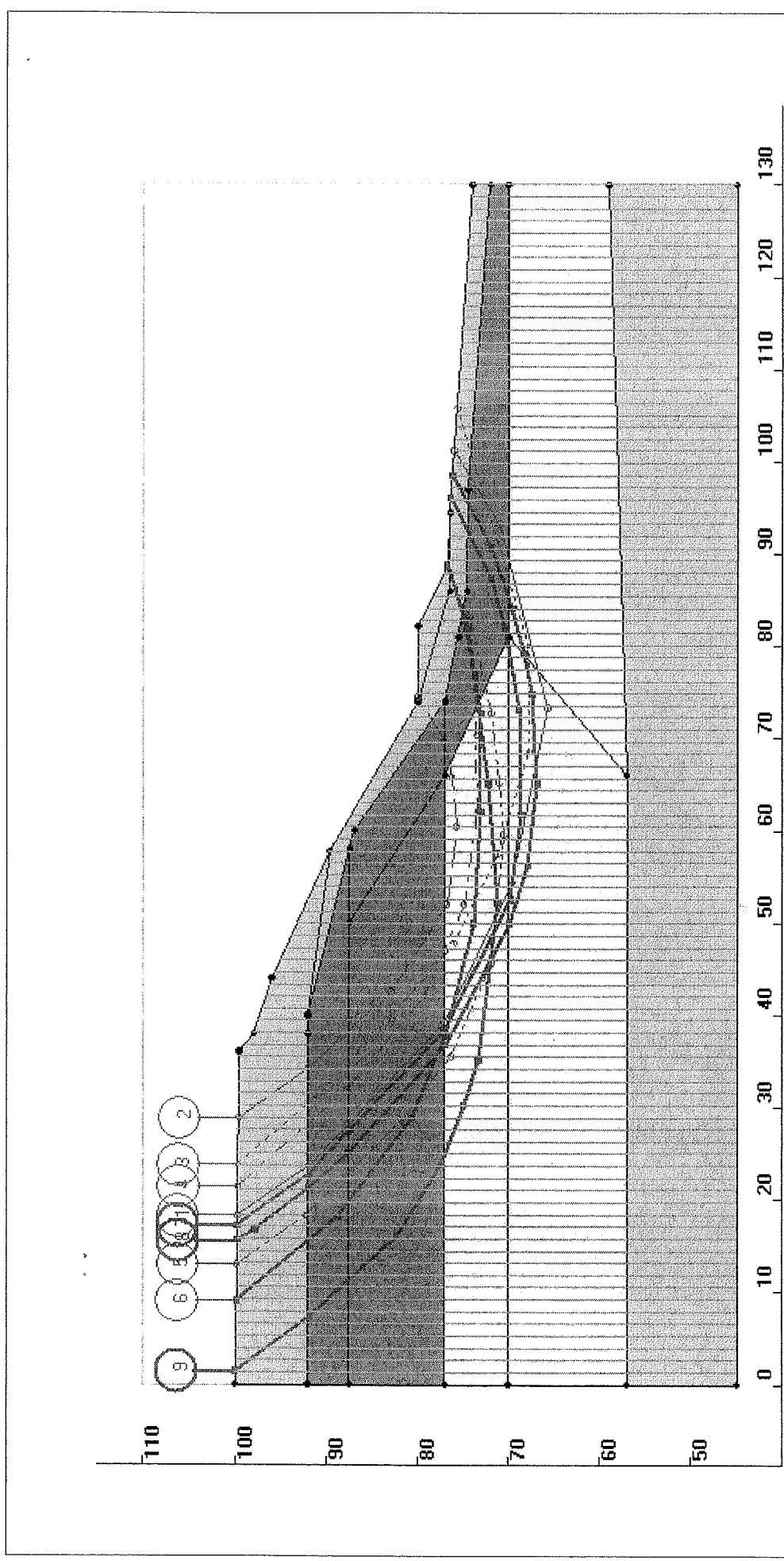
 <p>MULTICONCONSULT AS Avd. NOTEBY</p> <p>STABIL Stabilitetsanalyse av skræninger</p>	<p>Prosjekt Beskrivelse: 411793 Kvikkleiresone - Lundamo - Væregga III Profil A-bratt - Motfylling kt 85 heln 1:3 og 8 m avlastning topp ADP-analyse</p>	<p>Inndata Filnavn: Z:\4117xx\411793_Lundamo_Block Watne\09_Beregninger\stabil\profil.A-bratt\adp\rev ber\adp\btm.stb</p>
	<p>Prosjekt: Lundamo</p> <p>Dato: 28.04.2008</p>	<p>Braker Navn: Ingrid Havnen</p>
<p>Autorisert bruker: MULTICONCONSULT AS</p>		

62



	MULTICONSULT AS Avd. NOTEBY	Prosjekt Beskrivelse: 411793 Kvikkleiresone - Lundamo - Varegga III Profil A-bratt - Motfylling kt 85 heln 1:3 og 8 m avlastning topp ADP-analyse
	STABIL Stabilitetsanalyse av skræninger	Prosjekt: Lundamo
Autorisert bruker: MULTICONSULT AS		Inndata Filnavn: Z:\4117xx\411793_Lundamo_Block Watne\09_Beregninger\stabil\profil A-bratt\adp\rev ber\adpbtn.nod
Versjon: 3.1		Bruker Navn: Ingrid Havnen

(#1)



MULTICONCONSULT AS
Avd. NOTEBY
STABIL
Stabilitetsanalyse av skraaninger

Prosjekt Beskrivelse:

411793 Kvikkleiresone - Lundamo - Varegga III
Profil A-bratt - Motfylling kt 80 b6m og 8 m avlastning topp ADP-analyse

Prosjekt:
Lundamo

Dato:
28.04.2008

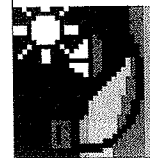
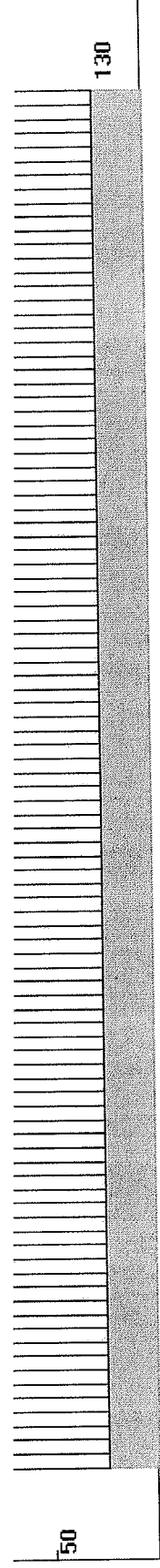
Inndata Filnavn:
Z:\4117\xx\411793_Lundamo_Block Wame\09_Beregninger\stabil\profil A-bratt\adp\rev ber\adpbtm2.nod

Versjon: 3.1

Autorisert bruker: MULTICONCONSULT AS

Bruker Navn: Ingrid Havnen

Vedlegg 4E -1



MULTICONCONSULT AS
Avd. NOTEBY
STABIL
Stabilitetsanalyse av skraaninger

Prosjekt Beskrivelse:

411793 Kvikkleiresone - Lundamo - Varegga III
Profil A-bratt - Motfylling kt 80 b6m og 8 m avlastning topp ADP-analyse

Prosjekt:
Lundamo

Dato:
28.04.2008

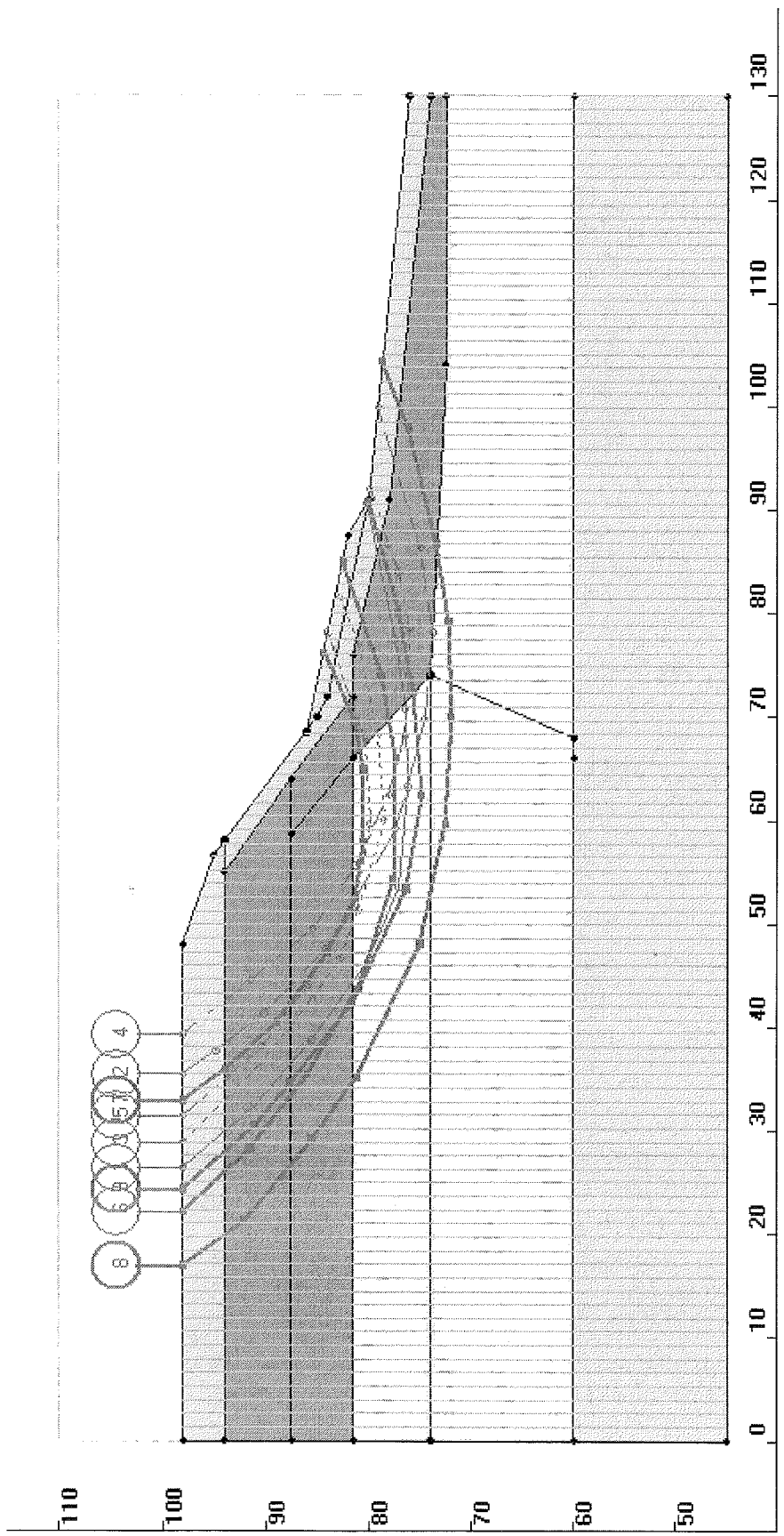
Inndata Filnavn:
Z:\4117\xx\411793_Lundamo_Block Wame\09_Beregninger\stabil\profil A-bratt\adp\rev ber\adpbtm2.nod


Versjon: 3.1

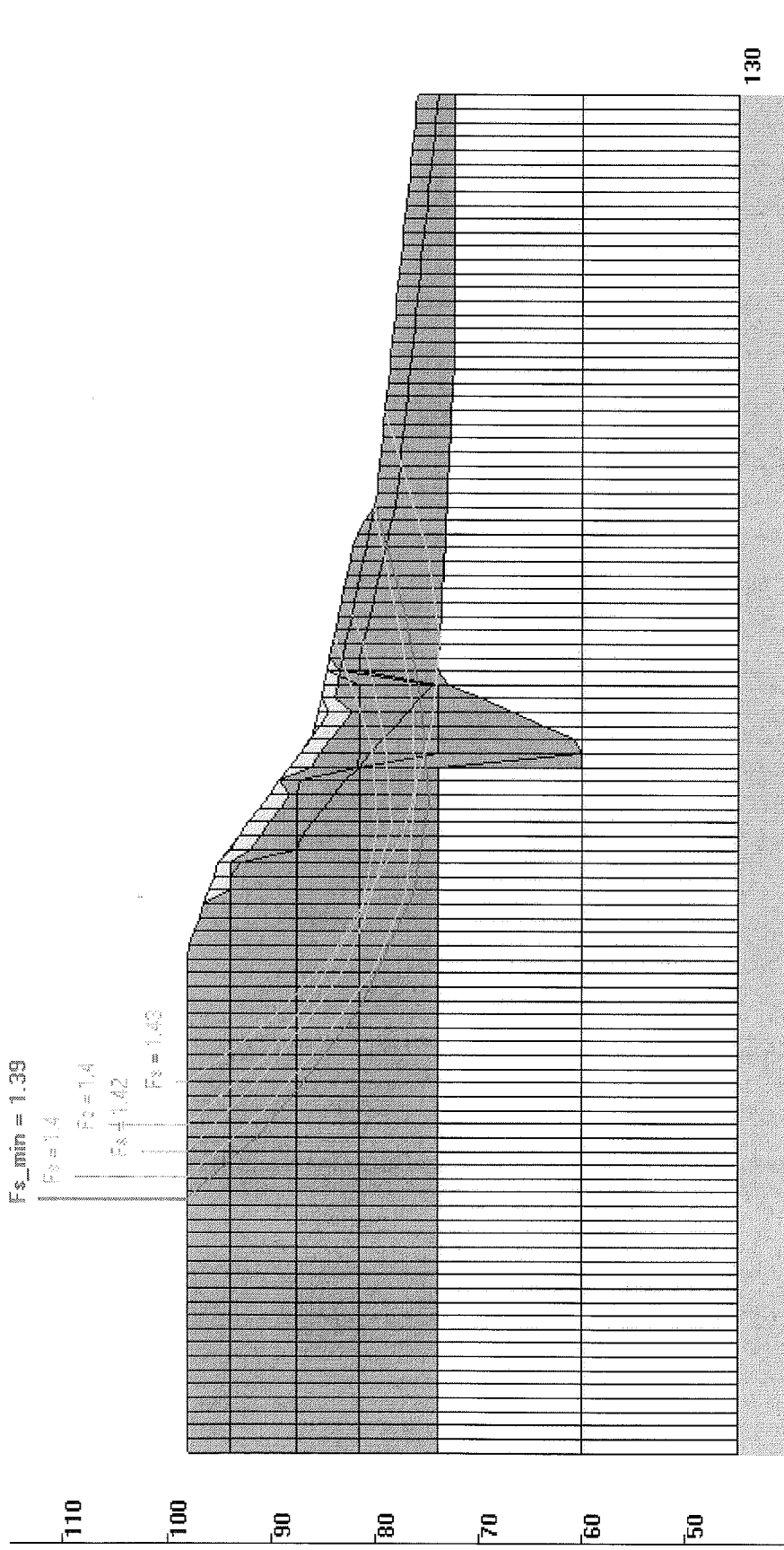
Autorisert bruker: MULTICONCONSULT AS

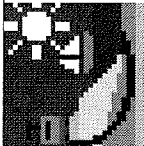
Bruker Navn: Ingrid Havnen

Vedlegg 4E -2

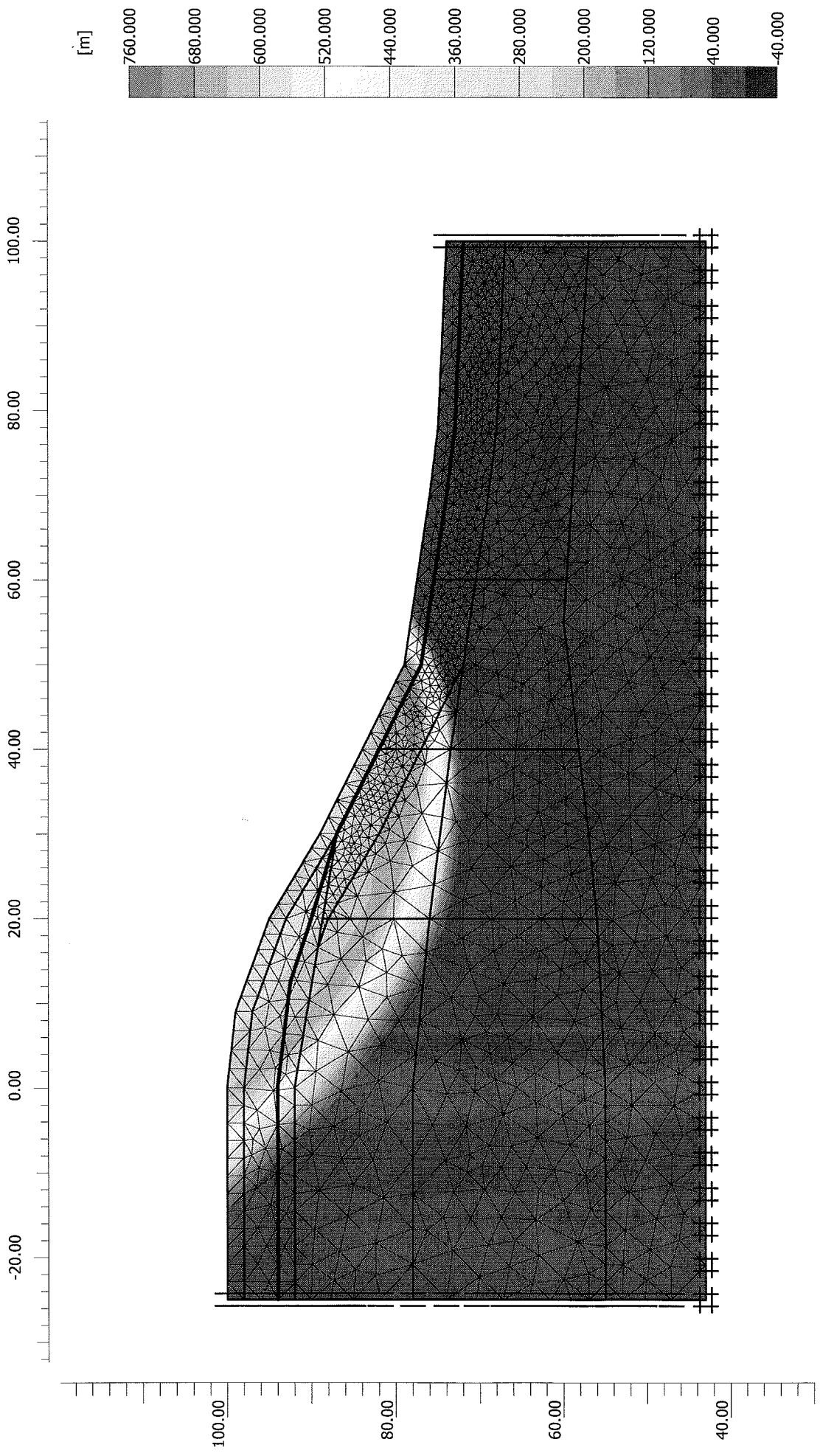


 <p>MULTICONSULT AS Avd. NOTEBY</p>	<p>Prosjekt Beskrivelse: 411793 Kvikkleiresone - Lundamo - Varegga III Profil C - Motfylling kt 86 høyde 1 m helming I til 5 - ADP-abalyse</p>	<p>Dato: 30.04.2008</p>	<p>Inndata Filnavn: Z:\4117xx\411793_Lundamo_Block Waine\09_Beregninger\stabil\profil_Cadpcm4.sfb</p>
	<p>Prosjekt: Lundamo</p>	<p>Autorisert bruker: MULTICONSULT AS</p>	<p>Bruker Navn: Ingrid Havnen</p>



 <p>MULTICONCONSULT AS Avd. NOTEBY</p> <p>STABIL Stabilitetsanalyse av skraaninger</p>	<p>Prosjekt Beskrivelse: 411793 Kvikkleiresone - Lundamo - Varegga III Profil C - Motfylling kt 86 høyde 1 m helning 1 til 5 - ADP-abalyse</p>	<p>Dato: 30.04.2008</p>	<p>Inndata Filnavn: Z:\4117\xx\411793_Lundamo_Block Waene\09_Beregninger\stabil\profil C\adpcom4.nod</p>
	<p>Autorisert bruker: MULTICONCONSULT AS</p>	<p>Braker Navn: Ingrid Havnen</p>	<p>Prosjekt: Lundamo</p>

Vedlegg 6A



Total incremental displacements (dUtot)
 Extreme dUtot 734.28 m

Project description

Profil A - dagens Fs = 1.10

Project name

Profil A_udrenert

Step

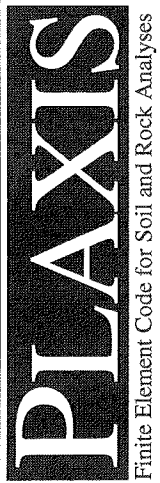
110

Date

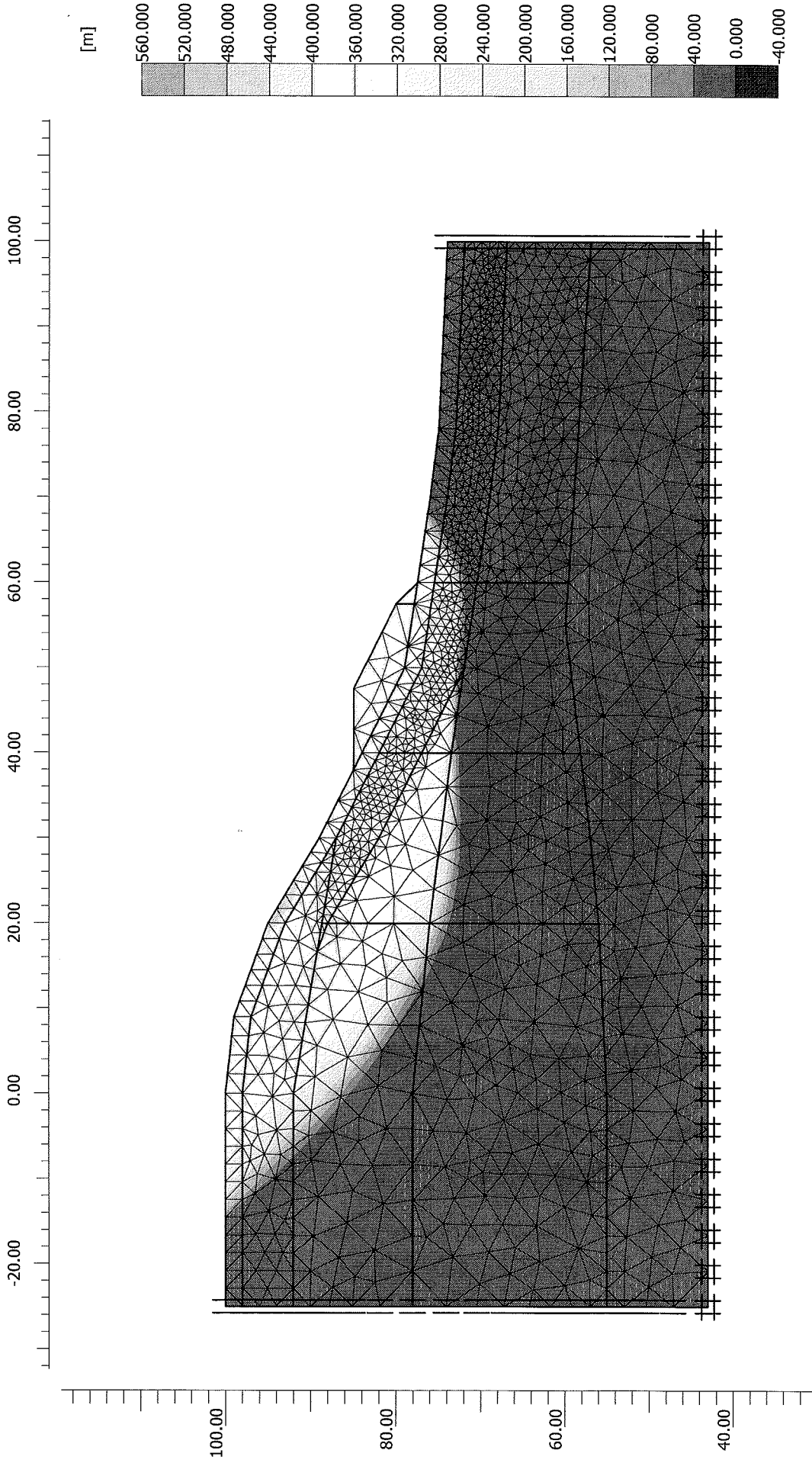
30.04.08

User name

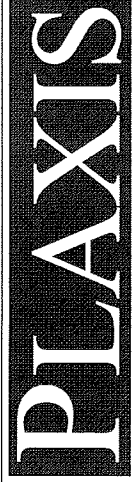
MULTICONSULT AS



Vedlegg 6B



Total incremental displacements (dUtot)
 Extreme dUtot 550,29 m



Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

Version 8.6.0.1133

Project description

Profil A udrenert med motfylling. Fs = 1,15

Project name

Profil A_udrene...

Step

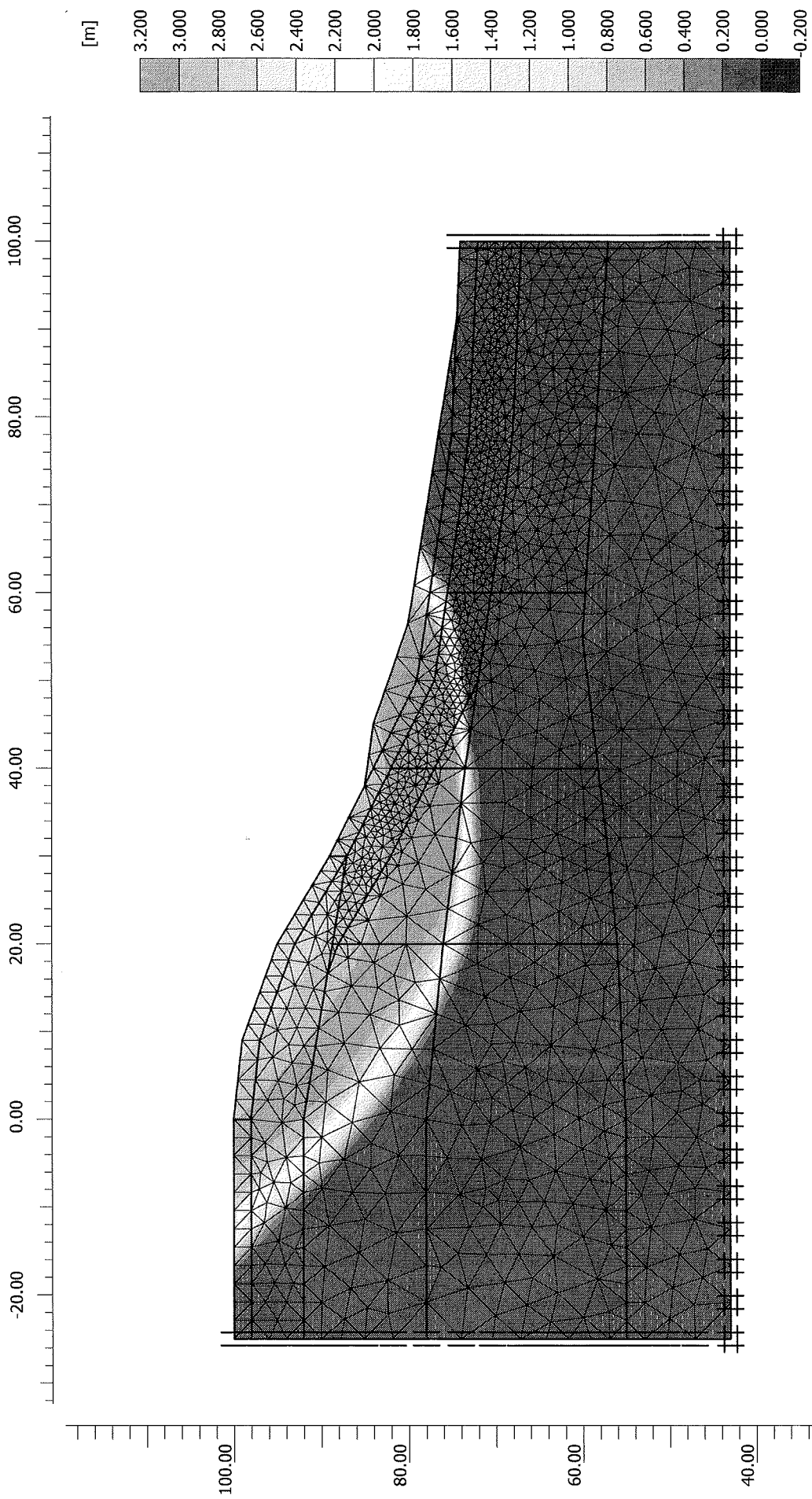
110

Date


05.05.08

User name

NOTEBY A/S



Total incremental displacements (dUtot)
Extreme dUtot 3,13 m

 Finite Element Code for Soil and Rock Analyses Version 8.6-0.1133		Project description Profil A undrenert med motfylling. Fs=1,2	
		Project name Profil A_udrene...	Step 41