

Rapport

Oppdragsgiver: **NVE**

Oppdrag: **Kvikkleiresone 848 Haugfoss, Modum kommune**

Emne: **Geoteknisk utredning. Stabilitetsberegninger
Revisjon av soneinndeling og klassifisering**

Dato: **12. oktober 2012**
Rev. - Dato: **22. november 2012**

Oppdrag- / Rapportnr.: **8 1 3 4 2 4 - 2**

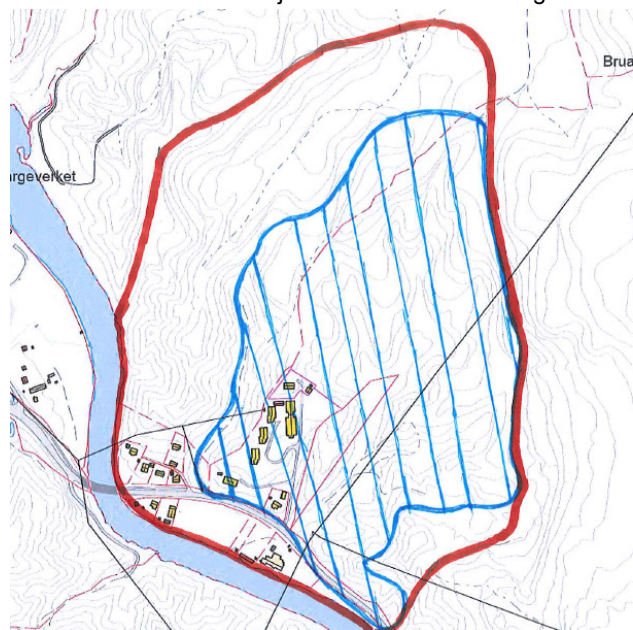
Oppdragsleder: **Janne Reitbakk** Sign.: **janr**

Saksbehandler: **D.S** Sign.:

Kontaktperson hos Oppdragsgiver: **Ellen Davis Haugen**

Sammendrag:

Multiconsult har på oppdrag fra NVE utført en revidert faregradsvurdering av kvikkleiresonen på Haugfoss. Skissen under viser anbefalt revisjon av kvikkleiresonen og vi anbefaler å justere faregraden fra «høy» til «middels».



Kap. 8.4 tar for seg stabilitetsberegninger i beregningsnitt 7, nytt snitt.

0	24.10.12	Utkast for kommentarer	janr	svt	kne
1	22.11.12	Oppretting kommentarer, inkl. nytt beregningsnitt	janr	svt	kne
Utg.	Dato	Tekst	Utarb.av	Kontr.av	Godkj.av

Innholdsfortegnelse

1.	Innledning	4
2.	Grunnlag.....	5
3.	Topografi og grunnforhold.....	6
3.1	Generelt	6
3.2	Grunnforhold	7
3.2.1	Område A	8
3.2.2	Område B.....	9
3.2.3	Område C.....	10
3.2.4	Område D	11
4.	Faregradsevaluering.....	13
4.1	Generelt	13
4.2	Utbredelse av kvikkleire	13
4.3	Faregradsevaluering.....	13
5.	Skredtype og maksimal utbredelse av skred	16
5.1	Generelt	16
5.2	Skredtype	16
5.3	Utbredelse av skred	16
6.	Sikkerhetsprinsipper.....	18
6.1	Geotekniske problemstillinger	18
6.2	Geoteknisk prosjektklasse	18
6.3	Dimensjonerende laster og lastfaktorer	19
6.3.1	Nyttelaster.....	19
7.	Materialparametre	19
7.1	Tolkning av beregningsparametre	19
8.	Stabilitet	21
8.1	Beregningsverktøy.....	21
8.2	Delområde A.....	21
8.3	Delområde B og C	22
8.4	Delområde D – tilleggsberegninger.....	22
9.	Kritiske momenter.....	23
10.	Revisjon av kvikkleireområdet	24
11.	Referanser	26

Tegninger

- 813424 - 0 Oversiktskart
 - 1 Borplan
 - A10 Beregningsprofil 1 udrenert skjærstyrkeprofil
 - A11 Beregningsprofil 1 drenert effektivspenningsprofil
 - A20 Beregningsprofil 2 udrenert skjærstyrkeprofil
 - A21 Beregningsprofil 2 drenert effektivspenningsprofil
 - B30 Beregningsprofil 3 udrenert skjærstyrkeprofil
 - B31 Beregningsprofil 3 drenert effektivspenningsprofil
 - B40 Beregningsprofil 4 udrenert skjærstyrkeprofil
 - B41 Beregningsprofil 4 drenert effektivspenningsprofil
 - C50 Beregningsprofil 5 udrenert skjærstyrkeprofil
 - C51 Beregningsprofil 5 drenert effektivspenningsprofil
 - C60 Beregningsprofil 6 udrenert skjærstyrkeprofil
 - C61 Beregningsprofil 6 drenert effektivspenningsprofil
 - D70 Beregningsprofil 7 drenert skjærstyrkeprofil
 - D71 Beregningsprofil 7 udrenert skjærstyrkeprofil
 - D72 Beregningsprofil 7 drenert skjærstyrkeprofil med fylling
 - D73 Beregningsprofil 7 udrenert skjærstyrkeprofil med fylling
 - D74 Beregningsprofil 7 udrenert skjærstyrkeprofil med fylling - lokal
 - D75 Beregningsprofil 7 drenert skjærstyrkeprofil med fylling - lokal
 - D76 Beregningsprofil 7 drenert skjærstyrkeprofil - lokal
 - D77 Beregningsprofil 7 udrenert skjærstyrkeprofil - lokal

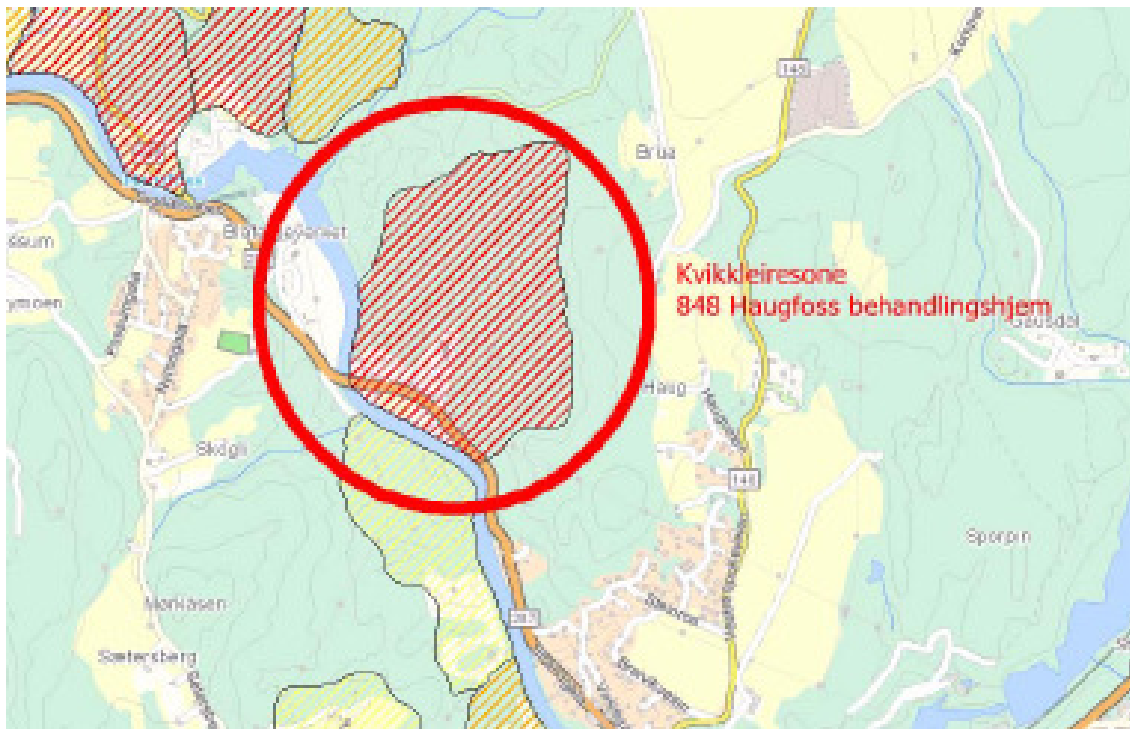
FIGURLISTE

Figur 1 Kvikkleiresone 848 Haugfoss behandlingshjem. [figur hentet fra forespørsel fra NVE]	4
Figur 2 Kart over utbyggingsområdet med avdelte delområder [Figur hentet fra NVEs forespørsel]	6
Figur 3 Borplan med beregningssnitt for områdestabilitet.....	7
Figur 4 viser borplan der borpunkt med registrert kvikkleire er markert rødt.	11
Figur 5 Eksisterende faregradsvurdering av kvikkleiresonen – Haugfoss	13
Figur 6 Dagens definerte kvikkleireområde - faregrad høy	24
Figur 7 Skisse av revidert kvikkleiresone – faregrad middels	25

1. Innledning

Multiconsult AS er engasjert for å utrede stabilitetsforholdene i forbindelse med infrastrukturutbygging etter konkurranse iht. rammeavtale for geoteknisk utredning av kvikkleiresoner. Tilbudet vårt T-800275/efl datert 22.mai 2012 ligger til grunn for denne rapporten.

Kvikkleiresone 848 Haugfoss behandlingshjem ligger i Modum kommune, ved elva Simoa, ca 2 km nordvest for Åmot sentrum.



Figur 1 Kvikkleiresone 848 Haugfoss behandlingshjem. [figur hentet fra forespørsel fra NVE]

Bakgrunnen for utredningen er et ønske fra fylkeskommunen og kommunene Modum og Sigdal om å oppgradere Fv. 287 som går i foten av definert kvikkleiresone. Utbedringen skal innebære både forsterkning av vegen og utvidelse med gang- og sykkelveg.

Det er i utgangspunktet ikke planlagt ny bebyggelse i området, slik at hovedmålet med prosjektet er å kartlegge dagens sikkerhet.

Statens vegvesen har utført grunnundersøkelser og funnet ut at stabiliteten er svært dårlig. Det ønskes dermed en helhetlig vurdering av risikoen i området.

Da det er påtruffet kvikkleire i deler av utbyggingsområdet må faren for skred utredes iht. NVEs Retningslinjer nr. 1/2008 "Planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag".

Utredning av skredfaren utføres stegvis iht. følgende punkter:

1. Faregradsevaluering

Faregradsevaluering omfatter å identifisere fareutsatt areal (utstrekning av faresone) samt å vurdere sannsynlighet for skred.

2. Vurdering av bruddtype og maksimal utbredelse av skred

Vurdering av skredtype og utløsende skredfaktor (for eksempel initialskred og retrogressivt skred eller flaskskred utløst ved progressiv bruddutvikling i sprøbruddmateriale). Utredninga omfatter videre vurdering av både løснеområder og utløpsområder for skredmasser.

3. **Stabilitetsanalyser**

Beregning av sikkerheten mot utglidning, både for dagens situasjon og for tiltak/ utbygging.

4. **Evt. utredning av stabilitetsforbedrende tiltak**

Utredning av stabiliserende tiltak som eventuelt må gjennomføres i og utenfor planområdet for å oppnå tilfredsstillende sikkerhet.

Foreliggende rapport inneholder faregradsevaluering av området iht. NVEs retningslinjer.

Videre inneholder rapporten resultater av stabilitetsberegninger for vurdering av områdestabiliteten. Det er ikke utført vurderinger av nødvendige tiltak for å oppgradere området til å tilfredsstillende retningslinjene. Rapporten konkluderer med en justering og revisjon av eksisterende kvikkleiresone.

I forbindelse med revisjon 1 av rapporten er det innarbeidet stabilitetsberegninger for et nytt beregningsnett som er vurdert som kritisk for Fv 287. Beregningen er utført for eksisterende situasjon og en breddeutvidelse/erosjonssikring av veggen/elven.

2. Grunnlag

Det er tidligere utført grunnundersøkelser i og ved sonen. Tidligere geotekniske grunnundersøkelser i området framgår i hovedsak av følgende rapporter:

Rapport nr.	Firma	År	Oppdragsnavn
870053-2	NGI	1990	Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred. Kartblad Hokksund. Borplan og dreietrykksondering nr. 42
2010152432-8	Statens vegvesen	2012	Geoteknikk. Fv287 Strandgata – Kjøre plass bru. Datarapport.
F-233B-1	Statens vegvesen	1992	Rv.287 Kjør plass bru

Resultater fra undersøkelsene utført av Statens vegvesen i denne omgang er presentert i 813424-r1, datert 30.august 2012.

3. Topografi og grunnforhold

3.1 Generelt

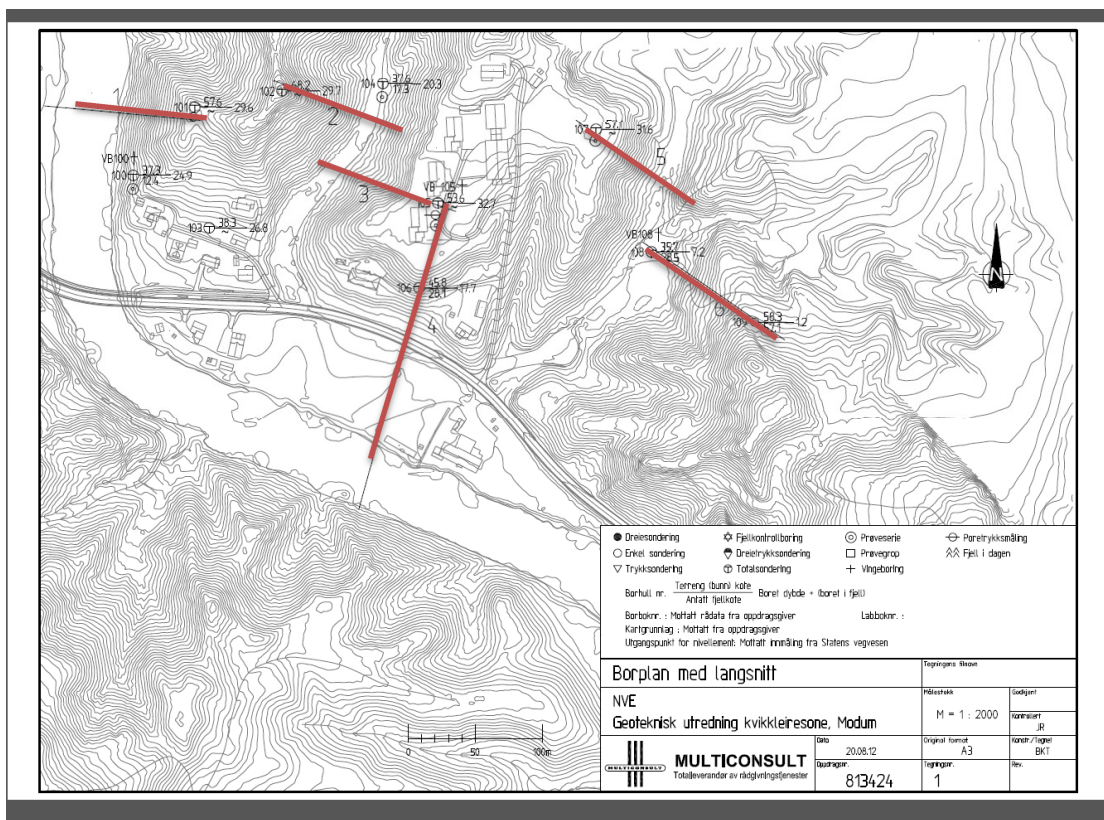
Det aktuelle området ligger nordvest for Åmot sentrum i Modum kommune. Området er sterkt ravinert og to raviner går nordover fra elva Simoa gjennom midten av sona. Haugfoss behandlingshjem ligger på ryggen mellom disse to ravinene. En ravine i nordvest og elva danner sonebegrensning mot vest. Ut i fra topografi kan det se ut som sona kan deles inn i tre undersoner som ikke vil påvirke hverandre ved skred. For beskrivelse av grunnforhold er utbyggingsområdet delt inn i 3 delområder:

På figur 2.1 er det vist kart over det aktuelle området. På bildet er delområdene skissert inn.



Figur 2 Kart over utbyggingsområdet med avdelte delområder [Figur hentet fra NVEs forespørsel]

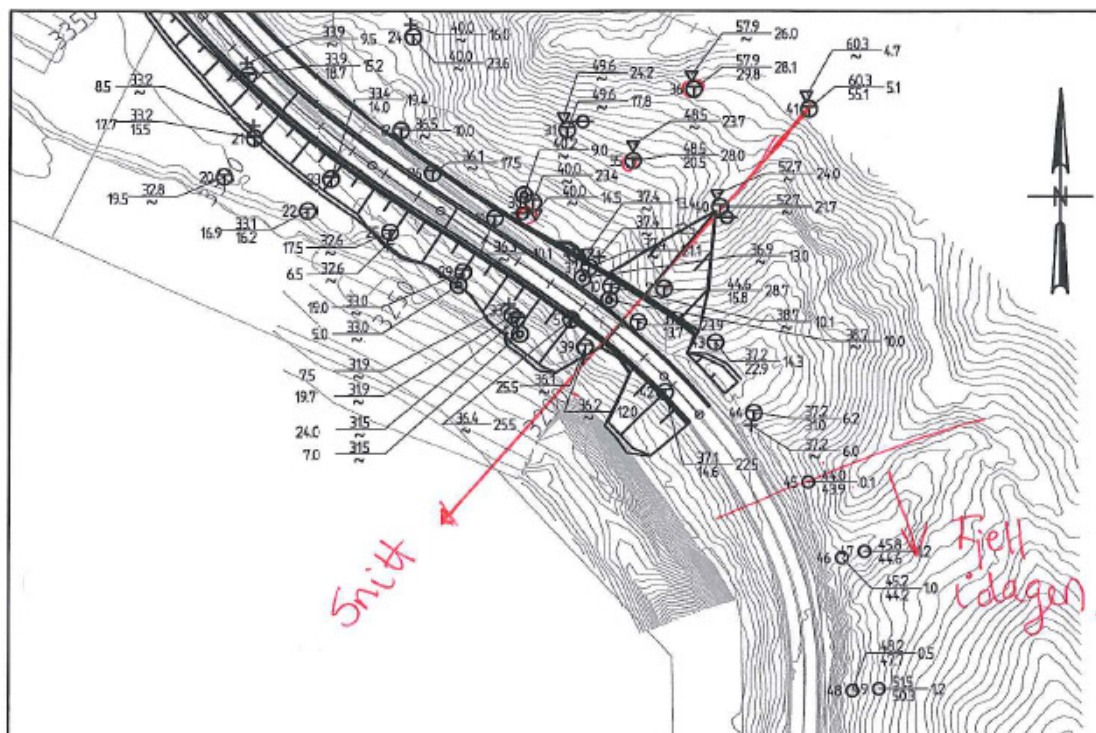
3.2 Grunnforhold



Figur 3 Borplan med beregningssnitt for områdestabilitet

For å kunne beskrive grunnforholdene best mulig deler vi området opp i tre. Område A representerer den vestre delen med snitt 1 og 2. Område B representerer knausen der behandlingshjemmet ligger, med snitt 3 og 4, mens område C representerer den østre delen med snitt 5 og 6.

I forbindelse med revisjon 1 og beregningssnitt 7 omtaler vi plasseringen og beskrivelsen av dette området for område D for å avgrense det fra eksisterende områdebeskrivelser.



Figur 4 Borplan fra SVV med beregningsnitt 7

3.2.1 Område A

Rutinedata

Prøvetaking i borhull 100 viser at løsmassene på elvekanten mot Simoa i hovedsak består av 2-3 m tørrskorpeleire/silt over siltig leire. Fra 10 m dybde er det registrert finsand med sjikt av leire. Disse massene er elveavsetninger som er tydelig lagdelte, har varierende fasthet, og vanninnhold rundt 20-30 %. Sndering i borhull 102 og 103 tyder på at det er fastere masser i åsen og at de bløte massene her starter på om lag samme kote som de som er boret fra lavereliggende terreng.

Prøvetaking i borhull 104 (som ligger i dalen mellom område A og B) består av et tynnere topplag av siltig leire med innhold av organiske masser i 1-2 m dybde. Derunder er det siltig leire til 10 m under terreng der det er overgang til kvikkleire med finsand og siltlag.

Vanninnholdet i tørrskorpeleira og leira varierer mellom ca. 20 og 40 %. I leira er det målt svært varierende udrenert skjærstyrke, som delvis skyldes omrøring av prøver, og tyngdetetthet mellom 18,4 og 22,1 kN/m³.

Lagdeling

Det er for beregningene valgt å dele løsmassene inn i tre lag:

- Lag 1: Tørrskorpeleire
- Lag 2: Leire, siltig
- Lag 3: Finsand, med leirsjikt

Tolket lagdeling for beregningsprofil 1 og 2 er vist på henholdsvis tegning nr. 813424 – A10 og – A11, og A20 og A21.

Grunnvann

Det er satt ned to elektriske poretrykksmåler i borhull 102.

Tabell 3-1 poretrykksavlesning område A

Borpunkt	Kote terreng	Kote piezometerspiss	Løsmasser ved pz-spiss	Grunnvannsnivå fra poretrykk [kote]*
102	+68,2	+53,2	Siltig leire	< + 53,2
102	+68,2	+48,2	Finsand	< + 48,2

Grunnvannstanden varierer normalt med årstider og nedbør. Erfaringsmessig kan grunnvannsnivået stå vesentlig høyere i perioder med nedbør og/eller snøsmelting. Poretrykksavlesning er utført i periode med mye nedbør. Simoa ligger med normal vannstand kote 29. Knausen er avskilt fra høyereliggende nedbørsområder av de omkringliggende ravinene slik at det kun er overvann som vil bidra til grunnvannsnivået lokalt. Løsmassene består i hovedsak av drenerende materialer som bidrar til å unngå oppdenning av porevann i knausen. Poretrykk er derfor vurdert til kote + 40 med hydrostatisk fordeling.

Poretrykksmålingene bør videreføres for å dokumentere poretrykksvariasjoner over tid.

3.2.2 Område B

Rutinedata

Prøvetaking i borhull 105 viser at løsmassene på behandlingshjemsknausen består i hovedsak av 2-3 m tørrskorpeleire/silt over siltig leire. Fra 15 m dybde er det registrert kvikkleire med sjikt av silt/sand. Disse massene har registrert udrenert fasthet fra 20 kN/m^3 – 55 kN/m^3 , resultatene er noe påvirket av prøveforstyrrelser særlig i kvikkleiren. Vanninnhold er registrert rundt 20-40 %. Prøvetaking i borhull 104 i dalbunnen tyder på at det er fastere masser i åsen og at de bløte massene her starter på om lag samme kote som de som er boret fra lavereliggende terreng.

Prøvetaking i borhull 104 (ligger i dalen mellom område A og B) består av et tynnere topplag av siltig leire med innhold av organiske masser i 1-2 m dybde. Derunder er det siltig leire til 10 m under terreng der det er overgang til kvikkleire med finsand og siltlag.

Vanninnholdet i tørrskorpeleira og leira varierer mellom ca. 20 og 40 %. På leira er det målt svært varierende udrenert skjærstyrke som delvis skyldes omrøring av prøver, og tyngdetetthet mellom $18,4$ og $22,1 \text{ kN/m}^3$.

Lagdeling

Det er for beregningene valgt å dele løsmassene inn i fire lag:

- Lag 1: Tørrskorpeleire
- Lag 2: Leire, siltig
- Lag 3: Kvikkleire, siltig
- Lag 3: Finsand

Tolket lagdeling for beregningsprofil 1 og 2 er vist på henholdsvis tegning nr. 813424 – B30 og – B31, og B40 og A41.

Grunnvann

Det er satt ned to elektriske poretrykksmåler i borhull 105.

Tabell 3-2 poretrykksavlesning område B

Borpunkt	Kote terreng	Kote piezometerspiss	Løsmasser ved pz-spiss	Grunnvannsnivå fra poretrykk [kote]*
105	+53,6	+38,6	Siltig leire	+ 47,2
105	+53,6	+33,6	Finsand	<+ 47,0

Grunnvannstanden varierer normalt med årstider og nedbør. Erfaringsmessig kan grunnvannsnivået stå vesentlig høyere i perioder med nedbør og/eller snøsmelting. Poretrykksavlesning er utført i periode med mye nedbør. Poretrykk er derfor vurdert til kote + 47 med hydrostatisk fordeling.

Poretrykksmålingene bør videreføres for å dokumentere poretrykksvariasjoner over tid.

3.2.3 Område C

Rutinedata

Prøvetaking i borhull 107 viser at løsmassene i randen mot område C består i hovedsak av 3-5 m tørrskorpeleire/silt over siltig leire. Fra 15 m dybde er det registrert siltig kvikkleire. Disse massene har registrert udrenert fasthet fra 20 kN/m³ – 40 kN/m³, noe påvirket av prøveforstyrrelser særlig i kvikkleiren. Vanninnhold er registrert rundt 30-40 %. Prøvetaking i borhull 107 tyder på at det er fastere masser i åsen og at de bløte massene her starter på om lag samme kote som de som er boret fra lavereliggende terreng.

I leira er det målt tyngdetetthet mellom 18,6 og 19,6 kN/m³. Slegge i borpunkt 109 viser lite løsmassedekning over fjell. Dette er i samsvar med andre resultater på denne knausen (kort avstand til fjell)

Lagdeling

Det er for beregningene valgt å dele løsmassene inn i fire lag:

- Lag 1: Tørrskorpeleire
- Lag 2: Leire, siltig
- Lag 3: Kvikkleire, siltig
- Lag 3: Finsand

Tolket lagdeling for beregningsprofil 1 og 2 er vist på henholdsvis tegning nr. 813424 – C50 og – C51, og C60 og C61.

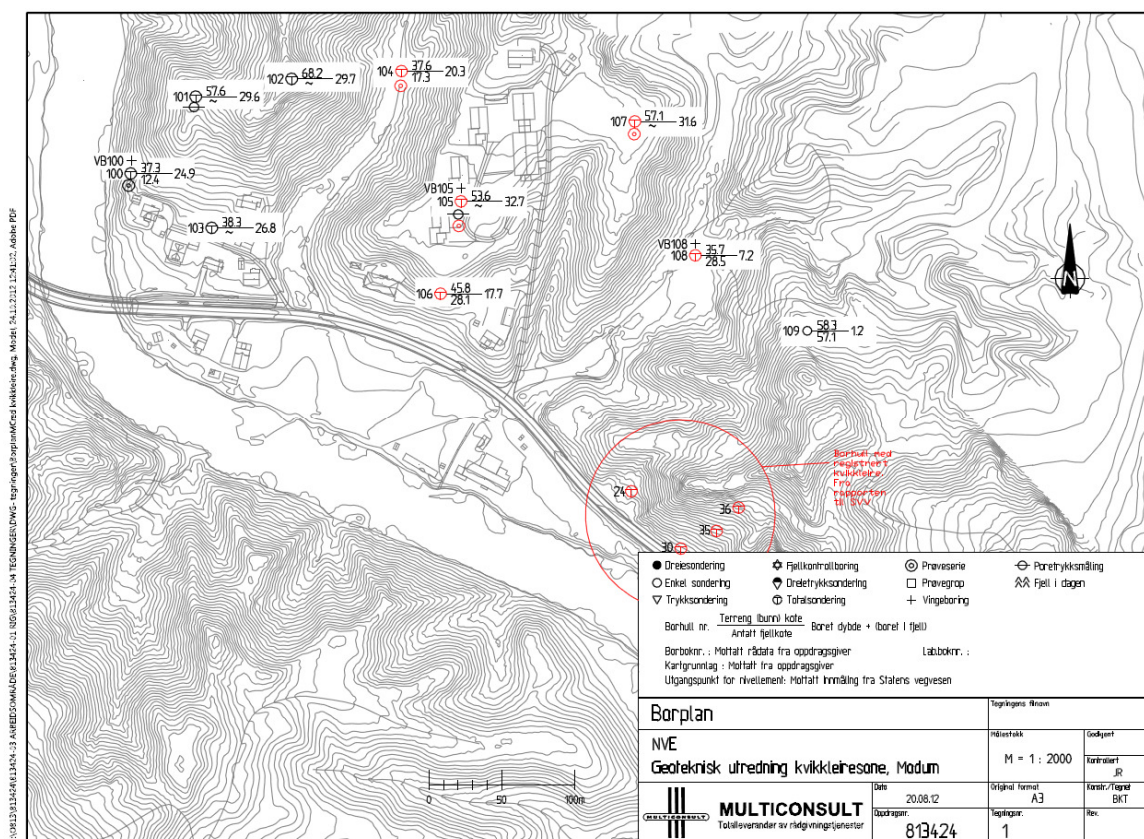
Grunnvann

Det er ikke satt ned poretrykkavlesere i dette området i denne omgang. Det er derimot satt ned elektriske piezometre her i forbindelse med grunnboringer for FV283. Vi har mottatt resultat for disse fra Statens vegvesen for bruk i disse beregningene.

Tabell 3-3 poretrykksavlesning område C, fra SVV rap.2010152432-8

Borpunkt	Kote terreng	Kote piezometerspiss	Løsmasser ved pz-spiss	Grunnvannsnivå fra poretrykk [kote]*
30	+40,0	+39,0	Siltig leire	+31
30	+40,0	+35,0	Finsand	+30
31	+49,6	+31,6	Siltig leire	+35
31	+49,6	+27,6	Finsand	+32

Grunnvannstanden varierer normalt med årstider og nedbør. Erfaringsmessig kan grunnvannsnivået stå vesentlig høyere i perioder med nedbør og/eller snøsmelting. Poretrykksmålingene bør videreføres for å dokumentere poretrykksvariasjoner over tid.



Figur 5 viser borplan der borpunkt med registrert kvikkleire er markert rødt.

3.2.4 Område D

Rutinedata

Det er i denne omgang ikke utført supplerende grunnundersøkelser i dette området. Vi benytter Tverrprofil 3200, tegn. Nr. 13 fra statens vegvesen datarapport Fv287 Strandgata- Kjøreplass bru nr. 2010152432-8.

Sondering 39, 6, 7, 41 og 42 viser Leirige masser i 10 – 15 m dybde derunder finsand. Leirmassene har mye likt sonderingsprofil som prøveserie nr. 10 i nrområdet. Vi benytter

prøveserie 10 og vinge boring 39 som grunnlag for stabilitetsberegningene. Vanninnhold er registrert rundt 30-40 %.

Lagdeling

Det er for beregningene valgt å dele løsmassene inn i tre lag:

Lag 1: Tørrskorpeleire

Lag 2: Leire, siltig

Lag 3: Finsand

Tolket lagdeling for beregningsprofil 1 og 2 er vist på henholdsvis tegning nr. 813424 – D70 - 75.

Grunnvann

Det er ikke satt ned poretrykkavlesere i dette området i denne omgang. Det er derimot satt ned elektriske piezometre her i forbindelse med grunnboringer for FV283, vi benytter PZ i borpunkt 37 som veiledende for dette området.

Tabell 3-4 poretrykksavlesning fra SVV rap.2010152432-8 Pz 37

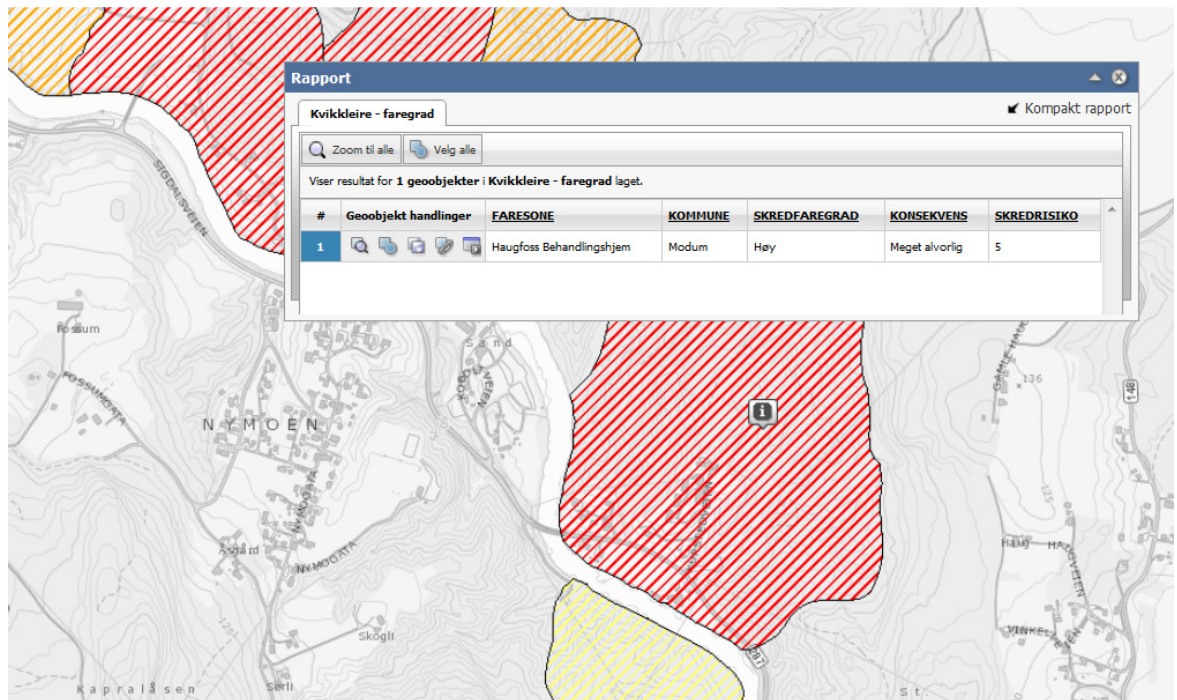
Borpunkt	Kote terreng	Kote piezometerspiss	Løsmasser ved pz-spiss	Grunnvannsnivå fra poretrykk [kote]*
37	+37,0	+29,0	Siltig leire	+33
37	+37,0	+25,0	Finsand	+31

Grunnvannstanden varierer normalt med årstider og nedbør. Erfaringsmessig kan grunnvannsnivået stå vesentlig høyere i perioder med nedbør og/eller snøsmelting. Poretrykkmålingene bør videreføres for å dokumentere poretrykksvariasjoner over tid.

4. Faregradsevaluering

4.1 Generelt

Området er i dag markert med høy faregrad på skrednett.no, og det som utføres i denne rapporten er revurdering av eksisterende faregrad ut fra nye undersøkelser. Vurderingen utføres ihht retningslinjer nr. 1/2008, vedlegg 1 (Teknisk veiledning) kapittel 3, at det bl.a. skal foretas faregradsevaluering. Sonen er pr. dags dato plassert i risikoklasse 5.



Figur 6 Eksisterende faregradsvurdering av kvikkleiresonen – Haugfoss

4.2 Utbredelse av kvikkleire

Basert på utførte grunnundersøkelser, registrert berg i dagen og topografiske forhold, er det gjort en vurdering av kvikkleiras utbredelse. Dette har resultert i et forslag om å etablere en redusert kvikkleiresone, der det legges til grunn at sona skal angi løsneområdet for ett potensielt skred. Forslaget til kvikkleireavgrensning er vist på skisse i kapittel 10. Følgende vurderinger ligger til grunn for grenselinjene:

- Alle kjente grunnundersøkelser i området er tatt med i vurderinga. Plassering av borpunkt er vist på borplanen. Boringer der det er påvist kvikkleire eller sprøbruddmaterialer er vist med rødt farge, mens boringer uten kvikkleire/ sprøbruddmateriale er vist med svart farge.
- Sona er trukket ut i fra de registrerte boringene med kvikkleire/sprøbruddegenskaper.
- Videre er sona avgrenset mot områder med oppstikkende berg/ områder med liten løsmasseoverdekning.

4.3 Faregradsevaluering

Det er utført faregradsevaluering for den antatt mest ugunstige delen av sonen for dagens eksisterende situasjon.

Faregradsevalueringen er utført iht. retningslinjer i NGI-rapport 20001008-2, rev. 3 datert 08.10.2008 "Vurdering av risiko for skred. Metode for klassifisering av faresoner, kvikkleire".

Evalueringen er utført iht. tabell 4.1 og 4.2 under.

Tabell 4.1 Grunnlag for evaluering av faregrad, hentet fra /12/.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score			
		3	2	1	0
Tidl. skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde, meter	2	> 30	20 - 30	15 - 20	< 15
Tidligere/ nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0 - 1,2	1,2 - 1,5	1,5 - 2,0	> 2,0
Poretrykk Overtrykk, kPa	+3	> + 30	10 - 30	0 - 10	Hydrostatisk
	-3	> -50	- (20 - 50)	- (0 - 20)	
Kvikkleiremektighet	2	> H/2	H/2 - H/4	< H/4	Tynt lag
Sensitivitet	1	> 100	30 - 100	20 - 30	< 20
Erosjon	3	Aktiv/ glidning	Noe	Lite	Ingen
Inngrep Forverring	+3	Stor	Noe	Liten	Ingen
	-3	Stor	Noe	Liten	
Sum poeng		51	34	16	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %

Faregradsklassene er inndelt tre faresoner iht. /7/:

- Faregradklasse lav: Poengverdi fra 0 til 17
- Faregradklasse middels: Poengverdi 18 til 25
- Faregradklasse høy: Poengverdi 26 til 51

Tabell 4.2 Faregradsevaluering av antatt mest kritisk del av faresona, utført iht. /7/.

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	2	2	Vi er ikke kjent med at det har vært skredaktivitet innenfor sonen. Videre viser kvartærgeologisk kart og www.skrednett.no ingen skredgroper eller skredhendelser i nærheten. Vi er dog blitt gjort oppmerksom på at det er registrert overflateskred i deler av området som ligger nordøst, og velger konservativt «noe skredaktivitet»
Skråningshøyde	2	2	4	Total høydeforskjell fra flatene til borpunkt 105-107 er tilnærmet 20 -30 m.
OCR	2	0	0	Basert på tolking av terrenget og erosjonsmønsteret i ravinene OCR vurderes å ligge i området 2-5.
Poretrykk	3/-3	1	3	Poretrykksmålinger indikerer poreovertrykk på ca. 5 - 10 kPa i de lavereliggende områdene av sona. Det er registrert svært lagdelte sjikt med drenerende masser. Velger å legge inn poreovertrykk som en konservativ antagelse.
Kvikkleiremektighet	2	1	2	I borpunktene er mektigheten av kvikke/sensitive masser liggende svært dypt og lagdelt. Vi vurderer massene til å ha mindre utstrekning enn < H/4.
Sensitivitet	1	3	3	Sensitiviteten er for enkeltprøver målt til $S_t = 300$ i kvikkleira.
Erosjon	3	2	6	Området er preget av vannførende ravedaler som kan føre svært store vannmengder i perioder. Erosjonsaktivitet settes til score 2 pga disse flombekkenene.
Inngrep	3/-3	1	3	Det er tidligere utført jordbruksplanering i nedre del av området. Det er også avlastet noe på toppen for etablering av behandlingshjemmet. Ellers er det noe tegn til hugst av vegetasjon.
Poengverdi			23	Gir faregradsklasse "Middels"

Faregradsevalueringa gir en poengverdi på 23 og medfører at sona plasseres i faregradsklasse "Middels" som omfatter soner med poengverdi fra 18 til 25 poeng jfr. /7/. På grunnlag av de oppsatte kriteriene vil dermed sona, relativt sett, ha middels sannsynlighet for at skred skal inntreffe.

Sona vil kunne endre faregrad ved utbygging i området, da det vil bli behov for stabiliserende tiltak før dette iverksettes.

5. Skredtype og maksimal utbredelse av skred

5.1 Generelt

Formålet med å vurdere skredtype og utbredelse av skred er å belyse hvilken utstrekning et eventuelt skred utløst i sona kan få, og hvilke følgerisiko for skader på bebyggelse nedstrøms sona et skred kan medføre.

5.2 Skredtype

Basert på topografi og grunnforhold finner vi at mest sannsynlig skredtype i Haugfoss er et retrogressivt skred. Et retrogressivt skred karakteriseres ved serie av hurtig bakovergripende skred. Det vil si at raset forplanter seg bakover gradvis med påfølgende delras. Retrogressive skred blir ofte utløst ved et monolistisk initialscred (rotasjonsscred). Skred blir enten forårsaket av byggetekniske inngrep eller utløst av naturkrefter.

5.3 Utbredelse av skred

Det foreligger lite erfaringsmateriale og beregningsmodeller for å vurdere utbredelse av skred. I NGI publikasjon nr. 158, ref. /6/, er det gitt en sammenstilling av skredvolum, skråningshøyde og utbredelse av skred. Figuren er gjengitt i figur 5.1. Vi har benyttet disse erfaringsdataene for å estimere utbredelse av eventuelt skred ved Haugfoss:

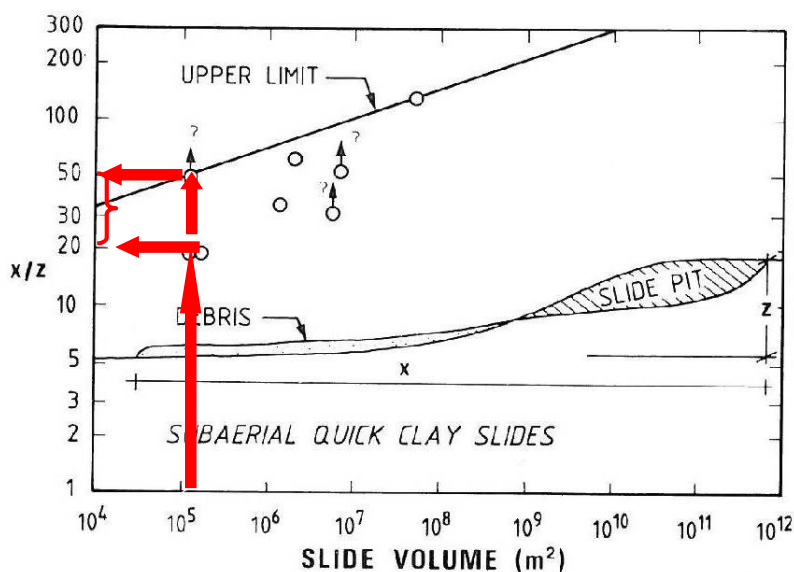
· **Skredvolum**

Maksimalt skredvolum er estimert til $300\,000\text{ m}^3$. Det stipulerte volumet er basert på at ca. 80 % av det største delområdet i sona raser ut. Dette omfanget vurderes som "verste tilfelle", og er trolig vesentlig større enn det som vil inntreffe ved et skred.

· **Skråningshøyde**

Total høydeforskjell er 25 m.

Skredvolum på ca. $300\,000\text{ m}^3$ ($0,3 \cdot 10^6$) og skråningshøyde, z , på 25 m gir et forholdstall på utbredelse av skred (x) på skråningshøyde (z) på ca. 20-50, se figur 5.1. Det vil si at utløpsstrekninga av et skred er i størrelsesorden 500 – 1 200 m regnet fra bakre skredkant.



Figur 5.1 Normalisert utløpsdistanse fra norske kvikkleireskred i forhold til total skredvolum (fra NGI publikasjon nr. 158, 1985)ref. /6/

I utgangspunktet kan utløsning av kvikkleireskred tenkes å ha utløp av skredmasser mot sør. Hoveddelen av et skred vil trolig strømme ned mot Simoa og store deler vil legge seg på det flate partiet før elvekanten.

Vurderingene viser at det ved et eventuelt skred er risiko for at bebyggelse nedenfor Fv 287 kan bli oversvømt av skredmasser.

Det er knyttet stor usikkerhet til anslaget av utløpsdistanse. Skredvolumet er beregnet meget konservativt. Avskjermende terrengformasjoner og bygg i skredbanen vil også bidra til å redusere utløpsdistansen.

Det understrekes at vurderingene gitt i dette kapitlet er basert på ”verste tilfelle” og viser **potensiell** skredfare.

6. Sikkerhetsprinsipper

6.1 Geotekniske problemstillinger

Geotekniske problemstillinger for utbygginga er hovedsakelig relatert til

- Stabilitet, både i anleggsfasen og permanent fase.
- Fundamenteringsløsning.
- Setninger.

Stabiliteten må ivaretas både i anleggsfasen og i permanent fase.

Sikkerhetsnivå mot utglidning representeres ved en materialkoeffisient, γ_M . Krav til sikkerhetsnivå er satt til $\gamma_M \geq 1,4$ iht. krav i NVEs retningslinjer. Dersom dette sikkerhetsnivået ikke oppnås, vil det stilles krav om at sikkerheten skal bedres. Under forutsetning av at sona klassifiseres i faregrad "middels", stilles det krav om "forbedring" iht. figur 3.1 i vedlegg 1 til NVEs retningslinjer uten tilflytting av mennesker eller «vesentlig forbedring» ved tilflytting av mennesker.

6.2 Geoteknisk prosjektklasse

Delområde A

I delområde A vurderes skadekonsekvensklassen som meget alvorlig og vanskelighetsgraden som middels etter NS-EN 1997-1. Dette gir geoteknisk prosjektklasse 2.

Dette på bakgrunn av at det ikke er registrert kvikkleire eller sprøbruddmaterialer i dette området.

Krav til sikkerhet vurderes til $\gamma_M \geq 1,4$ permanenttilstanden i henhold til geoteknisk prosjektklasse.

Delområde B og C

I delområde B har grunnundersøkelsene påvist en sammenhengende kvikkleireforekomst, dog i dybden. Delområdet skal derfor vurderes iht. NVEs "Retningslinjer for utbygging i fareområder langs vassdrag" med vedlegg 1.

Senere prosjektet som medfører tilflytting av mennesker i kvikkleiresona vil klassifiseres ihht "middels" faregrad blir prosjektet plassert i Tiltakskategori K3, Tiltak som innebærer tilflytting av mennesker. Viktige samfunnsfunksjoner. Dette betyr plasseres i geoteknisk prosjektklasse 3, med bl.a. krav om skjerpet kontroll av et uavhengig firma.

6.3 Dimensjonerende laster og lastfaktorer

6.3.1 Nyttelaster

I beregningene er det ikke benyttet laster og lastfaktorer for vurdering av eksisterende stabilitet. Ved eventuelle prosjekter bør last og lastfaktor bli vurdert særskilt og inkluderes i beregninger.

7. Materialparametre

7.1 Tolkning av beregningsparametre

Tolkning av parametre er utført på basis av opptatte 54 mm prøveserier og vinsitu vingeboringer. Det er spesielt lagt vekt på spesialforsøkene.

Kvalitet av undersøkelser

Prøvetaking av sensitiv eller kvikkleire med 54 mm sylinderprøver vurderes å ligge Kvalitetsklasse 1 – 2. Prøver tatt her inneholder noe forstyrrelser og innhold av silt/sand og plasseres derfor i Kvalitetsklasse 2, ”Forstyrret”. Vurdering av prøve kvalitet er basert på målt volumtøyning i konsolideringsfasen på treaksialforsøk iht. tabell 5.1 i ref. /3/ samt visualisering av prøvematerialet.

Tyngdetetthet

Målt tyngdetetthet på opptatte prøver er benyttet som grunnlag. Ved store variasjoner i målte verdier er gjennomsnittlige verdier benyttet. For materialer som det ikke er målt tyngdetetthet på, er det benyttet erfaringsverdier iht. håndbok 016.

Udrenerte styrkeparametre

s_u fra enaks og konus

Verdier for s_u fra rutineundersøkelser på opptatte prøver (enaks og konus) er i våre vurderinger benyttet som verdier for direkte skjærstyrke, s_{uD} . Rutineundersøkelsene viser store variasjoner i målt udrenert skjærstyrke og indikerer varierende prøve kvalitet. Dette er også forventet siden løsmassene er såpass lagdelt.

s_{uA} fra treaksialforsøk

Karakteristiske verdier (s_{uA}) er tatt ut ved brudd.

s_{uA} fra vingebor

Iht. NGF-melding nr. 4 anbefales det at udrenert skjærstyrke fra vingeboring, s_{uv} , korrigeres. For høyplastiske leirer anbefales det å utføre korreksjon basert på plastisitet, mens for leirer med normal til lav plastisitet anbefales det å utføre korreksjon på s_{uv} / σ_0 forholdet.

Da vi har lavplastisk leire og relativt høyt s_{uv} / σ_0 forhold kan vingebor resultatene korrigeres med en faktor, $\mu = 1,4 - 1,8$ iht. figur 8 i NGF melding nr. 4. Vi har valgt å være konservative og ikke korrigerer s_{uv} . Videre er s_{uv} satt lik s_{uD} .

Anisotropi

Dersom det ikke er utført laboratorieundersøkelser for å fastlegge forholdet mellom aktiv, passiv og direkte udrenert skjærstyrke kan dette i henhold til håndbok 016, kapittel 3.4 anslagsvis settes til:

$$s_{uA} = 1,5 \cdot (a_u + p_0') \cdot \tan \theta_u$$

$$s_{uD} = 1,0 \cdot (a_u + p_0') \cdot \tan \theta_u$$

$$s_{uP} = 0,5 \cdot (a_u + p_0') \cdot \tan \theta_u$$

Dette gir følgende anisotropiforhold:

$$\frac{s_{uD}}{s_{uA}} = 0,67$$

$$s_{uA}$$

$$\frac{s_{uP}}{s_{uA}} = 0,33$$

$$s_{uA}$$

I valgte styrkeprofiler er det lagt inn verdi for s_{uD} basert på rutinedata og tolket styrke fra treksialforsøk og CPTU.

Effektivspenningsparametre, friksjonsvinkel, ϕ_k

For effektivspenningsparametere på leira og kvikkleira er det tatt ut a - ϕ parametere fra de udrenerte treksialforsøkene. For de andre materialene er det benyttet erfaringsverdier.

Leire

Bruddstyrken er tatt ut ved 0,5-1,5 % tøyning. Ut i fra treksialforsøkene vurderes karakteristisk friksjonsvinkel til å være $\phi_k = 28^\circ$ ($\tan \phi_k = 0,53$) og kohesjon $c = 10$ kPa.

Kvikkleire

Bruddstyrken er tatt ut ved 0,5-1,0 % tøyning. Ut i fra treksialforsøkene vurderes karakteristisk friksjonsvinkel til å være $\phi_k = 22^\circ$ ($\tan \phi_k = 0,40$) og kohesjon $c = 5$ kPa. Da det er utført få treksialforsøk på kvikkleira samt at forsøkene viser noe prøveforstyrrelse har vi valgt å redusere attraksjonen noe sammenlignet med leira. Tolket styrke fra treksialforsøkene er vist i vedlegg.

Valgte styrkeparametere benyttet ved beregningene er angitt i tabell 5.1 under.

Materialparametre

Valgte styrkeparametere benyttet ved beregningene er angitt i tabellen under.

Følgende materialparametre er benyttet:

Tabell 7.2 Materialparametre

	Tyngdetetthet, γ	Friksjon, $\tan \phi_k$	Kohesjon, c
Tørreskorpeleire	19,6 kN/m ³	0,62 ($\phi_k = 32,0^\circ$)	0 kPa
Leire	19,0 kN/m ³	0,53 ($\phi_k = 28^\circ$)	10 kPa
Kvikkleire	19,0 kN/m ³	0,40 ($\phi_k = 22^\circ$)	5 kPa
Siltig finsand	19,5 kN/m ³	0,58 ($\phi_k = 30,0^\circ$)	5 kPa

8. Stabilitet

8.1 Beregningsverktøy

Stabilitetsberegningene er utført med beregningsprogrammet "GeoSuite Stability" med beregningsmetode Beast 2003. Beregningsmetoden er basert på grenselikevektsmetode, og anvender en versjon av lamellmetoden som tilfredsstiller både kraft- og momentlikevekt. Programmet søker selv etter kritisk sirkulærsylindrisk glideflate for definerte variasjonsområder av sirkelsentrum. Det er også mulig å definere egne glideflater i programmet.

I denne fasen er det utført beregninger for eksisterende terreng. Det er beregnet udrenert totalspenningsanalyse, ADP-analyse og drenert $a\phi$ -analyse.

For beregninger på totalspenningsbasis (ADP-analyser) er det benyttet anisotropisk jordmodell.

8.2 Delområde A

Det er utført beregninger for to utvalgte profiler:

· Beregningsprofil 1-1

En svært bratt skråning fra Simoa mot åsen er benyttet som dimensjonerende for sikkerheten mot utglidning mot vest. Lokalt er toppkoten + 57. Vi har vurdert den gjennomsnittlige toppkoten til å ligge på kote +51. Høyde på terrengplatåene er justert noe i form av å eliminere 2D effekten av kun det mest kritiske snittet.

· Beregningsprofil 2-2

Beregningsprofilen har mye tilfelles med snitt 1, og vi har ikke her redusert toppkoten +68. Resultatene må derfor anses som noe konservative.

Disse profilene er antatt å være mest kritiske på bakgrunn av grunnforhold og topografi. Plassering av beregningsprofilene er vist på situasjonsplanen.

I tabell 8.1 er beregnet sikkerhetsfaktor mot utglidning for de forskjellige beregningene oppsummert.

Tabell 8.1 Sikkerhetsfaktor for kritisk skjærflate, dagens situasjon

Tegning nr.	Beregning	Analyse	Sikkerhetsfaktor γ_M for kritisk skjærflate
813424- A10	Beregningsprofil 1	ADP-analyse	0,91
813424- A11	Beregningsprofil 1	aφ-analyse	1,41
813424- A20	Beregningsprofil 2	ADP-analyse	0,95
813424- A21	Beregningsprofil 2	aφ-analyse	1,37

Utskrift av beregninger i "GeoSuite Stability" er vist på tegning 813424 – A10-11 og A20-21.

I drenert langtidstilstand er oppnådd sikkerhet forsvarlig. Hvis det oppstår en udrenert situasjon i skråningen f.eks ved anleggsarbeid eller mer naturlige prosesser, er ikke sikkerheten god nok til å motsette seg skred. Det anbefales derfor å legge inn restriksjoner til arbeid i området.

8.3 Delområde B og C

Det er utført beregninger for fire utvalgte profiler. Disse profilene er antatt å være mest kritiske på bakgrunn av grunnforhold og topografi. Plassering av beregningsprofilene er vist på situasjonsplanen.

I beregningene er det ikke tatt med trafikklast på FV 287 da denne virker som stabiliserende.

I tabell 8.2 er beregnet sikkerhetsfaktor mot utglidning for de forskjellige beregningene oppsummert.

Tabell 8.2 Sikkerhetsfaktor for kritisk skjærflate, dagens situasjon

Tegning nr.	Beregning	Analyse	Sikkerhetsfaktor γ_M for kritisk skjærflate
813424-B30	Beregningsprofil 3	ADP-analyse	0,95
813424-B31	Beregningsprofil 3	aφ-analyse	1,57
813424-B40	Beregningsprofil 4	ADP-analyse	0,98
813424-B41	Beregningsprofil 4	aφ-analyse	1,51
813424-C50	Beregningsprofil 5	ADP-analyse	0,72
813424-C51	Beregningsprofil 5	aφ-analyse	1,13
813424-C60	Beregningsprofil 6	ADP-analyse	1,89
813424-C61	Beregningsprofil 6	aφ-analyse	1,47

8.4 Delområde D – tilleggsberegninger

Multiconsult har etter avtale med NVE utført supplerende beregning. Beregningsnittet er vurdert som dimensjonerende ut i fra topografien, beliggenheten av veien og elva og grunnforholdene. Beregningen skal dokumentere det som er ansett som kritisk punkt for veien og hvordan et enkelt tiltak som erosjonssikring og en mindre breddeutvidelse (3m) påvirker stabilitet.

Det er kun tatt med trafikklast på FV 287 der denne virker drivende for stabiliteten.

Beregningsprofilet har fått navet beregningsprofil 7 i område D.

Tegning nr.	Beregning	Analyse	Sikkerhetsfaktor γ_M for kritisk skjærflate
813424-D70	Beregningsprofil 7 – eksisterende situasjon	aφ-analyse	1,07
813424-D71	Beregningsprofil 7 – eksisterende situasjon	ADP-analyse	1,00
813424-D72	Beregningsprofil 7 – med utfylling	aφ-analyse	1,18
813424-D73	Beregningsprofil 7 – med utfylling	ADP-analyse	1,04
813424-D74	Beregningsprofil 7 – lokalt for veien med fylling	ADP-analyse	1,39
813424-D75	Beregningsprofil 7 – lokalt for veien med fylling	aφ-analyse	1,40
813424-D76	Beregningsprofil 7 – lokalt for veien	aφ-analyse	1,06
813424-D77	Beregningsprofil 7 – lokalt for veien	ADP-analyse	1,61

Vi ser fra beregningene at kritisk situasjon for vegen er stabiliteten opp mot bakenforliggende ås og ved store nedbørmengder som gir lave effektivspenninger i vegfyllingen. Tiltak for å bedre stabiliteten vil være å lage motfylling som kan benyttes som utvidelse av eksisterende veg.

Man kan også avlaste drivende område, men dette vil gi svært store inngrep i skråningen som vil skade vegetasjonen (som fungerer som armering) og vannveier. En avlastning må følges opp med geoteknisk kontroll slik at ikke det dannes andre kritiske glidesnitt fra tiltaket.

En utfylling vil forbedre situasjonen og virke som erosjonssikring av vegfyllingen mot Simoa.

En utfylling i området vil skade en udrenert situasjon og gi poreovertrykk i massene. Siden beregningsmessig materialkoeffisient er svært lav må dette gjøres under svært kontrollerte forhold og med geoteknisk kompetanse som kan beregne utfyllingsmengden og eventuell dreneringstid før neste utfylling kan utføres.

Det er svært bratt over stor høydeforskjell fra veien og ned til elvebunn i dette strekket. En heving av elvebunnen vil gi betraktelig bedre stabilitet.

9. Kritiske momenter

Stabilitetsforholdene er krevende og svært følsomme for avvik. De største risikomomentene knyttet til utførelsen av grunnarbeidene er:

- unøyaktig grave- og fyllingsarbeid
- utilsiktet mellomlagring av masser
- setninger/differansesetninger
- destabiliserende poretrykksoppbygning i grunnen

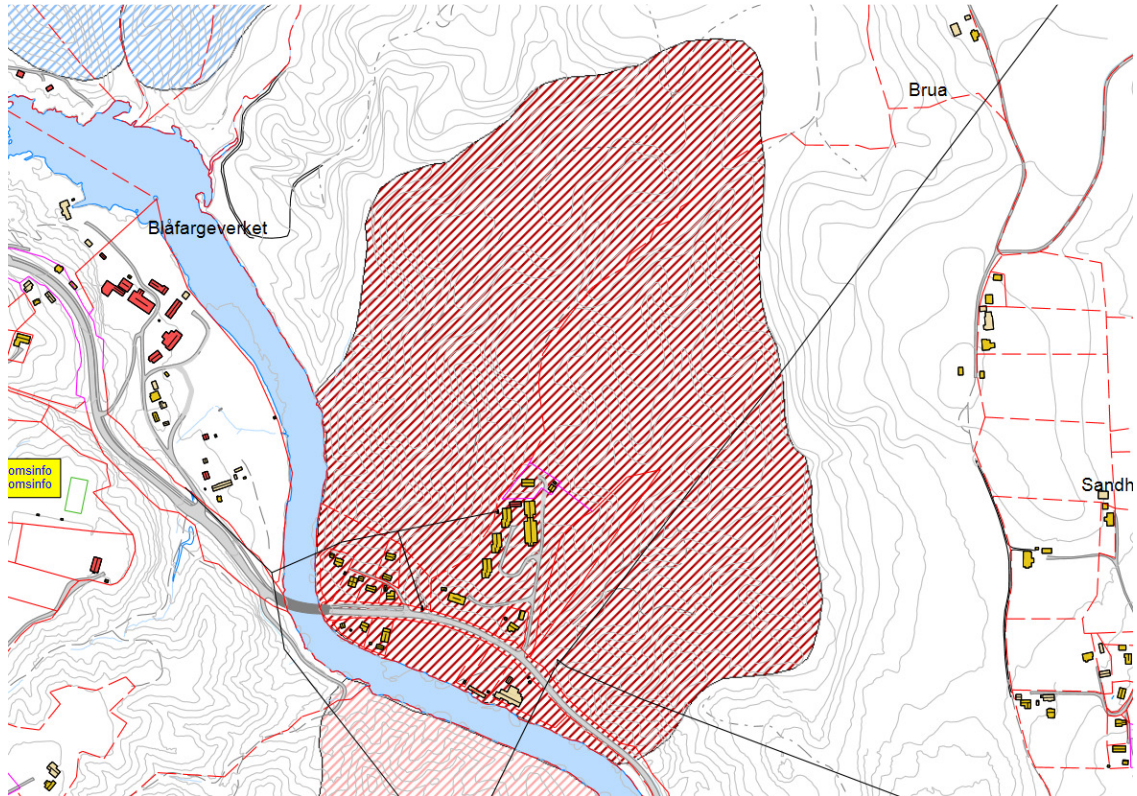
Det er av stabilitetshensyn viktig at fremtidige arbeider i området gjennomføres med god geometrisk kontroll.

Områder med kvikkleire

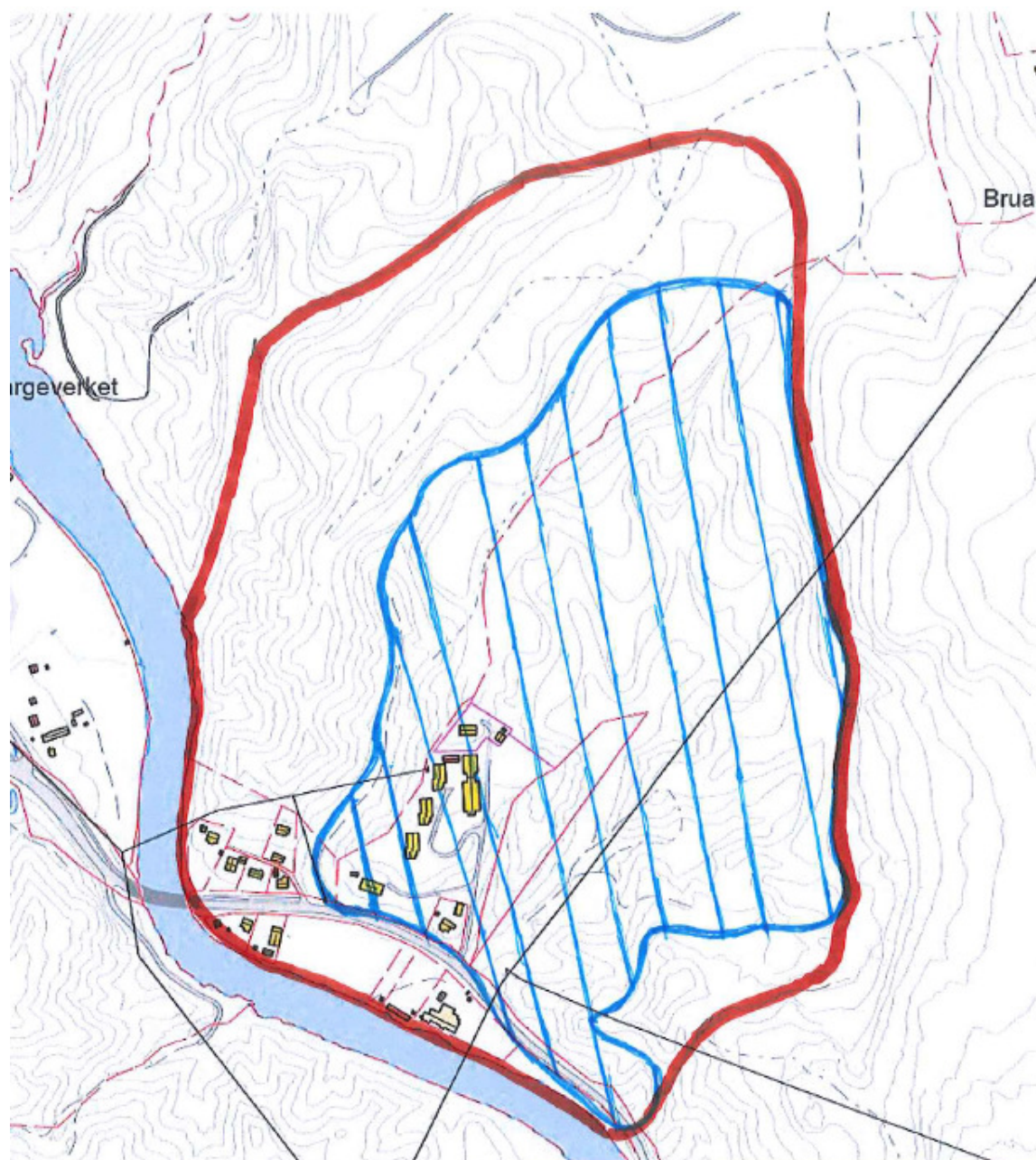
Et generelt prinsipp for utbygging i områder med kvikkleire i grunnen er at stabilitetsforholdene ikke bør forverres gjennom inngrep. Utbygging som medfører endringer av stabiliteten i negativ retning frarådes. Spesielt må gravedybder, fyllingsnivåer og metoder, mellomlagring av masser og skråningshelninger i anleggsfasen ha stor fokus i områder med kvikkleire. Vi anbefaler en videre oppfølging av installerte poretrykksmålere i ett år fremover og i en eventuell anleggsperiode.

10. Revisjon av kvikkleireområdet

Området er anbefalt revidert etter boringene og terrenget som vist i dette kapittelet ihht til faregradsevalueringen beskrevet i kap.4. Faregraden er anbefalt justert fra «høy» til «middels» basert på faregradsklassenscore på poeng 21. (Middels faregradsklasse for poenverdi 18 – 25).



Figur 7 Dagens definerte kvikkleireområde - faregrad høy



Figur 8 Skisse av revidert kvikkleiresone – faregrad middels

11. Referanser

/1/	Norsk Standard (2004) <i>NS-EN 1997-1:2004 + NA:2008 Geoteknisk prosjektering</i>
/2/	Statens Vegvesen (2009). <i>Håndbok 016 – Geoteknikk i vegbygging</i>
/3/	Karlsruud, K. (2003). <i>Tolkning og fastlegging av jordparametere. Karakteristisk jordprofil</i> . NGF-kurs. Stabilitetsanalyser av skråninger, skjæringer og fyllinger, innlegg 4.1. 20-22 mai 2003, Hell.
/4/	Ladd, C.C., and Foott, R. (1974). <i>New design procedure for stability of soft clays</i> . J. of the Geotech. Eng. Div., 100 (GT7), 763-786.
/5/	NVE (2009). <i>Retningslinjer for planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag</i> .
/6/	Karlsruud, K. , Aas, G. and Gregersen, O. (1984). <i>Can we predict landslides hazards in soft sensitive clays? Summary of Norwegian Practice and Experiences</i> . Proceedings of the 4th International Symposium on Landslides, Toronto, Vol I, p. 107-130. Også publisert i NGI publikasjon nr. 158.
/7/	NGI-rapport 20001008-2 Rev. 3 (2008). <i>Program for økt sikkerhet mot leirskred. Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire</i> .

Arkivreferanser:

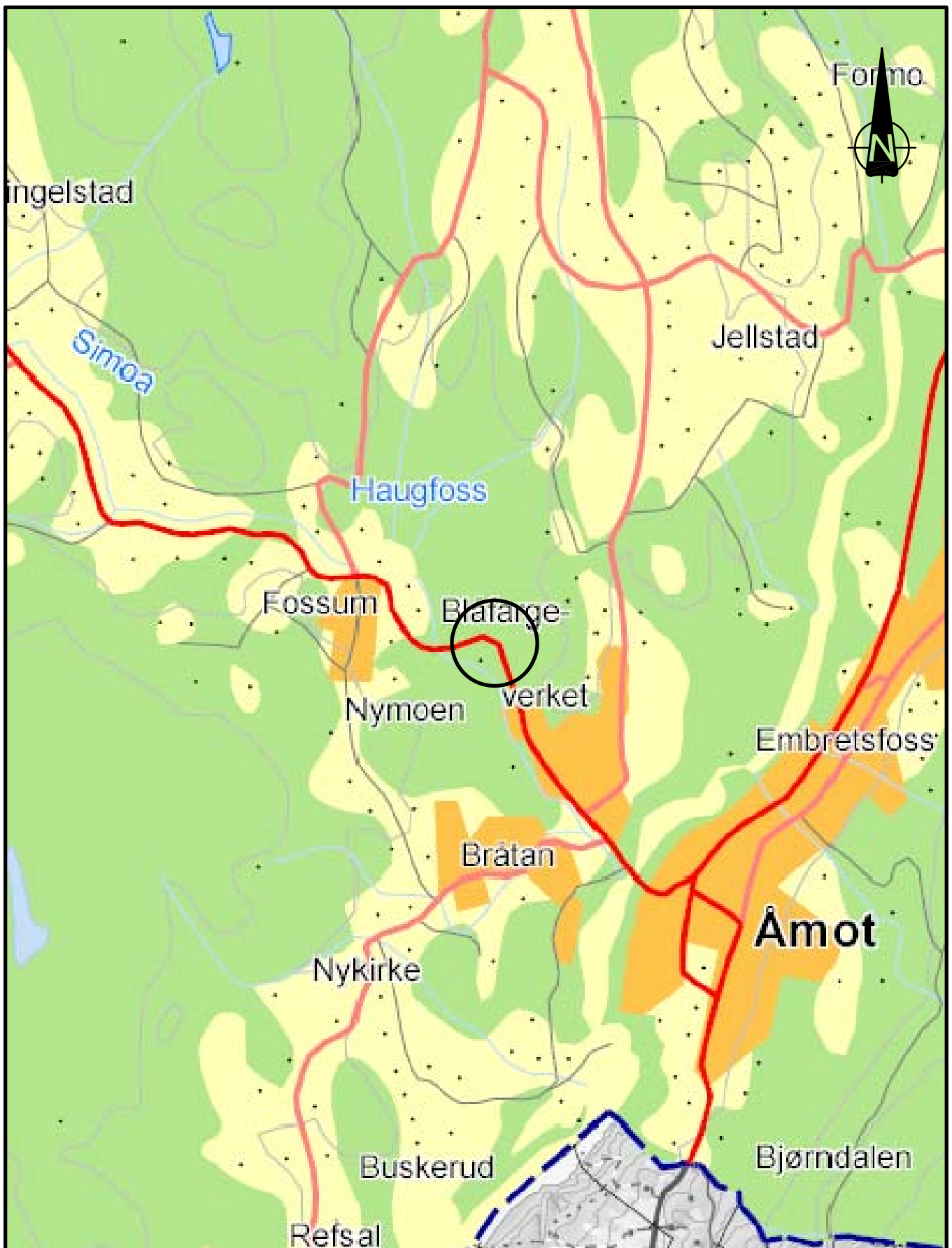
Fagområde:	Geoteknikk	Kartblad:	
Stikkord:	kvikkleire, stabilitet	UTM koordinater, Sone:	32V
Land/Fylke:	Buskerud	Øst:	Nord:
Kommune:	Modum		
Sted:	Haugfoss		


Distribusjon:

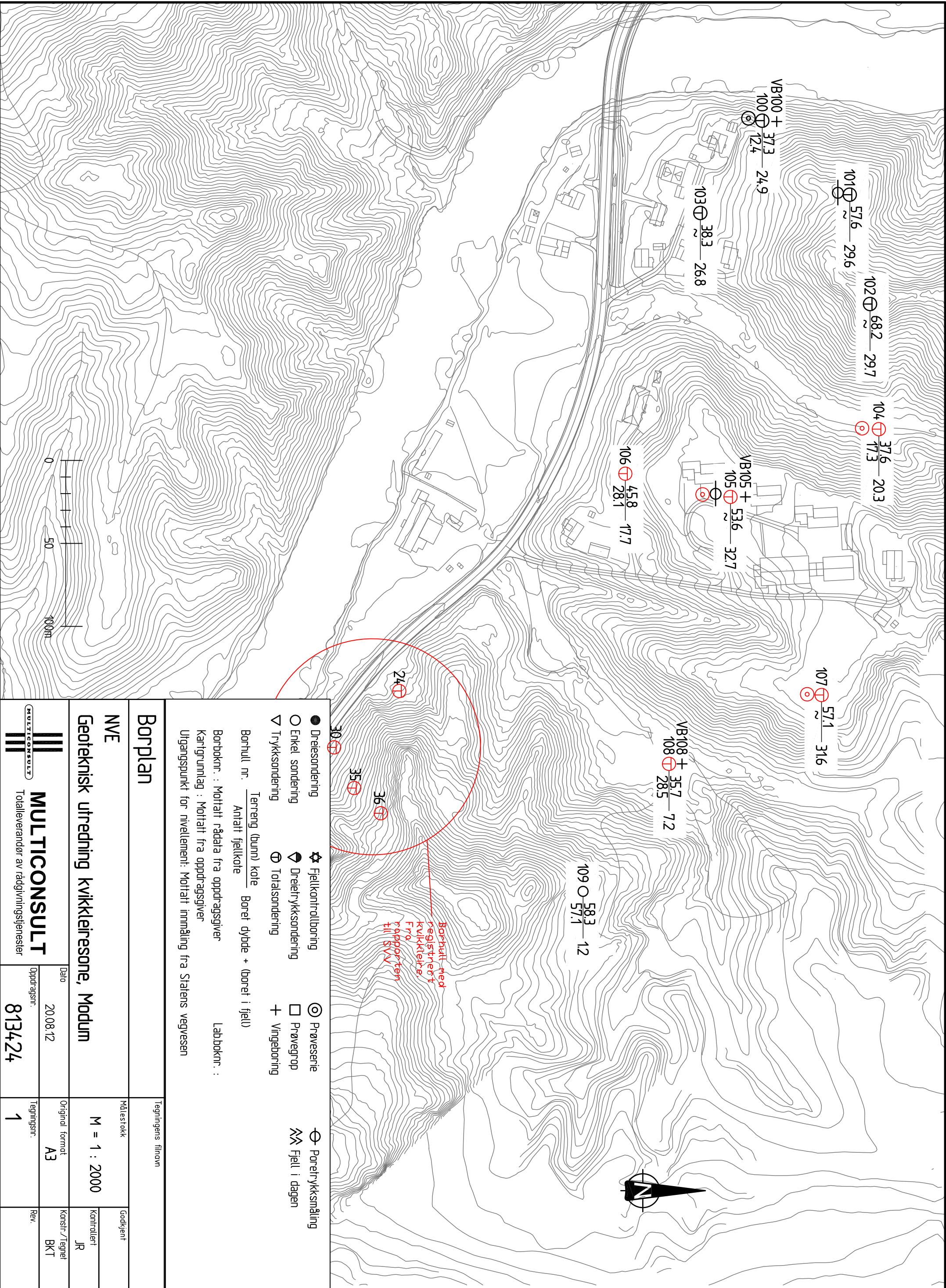
- Begrenset (Spesifisert av Oppdragsgiver)
 Intern
 Fri

Dokumentkontroll:

		Dokument		Revisjon 1		Revisjon 2		Revisjon 3	
		24. oktober 2012							
		Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign
Forutsetninger	Utarbeidet	24.10.12	janr						
	Kontrollert	24.10.12	svt						
Grunnlagsdata	Utarbeidet	24.10.12	Janr						
	Kontrollert	24.10.12	Svt						
Teknisk innhold	Utarbeidet	24.10.12	Janr						
	Kontrollert	24.10.12	Svt						
Format	Utarbeidet	24.10.12	Janr						
	Kontrollert	24.10.12	svt						
Anmerkninger									
Godkjent for utsendelse (Oppdragsansvarlig)					Dato:		Sign.:		



Oversiktskart		Tegningens filnavn	
NVE	Geoteknisk utredning kvikkleiresone, Modum	Målestokk M = 1 : 50 000	Godkjent
		Fag Geoteknikk	Kontrollert JR
 MULTICONSULT Totalleverandør av rådgivningstjenester	Dato 15.08.12	Original format A4	Konstr./Tegnet BKT
	Oppdragsnr. 813424	Tegningsnr. 0	Rev.

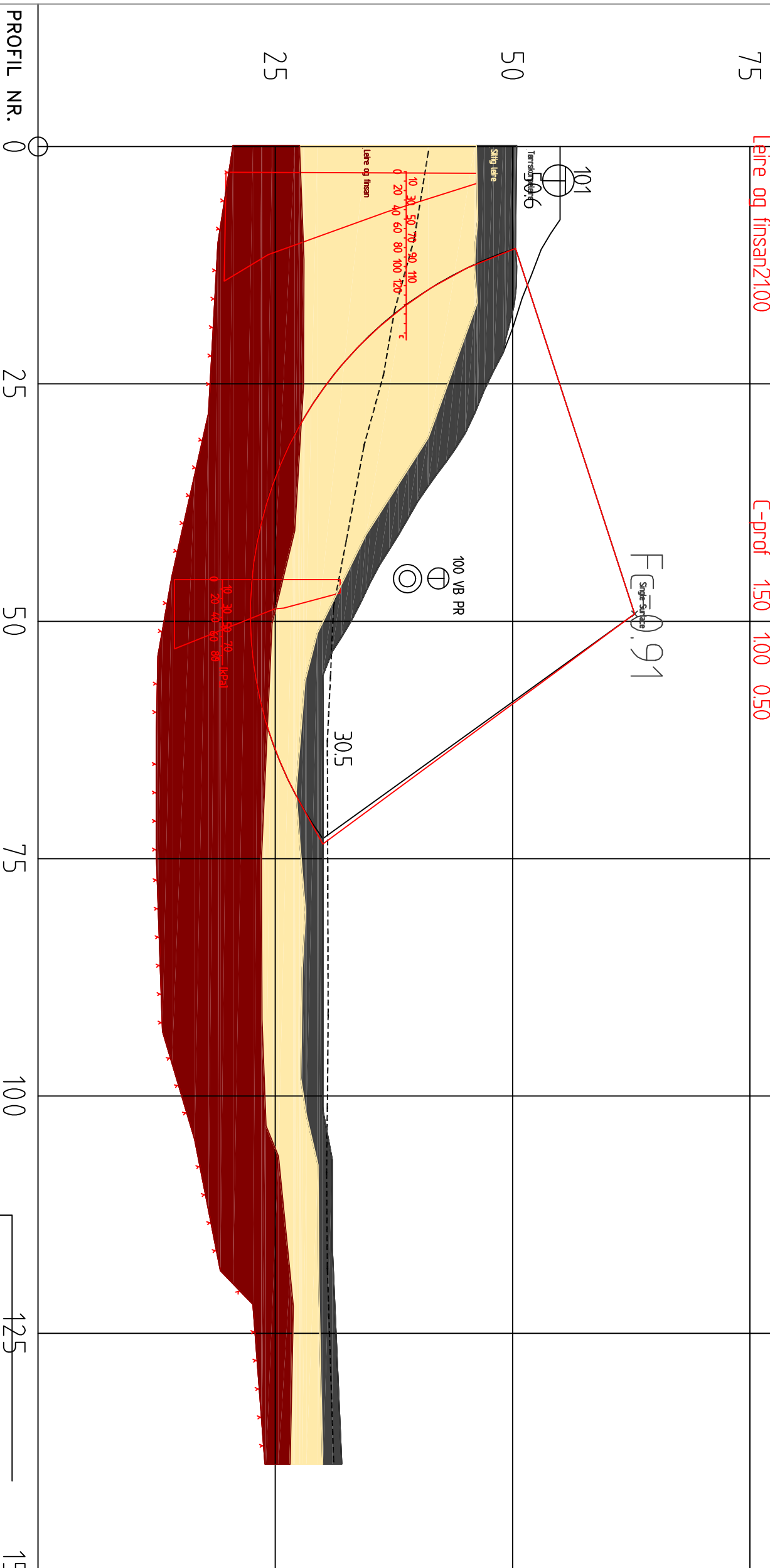


<p>Borplan</p> <p>Tegningens filnavn</p>	
<p>NVE</p> <p>Geoteknisk utredning kvikkleiresone, Modum</p> <p>Målestokk: M = 1 : 2000</p> <p>Godkjent: Kontrollert: JR</p>	
<p>MULTICONSULT</p> <p>Totalleverandør av rådgivningstjenester</p> <p>Dato: 20.08.12</p> <p>Oppdragsnr.: 813424</p> <p>Original format: A3</p> <p>Tegningsnr.: 1</p> <p>Rev.: BKT</p>	
<p> <input checked="" type="checkbox"/> Dreiesonering <input checked="" type="checkbox"/> Fjellkontrollboring <input checked="" type="checkbox"/> Prøveserie <input type="checkbox"/> Enkel sondering <input checked="" type="checkbox"/> Dreietrykkssondering <input type="checkbox"/> Prøvegrop <input checked="" type="checkbox"/> Trykksondering <input checked="" type="checkbox"/> Totalsondering <input checked="" type="checkbox"/> Vingeboring <input type="checkbox"/> Poretrykksmåling <input checked="" type="checkbox"/> Fjell i dagen </p> <p>Borhull nr. _____ Terreng (dunn) kote _____ Boret dybde + (boret i fjell) _____</p> <p>Antatt fjellkote _____</p> <p>Borboknr. : Mottatt rådata fra oppdragsgiver _____ Labboknr. : _____</p> <p>Kartgrunnlag : Mottatt fra oppdragsgiver _____</p> <p>Utgangspunkt for nivålemmen: Mottatt innmåling fra Statens vegvesen _____</p>	

H.O.H.

Profil 1 SU

Material	Un.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørreskorpelêir	9.00	32.0	0.0				
Slitig leire	19.50			C-prof	1.50	1.00	0.50
Leire og finsan	21.00			C-prof	1.50	1.00	0.50



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kont.	Godkj.
	NVE				
	Haugfoss, Modum kommune				
	Stabilitetsberegning kvikkleirekartlegging				
	Profil 1 – ADP-analyse				
	MULTICONSULT AS				

NVE

Haugfoss, Modum kommune

Stabilitetsberegning kvikkleirekartlegging

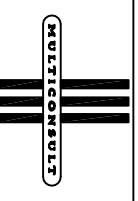
Profil 1 – ADP-analyse

MULTICONSULT AS

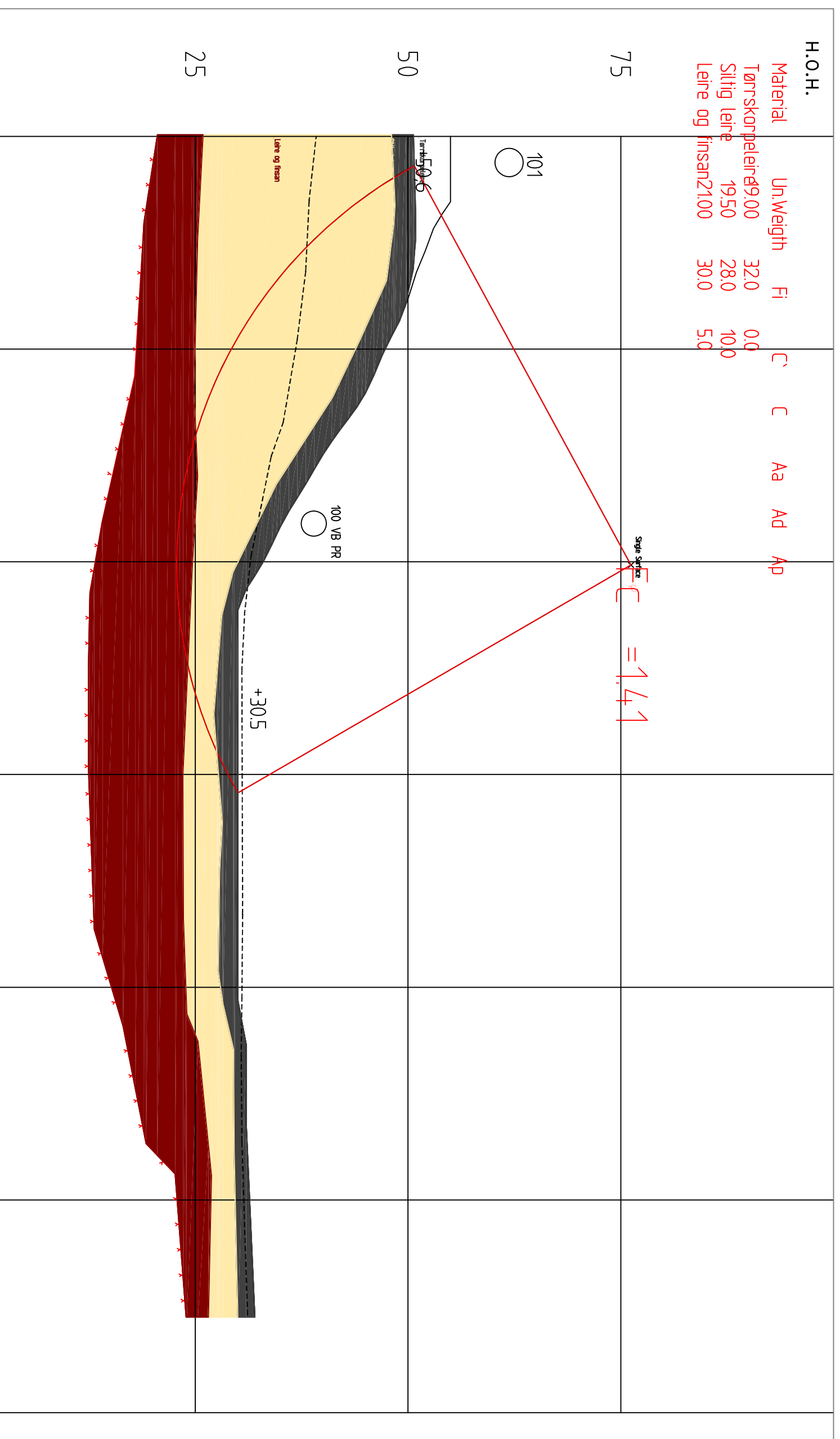
Stamsø Torg 9, 3044 Drammen
Tlf.: 31 30 24 00 – Fax: 31 30 24 01

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
23.10.2012	Asgb	Jannr	Jannr
Oppdrag nr. 813424	Tegning nr.		
			A10

Dato	Tegn.	Kont.	Godkj.
	A3		
Tegningens filnavn			
Underliggetts filnavn			
* .dwg, .dwg			
Målestokk			
1:500			



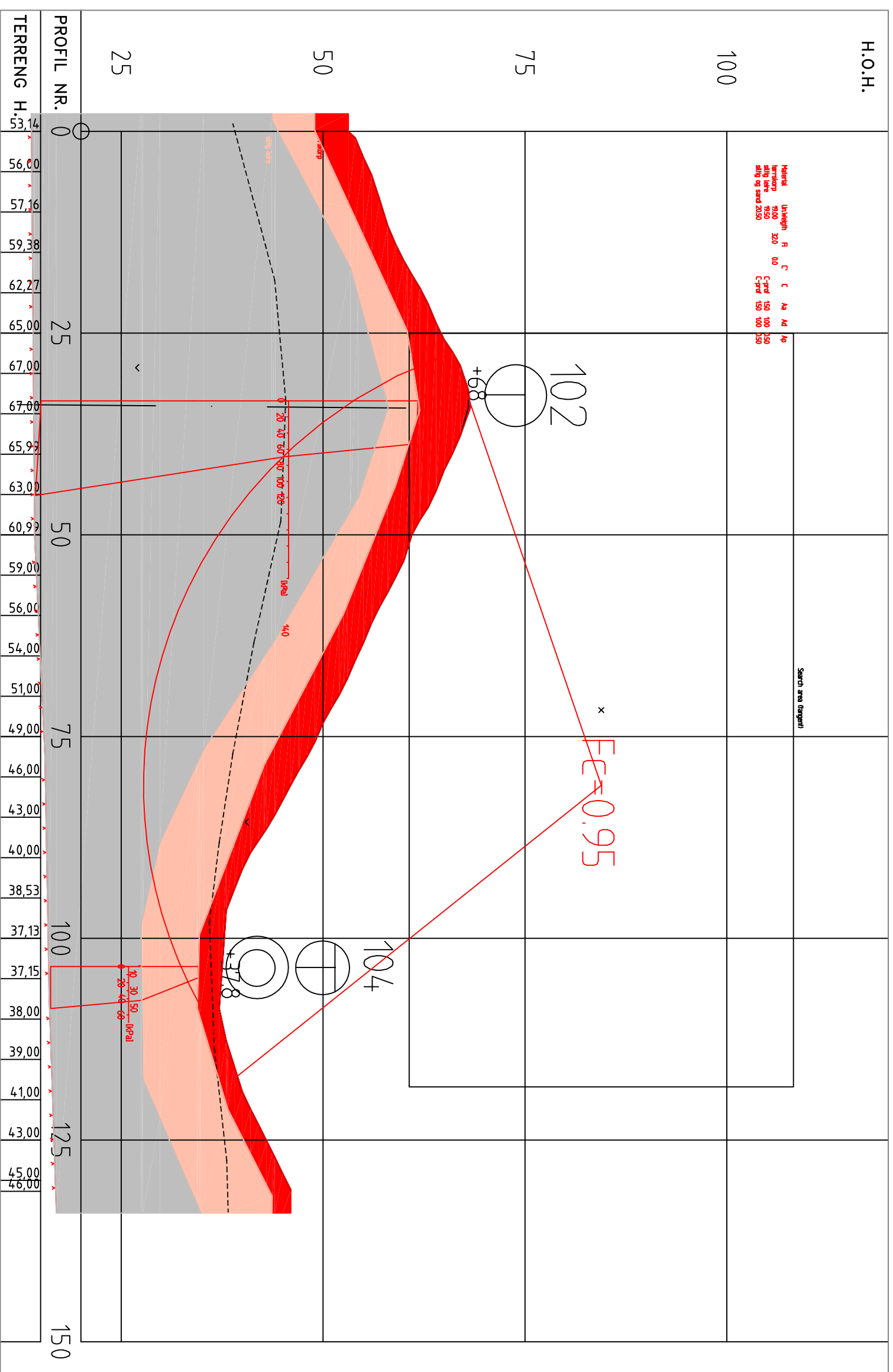
Profil 1 a phi



Rev.	Beskrivelse	Dato	Original format	Tegn.	Kont.	Godkj.
	NVE		A3			
	Haugfoss, Modum kommune		Tegningens filnavn			
	stab.tverrprofiler		Underlagets filnavn			
	*.dwg		Målestokk			
	Stabilitetsberegning kvikkleire kartlegging		1:500			
	profil 1 a-phi analyse					
	MULTICONSULT AS					
	Strømsø Torg 9, 3044 Drammen					
	Tlf: 31 30 24 00 - Fax: 31 30 24 01					
		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Rev.
		23.10.2012	ASQB	Jamr	Jamr	
		Oppdrag nr.	Tegning nr.			
		813424	A11			

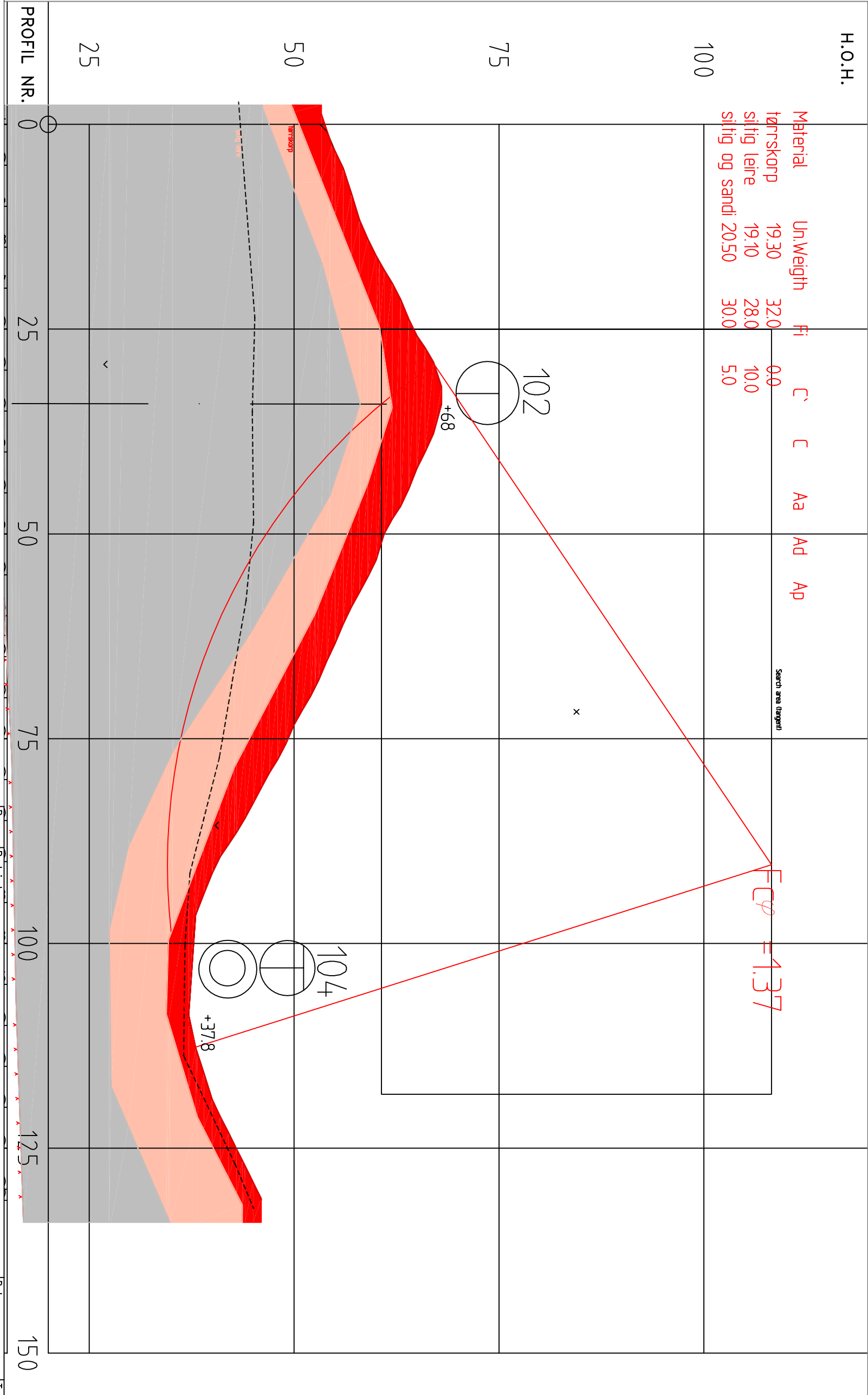


Profil 2 SU analyse



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kont.	Godkj.
	NVE				
	Haugfoss, Modum kommune				
	Stabilitetsberegning kvikkleirekartlegging				
	Profil 2 ADP analyse				
	MULTICONSULT AS				
		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		23.10.2012	ASGB	Jann	Jann
		Oppdrag nr.	Tegning nr.		Rev.
		813424	A20		
		Svømse Torg 9, 3044 Drammen		MULTICONSULT	
		Tlf.: 31 30 24 00 – Fax: 31 30 24 01			
		Tegningens filnavn		Tegningens filnavn	
		slab, tverrprofiler		slab, tverrprofiler	
		*dwg		*dwg	
		Målestokk		Målestokk	
		1:500		1:500	

1 0 1 7 0 1 2 1 7 0 1 1 7

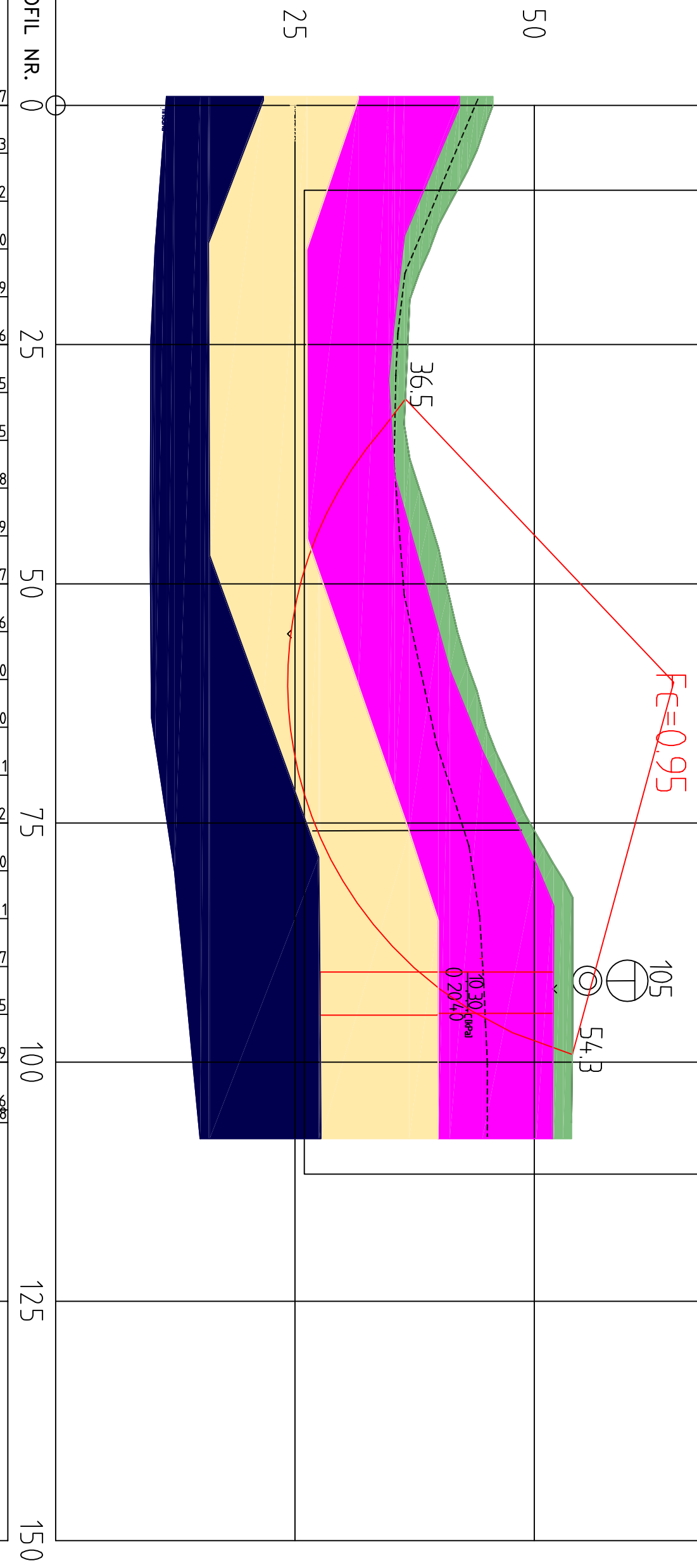


Rev.	Beskrivelse	Dato	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE						
	Haugfoss, Modum kommune						
	Stabilitetsberegning kvikklerekartlegging						
	Profil 2 – a-phi-analyse						
	MULTICONCONSULT AS	Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent		
	Strømsø Torv 9, 3044 Drammen	23.10.2012	Asqbd	Janr	Janr		
	Tlf: 31 30 24 00 - Fax: 31 30 24 01	Oppdrags nr.	Tegning nr.		Rev.		
		813424	A21				



PROFIL B SU

Material	Un.Weight	FI	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorp	20.00	32.0	0.0				
silting Leire	19.10				C-praf 150	100	0.50
silting kvikklei	19.00				C-praf 150	100	0.50
finsand	19.50	32.0	5.0				



PROFIL NR. 0

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kont.	Godkj.
1					

NVE

Haugfoss, Modum kommune

Stabilitetsberegning kvikkleirekartlegging

Profil 3 ADP-analyse

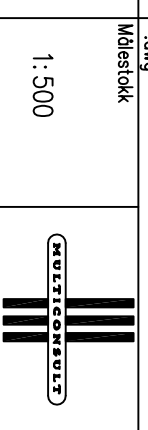
MULTICONSULT AS

Syønne Torg 9, 3044 Drammen
Tlf.: 31 30 24 00 – Fax: 31 30 24 01

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
23.10.2012	ASGB	Janne	Janne

Oppdrags nr. 813424

Tegning nr. B30



Målestokk 1:500

Tegningens filnavn A3

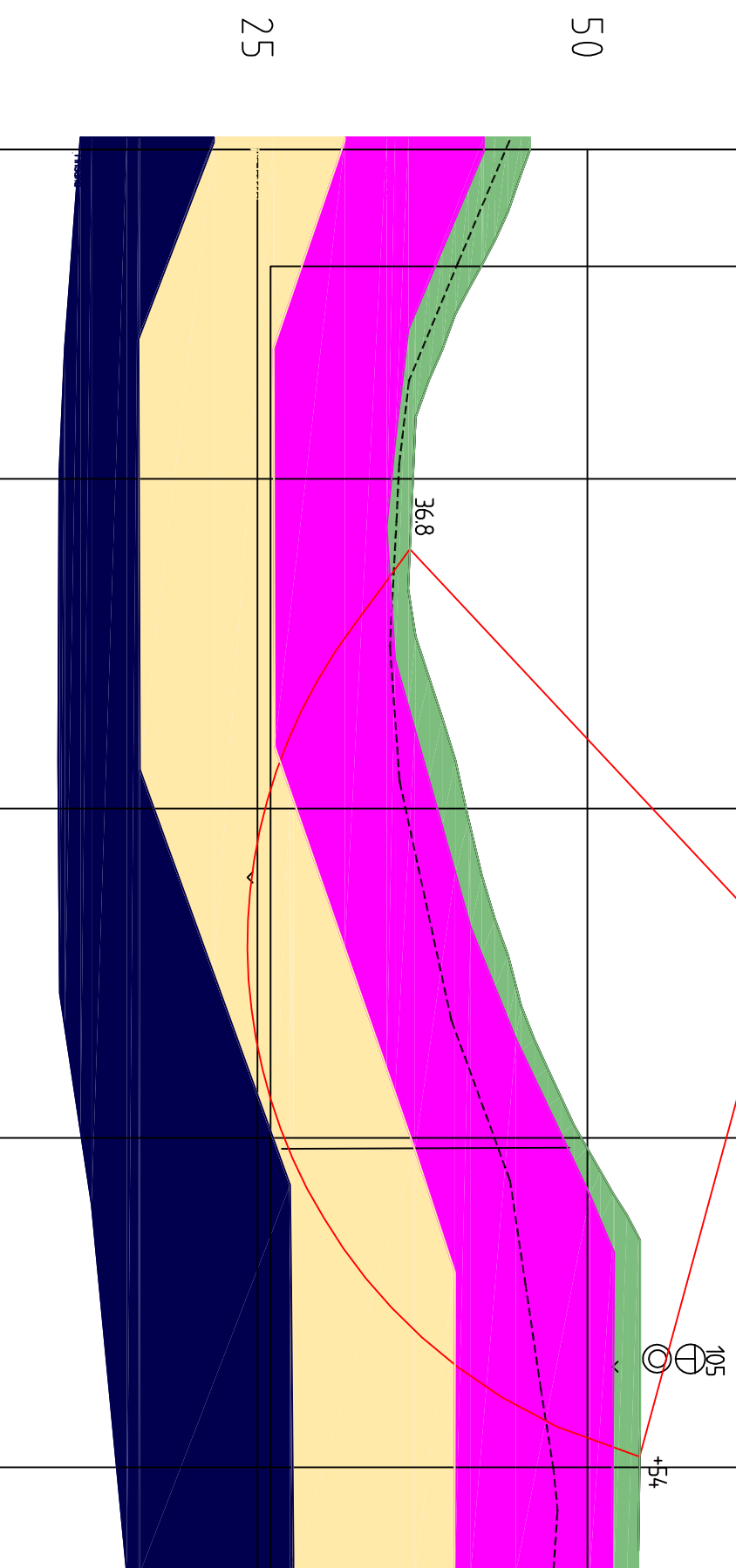
Underliggende filnavn stab_tverrprofiler

*.dwg

Geoteknikk

PROFIL 3 - phi

Material	Un.Weighth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørreskorp	20.00	32.0	0.0				
Siltig leire	19.10	28.0	3.0				
Siltig kvikklei	19.00	22.0	4.0	x			
Finsand	19.50	32.0	0.0				



Rev. Beskrivelse

NVE

Haugfoss, Modum kommune

Stabilitetsberegning kvikklerekartlegging

Profil 3 - phi-analyse

MULTICONSULT AS

Strømsø Torg 9, 3044 Drammen
Tlf: 31 30 24 00 - Fax: 31 30 24 01

Dato

Original format

Tegn. Kont. Godkj.

A3

Fag Geoteknikk

Tegningens filnavn

stab.tverrprofiler

Underlagets filnavn

*.dwg

Målestokk

1:500



Dato 23.10.2012

Konstr./Tegnet

Kontrollert

Godkjent

Oppdrag nr.

Asqb

Janr

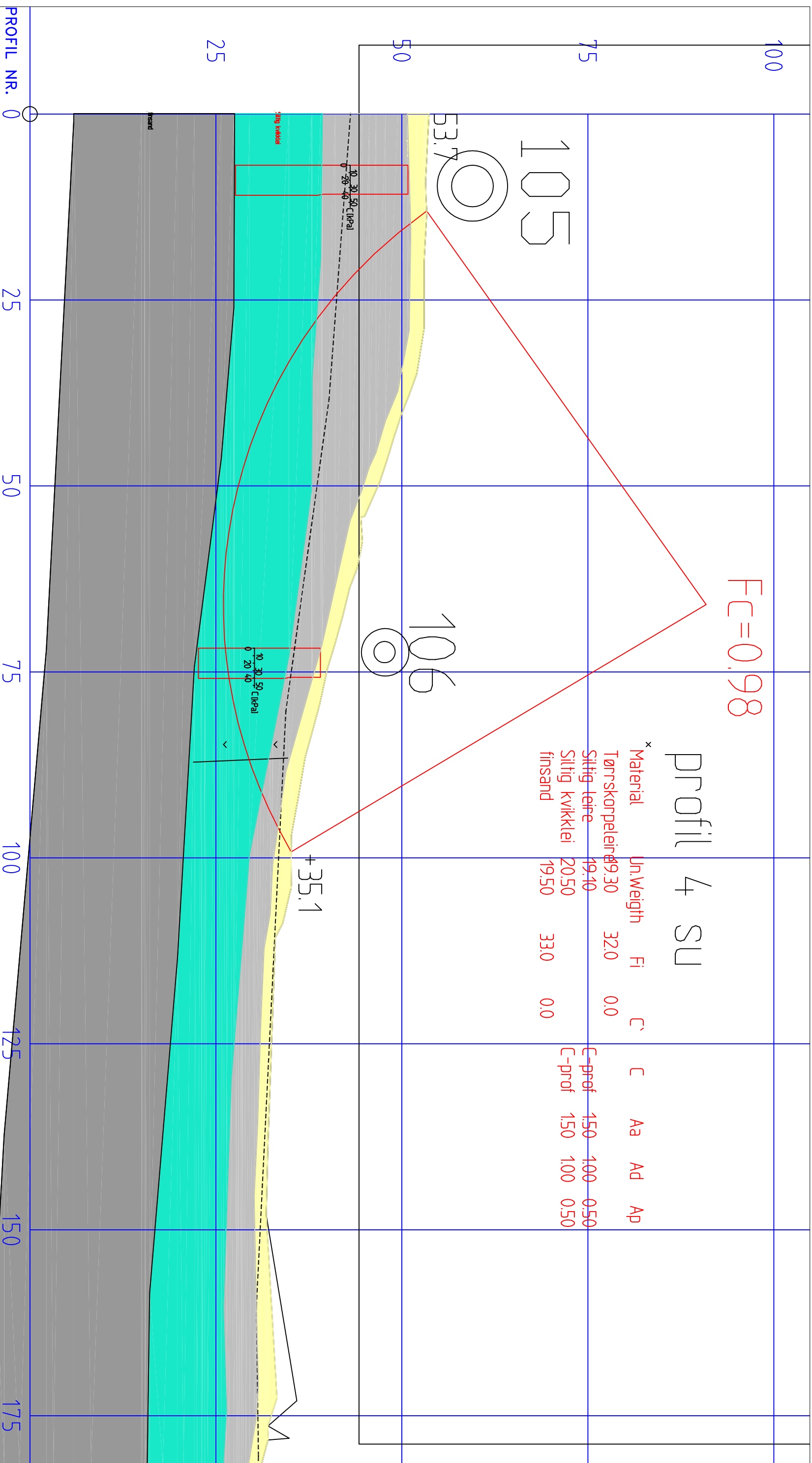
Janr

813424

Tegning nr.

B31

Rev.

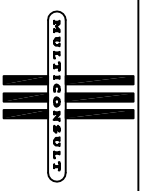


profil 4 SU

Material	Un. weight	Fi	C	c	Aa	Ad	Ap
Tørreskorpelire	19.30	32.0	0.0				
Sittig leire	19.40			C-prof	1.50	1.00	0.50
Sittig kvikklei	20.50			C-prof	1.50	1.00	0.50
finsand	19.50	33.0	0.0				

Rev.	Beskrivelse	Dato	Original format	Tegn.	Kontr.	Godk.f.
	NVE		A3			
	Haugfoss, Modum kommune		Tegnningens filnavn stab_tverrprofiler			
	Stabilitetsberegning kvikkleirekartlegging		Underliggetts filnavn *dwg			
	Profil 4 – ADP – analyse		Målestokk			
			1:500			
			Konstr./Tegnet	Kontrolert	Godkjent	
	MULTICONSULT AS	Dato	Asgbj	Janr	Janr	
		Oppdrag nr.				
		813424				

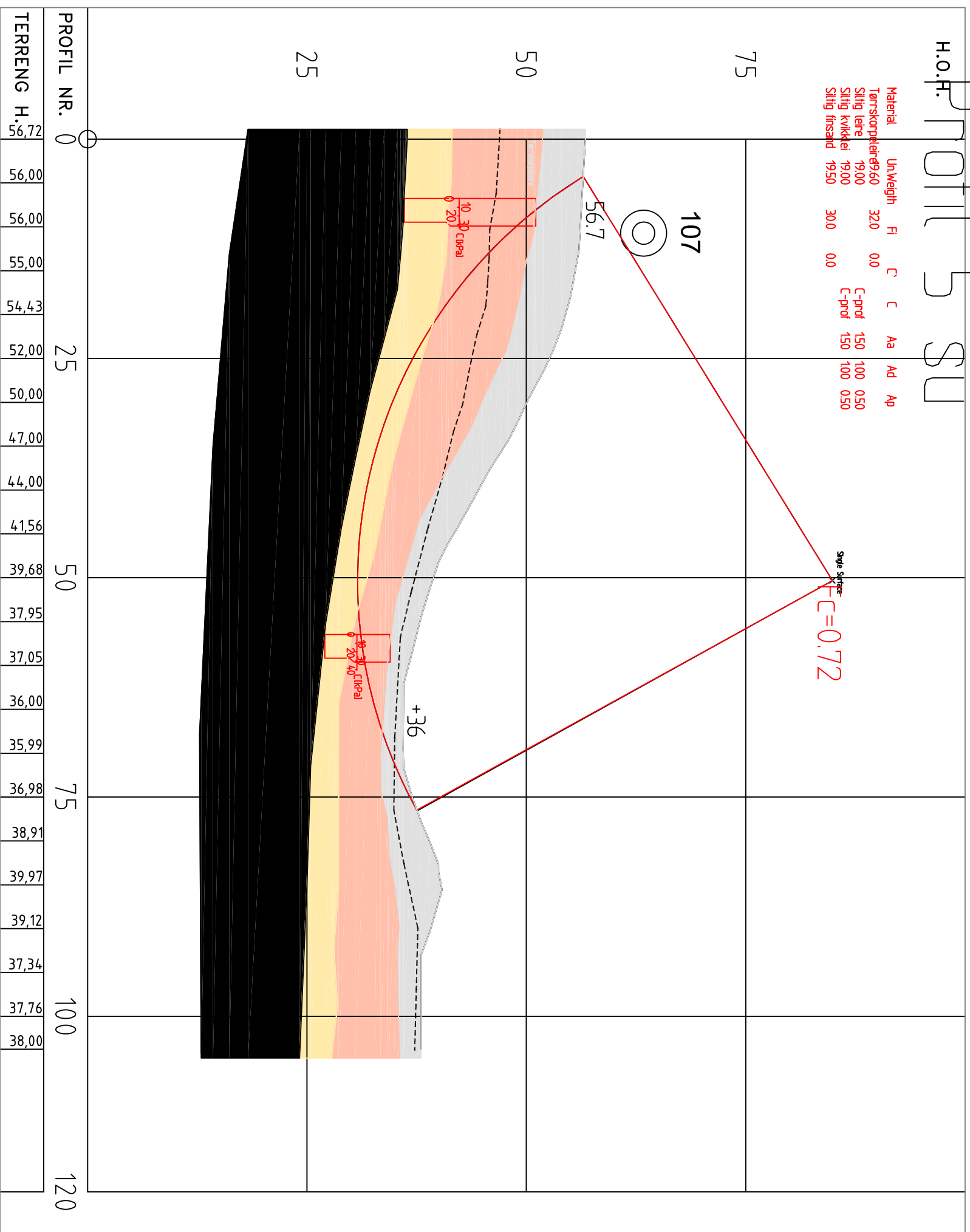
Stårnse Torg 9, 3044 Drammen
Tlf.: 31 30 24 00 – Fax: 31 30 24 01



H.o.F. Profil 5 SU

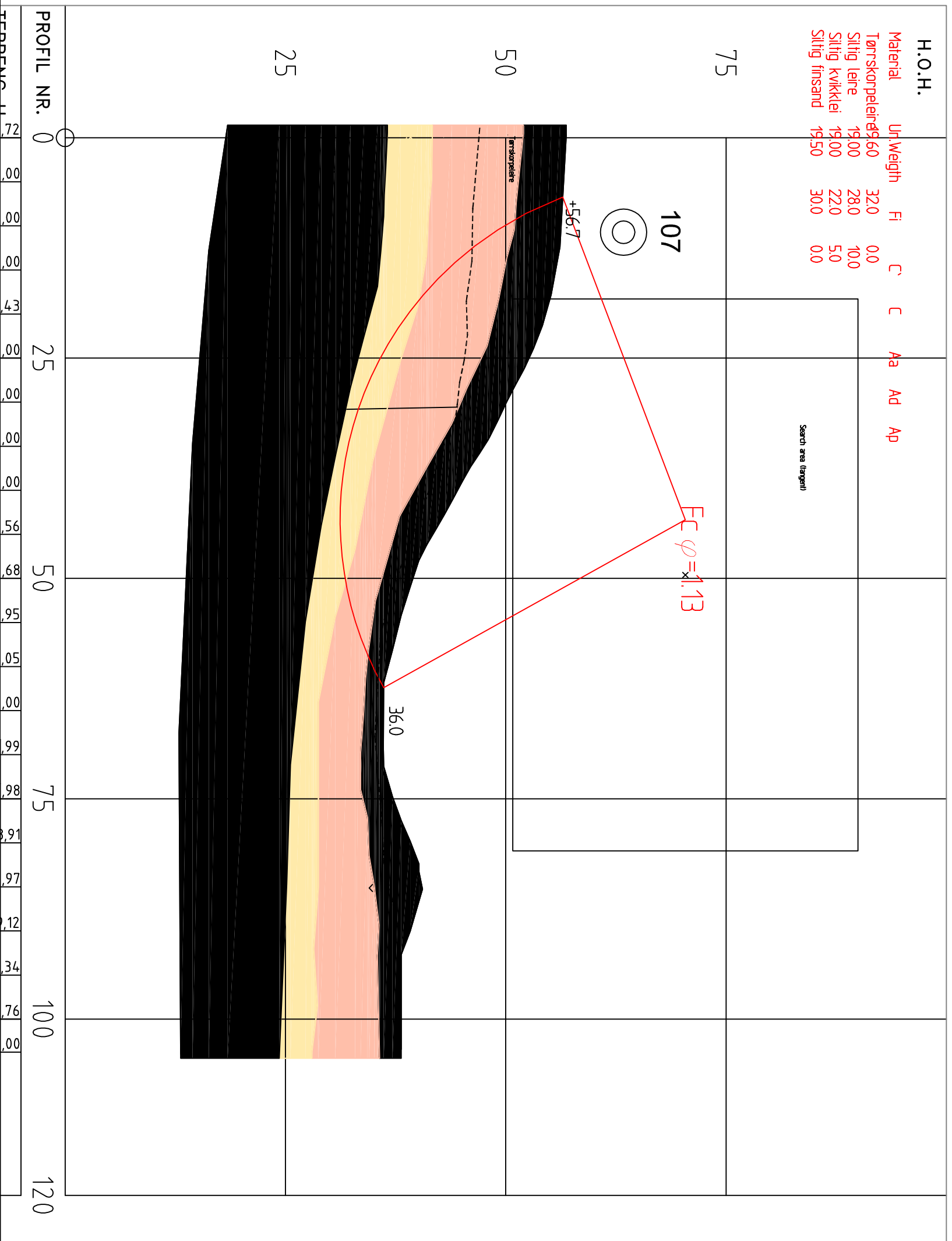
Material	Unveighth	F	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpveier	9,60	32,0	0,0				
Siltig leire	19,00			C-prøf	150	100	0,50
Siltig kvikklei	19,00			C-prøf	150	100	0,50
Siltig finsand	19,50	30,0	0,0				

Slope Safety
 $F_c = 0.72$



Rev.	Beskrivelse	Dato	Original format	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE		A3			
	Haugfoss, Modum kommune		Tegningens filnavn			
	Stabilitetsberegning kvikkleirekartlegging		Underliggetes filnavn			
	Profil 5 ADP-analyse		*.dwg			
	Målestokk		Målestokk			
	1:500					
	MULTICONSULT AS					
	Styrer					
	Oppdrags nr.					
	813424					
	Tegning nr.					
	C50					
	Dato					
	23.10.2012					
	Konstr./Tegnet					
	ASGB					
	Godkjent					
	Janne					
	Rev.					
	Janne					
	Sørumsø Torg 9, 3044 Drammen Tlf.: 31 30 24 00 – Fax: 31 30 24 01					

H.O.H.	Material	Uri: Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
	Tørskorpelr	49.60	32.0	0.0				
	Siltig leire	19.00	28.0	10.0				
	Siltig kvikklei	19.00	22.0	5.0				
	Siltig finsand	19.50	30.0	0.0				



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

NVE
 Haugfoss, Modum kommune
 Stabilitetsberegning kvikklerekartlegging
 Profil 5 – α - ϕ -analyse

MULTICONSULT AS
 Dato: 23.10.2012
 Oppdrag nr.: 813424
 Konstr./Tegnet: ASQB
 Tegning nr.: C51
 Målestokk: 1:500
 Kontrollert: Janne
 Godkjent: Jow

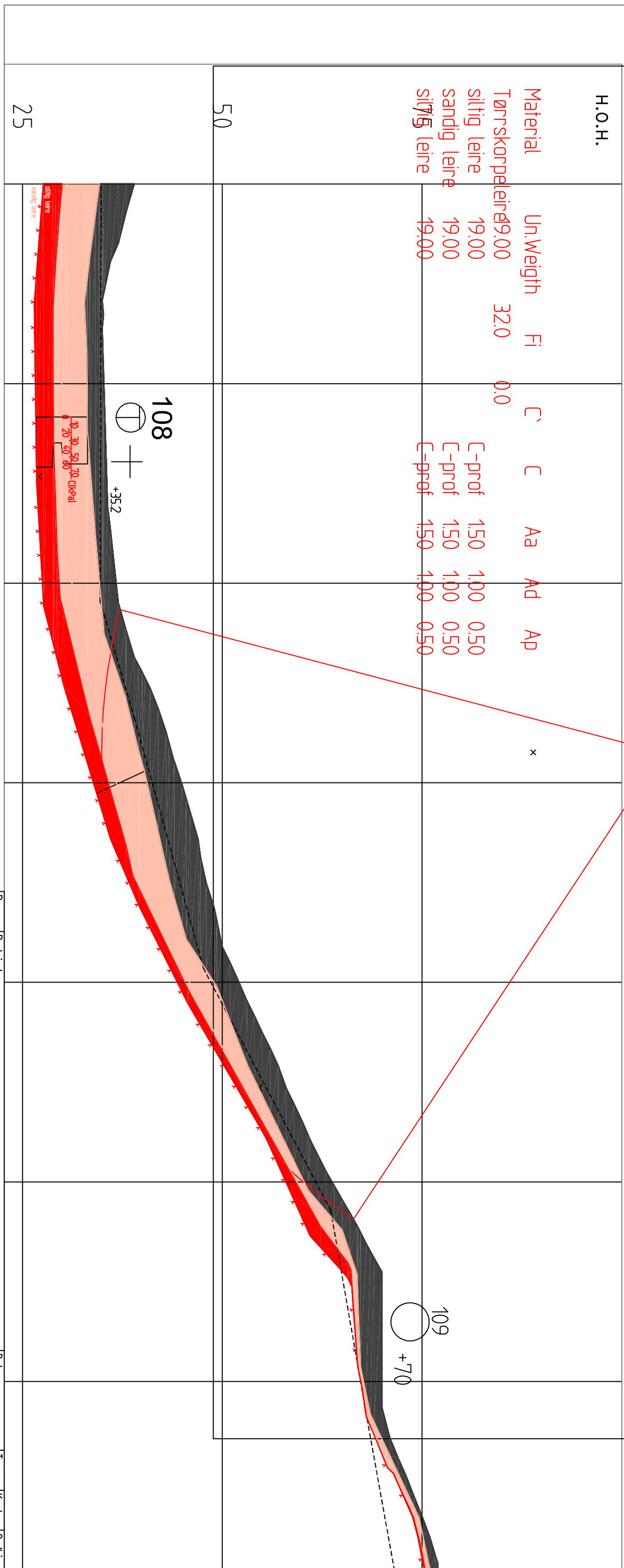
Strømsø Torg 9, 3044 Drammen
 Tlf: 31 30 24 00 – Fax: 31 30 24 01
 Tegning nr.: C51



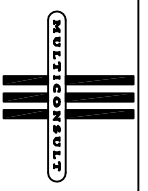
Profil 6 (SU)

H.O.H.	Material	Un.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
	Tørreskorpeleire	19.00	32.0	0.0				
	siltig leire	19.00			C-prof	1.50	1.00	0.50
	sandig leire	19.00			C-prof	1.50	1.00	0.50
	siltig leire	19.00			C-prof	1.50	1.00	0.50

$F_c = 1.89$

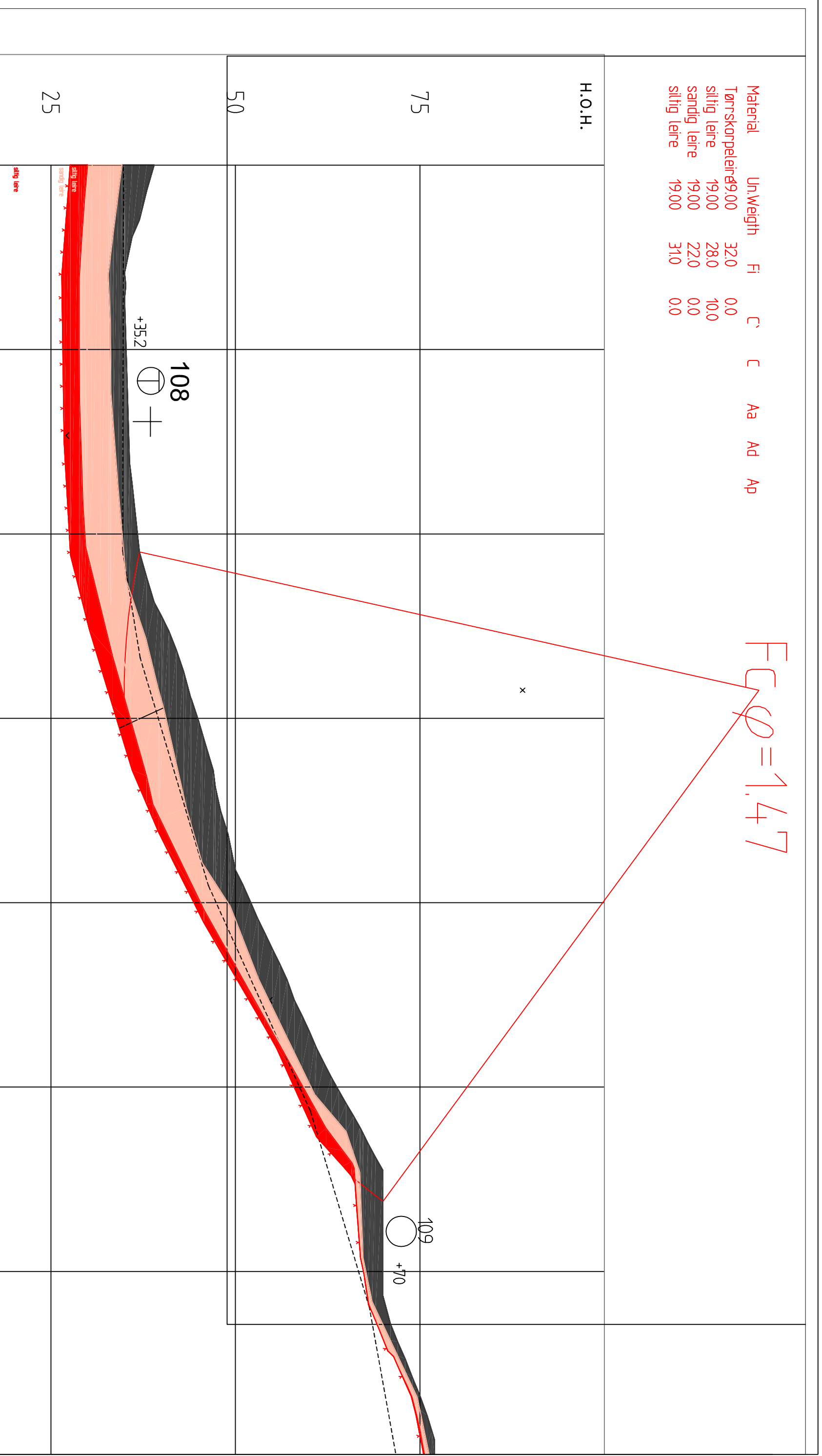


Rev.	Beskrivelse	Dato	Original format	Tegn.	Kont.	Godkj.
	NVE		A3			Geoteknikk
	Haugfoss, Modum kommune		Tegningens filnavn			
	Stabilitetsberegning kvikkleirekartlegging		Underliggets filnavn			
	Profil 6 – ADP-analyse		*.dwg			
	Målestokk					
	1:500					
	MULTICONSULT AS					
	Styrerse Torg 9, 3044 Drammen	Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	
	Tlf.: 31 30 24 00 – Fax: 31 30 24 01	23.10.2012	ASGB	Janne	Janne	
		Oppdrag nr.	Tegning nr.			
		813424	C60			



Material	Un. Weight	Fi	c'	c	Aa	Ad	Ap
Tærskoppeleir	19.00	32.0	0.0				
siltig leire	19.00	28.0	10.0				
sandig leire	19.00	22.0	0.0				
siltig leire	19.00	31.0	0.0				

$FG \phi = 1.47$



Rev. Beskrivelse

NVE

Haugfoss, Modum kommune

Stabilitetsberegning kvikklerekartlegging

Profil 6 – α - ϕ -analyse

MULTICONSULT AS

Strømsø Torv 9, 3044 Drammen
Tlf: 31 30 24 00 – Fax: 31 30 24 01

Dato: 23.10.2012
Oppdrag nr.: 813424

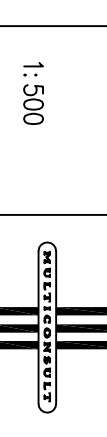
Konstr./Tegnet: ASQB
Tegning nr.: C61

Dato: Tegn. Kontr. Godkj.

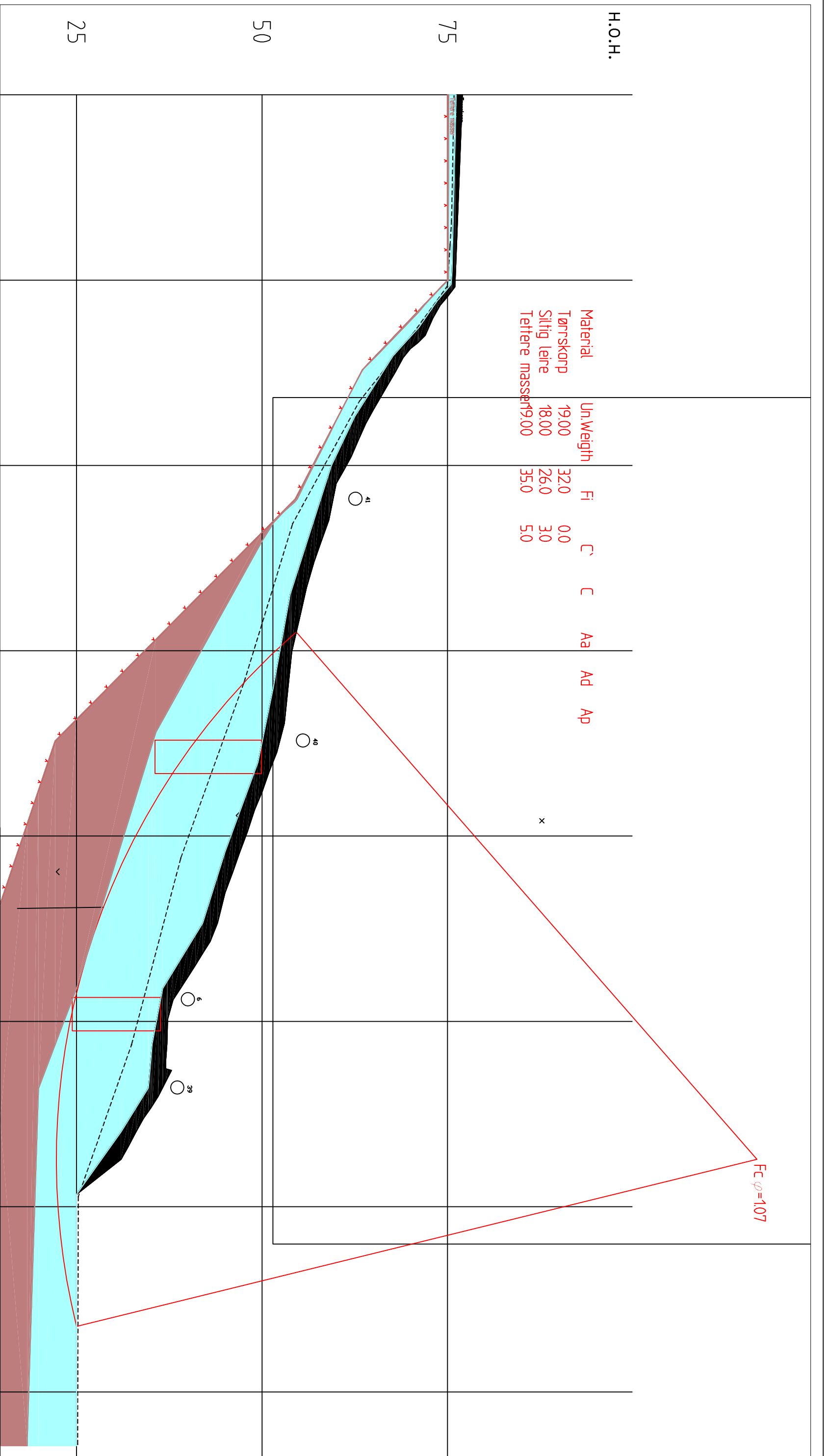
Original format: A3
Fag: Geoteknikk

Tegningens filnavn: stab_tverrprofiler
Underlagets filnavn: *_dmg

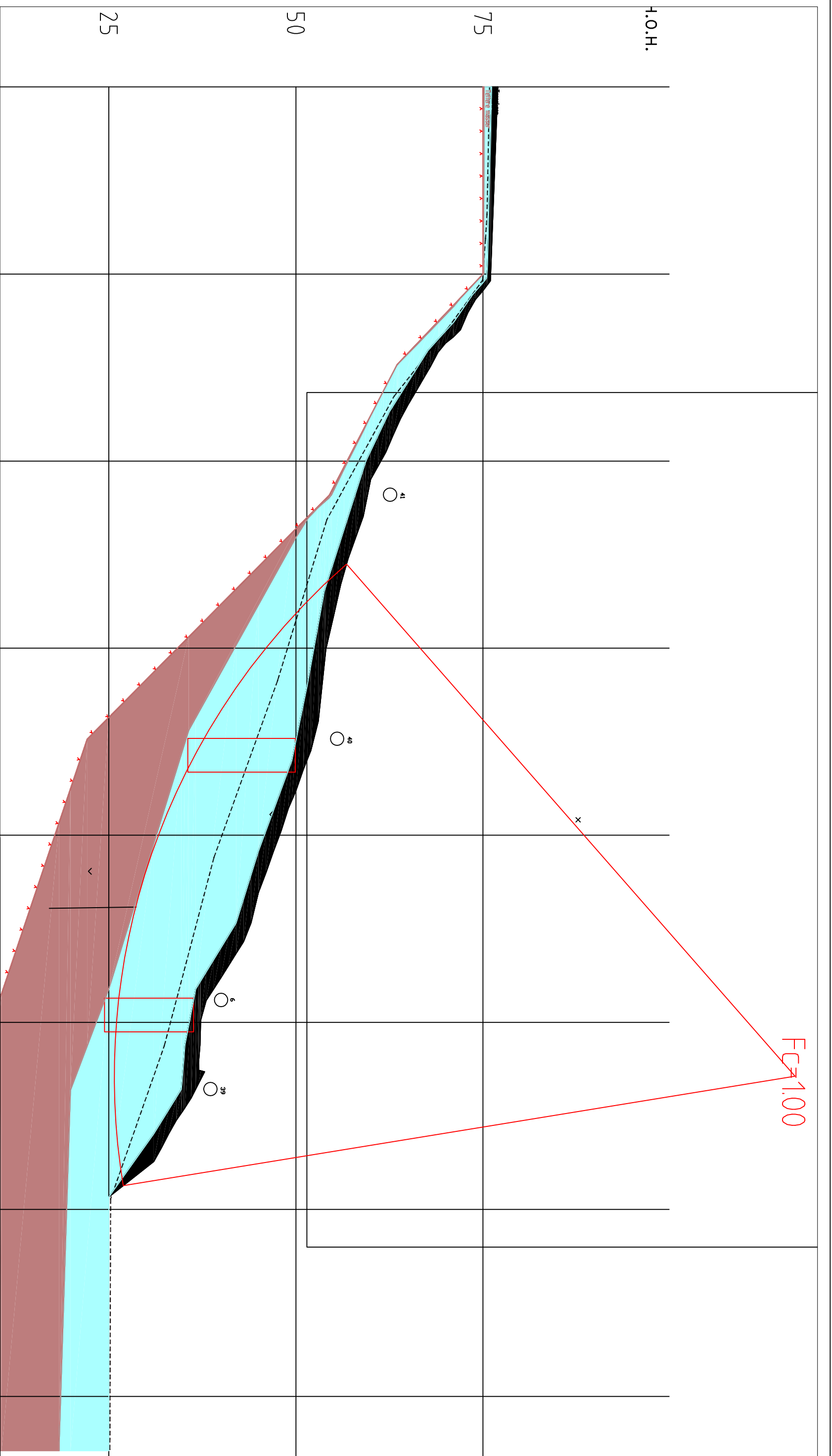
Målestokk: 1:500



Kontrollert: Janr
Godkjent: Janr
Rev.



Rev.	Beskrivelse	Dato	Original format	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE		A3			
	Haugfoss, Modum kommune		Tegningens filnavn			
	Stabilitetsberegning kvikkleirekartlegging		Underliggetes filnavn			
	Profil 7 – a-phi-analyse		*.dwg			
			Målestokk			
			1:500			
			Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	
			ASGB	Janne	Janne	
			Dato			
			21.11.2012			
			Oppdrag nr.			
			813424			
			Tegning nr.			
			D70			
			MULTICONSULT AS Størense Torg 9, 3044 Drammen Tlf.: 31 30 24 00 – Fax: 31 30 24 01			



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE				

Haugfoss, Modum kommune

Tegningens filnavn
slab_tverrprofiler

Stabilitetsberegning kvikkleirekartlegging

Underliggets filnavn
*dwg

Profil 7 – ADP – analyse

Målestokk
1:500

MULTICONSULT AS

Dato
21.11.2012

Konstr./Tegnet
ASGB

Kontrollert
jann

Godkjent
jann

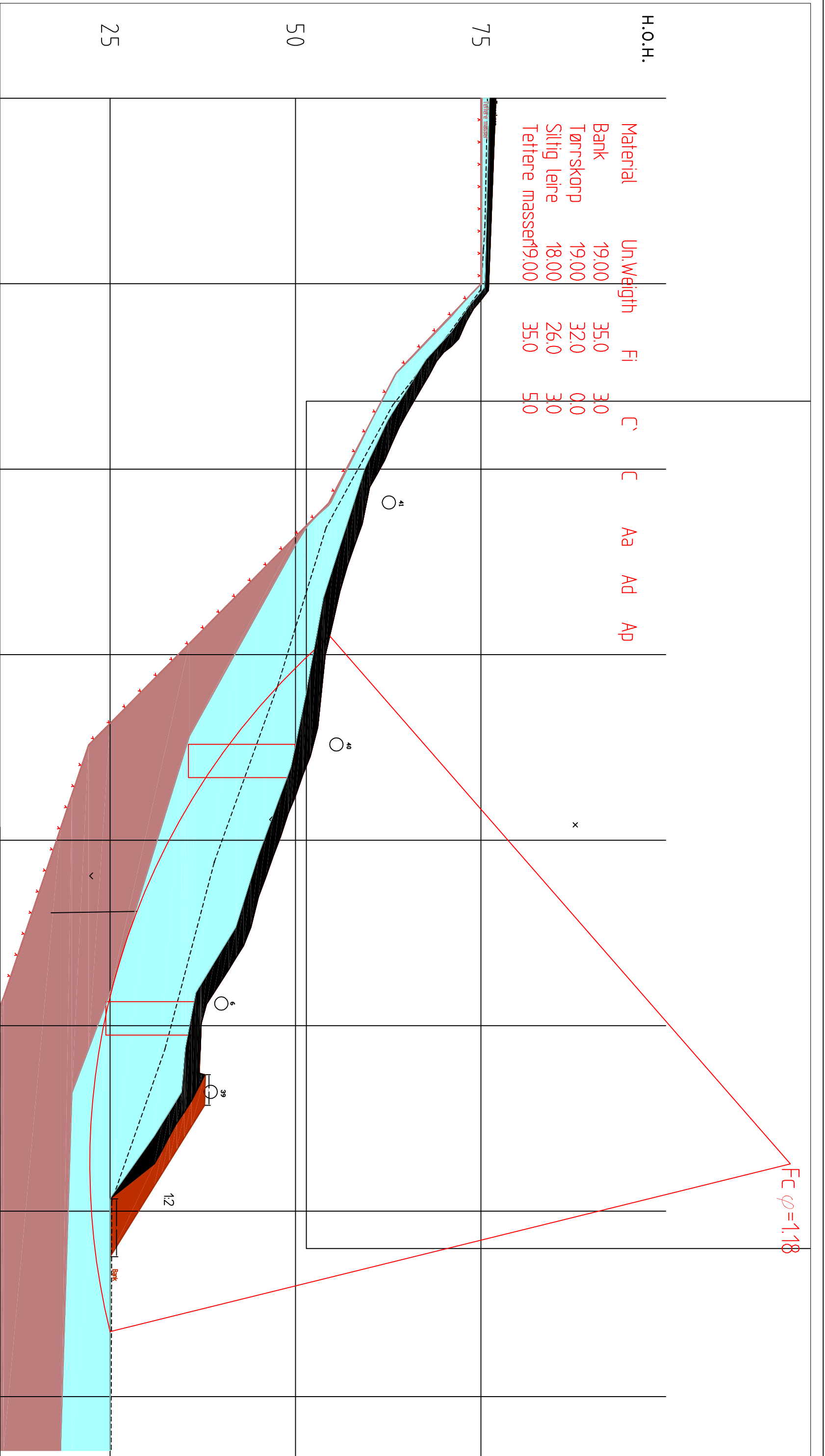


Størnse Torg 9, 3044 Drammen
Tlf.: 31 30 24 00 – Fax: 31 30 24 01

Oppdrag nr.
813424

Tegning nr.
D71

Rev.



Material	Un.veigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Bank	19,00	35,0	30				
Tørrskorp	19,00	32,0	0,0				
Siltig leire	18,00	26,0	30				
Tettere masser	19,00	35,0	50				

FC $\phi=1.18$

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE				
	Haugfoss, Modum kommune				

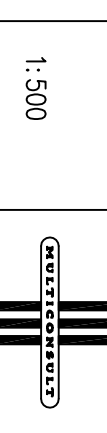
Stabilitetsberegning kvikkleirekartlegging
 Profil 7 – α -phi-analyse med fylling

MULTICONSULT AS

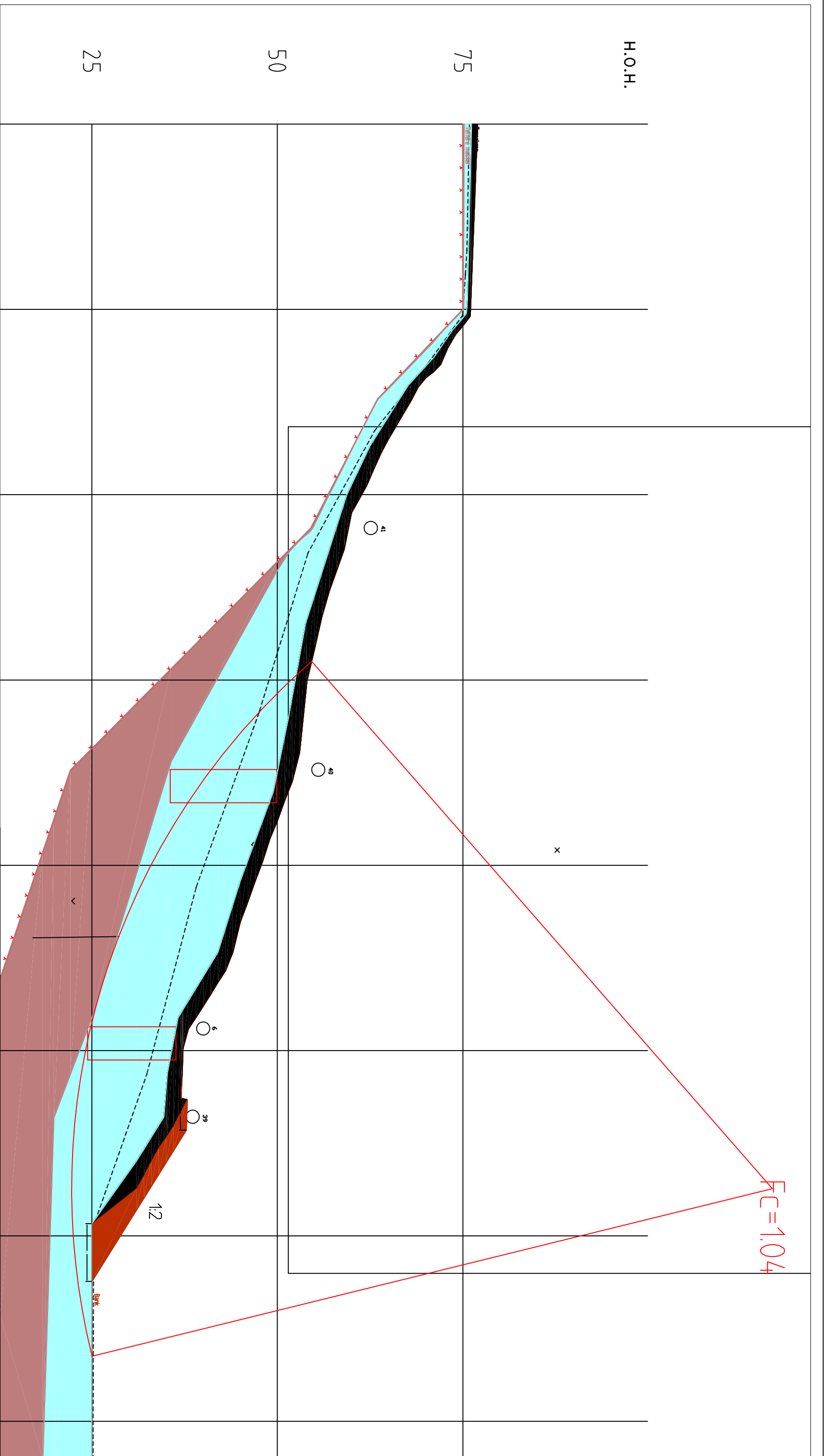
Størnse Torg 9, 3044 Drammen
 Tlf.: 31 30 24 00 – Fax: 31 30 24 01

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
21.11.2012	ASGP	Janne	Janne
Oppdrags nr. 813424	Tegning nr. D72		

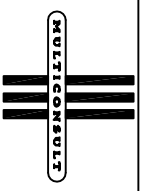
Original format A3
 Tegningens filnavn: stab_tverrprofiler
 Underliggende filnavn: *dwg
 Målestokk: 1:500

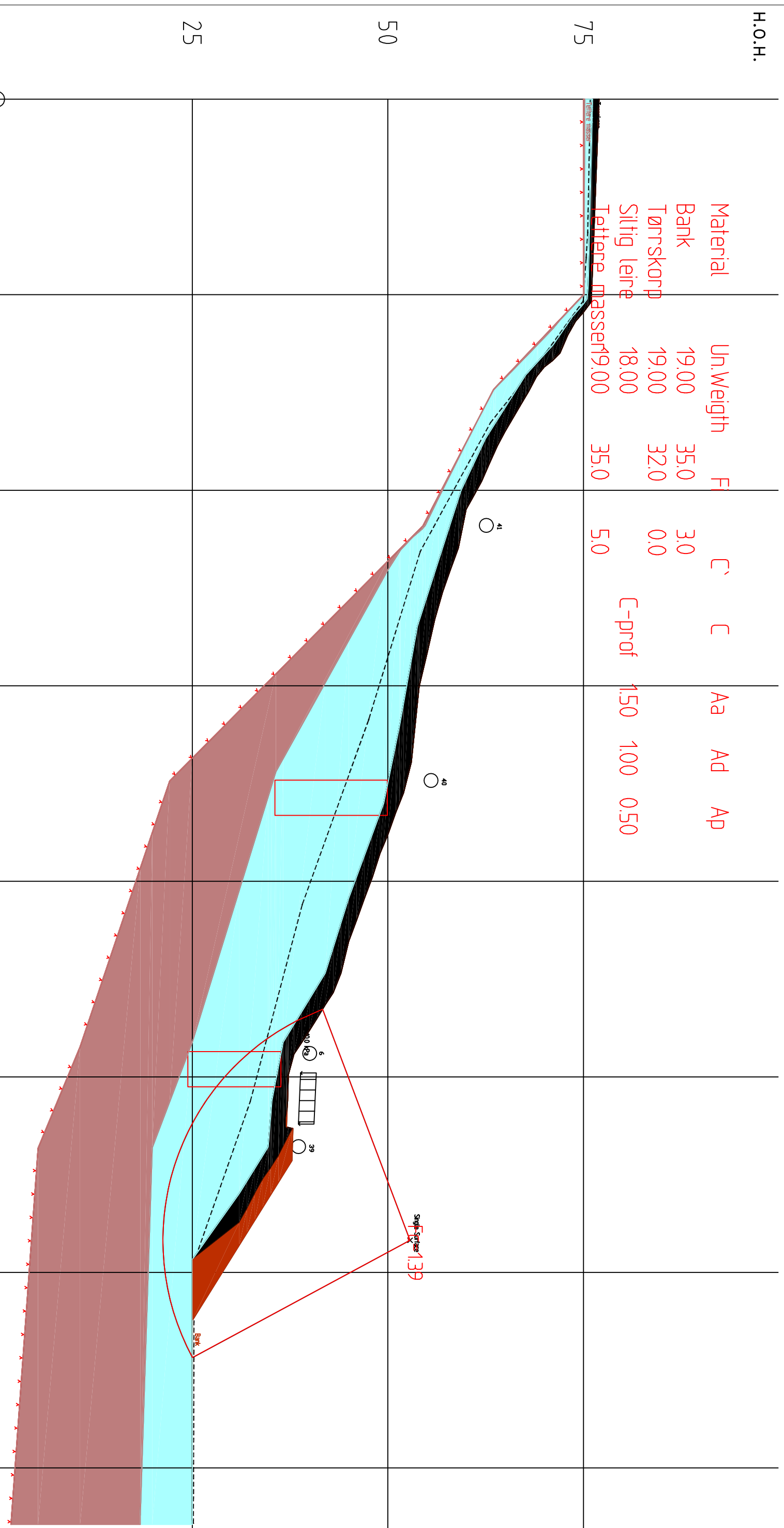


Godkjent: Janne



Rev.	Beskrivelse	Dato	Original format	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE		A3			
	Haugfoss, Modum kommune		Tegningens filnavn			
	Stabilitetsberegning kvikkleirekartlegging		Underliggetes filnavn			
	Profil 7 – ADP-analyse med fylling		*.dwg			
	Målestokk					
	1:500					
	MULTICONSULT AS					
	Styrmsø Torg 9, 3044 Drammen	Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	
	Tlf.: 31 30 24 00 – Fax: 31 30 24 01	21.11.2012	ASGB	Janne	Janne	
		Oppdrag nr.	Tegning nr.		Rev.	
		813424	D73			





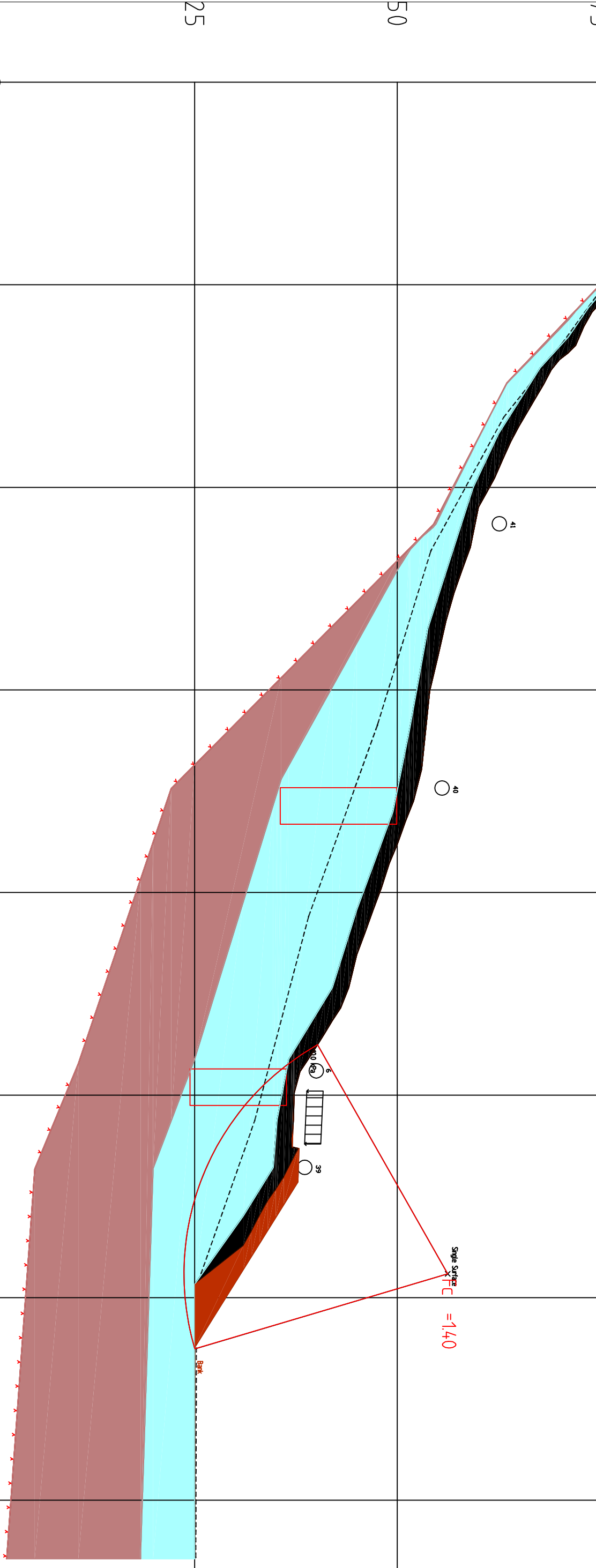
Material	Un.Weight	F	C'	C	Aa	Ad	Ap
Bank	19.00	35.0	3.0				
Tørrskorp	19.00	32.0	0.0				
Siltig leire	18.00			C-prof	1.50	1.00	0.50
Tøttere masser	19.00	35.0	5.0				

OFIL NR.	0	25	50	75	100	125	150	175
H.O.H.	0	25	50	75	100	125	150	175

Rev.		Beskrivelse	
NVE			
Haugfoss, Modum kommune			
Stabilitetsberegning kvikkleirekartlegging			
Profil 7 – ADP-analyse-lokal stabilitet med fylling			
MULTICONSULT AS		Dato	21.11.2012
Sørnisa Torg 9, 3044 Drammen Tlf.: 31 30 24 00 – Fax: 31 30 24 01		Oppdrag nr.	813424
		Konstr./Tegnet	ASGB
		Tegning nr.	D74
Dato	01.01.01	Kontrollert	Janr
Original format	A3	Godkjent	Janr
Tegningens filnavn	Tegn. Kontr. Godkj.		
Underliggende filnavn	støb_tverrprofiler		
*.dwg			
Målestokk	1:500		

.O.H.

Material	Un. Weighth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Bank	19.00	35.0	3.0				
Tørreskorp	19.00	32.0	0.0				
Siltig leire	18.00	26.0	3.0				
Tettere masser	19.00	35.0	5.0				



FIL NR. 0

25

50

75

100

125

150

175

Rev.	Beskrivelse	Dato	Oppdrags nr.	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
	NVE	21.11.2012	813424	ASGB	Janne	Janne

NVE

Haugfoss, Modum kommune

Stabilitetsberegning kvikkleirekartlegging

Profil 7 - a-phi-analyse med fylling

MULTICONSULT AS

Størense Torg 9, 3044 Drammen
Tlf.: 31 30 24 00 - Fax: 31 30 24 01

813424

D75

1:500

MULTICONSULT AS



H.O.H.

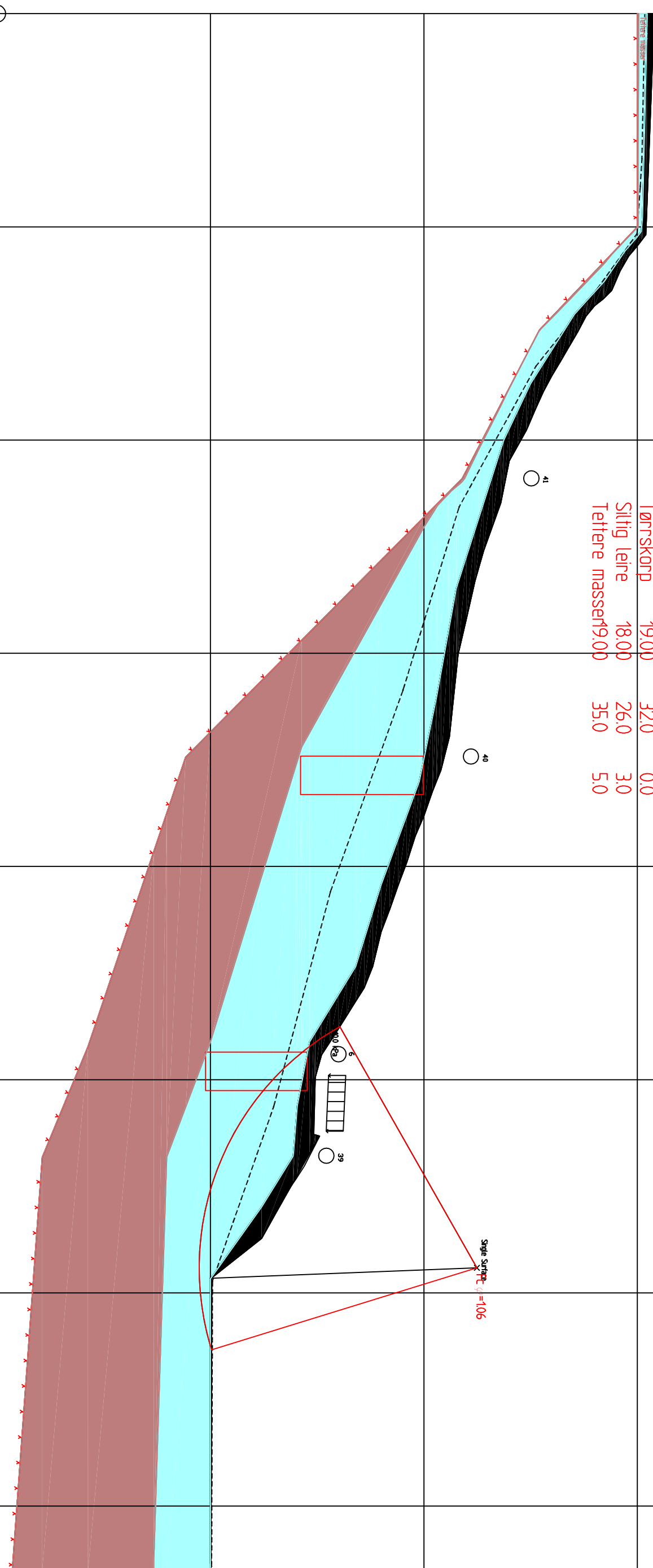
75

50

25

PROFIL NR. 0

Material	Un.Weight	Fi	C'	C
Tørreskorp	19.00	32.0	0.0	
Siltig leire	18.00	26.0	3.0	
Tettere masse	19.00	35.0	5.0	



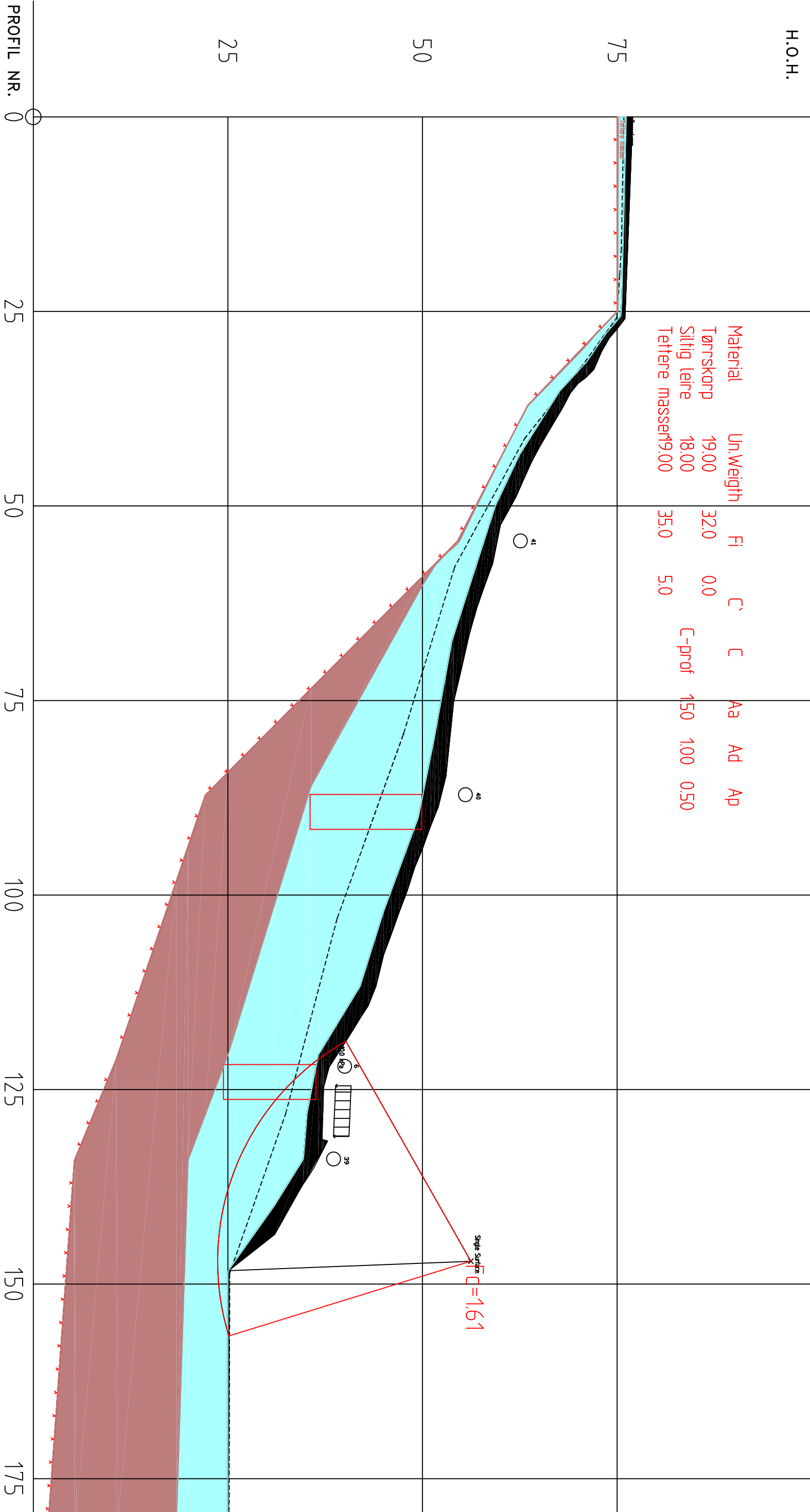
Rev.	Beskrivelse	Dato	Oppdrag nr.	Konstr./Tegnet	Tegning nr.	Kontrollert	Godkjent
81	NVE Haugfoss, Modum kommune	21.11.2012	813424	ASGB	D76	Janne	Janne

Stabilitetsberegning kvikkleirekartlegging	
Profil 7 – a-phi-analyse lokal stabilitet med fylling	
MULTICONSULT AS	
Stamse Torg 9, 3044 Drammen Tlf.: 31 30 24 00 – Fax: 31 30 24 01	
Dato	21.11.2012
Oppdrag nr.	813424
Konstr./Tegnet	ASGB
Tegning nr.	D76
Kontrollert	Janne
Godkjent	Janne

Dato	Original format	Fag
	A3	Geoteknikk

Tegningens filnavn	Underliggets filnavn	Målestokk
	stab_tverrprofiler	1:500

*.dwg	Godkjent
	Janne



Material	Un.Weighth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørnskorp	19.00	32.0	0.0				
Siltig leire	18.00			C-prof	150	1.00	0.50
Tettere masser	19.00	35.0	5.0				

Rev.	Beskrivelse	Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
	NVE	21.11.2012	ASQB	Janne	Janne
	Haugfoss, Modum kommune				
	Stabilitetsberegning kvikkleirekartlegging				
	Profil 7 – ADP-analyse uten fylling				
	MULTICONSULT AS				
	Oppdrag nr. 813424				
	Tegning nr. D77				
	Størnse Torg 9, 3044 Drammen				
	Tlf.: 31 30 24 00 – Fax: 31 30 24 01				

Dato	Tegn.	Kont.	Godkj.
	Original format		
	A3		
	Tegningens filnavn		
	slab_tverrprofiler		
	Underliggets filnavn		
	*.dwg		
	Målestokk		
	1:500		
	MULTICONSULT		