

**Områdestabilitet søndre del.  
Stabilitet mot Håggåbekken ved  
sørspissen**

**NVE Region Midt-Norge**

**Kvikkleiresone 1102**

Oppdrag nr: 6100477

Rapport nr. 04 B

**Dato: 28.04.2016**

Fylke Sør-Trøndelag	Kommune Klæbu	Sted Klæbu	UTM 05745 70190
Byggherre			
Oppdragsgiver NVE region Midt-Norge			
Oppdrag formidlet av			
Oppdragsreferanse Bestilling 10888			
Antall sider 12	Tegn. nr. 401-402, 460-474	Vedlegg nr. 1-3	Antall tillegg

Prosjekt - tittel

**NVE region Midt-Norge  
Kvikkleiresone 1102 Klæbu**

Rapport - tittel

**Områdestabilitet søndre del.**

**Stabilitet mot Håggåbekken ved sørspissen**

Oppdrag 6100477	Rapport nr.: 04 B	Rev:	Dato 2016.04.28	Kontr: JHET
Oppdragsleder: Trond Gilde		Utarbeidet av: Trond Gilde		<i>Jorn Steinfeld</i>

**SAMMENDRAG**

Rambøll utfører stabilitetsberegninger for vurdering av områdestabiliteten og prosjektering av sikringstiltak i kvikkleiresone 1102 Klæbu. Kvikkleiresone 1102 var i utgangspunktet klassifisert med *Høy faregrad*, men faregraden er senere nedklassifisert til *Middels*. Dette innebærer at det for å sikre områdestabiliteten av sonen og legge til rette for ny bebyggelse må foretas inntil 10 % forbedring av stabiliteten (definert som "Forbedring" i NVEs veileder 7-2014 /13/) hvis sikkerheten i opprinnelig/dagens situasjon er lavere enn  $F=1,4$ .

Rapport 04B omfatter supplerende beregninger i profilene SD4 og SD8 ved sørspissen av sonen for en justert plan for oppfylling i foten av skrånningene i dette området. Terenget ved Håggåbekken skal tilpasses planlagt heving av fv. 885 ved at det fylles til kt. +121. I tillegg skal bekkeløpet forskyves og erosjonssikres, og løftes til kt. +119.

Beregningene for opprinnelig situasjon viser at sikkerheten mot glidninger som kan berøre kvikkleire i dag er vesentlig lavere enn  $F=1,4$ , og således ikke er tilfredsstillende i forhold til de krav som stilles ved evt. nybygging i området.

Det er utført stabilitetsberegninger for å se på nødvendig omfang av oppfylling langs foten av skrånningen mot Håggåbekken for å oppnå minimum 5 % forbedring av stabiliteten for å bedre sikkerheten for eksisterende bebyggelse (Fase 1). I tillegg er det gjort beregninger for å se på behov for ytterligere oppfylling i skråningsfoten for å tilfredsstille sikkerhetskravene til utbygging av nye bo-enheter i området, definert ved "Forbedring" iht. NVEs veileder (Fase 2).

**For å oppnå 5 % forbedring** av sikkerheten (gjeldende i forhold til eksisterende bebyggelse) må det, i tillegg til at terrenget i området heves til kt. +121, legges ei støttefylling inn mot skråningsfoten. Den viste fylling gir tilstrekkelig forbedring for samtlige sirkler som går ned i kvikkleire. Tegning 461 og 464 viser støttefyllingens utforming i profil SD4, og tegning 471 og 474 viser støttefyllingens utforming i profil SD8.

**For å tilfredsstille kravet til "Forbedring"** iht NVEs veileder (gjeldende i forhold til videre utbygging) vil det i profil SD4 og SD8 være nødvendig å øke mektigheten av fyllinga inn mot skråningsfoten. Tegning 462 viser støttefyllingens utforming i profil SD4, og tegning 472 viser støttefyllingens utforming i profil SD8.

Lokalstabiliteten av skrånningen og nødvendig avstand mellom skråningstoppen og framtidig bebyggelse må vurderes nærmere i forbindelse med den enkelte byggesak.

De foreslåtte tiltak er én mulig løsning for å bringe sikkerheten opp på det nivå som kreves i forhold til NVEs veileder. Alternative omfang av avlastning og motfylling kan vurderes i forbindelse med den videre detaljprosjektering av tiltakene.

Alle motfyllinger forutsettes bygget opp av drenerende masser, i det minste i de nedre lag.

**INNHOOLD**

1	ORIENTERING .....	- 4 -
1.1	Generelt.....	- 4 -
1.2	Oppdrag.....	- 4 -
1.3	Innhold .....	- 4 -
2	GRUNNFORHOLD .....	- 5 -
2.1	Generelt.....	- 5 -
2.2	Grunnundersøkelser .....	- 5 -
2.3	Terreng/topografi og grunnforhold .....	- 5 -
3	MATERIALPARAMETRE.....	- 6 -
3.1	Tyngdetetthet.....	- 6 -
3.2	Udrenert skjærfasthet.....	- 6 -
3.3	Effektiv skjærfasthet .....	- 6 -
3.4	Anisotropi og tøyningsskompatibilitet .....	- 7 -
3.5	Poretrykksforhold .....	- 7 -
4	STABILITETSBEREGNINGER.....	- 8 -
4.1	Krav til områdestabilitet.....	- 8 -
4.2	Beregningsprofiler .....	- 8 -
4.3	Profil SD4.....	- 8 -
4.4	Profil SD8.....	- 9 -
5	OPPSUMMERING/KONKLUSJON .....	- 11 -
6	REFERANSER .....	- 12 -

**TEGNINGER**

Tegn. nr.	Rev:	Tittel	Målestokk
401		Oversiktskart	1:50 000
402		Situasjonsplan med profiler	1:2000
460	A	Profil SD4: Totalspenningsanalyse (ADP) – Dagens situasjon	1:400
461	A	Profil SD4: Totalspenningsanalyse (ADP) – Sikringsfylling, 5 % forbedring	1:400
462	A	Profil SD4: Totalspenningsanalyse(ADP) – Sikringsfylling, NVE- Forbedring	1:400
463	A	Profil SD4: Effektivspenningsanalyse – Dagens situasjon	1:400
464	A	Profil SD4: Effektivspenningsanalyse – Sikringsfylling, 5 % forbedring	1:400
470	A	Profil SD8: Totalspenningsanalyse (ADP) – Dagens situasjon	1:400
471	A	Profil SD8: Totalspenningsanalyse (ADP) – Sikringsfylling, 5 % forbedring	1:400
472	A	Profil SD8: Totalspenningsanalyse(ADP) – Sikringsfylling, NVE- Forbedring	1:400
473	A	Profil SD8: Effektivspenningsanalyse – Dagens situasjon	1:400
474	A	Profil SD8: Effektivspenningsanalyse – Sikringsfylling, 5 % forbedring	1:400

**VEDLEGG**

- 1 Tolking av CPTU hull 61
- 2 Kvalitet av CPTU hull 61
- 3 Tolking av CPTU hull 6

## 1 ORIENTERING

### 1.1 Generelt

Kvikkleiresone 1102 Klæbu ligger øst og sør for Klæbu sentrum. Sonen var opprinnelig klassifisert med *Høy faregrad*, men er senere nedklassifisert til faregrad *Middels*. Nordre del av kvikkleiresonen er utredet, og det er gjennomført sikringsarbeider i forhold til mulige ras som kan berøre Klæbu sentrum.

Faregraden er styrende for kravet til forbedring av områdestabiliteten for ny utbygging i en kvikkleiresone dersom sikkerheten i opprinnelig/dagens situasjon er lavere enn  $F=1,4$ . NVEs veileder 7-2014 /13/ angir krav om "Forbedring" (inntil 10 %) i kvikkleiresoner med *Middels faregrad*.

Søndre del av kvikkleiresone 1102 består av et platå med til dels bratte skråninger ned mot Håggåbekken i øst og sør og Haugdalsbekken/fv. 885 i vest. NVE planlegger sikringstiltak for denne delen av sonen.

I første omgang planlegges sikringsarbeider langs Håggåbekken i øst og sør. På vestsida av platået planlegges det å heve fv. 885 som del av sikringstiltaket, og beregninger for denne del av sonen vil inngå i rapport 05.

Fv. 885 skal heves inntil ca 2 m. Som en følge av dette planlegges det å heve terrenget langs Håggåbekken sør i kvikkleiresonen i området ved profil SD4 og SD8 til kt. +121, samtidig som bekkeløpet heves til kt +119 og stedvis forskyves noe.

### 1.2 Oppdrag

Rambøll har utført stabilitetsberegninger som grunnlag for NVEs planlegging av sikringsarbeidet.

### 1.3 Innhold

Beregningene for søndre del av kvikkleiresone 1102 presenteres i to rapporter (rapport 04 og 05). Rapport 04 er delt i 2 delrapporter, der rapport 04B inneholder resultater av supplerende stabilitetsberegninger i profilene SD4 og SD8 helt sør i kvikkleiresone 1102 som følge av den nevnte terrenghevingen her.

## 2 GRUNNFORHOLD

### 2.1 Generelt

Vurdering av grunnforhold er hovedsakelig basert på grunnundersøkelser utført etter år 2000, men en del tidligere grunnundersøkelser er også tatt inn for vurdering av lagdeling og omfang av kvikkleire.

### 2.2 Grunnundersøkelser

Det er utført en rekke grunnundersøkelser i det aktuelle området, se situasjonsplanen på tegning 402. Grunnundersøkelser spesifikt for utredning av søndre del av kvikkleiresone 1102 er presentert i følgende rapporter:

- 6070771 nr. 01 av 10.4 2008 /1/
- 6070771 nr. 03 av 9.2.2010 /2/
- 6100477 nr. 01 av 25.10.2010 /3/
- 6100477 nr. 03 av 6.10.2010 /4/
- 6100477 nr. 06 av 15.8.2014 /5/

Sonderinger som danner grunnlag for vurdering av lagdeling ved stabilitetsberegningene er vist i beregningsprofilene. Her er også anvendt skjærfasthet og poretrykk angitt.

Skjærfastheten i de enkelte lag er basert på trykksonderinger og uforstyrrede prøver. For dokumentasjon av styrkeparametere og kvalitet av prøver og trykksonderinger henvises det til vedlegg 1 - 3, og til rapport 6100477 nr. 02 rev. 01 /6/, nr. 04 /7/ og nr. 06 /5/.

### 2.3 Terreng/topografi og grunnforhold

Søndre del av sone 1102 består av et platå på ca. kt. +142 ved sørspissen, med bratt skråning ned mot Håggåbekken. Høydeforskjellen mellom platået og terrenget ved Håggåbekken er ca. 25 m.

Under platået består grunnen øverst av ca. 15 m lagdelt silt, sand og leire. Leirlagene i denne lagpakken er stedvis kvikke eller sensitive, men lagpakken som sådan vurderes ikke å oppføre seg som et sprøbruddmateriale. Under de lagdelte massene er det mer ren leire, og etter hvert kvikkleire i dybden. Overgangen til kvikkleire ligger omkring kt. +110 – 115 ved sørspissen, og ser ut til å stige mot sør. De supplerende grunnundersøkelsene viser at overgangen til kvikkleire ligger ca. 5 m høyere enn tidligere antatt lengst sør ved Håggåbekken.

For nærmere detaljer vedrørende grunnforholdene vises til rapportens tegninger og vedlegg, og til de enkelte grunnundersøkelsesrapporter.

### 3 MATERIALPARAMETRE

#### 3.1 Tyngdetetthet

Tyngdetetthet (romvekt) for bruk i stabilitetsberegningene er for de stedlige massene bestemt ut fra laboratorieundersøkelser og/eller erfaringsverdier. Tyngdetetthet av tilførte masser i forbindelse med stabilitetsforbedring er vurdert på grunnlag av erfaringsverdier. Benyttede verdier er presentert i beregningsprofilene.

#### 3.2 Udrenert skjærfasthet

##### Tolking – grunnlag

Udrenert skjærfasthet i kvikk/sensitiv leire som benyttes i stabilitetsberegningene er valgt på grunnlag av tolkede CPTU – sonderinger med støtte i skjærfasthetsmålinger utført på utforstyrrede 54 mm prøver i laboratoriet.

Tolkning av CPTU er utført på grunnlag av poretrykksfaktoren  $N_{\Delta u}$  og spissmotstandsfaktoren  $N_{kt}$ , uttrykt på følgende måte:

$$c_{uA} = \Delta u / N_{\Delta u}$$

$$c_{uA} = q_n / N_{kt}$$

Generelt er  $N_{\Delta u}$  benyttet ved  $B_q$  – verdi (poretrykksrespons) høyere enn 0,5 - 0,6, og  $N_{kt}$  er benyttet ved  $B_q$  lavere enn 0,5 - 0,6.

For bestemmelse av faktorene  $N_{\Delta u}$  og  $N_{kt}$  er korrelasjoner basert på CAUC – treaksialforsøk på blokkprøver av høy kvalitet benyttet, kfr Lunne et al. /8/ og Karlsrud /9/ og /10/. For de valgte korrelasjonene for  $N_{\Delta u}$  - og  $N_{kt}$  - faktorene er det skilt mellom leire med sensitivitet ( $S_t$ ) lavere og høyere enn 15. Følgende faktorer er benyttet:

$$N_{kt} = 7,8 + 2,5 \cdot \log OCR + 0,082 \cdot I_p \quad N_{\Delta u} = 6,9 - 4,0 \cdot \log OCR + 0,07 \cdot I_p \quad \text{for } S_t < 15$$

$$N_{kt} = 8,5 + 2,5 \cdot \log OCR \quad N_{\Delta u} = 9,8 - 4,5 \cdot \log OCR \quad \text{for } S_t > 15$$

Det er i tillegg til de ovennevnte faktorene valgt å benytte korrelasjon mellom  $N_{\Delta u}$  og  $B_q$ ,  $N_{\Delta u} = 4,0 + 4,5 B_q$  for sammenligning. Denne er en kurvetilpasning (Eggereide) basert på korrelasjoner mellom blokkprøver og målt poretrykksrespons ( $B_q$ ) presentert i ref. /10/.

Ved tolking av CPTU er det benyttet en romvekt på 19,0 – 19,5 kN/m<sup>3</sup>. Det er benyttet en plastisitetsindeks  $I_p = 5 - 10$  %.

In-situ poretrykk benyttet i tolking av CPTU er fortrinnsvis basert på poretrykksmålinger utført i sonderingspunktene. Der hvor poretrykksmålinger ikke er utført og/eller har mangelfulle resultat, er antagelser ut fra terrengformasjoner, lagdeling og nærliggende poretrykksmålinger benyttet som grunnlag for bestemmelse av in-situ poretrykk.

OCR (overkonsolideringsgrad) er beregnet/vurdert ut fra utførte ødometerforsøk, og forkonsolideringsspenningen er vurdert å tilsvare et tidligere terrengnivå som ligger i samme høyde eller noe høyere enn dagens nivå på platået.

##### Designverdi

Det er i all hovedsak benyttet samme designverdier for udrenert skjærfasthet som ved de tidligere beregninger i rapportene 6090671 nr. 01 /11/ og 6100477 nr. 02 rev. 01 /6/. For nærmere detaljer vises det til disse rapportene. I profilene SD4 og SD8 er skjærfastheten justert opp for å oppnå en beregningsmessig sikkerhet i dagens situasjon på ca.  $F_{c \min} = 1,0$ . Anvendt skjærfasthet er vist i beregningsprofilene.

Trykksonderingen i hull 61 er ny, utført i august 2014. Denne er tolket, og resultat av tolkingen er gitt i vedlegg 1. Trykksonderingen i hull 6 fra rapport 6070771-01 /1/ er tolket, og resultatet av tolkingen er gitt i vedlegg 3.

#### 3.3 Effektiv skjærfasthet

Valg av effektivspenningsparametere er gjort på grunnlag av utførte treaksialforsøk på leire, og erfaringsverdier for de øvrige jordlag. Det er benyttet samme styrkeparametere som ved tidligere beregninger i de samme profiler (rapport 6090671 nr. 01 /11/ og 6100477 nr. 02 rev. 01 /6/).

I de sørlige profilene SD4 og SD8 er følgende verdier benyttet for attraksjon og friksjonskoeffisient:

Lagdelt sand/silt/leire	$a = 5 \text{ kN/m}^2$	$\tan\phi = 0,60$
Silt	$a = 10 \text{ kN/m}^2$	$\tan\phi = 0,55$
Leire, ikke kvikk/sensitiv	$a = 20 \text{ kN/m}^2$	$\tan\phi = 0,49$
Kvikk/sensitiv leire	$a = 20 \text{ kN/m}^2$	$\tan\phi = 0,41$

For den øvre lagpakken som stort sett har relativt høyt innhold av silt og sandlag, vurderes antakelsen å være på den forsiktige siden. Sikringsfyllingen forutsettes bygget opp av drenerende friksjonsmasser, og det er brukt samme parametere for sikringsfyllingen som for det øvre lag av sand/silt/leire. Dette vurderes som en forsiktig antakelse. For leire og kvikkeleire ligger disse verdiene innenfor et "normalområde". For silt vurderes antagelsen også som forsiktig.

### 3.4 Anisotropi og tøyingskompatibilitet

I beregningene tas det hensyn til spenningsanisotropi i leira, dvs. at udrenert skjærfasthet varierer med hovedspenningsretningene (ADP-analyse). Utgangspunktet er udrenert aktiv skjærfasthet  $c_{uA}$ .

Direkte og passiv skjærfasthet er beregnet ut fra følgende sammenheng:

- $c_{uD} = 0,63 c_{uA}$  (styrke for den tilnærmet horisontale delen av glideflaten)
- $c_{uP} = 0,35 c_{uA}$  (styrke der glideflaten ligger i passiv sone)

Dette er forskjellige anisotropifaktorer i forhold til det som er brukt ved tidligere beregninger i dette området. De anvendte anisotropifaktorer er nå iht. NVE rapport 14-2014 "En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer" /12/. I sprøbruddmateriale er aktiv udrenert skjærfasthet  $c_{uA}$  redusert med 15 %.

For sammenligning av de to forutsetningene er det utført beregninger med begge anisotropifaktorer for dagens situasjon i profilene SD4 og SD8 (ikke presentert i rapporten). Forskjellene i beregnet sikkerhet for kritiske flater er liten for de angitte anisotropifaktorer, med tallverdi 0,01 – 0,02 i beregnet sikkerhetsfaktor.

Det er tatt hensyn til tøyingskompatibilitet ved at så vel effektive skjærfasthetsparametere som udrenert skjærfasthet tolket fra treaksialforsøk er tatt ut ved små og tilnærmet like deformasjoner (1 – 2 %).

### 3.5 Poretrykksforhold

In-situ poretrykk benyttet i stabilitetsberegninger er basert på poretrykksmålinger utført i de aktuelle områder. Der hvor poretrykksmålinger ikke er utført, er nærliggende poretrykksmålinger benyttet, evt. supplert med antagelser ut fra terrengformasjoner og lagdeling. Benyttet poretrykksfordeling for de enkelte profiler er vist på beregningsprofilene. Poretrykksfordelingen interpoleres automatisk mellom punkter med angitt poretrykk i det anvendte dataprogrammet.

Benyttet poretrykksfordeling ved CPTU – tolkingene samsvarer ikke nødvendigvis helt med det som er benyttet i stabilitetsberegningene. Ved tolking av CPTU er målt poretrykk på sonderingstidspunktet benyttet, evt. er det benyttet rimelige antakelser basert på nærliggende målinger hvis det ikke foreligger poretrykksmålinger i det samme borpunktet.

Det foreligger ingen poretrykksmålinger kontinuerlig over flere år. Det er likevel tatt hensyn til årstidsvariasjoner ved valg av poretrykksfordeling i beregningene ved at det generelt er valgt en konservativ fordeling ved å benytte de ugunstigste målinger eller antatt grunnvann ved uk tørrskorpe, og hydrostatisk poretrykksøkning i dybden i leire.



## 4 STABILITETSBEREGNINGER

Stabilitetsberegningene er utført med dataprogrammet Geosuite Stabilitet.

### 4.1 Krav til områdestabilitet

Kvikkleiresone 1102 er i dag klassifisert med middels faregrad.

En videre utbygging på plataet i søndre del av sonen vil etter vår vurdering havne i tiltakskategori K4 «Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold...» iht NVEs veileder /13/. Dette medfører krav om «Forbedring» (inntil 10 %) av områdestabiliteten dersom sikkerheten før utbygging er mindre enn  $F_c=1,4$ .

### 4.2 Beregningsprofiler

Rapport 04B inneholder nye beregninger i profilene SD4 og SD8, da omfanget av motfylling og planlagt nytt bekkeløp er vesentlig endret fra rapport 04.

Beregningene er utført for følgende situasjoner:

- Dagens situasjon. Profil SD8 er tegnet fra dagens kommunale kart (Gisline webinnsyn). Profil SD4 er tegnet fra digitalt kart fra Klæbu kommune. Terrenghøyder ved skråningstoppen er kontrollert/justert mot dagens kart. Terrengnivå ved Håggåbekken er basert på høyder fra kart og lengdeprofil av bekken fra NVE.
- Stabilitetsforbedring Fase 1: Minimum 5 % forbedring av dagens stabilitet for å sikre eksisterende bebyggelse i området (valgt sikkerhetsnivå er fastsatt av NVE). Stabilitetsforbedringen skal skje ved oppfylling til kt. +121 i dalbunnen ved Håggåbekken. I tillegg må det fylles i skråningsfoten for å oppnå 5 % forbedring for samtlige sirkler som går ned i kvikkleire. Det er forutsatt at bekken skal gå i åpent erosjonssikret løp med bunn på ca. kt. +119 fram mot kulvert for kryssing av fv. 885.
- Stabilitetsforbedring Fase 2 opp til nivå "Forbedring" iht. NVEs veileder 7-2014, figur 5.1 /13/. Forbedringen gjennomføres ved videre oppfylling i foten av skråningen i forhold til det som er nødvendig for å oppnå 5 % forbedring.

Alle beregninger er utført uten nyttelaster på terreng. For nybygg på plataet på toppen av skråningen forutsettes derfor i utgangspunktet kompensert fundamentering. For evt. tilleggslaster ifm. konkrete utbyggingsprosjekter må det utføres nye beregninger.

Stabilitetsberegningene viser en mulig utforming av motfyllinger for å oppnå tilfredsstillende stabilitet. Andre utforminger kan også være mulig.

Beregningene er utført både ved totalspenningsanalyse- ADP (udrenert korttidstilstand) og effektivspenningsanalyse (drenert langtidssituasjon).

Det er bare utført beregninger med sirkulære glideflater. Plane glideflater er vurdert som ikke kritiske for profilene SD4 og SD8.

I beregningsprofilene er skjærflater med lavest sikkerhet tegnet med rødt. I tillegg er det i profiler med sikringstiltak tegnet med rødt den skjærflata som er dimensjonerende for tiltaket.

### 4.3 Profil SD4

Totalspenningsanalysen (ADP) av dagens situasjon gir beregnet minste sikkerhet  $F_{c\ min}=1,01$  for glidesirkler ned i kvikkleire.

Ved oppfylling i dalbunnen for terrengtilpasning til hevet fv. 885 og for å sikre eksisterende bebyggelse (minimum 5 % forbedring av sikkerhet for samtlige glideflater), oppnås minimum sikkerhet  $F_{c\ min}=1,13$ . Ved oppfylling i foten av skråningen for å oppnå "Forbedring" iht. krav i NVEs veileder /13/ oppnås det en minste sikkerhet på  $F_{c\ min}=1,14$ . Beregningsresultater er vist på tegning 460 – 462 og i tabell 1, og dokumenterer minimum 5 % forbedring for fase 1 og "Forbedring" iht. NVEs veileder for fase 2.

Dagens situasjon	Fase 1 (5 % forbedring)		Fase 2 ("Forbedring" NVE)		
	Oppnådd sikkerhet $F_c$	Oppnådd forbedring %	Krav til sikkerhet $F_c$	Oppnådd sikkerhet $F_c$	Oppnådd forbedring %
1,01	1,20	18,8	1,11	1,22	20,8
1,02	1,17	14,7	1,12	1,17	14,7
1,03	1,13	9,7	1,13	1,14	10,7
1,04	1,19	14,4	1,14	1,20	15,4
1,04	1,20	15,4	1,14	1,20	15,4
1,07	1,18	10,3	1,16	1,18	10,3
1,09	1,17	7,3	1,18	1,19	9,2
1,19	1,26	5,9	1,26	1,28	7,6
1,20	1,26	5,0	1,26	1,27	5,8

Tabell 1. Beregningsresultater profil SD4, totalspenningsanalyse.

Effektivspenningsanalysen viser beregnet sikkerhet  $F_{c\varphi \min}=1,09$  for dagens situasjon for glideflater som går ned i kvikkleire. Lokalstabiliteten i selve skråningen er beregnet til  $F_{c\varphi \min}=1,25$  for dagens situasjon.

Ved oppfylfilling i dalbunnen som ved 5 % forbedring (fase 1) for totalspenningsanalysen, oppnås minimum sikkerhet for effektivspenningsanalysen  $F_{c\varphi \min}=1,44$  for glideflater som går ned i kvikkleire. Dette er mer enn kravet til "Forbedring" iht. NVEs veileder /13/. Lokalstabiliteten av selve skråningen er beregnet til  $F_{c\varphi \min}=1,37$ . Lokalstabiliteten av skråningen og sikker avstand fra skråningstopp til bebyggelse må avklares nærmere i forbindelse med aktuelle utbyggingsprosjekter.

Beregningsresultater er vist på tegning 463 – 464 og i tabell 2. Beregning av lokalstabiliteten i selve skråningen er vist i kursiv i tabellen.

Dagens situasjon	Fase 1 (5 % forbedring)		
	Krav til sikkerhet for fase 2 $F_{c\varphi}$	Oppnådd sikkerhet i fase 1 $F_{c\varphi}$	Oppnådd forbedring i fase 1 %
1,09	1,17	1,44	32,1
1,09	1,17	1,50	37,6
1,14	1,21	1,44	26,3
1,25	1,30	1,37	9,6
1,31	1,34	1,46	11,5

Tabell 2. Beregningsresultater profil SD4, effektivspenningsanalyse.

Totalspenningsanalysen er dimensjonerende for sikringstiltakene. "Forbedring" iht. NVEs veileder /13/ er oppnådd ved oppfyllingen i dalbunnen som vist på tegning 462.

#### 4.4 Profil SD8

Totalspenningsanalysen (ADP) av dagens situasjon for hele skråningen gir beregnet sikkerhet  $F_{c \min}=1,02$  for glidesirkler ned i kvikkleire.

Ved oppfyllinger i dalbunnen for terrengtilpasning til hevet fv. 885 og for å sikre eksisterende bebyggelse (minimum 5 % forbedring av sikkerhet for samtlige glideflater), oppnås minimum sikkerhet  $F_{c \min}=1,11$ . Med en tilleggsfylling i foten av skråningen for å oppnå "Forbedring" iht.

krav i NVEs veileder /13/ oppnås  $F_{c\ min}=1,16$ . Beregningsresultater er vist på tegning 470 – 472 og i tabell 3, og dokumenterer tilstrekkelig forbedring for begge faser for samtlige glideflater som går ned i kvikkleire.

Dagens situasjon	Fase 1 (5 % forbedring)		Fase 2 ("Forbedring" NVE)		
	Oppnådd sikkerhet $F_c$	Oppnådd forbedring %	Krav til sikkerhet $F_c$	Oppnådd sikkerhet $F_c$	Oppnådd forbedring %
1,02	1,16	13,7	1,12	1,17	14,7
1,03	1,15	11,7	1,13	1,16	12,6
1,03	1,17	13,6	1,13	1,19	15,5
1,05	1,11	5,7	1,14	1,16	10,5
1,06	1,13	6,6	1,15	1,19	12,3
1,07	1,22	14,0	1,16	1,25	16,8
1,16	1,24	6,9	1,23	1,24	6,9

Tabell 3. Beregningsresultater profil SD8, totalspenningsanalyse.

Effektivspenningsanalysen viser beregnet sikkerhet  $F_{c\ \varphi\ min}=1,05$  for dagens situasjon for glideflater som går ned i kvikkleire. Lokalstabiliteten i selve skråningen er beregnet til  $F_{c\ \varphi\ min}=1,13$  for dagens situasjon.

Ved oppfylging i dalbunnen som ved 5 % forbedring (fase 1) for totalspenningsanalysen, oppnås minimum sikkerhet for effektivspenningsanalysen  $F_{c\ \varphi\ min}=1,29$  for glideflater som går ned i kvikkleire. Dette er mer enn kravet til "Forbedring" iht NVEs veileder /13/. Lokalstabiliteten av selve skråningen er beregnet til  $F_{c\ \varphi\ min}=1,24$ . Lokalstabiliteten av skråningen og sikker avstand fra skråningstopp til bebyggelse må avklares nærmere i forbindelse med aktuelle utbyggingsprosjekter.

Beregningsresultater er vist på tegning 473 – 474 og i tabell 4. Beregning av lokalstabiliteten i selve skråningen er vist i kursiv i tabellen.

Dagens situasjon	Fase 1 (5 % forbedring)		
	Krav til sikkerhet for fase 2 $F_{c\ \varphi}$	Oppnådd sikkerhet i fase 1 $F_{c\ \varphi}$	Oppnådd forbedring i fase 1 %
1,05	1,14	1,35	28,6
1,10	1,18	1,36	23,6
<i>1,13</i>	<i>1,21</i>	<i>1,24</i>	<i>9,7</i>
1,14	1,22	1,29	13,2

Tabell 4. Beregningsresultater profil SD8, effektivspenningsanalyse.

Totalspenningsanalysen er dimensjonerende for sikringstiltakene. «Forbedring» iht. NVEs veileder /13/ er oppnådd ved oppfyllingen i dalbunnen som vist på tegning 472.

## 5 OPPSUMMERING/KONKLUSJON

Rapport 04B omfatter supplerende beregninger i profilene SD4 og SD8 for en justert plan for oppfylling i foten av skråningen i dette området. Terrenget ved Håggåbekken skal tilpasses planlagt heving av fv. 885 ved at det fylles til kt +121. I tillegg skal bekkeløpet forskyves og erosjonssikres, og løftes til kt. +119.

Beregningene for opprinnelig situasjon viser at sikkerheten mot glidninger som kan berøre kvikkleire er relativt lav, og at stabiliteten heller ikke er tilfredsstillende i forhold til de krav som stilles ved evt. nybygging i området.

Det er derfor utført beregninger for å se på nødvendig omfang av oppfylling langs Håggåbekken for oppnå minimum 5 % forbedring av stabiliteten for å bedre sikkerheten for eksisterende bebyggelse (Fase 1) ved sørpissene av kvikkleiresone 1102.

I tillegg er det gjort beregninger for å se på behov for ytterligere oppfylling i skråningsfoten for å tilfredsstille sikkerhetskravene til utbygging av nye bo-enheter i området, definert ved "Forbedring" iht. NVEs veileder 7-2014 /13/ (Fase 2).

**For å oppnå 5 % forbedring** av sikkerheten for samtlige sirkler som går ned i kvikkleire (gjeldende i forhold til eksisterende bebyggelse) må det, i tillegg til at terrenget i området heves til kt. +121, legges ei støttefylling inn mot skråningsfoten. Tegning 461 og 464 viser støttefyllingens utforming i profil SD4, og tegning 471 og 474 viser støttefyllingens utforming i profil SD8.

**For å tilfredsstille kravet til "Forbedring"** iht NVEs veileder /13/ (gjeldende i forhold til videre utbygging) vil det i profil SD4 og SD8 være nødvendig å øke mektigheten av fyllinga inn mot skråningsfoten. Tegning 462 viser støttefyllingens utforming i profil SD4, og tegning 472 viser støttefyllingens utforming i profil SD8.

Det nye bekkeløpet i fyllinga må erosjonssikres for å sikre at stabiliteten ikke forverres på sikt.

Lokalstabiliteten av skråningene vurderes ikke å påvirke områdestabiliteten, men er beregnet i begge profilene og kan betraktes som orienterende. Nødvendig avstand fra skråningstoppen til bebyggelsen må vurderes nærmere i forbindelse med den enkelte byggesak.

For nærmere detaljer vedrørende stabilitet og omfang av tiltak, vises det til de enkelte profiler.

De foreslåtte tiltak er én mulig løsning for å bringe sikkerheten opp på det nivå som kreves i henhold til NVEs veileder /13/. Alternative omfang av avlastning og motfylling kan vurderes i forhold til hva som er praktisk mulig og medfører minst ulempe. Dette forutsettes i så fall gjort i forbindelse med den videre detaljprosjektering av tiltakene.

Alle motfyllinger forutsettes bygget opp av drenerende masser, i det minste i de nedre lag, for å hindre at grunnvannstanden stiger opp i motfyllingene eller tilstøtende terreng.

**6 REFERANSER**

1. Rambøll Norge AS: 6070771 R01 Kl-sone 1102 Klæbu - søndre del. Datarapport.
2. Rambøll Norge AS: 6070771 R03 Kvikkleiresone 1102 Klæbu. Datarapport.
3. Rambøll Norge AS: 6100477 R01 Kvikkleiresone 1102 Klæbu. Datarapport.
4. Rambøll Norge AS: 6100477 R03 Kvikkleiresone 1102 Klæbu. Datarapport.
5. Rambøll Norge AS: 6100477 R06 Kvikkleiresone 1102 Klæbu. Datarapport.
6. Rambøll Norge AS: 6100477 R02 rev 01 Kvikkleiresone 1102 Klæbu. Områdestabilitet.
7. Rambøll Norge AS: 6100477 R04 Kvikkleiresone 1102 Klæbu. Områdestabilitet søndre del.
8. Lunne et al, 1997. "Cone penetration test in geotechnical practice".
9. Karlsrud et al, 2005. "CPTU correlations for clays". ICSMGE 2005, Osaka, Japan
10. Karlsrud et al, 1996. "Improved CPTU correlations based on block samples". Nordisk Geoteknikermøte, Reykjavik, Island.
11. Rambøll Norge AS: 6090671 R01 Kvikkleiresone 1102 - søndre del. Detaljprosjektering av sikringstiltak.
12. NVE Rapport 14-2014: "En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer".
13. NVE Retningslinjer 7-2014: "Sikkerhet mot kvikkleireskred".




A	18.04.2016	Justert plassering	ODE	JHET	TGE
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 6100477 Målestokk: 1:50000 Status:

NVE Region Midt-Norge  
Kvikkleiresone 1102 Klæbu

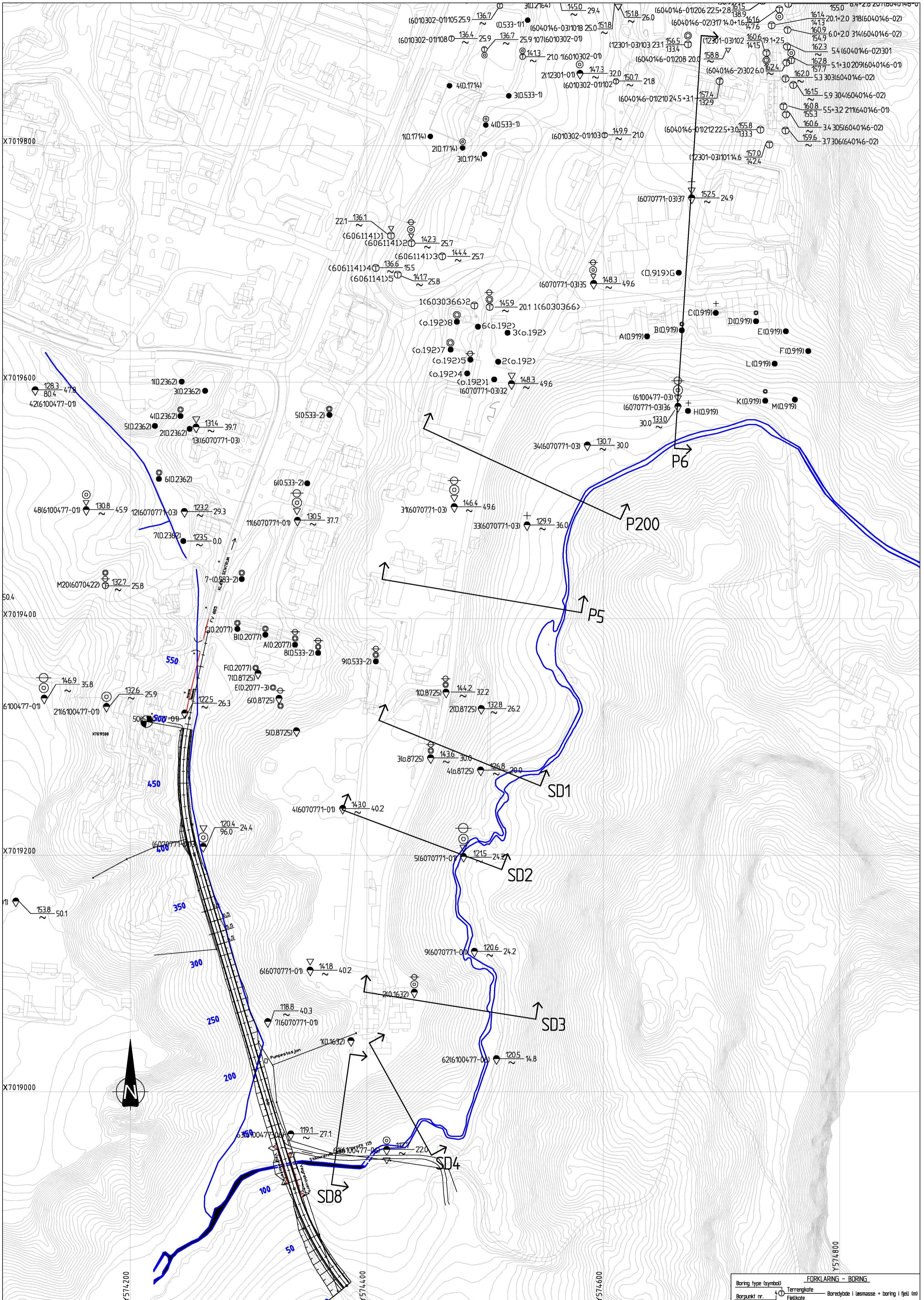
OVERSIKTSKART

UTM ref(UTM32): 05744 70194



P.B. 7493 Mellomila 79  
N-7018 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
www.ramboll.no

Tegning nr. 401 Rev. A



TEGNINGSSTATUS	A	18.04.2016	Geometri for ny veg	ODE	JHET	TGE
	REV.	DATE	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ

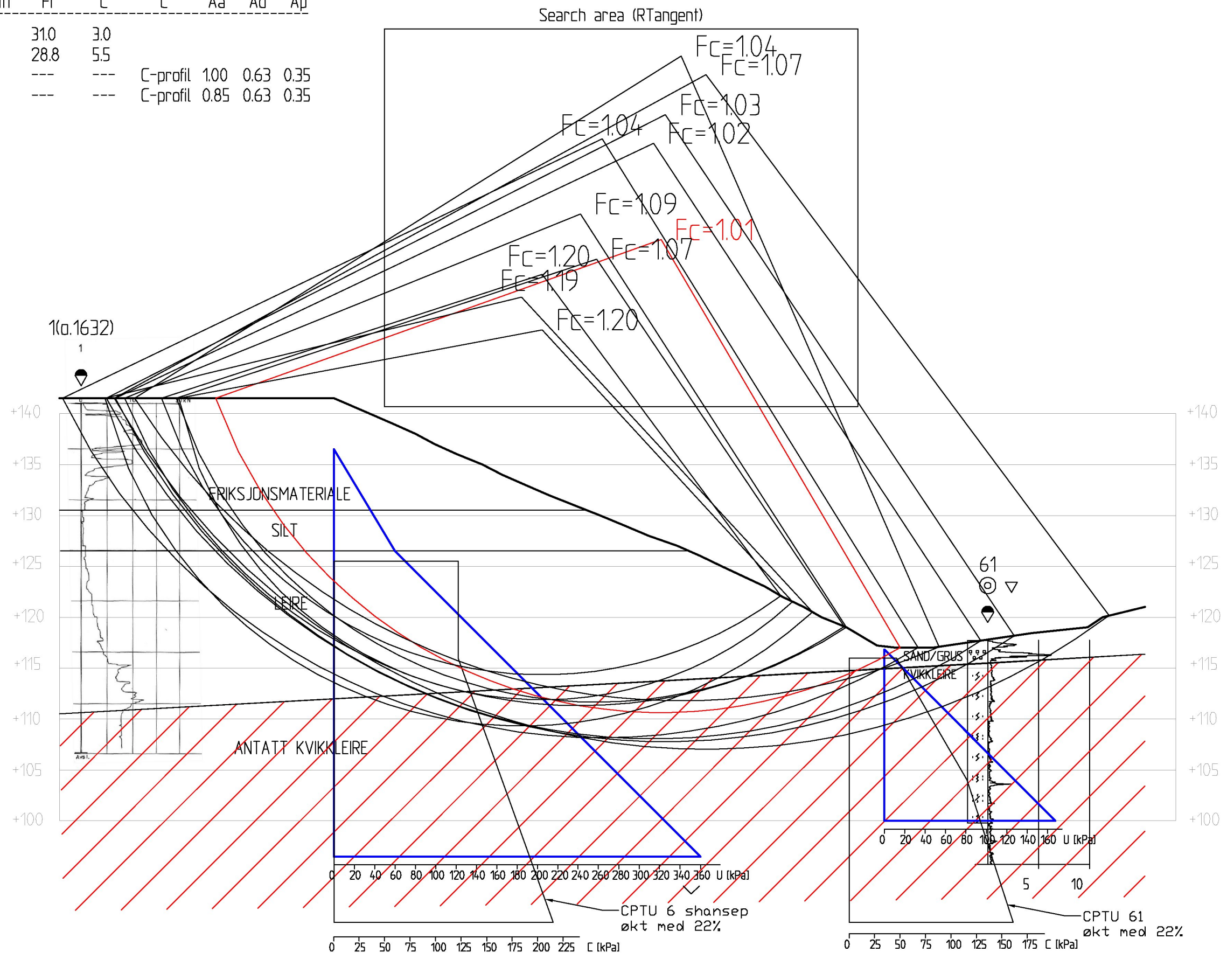
**RAMBOLL**  
 Ramboll AS - Region Midt-Norge  
 P.b. 9420 Sluppen  
 Mellomlia 79, N-7493 Trondheim  
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
 www.ramboll.no

OPPDRAG  
**Kvikkleiresone 1102 Klæbu**  
 OPPDRAGSGIVER  
**NVE Region Midt-Norge**

INNHOOLD  
**SITUASJONSPLAN**  
 TEGNFØRKLARING  
 ⊕ Totalsøndering + Vingeboring  
 ⊖ Dreielrykksøndering ⊙ Prøveserie  
 ▽ Trykksøndering ⊖ Poretrykksmåling

FORKLARING - BORING			
Boring type (symbol)	Terrengkote	Borebyrde i løsmasse + boring i fjell (m)	
Borpunkt nr.	Fjellkote		
OPPDRAG NR. 6100477	MÅLESTOKK 1:2000 (A2)	BLAD NR.	AV
TEGNING NR. 402		REV. A	

Material	no	Un.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Friksjonsm.	1	19.50	31.0	3.0				
Silt	4	19.00	28.8	5.5				
Leire	2	19.50	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Kvikkleire	3	19.50	---	---	C-profil	0.85	0.63	0.35



REV.	DATE	ENDRING	JHET	TGE	TGE
A	18.04.2016	ADP-forhold			
TEG.			TEGN	KONTR	GODKJ
TEGningsstatus					



Ramboll Norge AS - Region Midt-Norge  
P.B. 7493 Mellomila 79, N-7018 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

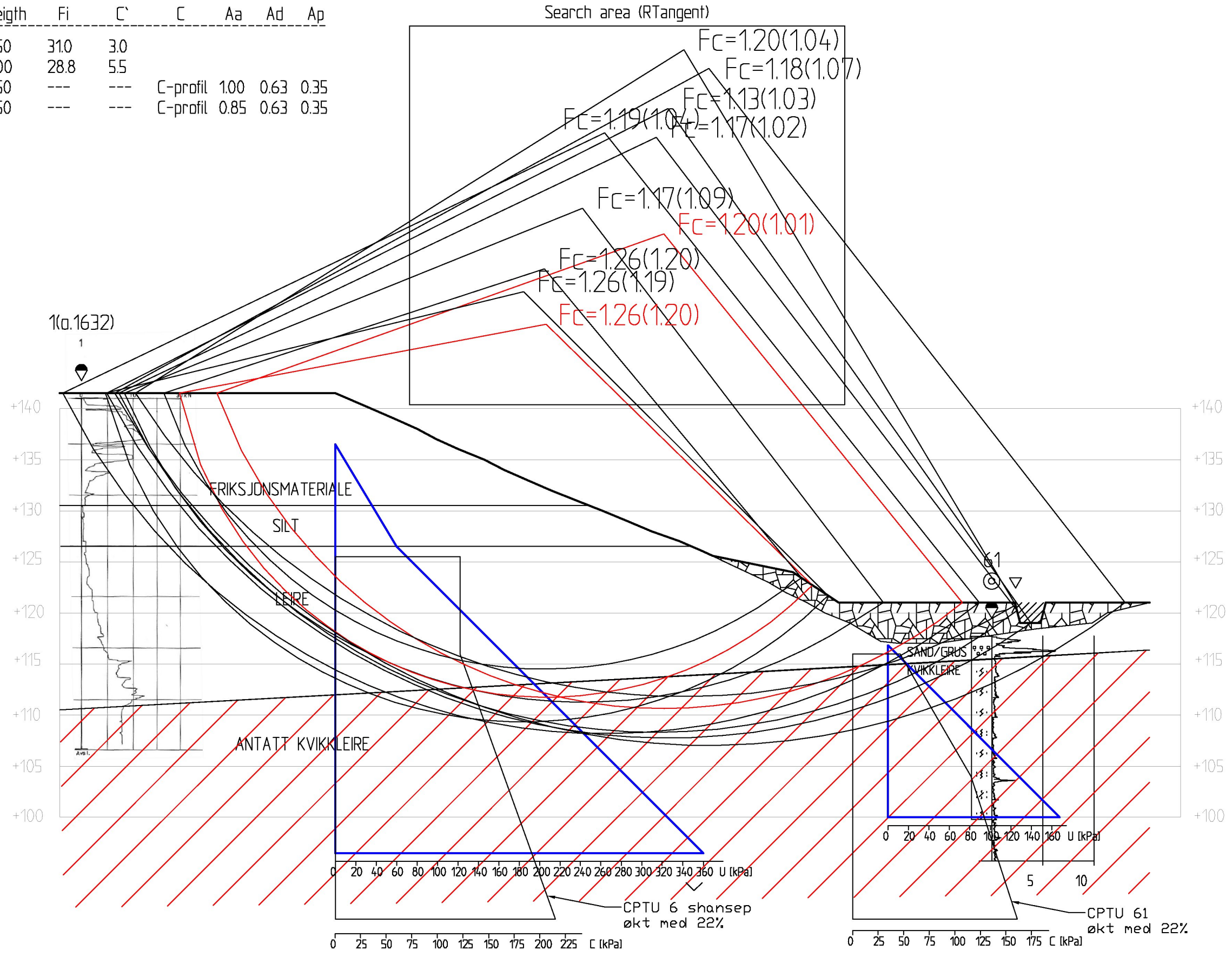
OPPDRAAG  
**Kvikkleiresone 1102 Klæbu**  
OPPDRAAGSGIVER  
**NVE Region Midt-Norge**

INNHOOLD  
**PROFIL SD4**  
Stabilitetsberegninger  
Totalspenningsanalyse - ADP  
Dagens situasjon

OPPDRAAG NR. 6100477	MÅLESTOKK 1:400	BLAD NR. -	AV -
TEGNING NR. <b>460</b>			REV <b>A</b>



Material	no	Un.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Friksjonsm.	1	19.50	310	3.0				
Silt	4	19.00	28.8	5.5				
Leire	2	19.50	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Kvikkleire	3	19.50	---	---	C-profil	0.85	0.63	0.35



REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
A	18.04.2016	ADP-forhold og høyere motfylling	JHET	TGE	TGE

TEGNINGSSTATUS



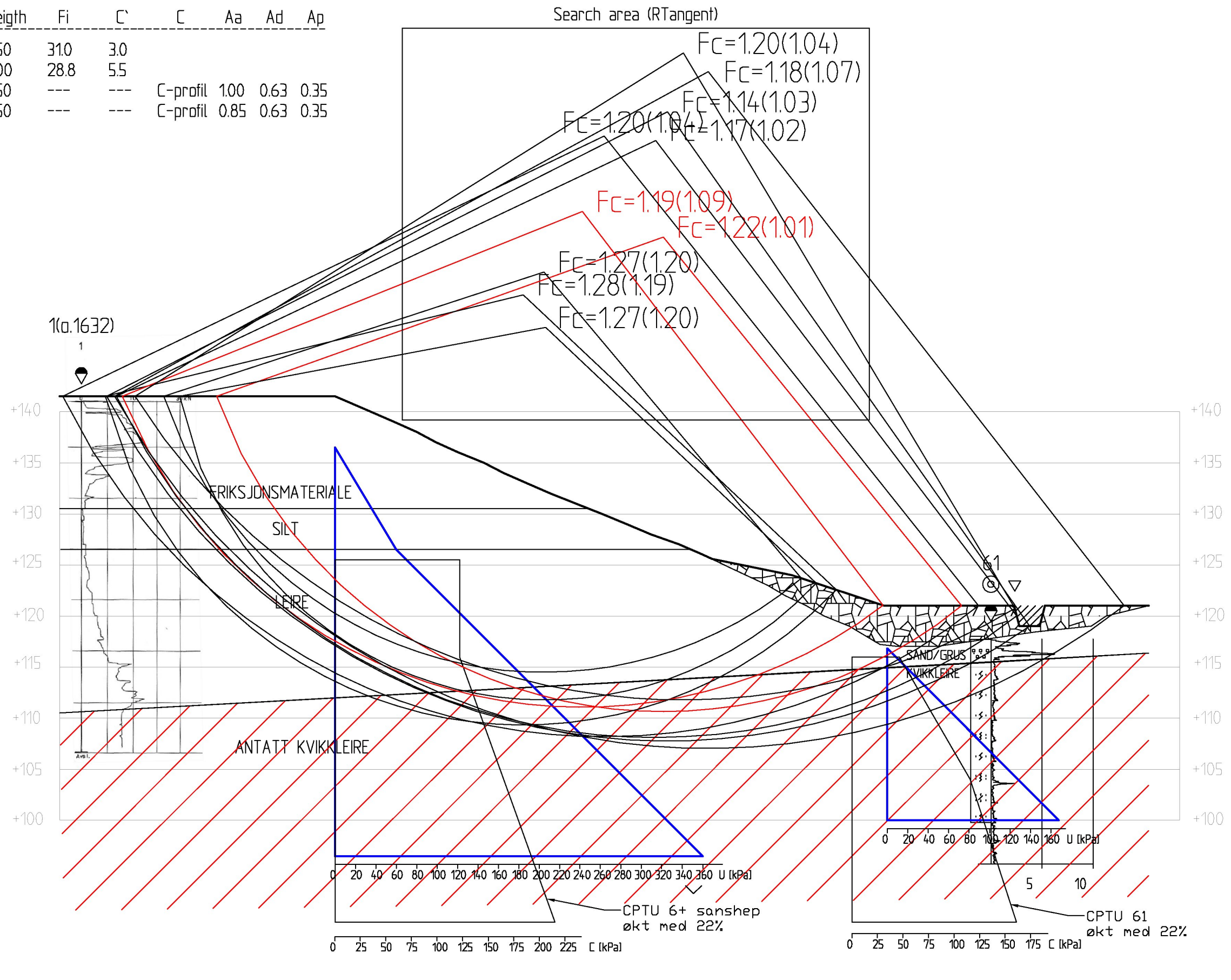
Rambøll Norge AS - Region Midt-Norge  
P.B. 7493 Mellomila 79, N-7018 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

OPPDRAAG  
**Kvikkleiresone 1102 Klæbu**  
OPPDRAAGSGIVER  
**NVE Region Midt-Norge**

INNHOOLD  
**PROFIL SD4**  
Stabilitetsberegninger  
Totalspenninganalyse - ADP  
5 % Forbedring

OPPDRAAG NR. 6100477	MÅLESTOKK 1:400	BLAD NR. -	AV -
TEGNING NR. <b>461</b>			REV <b>A</b>

Material	no	Un.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Friksjonsm.	1	19.50	31.0	3.0				
Silt	4	19.00	28.8	5.5				
Leire	2	19.50	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Kvikkleire	3	19.50	---	---	C-profil	0.85	0.63	0.35



REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
A	18.04.2016	ADP-forhold og høyere motfylling	JHET	TGE	TGE

TEGNINGSSTATUS



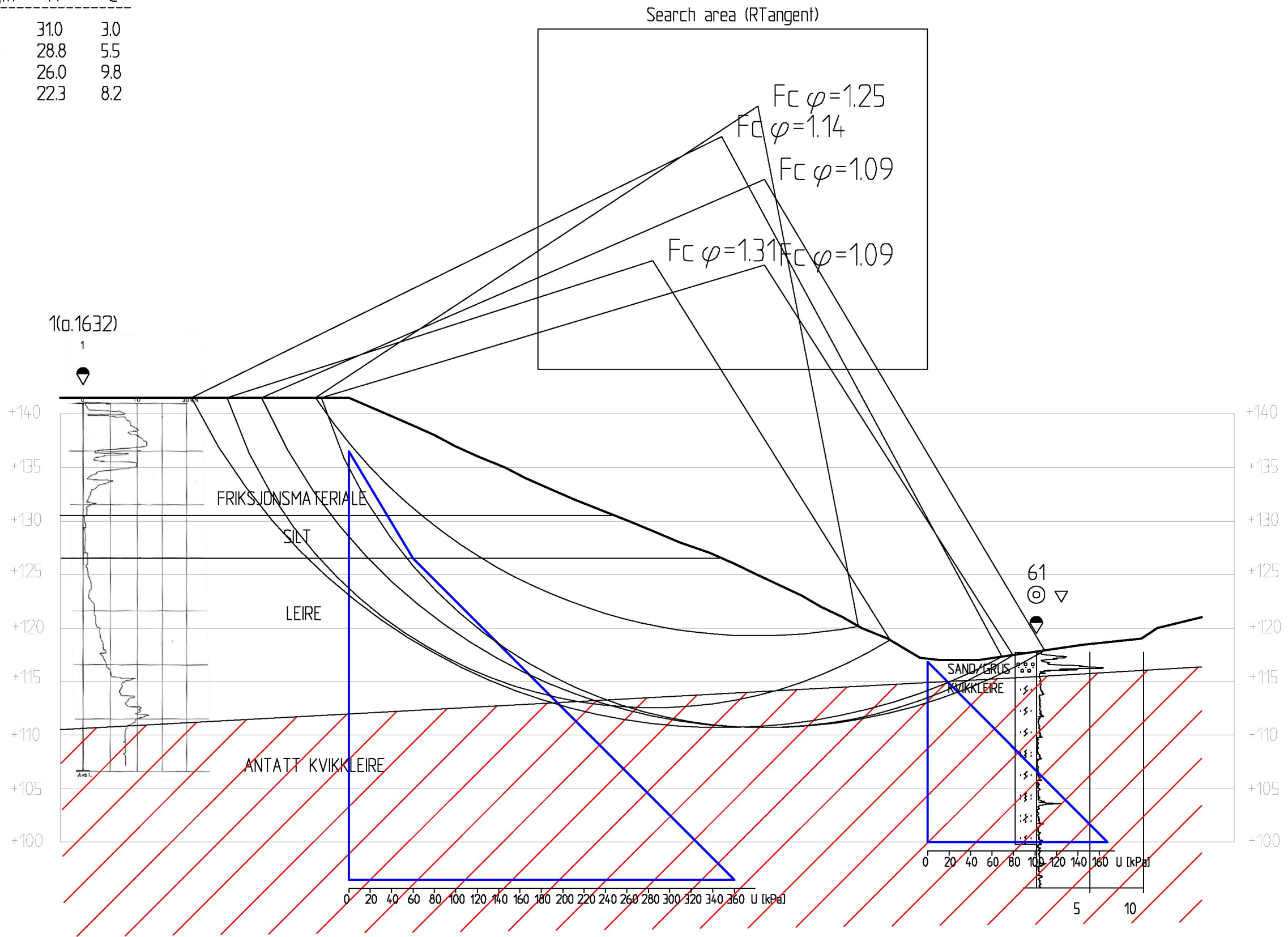
Ramboll Norge AS - Region Midt-Norge  
P.B. 7493 Mellomila 79, N-7018 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

OPPDAG	Kvikkleiresone 1102 Klæbu
OPPDAGSGIVER	NVE Region Midt-Norge

INNHOOLD	PROFIL SD4
	Stabilitetsberegninger
	Totalspenningsanalyse - ADP
	Forbedring F iht. NVEs veileder 7/2014

OPPDAG NR.	6100477	MÅLESTOKK	1:400	BLAD NR.	-	AV	-	
TEGNING NR.						462	REV	A

Material	no	Un.Weigth	Fi	C
Friksjonsm.	1	19.50	31.0	3.0
Silt	4	19.00	28.8	5.5
Leire	2	19.50	26.0	9.8
Kvikkleire	3	19.50	22.3	8.2



REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
A	18.04.2016	Tegnet flere flater	JHET	TGE	TGE

TEGNINGSSTATUS



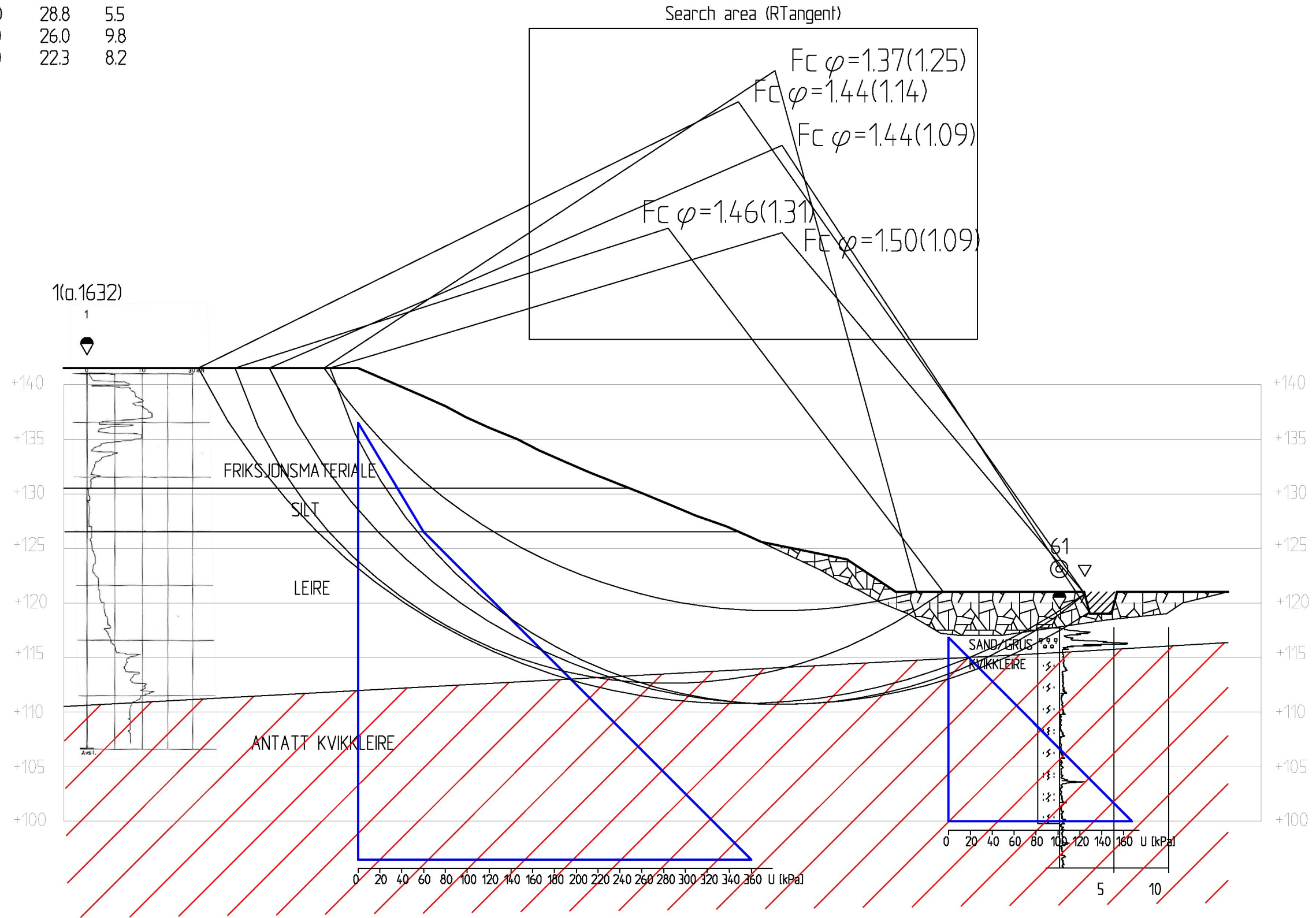
Ramboll Norge AS - Region Midt-Norge  
P.B. 7493 Mellomila 79, N-7018 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

OPPDRAG	Kvikkleiresone 1102 Klæbu
OPPDRAGSGIVER	NVE Region Midt-Norge

INNHOOLD	PROFIL SD4
	Stabilitetsberegninger
	Effektivspenningsanalyse
	Dagens situasjon

OPPDRAG NR.	6100477	MÅLESTOKK	1:400	BLAD NR.	-	AV	-	
TEGNING NR.						463	REV	A

Material	no	Un.Weigth	Fi	C
Friksjonsm.	1	19.50	31.0	3.0
Silt	4	19.00	28.8	5.5
Leire	2	19.50	26.0	9.8
Kvikkleire	3	19.50	22.3	8.2



REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
A	18.04.2016	Høyere motfylling	JHET	TGE	TGE

TEGNINGSSTATUS



Ramboll Norge AS - Region Midt-Norge  
P.B. 7493 Mellomila 79, N-7018 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

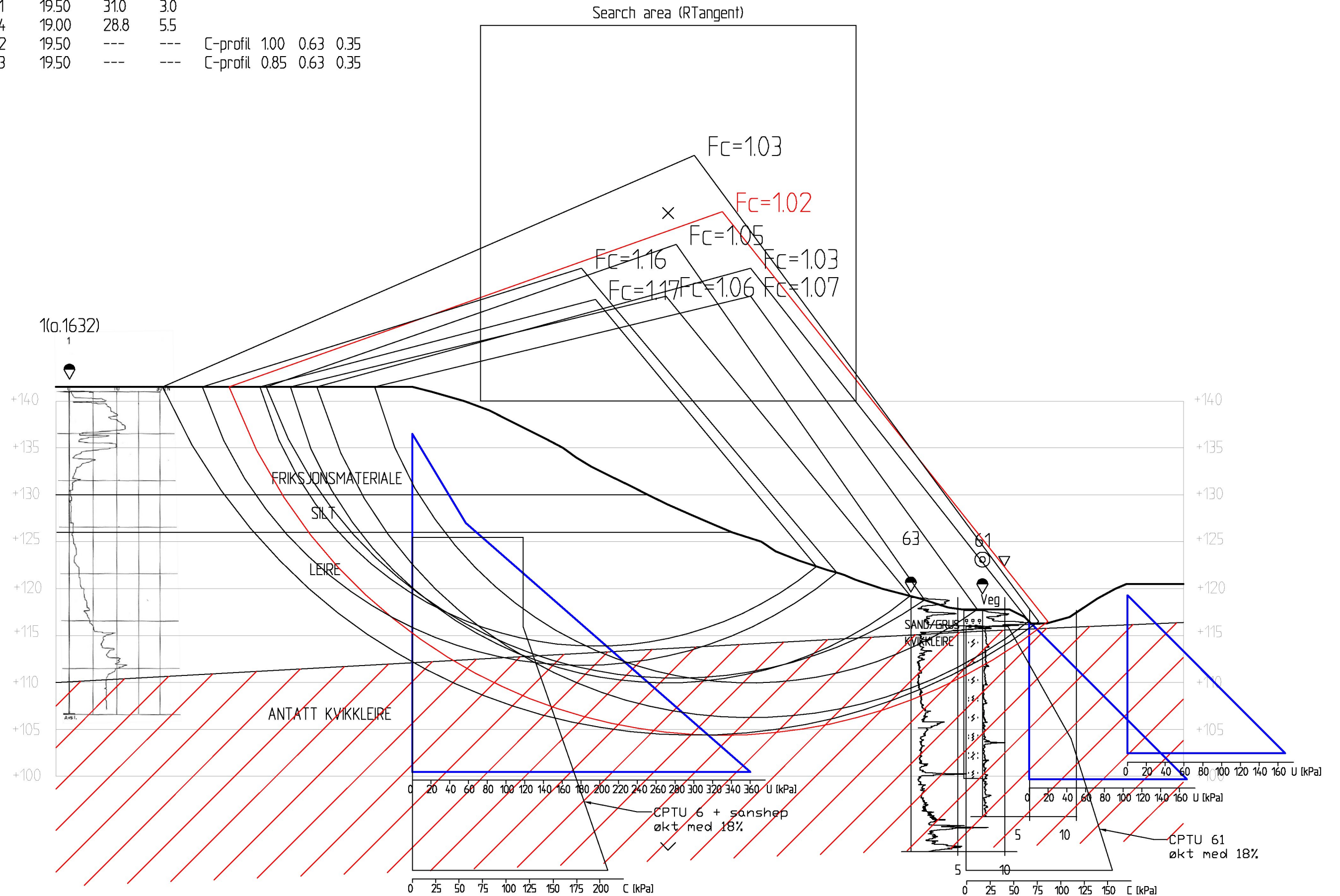
OPPDRAG  
**Kvikkleiresone 1102 Klæbu**

OPPDRAGSGIVER  
**NVE Region Midt-Norge**

INNHOOLD  
**PROFIL SD4**  
Stabilitetsberegninger  
Effektivspenningsanalyse  
5 % Forbedring

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
6100477	1:400	-	-
TEGNING NR.			REV
464			A

Material	no	Un.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Friksjonsmaterie	1	19.50	31.0	3.0				
Silt	4	19.00	28.8	5.5				
Leire	2	19.50	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Kvikkleire	3	19.50	---	---	C-profil	0.85	0.63	0.35



REV.	DATO	ENDRING	JHET	TGE	TGE
A	18.04.2016	ADP-forhold			
			TEGN	KONTR	GODKJ

TEGNINGSSTATUS



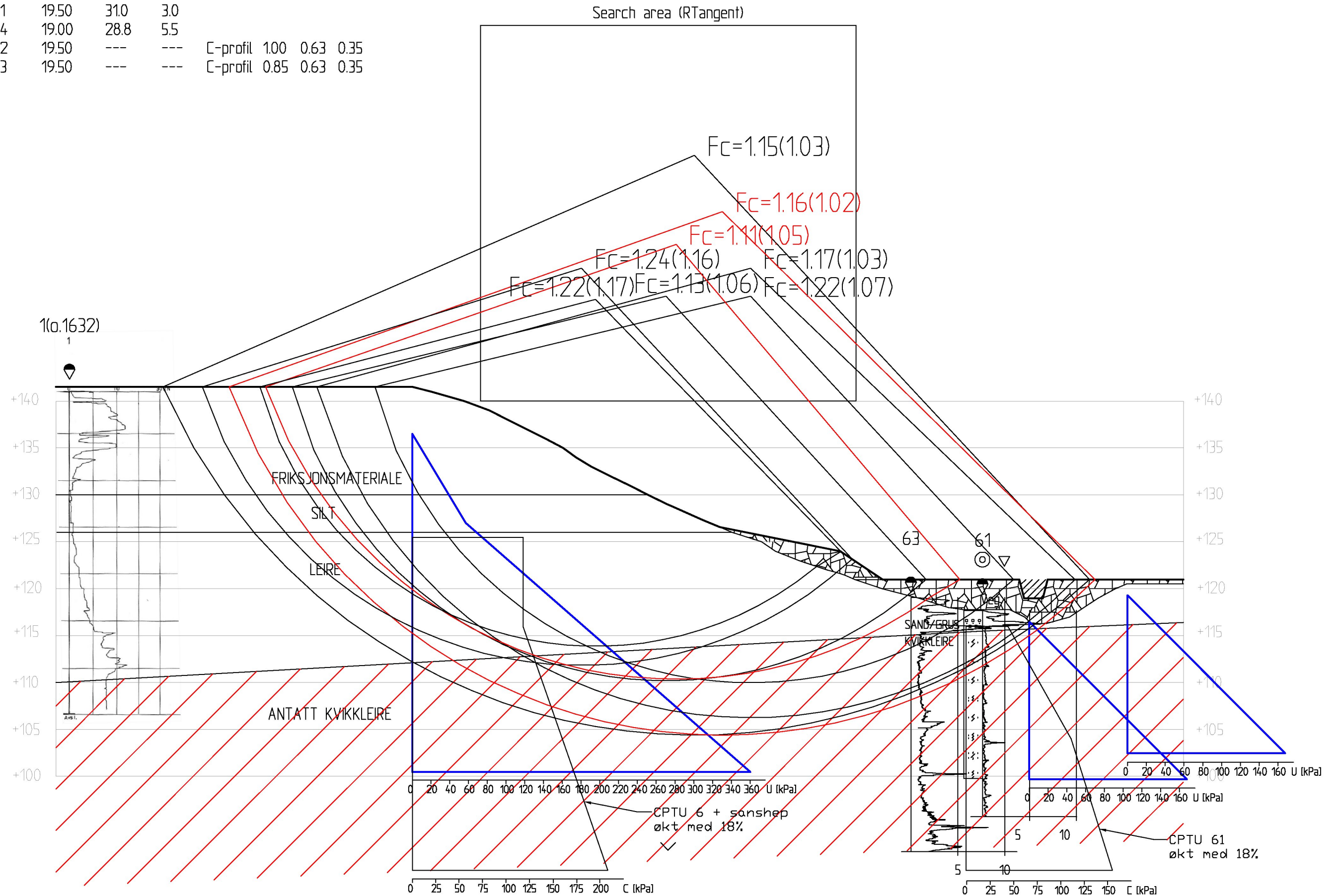
Ramboll Norge AS - Region Midt-Norge  
P.B. 7493 Mellomila 79, N-7018 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

OPPDRAG	Kvikkleiresone 1102 Klæbu
OPPDRAGSGIVER	NVE Region Midt-Norge

INNHOOLD	PROFIL SD8
	Stabilitetsberegninger
	Totalspenningsanalyse - ADP
	Dagens situasjon

OPPDRAG NR.	6100477	MÅLESTOKK	1:400	BLAD NR.	-	AV	-	
TEGNING NR.						470	REV	A

Material	no	Un.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Friksjonsmaterie	1	19.50	31.0	3.0				
Silt	4	19.00	28.8	5.5				
Leire	2	19.50	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Kvikkleire	3	19.50	---	---	C-profil	0.85	0.63	0.35



REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
A	18.04.2016	ADP-forhold og høyere motfylling	JHET	TGE	TGE

TEGNINGSSTATUS



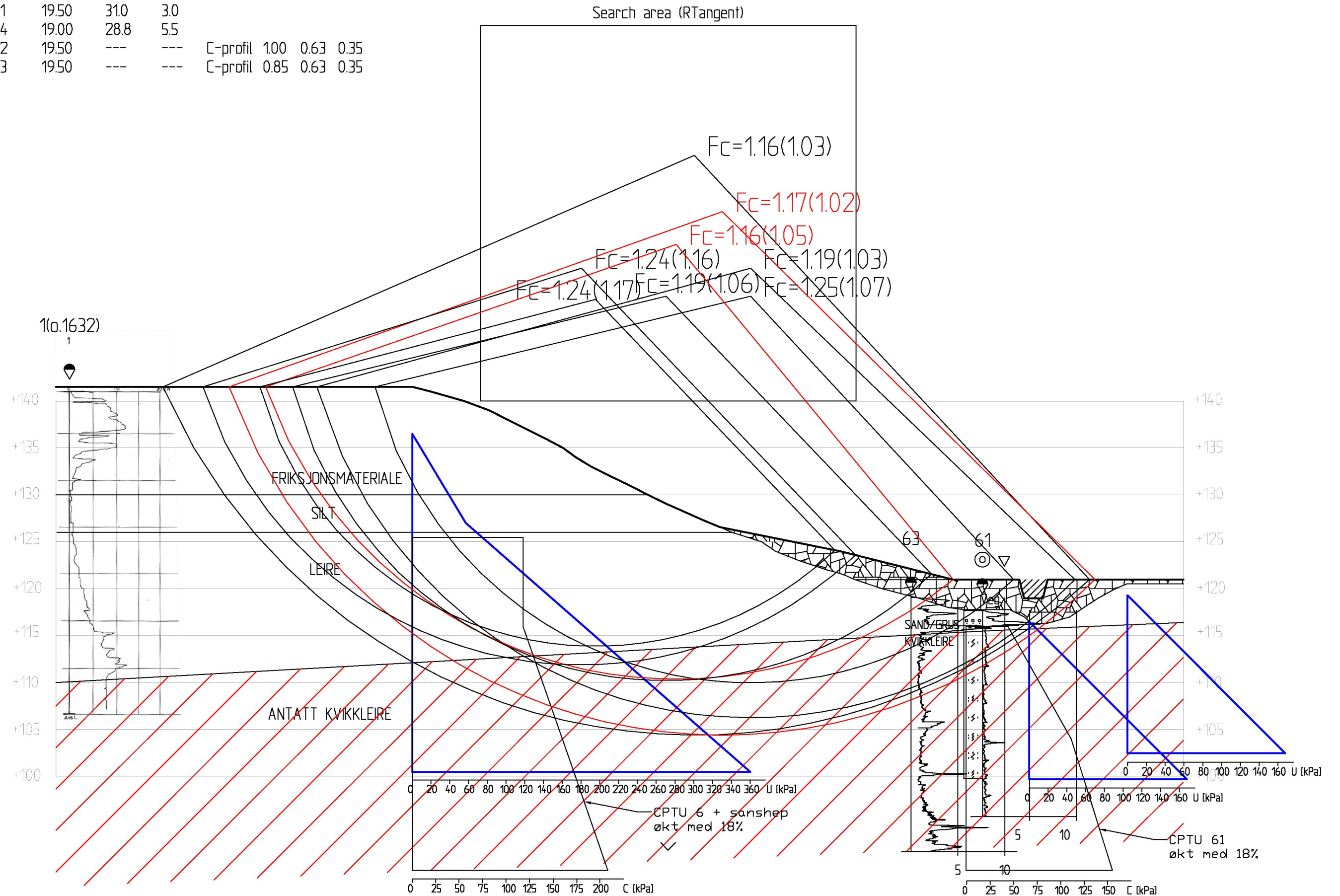
Rambøll Norge AS - Region Midt-Norge  
P.B. 7493 Mellomila 79, N-7018 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

OPPDRAG	Kvikkleiresone 1102 Klæbu
OPPDRAGSGIVER	NVE Region Midt-Norge

INNHOOLD	PROFIL SD8
	Stabilitetsberegninger
	Totalspenningsanalyse - ADP
	5 % Forbedring

OPPDRAG NR.	6100477	MÅLESTOKK	1:400	BLAD NR.	-	AV	-	
TEGNING NR.						471	REV	A

Material	no	Un.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Friksjonsmaterie	1	19.50	31.0	3.0				
Silt	4	19.00	28.8	5.5				
Leire	2	19.50	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Kvikkleire	3	19.50	---	---	C-profil	0.85	0.63	0.35



REV.	DATO	ENDRING	JHET	TGE	TGE
A	18.04.2016	ADP-forhold og høyere motfylling	JHET	TGE	TGE

TEGNINGSSTATUS



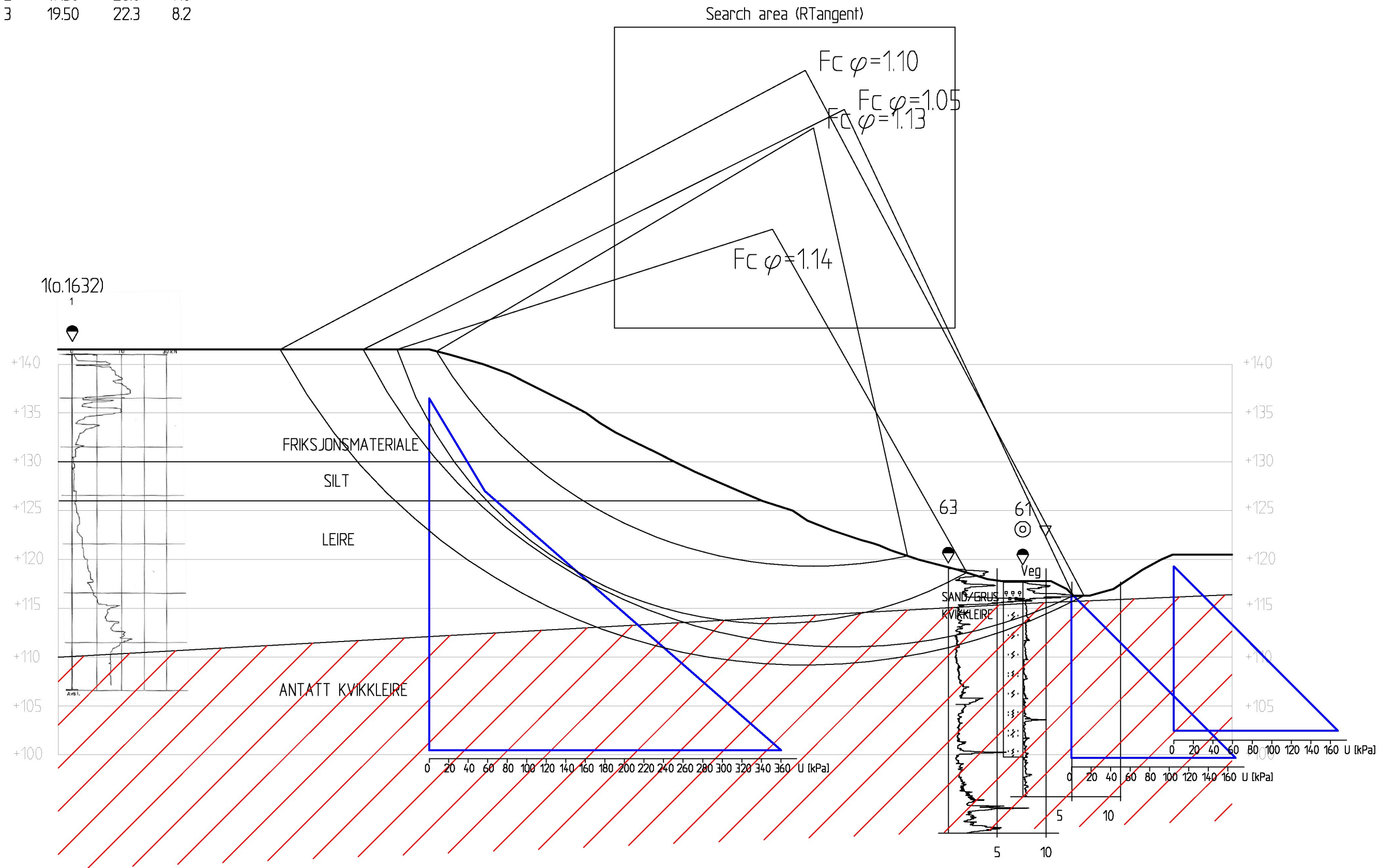
Rambøll Norge AS - Region Midt-Norge  
P.B. 7493 Mellomila 79, N-7018 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

OPPDRAG	Kvikkleiresone 1102 Klæbu
OPPDRAGSGIVER	NVE Region Midt-Norge

INNHOOLD	PROFIL SD8
	Stabilitetsberegninger
	Totalspenningsanalyse - ADP
	Forbedring F iht. NVEs veileder 7/2014

OPPDRAG NR.	6100477	MÅLESTOKK	1:400	BLAD NR.	-	AV	-	
TEGNING NR.						472	REV	A

Material	no	Un.Weigth	Fi	C'
Friksjonsmateri1	1	19.50	31.0	3.0
Silt	4	19.00	28.8	5.5
Leire	2	19.50	26.0	9.8
Kvikkleire	3	19.50	22.3	8.2



REV.	DATO	ENDRING	JHET	TGE	TGE
A	18.04.2016	Tegnet flere flater	JHET	TGE	TGE
TEGNET			TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					



Ramboll Norge AS - Region Midt-Norge  
P.B. 7493 Mellomila 79, N-7018 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

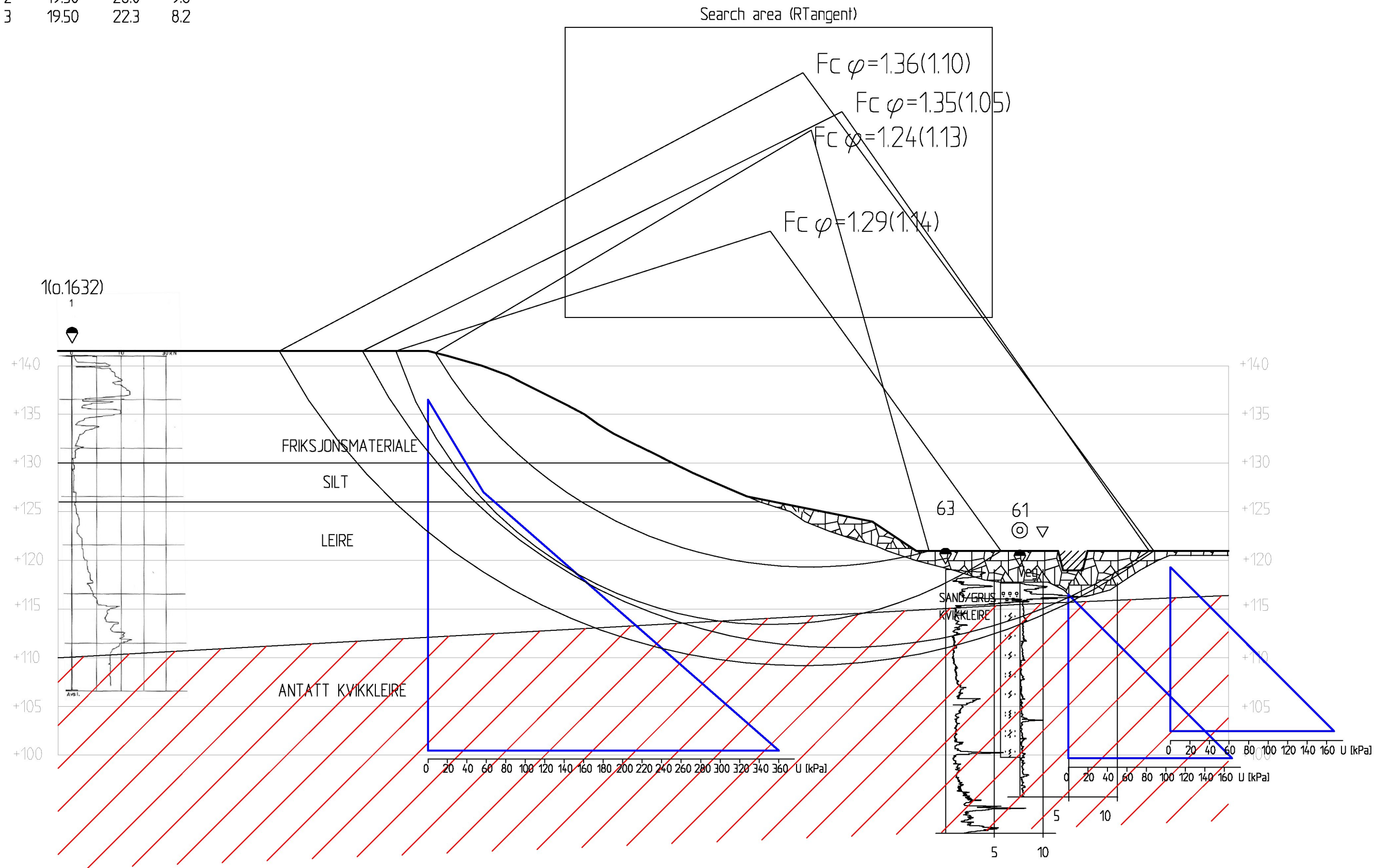
OPPDRAG	Kvikkleiresone 1102 Klæbu
OPPDRAGSGIVER	NVE Region Midt-Norge

INNHOOLD	PROFIL SD8
	Stabilitetsberegninger
	Effektivspenningsanalyse
	Dagens situasjon

OPPDRAG NR.	6100477	MÅLESTOKK	1:400	BLAD NR.	-	AV	-	
TEGNING NR.						473	REV	A



Material	no	Un.Weigth	Fi	C'
Friksjonsmaterie	1	19.50	31.0	3.0
Silt	4	19.00	28.8	5.5
Leire	2	19.50	26.0	9.8
Kvikkleire	3	19.50	22.3	8.2



REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
A	18.04.2016	Høyere fylling	JHET	TGE	TGE

TEGNINGSSTATUS



Rambøll Norge AS - Region Midt-Norge  
P.B. 7493 Mellomila 79, N-7018 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

OPPDRAG	Kvikkleiresone 1102 Klæbu
OPPDRAGSGIVER	NVE Region Midt-Norge

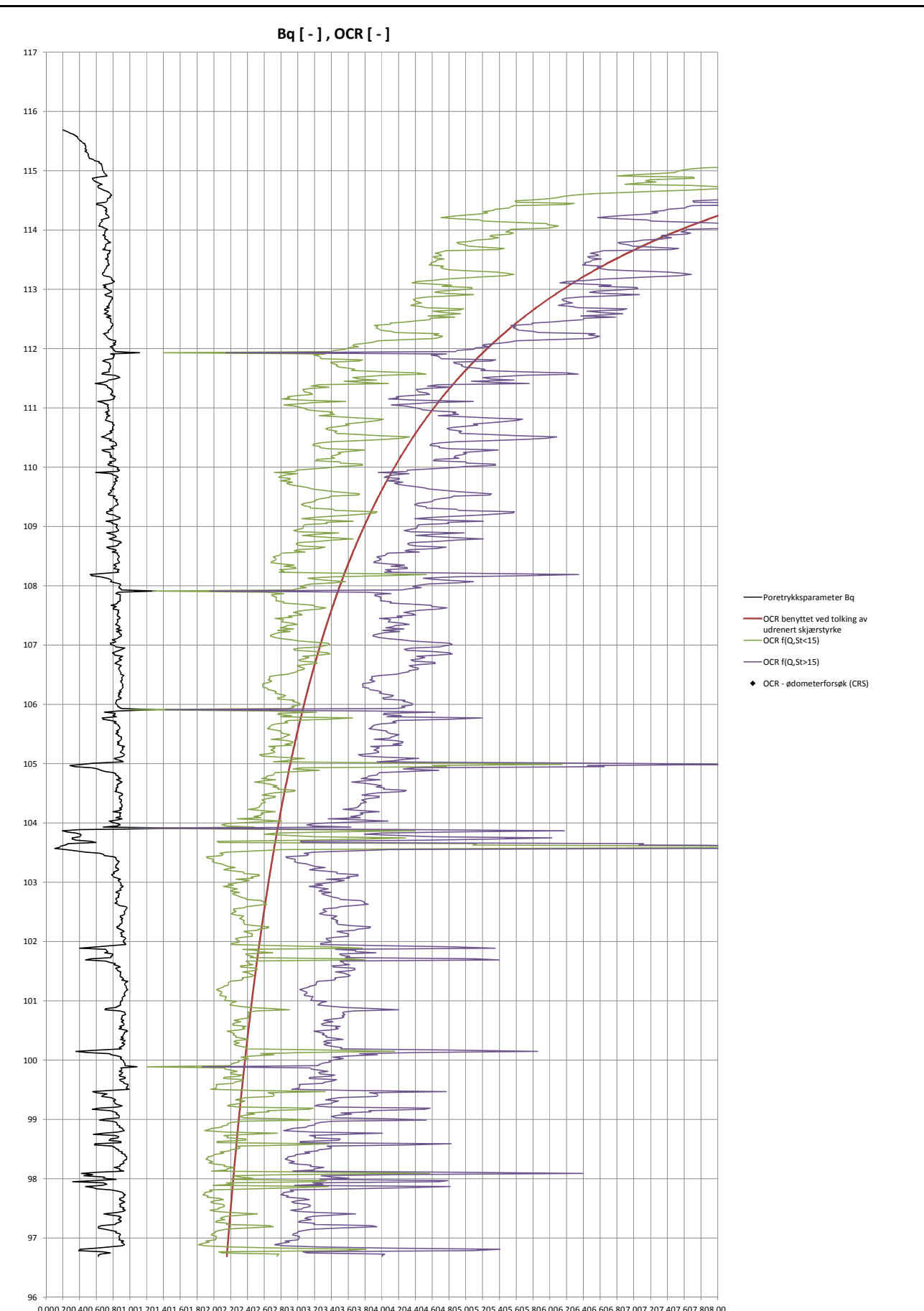
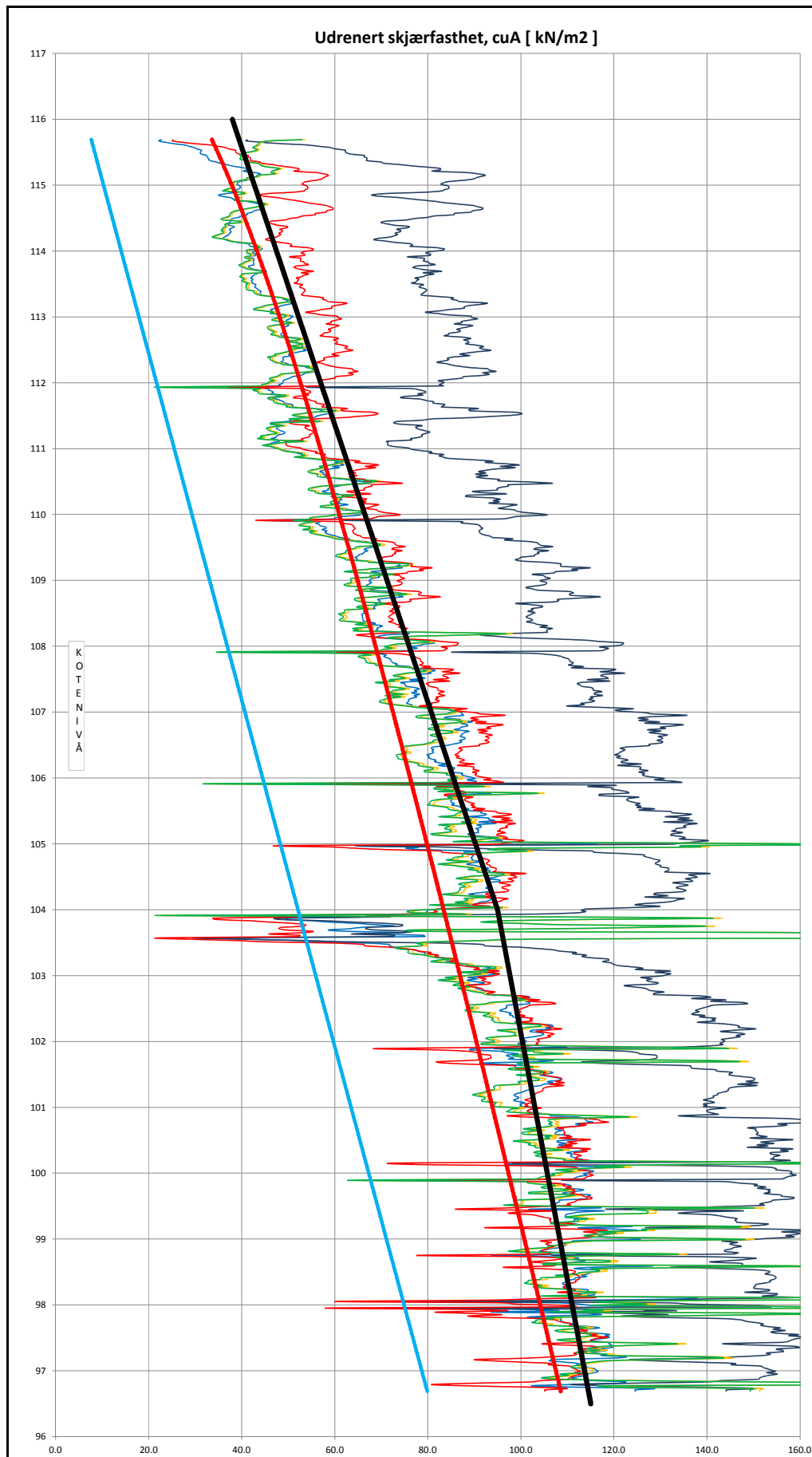
INNHOOLD	PROFIL SD8
	Stabilitetsberegninger
	Effektivspenningsanalyse
	5 % forbedring

OPPDRAG NR.	6100477	MÅLESTOKK	1:400	BLAD NR.	-	AV	-	
TEGNING NR.						474	REV	A

## **Vedlegg 1 – 3**


### **Trykksonderinger CPTU**

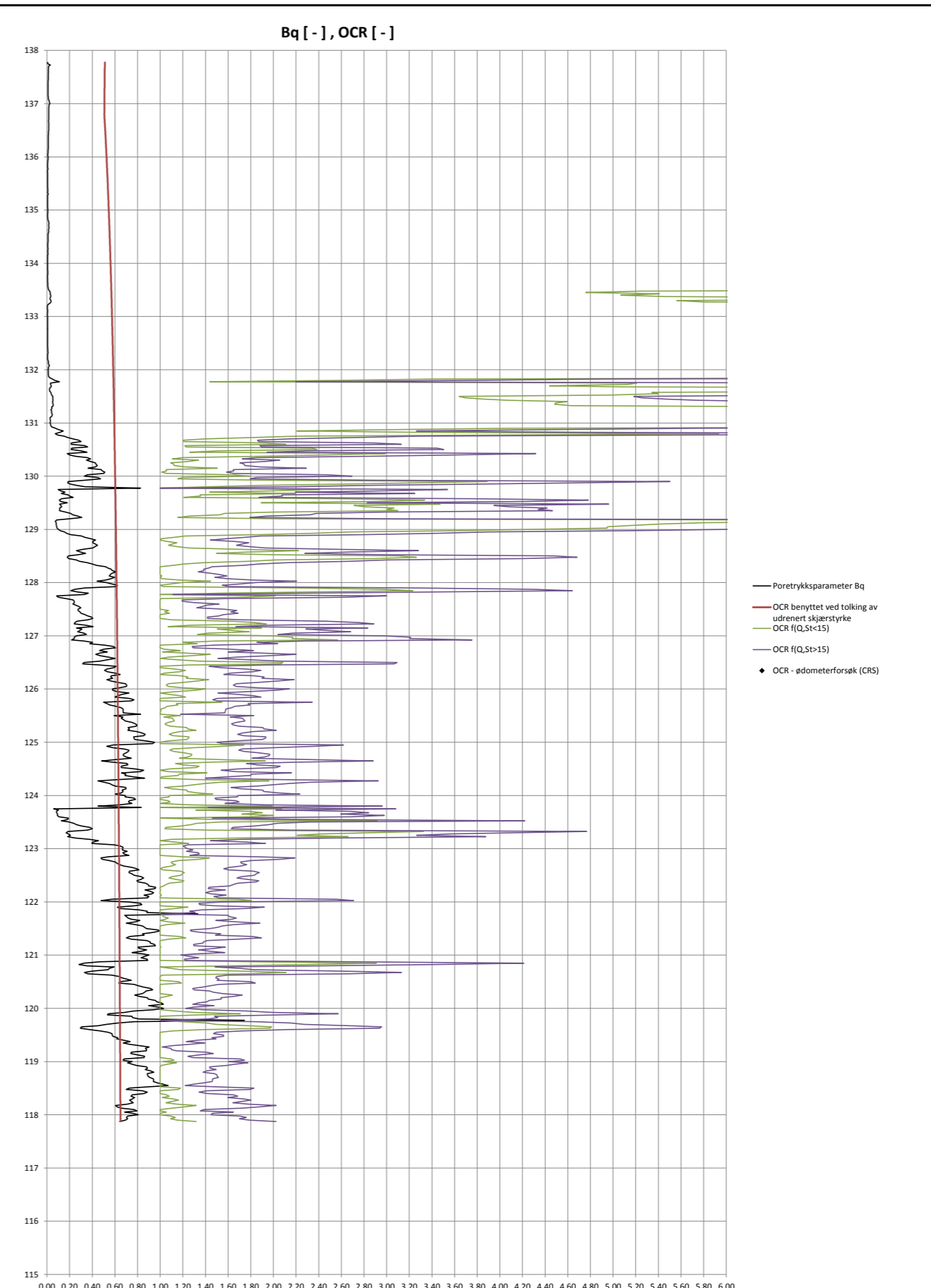
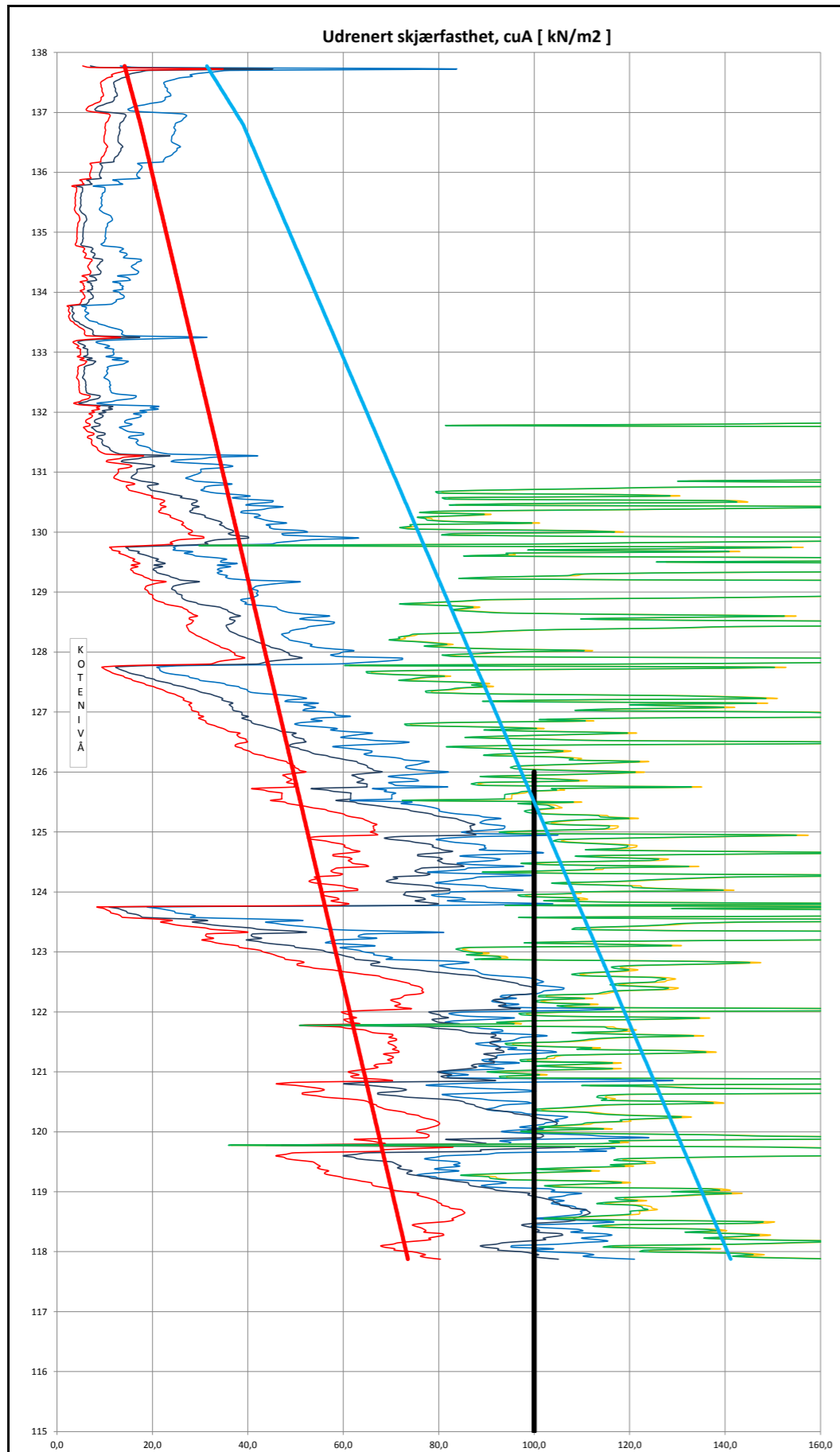
#### **Tolking og dokumentasjon av kvalitet**



	NVE Region Midt-Norge		Oppdrag 6100477
	Kvikkleiresone 1102, søndre del		Tegn./kontr. ODE/TGE
	Borpunkt: 61	Terrenkote: 117.7	Vedlegg 1
	Tolking/presentasjon av CPTU Udrenert skjærfasthet og OCR		Dato 15.08.2014

# DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	4505	Oppløsning:	18-bit
SONDEDATA			
Arealforhold, a:	0,851	Arealforhold, b:	0
Kalibreringsdato:	11.10.2012	Utførende:	Geotech AB
EGENSKAP (fra kalibreringsark)	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimum spenning [MPa]	50	0,5	2
Måleområde [MPa]:	50	0,5	2
Oppløsning 12-bit [kPa]:	-	-	-
Oppløsning 18-bit [kPa]:	0,5741	0,0104	0,0222
Max. temp. effekt, ubelastet [kPa]:	26,9827	0,6968	0,7104
Temperaturområde [°C]:	0-40	0-40	0-40
Merknad:			
UTFØRELSE			
Borpunkt nr.:	61	Dato:	11.08.2014
Borleder:	Foss, Johan	Assistent:	Krokstad, Jon Løvås
Filtertype:	Ferdigmettet porøfilter	Mettningsmedium:	Frostvæske
Forankring:	Ja	Sondetemperatur start [°C]:	12,4
Forboring [m]:	2	Sondetemperatur slutt [°C]:	5,8
Sum boring [m]:	21	Kontroll skriver [m]:	21
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	1,47
Merknad:			
MÅLEVARIALE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt [kPa]:	4,4521	0,1150	0,1172
NULLPUNKTKONTROLL			
FAKTOR	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering:			
Etter sondering:			
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	0,0046	0,3	0,5
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
MÅLESTØRRELSE	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Samlet nøyaktighet, $\Delta_{TOT}$ [kPa]:	9,6262	0,4254	0,6394
Tillatt nøyaktighet A1, $\Delta_k$ [kPa]:	35	5	10
Tillatt nøyaktighet A2, $\Delta_k$ [kPa]:	100	15	25
Tillatt nøyaktighet A3, $\Delta_k$ [kPa]:	200	25	50
ANVENDELSESKLASSE:	1	1	1
Vurdering profil:			
Oppdragsgiver: <b>NVE Region Midt-Norge</b> Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet	Oppdrag: <b>Kvikkleiresone 1102 Klæbu</b>		
Borpunkt nr.:	<b>61</b>	Sonde:	<b>4505</b>
	Dato: <b>11.08.2014</b>	Tegnet: <b>Foss, Johan</b>	Kontrollert: <b>TGE</b>
	Oppdragsnr.: <b>6100477</b>	Vedlegg nr.: <b>2</b>	



	NVE Region Midt-Norge		Oppdrag 6100477
	Kvikkleiresone 1102, søndre del		Tegn./kontr. JHET/TGE
	Borpunkt: 6	Terrengkote: 142	Vedlegg 3
	Tolking/presentasjon av CPTU Udrenert skjærfasthet og OCR		Dato 15.04.2016
			Tegn. Nr. -