

# GEOTEKNISK RAPPORT



|                        |   |                             |   |
|------------------------|---|-----------------------------|---|
| <b>Rapport nr.:</b> 1  | <b>Vår</b> 040.18H/mw   | <b>Dato:</b> 15.2.2019      | <b>Rev:</b> 2   |
| <b>Til:</b>            | Ringerike kommune   | NVE                         |   |
| <b>Oppdragsnavn:</b>   | Geoteknisk utredning kvikkleirefaresone 867 «Støveien» (nytt navn: «Stølandet») |                             |   |
| <b>Emne:</b>           | Prosjektrapport – utredning av områdestabilitet                                 |                             |   |
| <b>Revisjon:</b>       | 1   | 6.3.19                      | Innspill fra 3.p. kontroll (NGI), hoveds. kap. 6.2, 7, vedlegg og tegn.   |
|                        | 2   | 25.3.19                     | Innspill fra Ringerike kommune (endring kap. 5 og 7, ny tegning V11)<br>Oppdatering av referanser mht. av NGI tilsendte rapporter |
| <b>Tiltaksklasse:</b>  | -   |                             | <b>Sign.</b>  |
| <b>Oppdragsgiver:</b>  | Ringerike kommune   |                             |   |
| <b>Utarbeidet av:</b>  | Marco Wendt v/ØRP   | Siv. ing./ geotekniker      | <i>MW</i>   |
| <b>Kontrollert av:</b> | Ismail Aricigil v/ØRP   | Siv. Ing./M.Sc./geotekniker | <i>IA</i>   |



Fig. 1: Bilde tatt ved Gartnerveien i retning vest/sørvest (kilde: Google Earth, 2018)

## Sammendrag:

Det har blitt utført geotekniske grunnundersøkelser i av NVE registrert kvikkleiresone nr. 867 «Støveien» på Hønefoss i Ringerike kommune.

Grunnen i området er hovedsakelig klassifisert som elveavsetninger av NGU. Utførte grunnundersøkelser viser lagdelt, terrassert grunn, hovedsakelig bestående av leire, silt og sand. Mektigheten på løsmasseavsetningen er ukjent, dypeste boring gikk til ca. kote -7 m.o.h. (80 m under terreng) uten at fjellgrunn ble påtruffet.

Det ble oppdaget/påvist kvikkleirelag i grunnen ved 9 av 10 borpunkter.

Foreliggende rapport beskriver gjennomført detaljert utredning av faresonen, samt ny klassifisering av faregrad, stabilitetsberegninger, ny avgrensning av løseområde, avgrensning av utløpsområde og anbefalinger av tiltak.

Etter ønske fra kommunen endres navnet på kvikkleiresone til «Stølandet» (tidl. «Støveien»).

## Innholdsfortegnelse

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | Innledning .....                                     | 3  |
| 2     | Grunnlag.....  | 3  |
| 2.1   | Tidligere utførte utredninger .....                  | 3  |
| 2.2   | Grunnundersøkelser .....                             | 4  |
| 3     | Terreng- og grunnforhold .....                       | 4  |
| 3.1   | Topografi .....                                      | 4  |
| 3.2   | Stratigrafi.....                                     | 4  |
| 3.3   | Poretrykk .....                                      | 5  |
| 4     | Soneavgrensning og klassifisering.....               | 6  |
| 4.1   | Avgrensning av løseområde .....                      | 6  |
| 4.2   | Faregradsklassifisering .....                        | 6  |
| 5     | Sikkerhetskrav for fremtidige tiltak .....           | 7  |
| 6     | Grunnlag for stabilitetsvurderinger .....            | 8  |
| 6.1   | Tolkning av materialparametere .....                 | 8  |
| 6.1.1 | Generelt.....  | 8  |
| 6.1.2 | Prøve-/forsøkskvalitet.....                          | 8  |
| 6.1.3 | Udrenert skjærstyrke.....                            | 9  |
| 6.1.4 | Anisotropi .....                                     | 10 |
| 6.1.5 | Drenerte styrkeparametere .....                      | 10 |
| 6.1.6 | Materialparametere .....                             | 10 |
| 6.2   | Poretrykksvurdering .....                            | 11 |
| 6.3   | Tolkning av lagdeling .....                          | 12 |
| 6.4   | Erosjon.....   | 12 |
| 6.5   | Kritiske snitt og vurdering av skredmekanismer ..... | 13 |
| 7     | Stabilitetsvurderinger .....                         | 14 |
| 7.1   | Generelt.....  | 14 |
| 7.2   | Utførte beregninger .....                            | 15 |
| 7.3   | Sikringsbehov .....                                  | 17 |
| 8     | Avgrensning av utløpsområde .....                    | 17 |
| 9     | Konklusjon og anbefalinger.....                      | 18 |
| 10    | Tegninger og vedlegg .....                           | 19 |
| 11    | Referanser .....                                     | 20 |

# 1 Innledning

I forbindelse med ønske av Ringerike kommune om utredning av områdestabilitet for boligfeltet øst for veien «Støalandet» har det blitt utført geotekniske grunnundersøkelser. Feltet ligger på Hønefoss og grenser til Storelva i vest, ca. på høyde med Petersøya. Området ligger innenfor av NVE registrert kvikkleiresone nr. 867 «Støaveien» og er forholdsvis tett bebyggt med ca. 70 stk. eneboliger samt tilhørende infrastruktur. Kvikkleiresonen omfatter et areal på ca. 160 daa.

Det ble oppdaget/påvist kvikkleirelag i grunnen ved 9 av 10 punkter som ble boret ifm. utført oppdrag. Det ble tidligere indikert og påvist kvikkleireforekomster enkelte steder i området, jfr. /17/, /19/, /21/.

Grunnundersøkelsene ble utført av Romerike Grunnboring AS i oppdrag av Ringerike kommune. Formål med undersøkelsene var fremskaffelse av grunnlag for en detaljert utredning av kvikkleiresonen. Resultatene av grunnundersøkelsene fra felt og lab er presentert i /14/.

Foreliggende rapport beskriver utredning av områdestabilitet for kvikkleiresonen. Det ble dessuten foretatt en mer nøyaktig avgrensning av faresonen for kvikkleireskred samt utløpsområder og foreslått stabilitetsforbedrende tiltak.

**Etter kommunens ønske endres navnet på kvikkleiresonen til «Støalandet».** Dette pga. at betegnelsen «Støaveien» kan føre til misforståelser/forveksling av geografisk beliggenhet med flere andre steder i Norge. Ny sonebetegnelse brukes i det følgende.

## 2 Grunnlag

### 2.1 Tidligere utførte utredninger

Ifm. nasjonal kvikkleirekartleggingen ble området klassifisert som kvikkleiresone av NGI i 1988, jfr. /20/ og /18/. Vurderingsgrunnlag for avgrensning av sonen ble utført ved hjelp av kvartærgeologisk og topografisk kart samt befaring. /20/ henviser bl.a. til NGI-rapport nr. 77035 for mer informasjon om kartlegging av sonen. Under utarbeidelse av foreliggende rapport var det kun delrapport nr. 77035-08 vi hadde tilgang til. Ifm. rev.2 av rapporten fikk vi tilsendt 17 stk. geotekniske rapporter fra området av NGI. To av disse omtalte grunn- og stabilitetsforhold i undersøkt området, jfr. /22/ og /23/. Disse ble gjennomgått og det ble vurdert at innholdet i rapportene ikke gir nye opplysninger som ville endre allerede foretatte vurderinger og beregninger.

Soneavgrensningen i /20/ ble mest sannsynlig utført på grunnlag av topografien, dvs. bunn ravine i øst og sør, vassdrag Storelva i vest og forholdsvis flatt, lavere liggende terreng i nord.

Sonen ble i 2004 og 2006 evaluert av NGI mtp. skredfaregrad, konsekvens- og risikoklasse, jfr. /15/ og /16/. Sonen ble tildelt:

- Faregradklasse: *Lav*
- Konsekvensklasse: *Meget alvorlig*
- Risikoklasse: *3*

Det ble i 2009 utført grunnundersøkelser av NGI i 5 stk. borpunkter med påfølgende stabilitetsberegninger i skråningen mot Storelva, jfr. /15/. Konklusjonen var at terrengstabilitet delvis er bekymringsverdig lavt og at det bør utføres mer detaljerte undersøkelser.

Samtlige tidligere utførte grunnundersøkelser og utredninger av relevans er tatt med i foreliggende rapport.

## 2.2 Grunnundersøkelser

Data fra utførte grunnundersøkelser er gjengitt i /14/. Plassering av borpunktene, metoder og dybder er vist i vedlagt tegning V03 og tegning V01 fra /14/.

Følgende felt- og laboratoriearbeider ble utført i tidsperioden mellom 3.9.18 og 14.2.19:

- 17 stk. totalsonderinger. Sonderingsdybder ml. 30 og 80m under terreng (u.t.).
- 5 stk. CPTU sonderinger. Sonderingsdybder ml. 14 og 29m u.t., intervaller ml. 7 og 21m.
- 9 stk. prøveserier, bestående av totalt 24 stk. 54mm og 18 stk. 72mm sylinderprøver, prøvetakingsdybder mellom 5 og 42m.
- 7 stk. hydrauliske poretrykks-/grunnvannsmålere, fordelt på 3 lokasjoner, måledybder mellom 7 og 18m.
- Rutineanalyse av 42 stk. sylinderprøver med stedlige jordmasser på laboratorium hos NGI.
- 8 stk. CRS ødometerforsøk på laboratorium.

Det bemerkes at 3 stk. opprinnelig planlagte borpunkter i ravinen i sør av økonomiske grunner ikke kom til utførelse, med derav resulterende usikkerhet rundt grunnforhold ved ravinebunn.

## 3 Terreng- og grunnforhold

### 3.1 Topografi

Terrengkoter i undersøkt område ligger mellom ca. +60 m.o.h. ved bunn Storelva og ca. +120 m.o.h. på de høyest liggende platåene nordøst på området. Bunn på ravinen i sør/sørøst ligger på mellom koter +85 og +70 m.o.h.

Eksisterende bebyggelse ligger hovedsakelig på en leirrygg som begrenses av sterkt hellende terreng, dvs. ravineskråninger i øst og sør og elveskråning mot Storelva i vest. Skråningene er svært bratte og høye, med helning på opptil 1:1,5 og høydeforskjell på opptil 40 m. I nord begrenses området av fylkesvei «Vesternbakken» som ble anlagt i skjæring/fylling i mot nord skrånende terreng, høydeforskjell opptil 15m, helning opptil 1:1,5.

De øvre delene av området er preget av 3 til 4 stk. platåer/terrasser med mellomliggende skråninger på ca. 5 til 15 m høyde og helning på ca. 1:2 til 1:3.

### 3.2 Stratigrafi

Løsmassene i området er av NGU klassifisert som elveavsetninger, samt avsetning av marin leire i ravineskråningene i sør/sørøst.

Grunnen i skråningen er preget av terrasserte elvesedimenter i ulike nivåer, imellom havavsatte blandingslag av siltig, sandig leire med varierende andel av fraksjonene. Stratigrafien har bakgrunn i meanderende elveløp, vekselvis fluvial og marin sedimentasjon som følge av landheving, endringer i elve- og flomløp, dannelse av kroksjøer og elvedeltaer. Fluvial nedskjæring/erosjon i tidligere elveskråninger utløste lokale ras og utglidninger som førte til stedvis blanding av marin- og elvesediment. Oven nevnte forhold er bakgrunn for noe «rotete» fremstående stratigrafi, dvs. delvis utydelig horisontal lagdeling og variasjon i massefraksjoner.

Det er tilsynelatende høy lagringstetthet i elvedeimentet slik at det måtte brukes økt rotasjon, delvis slag og spyling under utførelse av totalsonderingene. Høy tetthet skyldes mest sannsynlig at elveavsetningene var utsatt for lengre uttøringsprosesser etter terrassering/ending av elveleiet, før disse ble igjen dekket over av marin leire og andre sedimenter.

Mektigheten på løsmasseavsetningen er ukjent, dypeste boring (borpkt. 3) gikk til ca. kote -7 m.o.h., dvs. ca. 50 m under bunne på Storelva uten at fjellgrunn ble påtruffet.

### 3.3 Poretrykk

Installerte hydrauliske poretrykksmålere viste relativt poreundertrykk (dvs. mindre enn hydrostatisk trykk mellom to måledybder) øverst på området og midt i skråningen mot Storelva, og relativt hydrostatisk poretrykk nederst ved elvebredden. I 2009 av NGI utførte poretrykksmålinger på platået i sør (borpkt. 1\_NGI-09, jfr. tegn. V01 og V03) viste relativt hydrostatisk poretrykk.

Det bemerkes at målingene kun ble utført i høyereliggende leirelag. Dypeste måling ble utført 18 m under terreng. Av økonomiske grunner ble det valgt å ikke installere poretrykksmålere i lag av elveavsetninger eller i bunnen av ravinen. Dermed ble det altså ikke kartlagt evt. hengende grunnvann, dvs. om lag av elveavsetningene virker drenerende eller ikke.



Fig. 2: Oversikt topografi, løsmasser, avgrensning kvikkleiresone før utredning (kilder: geo.ngu.no, atlas.nve.no)

## 4 Soneavgrensning og klassifisering

### 4.1 Avgrensning av løснеområde

Følgende forhold ble tatt hensyn til ved vurdering av ny avgrensning av mulige løснеområder for kvikkleireskred:

- Topografiske forhold.
- Sannsynlig utbredelse av kvikkleire på grunnlag av utførte/foreliggende grunnundersøkelser.
- Sannsynlige, mulige skredmekanismer, vurdert vha. empiriske prinsipper fra /13/.
- Stabilitetsberegninger.

**Avgrensning i sør og øst:** Grensen følger bunnen av ravineskråningen som før. Dette pga. at et mulig skred på naturlig vis stoppes der terrenget flater ut/begynner å stige på motsatt side. Sannsynlig skredtype er rotasjonsskred. Kritisk glideflate med sikkerhet på 1,4 fra udrenert beregning vil strekke seg ca. 50m bak skråningskant innover på plataet.

**Avgrensning i nord:** Det ble lagt vekt på geoteknisk rapport FD513A-2 av Statens vegvesen hvor det bl.a. ble påvist kvikkleire i skråningen over Nansenveien 31, jfr. /19/, samt vurdering av sannsynlig skredmekanisme, jfr. kap. 6. Sannsynlig skredtype er rotasjonsskred med begrensning i løснеområde ved Ivar Aasens vei nederst og ca. 20m bak skråningskanten øverst mtp. kritisk glideflate gjennom kvikkleire med sikkerhet > 1,4.

**Avgrensning i vest:** Grensen følger bunnen av skråningen ved elvebredden som før, se begrunnelse over. Mtp. beliggenheten av kritisk glideflate kan det diskuteres om grensen evt. bør utvides et stykke ned i elveleiet.

**Avgrensning midt/nord:** Det ble trukket en ny grense innerst/nord på området. Bakgrunnen for at denne sonen ble unntatt skredfare er at det ikke er indikasjon på kvikkleire ved borpunkt 5, ved sondering fra /19/ i kryss Vesternbakken - Oddliveien, samt dreietrykksondering nr. 44 fra /18/, utført ved Vesternbakken 13. Denne delen av området ligger dessuten i såpass lang avstand fra skråningskantene i øst, sør og vest at den ikke vil kunne bli påvirket av mulige rotasjonsskred.

Det gjøres oppmerksom på at det også ble påvist kvikkleire i grunnen på eiendom Ole Thorkelsens vei 13, ca. 100m nord for dagens grense, jfr. /21/. Mest sannsynlig foreligger det kvikkleire i store deler av skråningene langs Storelva. I motsetning til Støalandet er topografien i bakkant av disse forholdsvis flat og jevnt. Derfor ble det valgt å ikke utvide sonen nord-/sørover.

Ny avgrensning for løснеområde er vist på tegning V04.

### 4.2 Faregradsklassifisering

Det ble utført en ny evaluering av skredfaregrad på bakgrunn av utførte grunnundersøkelser, se fig. 3. Faregradsevalueringen i /15/ var basert på flere antakelser (forkonsolidering, sensitivitet, poretrykk). Faregrad for kvikkleireskred blir vurdert som «lav».

Faktorene som påvirker konsekvens- og risikoklasse er uendret.

| Evaluering av skredfaregrad for kvikkleiresone nr. 867 «Stølandet» |          |        |                |  |
|--|----------|--------|----------------|--|
| Faktorer   | Vekttall | Score  | Poeng*         | Beskrivelse  |
| Tidligere skredaktivitet   | 1        | 3      | 3              | Flere registrerte skred i 0,5 til 2 km omkrets. Nærmeste topografi tyder på flere mindre og større historiske skred.       |
| Skråningshøyde, meter  | 2        | 3      | 6              | Opptil 40m.  |
| Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)                              | 2        | 1      | 2              | Ved elvebredden er OCR > 2 i øverste kvikkleirelag, men < 2 de fleste andre steder. På bakgrunn av utførte ødometerforsøk. |
| Poreover-/undertrykk   | 3/-3     | -1     | -1             | Delvis høyt undertrykk øverst, målt ca. hydrostatisk trykk/ noe under nederst. Ikke målt i ravinebunn.                     |
| Kvikkleiremektighet  | 2        | 1      | 2              | Mektighet > H/2, men mesteparten av kvikkleire dypere enn skråningsfot.  |
| Sensitivitet   | 1        | 3      | 3              | Opptil 280.  |
| Erosjon  | 3        | 0      | 0              | Erosjonssikring i Storelva i yttersving ved pumpestasjon (se fig. 11), bred og flat strandsone ved ravinebekken.           |
| Inngrep: forbedring/forverring                                     | 3/-3     | 0 (-1) | 0 (-3)         | Score -1 etter utførelse av anbefalt motfylling mellom snitt 2-2 og 3-3.   |
| <b>SUM</b>   |          |        | <b>15 (12)</b> |  |

Fig. 3: Faregradsevaluering

\*Poeng = vekttall x score

## 5 Sikkerhetskrav for fremtidige tiltak

Fortetning av eksisterende bebyggelse, større utbygging innenfor kvikkleiresonen frarådes. Slike tiltak hører til tiltakskategori K4 iht. kvikkleireveileder /4/ (større tilflytting/personopphold), og dersom det skal bygges ut for dette i sonen må sikringstiltakene beskrevet i kap. 7.3 utføres først.

Tiltak iht. tiltakskategori K0-K3 kan gjennomføres så fremt tilfredsstillende sikkerhet iht. /4/ kan påvises. Siden kvikkleiresone «Stølandet» har lav faregrad, vil dette si at tiltak kan utføres dersom de ikke medfører forverring av stabiliteten, jfr. tab. 5.1 og 5.2 i /4/. **I randsonen bak skråningene må slike tiltak utføres kompensert ('vekt av tilførte laster' < 'vekt av fjernet eller erstattete masser')** pga. at det er lav sikkerhet ift. overflateskred, og delvis dyperegående utglidninger i disse områdene. Dette gjelder også mindre, ikke søknadspliktige tiltak iht. SAK10 §4-1, bokstav a), b), c), e) nr.6, e) nr. 7, dvs. oppføring av støttemurer, fyllinger, tilbygg og frittliggende bygg. **Hva som defineres som «randsoner» er vist på tegn. V11.**

Det skal ikke utføres tiltak i skråningene (bygging, utfylling, avgraving, fjerning av større trær etc.) så fremt det ikke foreligger en vurdering ift. påvirkning på skredfare av en kvalifisert fagperson. Evt. fremtidige utfyllinger/endringer ifm. erosjonssikring i elveskråningene på Storelva må prosjekteres og utføres av kvalifiserte fagpersoner slik at lokal- og områdestabilitet forbedres, både i anleggsfasen og etter avsluttet tiltak.

Prosjektering og utførelse av fremtidige tiltak på Stølandet skal følge sikkerhetskrav fra gjeldende NVE kvikkleireveileder, byggesaks-/byggteknisk forskrift og øvrig relevant regelverk pga. at tiltakets virkning ift. skredfare alltid må vurderes av kvalifisert fagperson, jfr. SAK10 §5-4 og TEK17 §7-3. Utbygging på området innerst på Stølandet som er tatt ut av faresonen for kvikkleireskred skal også følge gjeldende regelverk, men her er det ikke fare for kvikkleireskred.

## 6 Grunnlag for stabilitetsvurderinger

### 6.1 Tolkning av materialparametere

#### 6.1.1 Generelt

Materialparametere som ble tolket:

- Overconsolidation ratio «OCR» (fra ødometerforsøk og CPTU korrelasjoner).
- Forkonsolideringsspenning « $p'_c$ » (fra ødometerforsøk).
- Udrenert aktiv skjærstyrke « $s_{uA}$ » (se kap. under).
- Anisotropiforhold «ADP» (fra rutine labforsøk og korrelasjoner fra NIFS rapport 2014/4).

Parametere «OCR» og « $p'_c$ » ble brukt ifm. tolkning av udrenert skjærstyrke og er ikke direkte inputparametere for stabilitetsberegningene.

#### 6.1.2 Prøve-/forsøkskvalitet

En noenlunde pålitelig tolkning av materialparametere fra jordprøver forutsetter god/brukbar prøve- og forsøkskvalitet. Prøvekvalitet bedømmes vha. parametere fra utførte ødometerforsøk.

| Uforstyrrede Prøve |           | OCR [-] | Ødometerforsøk |                    |                  | Prøve-/forsøkskvalitet    |                           |                          | Kval.-klasse (NVE) |
|--------------------|-----------|---------|----------------|--------------------|------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------|
| Pkt.               | Dybde [m] |         | $M_0/M_L$ [-]  | $\Delta e/e_0$ [-] | $\epsilon_a$ [%] | NVE (/6/)                 | SVV (/7/)                 | NGI (/11/, /12/)         |                    |
| 3                  | 16,27     | ca. 2,2 | < 1            | 0,11               | 4,65             | Forstyrret                | Dårlig                    | Dårlig/<br>veldig dårlig | 2                  |
| 3                  | 16,35     | ca. 2,2 | 1,70           | 0,08               | 3,25             | Akseptabel/<br>forstyrret | Akseptabel                | Brukbar/<br>dårlig       | 1                  |
| 8                  | 9,28      | ca. 1,9 | 1,20           | 0,06               | 2,65             | Akseptabel                | Akseptabel                | Brukbar/<br>dårlig       | 1                  |
| 8                  | 9,50      | ca. 1,9 | < 1            | 0,07               | 3,10             | Akseptabel                | Akseptabel                | Dårlig/<br>veldig dårlig | 1                  |
| 8                  | 15,50     | ca. 1,8 | 1,10           | 0,10               | 4,50             | Forstyrret                | Dårlig                    | Dårlig/<br>veldig dårlig | 2                  |
| 10                 | 29,50     | ca. 1,6 | 1,20           | 0,09               | 4,00             | Forstyrret                | Akseptabel/<br>forstyrret | Dårlig/<br>veldig dårlig | 2                  |
| 10                 | 29,50     | ca. 1,6 | 1,10           | 0,09               | 3,70             | Forstyrret                | Akseptabel                | Dårlig/<br>veldig dårlig | 2                  |
| 13                 | 9,45      | ?       | < 1            | ?                  | ?                | Forstyrret                | Dårlig                    | Veldig<br>dårlig         | 2                  |

Fig. 4: Kvalitet jordprøver etter /6/, /7/, /11/, /12/

Bruddeformasjon på enaksialforsøkene lå på ca. ml. 5 og 15 %. Ifølge /7/ indikerer deformasjoner over 5 % forstyrrede prøver for lite sensitiv leire. Sensitive prøver viser tendensielt mindre deformasjoner ved brudd, dvs. en lavere tøyingsnivå ift. prøveforstyrrelse.

Tabell nedenfor gir en oversikt over kvalitet på foreliggende CPTU data. Klassifiseringen gjelder kun nullpunktsavvik, helning og poretrykksrespons. CPTU sonderingsdata som ligger i anvendelsesklasse 1 -2 vurderes som godt egnet til tolkning av jordparametere og jordart/lagdelling. Årsak og betydning av stor stanghelning (anvendelsesklasser 3 og 4) er usikker.



| Sondering |                     | Anvendelsesklasse (kun nullpunktavvik) |                                   |           |         | Kommentar  |
|-----------|---------------------|--|-----------------------------------|-----------|---------|--|
| Pkt.      | Dybde-intervall [m] | Spiss-motstand                         | Friksjon                          | Poretrykk | Helning |  |
| 4_U       | 6,0 – 14,2          | 1                                      | 1 (2 til 4 i få, korte distanser) | 1         | 4 (14°) | Veldig god poretrykksrespons. Bq 0,5 til 0,9 under 10m, ellers rundt 0,4. Delvis sug øverst. |
| 5_U       | 10,0 – 20,0         | 1                                      | 1 (5 ml. 10 og 11,5m).            | 1         | 4 (5°)  | «Merkelig» poretrykk, glatt kurve i store deler. Ukjent årsak.                               |
| 11_U      | 8,0 – 15,0          | 1                                      | 1                                 | 1         | 3 (3°)  | Veldig god poretrykksrespons. Bq 0,4 – 0,9 under 12m og ml. 8 og 11m. Ellers < 0,4.          |
| 12_U      | 4,0 – 19,5          | 1                                      | 1 (2 i få, korte distanser)       | 1         | 4 (7°)  | Veldig god poretrykksrespons. Sug ml. 4 og 7,7m. Bq 0,4 - 1,1 under 8m. Ellers < 0,4         |
| 13_U      | 8,0 – 29,1          | 1                                      | 1 (1 til 5 ml. 19 og 25m)         | 1         | 4 (14°) | Veldig god poretrykksrespons. Bq «hopper» ml. 0 og 0,9 under 14m, ellers rundt 0,4.          |

Fig. 5: Anvendelsesklasser CPTU etter /9/

### 6.1.3 Udrenert skjærstyrke

Udrenert skjærstyrke ble hovedsakelig tolket ved hjelp av korrelasjoner på CPTU feltdata, jfr. /8/. Tolkningen av samtlige CPTU sonderinger viste en god overenstemmelse med empirisk SHANSEP formel for *udrenert aktiv skjærstyrke*  $S_{UA} = \alpha \cdot p'_0 \cdot OCR^\beta$ , med  $\alpha = 0,30$  og  $\beta = 0,80$ , se også vedlegg 1. Skjærstyrkeprofilene ble tilpasset ulike terrengnivåer vha. oven nevnt SHANSEP prinsipp. Tilpassete profiler er eksempelvis vist for terrengsnitt 2-2 i vedlegg 5.

Hovedutfordringen for riktig bruk av oven nevnt sammenheng var korrekt vurdering av poretrykk « $u_0$ » i grunnen pga. at denne påvirker effektivspenningene « $p'_0$ » direkte iht. kjent sammenheng  $p'_0 = p_0 - u_0$ , se kap. under.

Det ble i mindre grad tatt hensyn til skjærstyrke målt fra konus- og enaksialforsøk, hovedsakelig pga. betydning av poretrykk i prøvene under disse forsøkene avviker sterkt fra in-situ forhold, se bl.a. kommentarer i vedlegg 3.

For å ta høyde for sprøbrudd-/tidseffekter ble udrenert skjærstyrke redusert iht. anbefalingen i /8/. Reduksjonen ble «slått sammen» med ADP-faktorene i stabilitetsberegningene, se kap. 6.1.6.

| Udrenert skjærstyrke | Sensitivitet $S_t > 15$ | Sensitivitet $S_t < 15$ |
|----------------------|-------------------------|-------------------------|
| $S_{UA}$             | 12,5 %                  | 5 %                     |
| $S_{uD}$             | 7,5 %                   | 2,5 %                   |
| $S_{uP}$             | 2,5 %                   | 0 %                     |

Fig. 6: Reduksjon av udrenert skjærstyrke iht. /8/

## 6.1.4 Anisotropi

For å ta høyde for anisotropiforhold ved ulike belastninger av jordmassene rundt kritisk glideflate ble det valgt følgende ADP-forhold mellom aktiv, direkte og passiv udrenert skjærstyrke iht. NIFS-rapport 2014/14 (/12/):

| Plastisitetsindeks « $I_p$ » | $S_{uD}/S_{uA}$                   | $S_{uP}/S_{uA}$                   |
|------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| $\leq 10\%$                  | 0,63                              | 0,35                              |
| $> 10\%$                     | $0,63 + 0,00425 \cdot (I_p - 10)$ | $0,63 + 0,00375 \cdot (I_p - 10)$ |

Fig. 7: ADP-faktorer brukt i stabilitetsberegningene iht. /12/

## 6.1.5 Drenerte styrkeparametere

Friksjonsvinkel og attraksjon i leiremassene ble hovedsakelig tolket fra CPTU-data. Tolkning av attraksjonen vha. korrelasjon ml. effektivspenninger og spissmotstand, og tolkning av friksjonsvinkel vha. NTH-metoden (jfr. /11/) viste god konsistens ved 4 av 5 sonderinger, se også vedlegg 1.

Tolkete drenerte parametere fra CPTU-data ble sammenlignet/kontrollert mot erfaringsverdier for foreliggende jordmasstyper. Valgte design-parametere ligger i nedre del av erfaringskala.

### 6.1.6 Materialparametere

| Nr. | Jordlag         | Romvekt $\rho$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | Drenert skjærstyrke           |                      | Udrenert skjærstyrke   | Anisotropi inkl. tidseffekter |       |       |
|-----|-----------------|--|-------------------------------|----------------------|--|-------------------------------|-------|-------|
|     |                 |  | Friksjonsvinkel $\varphi$ [°] | Attraksjon $a$ [kPa] | Aktiv skjærstyrke $s_{uA}$ [kPa]   | A [/]                         | D [/] | P [/] |
| 1   | Topplag/skorpe  | 21,0                                   | 32                            | 4,8                  | SHANSEP<br>$\alpha = 0,30$<br>$\beta = 0,80$<br><br>(gjelder jordlag 4, 6, 7, 9, 10, se vedlegg 5) | -                             | -     | -     |
| 2   | Forvittringslag | 20,0                                   | 28                            | 9,4                  |  | -                             | -     | -     |
| 3   | Elveavsetning 1 | 19,0                                   | 30                            | 1,7                  |  | -                             | -     | -     |
| 4   | Leire 1         | 19,5                                   | 27                            | 7,9                  |  | 0,95                          | 0,62  | 0,30  |
| 5   | Elveavsetning 2 | 19,0                                   | 32                            | 1,6                  |  | -                             | -     | -     |
| 6   | Leire 2         | 20,0                                   | 27                            | 7,9                  |  | 0,95                          | 0,62  | 0,30  |
| 7   | Leire, kvikk 1  | 19,0                                   | 27                            | 7,9                  |  | 0,87                          | 0,59  | 0,29  |
| 8   | Elveavsetning 3 | 19,0                                   | 34                            | 1,5                  |  | -                             | -     | -     |
| 9   | Leire, kvikk 2  | 19,0                                   | 27                            | 7,9                  |  | 0,87                          | 0,59  | 0,29  |
| 10  | Leire 3         | 20,0                                   | 27                            | 7,9                  |  | 0,95                          | 0,62  | 0,30  |

Fig. 7: Materialparametere brukt i stabilitetsberegningene

Forkonsolidering av jordmassene er tolket fra ødometerforsøk og CPTU-data. Pga. at det mest sannsynlig foreligger ikke-hydrostatisk poretrykkforhold også i tidligere, erodert grunn over dagens terreng er det vanskelig å angi et tidligere terreng-/havbunnsnivå for området.

Ødometerforsøkene tyder på at dagens elvedal har hatt ca. samme beliggenhet i postglacial tid. Dette pga. at forsøkene indikerer ca. samme tidligere overdekning/forbelastning av terreng øverst og nederst i skråningen mot Storelva, se fig. under.

| Borpunkt | Kote terreng<br>[-] | Kote jordprøve<br>[-] | Forbelastning «p' <sub>c</sub> »<br>[kPa] | «OCR»<br>[-] | Forbelastning terreng «p' <sub>c, terreng</sub> »<br>[kPa] |
|----------|---------------------|-----------------------|---|--------------|--|
| 3_U      | +76,46              | +57,11                | 700                                       | 2,2          | 320  |
| 8_U      | +98,30              | +89,02                | 550                                       | 1,9          | 290  |
| 10_U     | +95,80              | +66,3                 | 810                                       | 1,6          | 310  |

Fig. 8: Forkonsolidering tolket fra ødometerforsøk

## 6.2 Poretrykksvurdering

Poretrykksforholdene ble vurdert på grunnlag av:

- **Poretrykksmålinger:** in-situ målinger vha. hydrauliske målere, jfr, kap. 3.3.
- **Ødometerforsøk:** vurdering av poretrykk «u<sub>0</sub>» ut ifra tolket effektivspenningsnivå ( $p'_0 = p_0 - u_0 \rightarrow u_0 = p_0 - p'_0$ ).
- **Rutineforsøk:** hvordan målt styrke ligger ift. CPTU korrelasjoner. Stor avvik kan evt. tyde på in-situ over-/undertrykk pga. at dette trykket ikke vil kunne holde seg stabilt i prøven slik at materiale vil være løsere/fastere under rutine styrkemålingene enn i reelle in-situ forhold («unconfined/confined» tilstand).
- **CPTU data:** sammenligning av OCR-korrelasjon med OCR fra ødometer. OCR-tolkning fra CPTU data påvirkes av poretrykk som legges inn i tolkningen.
- **Stratigrafi, topografi:** fritt drenerende lag kan motvirke oppbygging av over-/undertrykk. Poreovertrykk oppstår ofte i lavere liggende deler av skråninger, undertrykk i høyere liggende områder.

Målte in-situ poretrykksforholdene er grafisk fremstilt i vedlegg 4. Følgende in-situ poretrykksmålinger ble utført:

| Måler/<br>borpkt. | Terreng<br>[moh] | Måler<br>[moh] | Vannspeil [moh] |        | Poretrykk [kPa] |        | Kommentar  |
|-------------------|------------------|----------------|-----------------|--------|-----------------|--------|--|
|                   |                  |                | 1. måling*      | 4.1.19 | 1. måling*      | 4.1.19 |  |
| 8P_10M            | +98,27           | +88,27         | -               | <88,27 | -               | 0      | Måler 8P_10M tørr.<br>Poreundertrykk (relativt) antas. |
| 8P_18M            | +98,27           | +80,27         | -               | +81,12 | -               | 8,5    |  |
| 11P_9M            | +78,39           | +69,39         | +75,39          | +73,15 | 60,0            | 37,6   | Poreundertrykk (relativt).                             |
| 11P_14M           | +78,39           | +64,39         | +74,84          | +69,59 | 104,5           | 52,0   |  |
| 12P_7M            | +68,55           | +61,55         | +67,91          | +67,67 | 63,6            | 61,2   | Hydrostatisk poretrykk (relativt).                     |
| 12P_13M           | 68,55            | +55,55         | +67,32          | +67,12 | 117,7           | 115,7  |  |
| 12P_17M           | 68,55            | +51,55         | +67,78          | +66,87 | 162,3           | 153,2  |  |

Fig. 9: Poretrykksmålinger

\*umiddelbart etter installasjon

Forsøk på «tilbakeregning» vha. indikert effektivspenningsnivå på jordprøver fra ødometerforsøk ga indikasjon på muligens hengende grunnvann i de øvre elveavsetningene. Dette vises i poretrykksprofil for borpkt. 10, jfr. vedlegg 4. For å estimere sensitivitet av denne effekten på skråningsstabilitet ble det utført beregninger med og uten hengende grunnvann, jfr. kap. 7.

Samlet vurdering av poretrykksforholdene er gjengitt i vedlegg 3. På dette grunnlaget ble det bestemt design-poretrykksprofiler som er vist i vedlegg 4. Profilene ble brukt til å tilpasse udrenert skjærstyrke til ulike terrengnivåer vha. SHANSEP prinsippet. Profilene ble også brukt som input i utførte stabilitetsberegninger.

### 6.3 Tolkning av lagdeling

Stratigrafien i undersøkt området viser antydning til lagdeling, jfr. også kap. 3.2. Det foreligger elveavsetninger (Ea.) til stor dybde. Lag av elvesedimenter har en tykkelse mellom ca. 3 til 6m og ble hovedsakelig tolket fra totalsonderingsdata.

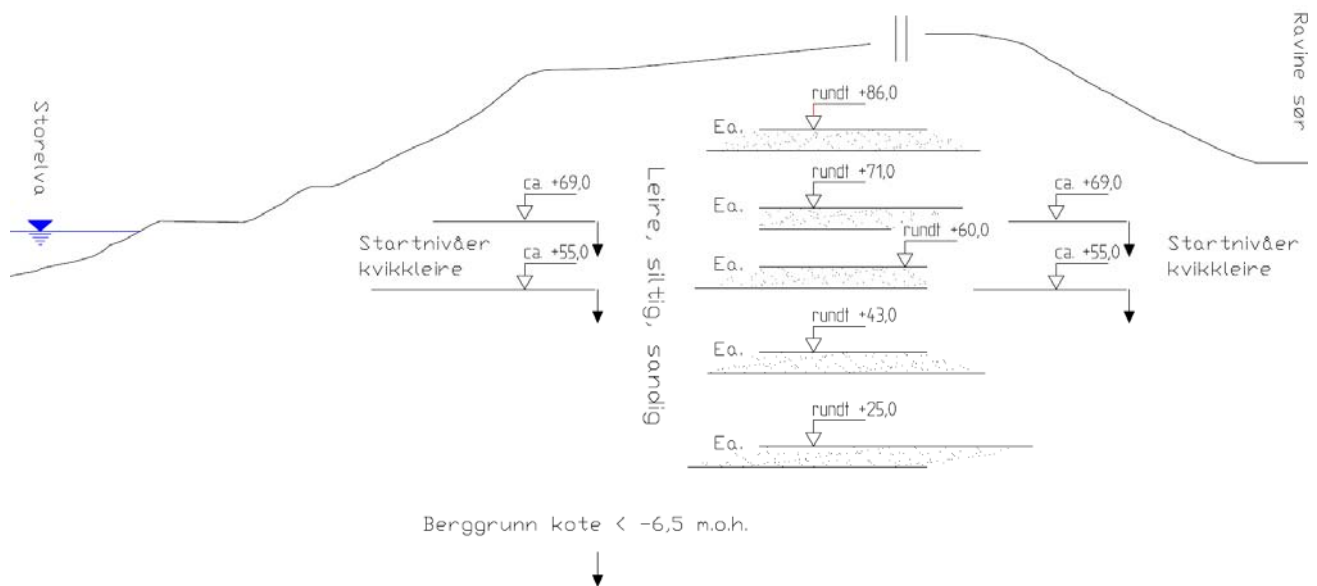


Fig. 10: Tolkning av stratigrafi på Stølandet (snitt øst – vest)

Det bemerkes at startnivåene på kvikkleirelag i skråningen i nord mot Vesternbakken og Ivar Aasens vei er en del høyere. Der ble det oppdaget kvikkleirelag allerede på koter +85 og +80, jfr. /19/. Kvikkleirefunnene på eiendommen Ole Thorkelsens vei 13 (nord for sonen) viser derimot samme nivåene, jfr. /21/.

### 6.4 Erosjon

Erosjonsforholdene i Storelva ble vurdert vha. elvebunnsmålinger fra 1999 og 2016. Dataene er offentlig tilgjengelige på NVE og Statens Kartverket sine nettsider («atlas.nve.no» og «hoydedata.no»).

Dataene fra 2016 ble generert fra laserskanning. I foreliggende utredning ble punktskyen for elvebunnen ekstrahert og sammenlignet med 2 stk. profiler som ble målt med ekkolodd i 1999. Sammenligningen viste at det ikke er tegn til aktiv erosjon i Storelva vest for Stølandet. Bunnprofilene fra 1999 og 2016 er vist på tegning V06.

Det bemerkes at yttersvingen på Storelva langs bebyggelse ved strandsonene i Ole Thorkelsens vei og forbi pumpestasjonen i sør ble erosjonssikret i 1988, samt forlengelse og vedlikehold i 2005, se fig. under. Oppbygging av deltaene ved Tyrifjorden tyder derimot generelt på pågående erosjon/transport av elvesediment fra bunnen/skråningene på Storelva.



Fig. 11: Erosjonssikring i Storelva langs Stølandet (kilde: atlas.nve.no)

Bekkeleiet i ravedalen i sør er ca. 1m dyp med masks helning på ca. 1:35, dvs. ca. 1,6° fall. Skråningen mot boligfeltet ligger hovedsakelig i innersvingen på bekken. Rennende vassdrag eroderer sideterreng hovedsakelig i yttersvinger. Strandsonene på begge sider av bekken er forholdsvis brede med lite tverrfall, dvs. evt. aktiv erosjon vil ikke berøre de bratte skråningene umiddelbart.

## 6.5 Kritiske snitt og vurdering av skredmekanismer

Det ble totalt vurdert og beregnet 5 stk. kritiske snitt, snitt 1-1 til 5-5. Beliggenheten av disse er vist på tegning V05 og figur under. Snitt 1-1 og 2-2 er ca. identiske med snittene beregnet av NGI i 2009, jfr. /17/. Snittene ble valgt slik at alle kritiske skråninger og skråningsdeler rundt leirryggen på Stølandet er representert. Innmålte bunnprofiler ble tatt med i beregningene. Beregningene ble utført med hensyn til normalvannstand i Storelva på +66,70, jfr. NVE rapport nr. 2003/7: «Flomsonekart – delprosjekt Hønefoss» (okt. 2003).

Vurdering av sannsynlige skredmekanismer er utført på grunnlag av beregnede kritiske glideflater og empirisk metode fra NIFS rapport 2016/14, jfr. /13/. Geometriske forhold som ligger til grunn for disse vurderingene er gjengitt på tegningene V07a til V07e. Pga. at kvikkleirelag ligger forholdsvis

dypt under skråningsbunn er mest sannsynlig skredmekanisme rotasjonskred for 4 av de 5 undersøkte snitt. En samlet oversikt er gitt i fig. 13.

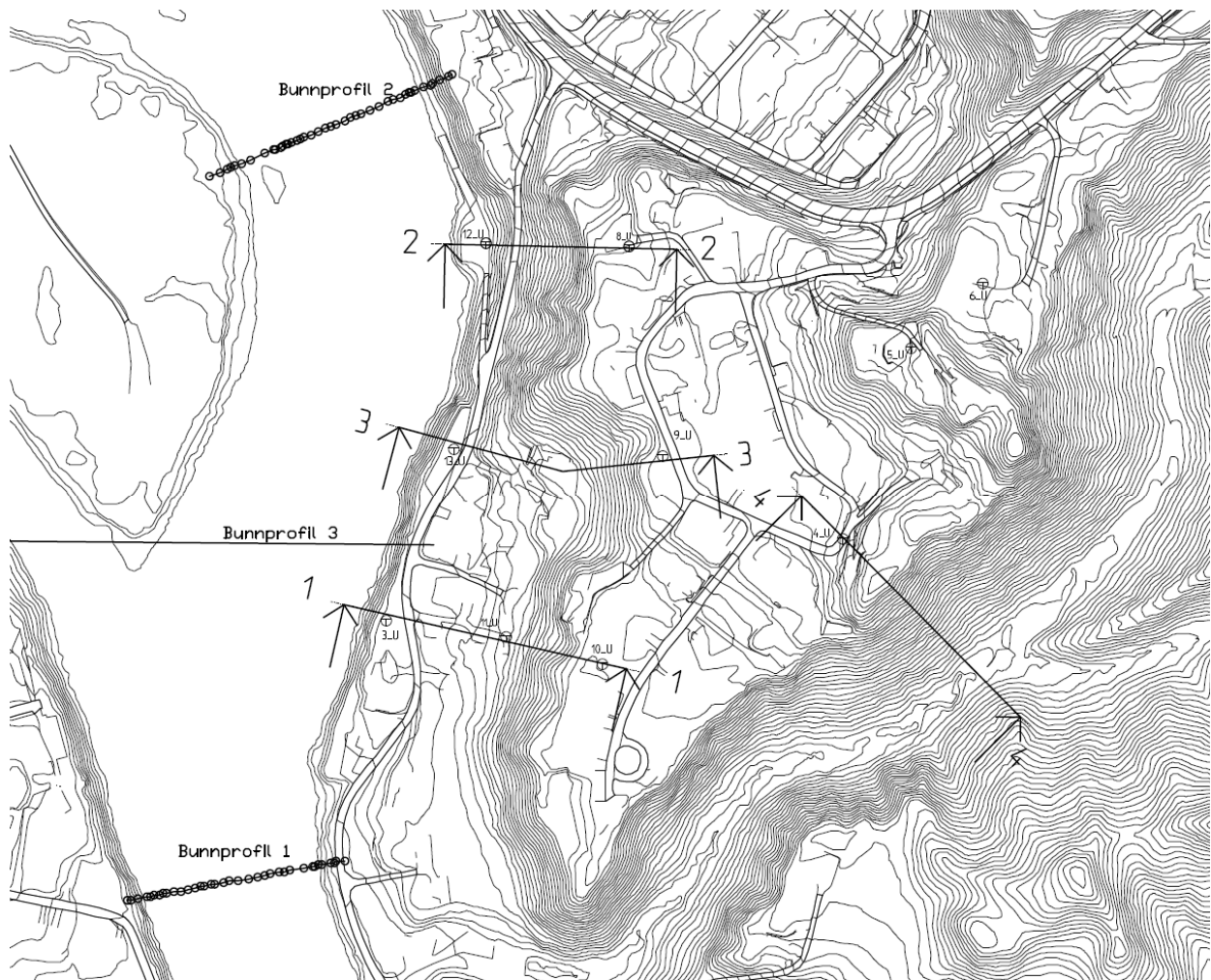


Fig. 12: Oversikt beregningsnitt 1 til 5 og bunnprofiler

## 7 Stabilitetsvurderinger

### 7.1 Generelt

Det bemerkes innledningsvis at den mest sannsynlige skredmekanismen i skråningene er rotasjonskred, dvs. ikke kvikkleiretypisk skred, hverken bak- eller forover rettet, jfr. figur under. Mulig retrogresjon foreligger kun for snitt 3-3. Pga. begrenset utstrekning av leirryggen bakover og «omslutning» av dette snittet mellom to snitt som ikke har samme skredmekanisme vil det i realiteten ikke oppstå et kvikkleiretypisk områdeskred.

En har derimot likevel valgt å opprettholde klassifisering av området som kvikkleiresone med definert faregrad. Dette pga. at området er forholdsvis tett bebygd og vurderingene rundt skredmekanismene er basert på empiriske metoder som vil være under stadig utvikling i mange år fremover.

## 7.2 Utførte beregninger

Det ble utført:

- Udrenerte  $\alpha$ -analyser av terrengstabilitet, dvs. beregninger med drenerte parametere for leirelag i kombinasjon med poretrykksprofiler.
- Udrenerte  $s_u$ -ADP analyser, dvs. beregninger med udrenerte parametere for leirelag.

Sistnevnte beregningene kan anses som en blandet analyse, pga. at det ble brukt drenerte parametere for topplag og lag med elveavsetninger.

Dagens skråninger vurderes å foreligge i drenert tilstand. Med «drenert tilstand» menes at det kun foreligger «utkonsoliderte» spenningstilstander i leirelag med udrenert lastrespons. Med hensyn til sikkerhetskonseptet i gjeldende TEK17/NS-EN 1997 vil en beregnet sikkerhetsfaktor på 1,25 i dagens skråninger kunne anses som tilstrekkelig stabilt.

Ved belastningsendringer som følge av f.eks. ny bebyggelse, fyllinger, stenging av dreinsveier vil leirelag under topplag respondere med oppbygging av poretrykk slik at tilstand i skråningene vil endres fra drenert til udrenert. For udrenert tilstand vil det kreves en beregnet sikkerhetsfaktor på 1,40 mht. tilstrekkelig stabile forhold.

**I mest kritisk snitt 2-2 viser utførte drenerte beregningene mobilisering av kritiske glideflater opptil 90%. Dagens skråninger har altså en viss robusthet ved en evt. plutselig opptredende, udrenert tilstand forårsakende belastningsendring.**

Stabilitetsberegningene ble utført vha. program Geosuite Stability versjon 15.4.0.0 med beregningsmotor BEAST 2003 (likevektsmetode). Programmet anses som vel egnet for foreliggende utredninger pga. mulighet for beregning med ikke-lineare poretrykks- og skjærstyrkeprofiler.

For 2 av 5 beregnete snitt ble det lagt inn forsiktig antatte faktorer for (ensidig) sidefriksjon for å ta høyde for romlige effekter som elliptisk utforming av 3D-glideflater i lengderetning og begrenset utstrekning av skråningene (stabiliserende effekt i endene av glidelegeme), se tabell under.

**Beregningene med sidefriksjon viser i underkant av 5% høyere stabilitet. Dette anses som konservativt ift. i bransjen ofte brukt 10% «påslag» ved utpreget uregelmessig «romlig topografi».** Geometrien og beliggenheten på kritisk glideflate påvirkes i lite grad av valgte 3D faktorer, jfr. tegn V10a til h.

Det ble lagt inn bygnings- og trafikkklaster hvor dette ble ansett som realistisk (f.eks. boliger uten kjeller).

Tabell med beregningsresultater viser at det kun er snitt 2-2 som har kritisk lav sikkerhet. Dette snittet ble også ansett som mest kritisk i NGI sine utredninger i 2009, jfr. /17/. Beregnet sikkerhet ligger noe høyere enn beregningene fra 2009. I dette snittet ble det også utført en beregning med hengende grunnvannsnivå i det øverste laget med elveavsetninger. Hengende grunnvann/ «drenering» av poretrykk er antydnet i dette laget, jfr. kap. 6.2 og vedlegg 4. Beregningen ga ca. 4% høyere sikkerhet.

Delvis lav sikkerhet mot lokale glideflater nederst og øverst i skråningene samt snitt 4-4 skyldes konservativt valgte verdier for attraksjon i tørrskorpe- og forvittringslag, se også fig. 7. Dette slår ut for lokale glideflater som kun går gjennom disse lagene. Reell sikkerhet vurderes som en god del høyere. Erfaringsstall viser verdier for attraksjon i slike lag på opptil 100 kPa, jfr. f.eks. /9/ og /10/.

Resultatene på stabilitetsberegningene er på tegning V10a til V10h.

| Snitt | 3D side friction (GS) | Sikkerhetsfaktor kritisk glideflate udrenert ( <i>drenert</i> ) beregning |                     |                                  |                               |   |                     | Sannsynl. skredtype iflg. NIFS 2014/16 | Kommentar beregningsgrunnlag   |
|-------|-----------------------|---|---------------------|----------------------------------|-------------------------------|---|---------------------|--|--|
|       |                       | Glideflate nederst <sup>(3)</sup>   |                     | Glideflate øverst <sup>(3)</sup> |                               | Lang glideflate   |                     |  |  |
|       |                       | I kvikkleirelag   |                     | I kvikkleirelag                  |                               | I kvikkleirelag   |                     |  |  |
|       |                       | Ja  | Nei                 | Ja                               | Nei                           | Ja  | Nei                 |  |  |
| 1     | 0,000                 | 1,78  | 1,71                | /                                | 1,56                          | 1,72  | /                   | Rotasjons-skred                        | 2D-beregning uten romlige effekter. Konservative poretr.-forhold. Best dokumentert snitt mht. grunnforhold (4 sonderinger, 3 prøveserier)  |
| 2     | 0,007                 | 2,52<br>(1,47) <sup>(1)</sup>   | /                   | /                                | 1,24<br>(1,07) <sup>(1)</sup> | 1,19<br>1,22 <sup>(2)</sup><br>(1,12) <sup>(1)</sup><br>(1,31) <sup>(2)</sup> | /                   | Rotasjons-skred                        | Poreundertrykk i toppen. Ingen hengende grunnvann, hydr. trykk nederst. Bygnings- og trafikklaste på toppen/midten. Best dokumentert snitt mht. poretrykk (5 stk. målere, 2 stk. gode ødometerforsøk).                   |
|       | 0,000                 | 2,42<br>(1,50) <sup>(1)</sup>   | /                   | /                                | 1,17<br>(1,05) <sup>(1)</sup> | 1,13<br>(1,08) <sup>(1)</sup>   | /                   |  |  |
| 3     | 0,000                 | 1,44  | 1,31 <sup>(4)</sup> | /                                | 1,47                          | 1,48<br>(1,48) <sup>(1)</sup>   | /                   | Retrogressivt skred <sup>(5)</sup>     | 2D-beregning uten romlige effekt. Konservative poretrykksforhold (ingen negativt trykk, ingen hengende grunnvann, overtrykk nederst).  |
| 4     | 0,004                 | /   | /                   | /                                | /                             | 1,30 <sup>(4)</sup><br>(1,28) <sup>(1,4)</sup>                                | 1,07 <sup>(4)</sup> | Rotasjons-skred                        | Kvikkleireforekomst i nedre del av skråningen usikker (ingen boring i ravinen). Konservative poretrykksforhold (ingen negativt trykk, ingen hengende grunnvann, overtrykk nederst). Bygnings- og trafikklaste på toppen. |
|       | 0,000                 | /   | /                   | /                                | /                             | 1,24 <sup>(4)</sup><br>(1,24) <sup>(1,4)</sup>                                | 1,04 <sup>(4)</sup> |  |  |
| 5     | 0,000                 | /   | 1,80                | /                                | 1,34 <sup>(4)</sup>           | 1,55  | /                   | Rotasjons-skred                        | 2D-beregning uten romlige effekter. Bygnings- og trafikklaste på toppen.   |

<sup>(1)</sup> Drenerte beregninger.

<sup>(2)</sup> Beregning utført med hengende grunnvannshorisont på kote +68,5 m.o.h. (lag «Elveavsetning 1»). Poretrykk- og skjærstyrkeprofilene ble tilpasset.

<sup>(3)</sup> Pga. usikkerhet/konservative antakelser ift. attraksjon i topplag ble det ikke tatt hensyn til veldig grunne glideflater (< 1m dybde).

<sup>(4)</sup> Trolig en del høyere i realiteten pga. stor betydning av konservativt valg av attraksjon i øvre lag samt stabiliserende virkning av rotsystem til høye trær.

<sup>(5)</sup> Kun teoretisk, se kap. 7.1.

Fig. 13: Oversikt resultater fra stabilitetsberegningene



## 7.3 Sikringsbehov

**Nedenfor omtalt krav om sikringstiltak gjelder kun ifm. evt. ny utbygging på Stølandet som vil medføre tilflytting av personer eller økt personopphold.** Situasjonen er ikke utpreget prekært pga. at det er beregnet nesten er 12% margin i forhold til dyperegående terrengbrudd for dagens skråning uten ytterligere belastning (drenert tilstand). Pga. høyt antall av eksisterende bebyggelse/personopphold kan utførelse av sikringstiltak vurderes selv om det ikke legges opp til ytterligere utbygging.

Beregnet sikkerhet i nordre del av skråningen mot Storelva (snitt 2-2) ligger en del under omforent sikkerhetsnivå. Med bakgrunn i krav fra NVE sin kvikkleireveileder for utbygging i kvikkleiresoner ble det vurdert tiltak for økning av stabilitet, tilsvarende krav om prosentvis forbedring, jfr. fig. 5.1 i /4/. Dette betyr at sikkerhet etter utført stabiliserende tiltak skal ligge 6% høyere ift. beregnet sikkerhet fra udrenert analyse på 1,19.

Tradisjonelle tiltak for forbedring av skråningsstabilitet er:

- 1) Avlasting/planering av arealer på skråningstopp.
- 2) Motfylling i skråningsbunn.
- 3) Grunnforsterkning vha. kalk-sement peler.
- 4) Avskjæring av kritiske glideflater vha. bakforankret spunt e.l.
- 5) Jordnagling.
- 6) Dreneringstiltak ved høyt poreovertrykk eller høy grunnvannsnivå.

Mulighetene diskuteres ikke i detalj pga. at det er åpenbart at forholdsvis tett bebyggelse gjør det vanskelig å utføre andre tiltak enn tiltak nr. 2). Det bemerkes også at forholdsvis høy fasthet i grunt liggende jordlag over kvikkleira og stor dybde til fjell utelukker tiltak nr. 3) og 4).

Nødvendig fyllingsvolumen for å øke stabiliteten i snitt 2-2 med 6% ble overslagsmessig beregnet til 16.000m<sup>3</sup> fast volum. Geometri på motfyllingen ble forsøkt tilpasset slik at det blir minst mulig inngripen i dagens elveleie. En evt. mer optimal plassering og utforming av motfyllingen vil være gjenstand for detaljprosjektering.

Foreslått plassering av fylling og snitt er vist i tegningene V08 og V09.

**Det bemerkes at sikkerhet mot forholdsvis dypt gående glideflater (ikke gjennom kvikkleire) i snitt 4-4 er veldig lav,** også ved bruk av høyere verdier for attraksjon i leirmassene. Grunnforholdene i bunnen av ravinen ble av økonomiske grunner ikke kartlagt ifm. foreliggende utredning. Vi anbefaler at dette gjøres til et senere tidspunkt. Muligens bør en da vurdere tiltak for stabilisering av (deler av) ravineskråningene i øst/sørøst også. Dette blir særlig aktuelt ifm. evt. større utbygging/fortetning innenfor østre/sørøstre del av kvikkleiresonen.

## 8 Avgrensning av utløpsområde

NIFS rapport 2016/14 angir maksimal utløpsdistanse for rotasjonsskred i alle type terreng til  $utløpsdistanse \llcorner L_u \llcorner = 0,5 \cdot løpsdistanse \llcorner L \llcorner$ .

Dette ville for snitt 1-1 og 3-3 gir utløpsdistanser på ca. 120m, og ca. 60m for snitt 2-2 og 4-4. I praksis vil skredutløpet bli begrenset av stigende terreng på andre siden av elve- og ravedalen. Et skred i skråningen i nord vil kunne ha en utløpsdistanse på 25m.

Avgrensning av utløpsområde på grunnlag av disse betraktningene er vist i tegning V04.

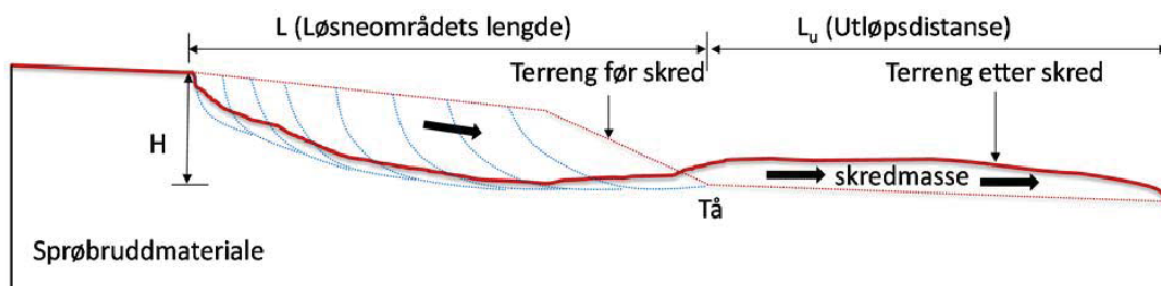


Fig. 14: Forklaring av terminologien (kilde: NIFS rapport 2016/14, fig. 2.1)

## 9 Konklusjon og anbefalinger

Stabilitet i skråningene i undersøkt området/kvikkleiresone «Stølandet» er noe bedre enn vurdert i NGI rapport fra 2009, jfr. /17/. Ny avgrensning av sonen er omtrent som før, med mindre endringer midt/nord på området. Faregrad, konsekvensklasse og risikoklasse er uendret.

Typisk frem-/bakoverrettet kvikkleire skredutbredelse ved mulige kvikkleireskred vurderes som usannsynlig. Sannsynlig skredmekanisme er rotasjonsskred i alle skråninger.

Det anbefales:

- At sikringstiltak som beskrevet i kap. 7.3 og tegninger V08, V09 vurderes (strengt tatt ikke nødvendig etter gjeldende regelverk hvis området ikke skal utbygges ytterligere).
- Utføring av jevnlig målinger av elvebunnen i Storelva samt elveskråninger i 3 til 5 profiler. Målingene utføres minst hvert 5 år, og/eller etter flomhendelser av større omfang. Målingene sammenlignes med tidligere målinger og evt. pågående erosjon/behov for utvidelse av erosjonssikring vurderes.
- Mer nøyaktig utredning av erosjonsforholdene i ravinebekken samt kartlegging av grunnforhold i bunnen av ravinen.
- Utarbeidelse av system/rutiner for overvåking og registrering av evt. mindre overflateglidninger eller synlige bevegelser (sprekker, skjeve trær, gjerder e.l.) i alle skråninger, samt skråning i Storelva. Ved større avvik bør geotekniker kontaktes.
- At fjerning av større trær i skråningene/avskoging unngås. Eksisterende vegetasjon i skråningene, særlig i ravineskråningene i øst/sørøst bidrar til stabilitet i disse. Dette gjelder spesielt høye trær.

## 10 Tegninger og vedlegg

Tegning V01, V02: *se geoteknisk datarapport (/14/)*

- Tegning V03: Oversikt lokasjoner m/påvist eller indikert kvikkleireforekomst
- Tegning V04: Oversikt ny avgrensning kvikkleiresone (løsne- og utløpsområder)
- Tegning V05: Beregningsnitt 1-1 til 5-5
- Tegning V06: Bunnprofiler 1 til 3, Storelva
- Tegning V07a: Beregningsnitt 1-1 m/kritiske glideflater, vurderinger iht. NIFS 2014/16
- Tegning V07b: Beregningsnitt 2-2 m/kritiske glideflater, vurderinger iht. NIFS 2014/16
- Tegning V07c: Beregningsnitt 3-3 m/kritiske glideflater, vurderinger iht. NIFS 2014/16
- Tegning V07d: Beregningsnitt 4-4 m/kritiske glideflater, vurderinger iht. NIFS 2014/16
- Tegning V07e: Beregningsnitt 5-5 m/kritiske glideflater, vurderinger iht. NIFS 2014/16
- Tegning V08: Oversikt motfylling 6% forbedring
- Tegning V09: Snitt A-A motfylling 6% forbedring
- Tegning V10a: Beregningsresultat snitt 1-1 fra GeoSuite Stability
- Tegning V10b: Beregningsresultat snitt 2-2 (udrenert) fra GeoSuite Stability
- Tegning V10c: Beregningsresultat snitt 2-2 (drenert) fra GeoSuite Stability
- Tegning V10d: Beregningsresultat snitt 2-2 (hengende gv) fra GeoSuite Stability
- Tegning V10e: Beregningsresultat snitt 2-2 (motfylling) fra GeoSuite Stability
- Tegning V10f: Beregningsresultat snitt 3-3 fra GeoSuite Stability
- Tegning V10g: Beregningsresultat snitt 4-4 fra GeoSuite Stability
- Tegning V10h: Beregningsresultat snitt 5-5 fra GeoSuite Stability
- Tegning V11: Oversikt avgrensning randsone med krav om kompensert fundamentering

Vedlegg 1: Tolkning CPTU felldata.

Vedlegg 2: Tolkning ødometerforsøk.

Vedlegg 3: Vurdering/evaluering poretrykksforhold.

Vedlegg 4: Design-poretrykksprofiler snitt 1-1 til 3-3.

Vedlegg 5: Design-skjærstyrkeprofiler (aktiv udrenert), SHANSEP-terrengtilpasset.

## 11 Referanser

- /1/ Norsk-/ Europeisk Standard, NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016: «Geoteknisk prosjektering – Del1: Allmenne regler».
- /2/ Direktoratet for byggkvalitet, Byggesaksforskriften: SAK10.
- /3/ Direktoratet for byggkvalitet, Byggteknisk forskrift: TEK17.
- /4/ NVE, veileder: «Sikkerhet mot kvikkleireskred - Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper» (2014).
- /5/ Statens vegvesen, Veiledning: Håndbok V220 «Geoteknikk i vegbygging» (2010).
- /6/ Norsk Geoteknisk Forening (NGF), veileder: "Veiledning for utførelse av trykksøndering" (1982, rev. nr. 3, 2010).
- /7/ T. Lunne et. al, publikasjon: «Sample disturbance effects in soft low plastic norwegian clay» (1997).
- /8/ NGF, publikasjon, Laurits Bjerrums Minnefond, Bjerrums foredrag nr. 23: «Strength and Deformation properties of Norwegian clays from laboratory tests on high quality block samples» (2014).
- /9/ NTNU, kompendium til studieemne: "TBA4110 – Geoteknikk, felt- og labundersøkelser" (2006).
- /10/ Olav R. Aarhaug, lærebok ISBN 9788256222094: "Geoteknikk" (1993).
- /11/ R. Sandven, doktoravhandling: «Strength and deformation properties of fine grained soils obtained from piezocone test» (1990).
- /12/ Naturfareprosjekt Dp. 6 Kvikkleire, rapport nr. 2014/14: «En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktor i prosjektering i norske leire», datert 30.1.2014.
- /13/ Naturfareprosjekt Dp. 6 Kvikkleire, rapport nr. 2016/14: «Metode for vurdering av løsn- og utløpsområder for områdeskred» (2016).
- /14/ ØRP, geoteknisk datarapport oppdragsnr. 040.18H/MW: «Geoteknisk utredning kvikkleirefaresone 867 «Støveien» - grunnundersøkelser – datarapport», datert 15.1.2019.
- /15/ NVE, faktaark: «Kvikkleiresone 867: Støveien – kommune: Ringerike», datert 16.11.2004, oppdatert: 23.10.2015.
- /16/ NGI, rapport oppdragsnr. 2001008-43: «Program for økt sikkerhet mot leirskred – Evaluering av risiko for kvikkleireskred Ringerike kommune», datert 27.4.2006.
- /17/ NGI, rapport oppdragsnr. 20091249-00-3-R: «Stabilitetsvurderinger faresone Støveien – Grunnundersøkelser og stabilitetsvurdering», datert 24.11.2009.
- /18/ NGI, rapport oppdragsnr. 810040-2: «Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred – Rapporten omfatter kartbladet Hønefoss, M=1:50000 – Boreresultater», datert 16.3.1994.
- /19/ Statens vegvesen, geoteknisk rapport, oppdrag Fd 513A, rapport nr. 2: «FV 163 HP: 01 Vetserngate/NygateX35 – Klekken K241 – Parsell: Nansenveien – Slettveien», datert 24.1.2000.
- /20/ NGI, rapport oppdragsnr. 81040-1: «Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred – Rapporten omfatter kartbladet Hønefoss, M=1:50000», datert 1.9.1988.
- /21/ NGI, oppdragsnr. 77035-8: «Kloakking Hønefoss sentrum. Vurdering av fundamenteringsforhold for pumpestasjon Støa», datert 26.2.1980.
- /22/ NGI, oppdragsnr. 77035-10: «Kloakking Hønefoss sentrum. Vurdering av fundamenteringsforhold for pumpestasjon Støa, plasseringssted Støveien», datert 27.11.1980.
- /23/ NGI, oppdragsnr. 70037: «Stabilitetsundersøkelse av skråningen mot Støveien, Hønefoss», datert 8.6.1971.



NGI 1988  
kl. lag ca. 10m  
f.o.m. kote +60

SVV 1999  
kvikkeleire  
kote +80, +85

5\_NGI-09  
1050 70.09  
12\_U  
12P\_7M  
12P\_17M  
12P\_13M

50.02 68.55  
7.00 68.55  
17.00 68.55  
13.00 68.55

30.04 74.77  
13\_U

14.80 74.66

80.01 73.46  
3\_U

3\_NGI-09  
73.40 15.00  
11P\_7M  
11P\_14M

10\_U  
95.83 80.03  
10\_NGI-09  
95.81 25.00  
95.81 20.00  
95.81 8.00

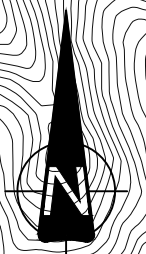
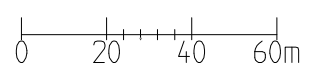
78.39 49.93

78.39 9.00

78.39 14.00

Tegnforklaring:

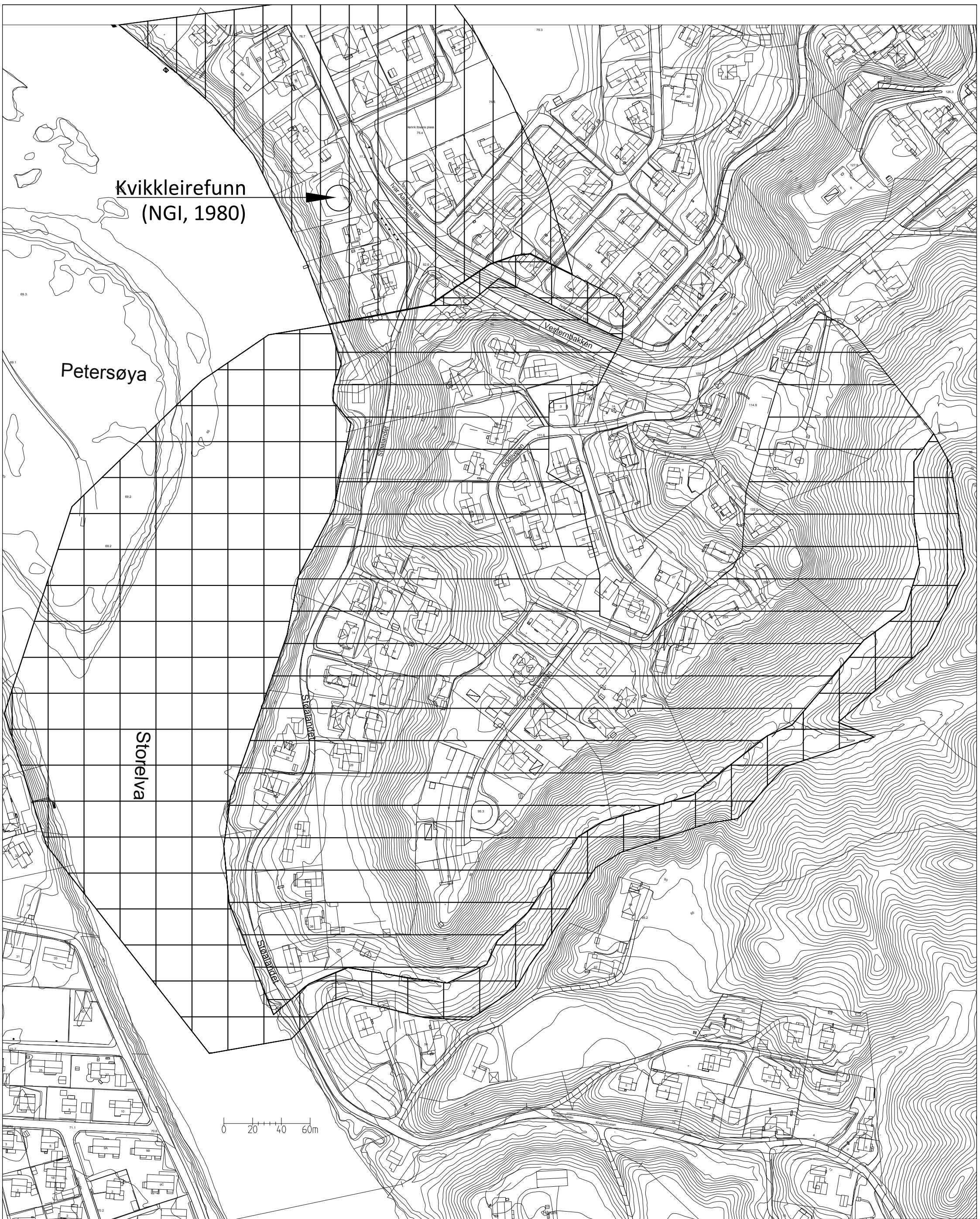
- ▽ CPTU-sondering
- ⊙ Prøvetaking
- ⊕ Totalsondering
- ⊖ Piezometermåling
- Dreietrykksondering
- Påvist/indikert kvikkeleire
- Tidl. avgrensning kvikkeleiresone



|                |  |              |            |
|----------------|--|--------------|------------|
| Rev.           | Endring - erstatning                             | Dato         | Sign.      |
| Oppdragsgiver: | Ringerike kommune                                | Tegn. nr.    | V03        |
| Prosjekt:      | Geoteknisk utredning - faresone 867 "Stølandet"  | Høydesystem: | NN 2000    |
| Tema:          | Oversikt borpunkter, påvist/indikert kvikkeleire | Fil:         | V....dwg   |
| Kommune:       | Ringerike  | Mål:         | 1:1500     |
|                |  | Format:      | A3         |
|                |  | Dato:        | 15.12.2019 |
|                |  | Sak nr.      | 040.18H    |
|                |  | Saksb./tegn. | MW         |
|                |  | Kontr.       |            |



ØVRE ROMERIKE PROSJEKTERING A/S  
Pb. 26  
Storgt. 11a, 2051 JESSHEIM  
Tlf. 63 94 24 40  
Internet: www.orp.no



Kvikkleirefunn  
(NGI, 1980)

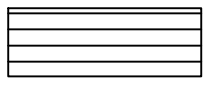
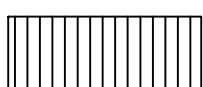
Petersøya

Storelva

0 20 40 60m



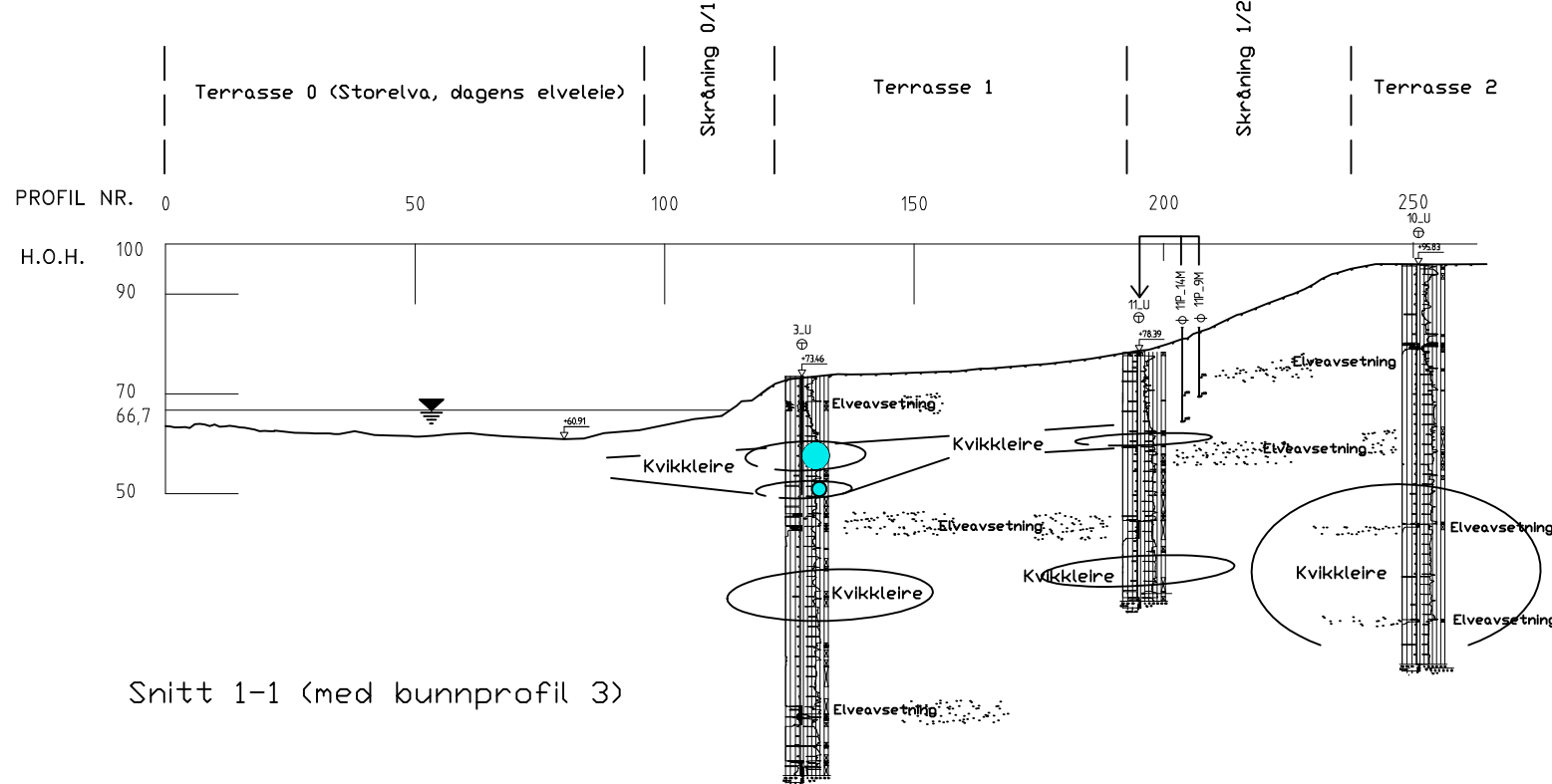
Tegnforklaring:

-  Ny avgresning av løseområde
-  Avgresning av utløpsområde
-  Kvikkleiresone nord (til utredning)

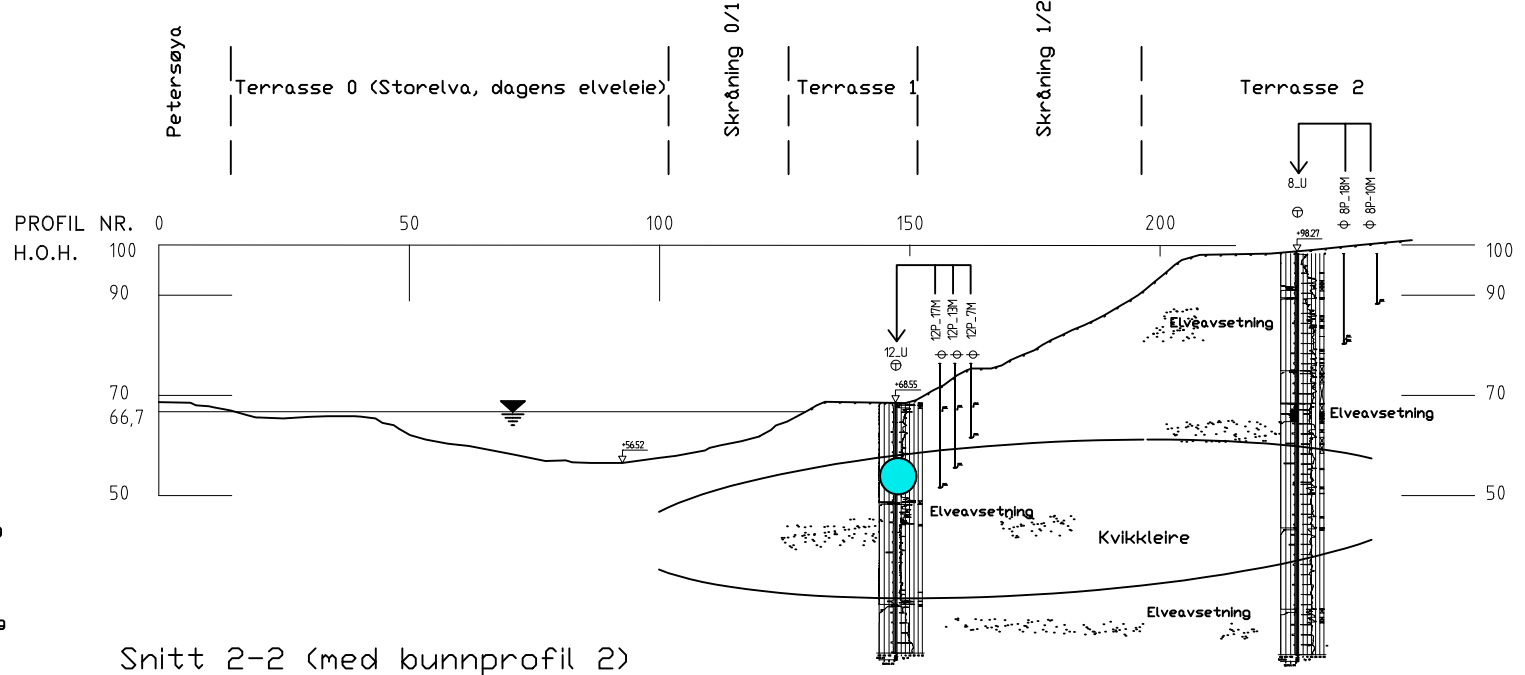
|                |   |              |           |
|----------------|---|--------------|-----------|
| Rev.           | Endring - erstatning  | Dato         | Sign.     |
| 1              | Inntegning sannsynlig kl-sone i nord, basert på kvikkleirefunn i 1980 | 6.3.2019     | MW        |
| Oppdragsgiver: | Ringerike kommune   | Tegn. nr.    | V04       |
| Prosjekt:      | Geoteknisk utredning - faresone 867 "Stølandet"                       | Høydesystem: | NN 2000   |
| Tema:          | Ny avgresning av kvikkleiresone "Støveien"                            | Fil:         | V....dwg  |
| Kommune:       | Ringerike   | Mål:         | ca.1:1600 |
|                |   | Format:      | A3        |
|                |   | Dato:        | 18.2.2019 |
|                |   | Sak nr.      | 040.18H   |
|                |   | Saksb./tegn. | MW        |
|                |   | Kontr.       |           |



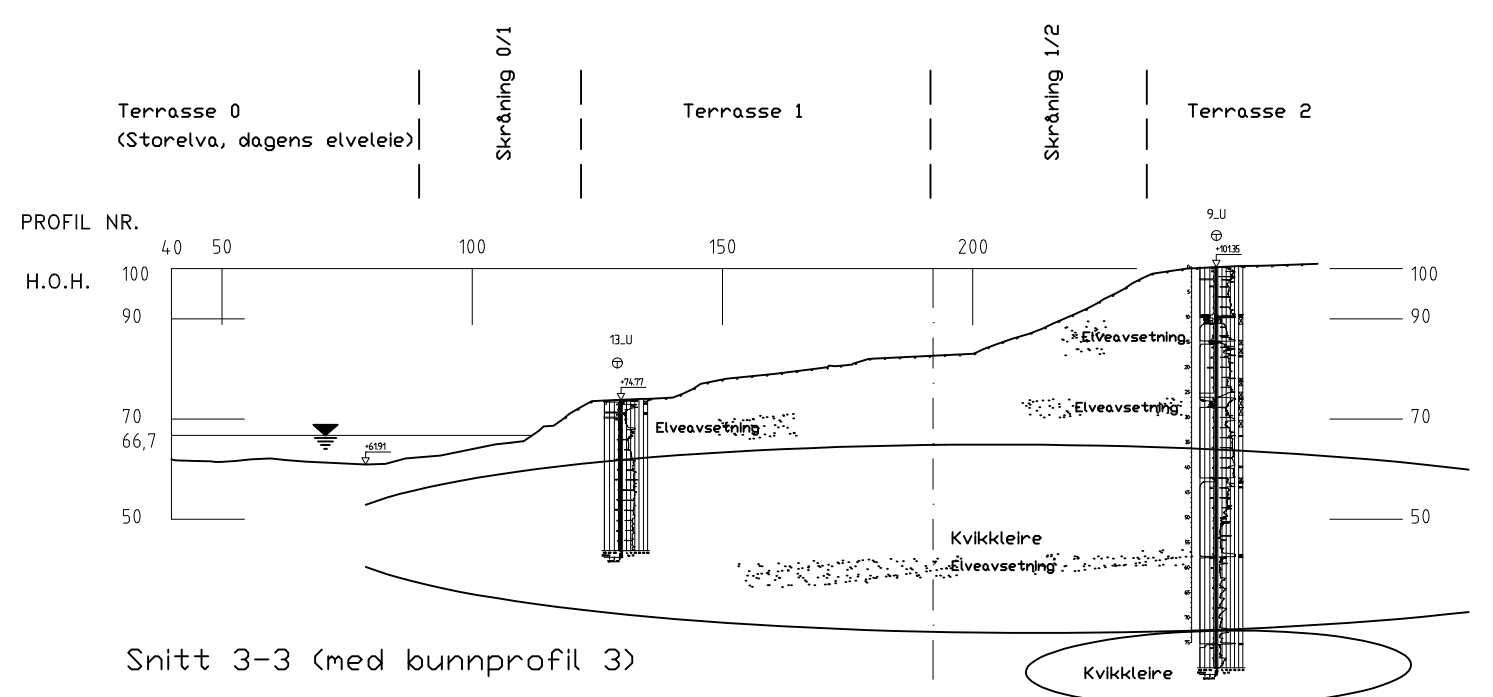
ØVRE ROMERIKE PROSJEKTERING A/S  
Pb. 26  
Storgt. 11a, 2051 JESSHEIM  
Tlf. 63 94 24 40  
Internett: www.orp.no



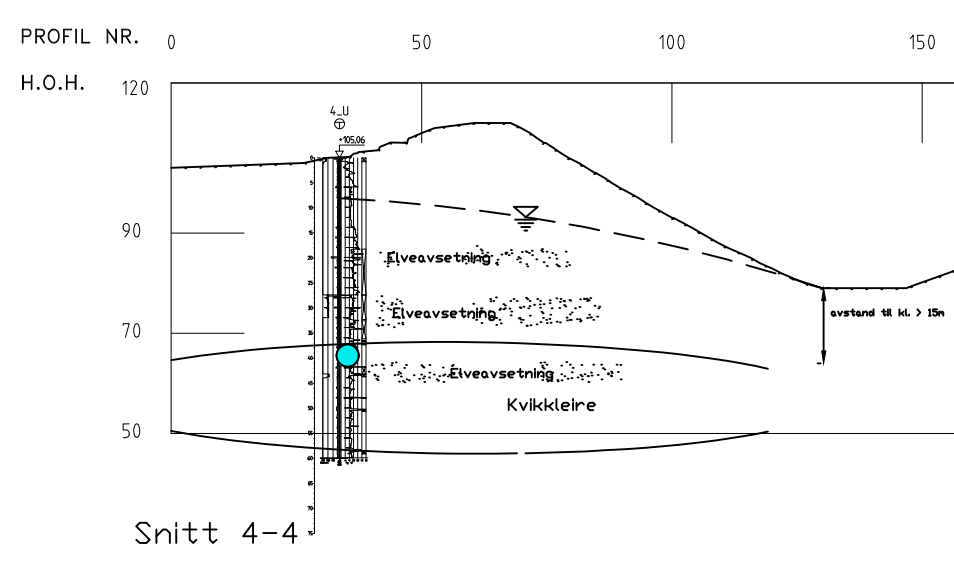
Snitt 1-1 (med bunnprofil 3)



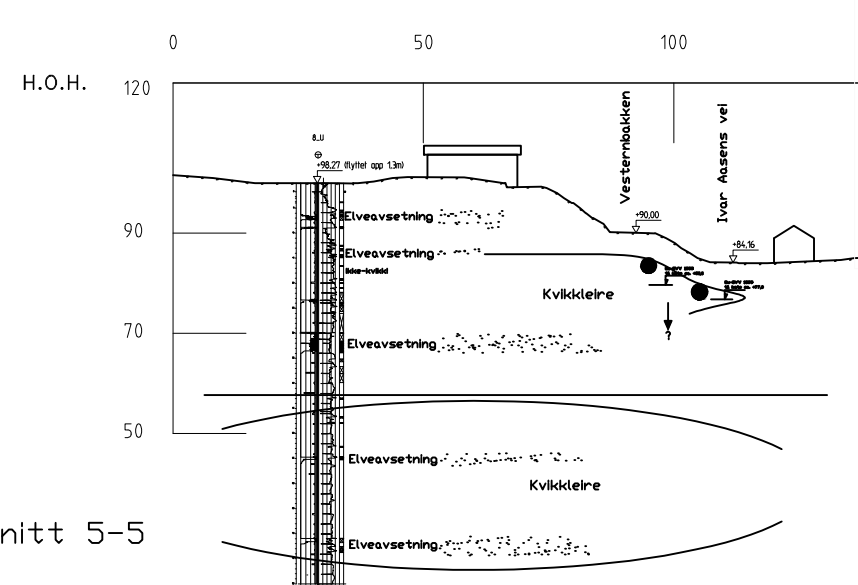
Snitt 2-2 (med bunnprofil 2)



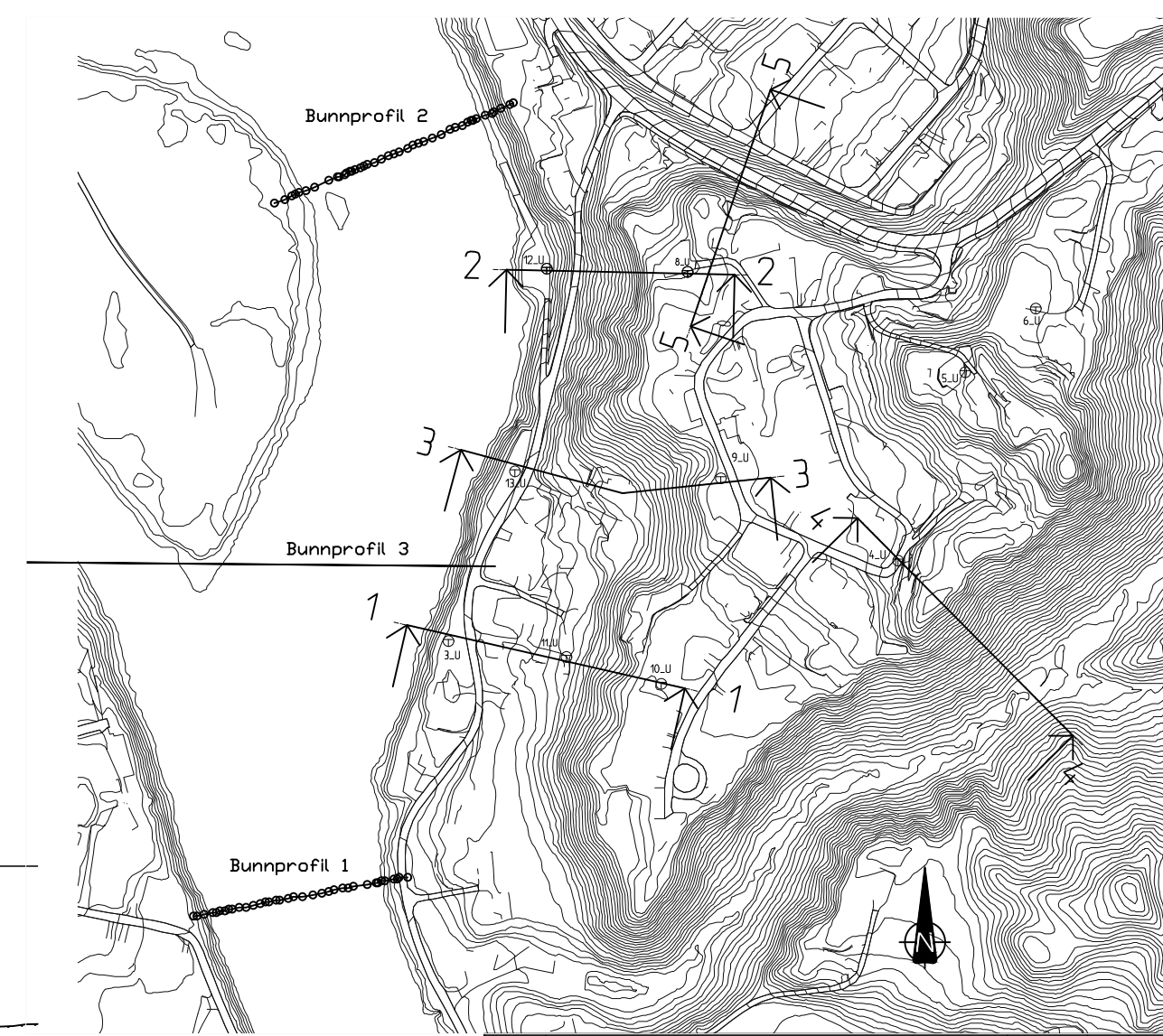
Snitt 3-3 (med bunnprofil 3)



Snitt 4-4



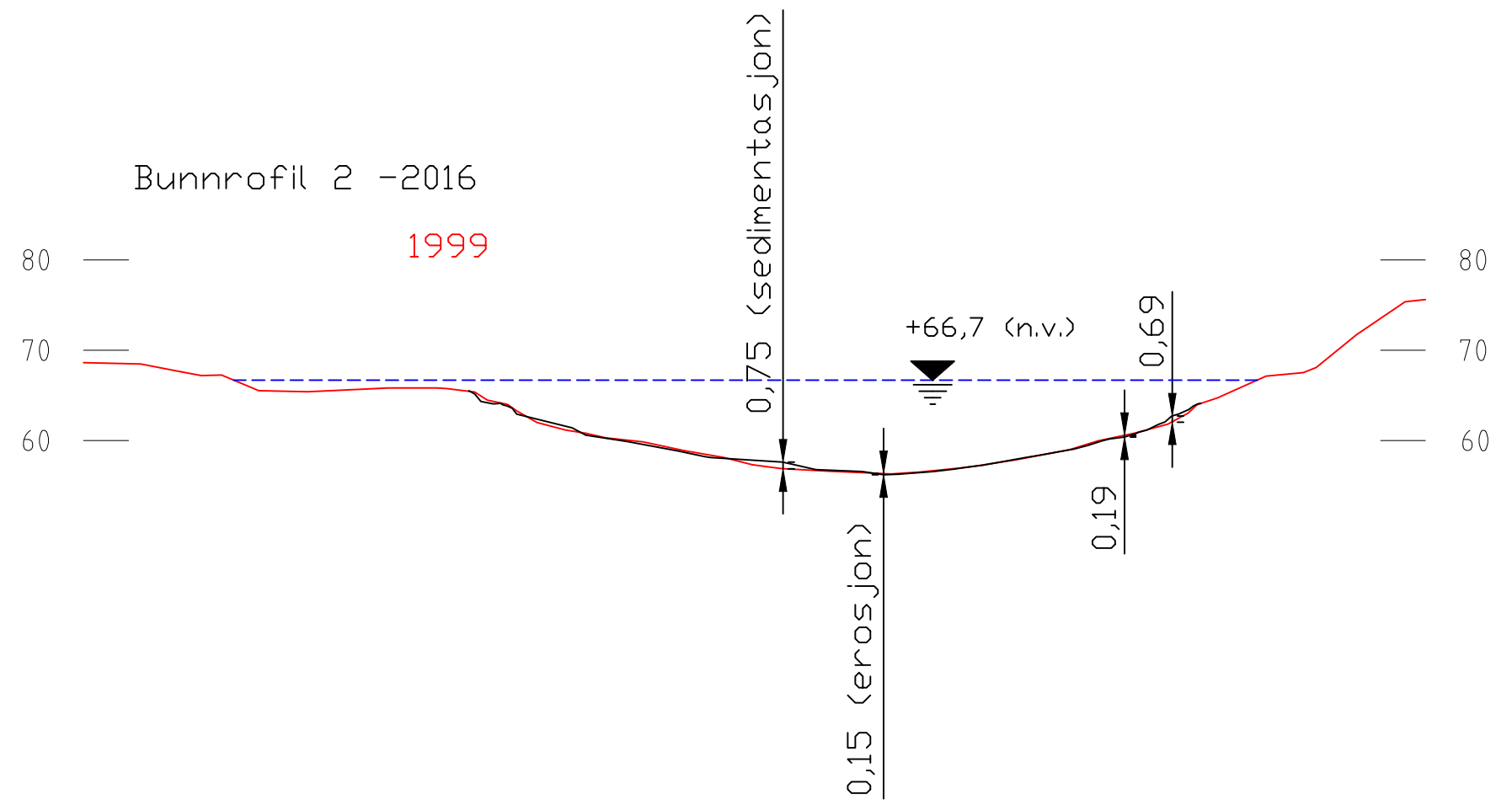
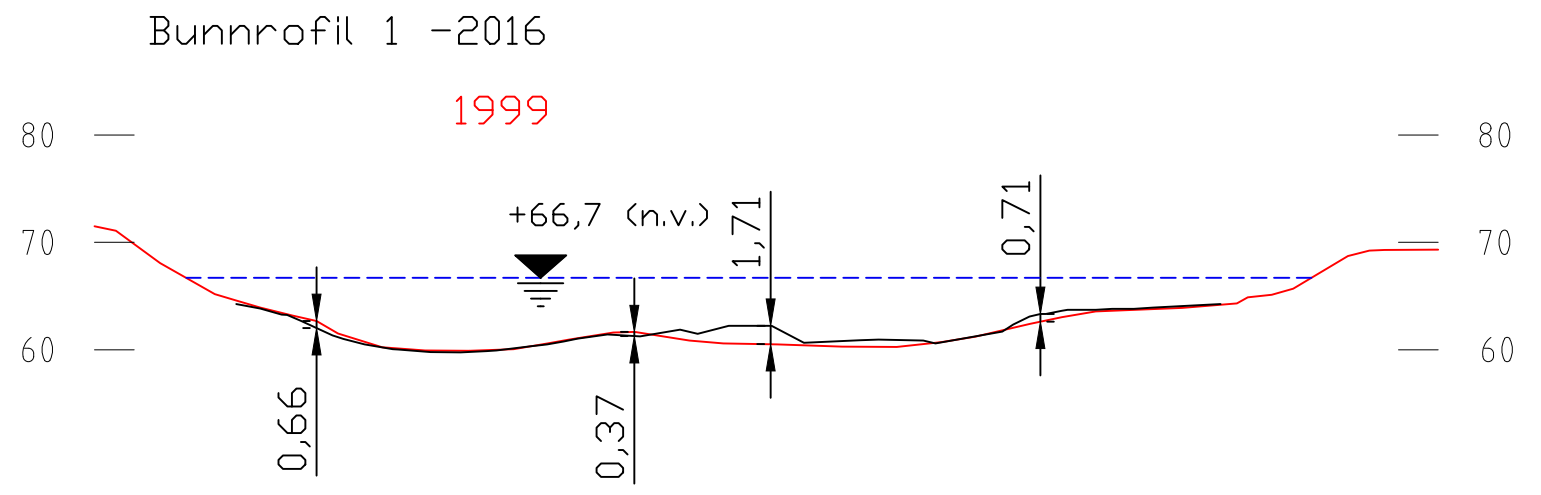
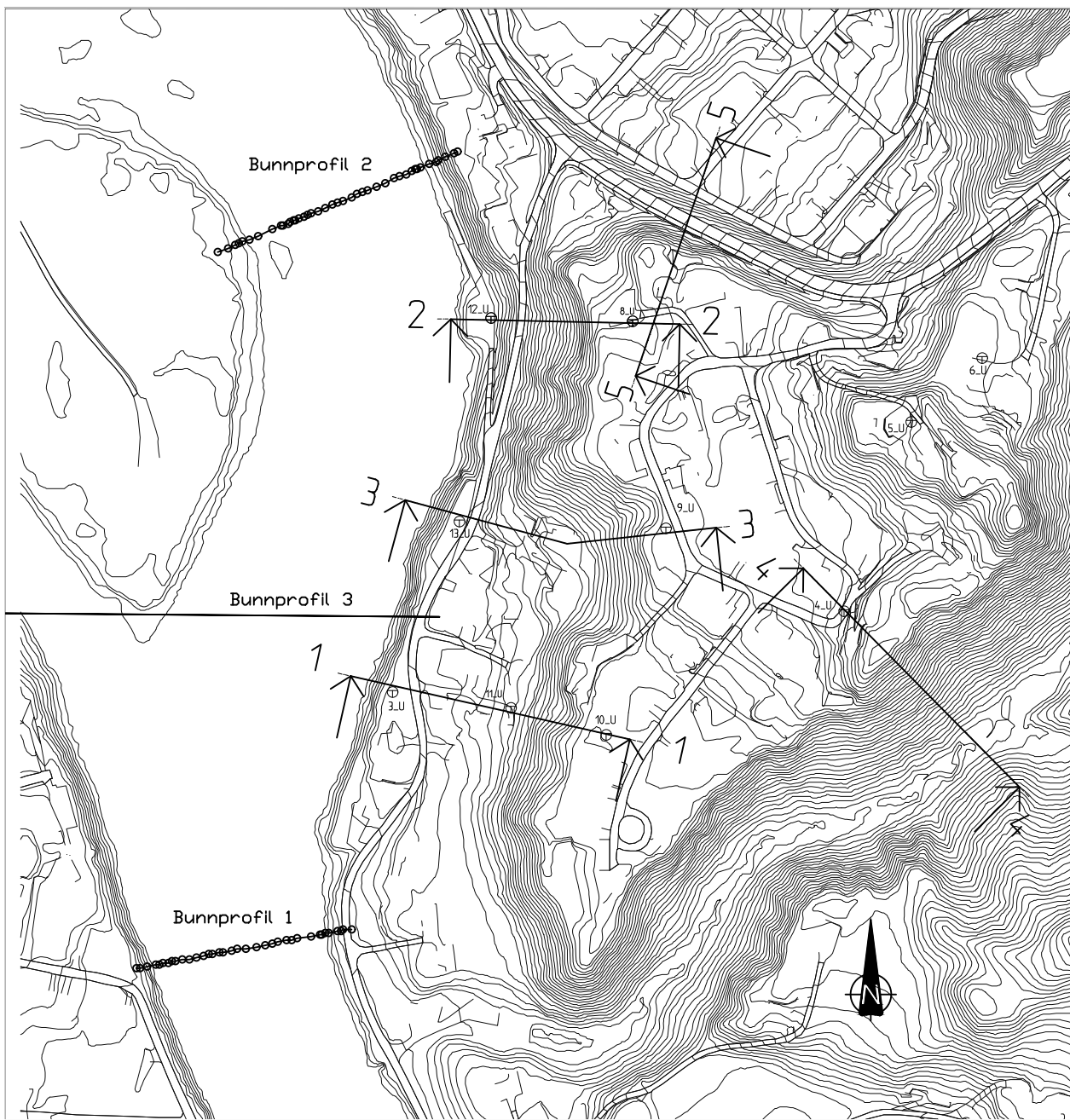
Snitt 5-5



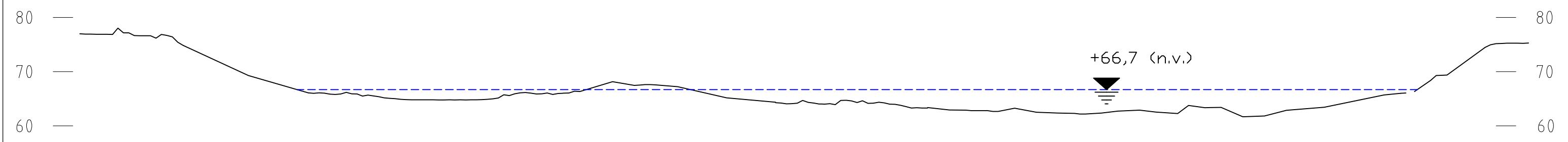
|                |   |              |                |
|----------------|---|--------------|----------------|
| Rev.           | Endring - erstatning                            | Dato         | Sign.          |
| Oppdragsgiver: | Ringerike kommune                               | Tegn. nr.    | V05            |
| Prosjekt:      | Geoteknisk utredning - faresone 867 "Stølandet" | Høydesystem: | NN 2000        |
| Tema:          | Snitt, bunnprofiler stabilitetsberegning        | Fil:         | V....dwg       |
| Kommune:       | Ringerike                                       | Mål:         | 1:1500 (snitt) |
|                |   | Format:      | A3             |
|                |   | Dato:        | 18.2.2019      |
|                |   | Sak nr.      | 04.0.18H       |
|                |   | Saksb./tegn. | MW             |
|                |   | Kontr.       |                |




ØVRE ROMERIKE PROSJEKTERING A/S  
 Pb. 26  
 Storgt. 11a, 2051 JESSHEIM  
 Tlf. 63 94 24 40  
 Internet: www.orp.no



Bunnprofil 3 -2016



| Rev.  | Endring - erstatning | Dato                                  | Sign. |
|---|----------------------|---------------------------------------|-------|
|   |                      |                                       |       |
| Oppdragsgiver:<br>Ringerike kommune   |                      | Tegn. nr.<br>V06                      |       |
| Prosjekt:<br>Geoteknisk utredning - faresone 867 "Støalandet"   |                      | Høydesystem: NN 2000<br>Fil: V....dwg |       |
| Tema:<br>Bunnprofiler - erosjon/sedimentasjon   |                      | Mål: 1:700 (snitt)<br>Format: A3      |       |
| Kommune:<br>Ringerike   |                      | Dato: 18.2.2019                       |       |
|  ØVRE ROMERIKE PROSJEKTERING A/S<br>Pb. 26<br>Storgt. 11a, 2051 JESSHEIM<br>Tlf. 63 94 24 40<br>Internet: www.orp.no |                      | Sak nr.<br>04.0.18H                   |       |
|   |                      | Saksb./tegn.<br>MW                    |       |
|   |                      | Kontr.                                |       |



$F_c=1,78$ : NIFS 2016/14:

- $b/D=0$
- $b/D$  ved 2L1 el. 3L1=0
- $x1 < L1$
- Stor elv
- Tidl. skred  $L/H > 10$
- $su/\gamma_{max}D = 50/20 \times 11 = 0,23$

SUM (vekt tall, score) = 14  
dvs. skredutbredelse maks  $L=8,3 \times H$  (ca. 300m)

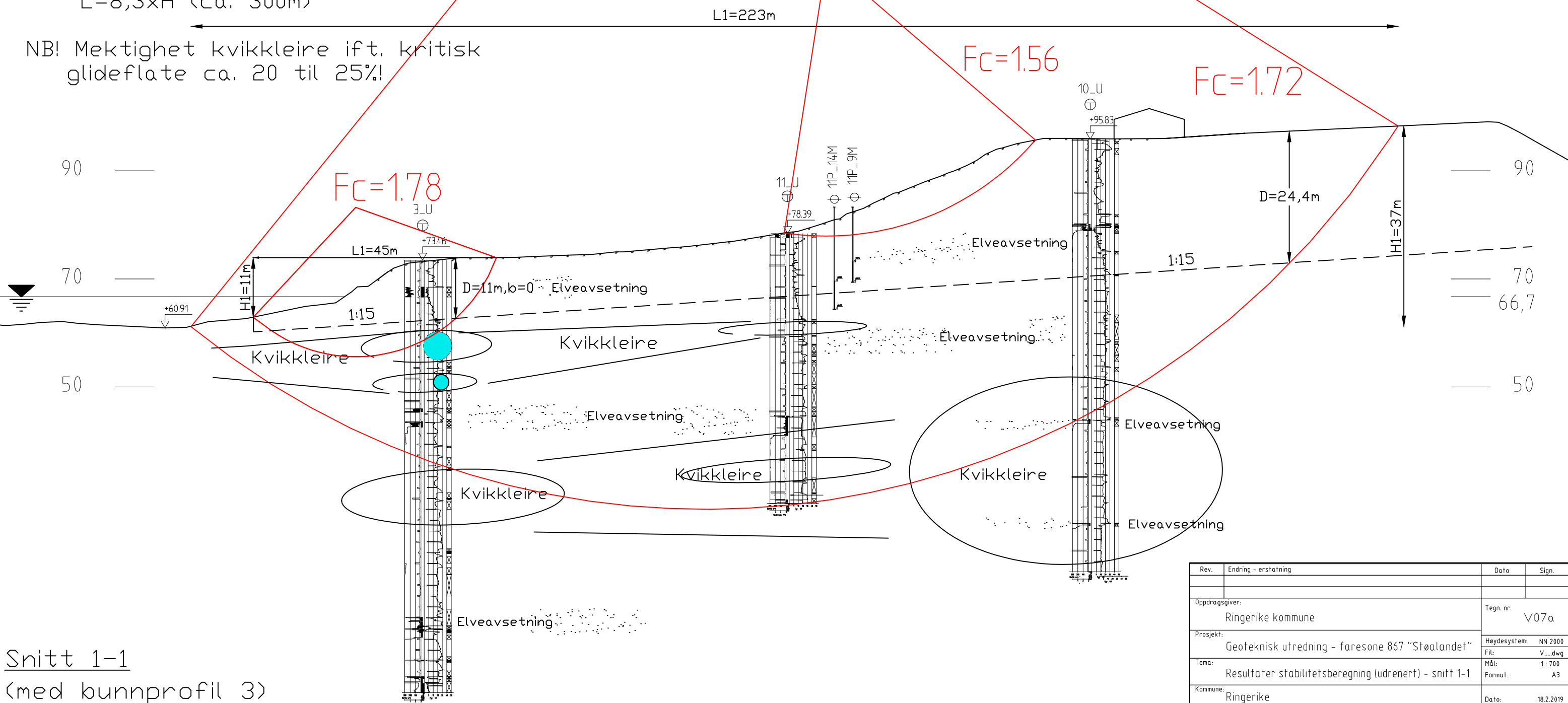
NB! Mektighet kvikkleire ift. kritisk glideflate ca. 20 til 25%!

$F_c=1,74$ : NIFS 2016/14:


- $b/D=0$
- $b/D$  ved 2L1 el. 3L1=0
- $x1 < L1$
- Stor elv
- Tidl. skred  $L/H > 10$
- $su/\gamma_{max}D = 105/20 \times 24,4 = 0,22$

SUM (vekt tall, score) = 14  
dvs. skredutbredelse maks  $L=8,3 \times H$  (ca. 300m)

NB! Mektighet kvikkleire ift. kritisk glideflate ca. 25 til 30%!



Snitt 1-1  
(med bunnprofil 3)

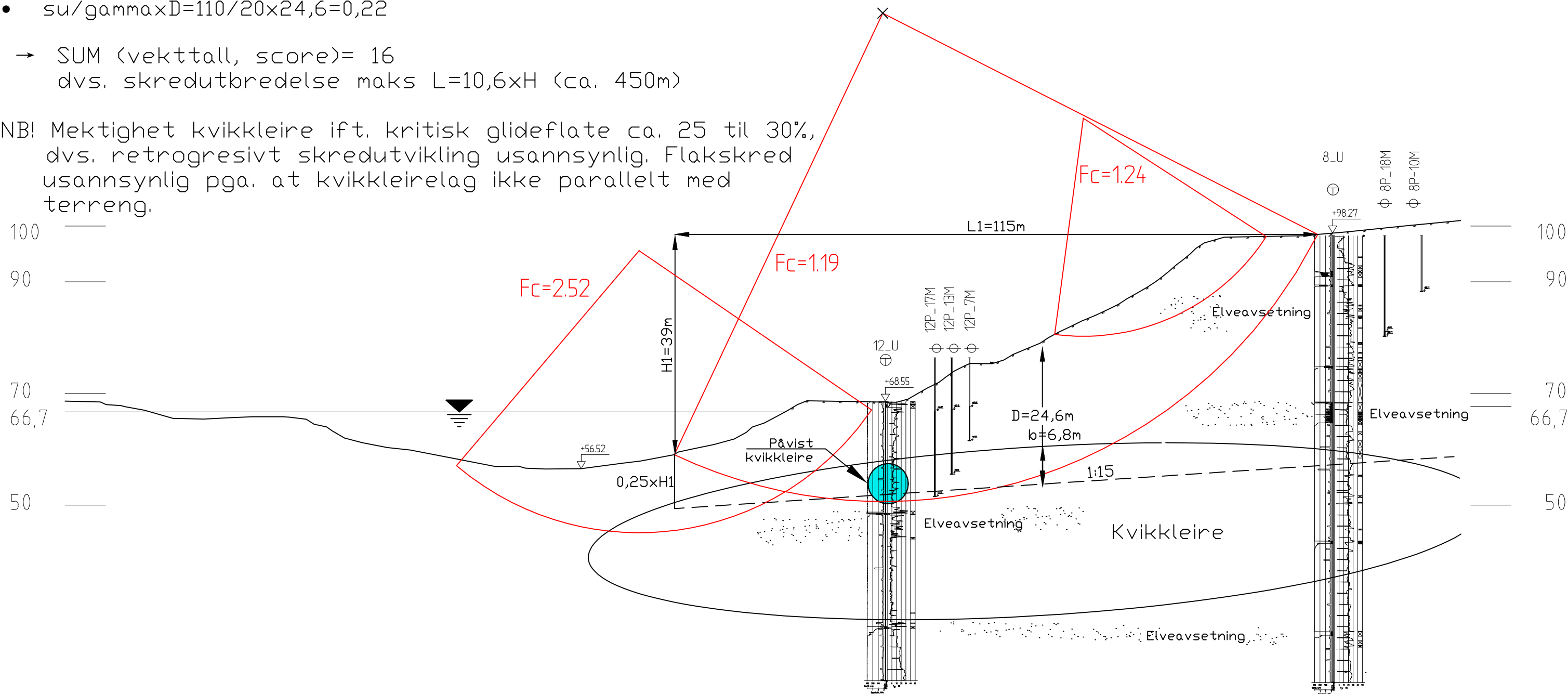
| Rev.  | Endring - erstatning | Dato                 | Sign.            |
|---|----------------------|----------------------|------------------|
| Oppdragsgiver: Ringerike kommune  |                      | Tegn. nr.            | V07a             |
| Prosjekt: Geoteknisk utredning - faresone 867 "Stølandet"   |                      | Høydesystem: NN 2000 | Fil: V....dwg    |
| Tema: Resultater stabilitetsberegning (udrenert) - snitt 1-1  |                      | Mål: 1:700           | Format: A3       |
| Kommune: Ringerike  |                      | Dato: 18.2.2019      | Sak nr. 04.0.18H |
|  ØVRE ROMERIKE PROSJEKTERING A/S<br>Pb. 26<br>Storgt. 11a, 2051 JESSHEIM<br>Tlf. 63 94 24 40<br>Internet: www.orp.no |                      | Saksb./tegn. MW      | Kontr.           |

$F_c=1,17$ ; NIFS 2016/14:

- $b/D=0,27$
- $b/D$  ved 2L1 el. 3L1=0
- $x1 < L1$
- Stor elv
- Tidl. skred  $L/H > 10$
- $su/\gamma_{max} D = 110/20 \times 24,6 = 0,22$

→ SUM (vekt tall, score) = 16  
dvs. skredutbredelse maks  $L=10,6 \times H$  (ca. 450m)

NB! Mektighet kvikkleire ift. kritisk glideflate ca. 25 til 30%,  
dvs. retrogresivt skredutvikling usannsynlig. Flakskred  
usannsynlig pga. at kvikkleirelag ikke parallelt med  
terreng.



Snitt 2-2  
(med bunnprofil 2)

| Rev.  | Endring - erstatning | Dato         | Sign.     |
|---|----------------------|--------------|-----------|
| Oppdragsgiver:<br>Ringerike kommune   |                      | Tegn. nr.    | V07b      |
| Prosjekt:<br>Geoteknisk utredning - faresone 867 "Støalandet"   |                      | Høydesystem: | NN 2000   |
| Tema:<br>Resultater stabilitetsberegning (udrenert) - snitt 2-2   |                      | Fil:         | V....dwg  |
| Kommune:<br>Ringerike   |                      | Mål:         | 1:700     |
| ØVRE ROMERIKE PROSJEKTERING A/S<br>Pb. 26<br>Storgt. 11a, 2051 JESSHEIM<br>Tlf. 63 94 24 40<br>Internet: www.orp.no |                      | Format:      | A3        |
|   |                      | Dato:        | 18.2.2019 |
|   |                      | Sak nr.      | 04.0.18H  |
|   |                      | Saksb./tegn. | MW        |
|   |                      | Kontr.       |           |

$F_c=1,32$  og  $1,44$ : NIFS 2016/14:

- $b/D=0$
- $b/D$  ved 2L1 el. 3L1=0
- $x1 < L1$
- Stor elv
- Tidl. skred  $L/H > 10$
- $su/\gamma_{max}D = 48/20 \times 10,5 = 0,23$

→ SUM (vekt tall, score) = 14  
dvs. skredutbredelse maks  $L = 8,3 \times H$  (ca. 350m)

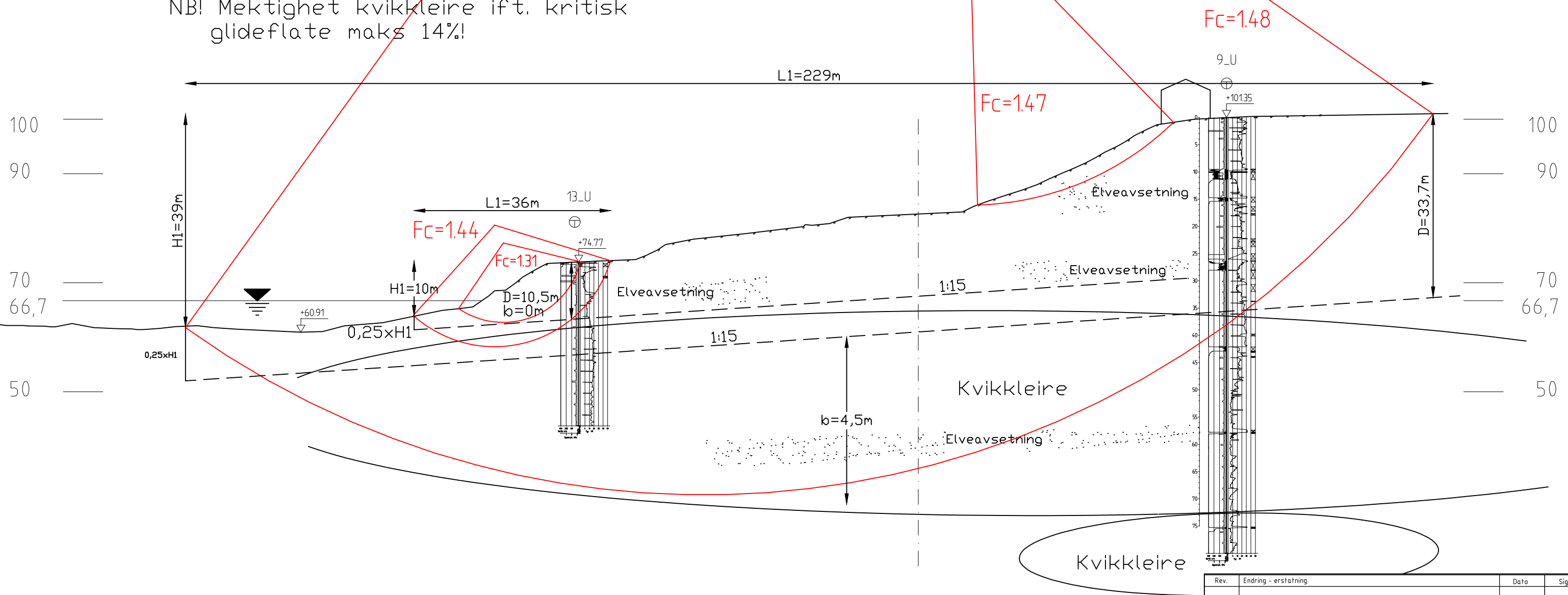
NB! Mektighet kvikkleire ift. kritisk glideflate maks 14%!

$F_c=1,48$ : NIFS 2016/14:


- $b/D=0,13$
- $b/D$  ved 2L1 el. 3L1=0
- $x1 < L1$
- Stor elv
- Tidl. skred  $L/H > 10$
- $su/\gamma_{max}D = 135/20 \times 33,7 = 0,20$

→ SUM (vekt tall, score) = 15  
dvs. skredutbredelse maks  $L = 10 \times H$  (ca. 400m)

NB! Mektighet kvikkleire ift. kritisk glideflate ca. 40 til 45%!



Snitt 3-3  
(med bunnprofil 3)

| Rev.  | Endring - erstatning | Dato                 | Sign. |
|---|----------------------|----------------------|-------|
|   |                      |                      |       |
| Oppdragsgiver: Ringerike kommune  |                      | Tegn. nr. V07b       |       |
| Prosjekt: Geoteknisk utredning - faresone 867 "Stølandet"   |                      | Høydesystem: NN 2000 |       |
| Tema: Resultater stabilitetsberegning (udrenert) - snitt 2-2  |                      | Fil: V....dwg        |       |
| Kommune: Ringerike  |                      | Mål: 1:700           |       |
|   |                      | Format: A3           |       |
|   |                      | Dato: 18.2.2019      |       |
|  ØVRE ROMERIKE PROSJEKTERING A/S<br>Pb. 26<br>Storgt. 11a, 2051 JESSHEIM<br>Tlf. 63 94 24 40<br>Internet: www.orp.no |                      | Sak nr. 04.0.18H     |       |
|   |                      | Saksb./tegn. MW      |       |
|   |                      | Kontr.               |       |

$F_c=1,07$ : NIFS 2016/14:

- $b/D=0$
- $b/D$  ved 2L1 el. 3L1=0
- $x1 < L1$
- Ravinedal
- Tidl. skred  $L/H > 10$
- $su/\gamma_{max}D = 130/20 \times 36 = 0,18$

SUM (vekt tall, score) = 12 dvs. skredutbredelse maks  $L = 7,5 \times H$  (ca. 250m)

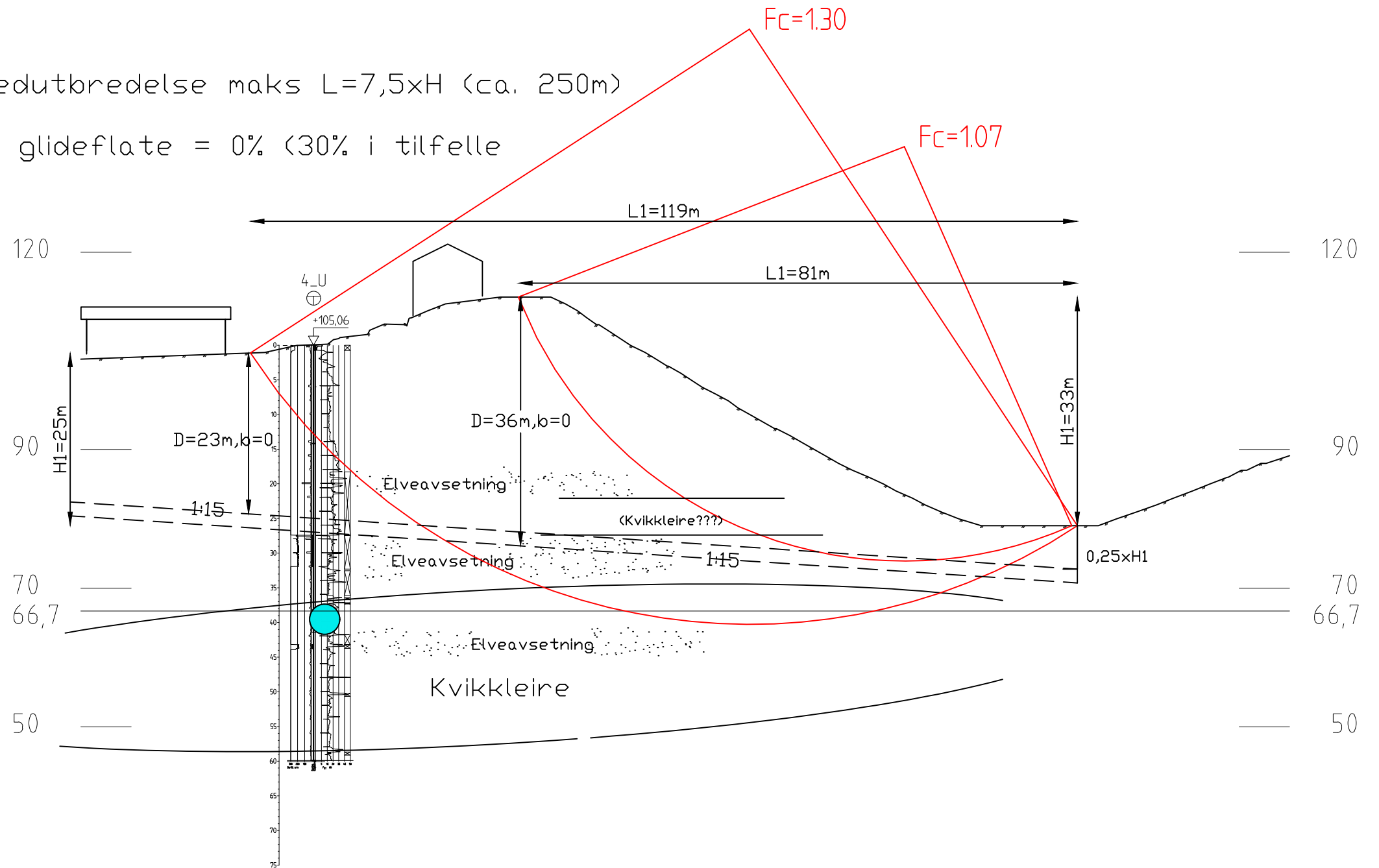
NB! Mektighet kvikkleire ift. kritisk glideflate = 0% (<30% i tilfelle høyereliggende kvikkleirelag!)

$F_c=1,40$ : NIFS 2016/14:


- $b/D=0$
- $b/D$  ved 2L1 el. 3L1=0
- $x1 < L1$
- Ravinedal
- Tidl. skred  $L/H > 10$
- $su/\gamma_{max}D = 105/20 \times 25 = 0,18$

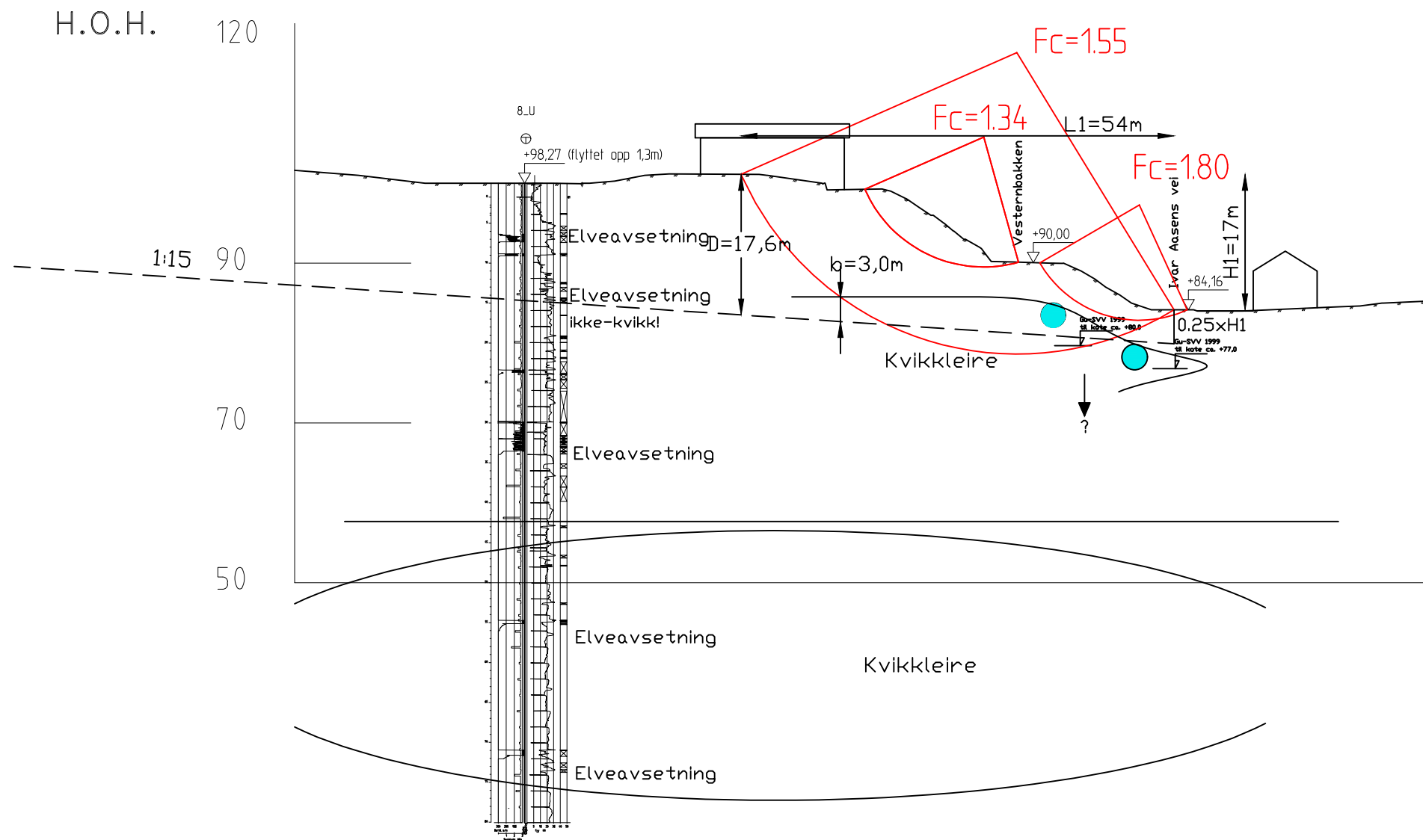
SUM (vekt tall, score) = 12 dvs. skredutbredelse maks  $L = 7,5 \times H$  (ca. 250m)

NB! Mektighet kvikkleire ift. kritisk glideflate 10 til 15%, dvs. retrogresivt skredutvikling usannsynlig. Flakskred usannsynlig pga. at kvikkleirelag ikke parallelt med terreng.



Snitt 4-4

| Rev.  | Endring - erstatning | Dato                 | Sign. |
|---|----------------------|----------------------|-------|
| Oppdragsgiver: Ringerike kommune  |                      | Tegn. nr. V07b       |       |
| Prosjekt: Geoteknisk utredning - faresone 867 "Stølandet"   |                      | Høydesystem: NN 2000 |       |
| Tema: Resultater stabilitetsberegning (udrenert) - snitt 2-2  |                      | Format: A3           |       |
| Kommune: Ringerike  |                      | Dato: 18.2.2019      |       |
|  ØVRE ROMERIKE PROSJEKTERING A/S<br>Pb. 26<br>Storgt. 11a, 2051 JESSHEIM<br>Tlf. 63 94 24 40<br>Internet: www.orp.no |                      | Sak nr. 04.0.18H     |       |
|   |                      | Saksb./tegn. MW      |       |
|   |                      | Kontr.               |       |




$F_c=1,55$ : NIFS 2016/14:

- $b/D=0,17$
- $b/D$  ved  $2L1$  el.  $3L1=0$
- $x1 < L1$
- Fritt utløp
- Tidl. skred  $L/H > 10$
- $su/\gamma_{max}D=96/20 \times 17,6=0,27$

SUM (vekt tall, score)= 14 dvs. skredutbredelse maks  $L=8,3 \times H$  (ca. 150m)

NB! Mektighet kvikkleire ift. kritisk glideflate 25 til 30%, dvs. retrogresivt skredutvikling usannsynlig. Flakskred usannsynlig pga. at kvikkleirelag ikke parallelt med terreng.

Snitt 5-5

| Rev.  | Endring - erstatning | Dato                 | Sign. |
|---|----------------------|----------------------|-------|
| Oppdragsgiver:<br>Ringerike kommune   |                      | Tegn. nr.<br>V07b    |       |
| Prosjekt:<br>Geoteknisk utredning - faresone 867 "Støalandet"   |                      | Høydesystem: NN 2000 |       |
| Tema:<br>Resultater stabilitetsberegning (udrenert) - snitt 2-2   |                      | Fil: V....dwg        |       |
| Kommune:<br>Ringerike   |                      | Mål: 1:700           |       |
|   |                      | Format: A3           |       |
|   |                      | Dato: 18.2.2019      |       |
|  ØVRE ROMERIKE PROSJEKTERING A/S<br>Pb. 26<br>Storgt. 11a, 2051 JESSHEIM<br>Tlf. 63 94 24 40<br>Internet: www.orp.no |                      | Sak nr.<br>04.0.18H  |       |
|   |                      | Saksb./tegn.<br>MW   |       |
|   |                      | Kontr.               |       |

Eksist. bunnskote  
+56,6

Bunnprofil 2

Motfylling

Eksist. bunnskote  
+60,9

Bunnprofil 3


A

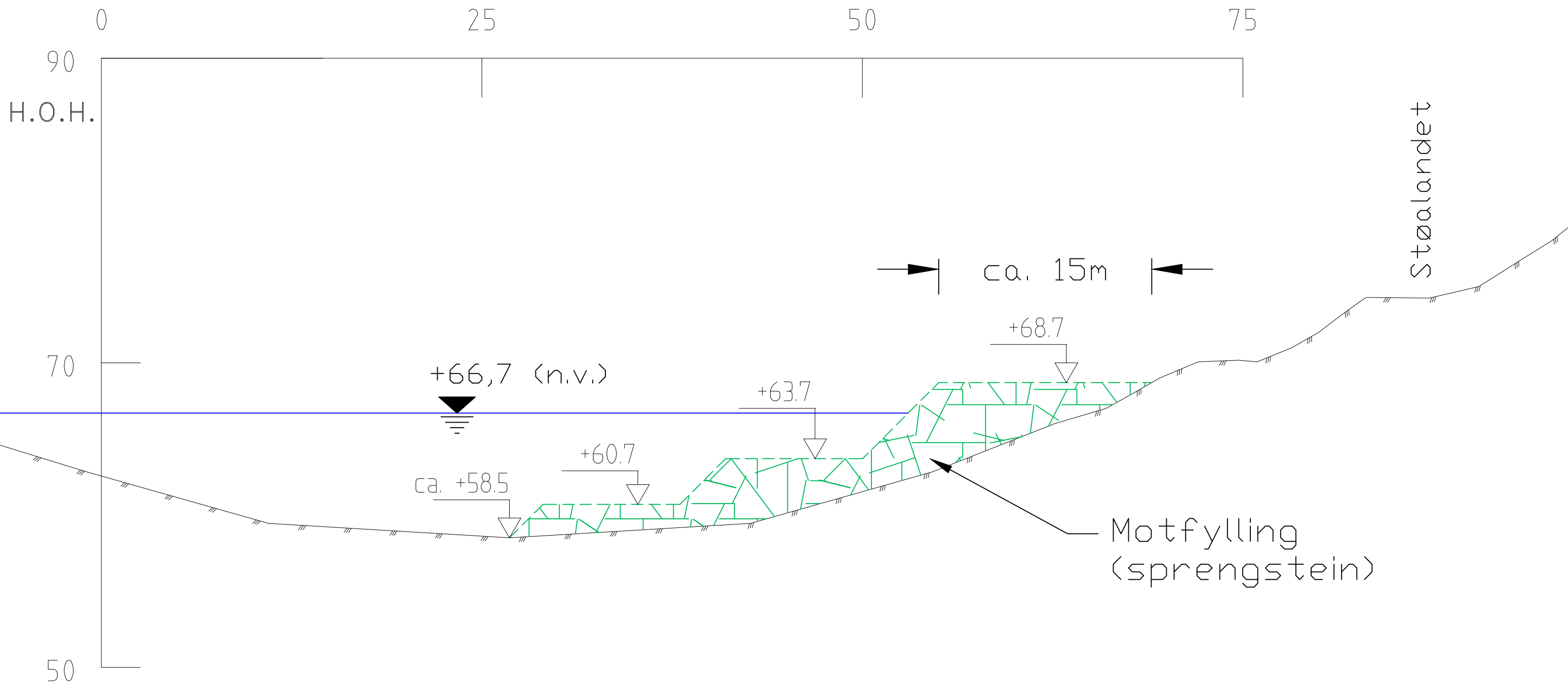
A

+60,70


+63,70

+68,70

| Rev.   | Endring - erstatning | Dato                 | Sign. |
|--|----------------------|----------------------|-------|
|  |                      |                      |       |
| Oppdragsgiver:   |                      | Tegn. nr.            |       |
| Ringerike kommune  |                      | V08                  |       |
| Prosjekt:  |                      | Høydesystem: NN 2000 |       |
| Geoteknisk utredning - faresone 867 "Stølandet"  |                      | Fil: V....dwg        |       |
| Tema:  |                      | Mål: 1:700           |       |
| Oversikt forslag motfylling  |                      | Format: A3           |       |
| Kommune:   |                      | Dato: 18.2.2019      |       |
| Ringerike  |                      | Sak nr. 04.0.18H     |       |
|  ØVRE ROMERIKE PROSJEKTERING A/S<br>Pb. 26<br>Storgt. 11a, 2051 JESSHEIM<br>Tlf. 63 94 24 40<br>Internett: www.orp.no |                      | Saksb./tegn. MW      |       |
|  |                      | Kontr.               |       |
|  |                      |                      |       |

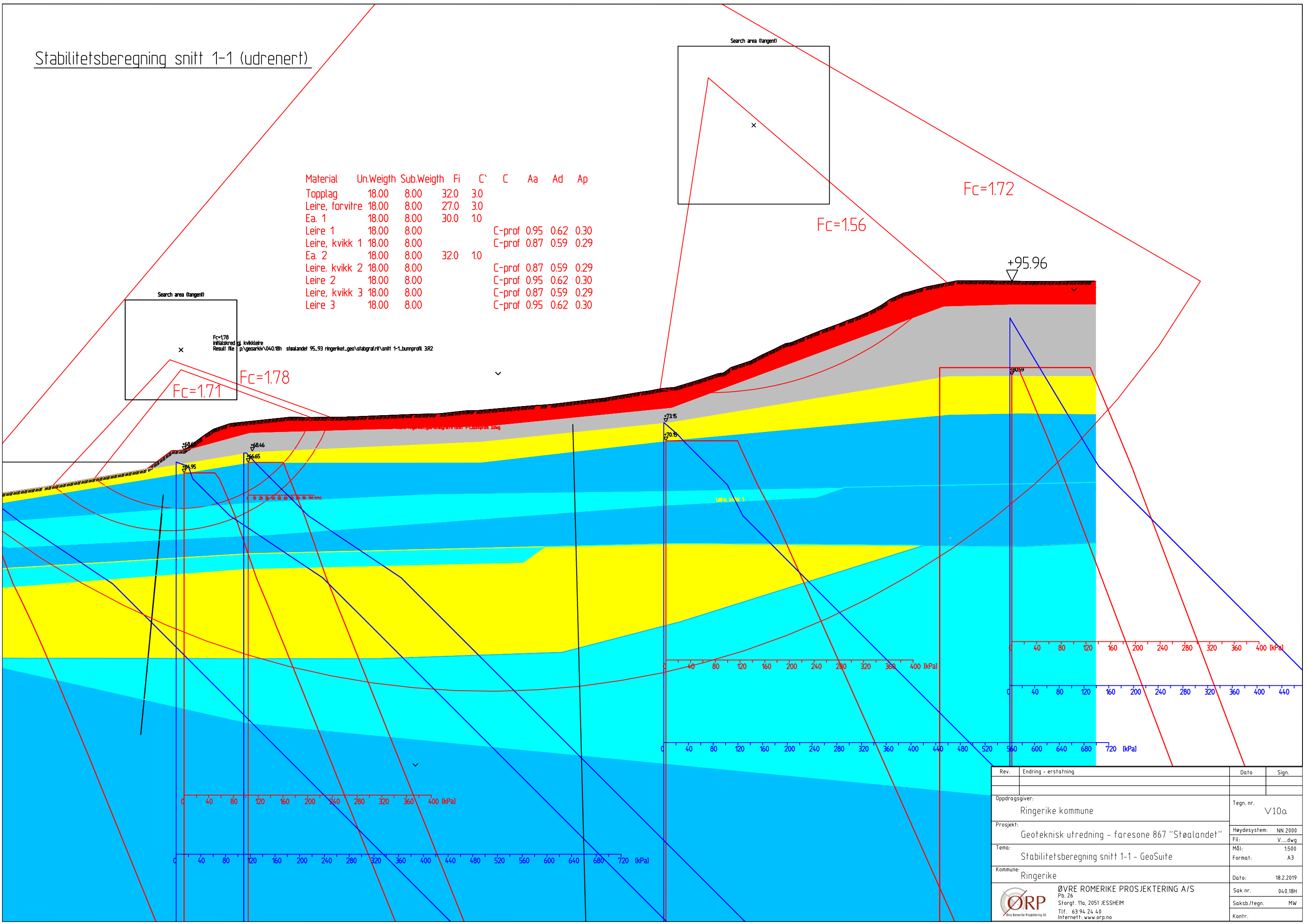
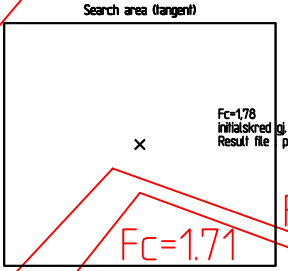
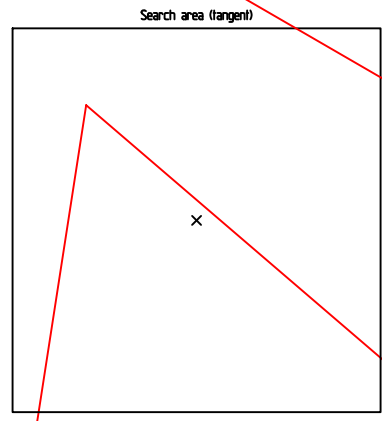


Snitt A-A (se tegn. V08)

| Rev.   | Endring - erstatning | Dato                 | Sign. |
|--|----------------------|----------------------|-------|
|  |                      |                      |       |
| Oppdragsgiver:<br>Ringerike kommune  |                      | Tegn. nr.<br>V09     |       |
| Prosjekt:<br>Geoteknisk utredning - faresone 867 "Stølandet"   |                      | Høydesystem: NN 2000 |       |
| Tema:<br>Snitt forslag motfylling  |                      | Fil: V....dwg        |       |
| Kommune:<br>Ringerike  |                      | Mål: 1:250           |       |
|  |                      | Format: A3           |       |
|  |                      | Dato: 18.2.2019      |       |
|  <b>ØVRE ROMERIKE PROSJEKTERING A/S</b><br>Pb. 26<br>Storgt. 11a, 2051 JESSHEIM<br>Tlf. 63 94 24 40<br>Internet: www.orp.no |                      | Sak nr.<br>04.0.18H  |       |
|  |                      | Saksb./tegn.<br>MW   |       |
|  |                      | Kontr.               |       |

# Stabilitetsberegning snitt 1-1 (udrenert)

| Material        | Un.Weigth | Sub.Weigth | Fi   | C'  | C      | Aa   | Ad   | Ap      |       |      |  |  |        |      |      |      |
|-----------------|-----------|------------|------|-----|--------|------|--|---------|-------|------|--|--|--------|------|------|------|
| Topplag         | 18.00     | 8.00       | 32.0 | 3.0 |        |      |  |         |       |      |  |  |        |      |      |      |
| Leire, forvitre | 18.00     | 8.00       | 27.0 | 3.0 |        |      |  |         |       |      |  |  |        |      |      |      |
| Ea. 1           | 18.00     | 8.00       | 30.0 | 1.0 |        |      |  |         |       |      |  |  |        |      |      |      |
| Leire 1         | 18.00     | 8.00       |      |     | C-prof | 0.95 | 0.62   | 0.30    |       |      |  |  |        |      |      |      |
| Leire, kvikk 1  | 18.00     | 8.00       |      |     | C-prof | 0.87 | 0.59   | 0.29    |       |      |  |  |        |      |      |      |
| Ea. 2           | 18.00     | 8.00       | 32.0 | 1.0 |        |      |  |         |       |      |  |  |        |      |      |      |
| Leire, kvikk 2  | 18.00     | 8.00       |      |     | C-prof | 0.87 | 0.59   | 0.29    |       |      |  |  |        |      |      |      |
| Leire 2         | 18.00     | 8.00       |      |     | C-prof | 0.95 | 0.62   | 0.30    |       |      |  |  |        |      |      |      |
| Leire, kvikk 3  | 18.00     | 8.00       |      |     | C-prof | 0.87 | 0.59 </tr <tr> <td>Leire 3</td> <td>18.00</td> <td>8.00</td> <td></td> <td></td> <td>C-prof</td> <td>0.95</td> <td>0.62</td> <td>0.30</td> </tr> | Leire 3 | 18.00 | 8.00 |  |  | C-prof | 0.95 | 0.62 | 0.30 |
| Leire 3         | 18.00     | 8.00       |      |     | C-prof | 0.95 | 0.62   | 0.30    |       |      |  |  |        |      |      |      |



0 40 80 120 160 200 240 280 320 360 400 kPa

0 40 80 120 160 200 240 280 320 360 400 kPa

0 40 80 120 160 200 240 280 320 360 400 440 480 520 560 600 640 680 720 kPa

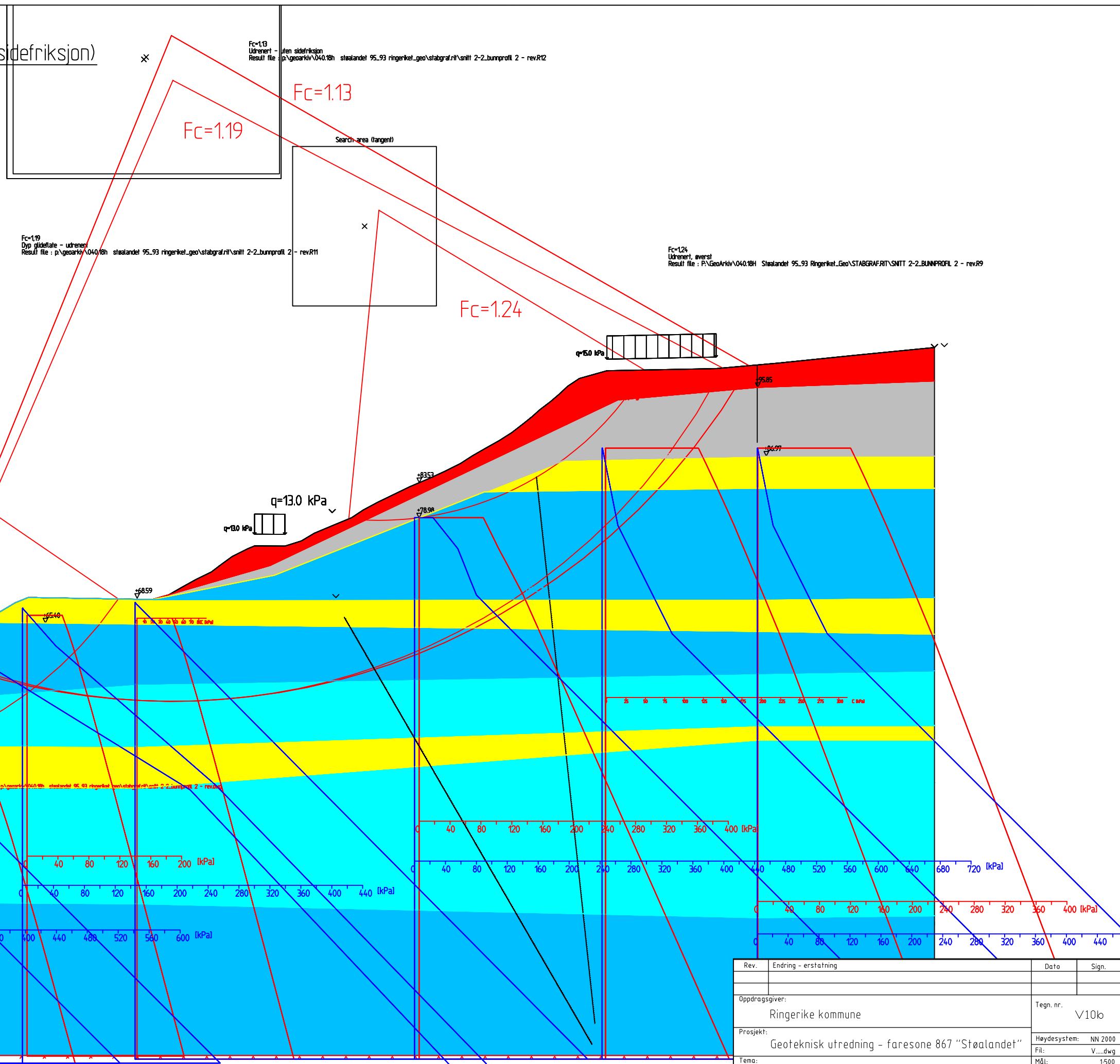
0 40 80 120 160 200 240 280 320 360 400 440 480 520 560 600 640 680 720 kPa

| Rev.  | Endring - erstatning | Dato  | Sign. |
|---|----------------------|---|-------|
|   |                      |   |       |
| Oppdragsgiver: Ringerike kommune  |                      | Tegn. nr. V10a                                |       |
| Prosjekt: Geoteknisk utredning - faresone 867 "Stølandet"   |                      | Høydesystem: NN 2000                          |       |
| Tema: Stabilitetsberegning snitt 1-1 - GeoSuite   |                      | Fil: V....dwg                                 |       |
| Kommune: Ringerike  |                      | Mål: 1:500                                    |       |
|   |                      | Format: A3                                    |       |
|   |                      | Date: 18.2.2019                               |       |
| ØVRE ROMERIKE PROSJEKTERING A/S<br>Pb. 26<br>Storgt. 11a, 2051 JESSHEIM<br>Tlf. 63 94 24 40<br>Internet: www.orp.no |                      | Sak nr. 04.0.18H<br>Saksb./tegn. MW<br>Kontr. |       |



# Stabilitetsberegning snitt 2-2 (udrenert - med/uten sidefriksjon)

| Material       | Un.Weigth | Sub.Weigth | Fi   | C'  | C      | Aa   | Ad   | Ap   |
|----------------|-----------|------------|------|-----|--------|------|------|------|
| Topplag        | 21.00     | 11.00      | 32.0 | 3.0 |        |      |      |      |
| Forvitringstag | 20.00     | 10.00      | 28.0 | 5.0 |        |      |      |      |
| Ea. 1          | 19.00     | 9.00       | 30.0 | 1.0 |        |      |      |      |
| Leire 1        | 19.50     | 9.50       |      |     | C-prof | 0.95 | 0.62 | 0.30 |
| Ea. 2          | 19.00     | 9.00       | 32.0 | 1.0 |        |      |      |      |
| Leire 2        | 20.00     | 10.00      |      |     | C-prof | 0.95 | 0.62 | 0.30 |
| Leire, kvikk 1 | 19.00     | 9.00       |      |     | C-prof | 0.87 | 0.59 | 0.29 |
| Ea. 3          | 19.00     | 9.00       | 34.0 | 1.0 |        |      |      |      |
| Leire, kvikk 2 | 19.00     | 9.00       |      |     | C-prof | 0.87 | 0.59 | 0.29 |
| Leire 3        | 20.00     | 10.00      |      |     | C-prof | 0.95 | 0.62 | 0.30 |



Search area (tangent)

Fc=2.52  
Udrenert, nederst  
Result file: P:\GeoArkiv\040.18H Staalendet 95.93 Ringenkel\_Geo\STABGRAF\IT\SNITT 2-2\_BUNNPROFIL 2 - rev.R10

Fc=1.19  
Dyp glideflate - udrenert  
Result file: P:\GeoArkiv\040.18H Staalendet 95.93 Ringenkel\_Geo\STABGRAF\IT\SNITT 2-2\_BUNNPROFIL 2 - rev.R11

Search area (tangent)

Fc=1.13  
Udrenert - uten sidefriksjon  
Result file: P:\GeoArkiv\040.18H Staalendet 95.93 Ringenkel\_Geo\STABGRAF\IT\SNITT 2-2\_BUNNPROFIL 2 - rev.R12

Fc=1.24  
Udrenert, øverst  
Result file: P:\GeoArkiv\040.18H Staalendet 95.93 Ringenkel\_Geo\STABGRAF\IT\SNITT 2-2\_BUNNPROFIL 2 - rev.R9

|                |  |              |           |
|----------------|--|--------------|-----------|
| Rev.           | Endring - erstatning                                 | Dato         | Sign.     |
| Oppdragsgiver: | Ringerike kommune                                    | Tegn. nr.    | V10b      |
| Prosjekt:      | Geoteknisk utredning - faresone 867 "Stølandet"      | Høydesystem: | NN 2000   |
| Tema:          | Stabilitetsberegning snitt 2-2 (udrenert) - GeoSuite | Fil:         | V....dwg  |
| Kommune:       | Ringerike  | Mål:         | 1:500     |
|                |  | Format:      | A3        |
|                |  | Dato:        | 18.2.2019 |
|                |  | Sak nr.      | 040.18H   |
|                |  | Saksb./tegn. | MW        |
|                |  | Kontr.       |           |

Fc1-108  
Drenert - uten sidefriksjon  
Result file : P:\GeoArkiv\040.18H Staalandet 95\_93 Ringerike\_Geo\STABGRAF\RT\SNITT 2-2\_BUNNPROFIL 2 - rev - drenert.RB

Fc1-112  
Drenert - opp glideflate  
Result file : P:\GeoArkiv\040.18H Staalandet 95\_93 Ringerike\_Geo\STABGRAF\RT\SNITT 2-2\_BUNNPROFIL 2 - rev.R7

$F_c \varphi = 1.08$

$F_c \varphi = 1.12$

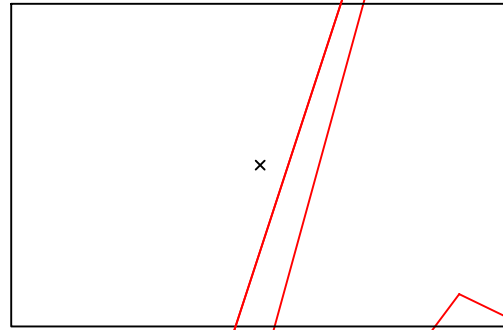
Stabilitetsberegning snitt 2-2 (drenert - med/uten sidefriksjon)

Fc1-107  
Drenert, øverst  
Result file : P:\GeoArkiv\040.18H Staalandet 95\_93 Ringerike\_Geo\STABGRAF\RT\SNITT 2-2\_BUNNPROFIL 2 - rev.R8

$F_c \varphi = 1.07$

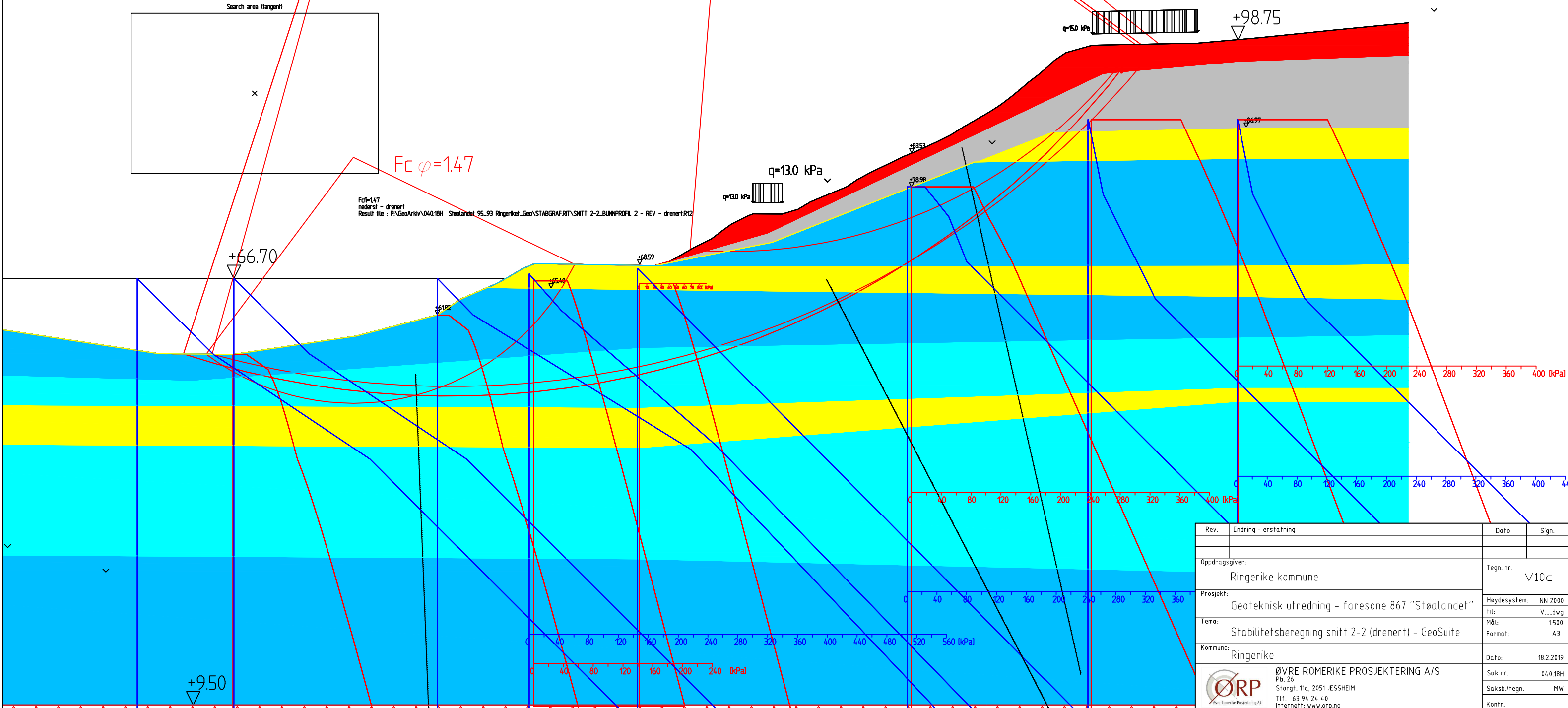
| Material        | Un.Weigth | Sub.Weigth | Fi   | C'  | C | Aa | Ad | Ap |
|-----------------|-----------|------------|------|-----|---|----|----|----|
| Topplag         | 21.00     | 11.00      | 32.0 | 3.0 |   |    |    |    |
| Forvittringslag | 20.00     | 10.00      | 28.0 | 5.0 |   |    |    |    |
| Ea. 1           | 19.00     | 9.00       | 30.0 | 1.0 |   |    |    |    |
| Leire 1         | 19.50     | 9.50       | 27.0 | 4.0 |   |    |    |    |
| Ea. 2           | 19.00     | 9.00       | 32.0 | 1.0 |   |    |    |    |
| Leire 2         | 20.00     | 10.00      | 28.0 | 5.0 |   |    |    |    |
| Leire, kvikk 1  | 19.00     | 9.00       | 27.0 | 4.0 |   |    |    |    |
| Ea. 3           | 19.00     | 9.00       | 34.0 | 1.0 |   |    |    |    |
| Leire, kvikk 2  | 19.00     | 9.00       | 27.0 | 4.0 |   |    |    |    |
| Leire 3         | 20.00     | 10.00      | 27.0 | 4.0 |   |    |    |    |

Search area (tangent)



$F_c \varphi = 1.47$

Fc1-147  
nederst - drenert  
Result file : P:\GeoArkiv\040.18H Staalandet 95\_93 Ringerike\_Geo\STABGRAF\RT\SNITT 2-2\_BUNNPROFIL 2 - REV - drenert.R12



|                |   |              |           |
|----------------|---|--------------|-----------|
| Rev.           | Endring - erstatning                                | Dato         | Sign.     |
| Oppdragsgiver: | Ringerike kommune                                   | Tegn. nr.    | V10c      |
| Prosjekt:      | Geoteknisk utredning - faresone 867 "Staalandet"    | Høydesystem: | NN 2000   |
| Tema:          | Stabilitetsberegning snitt 2-2 (drenert) - GeoSuite | Fil:         | V....dwg  |
| Kommune:       | Ringerike   | Mål:         | 1:500     |
|                |   | Format:      | A3        |
|                |   | Dato:        | 18.2.2019 |
|                |   | Sak nr.      | 040.18H   |
|                |   | Saksb./tegn. | MW        |
|                |   | Kontr.       |           |



ØVRE ROMERIKE PROSJEKTERING A/S  
Pb. 26  
Storgt. 11a, 2051 JESSHEIM  
Tlf. 63 94 24 40  
Internet: www.orp.no



# Stabilitetsberegning snitt 2-2 (motfylling/stabilitetsforbedring - drenert og udrenert beregning - med sidefriksjon)

Fc=1.12  
drenert dyp glideflate  
Result file : P:\GeoArktiv\040.18H Støalandet 95\_93 Ringerike\_Geo\STABGRAF\IT\SNITT 2-2\_BUNNPROFIL 2 - rev.R7

Search area (tangent)

Fc=1.18

Fc=1.18  
Udrenert beregning  
Result file : P:\GeoArktiv\040.18H Støalandet 95\_93 Ringerike\_Geo\STABGRAF\IT\SNITT 2-2\_BUNNPROFIL 2 - rev.R6

Fc=1.07  
Drenert, øverst  
Result file : P:\GeoArktiv\040.18H Støalandet 95\_93 Ringerike\_Geo\STABGRAF\IT\SNITT 2-2\_BUNNPROFIL 2 - rev.R8

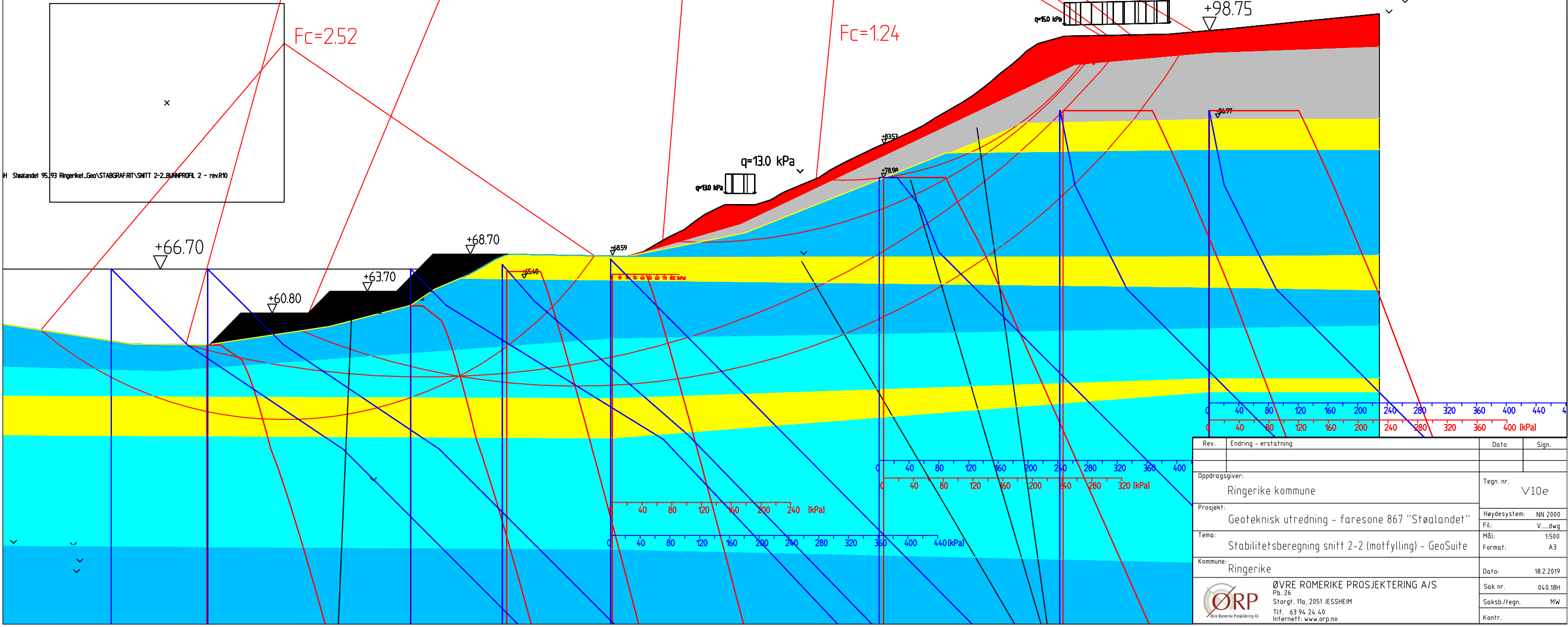
Fc=1.24  
Udrenert, øverst  
Result file : P:\GeoArktiv\040.18H Støalandet 95\_93 Ringerike\_Geo\STABGRAF\IT\SNITT 2-2\_BUNNPROFIL 2 - rev.R9


Fc φ=1.07

Fc=2.52

Fc=1.24

| Material        | Un.Weigth | Sub.Weigth | Fi   | C'  | C      | Aa   | Ad   | Ap   |
|-----------------|-----------|------------|------|-----|--------|------|------|------|
| Topplag         | 21.00     | 11.00      | 32.0 | 3.0 |        |      |      |      |
| Forvittringslag | 20.00     | 10.00      | 28.0 | 5.0 |        |      |      |      |
| Ea. 1           | 19.00     | 9.00       | 30.0 | 1.0 |        |      |      |      |
| Leire 1         | 19.50     | 9.50       |      |     | C-prof | 0.95 | 0.62 | 0.30 |
| Ea. 2           | 19.00     | 9.00       | 32.0 | 1.0 |        |      |      |      |
| Leire 2         | 20.00     | 10.00      |      |     | C-prof | 0.95 | 0.62 | 0.30 |
| Leire, kvikk 1  | 19.00     | 9.00       |      |     | C-prof | 0.87 | 0.59 | 0.29 |
| Ea. 3           | 19.00     | 9.00       | 34.0 | 1.0 |        |      |      |      |
| Leire, kvikk 2  | 19.00     | 9.00       |      |     | C-prof | 0.87 | 0.59 | 0.29 |
| Leire 3         | 20.00     | 10.00      |      |     | C-prof | 0.95 | 0.62 | 0.30 |



| Rev.  | Endring - erstatning | Dato  | Sign. |
|---|----------------------|---|-------|
|   |                      |   |       |
| Oppdragsgiver: Ringerike kommune  |                      | Tegn. nr. V10e                                |       |
| Prosjekt: Geoteknisk utredning - faresone 867 "Støalandet"  |                      | Høydesystem: NN 2000                          |       |
| Tema: Stabilitetsberegning snitt 2-2 (motfylling) - GeoSuite  |                      | Fil: V....dwg                                 |       |
| Kommune: Ringerike  |                      | Mål: 1:500                                    |       |
|   |                      | Format: A3                                    |       |
|   |                      | Date: 18.2.2019                               |       |
|  ØVRE ROMERIKE PROSJEKTERING A/S<br>Pb. 26<br>Storgt. 11a, 2051 JESSHEIM<br>Tlf. 63 94 24 40<br>Internet: www.orp.no |                      | Sak nr. 04.0.18H<br>Saksb./tegn. MW<br>Kontr. |       |

# Stabilitetsberegning snitt 3-3 (drenert/udrenert)

$F_c \varphi = 1.48$

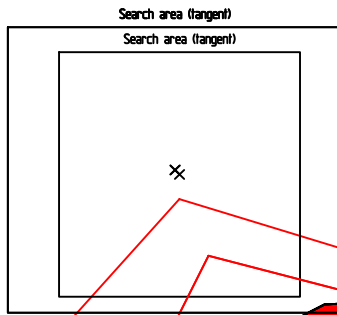
$F_c = 1.48$

Result file : p:\geotekn\040.18h staelandet\_95\_93 ringerike\_geo\stabgraf\rit\snitt 3-3R2

$F_c = 1.47$

Result file : p:\geotekn\040.18h staelandet\_95\_93 ringerike\_geo\stabgraf\rit\snitt 3-3R1

| Material        | Un.Weigth | Sub.Weigth | Fi   | C'  | C      | Aa   | Ad   | Ap   |
|-----------------|-----------|------------|------|-----|--------|------|------|------|
| Tørreskorpe     | 21.00     | 11.00      | 32.0 | 3.0 |        |      |      |      |
| Leire, forvitre | 20.00     | 10.00      | 28.0 | 5.0 |        |      |      |      |
| Ea. 1           | 19.00     | 9.00       | 30.0 | 1.0 |        |      |      |      |
| Leire 1         | 19.50     | 9.50       |      |     | C-prof | 0.95 | 0.62 | 0.30 |
| Ea. 2           | 19.00     | 9.00       | 32.0 | 1.0 |        |      |      |      |
| Leire 2         | 20.00     | 10.00      |      |     | C-prof | 0.95 | 0.62 | 0.30 |
| Leire, kvikk    | 19.00     | 9.00       |      |     | C-prof | 0.87 | 0.59 | 0.29 |
| Ea. 3           | 19.00     | 9.00       | 34.0 | 1.0 |        |      |      |      |
| Leire, kvikk 2  | 19.00     | 9.00       |      |     | C-prof | 0.87 | 0.59 | 0.29 |



Result file : p:\geotekn\040.18h staelandet\_95\_93 ringerike\_geo\stabgraf\rit\snitt 3-3R6

+66.70

$F_c = 1.44$

$F_c = 1.31$

+100.33

+93.00

+84.45

+71.00

+71.40

+68.45

+65.94

+62.14

+71.39

0 40 80 120 160 200 240 280 320 360 400 (kPa)

0 40 80 120 160 200 240 280 320 360 400 (kPa)

0 40 80 120 160 200 240 280 320 360 400 (kPa)

0 40 80 120 160 200 240 280 320 360 400 440 480 520 560 600 640 680 720 (kPa)

0 40 80 120 160 200 240 280 320 360 400 440 480 (kPa)

| Rev. | Endring - erstatning | Dato | Sign. |
|------|----------------------|------|-------|
|------|----------------------|------|-------|

Oppdragsgiver: Ringerike kommune

Prosjekt: Geoteknisk utredning - faresone 867 "Stølandet"

Tema: Stabilitetsberegning snitt 3-3 - GeoSuite

Kommune: Ringerike

ØVRE ROMERIKE PROSJEKTERING A/S  
 Pb. 26  
 Storgt. 11a, 2051 JESSHEIM  
 Tlf. 63 94 24 40  
 Internet: www.orp.no

Tegn. nr. V10F

Høydesystem: NN 2000

Fil: V....dwg

Mål: 1:500

Format: A3

Dato: 18.2.2019

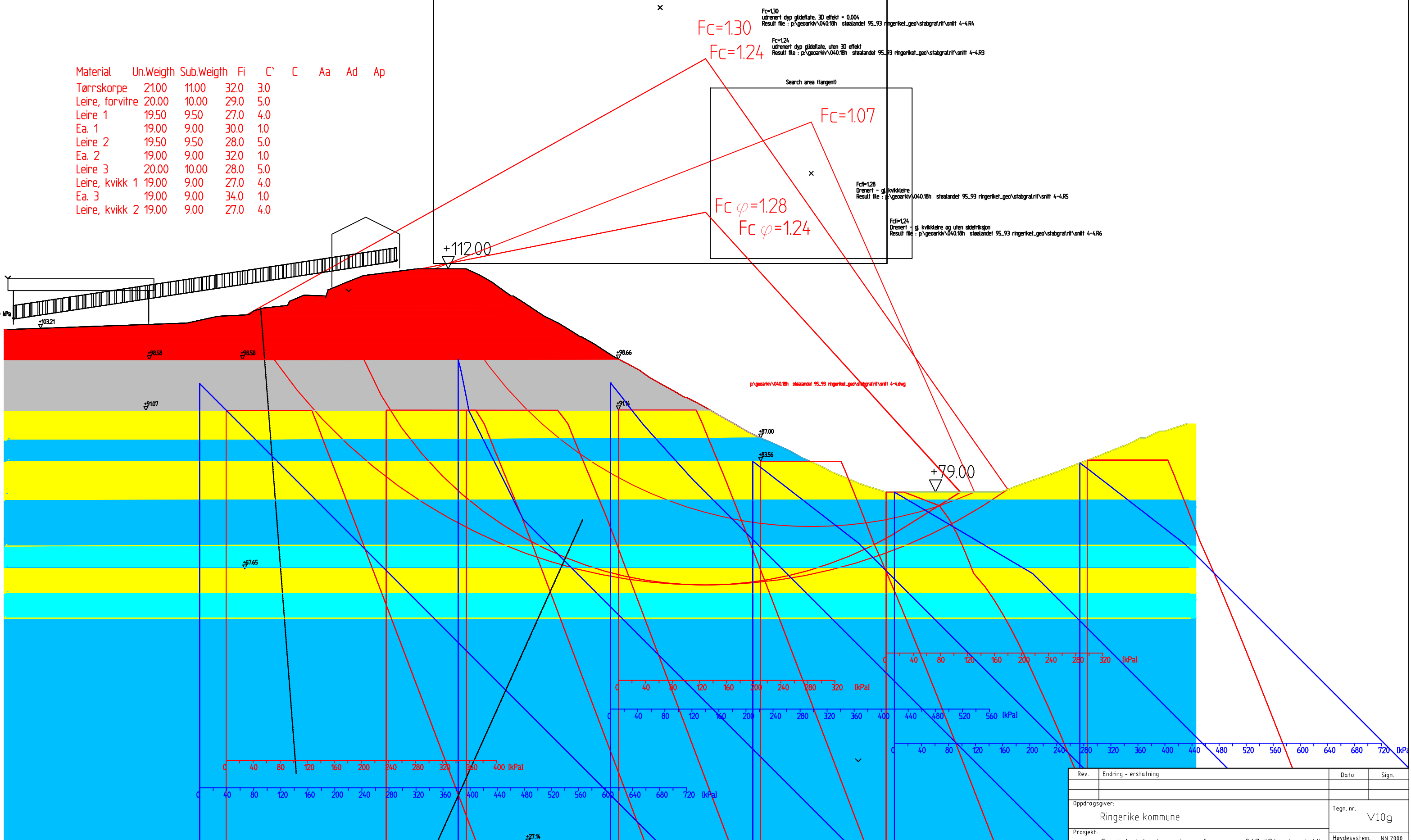
Sak nr. 04.0.18H


Saksb./tegn. MW

Kontr.

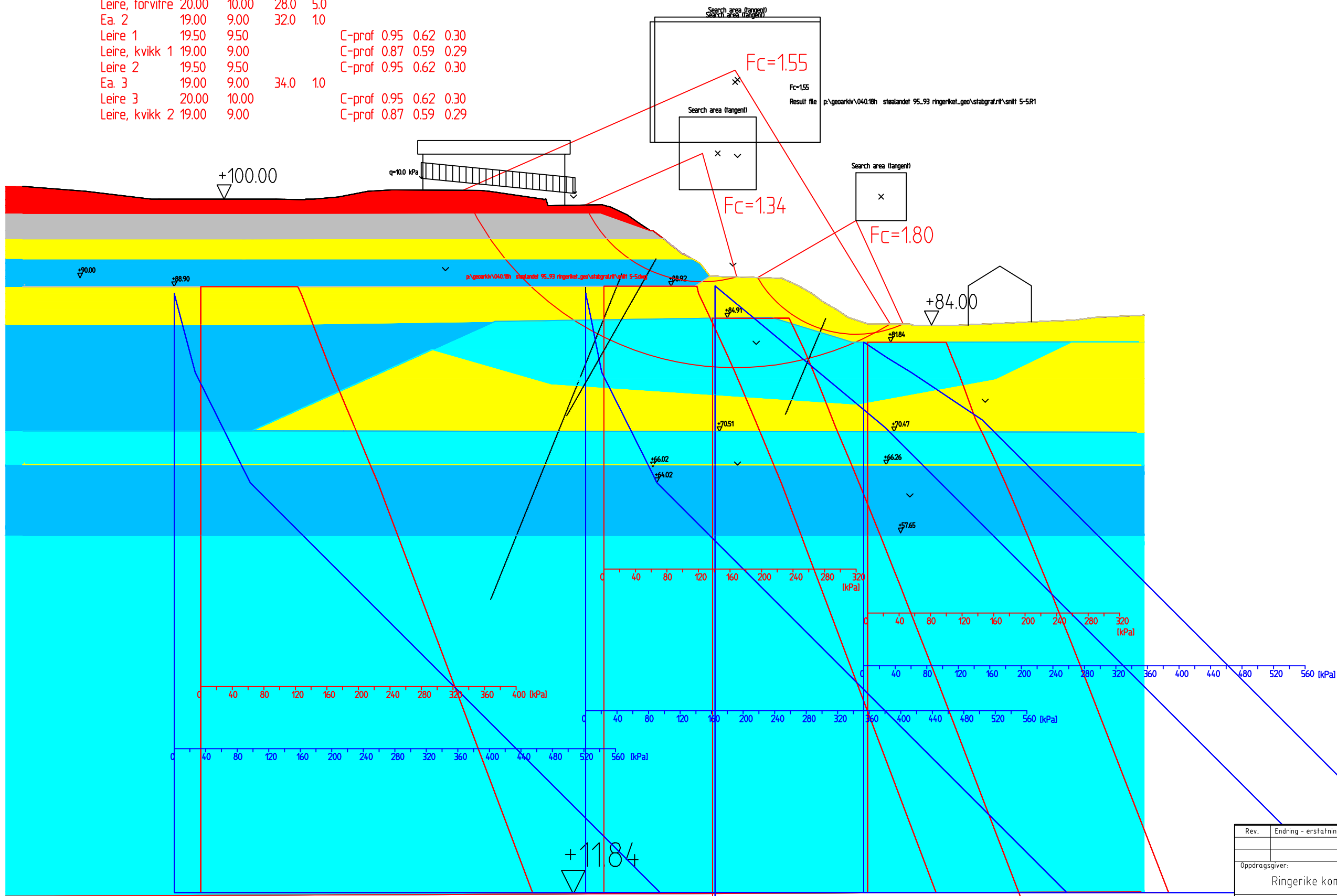
# Stabilitetsberegning snitt 4-4 (drenert/udrenert, med/uten sidefriksjon)

| Material        | Un.Weigth | Sub.Weigth | Fi   | C'  | C | Aa | Ad | Ap |
|-----------------|-----------|------------|------|-----|---|----|----|----|
| Tørrskorpe      | 21.00     | 11.00      | 32.0 | 3.0 |   |    |    |    |
| Leire, forvitre | 20.00     | 10.00      | 29.0 | 5.0 |   |    |    |    |
| Leire 1         | 19.50     | 9.50       | 27.0 | 4.0 |   |    |    |    |
| Ea. 1           | 19.00     | 9.00       | 30.0 | 1.0 |   |    |    |    |
| Leire 2         | 19.50     | 9.50       | 28.0 | 5.0 |   |    |    |    |
| Ea. 2           | 19.00     | 9.00       | 32.0 | 1.0 |   |    |    |    |
| Leire 3         | 20.00     | 10.00      | 28.0 | 5.0 |   |    |    |    |
| Leire, kvikk 1  | 19.00     | 9.00       | 27.0 | 4.0 |   |    |    |    |
| Ea. 3           | 19.00     | 9.00       | 34.0 | 1.0 |   |    |    |    |
| Leire, kvikk 2  | 19.00     | 9.00       | 27.0 | 4.0 |   |    |    |    |




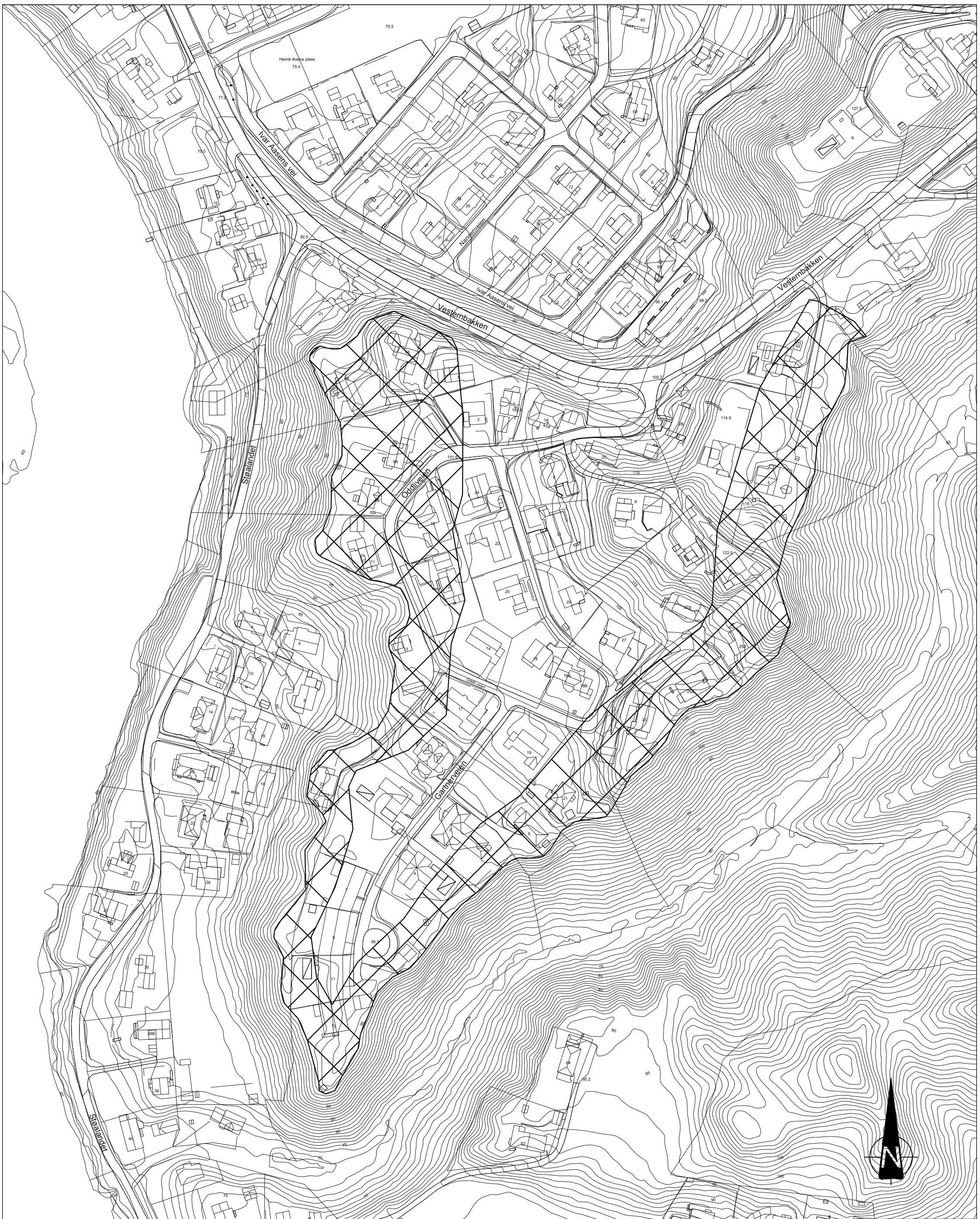
| Rev.  | Endring - erstatning | Dato                 | Sign. |
|---|----------------------|----------------------|-------|
|   |                      |                      |       |
| Oppdragsgiver:  |                      | Tegn. nr.            |       |
| Ringerike kommune   |                      | V10g                 |       |
| Prosjekt:   |                      | Høydesystem: NN 2000 |       |
| Geoteknisk utredning - faresone 867 "Støalandet"  |                      | Fil: V....dwg        |       |
| Tema:   |                      | Mål: 1:500           |       |
| Stabilitetsberegning snitt 4-4 - GeoSuite   |                      | Format: A3           |       |
| Kommune:  |                      | Dato: 18.2.2019      |       |
| Ringerike   |                      | Sak nr. 040.18H      |       |
|  ØVRE ROMERIKE PROSJEKTERING A/S<br>Pb. 26<br>Storgt. 11a, 2051 JESSHEIM<br>Tlf. 63 94 24 40<br>Internet: www.orp.no |                      | Saksb./tegn. MW      |       |
|   |                      | Kontr.               |       |

| Material        | Un.Weigth | Sub.Weigth | Fi   | C'  | C           | Aa   | Ad   | Ap |
|-----------------|-----------|------------|------|-----|-------------|------|------|----|
| Tørrskorpe      | 21.00     | 11.00      | 32.0 | 3.0 |             |      |      |    |
| Leire, forvitre | 20.00     | 10.00      | 28.0 | 5.0 |             |      |      |    |
| Ea. 1           | 19.00     | 9.00       | 30.0 | 1.0 |             |      |      |    |
| Leire, forvitre | 20.00     | 10.00      | 28.0 | 5.0 |             |      |      |    |
| Ea. 2           | 19.00     | 9.00       | 32.0 | 1.0 |             |      |      |    |
| Leire 1         | 19.50     | 9.50       |      |     | C-prof 0.95 | 0.62 | 0.30 |    |
| Leire, kvikk 1  | 19.00     | 9.00       |      |     | C-prof 0.87 | 0.59 | 0.29 |    |
| Leire 2         | 19.50     | 9.50       |      |     | C-prof 0.95 | 0.62 | 0.30 |    |
| Ea. 3           | 19.00     | 9.00       | 34.0 | 1.0 |             |      |      |    |
| Leire 3         | 20.00     | 10.00      |      |     | C-prof 0.95 | 0.62 | 0.30 |    |
| Leire, kvikk 2  | 19.00     | 9.00       |      |     | C-prof 0.87 | 0.59 | 0.29 |    |

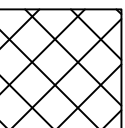


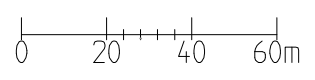
Stabilitetsberegning snitt 5-5 (udrenert)

| Rev.  | Endring - erstatning | Dato                 | Sign. |
|---|----------------------|----------------------|-------|
|   |                      |                      |       |
| Oppdragsgiver:<br>Ringerike kommune   |                      | Tegn. nr.<br>V10g    |       |
| Prosjekt:<br>Geoteknisk utredning - faresone 867 "Stølandet"  |                      | Høydesystem: NN 2000 |       |
| Tema:<br>Stabilitetsberegning snitt 4-4 - GeoSuite  |                      | Fil: V....dwg        |       |
| Kommune:<br>Ringerike   |                      | Mål: 1:500           |       |
|   |                      | Format: A3           |       |
|   |                      | Dato: 18.2.2019      |       |
|  ØVRE ROMERIKE PROSJEKTERING A/S<br>Pb. 26<br>Storgt. 11a, 2051 JESSHEIM<br>Tlf. 63 94 24 40<br>Internet: www.orp.no |                      | Sak nr.<br>04.0.18H  |       |
|   |                      | Saksb./tegn.<br>MW   |       |
|   |                      | Kontr.               |       |



**Tegnforklaring:**

|  |   |
|--|---|
|  | Avgrensning randsone m/krav på kompensert fundamentering (gjelder tiltak iht. beskrivelse i kap. 5 av geoteknisk rapport) |
|--|---|



|                |   |              |           |
|----------------|---|--------------|-----------|
| Rev.           | Endring - erstatning                            | Dato         | Sign.     |
| Oppdragsgiver: | Ringerike kommune                               | Tegn. nr.    | V11       |
| Prosjekt:      | Geoteknisk utredning - faresone 867 "Stølandet" | Høydesystem: | NN 2000   |
| Tema:          | Randsone med krav om kompensert fundamentering  | Fil:         | V....dwg  |
| Kommune:       | Ringerike                                       | Mål:         | 1:1250    |
|                |   | Format:      | A3        |
|                |   | Dato:        | 19.3.2019 |
|                |   | Sak nr.      | 040.18H   |
|                |   | Saksb./tegn. | MW        |
|                |   | Kontr.       |           |

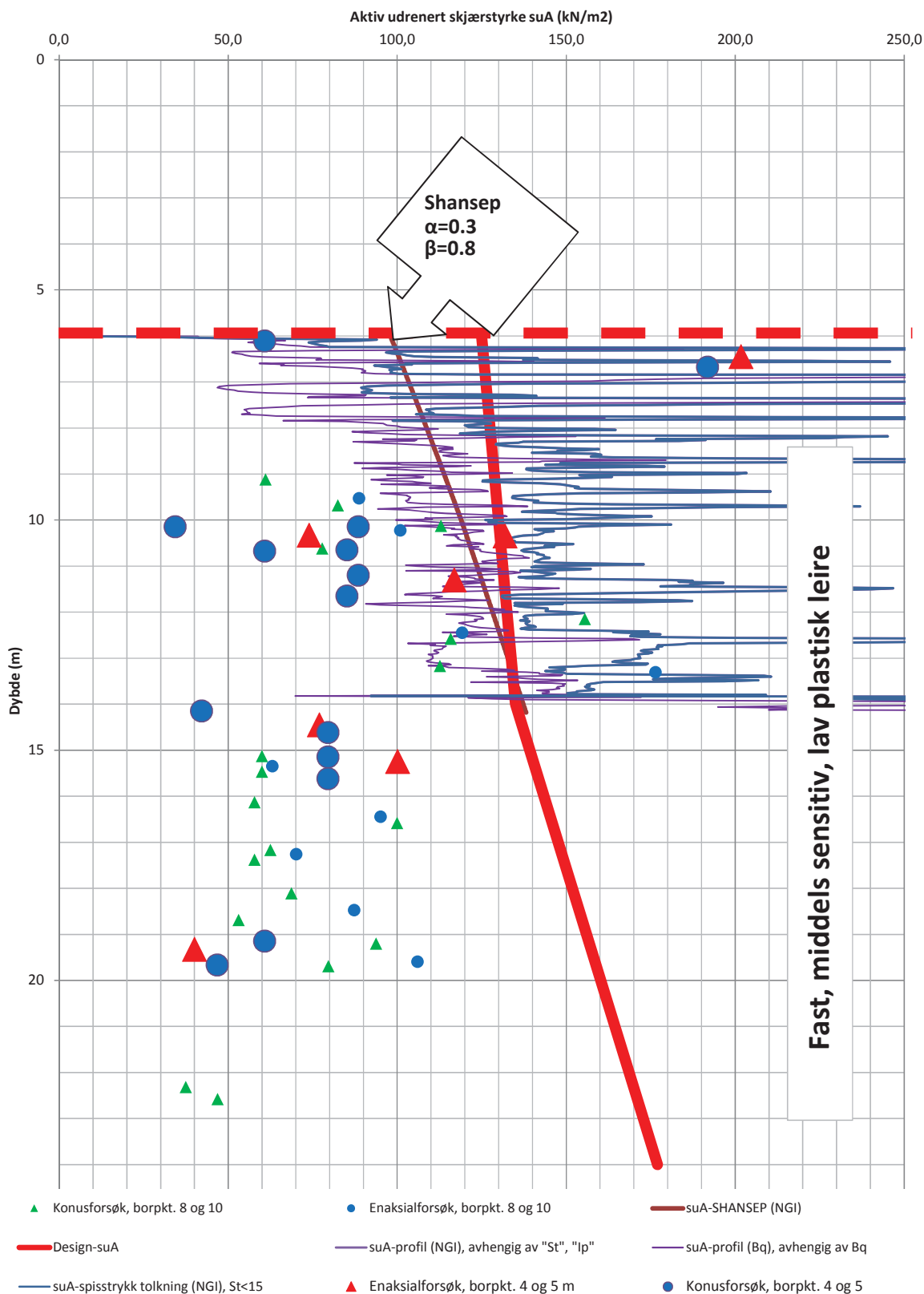



ØVRE ROMERIKE PROSJEKTERING A/S  
 Pb. 26  
 Storgt. 11a, 2051 JESSHEIM  
 Tlf. 63 94 24 40  
 Internet: www.orp.no



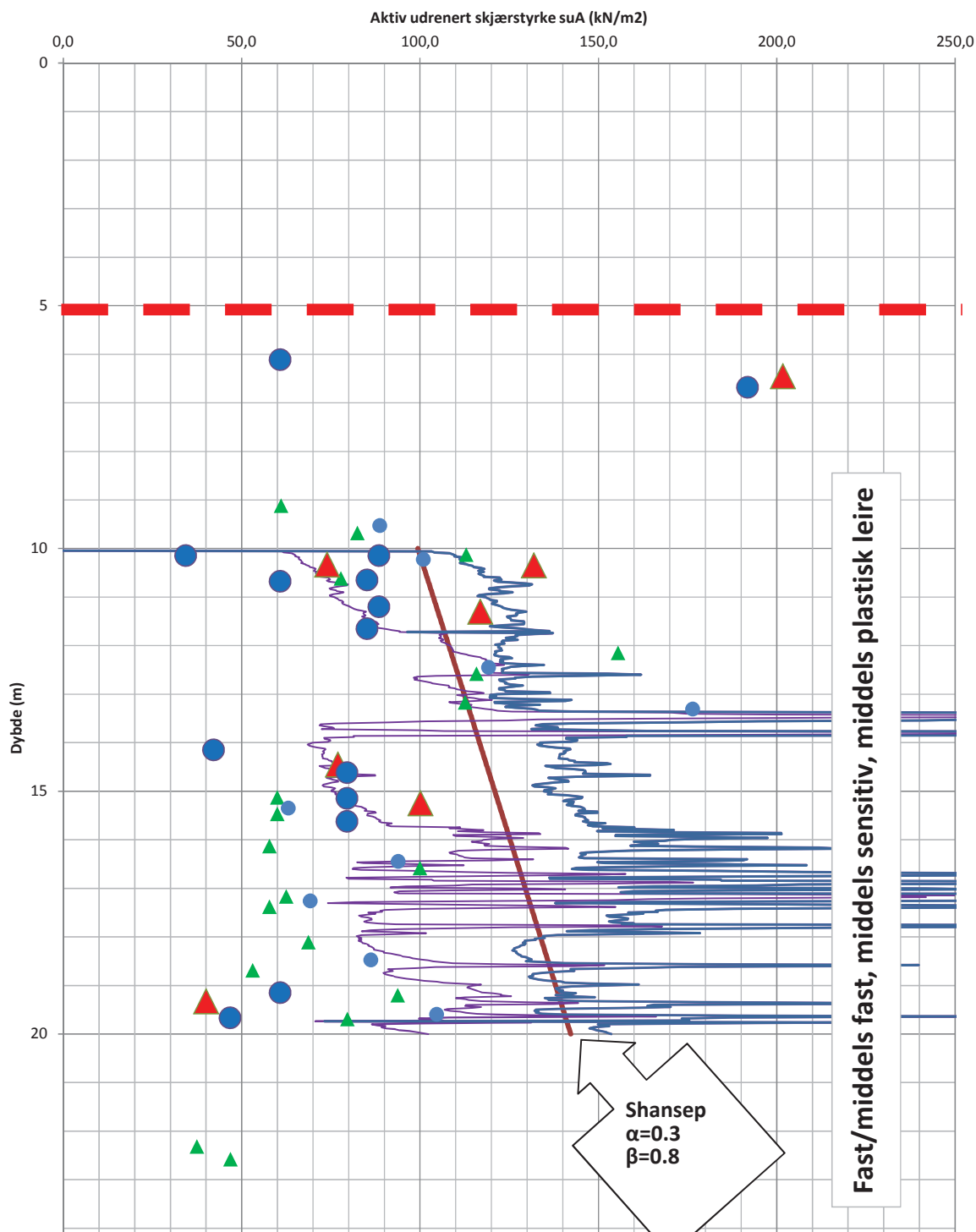
# Vedlegg 1

## Utredning kl-sone 867 "Stølandet", CPTU borhull 4\_U




|                            |  |                                  |   |
|----------------------------|--|----------------------------------|---|
| Prosjekt: <b>Stølandet</b> |  | Sted: kl-sone "Stølandet"        |  |
| Oppdragsnr.: 040.,18H      | Dato sondering: 12.12.2018                 | Kommune: Ringerike               |   |
| CPTU-/hull nr.: 4          | Sonde nr.: 4712                            | Borfirma: RGB                    |   |
|                            |  | Oppdragsgiver: Ringerike kommune |   |
| Tegnet: MW                 | Dato: 23.jan.19                            | Temperatur:                      |   |
| Kontrollert:               | Bilgagsnr.:                                | Kote: 105,00                     |   |
| Versjon:                   | Titel: Tolkning aktiv udrenert skjærstyrke |                                  |   |
| Revisjon:                  | 0 Filplassering:                           |                                  |   |

## Utredning kl-sone 867 "Stølandet", CPTU borhull 5\_U

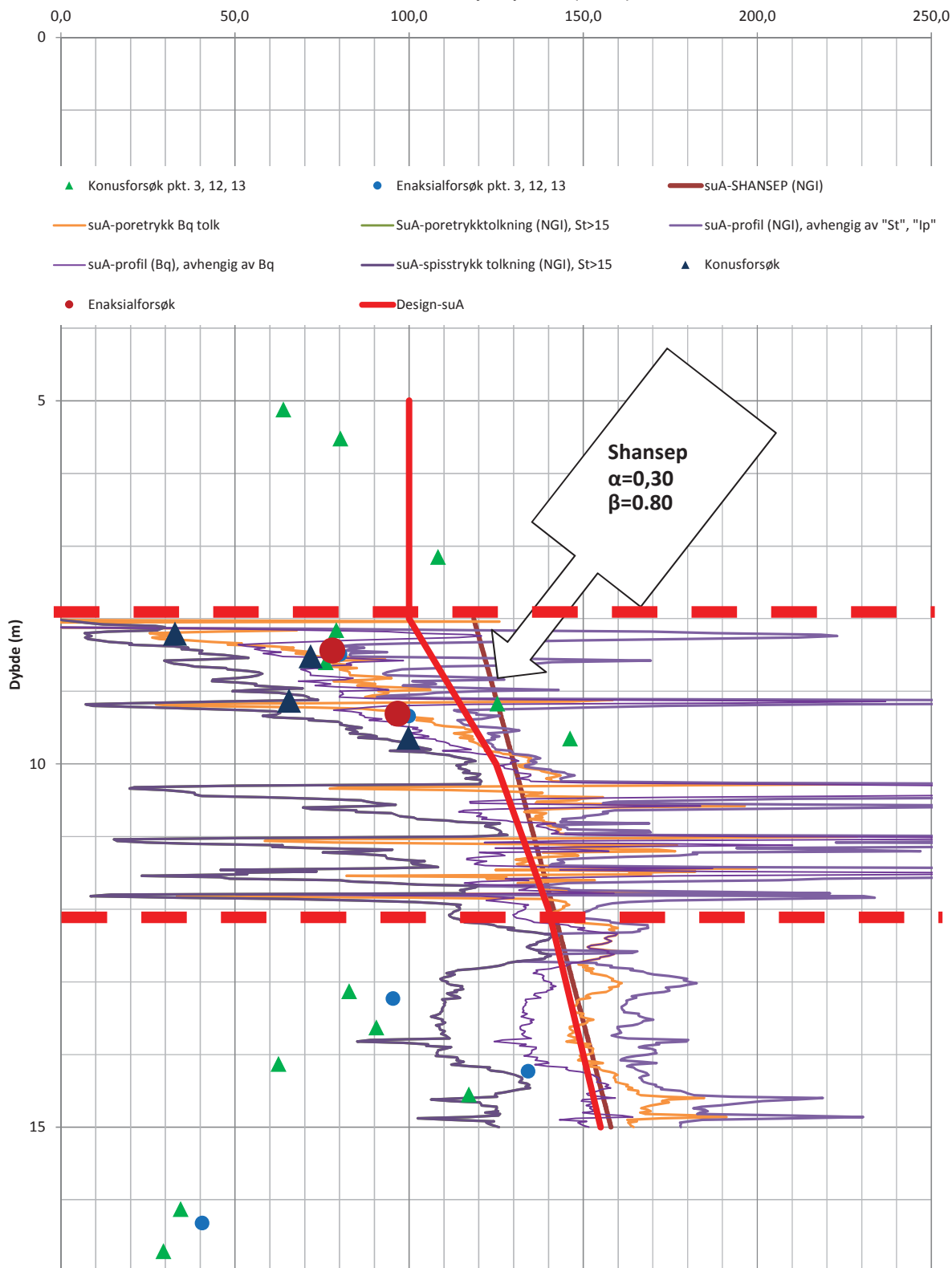


- ▲ Konusforsøk, borpkt. 8 og 10
- Enaksialforsøk, borpkt. 8 og 10
- suA-SHANSEP (NGI)
- suA-profil (NGI), avhengig av "St", "Ip"
- suA-profil (Bq), avhengig av Bq
- suA-spisstrykk tolkning (NGI), St<15
- ▲ Enaksialforsøk, borpkt. 4 og 5
- Konusforsøk, borpkt. 4 og 5

|                            |  |                                  |   |
|----------------------------|--|----------------------------------|---|
| Prosjekt: <b>Stølandet</b> |  | Sted: kl-sone "Stølandet"        |  |
| Oppdragsnr.: 040.18H       | Dato sondering: 13.12.2018                 | Kommune: Ringerike               |   |
| CPTU-/hull nr.: 5          | Sonde nr.: 4712                            | Borfirma: RGB                    |   |
|                            |  | Oppdragsgiver: Ringerike kommune |   |
| Tegnet: MW                 | Dato: 23.jan.19                            | Temperatur:                      |   |
| Kontrollert:               | Bilgagsnr.:                                | Kote: 118,70                     |   |
| Versjon:                   | Titel: Tolkning aktiv udrenert skjærstyrke |                                  |   |
| Revisjon:                  | 0 Filplassering:                           |                                  |   |

## Utredning kl-sone 867 "Stølandet", CPTU borhull 11\_U

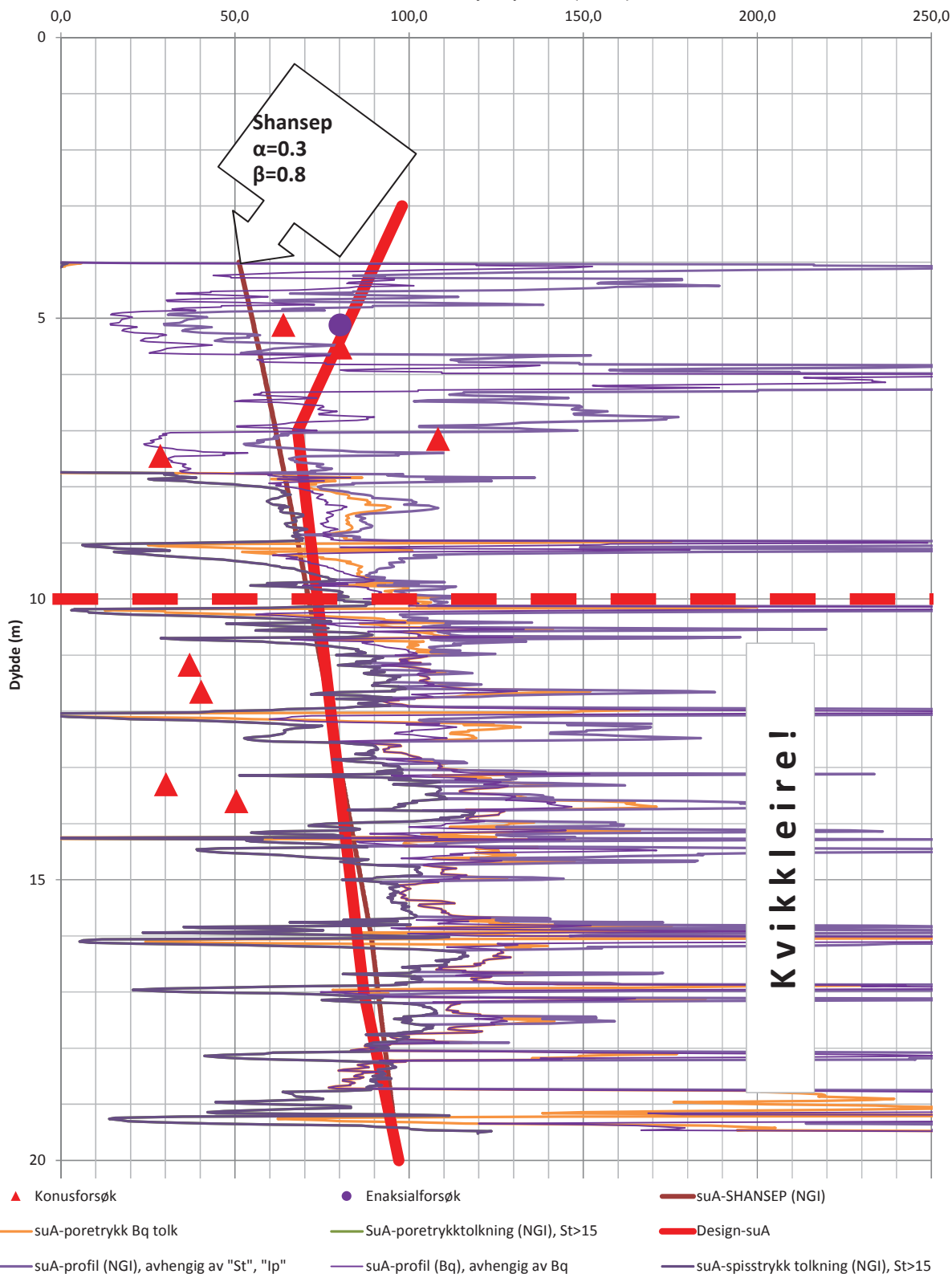
Aktiv udrenert skjærstyrke suA (kN/m<sup>2</sup>)




|                            |  |                                  |  |
|----------------------------|--|----------------------------------|--|
| Prosjekt: <b>Stølandet</b> |  | Sted: kl-sone 867 "Stølandet"    |  |
| Oppdragsnr.: 040.18h       | Dato sondering: 11.12.2018                 | Kommune: Ringerike               |  |
| CPTU-/hull nr.: 11         | Sonde nr.: 4712                            | Borfirma: RGB AS                 |  |
|                            |  | Oppdragsgiver: Ringerike kommune |  |
| Tegnet: MW                 | Dato: 23.jan.19                            | Temperatur: 78,40                |  |
| Kontrollert:               | Bilgagsnr.:                                | Kote: 78,40                      |  |
| Versjon:                   | Titel: Tolkning aktiv udrenert skjærstyrke |                                  |  |
| Revisjon: 0                | Filplassering:                             |                                  |  |

# Utredning kl-sone 867 "Stølandet", CPTU borhull 12\_U

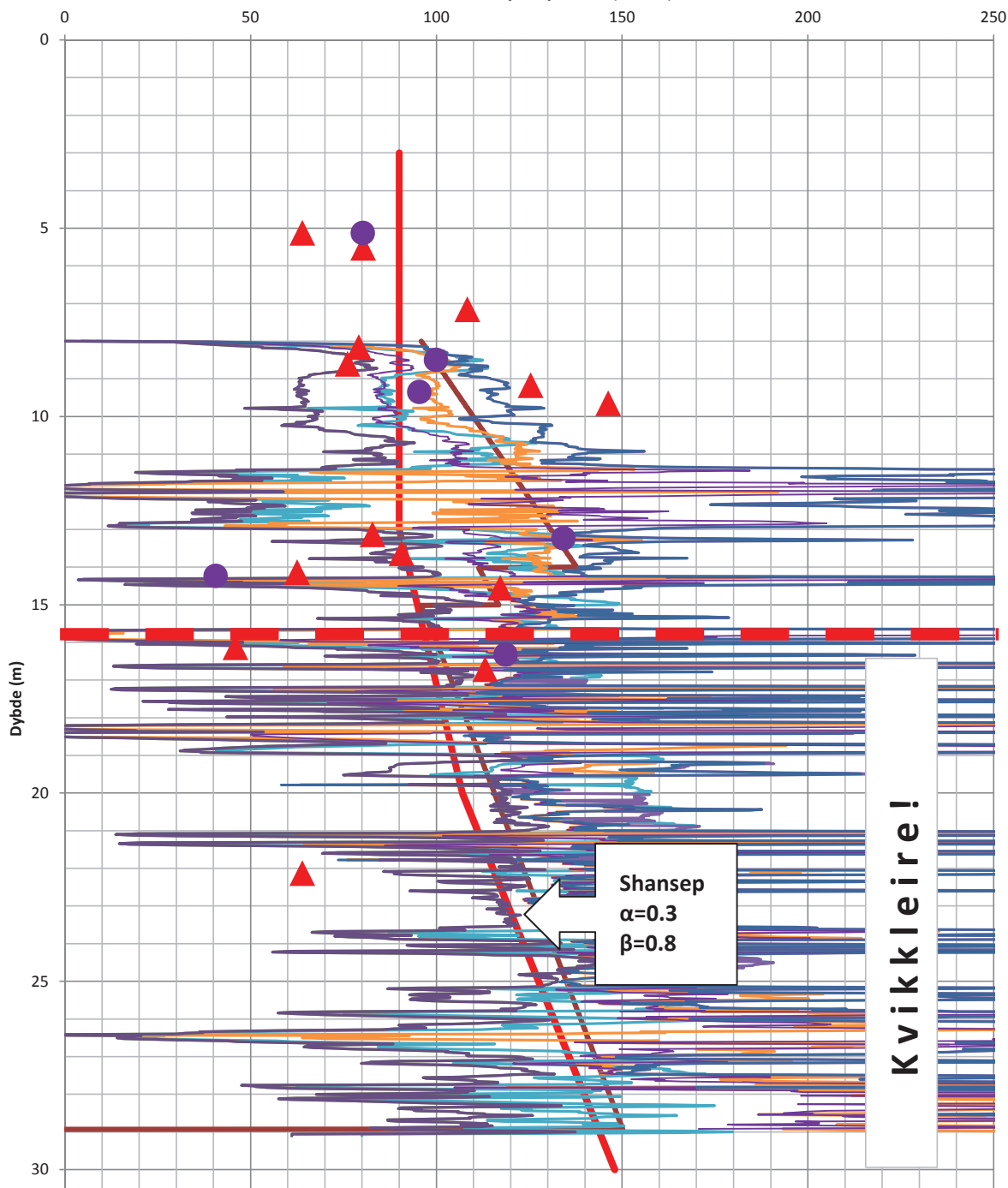
Aktiv udrenert skjærstyrke suA (kN/m<sup>2</sup>)



|                            |  |                                  |   |
|----------------------------|--|----------------------------------|---|
| Prosjekt: <b>Stølandet</b> |  | Sted: kl-sone 867 "Stølandet"    |  |
| Oppdragsnr.: 040.18H       | Dato sondering: 10.12.2018                 | Kommune: Ringerike               |   |
| CPTU-/hull nr.: 12         | Sonde nr.: 4712                            | Borfirma: RGB AS                 |   |
|                            |  | Oppdragsgiver: Ringerike kommune |   |
| Tegnet: MW                 | Dato: 23.jan.19                            | Temperatur:                      |   |
| Kontrollert:               | Bilgagsnr.:                                | Kote: 68,55                      |   |
| Versjon:                   | Titel: Tolkning aktiv udrenert skjærstyrke |                                  |   |
| Revisjon: 0                | Filplassering:                             |                                  |   |

# Utredning kl-sone 867 "Stølandet", CPTU borhull 13\_U

Aktiv udrenert skjærstyrke suA (kN/m<sup>2</sup>)

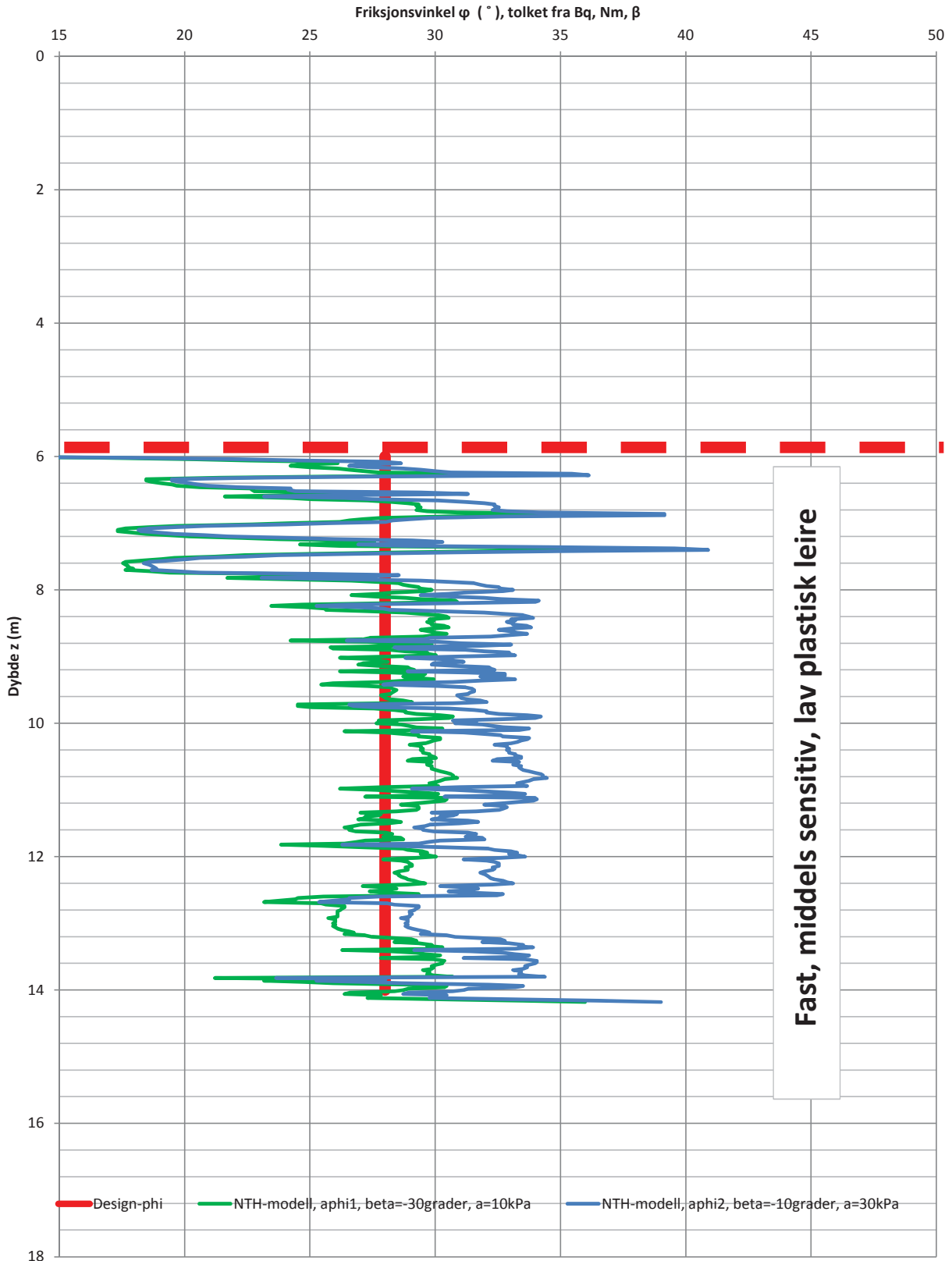


- Design-suA
- suA-SHANSEP (NGI)
- ▲ Konusforsøk
- Enaksialforsøk
- suA-poretrykktolkning (NGI), St<15
- suA-poretrykk Bq tolk
- suA-poretrykktolkning (NGI), St>15
- suA-profil (NGI), avhengig av "St", "Ip"
- suA-profil (Bq), avhengig av Bq
- suA-spisstrykk tolkning (NGI), St<15
- suA-spisstrykk tolkning (NGI), St>15

|                            |  |  |  |
|----------------------------|--|--|--|
| Prosjekt: <b>Stølandet</b> |  | Sted: kl-sone "Stølandet"                  |  |
| Oppdragsnr.: 040.18H       |  | Kommune: Ringerike                         |  |
| Dato sondering: 11.12.2018 |  | Borfirmat: RGB                             |  |
| CPTU-/hull nr.: 13_U       |  | Oppdragsgiver: Ringerike kommune           |  |
| Sonde nr.: 4712            |  | Oppdragsdato: 23.jan.19                    |  |
| Tegnet: MW                 |  | Temperatur: 74,80                          |  |
| Kontrollert:               |  | Kote: 74,80                                |  |
| Versjon:                   |  | Titel: Tolkning aktiv udrenert skjærstyrke |  |
| Revisjon: 0                |  | Filplassering:                             |  |



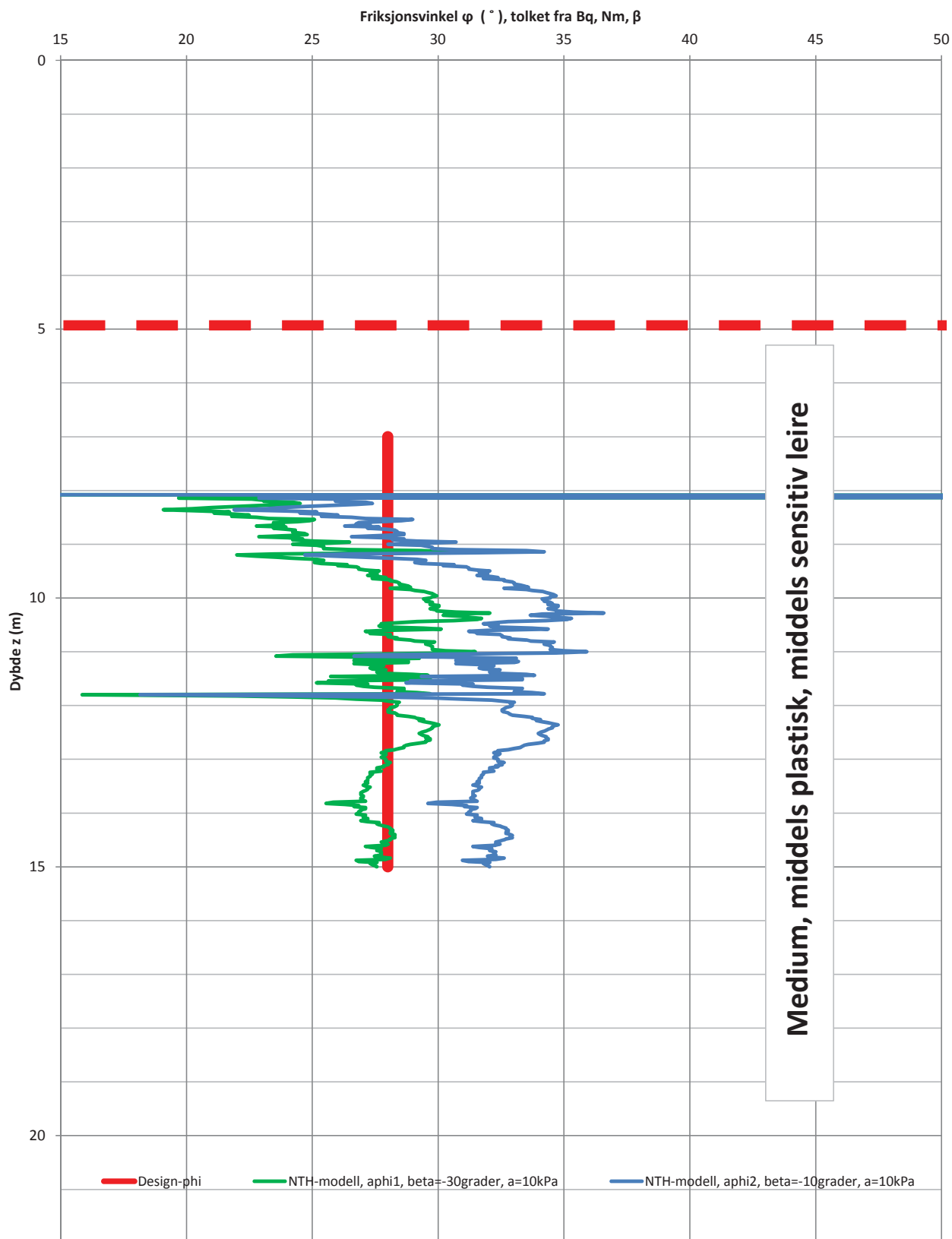
## Utredning kl-sone 867 "Stølandet", CPTU borpunkt 4\_U



|                            |                                 |                                   |
|----------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| Prosjekt: <b>Stølandet</b> |                                 | Sted: kl-sone 867 "Stølandet"     |
| Oppdragsnr.: 040,,18H      | Dato sondering: 12.12.2018      | Kommune: Ringerike                |
| CPTU-/hull nr.: 4          | Sonde nr.: 4712                 | Borfirma: Romerike Grunnboring AS |
| Tegnet: Marco Wendt        | Dato:                           | Oppdragsgiver: Ringerike kommune  |
| Kontrollert:               | Bilgagsnr.:                     | Temperatur:                       |
| Versjon:                   | Titel: Tolkning friksjonsvinkel | Kote: 105,00                      |
| Revisjon: 0                | Filplassering:                  |                                   |



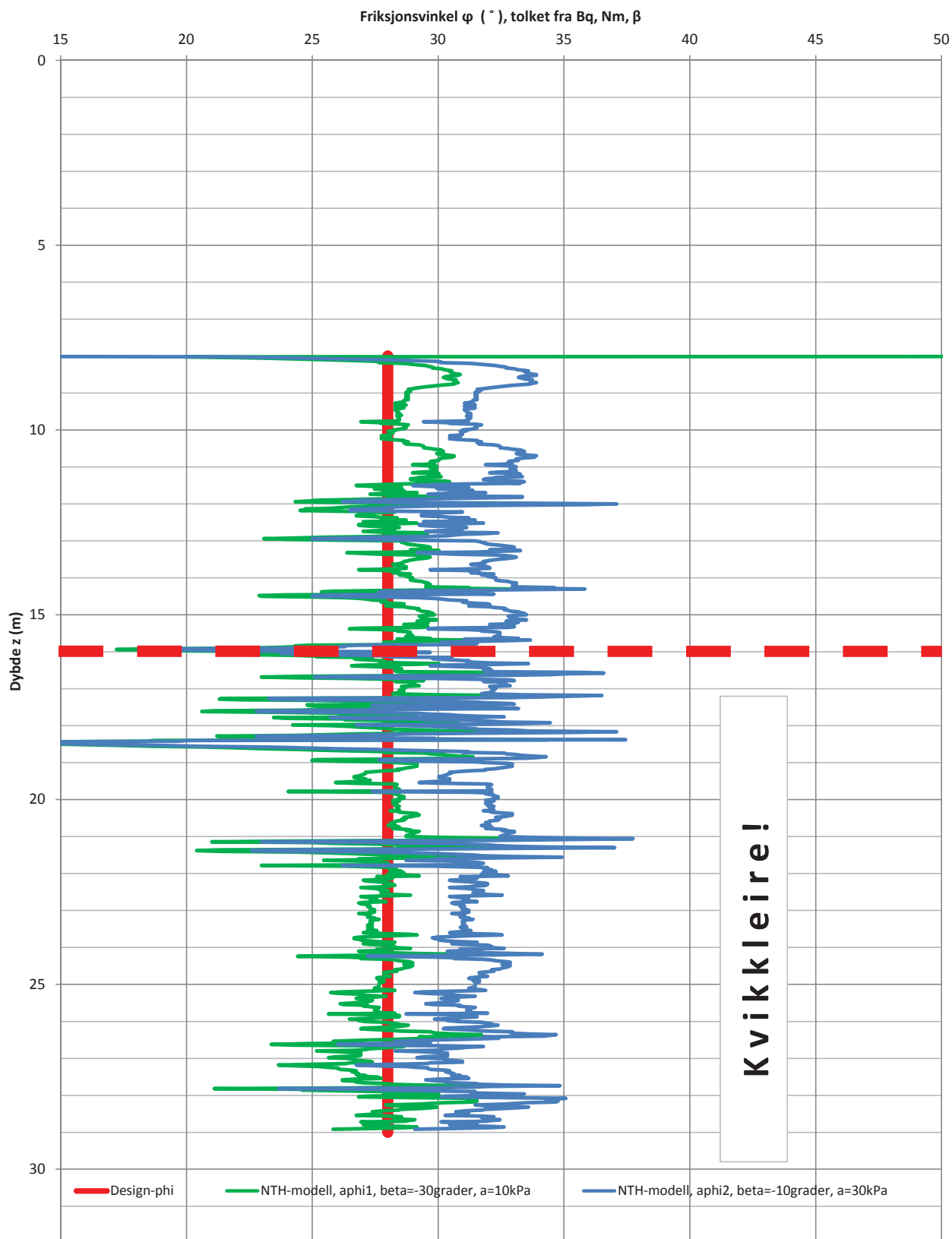
## Utredning kl-sone 867 "Stølandet", CPTU borpunkt 11\_U



|                            |                                 |                                   |
|----------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| Prosjekt: <b>Stølandet</b> |                                 | Sted: kl-sone 867 "Stølandet"     |
|                            |                                 | Kommune: Ringerike                |
| Oppdragsnr.: 040.18h       | Dato sondering: 11.12.2018      | Borfirma: Romerike Grunnboring AS |
| CPTU-/hull nr.: 11         | Sonde nr.: 4712                 | Oppdragsgiver: Ringerike kommune  |
| Tegnet: Marco Wendt        | Dato:                           | Temperatur:                       |
| Kontrollert:               | Bilgagsnr.:                     | Kote: 78,40                       |
| Revisjon: 0                | Titel: Tolkning friksjonsvinkel |                                   |
|                            | Filplassering:                  |                                   |



## Utredning kl-sone 867 "Stølandet", CPTU borpunkt 13\_U

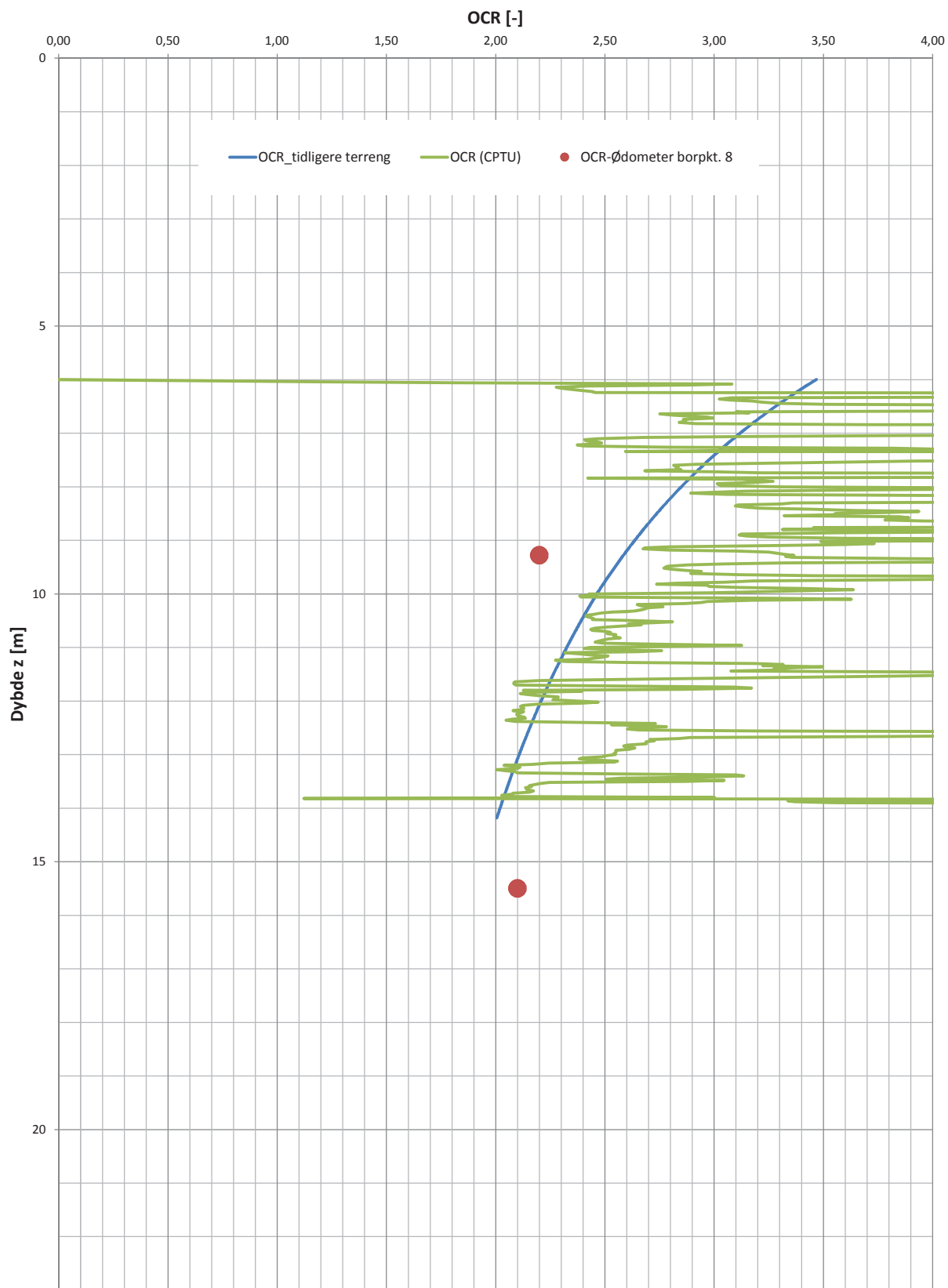



|                            |                            |  |
|----------------------------|----------------------------|--|
| Prosjekt: <b>Stølandet</b> |                            | Sted: kl-sone 867 "Stølandet"                                      |
|                            |                            | Kommune: Ringerike   |
| Oppdragsnr.: 040.18H       | Dato sondering: 11.12.2018 | Borfirma: Romerike Grunnboring AS                                  |
| CPTU-/hull nr.: 13_U       | Sonde nr.: 4712            | Oppdragsgiver: Ringerike kommune                                   |
| Tegnet: Marco Wendt        | Dato:                      | Temperatur:  |
| Kontrollert:               | Bilgagsnr.:                | Kote: 74,80  |
| Revisjon:                  | 0                          | Titel: <span style="float: right;">Tolkning friksjonsvinkel</span> |
| Filplassering:             |                            |  |



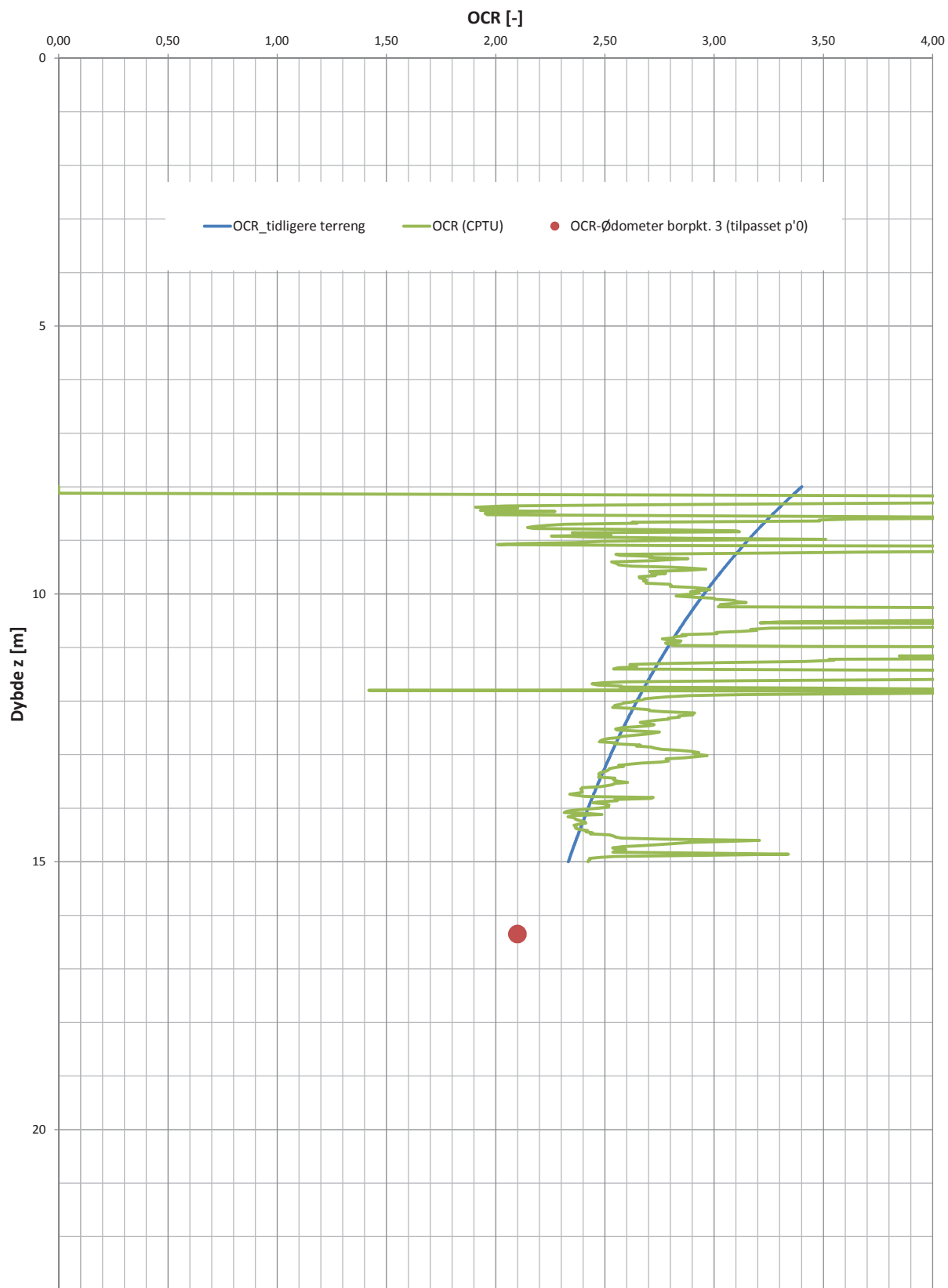



## Utredning kl-sone 867 "Stølandet", CPTU borhull 4\_U



|                            |  |                                  |  |   |
|----------------------------|--|----------------------------------|--|---|
| Prosjekt: <b>Stølandet</b> |  | Sted: kl-sone "Stølandet"        |  |  |
| Oppdragsnr.: 040.,18H      |  | Kommune: Ringerike               |  |   |
| CPTU-/hull nr.: 4          |  | Borfirm: RGB                     |  |   |
| Tegnet: Marco Wendt        |  | Oppdragsgiver: Ringerike kommune |  |   |
| Kontrollert:               |  | Dato: 13.feb.19                  |  |   |
| Versjon:                   |  | Bilagsnr.:                       |  | Kommentar:  |
| Revisjon: 0                |  | Titel: Tolkning OCR              |  |   |
|                            |  | Filplassering:                   |  |   |

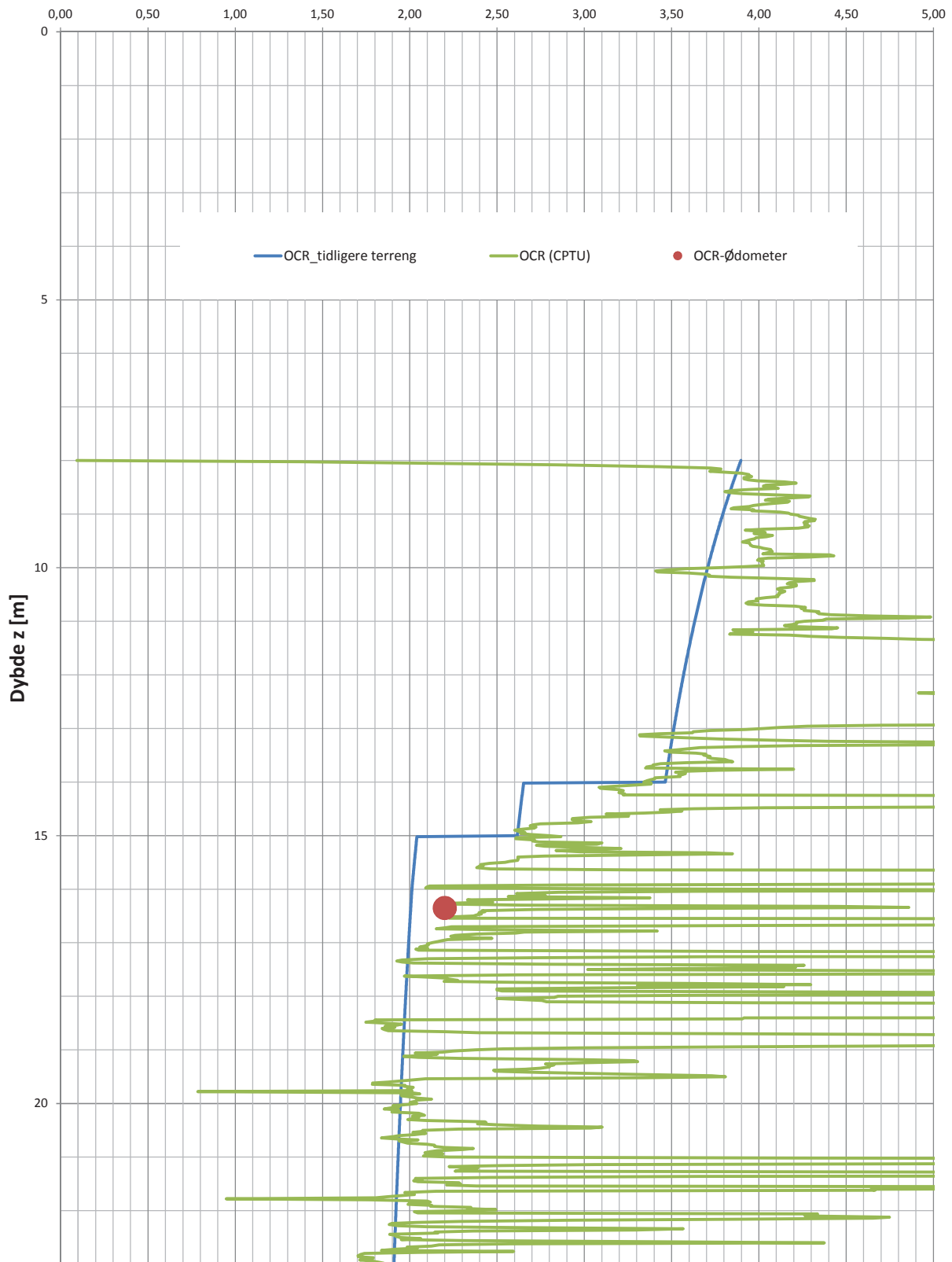
## Utredning kl-sone 867 "Stølandet", CPTU borhull 11\_U



|                            |                     |                                  |   |
|----------------------------|---------------------|----------------------------------|---|
| Prosjekt: <b>Stølandet</b> |                     | Sted: kl-sone 867 "Stølandet"    |  |
| Oppdragsnr.: 040.18h       | Dato sondering:     | Kommune: Ringerike               |   |
| CPTU-/hull nr.: 11         | Sonde nr.: 4712     | Borfirma: RGB                    |   |
| Tegnet: Marco Wendt        | Dato: 13.feb.19     | Oppdragsgiver: Ringerike kommune |   |
| Kontrollert:               | Bilgagsnr.:         | Kommentar:                       |   |
| Revisjon: 0                | Titel: Tolkning OCR |                                  |   |
|                            | Filplassering:      |                                  |   |

# Utredning kl-sone 867 "Stølandet", CPTU borhull 13\_U

OCR [-]



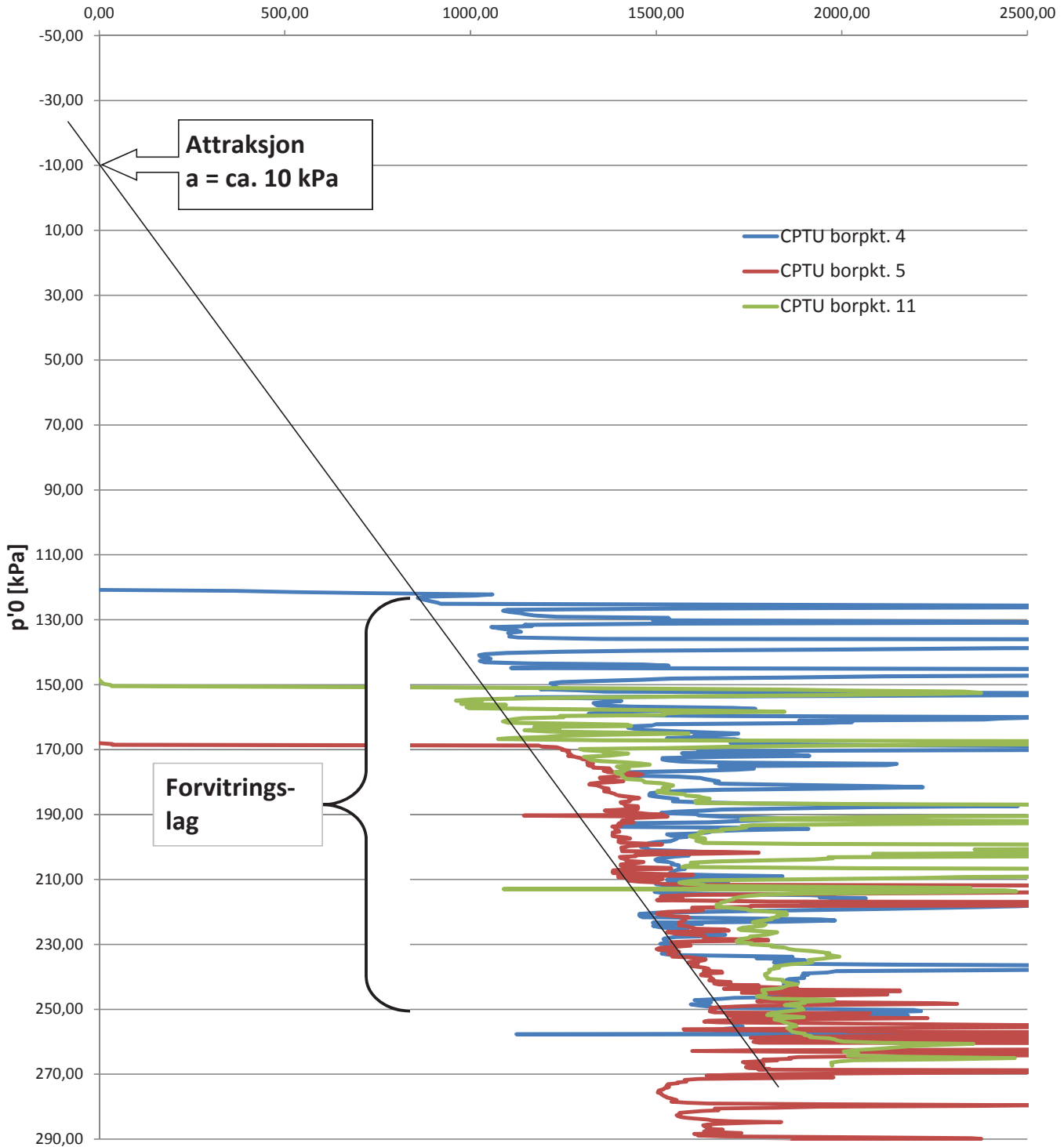
|                            |                            |                                  |  |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------------|--|
| Prosjekt: <b>Stølandet</b> |                            | Sted: kl-sone "Stølandet"        |  |
|                            |                            | Kommune: Ringerike               |  |
| Oppdragsnr.: 040.18H       | Dato sondering: 11.12.2018 | Borfirma: RGB                    |  |
| CPTU-/hull nr.: 13_U       | Sonde nr.: 4712            | Oppdragsgiver: Ringerike kommune |  |
| Tegnet: Marco Wendt        | Dato: 13.feb.19            | Kommentar:                       |  |
| Kontrollert:               | Bilagsnr.:                 |                                  |  |
| Versjon:                   | Titel: Tolkning OCR        |                                  |  |
| Revisjon: 0                | Filplassering:             |                                  |  |



# Utredning kl-sone 867 "Støalandet"

## Tolkning av attraksjon fra CPTU data borpkt. 4, 5, 11

Normalisert spissmotstand  $q_t$  [kPa]



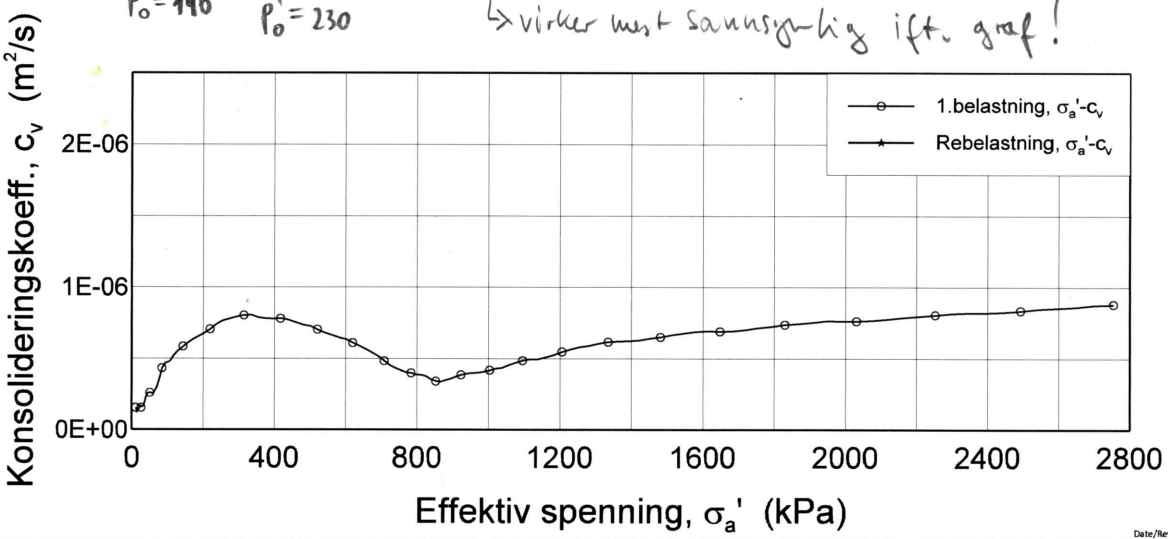
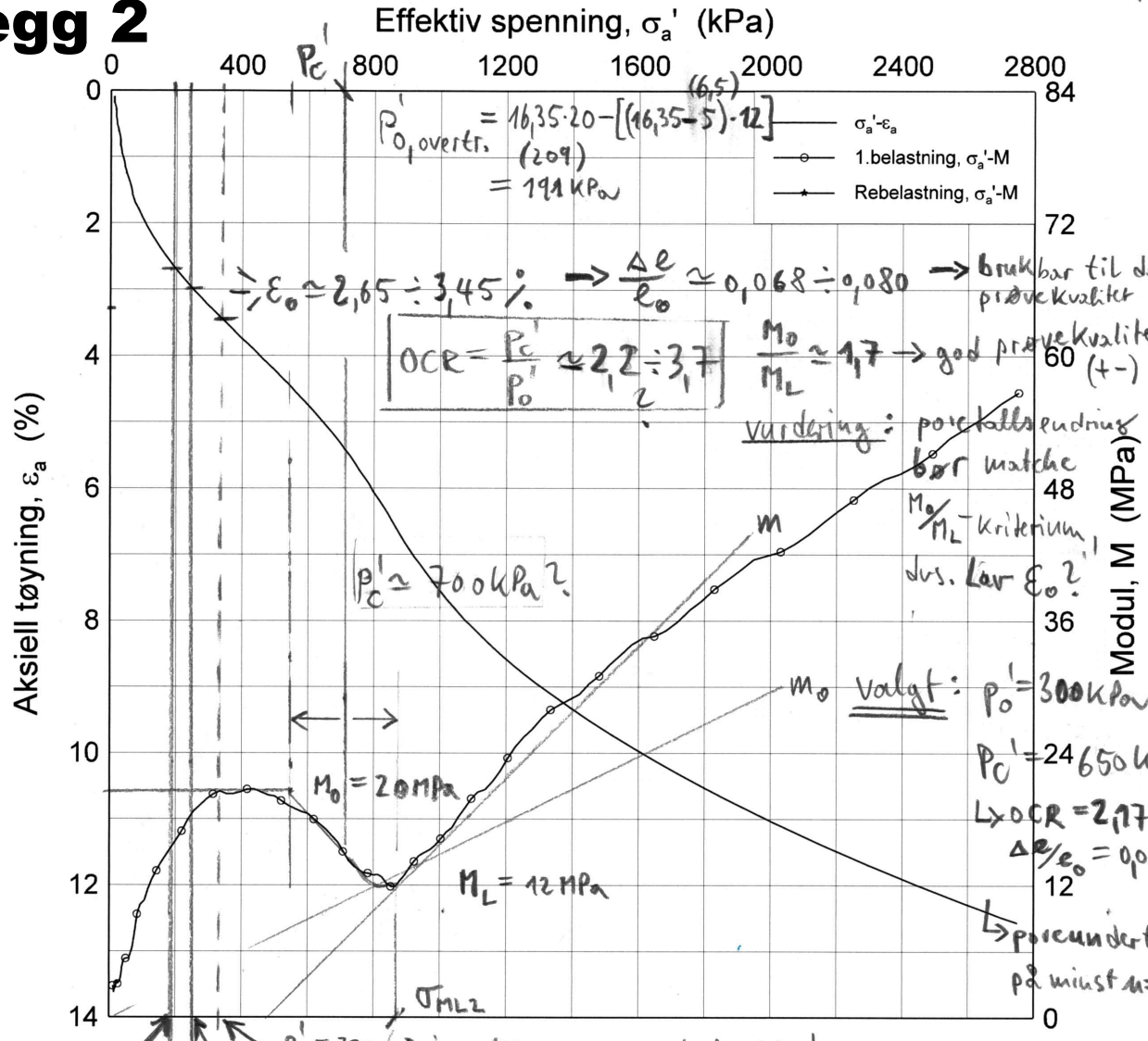
|                             |                                   |                                   |  |
|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--|
| Prosjekt: <b>Støalandet</b> |                                   | Sted: kl-sone 867 "Støalandet"    |  |
| Oppdragsnr.: 040.18H        | Dato sondering: 01.12.2018        | Kommune: Ringerike                |  |
| CPTU-/hull nr.: 4, 5, 11    | Sonde nr.: 4712                   | Borfirma: Romerike Grunnboring AS |  |
|                             |                                   | Oppdragsgiver: Ringerike kommune  |  |
| Tegnet: Marco Wendt         | Dato:                             | Temperatur:                       |  |
| Kontrollert:                | Bilgagsnr.:                       | Kote:                             |  |
| Revisjon: 0                 | Titel: <b>Tolkning attraksjon</b> |                                   |  |
|                             | Filplassering:                    |                                   |  |

Terrengkote + 73,46

Antall =  $g \approx 5 \text{ m u.t.}$   
 $(6,5 \text{ m}) \rightarrow p'_{0, \text{phy}} = 16,35 \cdot 20 - [(16,35 - 5) \cdot 10] = 214 \text{ kPa}$   
 (229)  
 hydrost.

# Vedlegg 2

3\_U



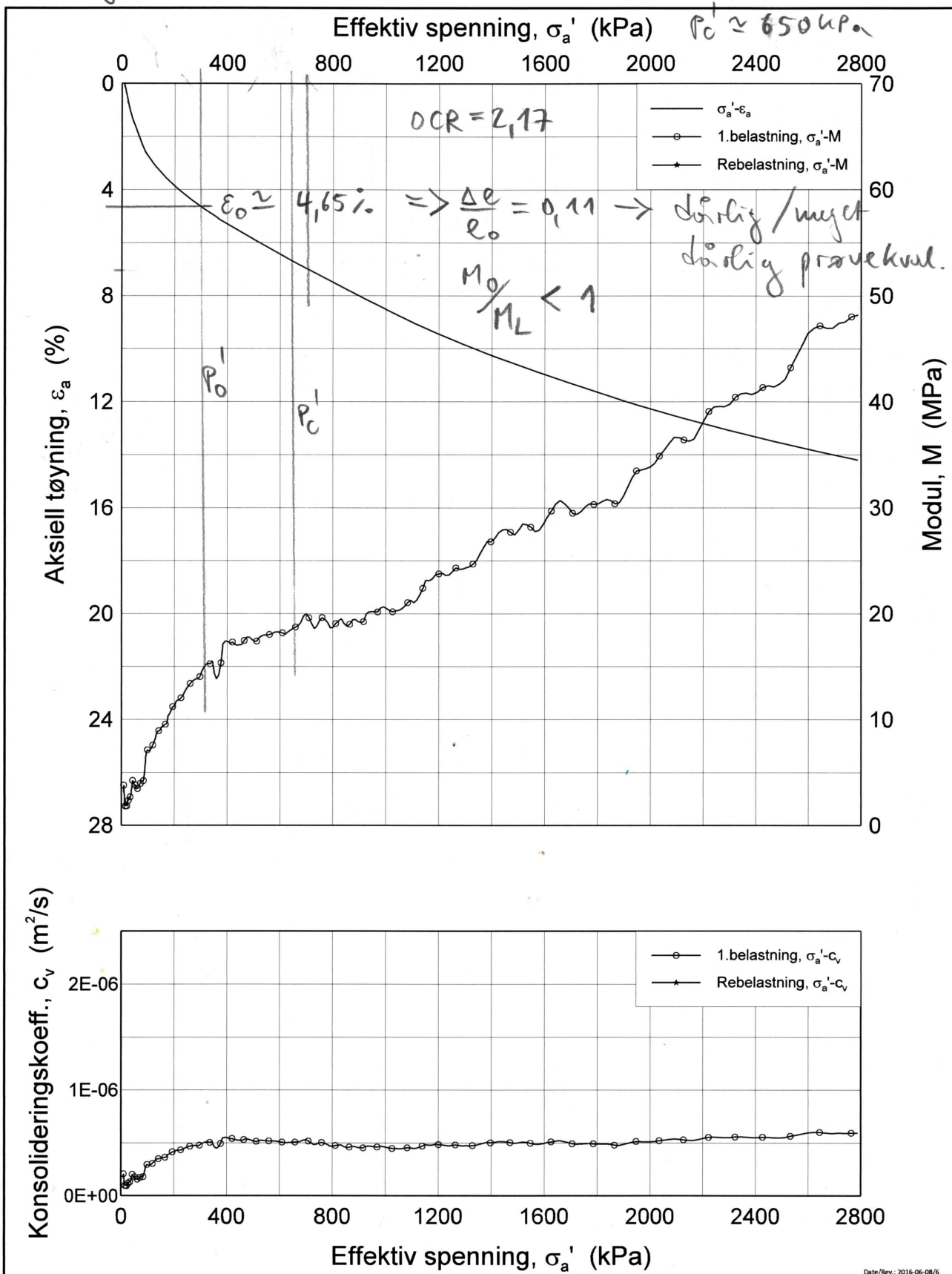
H:\LABDATA\2018\20180098-små prosjekter i laboratoriet\18 - Stølandet\Oedom\3\_4-A-2 lin 2 (csc4705).grf

|                      |             |                                   |                                |
|----------------------|-------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| <b>Stølandet</b>     |             | Dokument nr.<br>20180098-18-01-R  |                                |
| Ødometer test (CRSC) |             | Figur nr.<br>XX.XX                |                                |
| Borhull: 3           | Sylinder: 4 | Dybde = 16.35 m                   | Dato<br>2019-02-13             |
|                      | Del: A      | $p'_0 = 163.0 \text{ kPa}$        | Tegnet av / Kontr.<br>JRB / GS |
| Test: 2              |             | $w_i = 24.9 \%$                   |                                |
|                      |             | $\gamma_i = 20.40 \text{ kN/m}^3$ |                                |

Terrenghøite + 73,46

Antatt fra test 2:  $p'_0 \approx 300 \text{ kPa}$

3\_u

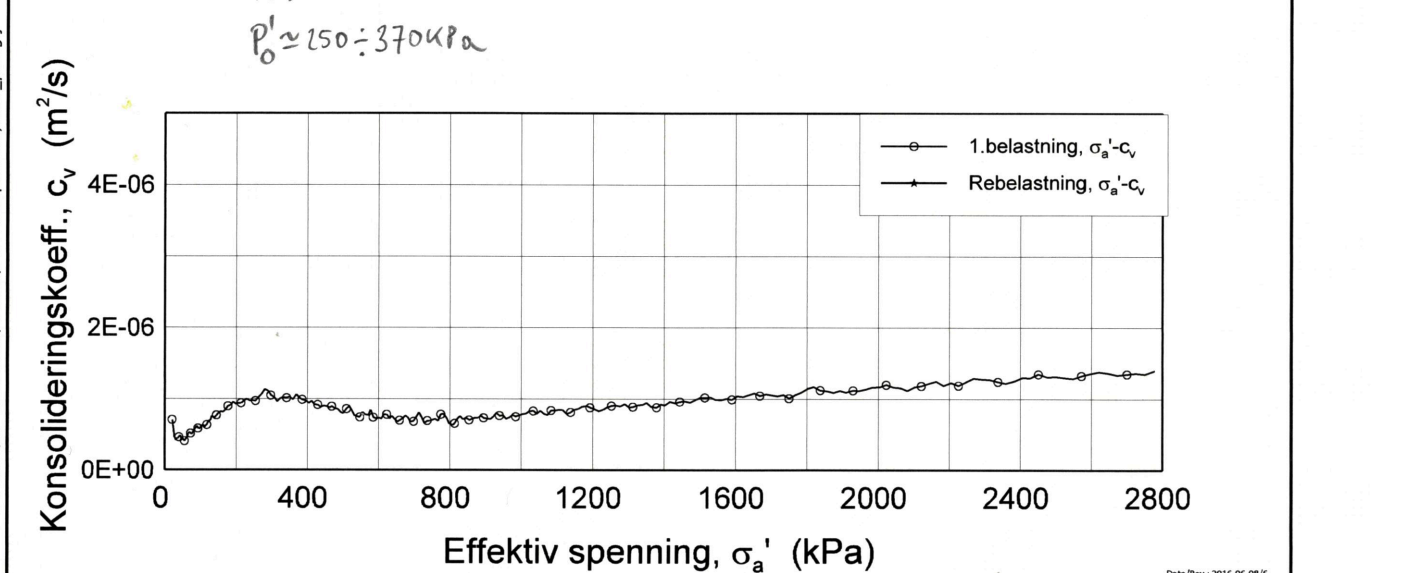
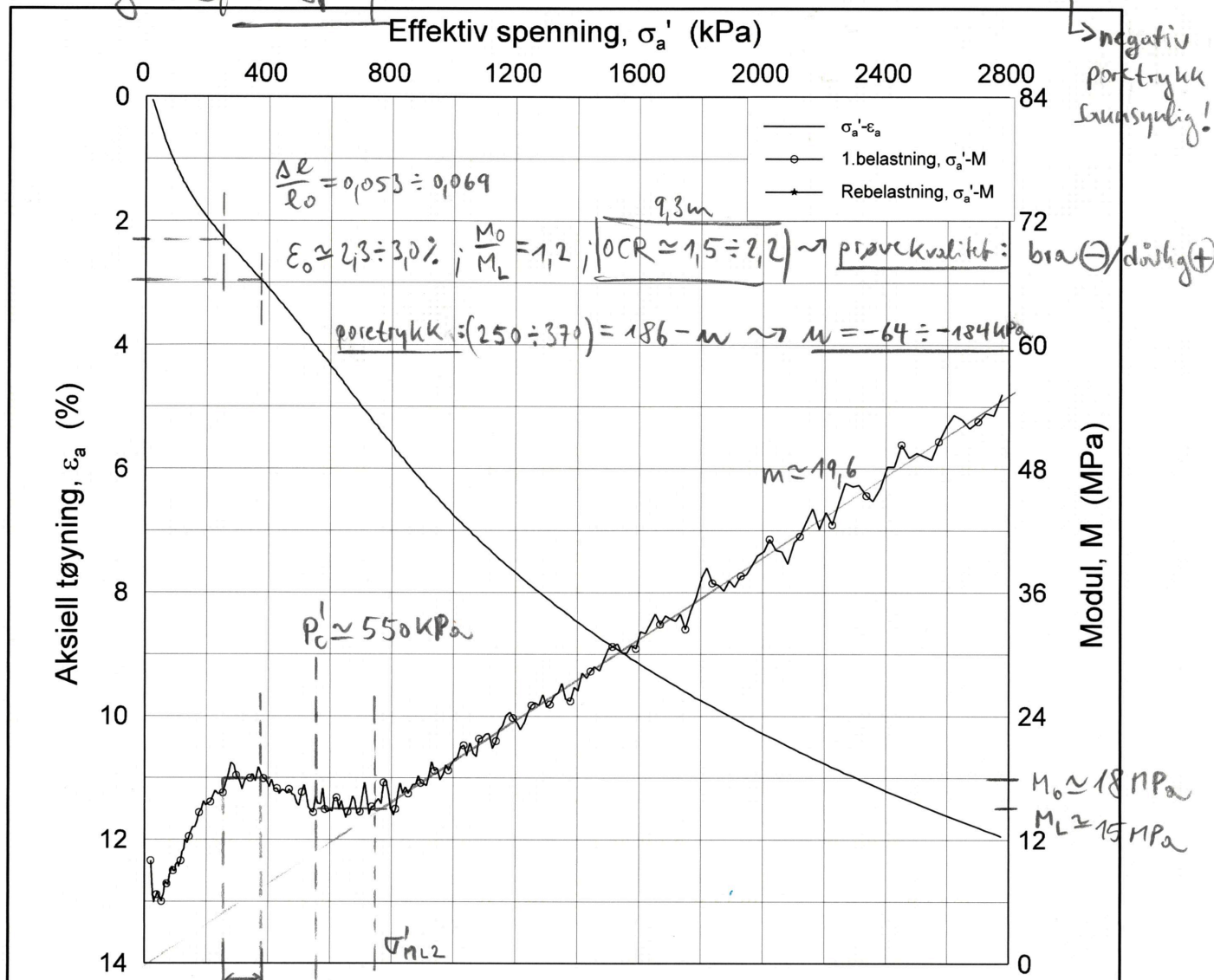


H:\LABDATA\2018\20180098-små prosjekter\laboratoriet\18 - Støalendet\Oedom\3-4-A-1 lin-2 (cvs4706).grf

|                      |                                   |                             |                             |
|----------------------|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| <b>Støalendet</b>    |                                   | Dokument nr.<br>20180098-18 |                             |
| Ødometer test (CRSC) |                                   | Figur nr.<br>XX.XX          |                             |
| Borhull: 3           | Sylinder: 4                       | Dato<br>2019-02-14          | Tegnet av / Kontr.<br>FP/GS |
| Del: A               | Test: 1                           | <b>NGI</b>                  |                             |
| Dybde = 16.27 m      | $p'_0 = 162.0 \text{ kPa}$        |                             |                             |
|                      | $w_i = 28.9 \%$                   |                             |                             |
|                      | $\gamma_i = 20.71 \text{ kN/m}^3$ |                             |                             |

Terrengkote + 98,3  $P'_{0,9,3m}$  (kun egenvekt) =  $9,3m \times 20 \frac{kN}{m^3} = 186 kPa < P'_{0,edom}$

8\_u



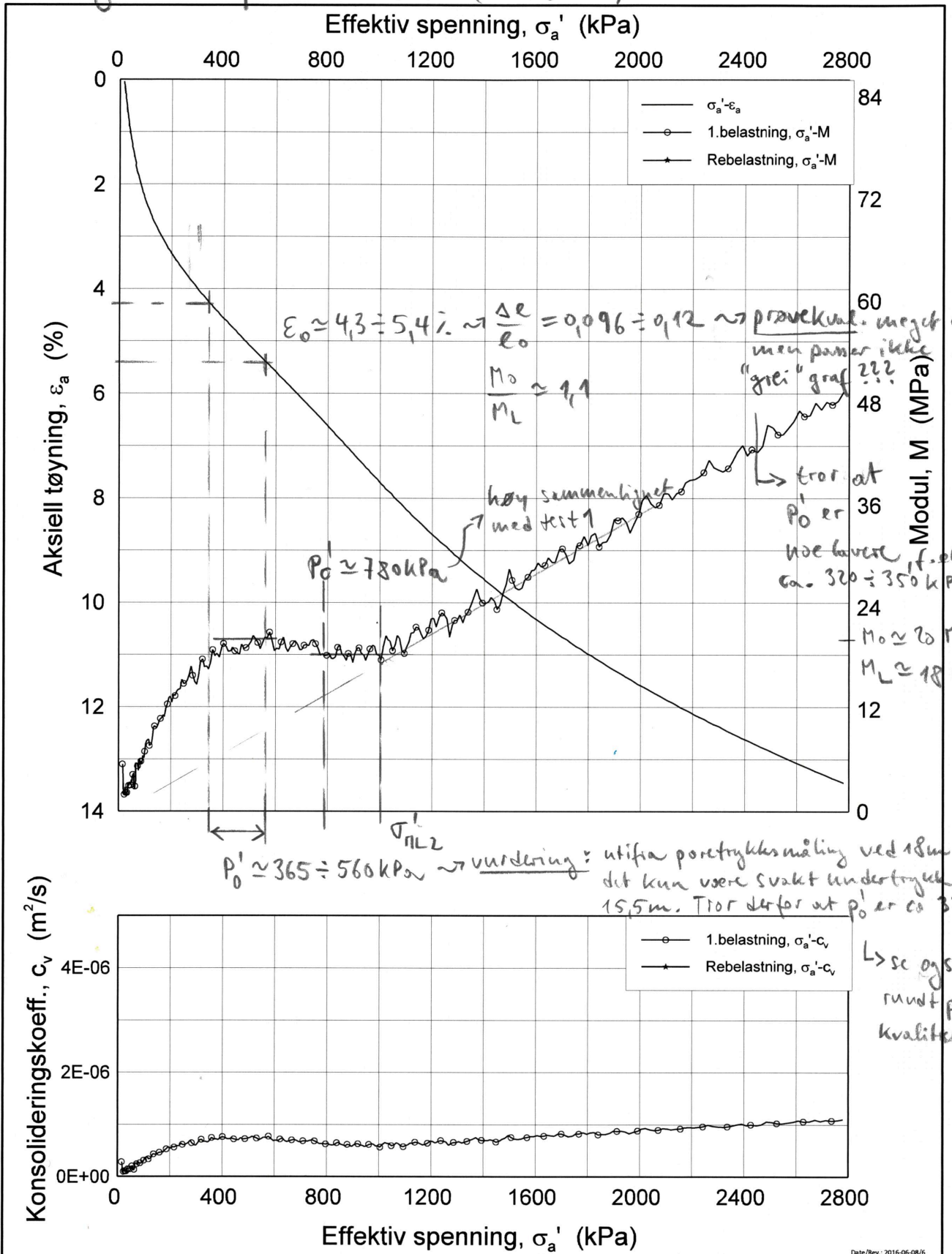
H:\LABDATA\2018\20180098-små prosjekter\laboratoriet\18 - Støalandet\Oedom\8-1-A-1\lin (cra4585)extra\_plot.grf

|                      |             |                                      |                             |
|----------------------|-------------|--------------------------------------|-----------------------------|
| <b>Støalandet</b>    |             | Dokument nr.<br>20180098-18          |                             |
| Ødometer test (CRSC) |             | Figur nr.<br>XX.XX                   |                             |
| Borhull: 8           | Sylinder: 1 | Dybde = 9,28 m                       | Dato<br>2019-01-22          |
|                      |             | $P'_0 = 93,0$ kPa                    | Tegnet av / Kontr.<br>FP/GS |
| Del: A               |             | $w_i = 28,4$ %                       |                             |
| Test: 1              |             | $\gamma_i = 19,67$ kN/m <sup>3</sup> |                             |

Terrengkote +98,3

$$p'_{0,15,5m} (\text{kun egenvekt})^{\text{maks}} = 15,5m \times 20 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} = 310 \text{ kPa}$$

8\_u



H:\LABDATA\2018\20180098-små prosjekter\laboratoriet\18 - Stølandet\Oedom\8-3-A-1.lin (rs4577)extra\_plot.grf

|                      |                                   |                             |                    |
|----------------------|-----------------------------------|-----------------------------|--------------------|
| <b>Stølandet</b>     |                                   | Dokument nr.<br>20180098-18 |                    |
| Ødometer test (CRSC) |                                   | Figur nr.<br>XX.XX          |                    |
| Borhull: 8           | Sylinder: 3                       | Dato                        | Tegnet av / Kontr. |
|                      | Del: A                            | 2019-01-22                  | JRB / GS           |
| Test: 1              | Dybde = 15,5 m                    |                             |                    |
|                      | $p'_0 = 155,0 \text{ kPa}$        |                             |                    |
|                      | $w_i = 30,3 \%$                   |                             |                    |
|                      | $\gamma_i = 19,58 \text{ kN/m}^3$ |                             |                    |

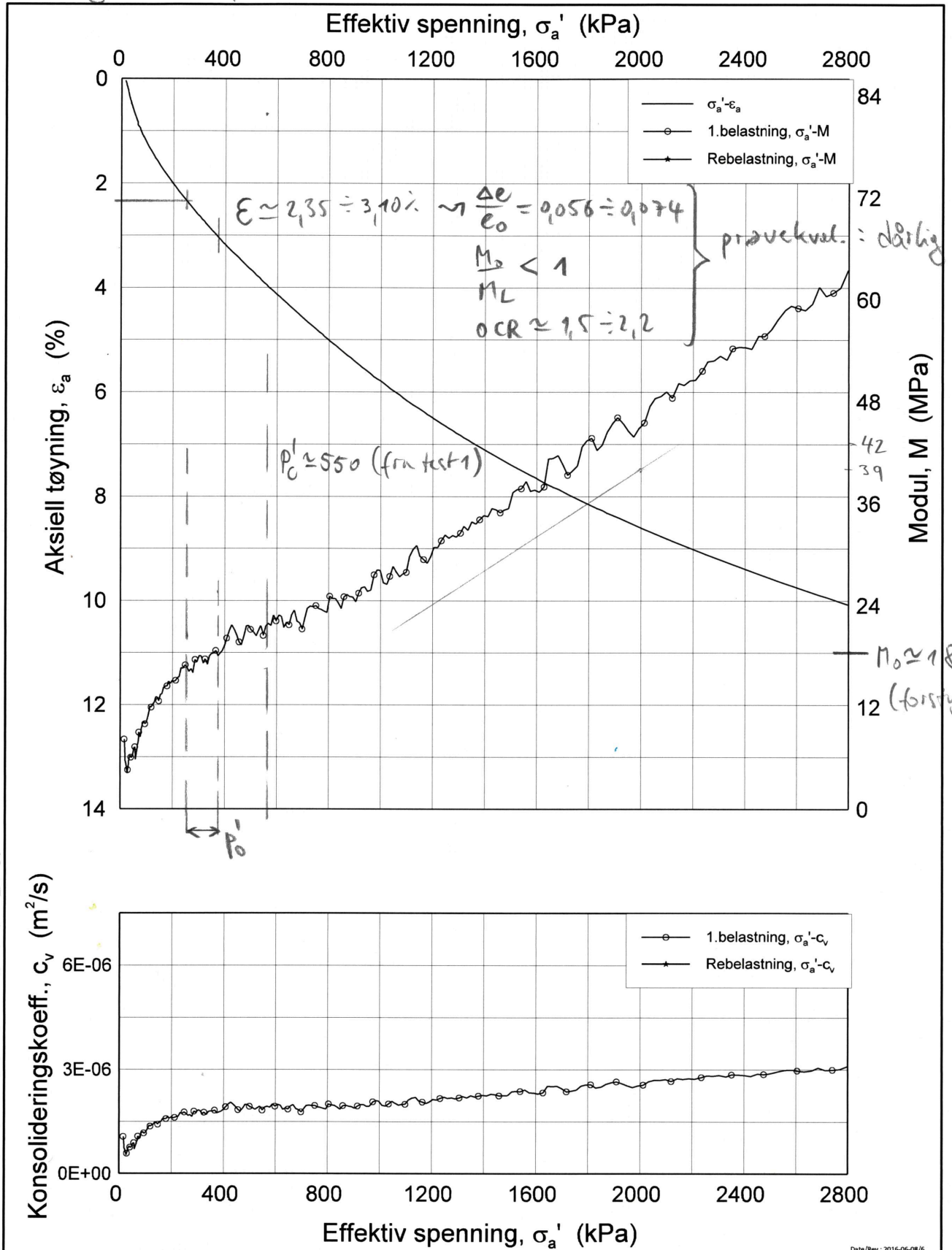
Date/Rev.: 2016-06-08/5



Terrengkote + 98,3

fra test 1:  $p'_0 \approx 250 \div 370 \text{ kPa}$

8\_u



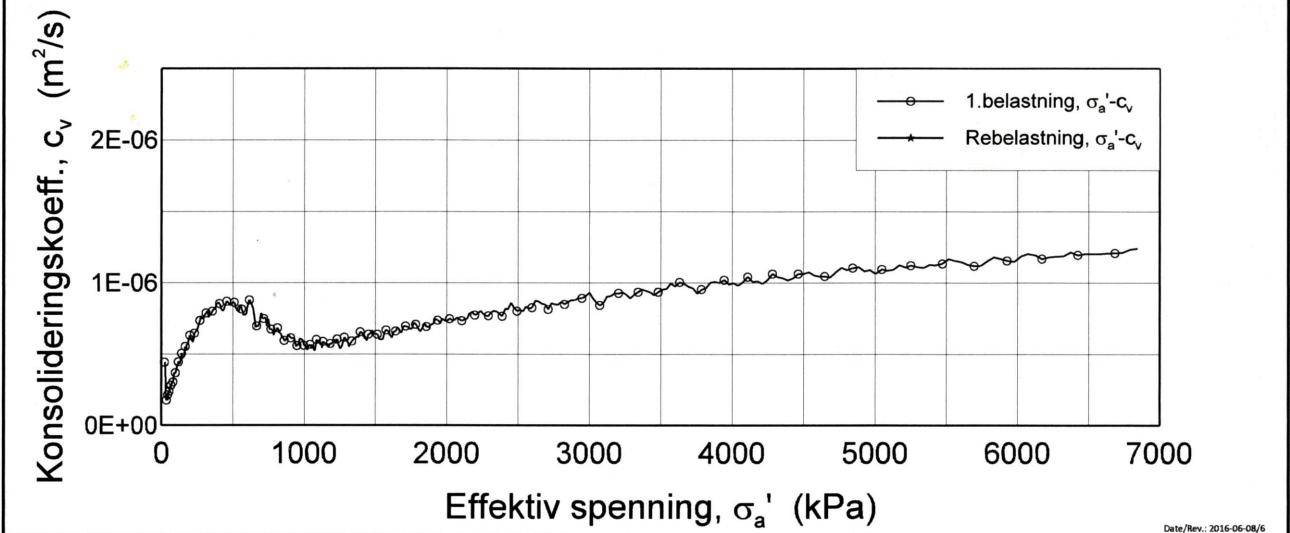
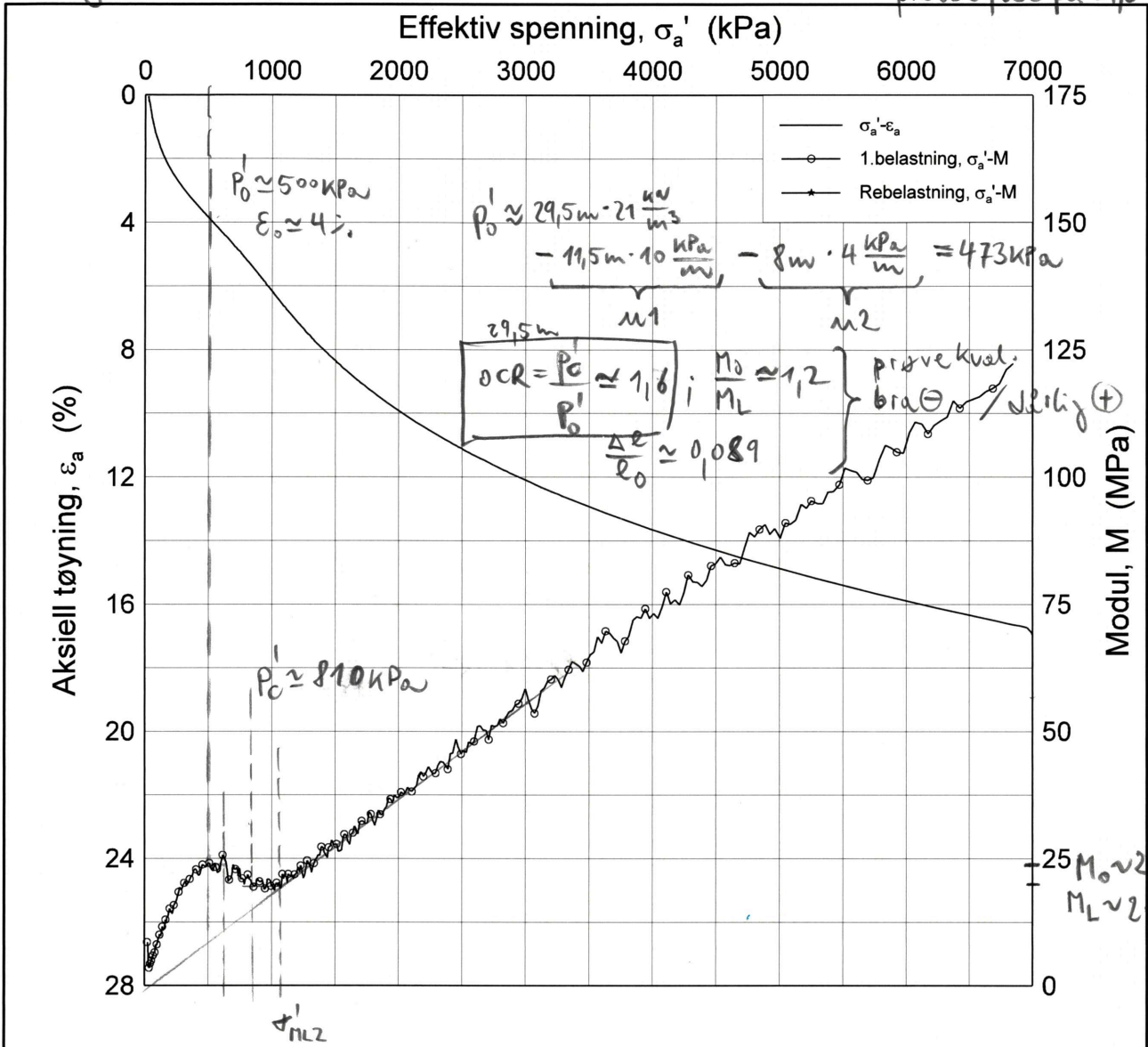
H:\LABDATA\2018\20180098-små prosjekter\laboratoriet\18 - Støalandet\Oedom\8-1-A-2 lin (cvs4589)extra\_plot.grf

|                             |                                   |                                 |                    |
|-----------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|--------------------|
| <b>Støalandet</b>           |                                   | Dokument nr.<br>20180098-18-01R |                    |
| <b>Ødometer test (CRSC)</b> |                                   | Figur nr.<br>XX.XX              |                    |
| Borhull: 8                  | Sylinder: 1                       | Dato                            | Tegnet av / Kontr. |
|                             | Del: A                            | 2019-01-22                      | FP/GS              |
| Test: 2                     | Dybde = 9,5 m                     |                                 |                    |
|                             | $p'_0 = 95,0 \text{ kPa}$         |                                 |                    |
|                             | $w_i = 26,5 \%$                   |                                 |                    |
|                             | $\gamma_i = 19,98 \text{ kN/m}^3$ |                                 |                    |

Antatt: gv1 hydr. ul. 4m og 15,5m (sandlag) → NGI måling  
 gv 2 ca. ved 21,5m (sandlag) → poretrykk ≈ 4kPa/m til  
 prøvedybde på 29,5m

Terrengkote + 95,8

10-U



H:\LABDATA\2018\20180098-små prosjekter\laboratoriet\18 - Støplandet\Oedom\10-5-A-2 lin (cvs4576).grf

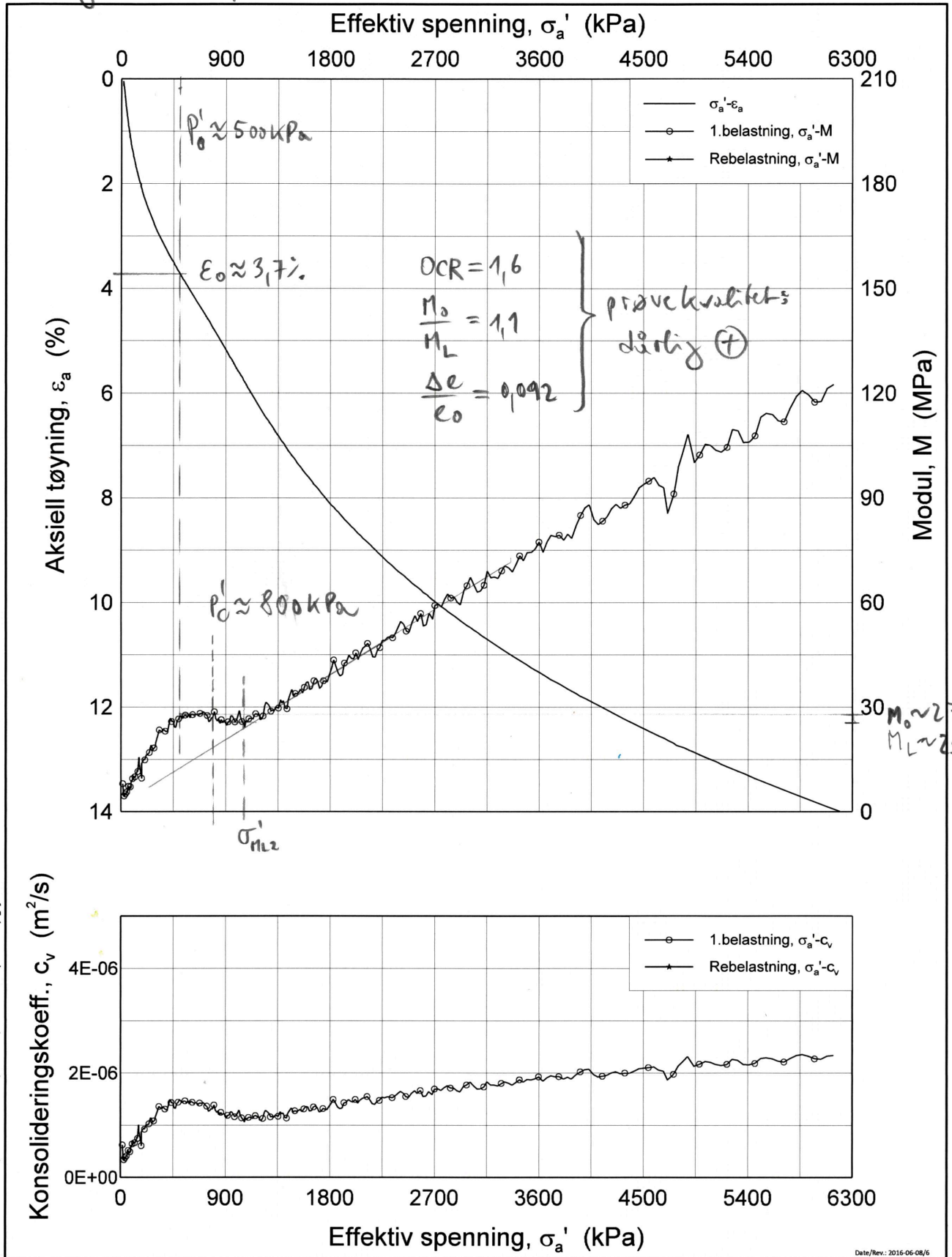
|                      |                                      |                             |                    |
|----------------------|--------------------------------------|-----------------------------|--------------------|
| <b>Støplandet</b>    |                                      | Dokument nr.<br>20180098-18 |                    |
| Ødometer test (CRSC) |                                      | Figur nr.<br>XX.XX          |                    |
| Borhull: 10          | Sylinder: 5                          | Dato                        | Tegnet av / Kontr. |
|                      | Del: A                               | 2018-11-23                  | JRB / GS           |
| Test: 2              | Dybde = 29.5 m                       |                             |                    |
|                      | $p'_0 = 295.0$ kPa                   |                             |                    |
|                      | $w_i = 29.0$ %                       |                             |                    |
|                      | $\gamma_i = 19.70$ kN/m <sup>3</sup> |                             |                    |

Date/Rev.: 2016-06-08/6

Terrenghøite +95,8

ifo. test 2 :  $p'_0 \approx 500 \text{ kPa}$

10-V



H:\LABDATA\2018\20180098-små prosjekter\laboratoriet\18-Støalendet\Oedom\10-5-A-1 lin (csc4571).grf

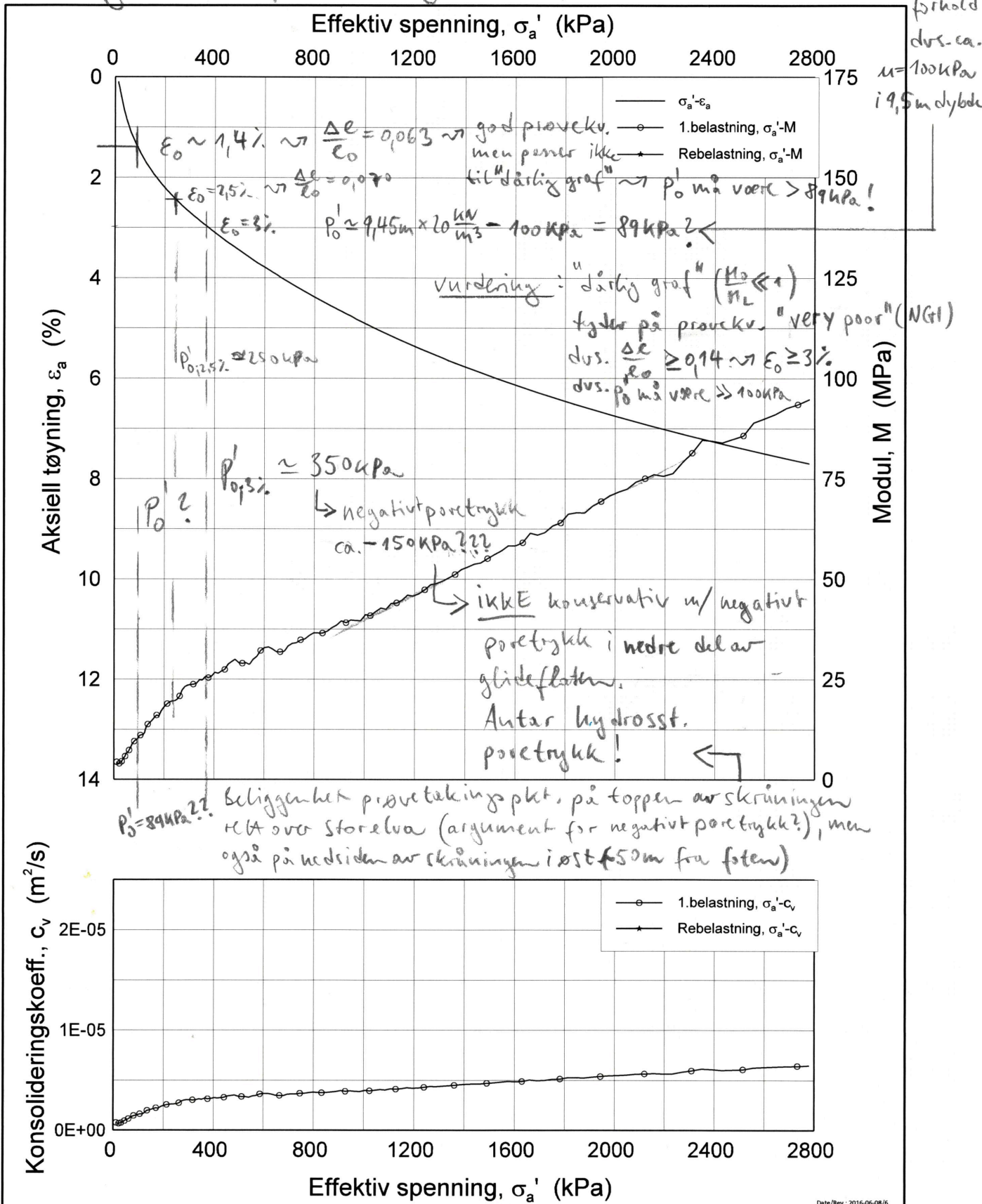
|                      |             |                                   |                             |
|----------------------|-------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| <b>Støalendet</b>    |             | Dokument nr.<br>20180098-18-01-R  |                             |
| Ødometer test (CRSC) |             | Figur nr.<br>XX.XX                |                             |
| Borhull: 10          | Sylinder: 5 | Dybde = 29.5 m                    | Dato<br>2018-11-23          |
|                      | Del: A      | $p'_0 = 295.0 \text{ kPa}$        | Tegnet av / Kontr.<br>FP/GS |
| Test: 1              |             | $w_i = 25.0 \%$                   |                             |
|                      |             | $\gamma_i = 20.31 \text{ kN/m}^3$ |                             |

Date/Rev.: 2015-06-08/6

Terrengkote +74,8

Terrengkote og stratigrafi fra totalsamling  
 veldig likt borhull 3 m dyp ca. like poretrykkesforhold  
 dvs. ca.  $u = 100 \text{ kPa}$   
 i 9,5 m dybde

13-U


















H:\LABDATA\2018\20180098-små prosjekter i laboratoriet\18 - Stølandet\Oedom\13-2-A-2 lin (cvs4522)extra\_plot.grf

|                      |                                   |                                  |  |
|----------------------|-----------------------------------|----------------------------------|--|
| <b>Stølandet</b>     |                                   | Dokument nr.<br>20180098-18-01-R |  |
| Ødometer test (CRSC) |                                   | Figur nr.<br>XX.XX               |  |
| Borhull: 13          | Sylinder: 2                       | Dato<br>2019-01-22               |  |
|                      |                                   | Tegnet av / Kontr.<br>FP/GS      |  |
| Del: A               | Dybde = 9,45 m                    |                                  |  |
| Test: 2              | $p'_0 = 90,0 \text{ kPa}$         |                                  |  |
|                      | $w_i = 21,0 \%$                   |                                  |  |
|                      | $\gamma_i = 20,89 \text{ kN/m}^3$ |                                  |  |

Date/Rev.: 2016-06-08/6

## Vedlegg 3

Utredning kl-sone 867 "Stølandet" - Vurdering av poretrykkforholdene fra poretrykkmåling, CPTU sondering, ødometerforsøk, stratigrafiske og topografiske betraktninger.

| Pkt. nr. | Profil           | Kote   | Posisjon i skråning   | Topografi vest - øst   | Jordmasser, stratigrafi  | Ødometer/ rutine styrke   | CPTU  | Målinger  | Samlet vurdering poretrykk   |
|----------|------------------|--------|---|--|--|---|---|---|--|
| 3_U      | 1<br>"Stølandet" | +73,46 | Topp skråning 0/1 terrasse 1<br>     | 1:2 øvre 10m, 1:7 nedre 5m (under vann), 60m fra skråningsfot 2/1. Rett på kanten.    | Elveterrasser 0 til 6m, 27 til 31m. Leire med tynne silt- og sandlag. KL 16 til 24m, 38 til 52m (tynnere lag 1-2m).             | Poreundertrykk i prøven fra 16,3m. Grei prøve kvalitet. $p'_c=650\text{kPa}$ .<br>                           | /   | /   | Gv på 5m, hydrostatisk til 15m (bunn Storelva).<br><br>Poreovertrykk 15kPa/m ml. 15 og 25m (veldig konservativ antakelse, argumentene for undertrykk overveier).<br><br>Hydrostatisk videre nedover. |
| 11_U     |                  | +78,39 | Bunn skråning 2/1 terrasse 1<br>   | 1:3 rett i bakkant, 20m høy, terreng foran ca. 1:15, 60m til kant skråning 0/1.<br> | Elveterrasser 0 til 12m, 16 til 21m, 33 til 37m. Leire med tynne silt- og sandlag. KL 16 til 19m, 41 til 45m (lag 2-4m).      | Rutine styrke mye lavere enn CPTU styrke (tyder på in-situ undertrykk/høyere in-situ $p'_0$ /styrke)<br> | 8 til 15m. Dren lag 10 til 12m. God respons. OCR tolkn. m/poreundertr. = 3kPa/m gir $p'_{c,terreng} = 370\text{kPa}$ (passer med ødom. pkt. 8, 10).<br> | 2,9kPa/m undertr. fra 9 til 14m.<br>2 målere.<br>                                  | Gv på 5m, hydrostatisk til 12m (vannspeil Storelva, uk-elveavsetning).<br><br>12 til 16m (ok-elveavsetning): poreundertrykk 5kPa/m.<br><br>Hydrostatisk videre nedover.                              |
| 10_U     |                  | +95,83 | Topp skråning 2/1 terrasse 2<br> | 1:3, 20m høy, 10m fra kanten.<br>   | Elveterrasser 0 til 9m, 14 til 25m, 33 til 43m. Leire med tynne silt- og sandlag. KL 43 til >80m (tykt lag m/2 terrasser).  | Poreundertr. i prøven fra 29,5m. Undertrykk ca. 4kPa/m. Grei prøve kvalitet. $p'_c=300\text{kPa}$ .<br>  | /   | Hydr. trykk ml. 8 og 12m. Gv på ca. 4m (NGI 2009 måling, ca. 15 m i bakkant)<br> | Gv på 6m, poreundertrykk 6kPa/m til 30m (vannspeil Storelva, ok-elveavsetning).<br><br>Hydrostatisk videre nedover.  |

|      |   |         |  |  |   |  |  |   |   |
|------|---|---------|--|--|---|--|--|---|---|
| 12_U |   | +68,55  | Bunn<br>skråning<br>2/1<br>/topp<br>skråning<br>0/1<br>terrasse 1<br>ooo | 1:2 øvre 7m,<br>1:5 nedre 5m<br>(under vann),<br>skråning 2/1<br>rett i bakkant<br>1:2, 30m høy.<br>15m fra<br>kanten. ++                          | Elveterrasser 0 til 4m,<br>19 til 25m, 39 til 41m.<br>Siltig leire med tynne<br>silt- og sandlag. KL 11<br>til 19m, 25 til 39m<br>(tykke lag m/tynne<br>silt- og sandlag).        | /  | 4 til 19,5m. Sug (neg.<br>poretrykk) ml. 4 og<br>7,8m. God respons.<br>OCR tolkn. m/<br>poreundertrykk=<br>9kPa/m gir<br>$p'_{c,terreng}=220kPa$<br>o  | Hydrost.<br>trykk ml. 7<br>og 17m,<br>9,2kPa/m. 3<br>målere. Gv<br>ca. 1m u.t.<br>o | Gv på 1m, hydr. til 12m (bunn<br>Storelva).<br><br>Poreovertrykk 15kPa/m til 25m<br>(som borpunkt 3, konservativ<br>antakelse).<br><br>Hydrostatisk videre nedover.                             |
| 8_U  | 2 | +98,27  | Topp<br>skråning<br>2/1<br>terrasse 2<br>---                             | 1:2, 30m høy.<br>20m fra<br>kanten.<br>---   | Elveterrasser 5 til<br>40m, nesten<br>gjennomgående,<br>tynnere leirelag i<br>mellom. Indikasjon KL<br>40 til 70m, tynnere<br>silt-/sandlag imellom.<br>Utydelig lagdeling.<br>oo | Neg. poretrykk<br>i prøvene<br>9,3m, 9,5m,<br>15,5m ved $p'_o$<br>(konsistent).<br>Grei prøve-<br>kvalitet.<br>---   | /  | Måler på<br>10m tørr.<br>8,5kPa trykk<br>på 18m.<br>-                               | Gv ved 10m, poreundertrykk<br>2kPa/m til 20m (konservativt,<br>egentlig neg. trykk over).<br><br>Poreundertrykk 5kPa/m ned til<br>35m.<br><br>Hydrostatisk videre nedover<br>(som borpunkt 10). |
| 13_U |   | +74,77  | Topp<br>skråning<br>0/1<br>terrasse 1<br>---                             | 1:1,5 øvre<br>10m, 1:7<br>nedre 5m<br>(under vann),<br>terreng i<br>bakkant mot<br>skråning 2/1<br>stigende 1:10<br>på 70m. 6m<br>fra kanten.<br>- | Elveterrasser 0 til 8m,<br>forholdsvis ren leire<br>derunder (til 30m). KL<br>12 til >30m (tykt lag).<br>-  | Antydning til<br>poreundertr. i<br>prøven fra<br>9,45m ved $p'_o$ .<br>Men: dårlig til<br>veldig dårlig<br>prøvequal.<br>-<br>Rutine styrke<br>målinger noe<br>høyere enn<br>CPTU styrke.<br>+ | 8 til 29m. Mange<br>drenerende lag<br>(poretrykk nesten 0<br>ml. 12 og 18m). God<br>respons. OCR tolkn.<br>m/hydr. poretrykk<br>gir $p'_{c,terreng}=140kPa$<br>(passer ikke med<br>ødom. pkt. 3).<br>o | /   | Gv ved 6m, hydr. til 15m (bunn<br>Storelva).<br><br>Poreovertrykk 15kPa/m til 25m<br>(som borpunkt 3, konservativ<br>antakelse).<br><br>Hydrostatisk videre nedover.                            |
| 9_U  |   | +101,35 | Topp<br>skråning<br>2/1<br>terrasse 2<br>---                             | 1:2 øvre 15m,<br>1:10 nedre<br>5m. 15m fra<br>kanten.<br>---   | Elveterrasser 0 til 4m,<br>10 til 18m, 25 til 34m,<br>42 til 50m, 57 til 59m.<br>Forh.vis rene leirelag<br>imellom. Kl 36 til<br>>80m (tykt lag m/<br>tynnere silt-/sandlag).     | /  | /  | /   | Gv på 8m, undertrykk 6kPa/m til<br>35m (vannspeil Storelva).<br><br>Hydrostatisk videre nedover.<br>(som borpkt. 10).   |

|     |   |         |                                |  |  |  |  |   |                |
|-----|---|---------|--------------------------------|--|--|--|--|---|----------------|
| 4_U | 4 | +105,06 | Topp<br>skråning 3<br>■<br>--- | 1:2 på hele<br>30m høy<br>skråning. 35m<br>fra kanten.<br>■<br>--- | Elveterrasser 18 til<br>22m, 27 til 34m, 42 til<br>45m. Forh.vis rene<br>leirelag imellom. Kl 38<br>til >60m (tykt lag m/<br>tynnere silt-/sandlag).<br>■<br>- | Rutine styrke<br>mye lavere<br>enn CPTU<br>styrke (tyder<br>på in-situ<br>undertrykk/<br>høyere in-situ<br>p'0/styrke)<br>■<br>- | 6 til 14m. Dren. lag<br>ned til 8,5m, delvis<br>sug. God respons.<br>OCR tolkn. m/pore-<br>undertrykk= 2kPa/m<br>gir $p'_{c, \text{terreng}} = 340\text{kPa}$<br>(passer med ødom.<br>pkt. 8 og 10).<br>■<br>--- | / | Som borpkt. 8. |
|-----|---|---------|--------------------------------|--|--|--|--|---|----------------|

■ impliserer vanligvis undertrykk

■ impliserer vanligvis overtrykk

○ impliserer vanligvis hydrostatisk trykk



# Vedlegg 4

Oppdr.nr.:

Side:

Oppdrag: *Utfordring KL-sone 867 "Stølandet"*

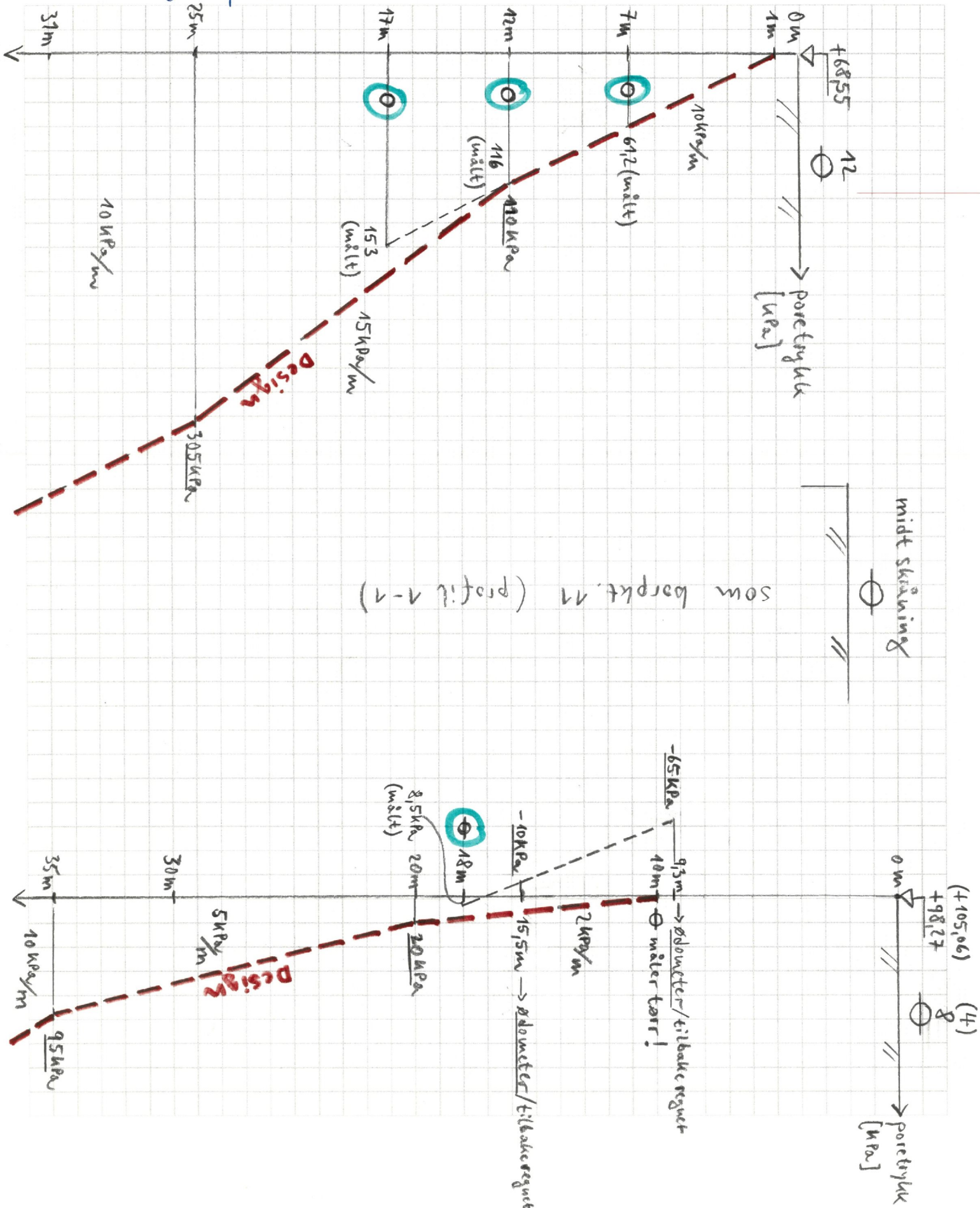
Utført: *MW*

Dato: *15.1.19*

Emne: *Poretrykksprofiler 2-2*

Kontrollert: *IA*

Dato:







Øvre Romerike Prosjekt AS

Oppdr.nr.:

Side:

Oppdrag: Utredning kl-sone 867 "Stølandet"

Utført: MW

Dato: 15.1.19

Emne: Porefr. profiler snitt 1-1

Kontrollert: IA

Dato:





Oppdr.nr.:

040.184

Side:

Oppdrag: Utredning kl-sone 867 "Stølandet"

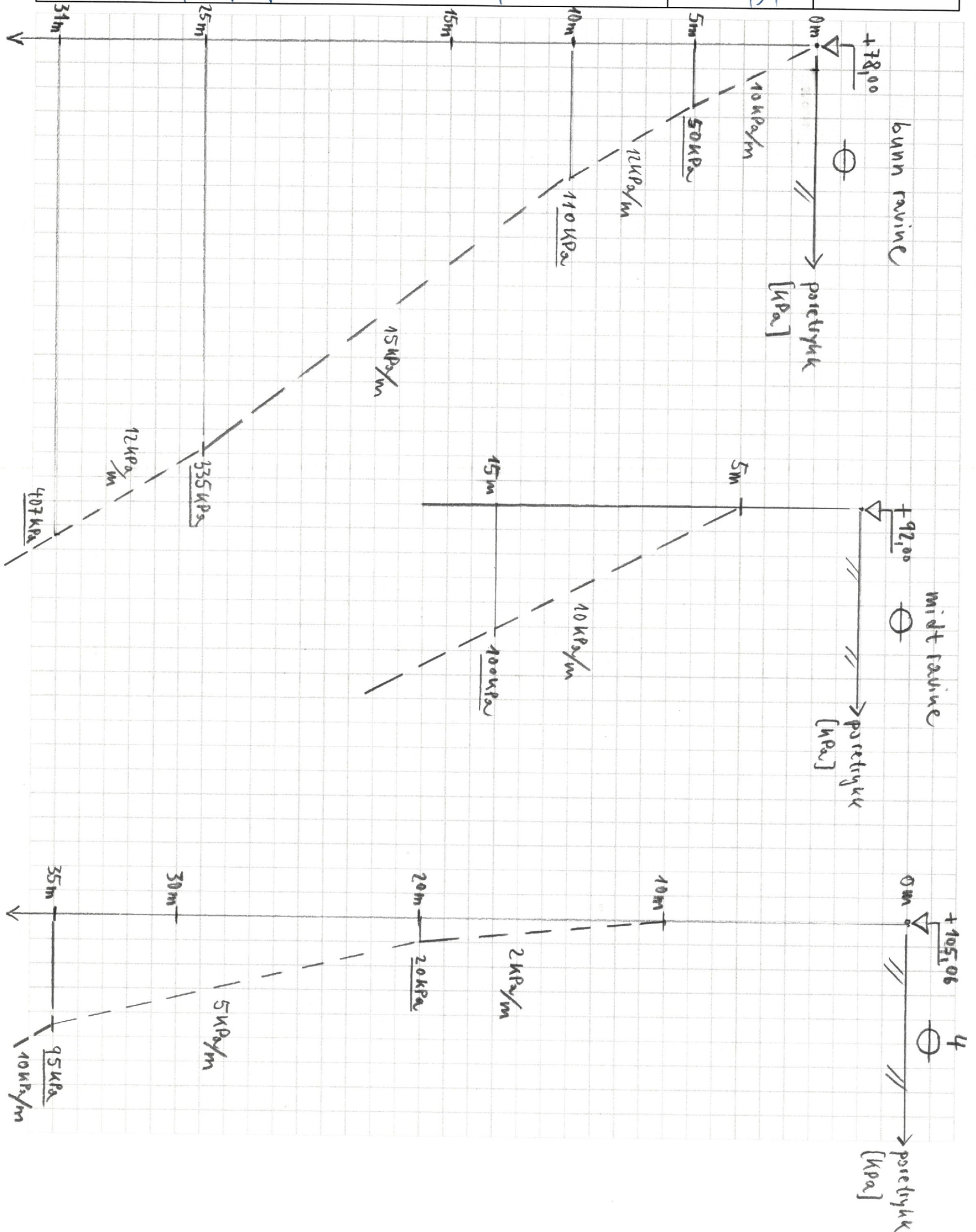
Utført: MW

Dato: 15.1.19

Emne: poretrykksprofiler snitt 4-4

Kontrollert: IA

Dato:





Oppdr.nr.: 040.18H

Side:

Oppdrag: Utredning kl-sone 867 "Stølandet"

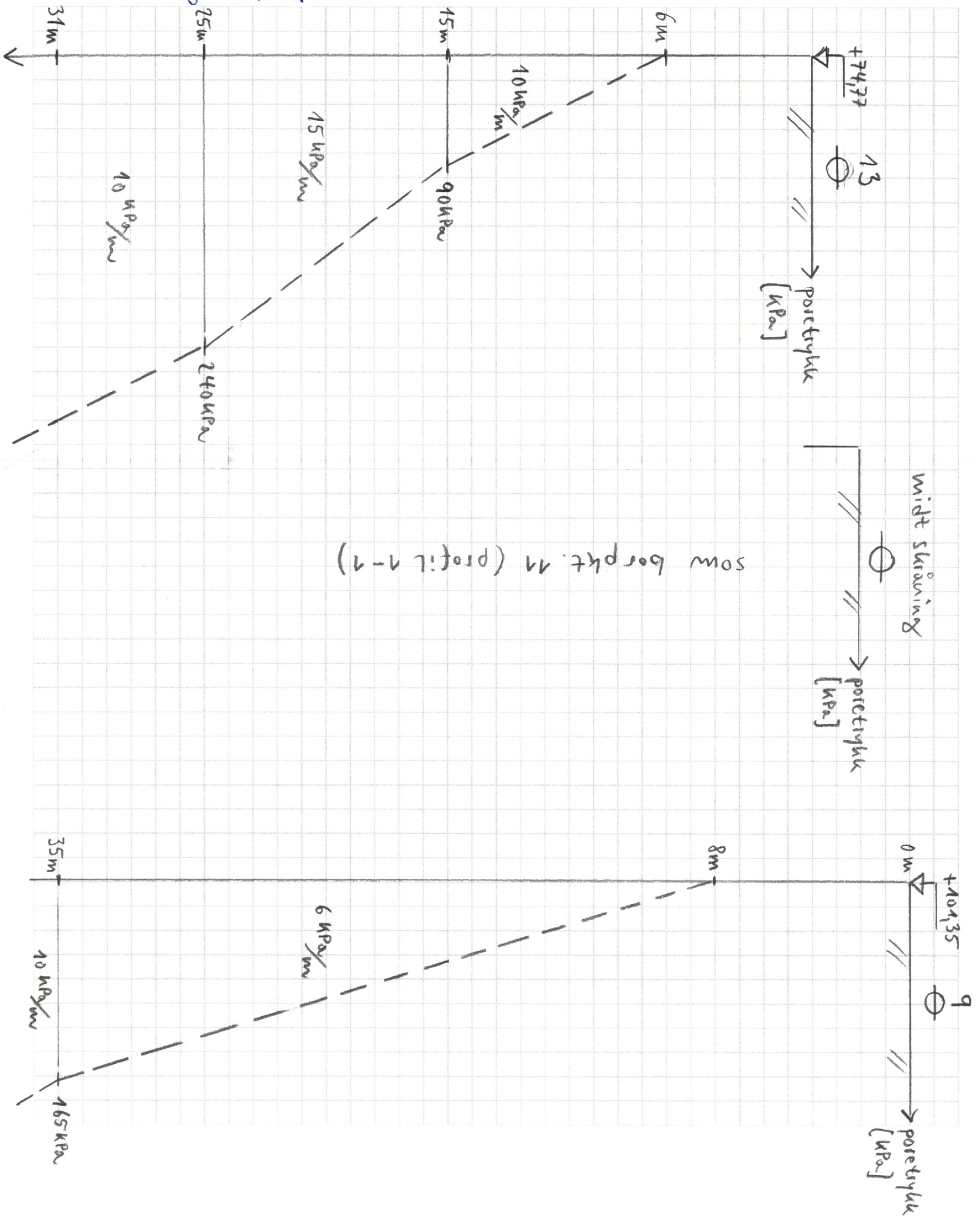
Utført: MW

Dato: 14.1.19

Emne: Poretrykkesprofiler snitt 3-3

Kontrollert: LA

Dato:



som bopkt. 11 (profil 1-1)

# Vedlegg 5

Prosjekt: 040.18H  
 Sted: Kvikkleiresone 867 "Støalandet"  
 Profil: 5-5, borpunkt 8 - negativt poretrykk øverst  
 Kommune: Ringerike

## SHANSEP

$\gamma$  19,50 kN/m<sup>3</sup>

Antatt kote tidl. havbunn: 118,00 m.o.h.  
 Antatt tidl. GV kote: 106,00 m.o.h.  
 Poretrykk/m: 6,00 kPa/m

Kote topp skrånning: 98,27 m.o.h.  
 GV kote: 88,27 m.o.h.  
 Poretrykk 1: 9,17 kPa/m  
 Poretrykk 2: 5,00 kPa/m  
 Poretrykk 3: 10,00 kPa/m  
 Forkonsolidering terreng: 338,36 kPa  
 $\beta$  0,80  
 $\alpha$  0,30

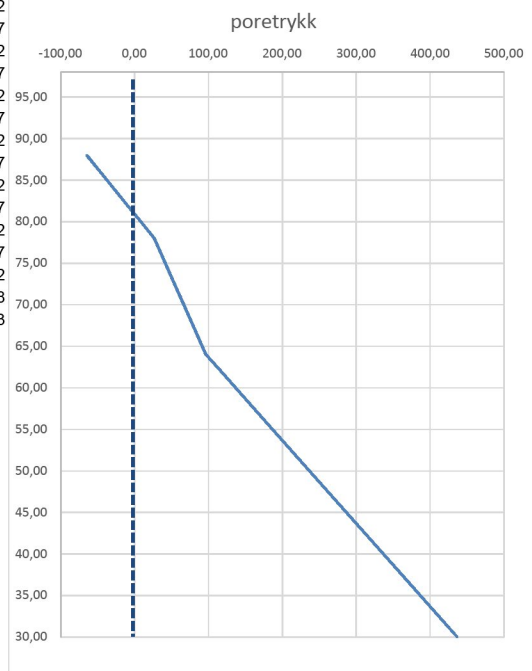
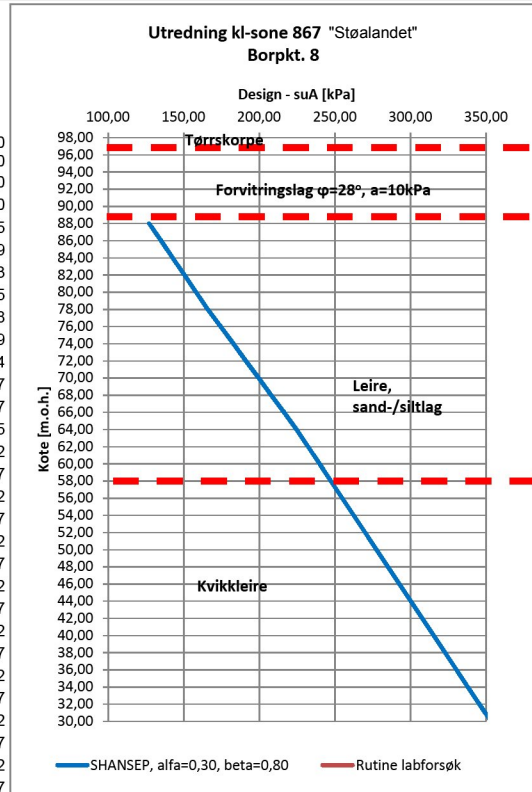
ned til kote +78,0  
 mellom kote +78,0 og +63,0  
 fra kote +63,0 og videre nedover

| Kote  | u [kPa] | p <sub>0</sub> for [kPa] | CPTU/lab<br>suA,etter [kPa] | p <sub>0</sub> etter [kPa] | OCR | SHANSEP<br>suA,etter [kPa] |
|-------|---------|--------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----|----------------------------|
| 96,00 | 0,00    | 369,00                   |                             | 44,265                     |     | 8,34                       |
| 94,00 | 0,00    | 396,00                   |                             | 83,265                     |     | 4,76                       |
| 92,00 | 0,00    | 423,00                   |                             | 122,265                    |     | 3,46                       |
| 90,00 | 0,00    | 450,00                   |                             | 161,265                    |     | 2,79                       |
| 88,00 | -65,00  | 477,00                   |                             | 265,265                    |     | 1,80                       |
| 86,00 | -46,66  | 504,00                   |                             | 285,925                    |     | 1,76                       |
| 84,00 | -28,32  | 531,00                   |                             | 306,585                    |     | 1,73                       |
| 82,00 | -9,98   | 558,00                   | 100,00                      | 327,245                    |     | 1,71                       |
| 80,00 | 8,36    | 585,00                   |                             | 347,905                    |     | 1,68                       |
| 78,00 | 26,70   | 612,00                   | 106,00                      | 368,565                    |     | 1,66                       |
| 76,00 | 36,70   | 639,00                   |                             | 397,565                    |     | 1,61                       |
| 74,00 | 46,70   | 666,00                   |                             | 426,565                    |     | 1,56                       |
| 72,00 | 56,70   | 693,00                   |                             | 455,565                    |     | 1,52                       |
| 70,00 | 66,70   | 720,00                   |                             | 484,565                    |     | 1,49                       |
| 68,00 | 76,70   | 747,00                   |                             | 513,565                    |     | 1,45                       |
| 66,00 | 86,70   | 774,00                   |                             | 542,565                    |     | 1,43                       |
| 64,00 | 96,70   | 801,00                   |                             | 571,565                    |     | 1,40                       |
| 62,00 | 116,70  | 828,00                   |                             | 590,565                    |     | 1,40                       |
| 60,00 | 136,70  | 855,00                   |                             | 609,565                    |     | 1,40                       |
| 58,00 | 156,70  | 882,00                   |                             | 628,565                    |     | 1,40                       |
| 56,00 | 176,70  | 909,00                   |                             | 647,565                    |     | 1,40                       |
| 54,00 | 196,70  | 936,00                   |                             | 666,565                    |     | 1,40                       |
| 52,00 | 216,70  | 963,00                   |                             | 685,565                    |     | 1,40                       |
| 50,00 | 236,70  | 990,00                   |                             | 704,565                    |     | 1,41                       |
| 48,00 | 256,70  | 1017,00                  |                             | 723,565                    |     | 1,41                       |
| 46,00 | 276,70  | 1044,00                  |                             | 742,565                    |     | 1,41                       |
| 44,00 | 296,70  | 1071,00                  |                             | 761,565                    |     | 1,41                       |
| 42,00 | 316,70  | 1098,00                  |                             | 780,565                    |     | 1,41                       |
| 40,00 | 336,70  | 1125,00                  |                             | 799,565                    |     | 1,41                       |
| 38,00 | 356,70  | 1152,00                  |                             | 818,565                    |     | 1,41                       |
| 36,00 | 376,70  | 1179,00                  |                             | 837,565                    |     | 1,41                       |
| 34,00 | 396,70  | 1206,00                  |                             | 856,565                    |     | 1,41                       |
| 32,00 | 416,70  | 1233,00                  |                             | 875,565                    |     | 1,41                       |
| 30,00 | 436,70  | 1260,00                  |                             | 894,565                    |     | 1,41                       |
| 28,00 | 456,70  | 1287,00                  |                             | 913,565                    |     | 1,41                       |
| 26,00 | 476,70  | 1314,00                  |                             | 932,565                    |     | 1,41                       |
| 24,00 | 496,70  | 1341,00                  |                             | 951,565                    |     | 1,41                       |
| 22,00 | 516,70  | 1368,00                  |                             | 970,565                    |     | 1,41                       |
| 20,00 | 536,70  | 1395,00                  |                             | 989,565                    |     | 1,41                       |
| 18,00 | 556,70  | 1422,00                  |                             | 1008,565                   |     | 1,41                       |
| 16,00 | 576,70  | 1449,00                  |                             | 1027,565                   |     | 1,41                       |
| 14,00 | 596,70  | 1476,00                  |                             | 1046,565                   |     | 1,41                       |
| 12,00 | 616,70  | 1503,00                  |                             | 1065,565                   |     | 1,41                       |
| 10,00 | 636,70  | 1530,00                  |                             | 1084,565                   |     | 1,41                       |
| 8,00  | 656,70  | 1557,00                  |                             | 1103,565                   |     | 1,41                       |

Erfaringsverdier til orientering:

| Ladd-SHANSEP (OBS! SuD-tolkning!)          |          |         |
|--|----------|---------|
| Jordart                                    | s        | m       |
| Sensitive marine OC-leire (Ip<30%, IL>1,5) | 0,20     | 1,00    |
| Silt, leirig silt, sitlig/ leirig finsand  | 0,25     | 0,80    |
| NGI-SHANSEP (OBS! SuA-tolkning!)           |          |         |
| Jordart                                    | $\alpha$ | $\beta$ |
| Sensitive OC/ NC-leire                     | 0,28     | 0,60    |
| Middels/ lav sensitive OC/ NC-leire        | 0,32     | 0,90    |
| Norske leire                               | 0,30     | 0,85    |

OBS! Hvis det foreligger suA-verdier fra f.eks. CPTU data kan disse manuelt skrives inn i kolonne "D". Ellers beregnes suA automatisk ut i fra valgte verdiene for alfa og beta.



Prosjekt: 040.18H  
 Sted: Kvikkleiresone 867 "Stølandet"  
 Profil: 5-5, borpunkt 8 - neg. poretrykk, hengende gv  
 Kommune: Ringerike

## SHANSEP

$\gamma$  19,50 kN/m<sup>3</sup>

Antatt kote tidl. havbunn: 118,00 m.o.h.  
 Antatt tidl. GV kote: 106,00 m.o.h.  
 Poretrykk/m: 6,00 kPa/m

Kote topp skrånning: 98,27 m.o.h.  
 GV kote: 88,27 m.o.h.  
 Poretrykk 1: 9,17 kPa/m  
 Poretrykk 2: 5,00 kPa/m  
 Poretrykk 3: 10,00 kPa/m  
 Forkonsolidering terreng: 338,36 kPa  
 $\beta$  0,80  
 $\alpha$  0,30

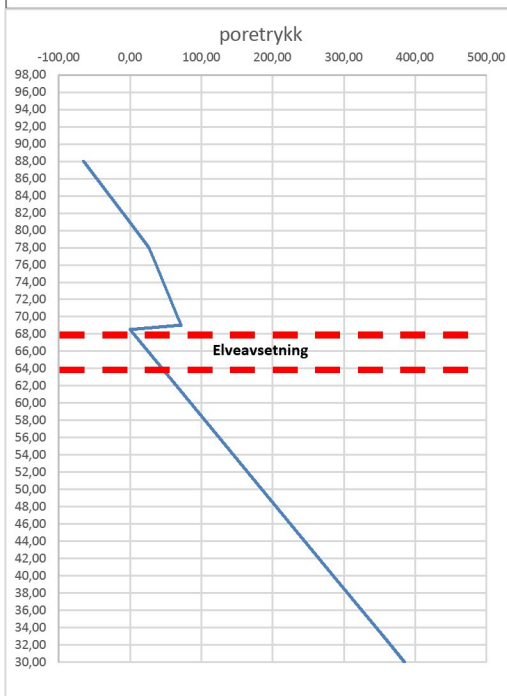
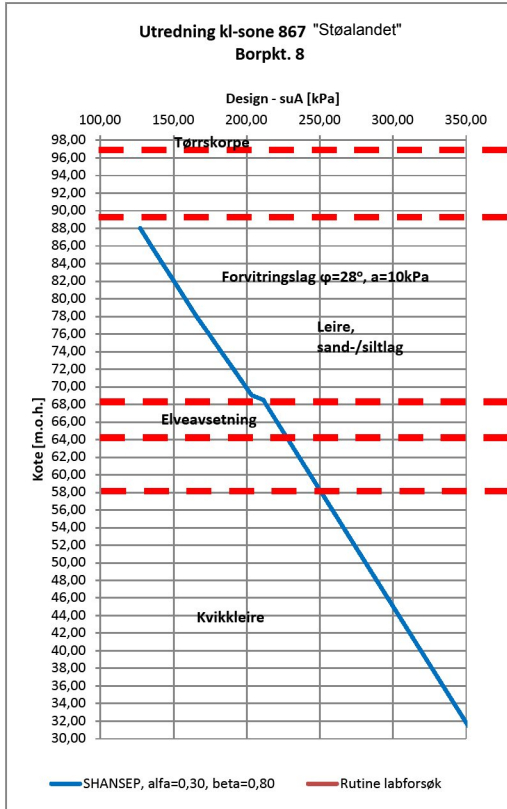
ned til kote +78,0  
 mellom kote +78,0 og +69,0  
 fra kote +69,0 og videre nedover

Erfaringsverdier til orientering:

| Ladd-SHANSEP (OBS! SuD-tolkning!)                       |          |         |
|---|----------|---------|
| Jordart   | s        | m       |
| Sensitive marine OC-leire ( $I_p < 30\%$ , $IL > 1,5$ ) | 0,20     | 1,00    |
| Silt, leirig silt, sitlig/leirig finsand                | 0,25     | 0,80    |
| NGI-SHANSEP (OBS! SuA-tolkning!)                        |          |         |
| Jordart   | $\alpha$ | $\beta$ |
| Sensitive OC/ NC-leire                                  | 0,28     | 0,60    |
| Middels/ lav sensitive OC/ NC-leire                     | 0,32     | 0,90    |
| Norske leire  | 0,30     | 0,85    |

OBS! Hvis det foreligger suA-verdier fra f.eks. CPTU data kan disse manuelt skrives inn i kolonne "D". Ellers beregnes suA automatisk ut i fra valgte verdiene for alfa og beta.

| Kote  | u [kPa] | CPTU/lab          |                 | OCR      | SHANSEP             |                 |
|-------|---------|-------------------|-----------------|----------|---------------------|-----------------|
|       |         | $p0'_{for}$ [kPa] | suA,etter [kPa] |          | $p0'_{etter}$ [kPa] | suA,etter [kPa] |
| 96,00 | 0,00    | 369,00            |                 | 44,265   | 8,34                | 0,00            |
| 94,00 | 0,00    | 396,00            |                 | 83,265   | 4,76                | 0,00            |
| 92,00 | 0,00    | 423,00            |                 | 122,265  | 3,46                | 0,00            |
| 90,00 | 0,00    | 450,00            |                 | 161,265  | 2,79                | 0,00            |
| 88,00 | -65,00  | 477,00            |                 | 265,265  | 1,80                | 127,25          |
| 86,00 | -46,66  | 504,00            |                 | 285,925  | 1,76                | 134,99          |
| 84,00 | -28,32  | 531,00            |                 | 306,585  | 1,73                | 142,73          |
| 82,00 | -9,98   | 558,00            | 100,00          | 327,245  | 1,71                | 150,45          |
| 80,00 | 8,36    | 585,00            |                 | 347,905  | 1,68                | 158,18          |
| 78,00 | 26,70   | 612,00            | 106,00          | 368,565  | 1,66                | 165,89          |
| 76,00 | 36,70   | 639,00            |                 | 397,565  | 1,61                | 174,34          |
| 74,00 | 46,70   | 666,00            |                 | 426,565  | 1,56                | 182,77          |
| 72,00 | 56,70   | 693,00            |                 | 455,565  | 1,52                | 191,17          |
| 70,00 | 66,70   | 720,00            |                 | 484,565  | 1,49                | 199,55          |
| 69,00 | 71,70   | 733,50            |                 | 499,065  | 1,47                | 203,74          |
| 68,50 | 0,00    | 740,25            |                 | 580,515  | 1,28                | 211,54          |
| 68,00 | 5,00    | 747,00            |                 | 585,265  | 1,28                | 213,43          |
| 66,00 | 25,00   | 774,00            |                 | 604,265  | 1,28                | 220,98          |
| 64,00 | 45,00   | 801,00            |                 | 623,265  | 1,29                | 228,54          |
| 62,00 | 65,00   | 828,00            |                 | 642,265  | 1,29                | 236,10          |
| 60,00 | 85,00   | 855,00            |                 | 661,265  | 1,29                | 243,65          |
| 58,00 | 105,00  | 882,00            |                 | 680,265  | 1,30                | 251,21          |
| 56,00 | 125,00  | 909,00            |                 | 699,265  | 1,30                | 258,76          |
| 54,00 | 145,00  | 936,00            |                 | 718,265  | 1,30                | 266,32          |
| 52,00 | 165,00  | 963,00            |                 | 737,265  | 1,31                | 273,87          |
| 50,00 | 185,00  | 990,00            |                 | 756,265  | 1,31                | 281,43          |
| 48,00 | 205,00  | 1017,00           |                 | 775,265  | 1,31                | 288,98          |
| 46,00 | 225,00  | 1044,00           |                 | 794,265  | 1,31                | 296,53          |
| 44,00 | 245,00  | 1071,00           |                 | 813,265  | 1,32                | 304,09          |
| 42,00 | 265,00  | 1098,00           |                 | 832,265  | 1,32                | 311,64          |
| 40,00 | 285,00  | 1125,00           |                 | 851,265  | 1,32                | 319,20          |
| 38,00 | 305,00  | 1152,00           |                 | 870,265  | 1,32                | 326,75          |
| 36,00 | 325,00  | 1179,00           |                 | 889,265  | 1,33                | 334,30          |
| 34,00 | 345,00  | 1206,00           |                 | 908,265  | 1,33                | 341,85          |
| 32,00 | 365,00  | 1233,00           |                 | 927,265  | 1,33                | 349,41          |
| 30,00 | 385,00  | 1260,00           |                 | 946,265  | 1,33                | 356,96          |
| 28,00 | 405,00  | 1287,00           |                 | 965,265  | 1,33                | 364,51          |
| 26,00 | 425,00  | 1314,00           |                 | 984,265  | 1,34                | 372,07          |
| 24,00 | 445,00  | 1341,00           |                 | 1003,265 | 1,34                | 379,62          |
| 22,00 | 465,00  | 1368,00           |                 | 1022,265 | 1,34                | 387,17          |
| 20,00 | 485,00  | 1395,00           |                 | 1041,265 | 1,34                | 394,72          |
| 18,00 | 505,00  | 1422,00           |                 | 1060,265 | 1,34                | 402,28          |
| 16,00 | 525,00  | 1449,00           |                 | 1079,265 | 1,34                | 409,83          |
| 14,00 | 545,00  | 1476,00           |                 | 1098,265 | 1,34                | 417,38          |
| 12,00 | 565,00  | 1503,00           |                 | 1117,265 | 1,35                | 424,93          |
| 10,00 | 585,00  | 1530,00           |                 | 1136,265 | 1,35                | 432,48          |
| 8,00  | 605,00  | 1557,00           |                 | 1155,265 | 1,35                | 440,04          |



Prosjekt: 040.18H  
 Sted: Kvikkleiresone 867 "Stølandet"  
 Profil: 2-2, midt- skråning  
 Kommune: Ringerike

# SHANSEP

$\gamma$  19,50 kN/m<sup>3</sup>

Antatt kote tidl. havbunn: 100,00 m.o.h.  
 Antatt tidl. GV kote: 94,00 m.o.h.  
 Poretrykk/m: 3,00 kPa/m

Kote borpkt.: 85,00 m.o.h.  
 GV kote: 80,00 m.o.h.  
 Poretrykk 1: 8,00 kPa/m  
 Poretrykk 2: 4,00 kPa/m  
 Poretrykk 3: 10,00 kPa/m  
 Forkonsolidering terreng: 265,50 kPa  
 $\beta$  0,80  
 $\alpha$  0,30

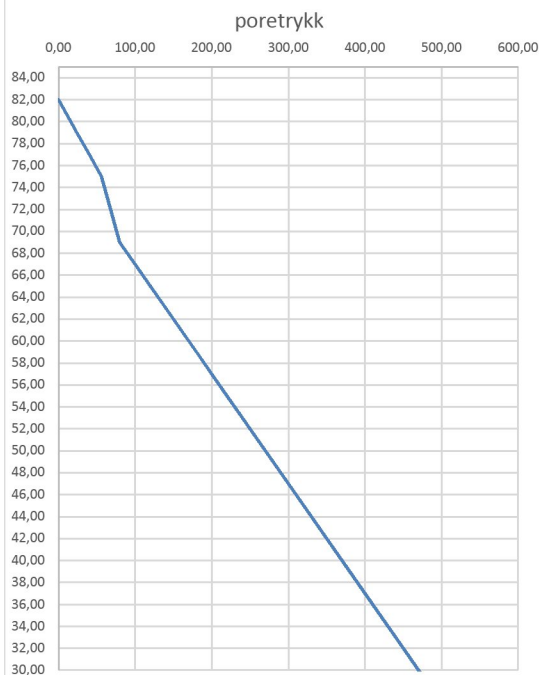
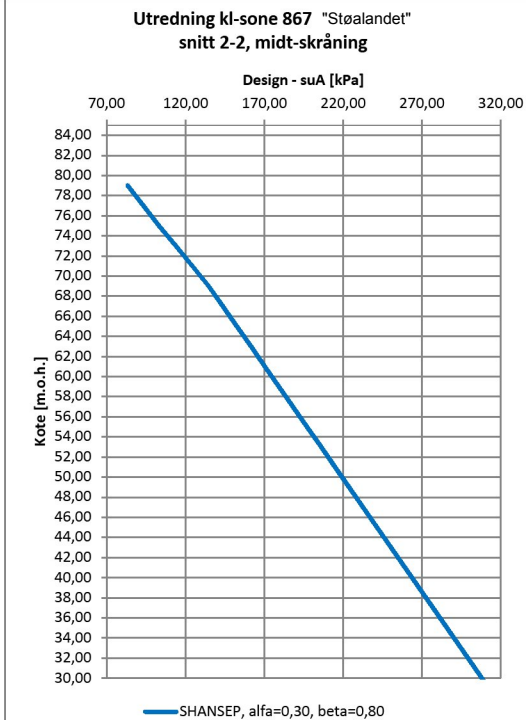
*til kote +73,0  
 ml. kote +73,0 og +69,0  
 fra kote +69,0  
 p'c, terreng*

| Kote  | u [kPa] | p0' før [kPa] | CPTU/lab<br>suA,etter [kPa] | p0' etter [kPa] | OCR | SHANSEP<br>suA,etter [kPa] |
|-------|---------|---------------|-----------------------------|-----------------|-----|----------------------------|
| 82,00 | 0,00    | 315,00        |                             | 58,5            |     | 5,38                       |
| 80,00 | 16,00   | 348,00        |                             | 81,5            |     | 4,27                       |
| 79,00 | 24,00   | 364,50        |                             | 93              |     | 3,92                       |
| 77,00 | 40,00   | 397,50        |                             | 116             |     | 3,43                       |
| 75,00 | 56,00   | 430,50        |                             | 139             |     | 3,10                       |
| 73,00 | 64,00   | 463,50        |                             | 170             |     | 2,73                       |
| 71,00 | 72,00   | 496,50        |                             | 201             |     | 2,47                       |
| 69,00 | 80,00   | 529,50        |                             | 232             |     | 2,28                       |
| 67,00 | 100,00  | 562,50        |                             | 251             |     | 2,24                       |
| 65,00 | 120,00  | 595,50        |                             | 270             |     | 2,21                       |
| 63,00 | 140,00  | 628,50        |                             | 289             |     | 2,17                       |
| 61,00 | 160,00  | 661,50        |                             | 308             |     | 2,15                       |
| 59,00 | 180,00  | 694,50        |                             | 327             |     | 2,12                       |
| 57,00 | 200,00  | 727,50        |                             | 346             |     | 2,10                       |
| 55,00 | 220,00  | 760,50        |                             | 365             |     | 2,08                       |
| 53,00 | 240,00  | 793,50        |                             | 384             |     | 2,07                       |
| 51,00 | 260,00  | 826,50        |                             | 403             |     | 2,05                       |
| 49,00 | 280,00  | 859,50        |                             | 422             |     | 2,04                       |
| 47,00 | 300,00  | 892,50        |                             | 441             |     | 2,02                       |
| 45,00 | 320,00  | 925,50        |                             | 460             |     | 2,01                       |
| 43,00 | 340,00  | 958,50        |                             | 479             |     | 2,00                       |
| 41,00 | 360,00  | 991,50        |                             | 498             |     | 1,99                       |
| 39,00 | 380,00  | 1024,50       |                             | 517             |     | 1,98                       |
| 37,00 | 400,00  | 1057,50       |                             | 536             |     | 1,97                       |
| 35,00 | 420,00  | 1090,50       |                             | 555             |     | 1,96                       |
| 33,00 | 440,00  | 1123,50       |                             | 574             |     | 1,96                       |
| 31,00 | 460,00  | 1156,50       |                             | 593             |     | 1,95                       |
| 29,00 | 480,00  | 1189,50       |                             | 612             |     | 1,94                       |
| 27,00 | 500,00  | 1222,50       |                             | 631             |     | 1,94                       |
| 25,00 | 520,00  | 1255,50       |                             | 650             |     | 1,93                       |
| 23,00 | 540,00  | 1288,50       |                             | 669             |     | 1,93                       |
| 21,00 | 560,00  | 1321,50       |                             | 688             |     | 1,92                       |
| 19,00 | 580,00  | 1354,50       |                             | 707             |     | 1,92                       |
| 17,00 | 600,00  | 1387,50       |                             | 726             |     | 1,91                       |
| 15,00 | 620,00  | 1420,50       |                             | 745             |     | 1,91                       |
| 13,00 | 640,00  | 1453,50       |                             | 764             |     | 1,90                       |
| 11,00 | 660,00  | 1486,50       |                             | 783             |     | 1,90                       |
| 9,00  | 680,00  | 1519,50       |                             | 802             |     | 1,89                       |
| 7,00  | 700,00  | 1552,50       |                             | 821             |     | 1,89                       |

Erfaringsverdier til orientering:

| Ladd-SHANSEP (OBS! SuD-tolkning!)          |          |         |
|--|----------|---------|
| Jordart                                    | s        | m       |
| Sensitive marine OC-leire (Ip<30%, IL>1,5) | 0,20     | 1,00    |
| Silt, leirig silt, sitlig/ leirig finsand  | 0,25     | 0,80    |
| NGI-SHANSEP (OBS! SuA-tolkning!)           |          |         |
| Jordart                                    | $\alpha$ | $\beta$ |
| Sensitive OC/ NC-leire                     | 0,28     | 0,60    |
| Middels/ lav sensitive OC/ NC-leire        | 0,32     | 0,90    |
| Norske leire                               | 0,30     | 0,85    |

OBS! Hvis det foreligger suA-verdier fra f.eks. CPTU data kan disse manuelt skrives inn i kolonne "D". Ellers beregnes suA automatisk ut i fra valgte verdiene for alfa og beta.



Prosjekt: 040.18H  
 Sted: Kvikkleiresone 867 "Støalandet"  
 Profil: 2-2, midt- skråning, hengende gv  
 Kommune: Ringerike

## SHANSEP

$\gamma$  19,50 kN/m<sup>3</sup>

Antatt kote tidl. havbunn: 100,00 m.o.h.  
 Antatt tidl. GV kote: 94,00 m.o.h.  
 Poretrykk/m: 3,00 kPa/m

Kote borpkt.: 85,00 m.o.h.  
 GV kote: 80,00 m.o.h.  
 Poretrykk 1: 8,00 kPa/m  
 Poretrykk 2: 4,00 kPa/m  
 Poretrykk 3: 10,00 kPa/m  
 Forkonsolidering terreng: 265,50 kPa  
 $\beta$  0,80  
 $\alpha$  0,30

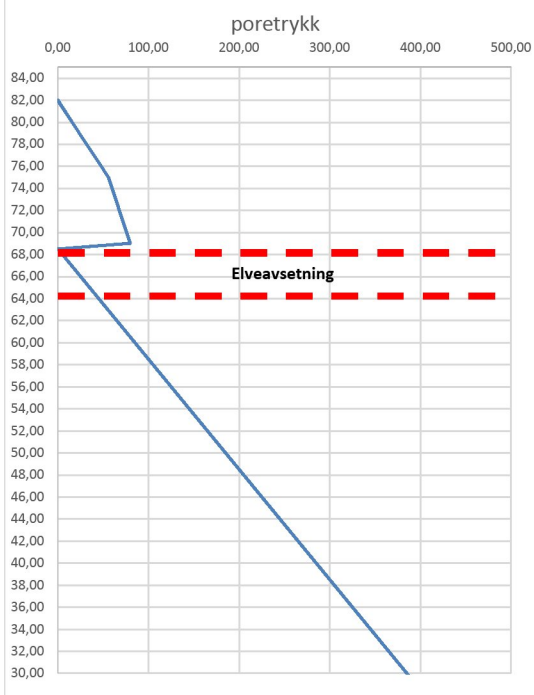
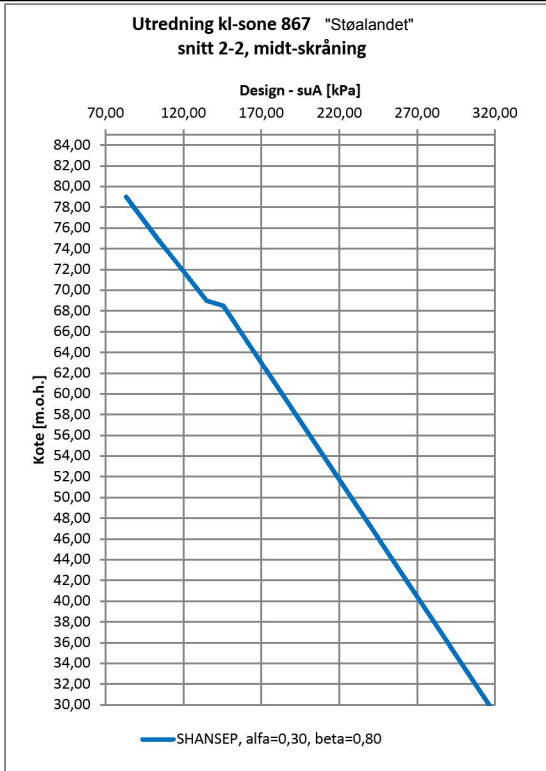
til kote +73,0  
 ml. kote +73,0 og +69,0  
 fra kote +69,0  
 p'c, terreng

| Kote  | u [kPa] | p0' før [kPa] | CPTU/lab<br>suA,etter [kPa] | p0' etter [kPa] | OCR |
|-------|---------|---------------|-----------------------------|-----------------|-----|
| 82,00 | 0,00    | 315,00        |                             | 58,5            |     |
| 80,00 | 16,00   | 348,00        |                             | 81,5            |     |
| 79,00 | 24,00   | 364,50        |                             | 93              |     |
| 77,00 | 40,00   | 397,50        |                             | 116             |     |
| 75,00 | 56,00   | 430,50        |                             | 139             |     |
| 73,00 | 64,00   | 463,50        |                             | 170             |     |
| 71,00 | 72,00   | 496,50        |                             | 201             |     |
| 69,00 | 80,00   | 529,50        |                             | 232             |     |
| 68,50 | 0,00    | 537,75        |                             | 321,75          |     |
| 67,00 | 15,00   | 562,50        |                             | 336             |     |
| 65,00 | 35,00   | 595,50        |                             | 355             |     |
| 63,00 | 55,00   | 628,50        |                             | 374             |     |
| 61,00 | 75,00   | 661,50        |                             | 393             |     |
| 59,00 | 95,00   | 694,50        |                             | 412             |     |
| 57,00 | 115,00  | 727,50        |                             | 431             |     |
| 55,00 | 135,00  | 760,50        |                             | 450             |     |
| 53,00 | 155,00  | 793,50        |                             | 469             |     |
| 51,00 | 175,00  | 826,50        |                             | 488             |     |
| 49,00 | 195,00  | 859,50        |                             | 507             |     |
| 47,00 | 215,00  | 892,50        |                             | 526             |     |
| 45,00 | 235,00  | 925,50        |                             | 545             |     |
| 43,00 | 255,00  | 958,50        |                             | 564             |     |
| 41,00 | 275,00  | 991,50        |                             | 583             |     |
| 39,00 | 295,00  | 1024,50       |                             | 602             |     |
| 37,00 | 315,00  | 1057,50       |                             | 621             |     |
| 35,00 | 335,00  | 1090,50       |                             | 640             |     |
| 33,00 | 355,00  | 1123,50       |                             | 659             |     |
| 31,00 | 375,00  | 1156,50       |                             | 678             |     |
| 29,00 | 395,00  | 1189,50       |                             | 697             |     |
| 27,00 | 415,00  | 1222,50       |                             | 716             |     |
| 25,00 | 435,00  | 1255,50       |                             | 735             |     |
| 23,00 | 455,00  | 1288,50       |                             | 754             |     |
| 21,00 | 475,00  | 1321,50       |                             | 773             |     |
| 19,00 | 495,00  | 1354,50       |                             | 792             |     |
| 17,00 | 515,00  | 1387,50       |                             | 811             |     |
| 15,00 | 535,00  | 1420,50       |                             | 830             |     |
| 13,00 | 555,00  | 1453,50       |                             | 849             |     |
| 11,00 | 575,00  | 1486,50       |                             | 868             |     |
| 9,00  | 595,00  | 1519,50       |                             | 887             |     |
| 7,00  | 615,00  | 1552,50       |                             | 906             |     |

Erfaringsverdier til orientering:

| Ladd-SHANSEP (OBS! SuD-tolkning!)          |          |         |
|--|----------|---------|
| Jordart                                    | s        | m       |
| Sensitive marine OC-leire (Ip<30%, IL>1,5) | 0,20     | 1,00    |
| Silt, leirig silt, sitlig/ leirig finsand  | 0,25     | 0,80    |
| NGI-SHANSEP (OBS! SuA-tolkning!)           |          |         |
| Jordart                                    | $\alpha$ | $\beta$ |
| Sensitive OC/ NC-leire                     | 0,28     | 0,60    |
| Middels/ lav sensitive OC/ NC-leire        | 0,32     | 0,90    |
| Norske leire                               | 0,30     | 0,85    |

OBS! Hvis det foreligger suA-verdier fra f.eks. CPTU data kan disse manuelt skrives inn i kolonne "D". Ellers beregnes suA automatisk ut i fra valgte verdiene for alfa og beta.



Prosjekt: 040.18H  
 Sted: Kvikkleiresone 867 "Stølandet"  
 Profil: 2-2, borpunkt 12  
 Kommune: Ringerike

## SHANSEP

$\gamma$  19,50 kN/m<sup>3</sup>

Antatt kote tidl. havbunn: 88,00 m.o.h.  
 Antatt tidl. GV kote: 85,00 m.o.h.  
 Poretrykk/m: 11,00 kPa/m

Kote borpkt.: 68,55 m.o.h.  
 GV kote: 67,55 m.o.h.  
 Poretrykk 1: 10,00 kPa/m  
 Poretrykk 2: 15,00 kPa/m  
 Poretrykk 3: 10,00 kPa/m  
 Forkonsolidering terreng: 198,33 kPa  
 $\beta$ : 0,80  
 $\alpha$ : 0,30

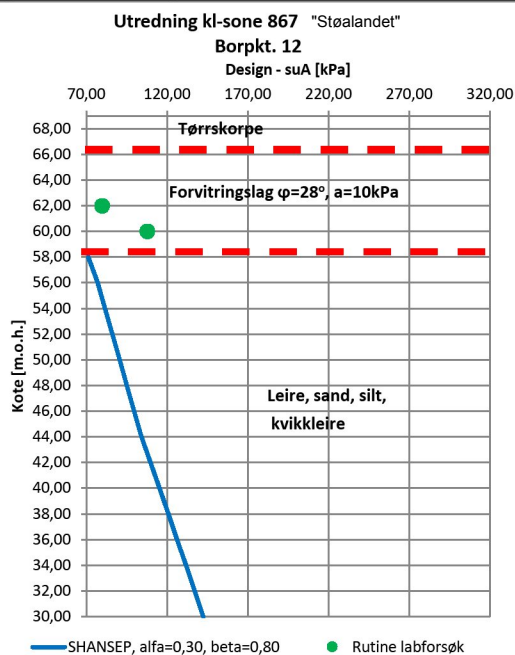
*til kote +56,0  
 ml. kote +56,0 og +43,0  
 fra kote +43,0  
 p/c, terreng*

| Kote  | u [kPa] | p <sub>0'for</sub> [kPa] | CPTU/lab<br>suA,etter [kPa] | p <sub>0'etter</sub> [kPa] | OCR  | SHANSEP<br>suA,etter [kPa] |
|-------|---------|--------------------------|-----------------------------|----------------------------|------|----------------------------|
| 66,00 | 15,50   | 220,00                   |                             | 34,225                     | 6,43 | 45,49                      |
| 64,00 | 35,50   | 237,00                   |                             | 53,225                     | 4,45 | 52,74                      |
| 62,00 | 55,50   | 254,00                   | 80,00                       | 72,225                     | 3,52 | 59,26                      |
| 60,00 | 75,50   | 271,00                   | 108,00                      | 91,225                     | 2,97 | 65,39                      |
| 58,00 | 95,50   | 288,00                   |                             | 110,225                    | 2,61 | 71,30                      |
| 56,00 | 115,50  | 305,00                   |                             | 129,225                    | 2,36 | 77,06                      |
| 54,00 | 145,50  | 322,00                   |                             | 138,225                    | 2,33 | 81,57                      |
| 52,00 | 175,50  | 339,00                   |                             | 147,225                    | 2,30 | 86,08                      |
| 50,00 | 205,50  | 356,00                   |                             | 156,225                    | 2,28 | 90,58                      |
| 48,00 | 235,50  | 373,00                   |                             | 165,225                    | 2,26 | 95,08                      |
| 46,00 | 265,50  | 390,00                   |                             | 174,225                    | 2,24 | 99,59                      |
| 44,00 | 295,50  | 407,00                   |                             | 183,225                    | 2,22 | 104,09                     |
| 42,00 | 315,50  | 424,00                   |                             | 202,225                    | 2,10 | 109,69                     |
| 40,00 | 335,50  | 441,00                   |                             | 221,225                    | 1,99 | 115,25                     |
| 38,00 | 355,50  | 458,00                   |                             | 240,225                    | 1,91 | 120,76                     |
| 36,00 | 375,50  | 475,00                   |                             | 259,225                    | 1,83 | 126,24                     |
| 34,00 | 395,50  | 492,00                   |                             | 278,225                    | 1,77 | 131,70                     |
| 32,00 | 415,50  | 509,00                   |                             | 297,225                    | 1,71 | 137,12                     |
| 30,00 | 435,50  | 526,00                   |                             | 316,225                    | 1,66 | 142,53                     |
| 28,00 | 455,50  | 543,00                   |                             | 335,225                    | 1,62 | 147,92                     |
| 26,00 | 475,50  | 560,00                   |                             | 354,225                    | 1,58 | 153,29                     |
| 24,00 | 495,50  | 577,00                   |                             | 373,225                    | 1,55 | 158,66                     |
| 22,00 | 515,50  | 594,00                   |                             | 392,225                    | 1,51 | 164,01                     |
| 20,00 | 535,50  | 611,00                   |                             | 411,225                    | 1,49 | 169,34                     |
| 18,00 | 555,50  | 628,00                   |                             | 430,225                    | 1,46 | 174,67                     |
| 16,00 | 575,50  | 645,00                   |                             | 449,225                    | 1,44 | 180,00                     |
| 14,00 | 595,50  | 662,00                   |                             | 468,225                    | 1,41 | 185,31                     |
| 12,00 | 615,50  | 679,00                   |                             | 487,225                    | 1,39 | 190,62                     |
| 10,00 | 635,50  | 696,00                   |                             | 506,225                    | 1,37 | 195,92                     |
| 8,00  | 655,50  | 713,00                   |                             | 525,225                    | 1,36 | 201,22                     |

Erfaringsverdier til orientering:

| Ladd-SHANSEP (OBS! SuD-tolkning!)          |          |         |
|--|----------|---------|
| Jordart                                    | s        | m       |
| Sensitive marine OC-leire (Ip<30%, IL>1,5) | 0,20     | 1,00    |
| Silt, leirig silt, sitlig/ leirig finsand  | 0,25     | 0,80    |
| NGI-SHANSEP (OBS! SuA-tolkning!)           |          |         |
| Jordart                                    | $\alpha$ | $\beta$ |
| Sensitive OC/ NC-leire                     | 0,28     | 0,60    |
| Middels/ lav sensitive OC/ NC-leire        | 0,32     | 0,90    |
| Norske leire                               | 0,30     | 0,85    |

OBS! Hvis det foreligger suA-verdier fra f.eks. CPTU data kan disse manuelt skrives inn i kolonne "D". Ellers beregnes suA automatisk ut i fra valgte verdiene for alfa og beta.





Prosjekt: 040.18H  
 Sted: Kvikkleiresone 867 "Stølandet"  
 Profil: 2-2, borpunkt 12 - elvebunn  
 Kommune: Ringerike

# SHANSEP

$\gamma$  19,50 kN/m<sup>3</sup>

Antatt kote tidl. havbunn: 88,00 m.o.h.  
 Antatt tidl. GV kote: 85,00 m.o.h.  
 Poretrykk/m: 11,00 kPa/m

Kote borpkt.: 56,52 m.o.h.  
 GV kote: 66,70 m.o.h.  
 Poretrykk 1: 10,00 kPa/m  
 Poretrykk 2: 15,00 kPa/m  
 Poretrykk 3: 10,00 kPa/m  
 Forkonsolidering terreng: 300,58 kPa  
 $\beta$ : 0,80  
 $\alpha$ : 0,30

*til kote +56,0  
 ml. kote +56,0 og +43,0  
 fra kote +43,0  
 p'c, terreng*

Erfaringsverdier til orientering:

| Ladd-SHANSEP (OBS! SuD-tolkning!)          |          |         |
|--|----------|---------|
| Jordart                                    | s        | m       |
| Sensitive marine OC-leire (Ip<30%, IL>1,5) | 0,20     | 1,00    |
| Silt, leirig silt, sitlig/ leirig finsand  | 0,25     | 0,80    |
| NGI-SHANSEP (OBS! SuA-tolkning!)           |          |         |
| Jordart                                    | $\alpha$ | $\beta$ |
| Sensitive OC/ NC-leire                     | 0,28     | 0,60    |
| Middels/ lav sensitive OC/ NC-leire        | 0,32     | 0,90    |
| Norske leire                               | 0,30     | 0,85    |

OBS! Hvis det foreligger suA-verdier fra f.eks. CPTU data kan disse manuelt skrives inn i kolonne "D". Ellers regnes suA automatisk ut i fra valgte verdiene for alfa og beta.

| Kote  | u [kPa] | p0'for [kPa] | CPTU/lab<br>suA,etter [kPa] | p0'etter [kPa] | OCR     | SHANSEP<br>suA,etter [kPa] |
|-------|---------|--------------|-----------------------------|----------------|---------|----------------------------|
| 56,50 | 101,80  | 300,75       |                             | 0,1            | 3007,50 | 18,18                      |
| 54,50 | 131,80  | 317,75       |                             | 9,39           | 33,84   | 47,13                      |
| 52,50 | 161,80  | 334,75       | 80,00                       | 18,39          | 18,20   | 56,21                      |
| 50,50 | 191,80  | 351,75       | 108,00                      | 27,39          | 12,84   | 63,33                      |
| 48,50 | 221,80  | 368,75       |                             | 36,39          | 10,13   | 69,62                      |
| 46,50 | 251,80  | 385,75       |                             | 45,39          | 8,50    | 75,43                      |
| 44,50 | 281,80  | 402,75       |                             | 54,39          | 7,40    | 80,96                      |
| 42,50 | 311,80  | 419,75       |                             | 63,39          | 6,62    | 86,28                      |
| 40,50 | 331,80  | 436,75       |                             | 82,39          | 5,30    | 93,86                      |
| 38,50 | 351,80  | 453,75       |                             | 101,39         | 4,48    | 100,87                     |
| 36,50 | 371,80  | 470,75       |                             | 120,39         | 3,91    | 107,52                     |
| 34,50 | 391,80  | 487,75       |                             | 139,39         | 3,50    | 113,90                     |
| 32,50 | 411,80  | 504,75       |                             | 158,39         | 3,19    | 120,10                     |
| 30,50 | 431,80  | 521,75       |                             | 177,39         | 2,94    | 126,15                     |
| 28,50 | 451,80  | 538,75       |                             | 196,39         | 2,74    | 132,09                     |
| 26,50 | 471,80  | 555,75       |                             | 215,39         | 2,58    | 137,93                     |
| 24,50 | 491,80  | 572,75       |                             | 234,39         | 2,44    | 143,71                     |
| 22,50 | 511,80  | 589,75       |                             | 253,39         | 2,33    | 149,42                     |
| 20,50 | 531,80  | 606,75       |                             | 272,39         | 2,23    | 155,08                     |
| 18,50 | 551,80  | 623,75       |                             | 291,39         | 2,14    | 160,70                     |
| 16,50 | 571,80  | 640,75       |                             | 310,39         | 2,06    | 166,29                     |
| 14,50 | 591,80  | 657,75       |                             | 329,39         | 2,00    | 171,84                     |
| 12,50 | 611,80  | 674,75       |                             | 348,39         | 1,94    | 177,36                     |
| 10,50 | 631,80  | 691,75       |                             | 367,39         | 1,88    | 182,85                     |
| 8,50  | 651,80  | 708,75       |                             | 386,39         | 1,83    | 188,33                     |
| 6,50  | 671,80  | 725,75       |                             | 405,39         | 1,79    | 193,79                     |

