
RAPPORT

Sikring av kvikkleiresone Trælstad, Hegra

OPPDRAAGSGIVER

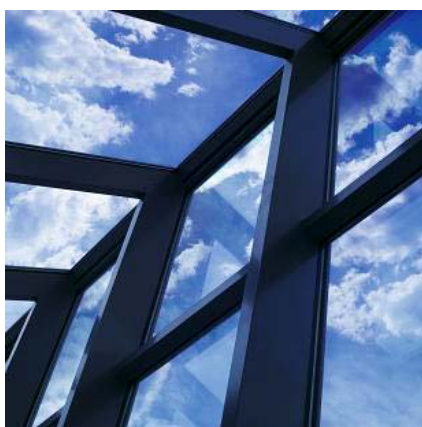
Norges vassdrags- og energidirektorat, NVE

EMNE

Stabilitetsberegninger og geotekniske vurderinger

DATO / REVISJON: 19. april 2016 / 01

DOKUMENTKODE: 417673-RIG-RAP-001



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Tredjepart har ikke rett til å anvende rapporten eller deler av denne uten Multiconsults skriftlige samtykke.

Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

RAPPORT

| | | | |
|----------------|---|-----------------|-----------------------|
| OPPDRAG | Sikring av kvikkleiresone Trælstad, Hegra | DOKUMENTKODE | 417673-RIG-RAP-001 |
| EMNE | Stabilitetsberegning og geoteknisk vurdering | TILGJENGELIGHET | Åpen |
| OPPDRAGSGIVER | Norges vassdrags- og energidirektorat, NVE | OPPDRAGSLEDER | Roar Skulbørstad |
| KONTAKTPERSON | Ingrid Havnen | UTARBEIDET AV | Ann Kristin Selmer |
| KOORDINATER | SONE: 32V ØST: 6079 NORD: 70396 | ANSVARLIG ENHET | 3012 Multiconsult ASA |
| GNR./BNR./SNR. | - / - / - / Stjørdal | | |

SAMMENDRAG

NVE planlegger sikring av kvikkleiresonene nr. 662 Trælstad og Trælstad øst i Stjørdal. I den forbindelse er Multiconsult ASA engasjert til å utføre stabilitetsberegninger i skråningene ned mot Leirfallbekken og Solemsbekken. Stabilitetsberegningene skal synliggjøre hvilke tiltak som er nødvendige for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet mot skred i henhold til NVEs veileder nr. 7/2014.

Foreliggende rapport inneholder grunnlag for geotekniske beregninger og vurderinger, samt resultater fra stabilitetsberegninger. I tillegg er det gitt en vurdering av nødvendige tiltak for å oppnå tilfredsstillende stabilitet iht. NVEs retningslinjer.

Prosjektet klassifiseres til:

- Geoteknisk kategori 3
- Pålitelighetsklasse (CC/RC) 3
- Kontrollklasse «Utvidet» for prosjektering og utførelse
- Tiltakskategori K4 iht. NVEs Veileder nr. 7/2014

Kvikkleiresonene nr. 662 Trælstad og Trælstad øst ligger i et området som består av terrengplataer, ravinert terreng og flate områder med dyrket mark. I området hvor det skal utføres sikringsarbeider er det ravinert terreng og består av to bekkeløp, Solemsbekken og Leirfallbekken. Grunnundersøkelser viser at kvikkleira i området stedvis har en mektighet på inntil 40 m og bekkeløp for Leirfallbekken og Solemsbekken ligger omtrent i nivå med overgangen til kvikkleire.

Det er utført stabilitetsberegninger av to utvalgte profiler. Profilene er valgt basert på topografi og tolkning av grunnforhold, og vurdert som de mest kritiske i området. Resultater fra beregningene viser at stabiliteten av skråningene ned mot Solemsbekken og Leirfallbekken er for lav. For å oppnå tilstrekkelig sikkerhet mot skred er det foreslått å heve bekkeløpene med inntil 2,5 m. Videre må bekkeløpene erosjonssikres for å hindre initialskred som kan utløse bakovergripende skred.

Pga løsmassens sammensetning og høy grunnvannstand i bunnen av skråningene er sikkerheten mot overflateskred i bekkeløpene trolig lav. En eventuell overflateutglidning vurderes å ha begrenset utstrekning, men det bør likevel vurderes tiltak for å forhindre overflateutglidninger i skråninger.

Det må utføres detaljprosjektering av terrengtiltaket og utarbeides kontrollplan for arbeidene. Grave- og terrengarbeid i områder med kvikkleire skal utføres på en slik måte at stabilitetsforholdene under anleggsperioden ikke forverres.

Foreliggende rapport må kvalitetssikres av uavhengig foretak.

| | | | | | |
|------|----------|--|--------------------|------------------|----------------|
| | | | | | |
| | | | <i>ankes</i> | <i>ROS</i> | <i>HPN</i> |
| 01 | 06.04.16 | Revisjon etter kommentarer fra tredjepartskontroll | Ann Kristin Selmer | Roar Skulbørstad | Håvard Narjord |
| 00 | 20.11.15 | Stabilitetsberegning og geoteknisk vurdering | Ann Kristin Selmer | Roar Skulbørstad | Håvard Narjord |
| REV. | DATO | BESKRIVELSE | UTARBEIDET AV | KONTROLLERT AV | GODKJENT AV |

INNHOLDSFORTEGNELSE

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Innledning | 6 |
| 2 | Grunnlag..... | 6 |
| 3 | Topografi og grunnforhold | 7 |
| 3.1 | Topografi..... | 7 |
| 3.2 | Grunnforhold | 7 |
| 3.3 | Poretrykk- og grunnvannsforhold..... | 8 |
| 3.4 | Kvikkleiresone..... | 8 |
| 4 | Sikkerhetsprinsipper | 10 |
| 5 | Materialparametere | 10 |
| 6 | Stabilitetsberegninger | 10 |
| 6.1 | Generelt | 10 |
| 6.2 | Stabilitetsberegninger | 10 |
| 7 | Geoteknisk vurdering | 11 |
| 7.1 | Generelt | 11 |
| 7.2 | Stabilitet av skråninger ned mot bekkeløp | 11 |
| 7.3 | Terrengtiltak | 11 |
| 7.4 | Kritiske momenter/sluttkommentar | 12 |
| 8 | Referanser | 13 |

TEGNINGER

| | |
|--------------------|--|
| 417673-RIG-TEG-000 | Oversiktskart |
| -001, rev01 | Situasjonsplan med terrengtiltak |
| -260, rev01 | Profil F-F, Aktiv udrenert skjærfasthet, c_{UA} , verdier fra SHANSEP-analyse, (BP. 34) |
| -261, rev01 | Profil G-G Aktiv udrenert skjærfasthet, c_{UA} , verdier fra SHANSEP-analyse, (BP. 31 og BP. 34) |
| -300.1, rev01 | Beregningsprofil F-F, stabilitetsberegning, dagens geometri, ADP-analyse |
| -300.2 | Beregningsprofil F-F, stabilitetsberegning, dagens geometri, a \bar{f} -analyse |
| -300.3, rev01 | Beregningsprofil F-F, stabilitetsberegning, permanenttilstanden, ADP-analyse |
| -300.4, rev01 | Beregningsprofil F-F, stabilitetsberegning, permanenttilstanden, a \bar{f} -analyse |
| -301.1, rev01 | Beregningsprofil G-G, stabilitetsberegning, dagens geometri, ADP-analyse |
| -301.2 | Beregningsprofil G-G, stabilitetsberegning, dagens geometri, a \bar{f} -analyse |
| -301.3, rev01 | Beregningsprofil G-G, stabilitetsberegning, permanenttilstanden, ADP-analyse |
| -301.4 | Beregningsprofil G-G, stabilitetsberegning, permanenttilstanden, a \bar{f} -analyse |

VEDLEGG

- A. Sikkerhetsprinsipper
- B. Materialparametre
- C. Stabilitetsberegninger
- D. Tegning nr. 413839-RIG-TEG-003 Borplan med klassifisering av grunnundersøkelser
- E. Oppsummering av ødometerforsøk
- F. Oppsummering av treaksialforsøk
- G. Tolkede parametre for c_{uC} , σ_c og OCR for utførte CPTU-sonderinger i BP. 31C, BP. 36 og BP. 41
- H. Tolkede parametre av kontinuerlige ødometerforsøk fra BP. 31, BP. 36 og BP. 41
- I. Tolkede parametre av treaksialforsøk fra BP. 31, BP. 36 og BP. 41
- J. Poretrykksmålinger BP. 31 og BP. 41
- K. Profil F-F Tolket lagdeling
- L. Profil G-G Tolket lagdeling
- M. Profil H-H Tolket lagdeling
- N. Resultater fra stabilitetsberegninger for Profil H-H

1 Innledning

Norges vassdrags- og energidirektorat, NVE, planlegger sikring av kvikkleiresone nr. 662 Trælstad og Trælstad øst i Stjørdal kommune. I den forbindelse er Multiconsult ASA engasjert til å utføre stabilitetsberegninger i skråningene ned mot Leirfallbekken og Solemsbekken.

Stabilitetsberegningene skal synliggjøre hvilke tiltak som er nødvendige for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet mot skred i henhold til NVEs veileder nr. 7/2014 [1].

Foreliggende rapport inneholder grunnlag for geotekniske beregninger og vurderinger, samt resultater fra stabilitetsberegninger. I tillegg er det gitt en vurdering av nødvendige tiltak for å oppnå tilfredsstillende stabilitet iht. NVEs retningslinjer.

Rev01: Rapporten er revidert etter kommentarer fra tredjepartskontroll utført av Norconsult AS. Det vises til kontrollnotat nr. 5140855 og tilsvar i notat nr. 417673-RIG-NOT-001. I revidert rapport er følgende medtatt:

- SHANSEP-faktorer og designlinjer for udrenert skjærfasthet c_{uA} er oppdatert
- Oppdaterte beregninger og tegninger
- Revidert tekst i vedlegg B
- Revisjon av rapporttekst
- Revisjon av omfang av stabiliserende tiltak

2 Grunnlag

Som grunnlag for stabilitetsberegninger og vurderinger gitt i denne rapporten er det benyttet data fra tidligere utførte grunnundersøkelser i området. Disse dataene fremgår fra følgende rapporter:

- Multiconsult AS (2014) rapport nr. 413839-RIG-RAP-001 [2]
- NOTEBY AS (2001) rapport nr. 300571-1 [3]
- NGI (1988) rapport nr. 82033-1 [4]

Videre er følgende dokumenter benyttet som grunnlag:

- Multiconsult AS (2014) rapport nr. 413839-RIG-RAP-002 rev02 Vurdering av områdestabilitet, datert 31.10.2014.
- Multiconsult AS (2009) notat nr. 413839 RIG 01 Foreløpig geoteknisk vurdering, datert 01.10.2009.
- Multiconsult AS (2009) notat nr. 413839 RIG 02 Risiko for kvikkleireskred, datert 15.10.2009.
- Multiconsult AS (2009) notat nr. 413839 RIG 03 Utbygging i kvikkleireområder, datert 20.10.2009.

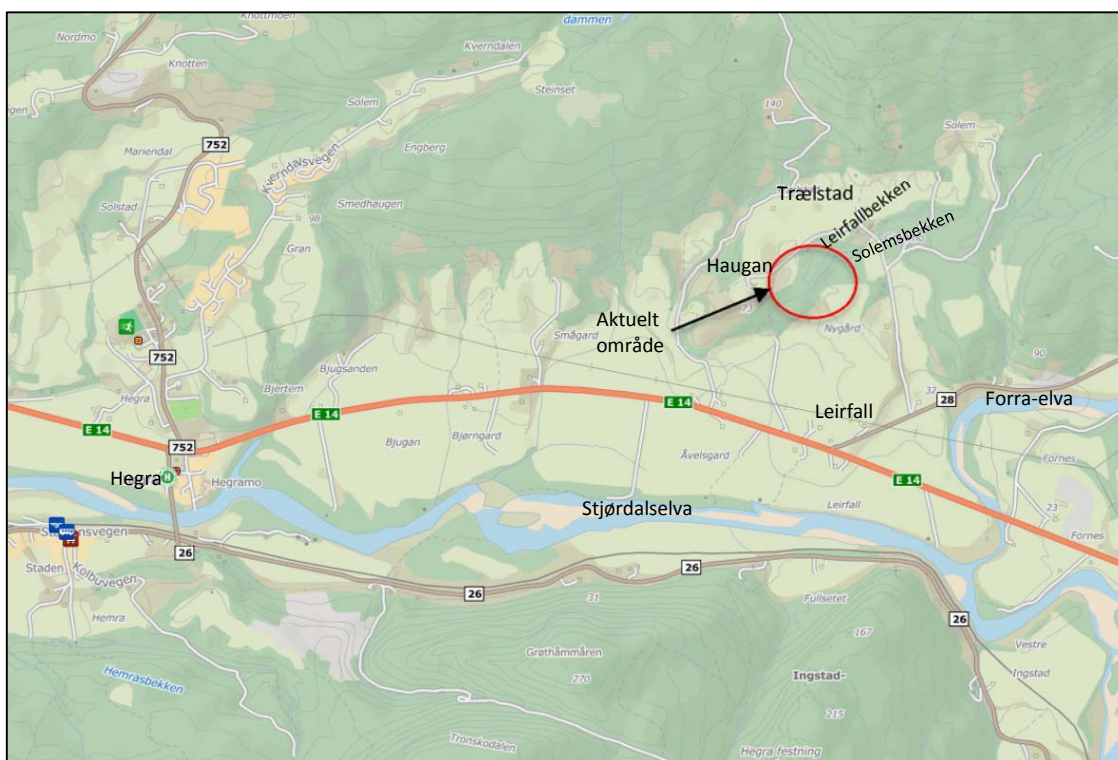
3 Topografi og grunnforhold

3.1 Topografi

Det aktuelle området ligger ved Leirfall, ca. 2,6 km øst for Hegra. Gården Trælstad ligger ca. 250 m nord for planområdet, se oversiktsbilde i figur 3-1. Generelt er området bestående av platåer i nord og i øst, og ravinert terreng i forbindelse med bekkeløp. Sørlige områder er flatere og er for det meste dyrket mark.

Området hvor det skal utføres sikringsarbeider består av to bekkeløp, Solemsbekken og Leirfallbekken. Bekkene går sammen til én bekk i sørvest. Solemsbekken ligger lengst mot sørøst. Sideskråningene i bekkeløpene er bratte med typisk skråningshelning ca. 1:1,8.

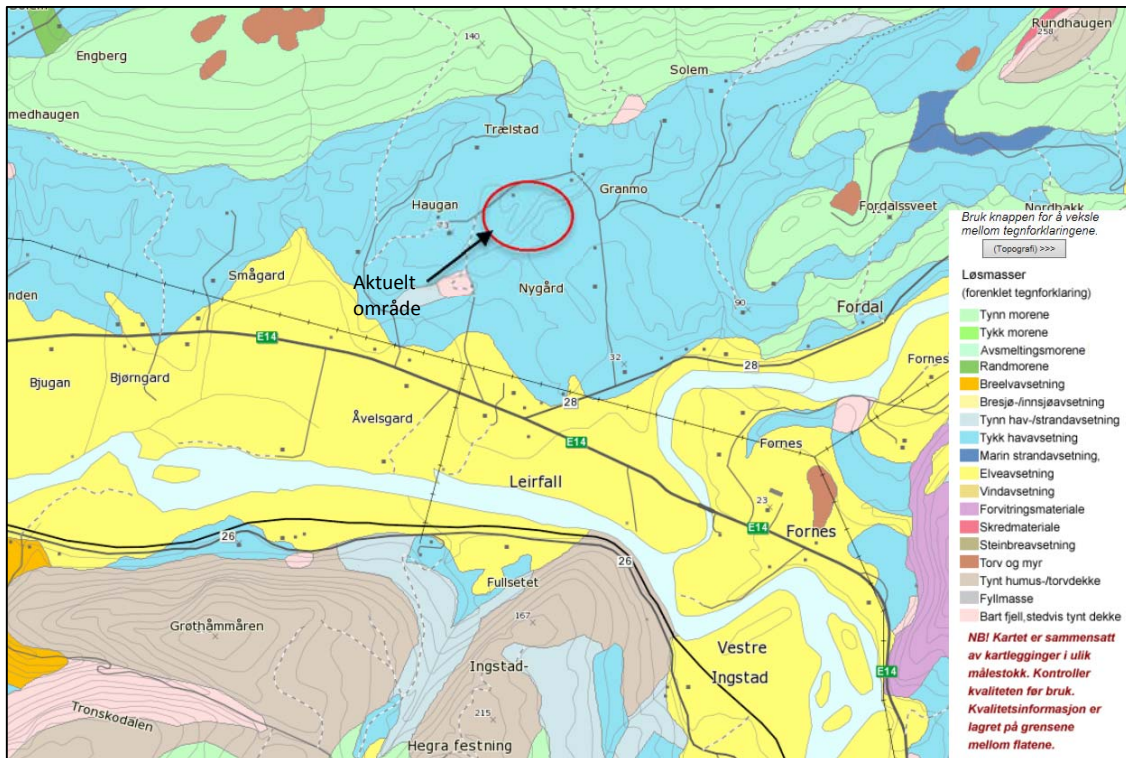
Leirfallbekken ligger i sør på ca. kote +47,0. På toppen av skråningen opp fra Leirfallbekken i vest ligger Gården Haugan. Gården ligger på kote ca. +70,0. Høydeforskjell på skråningen ned til Leirfallbekken er ca. 23 m og skråningene har en gjennomsnittlig skråningshelning ca. 1:9. I nord ligger Leirfallbekken og Solemsbekken på koter mellom ca. +51,0 og 53,0. Høydeforskjell fra terrenghøydene og ned mot bekkeløpene er ca. 12 m og skråningene ligger med gjennomsnittlig skråningshelning ca. 1:8.



Figur 3-1 Oversiktsbilde over aktuelt område (Kilde: <http://kart.finn.no/>)

3.2 Grunnforhold

Utsnitt fra løsmassekart viser at løsmassene i området i hovedsak består av marine avsetninger, se figur 3-2.



Figur 3-2 Utsnitt fra løsmassekart (Kilde: <http://geo.nqu.no/kart/losmasse/>)

Utførte grunnundersøkelser viser at løsmassene i kvikkleiresona i hovedsak består av et topplag av tørrskorpeleire på 1-5 m over leire med enkelte silt- og finsandlag. Det er registrert enkelte innskutte lag med sand og grus i leira. Videre er det registrert mektige lag med kvikkleire i store deler av kvikkleiresona. Størst mektighet med kvikkleire er registrert ved gårdene Trælstad og Trælstadhaugen, hvor sonderingsresultatene indikerer mektighet på over 40 m kvikkleire. Overgangen til kvikkleire ligger på ca. kote +50 til +60 nord i sona, og faller slakt av sørover mot gården Leirfall. I BP. 41, i søndre del av sona, er overgangen til kvikkleire på ca. kote +44.

Bekkeløp for Leirfallbekken og Solemsbekken ligger omtrent i nivå med overgangen til kvikkleire.

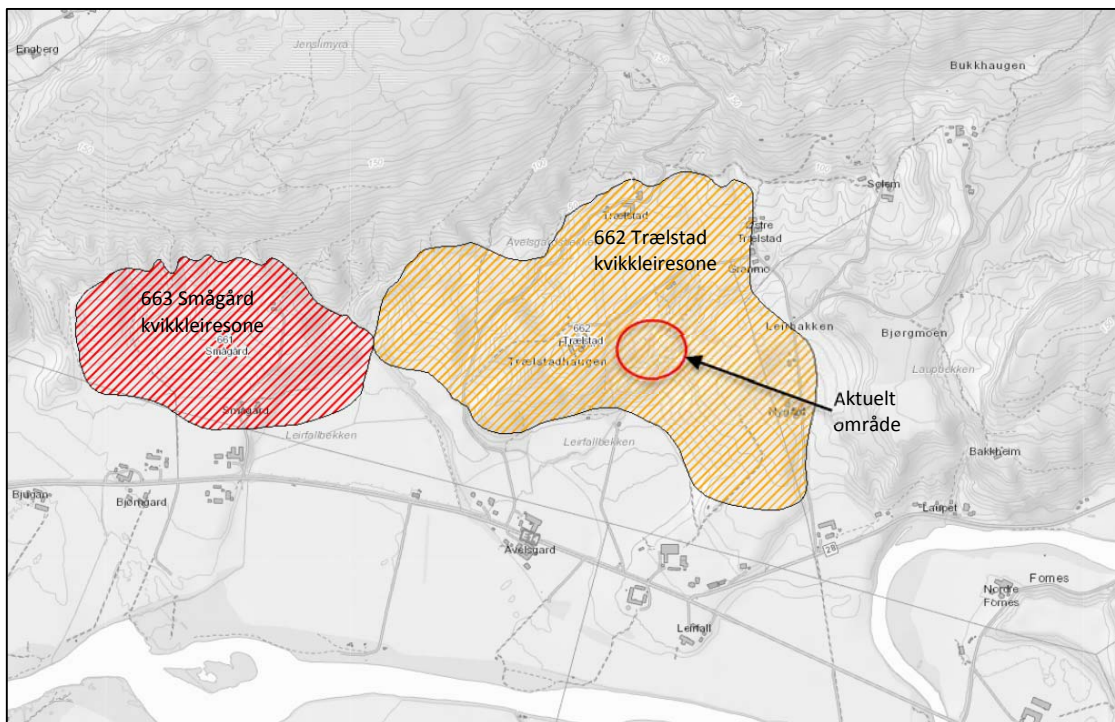
For resultater av grunnundersøkelsene vises det til rapport nr. 413839-RIG-RAP-001 Datarapport grunnundersøkelser [11].

3.3 Poretrykk- og grunnvannsforhold

Poretrykk- og grunnvannsforhold for området er vurdert i vedlegg B.

3.4 Kvikkleiresone

Utsnitt fra www.skrednett.no viser at området ligger i kvikkleiresone nr. 662 Trælstad, og er klassifisert med Middels faregrad, konsekvensklasse Alvorlig og Risikoklasse 3, se oversiktsbilde av kvikkleiresoner i figur 3-3.



Figur 3-3 Oversiktsbilde av kvikkleiresone nr. 662 Trælstad (Kilde: <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>)

I forbindelse med utredning av områdestabilitet for reguleringsplan for Bergkunstmuséet har Multiconsult utført en ny faregradsevaluering av kvikkleiresone nr. 662 Trælstad. Ved faregradsevalueringa ble det på grunnlag av utførte grunnundersøkelser utført en revisjon av eksisterende kvikkleiresone og det ble i tillegg vurdert at kvikkleiresona burde deles i to soner, kvikkleiresone nr. 662 Trælstad og kvikkleiresone Trælstad øst. Videre ble det vurdert skredtype og maksimal utbredelse av et eventuelt skred fra sona. Ny faregradsvurdering for kvikkleiresonene er gjengitt i tabell 3-1. For detaljerte vurderinger knyttet til faregradsevalueringa, vises det til rapport nr. 413839-RIG-RAP-002 rev02 Vurdering områdestabilitet [19].

Tabell 3-1 Faregrads-, konsekvens- og risikoklasseevaluering av kvikkleiresonen

| Sone | | Tidligere vurdering (NGI 2004) | Vurdering (2014) | |
|--------------|-----------------|--------------------------------|------------------|-----------------|
| | | | Før utbygging | Etter utbygging |
| Trælstad | Faregrad | Middels | Middels | Lav |
| | Skadekonsekvens | Alvorlig | Meget alvorlig | Meget alvorlig |
| | Risikoklasse | 3 | 4 | 3 |
| Trælstad øst | Faregrad | | Middels | Lav |
| | Skadekonsekvens | | Meget alvorlig | Meget alvorlig |
| | Risikoklasse | | 4 | 3 |

4 Sikkerhetsprinsipper

Prosjektet er vurdert iht. NVEs retningslinjer nr. 2/2011 rev 22. mai 2014 [5], NVEs veileder nr. 7/2014 [6], Eurocode 0 [7] og Eurocode 7 [8] til:

- Geoteknisk kategori **3**
- Pålitelighetsklasse (CC/RC) **3**
- Kontrollklasse «**Utvidet**» for prosjektering og utførelse
- Tiltakskategori **K4** iht. NVEs Veileder nr. 7/2014
- Krav om **forbedring** iht. figur 5.1 i NVEs Veileder nr. 7/2014

Nærmere begrunnelse for klassifisering av prosjektet er gitt i Vedlegg A.

5 Materialparametere

Grunnlag for og valg av materialparametre, samt tolking av materialparametere er vist i Vedlegg B.

6 Stabilitetsberegninger

6.1 Generelt

Det er utført stabilitetsanalyser på to profiler. De to profilene er valgt basert på topografi og tolkning av grunnforhold, og vurdert som de mest kritiske i området. Plassering av profilene er vist på tegning nr. 417673-RIG-TEG-001, rev01.

Det er utført stabilitetsberegninger for dagens geometri og for planlagt tiltak med heving av bekkeløp. Stabilitetsberegningene er utført ved totalspenningsanalyse (ADP-analyse) og drenert effektivspenningsanalyse (aφ-analyse). Der beregningsmessig sikkerhet er for lav er det vist tiltak som tilfredsstillende kravene til forbedring iht NVEs retningslinjer 7/2014.

6.2 Stabilitetsberegninger

Beskrivelse av stabilitetsberegningene og tilhørende resultater er vist i vedlegg C. Resultater fra stabilitetsberegningene er vist på tegning nr. 417673-RIG-TEG-300.1, rev01 t.o.m. -301.4, og en sammenstilling av beregningsmessig oppnådd forbedring av sikkerheten for stabiliserende tiltak er vist i tabell 6-1.

Tabell 6-1 Sammenstilling av beregningsmessig oppnådd forbedring av sikkerheten for stabiliserende tiltak.

| Profil | Analyse | Eksisterende terreng uten tiltak [γ_M] | Krav til forbedring [%] | Situasjon med tiltak [γ_M] | Oppnådd forbedring med tiltak [%] |
|--------|---------|---|-------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| F-F | ADP | 0,97 | 10,0 | 1,11 | 11,0 |
| | | 1,27 | 3,4 | 1,38 | 8,7 |
| | aφ | 1,08 | 8,0 | 1,23 | 13,9 |
| | | 1,16 | 6,0 | 1,72 | 48,2 |
| | 1,35 | 1,4 | 1,79 | 32,6 | |
| G-G | ADP | 1,26 | 3,7 | 1,49 | 18,3 |
| | aφ | 1,20 | 5,0 | 1,28 | 6,6 |
| | | 1,30 | 2,5 | 1,65 | 26,9 |

7 Geoteknisk vurdering

7.1 Generelt

Kritiske forhold i forbindelse med sikring av kvikkleiresone nr. 662 Trælstad og Trælstad øst vil være relatert til områdestabilitet og lokalstabilitet i forbindelse med arbeid med sikringstiltak. Stabiliteten må ikke forverres i noen fase av arbeidene. Dette vil sette krav til rekkefølge av anleggsarbeidene og utførelsen av arbeidene.

7.2 Stabilitet av skråninger ned mot bekkeløp

Beregninger viser at stabiliteten av bratte skråninger ned mot Leirfallbekken og Solemsbekken for lav.

For å oppnå tilfredsstillende sikkerhet mot utglidning er det generelt foreslått å heve bekkeløpene med inntil 2,5 m. Videre må bekkeløpene erosjonssikres for å hindre initialskred som kan utløse bakovergripende skred.

I området ved profil F-F ned mot Solemsbekken tilrås det heving av bekkeløpet med ca. 2,5 m og plastring av sideterrenget opp til ca. kote + 53,5. I områder nær profil G-G ned mot Leirfallbekken tilrås heving av bekkeløpet med ca. 1,5 m og plastring av sideterrenget opp til ca. kote + 50,0. Ved tidligere utført beregning for profil H-H er det foreslått å heve bekkeløpet med ca. 2 m og i tillegg plastre sideterrenget opp mot skråningene opp til ca. kote + 50,0. Omfang av erosjonssikring og heving av bekkeløp er skissert på tegning nr. 417673-RIG-TEG-001, rev01.

Pga løsmassens sammensetning og høy grunnvannstand i bunnen av skråningene er det fare for dårlig overflatestabilitet i bekkeløpene. En eventuell overflateutglidning i skråningene vurderes å ha begrenset utstrekning, men det bør vurderes tiltak for å forhindre overflateutglidning i skråninger. Gravearbeider i bunnen av skråningene bør utføres slik at stabiliteten under anleggsperioden ikke forverres.

7.3 Terrengtiltak

I tabell 7.1 er det gitt et overslag volum for terrengtiltak.

Tabell 7-1 Estimert volum for terrengtiltak

| Terrengtiltak | Stipulert volum [m ³] | Kommentar |
|--|-----------------------------------|---|
| Plastring og heving av bekkeløp ved Solemsbekken og Leirfallbekken | 27 000 | Heving og erosjonssikring av bekkeløp for å bedre stabiliteten samt hindre initialskred forårsaket av erosjon. Volum er vurdert ut ifra gjennomsnittlig heving og plastring av bekkeløp med 2 m. |

For en mer detaljert beskrivelse av nødvendig tiltak tilrås det at det utføres profilering oppover i bekkene for detaljprosjektering.

7.4 Kritiske momenter/sluttkommentar

I områder med kvikkleire med liten overdekning kan selv mindre utglidninger og initialras ett eller annet sted i avsetninga utløse et større skred. Dette faremomentet må ha høy fokus fra entreprenørens side under anleggsarbeidene.

De største risikomomentene knyttet til utførelsen av arbeidene er:

- Unøyaktig grave- og fyllingsarbeid
- Utilsiktet mellomlagring av masser
- Destabiliserende poretryksoppbygning i grunnen
- Stabilitet i anleggsfasen

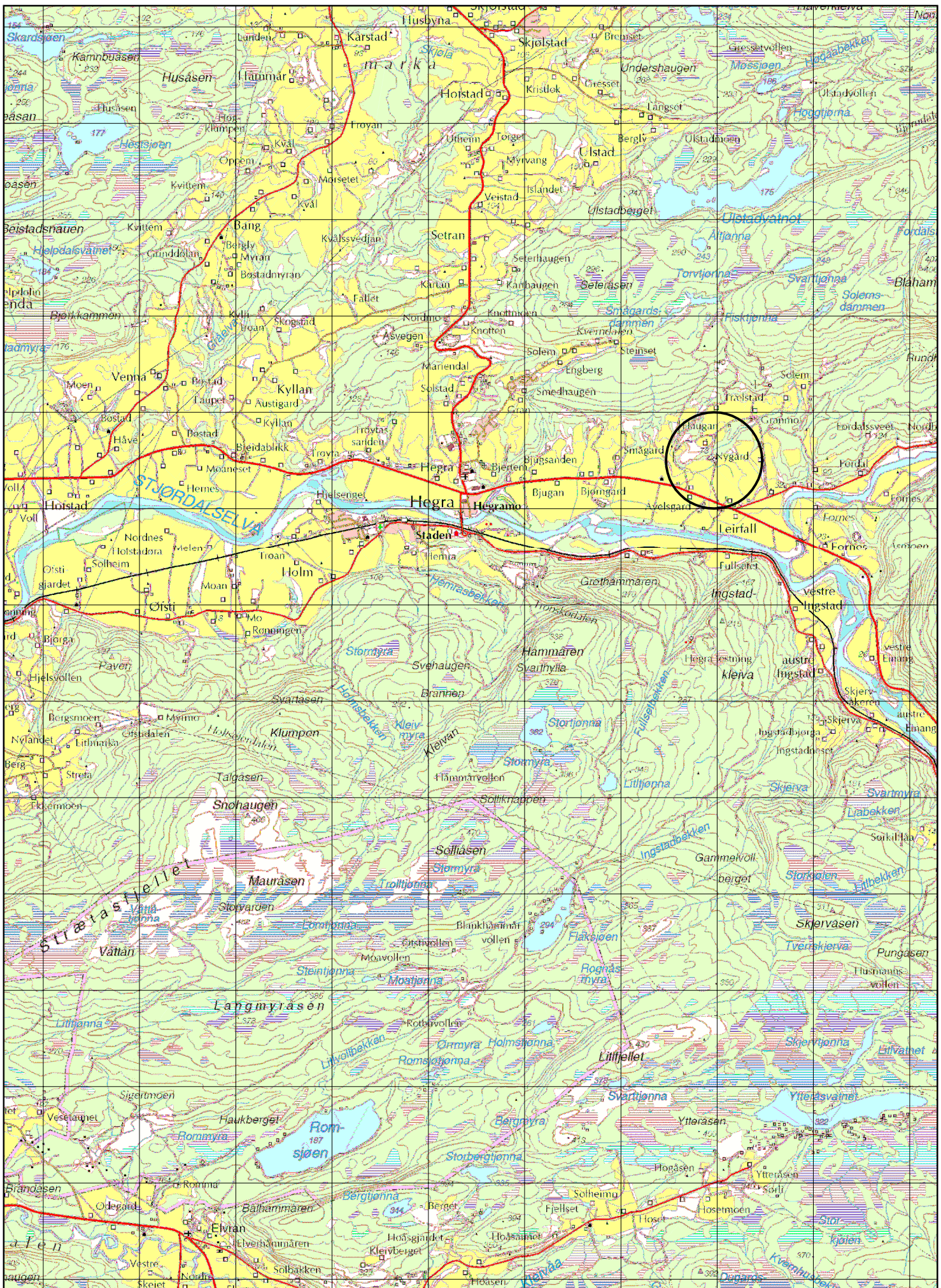
Det må utføres detaljprosjektering av terrengtiltakene og utarbeides kontrollplan for arbeidene. Grave- og terrengarbeid i områder med kvikkleire skal utføres på en slik måte at stabilitetsforholdene i anleggsperioden ikke forverres. Alle stabilitetskritiske grunnarbeider må følges opp nøye med jevnlig kontroll og registreringer for å påse at forutsetninger i prosjekteringen blir fulgt.

Foreliggende rapport må kvalitetssikres av uavhengig foretak.

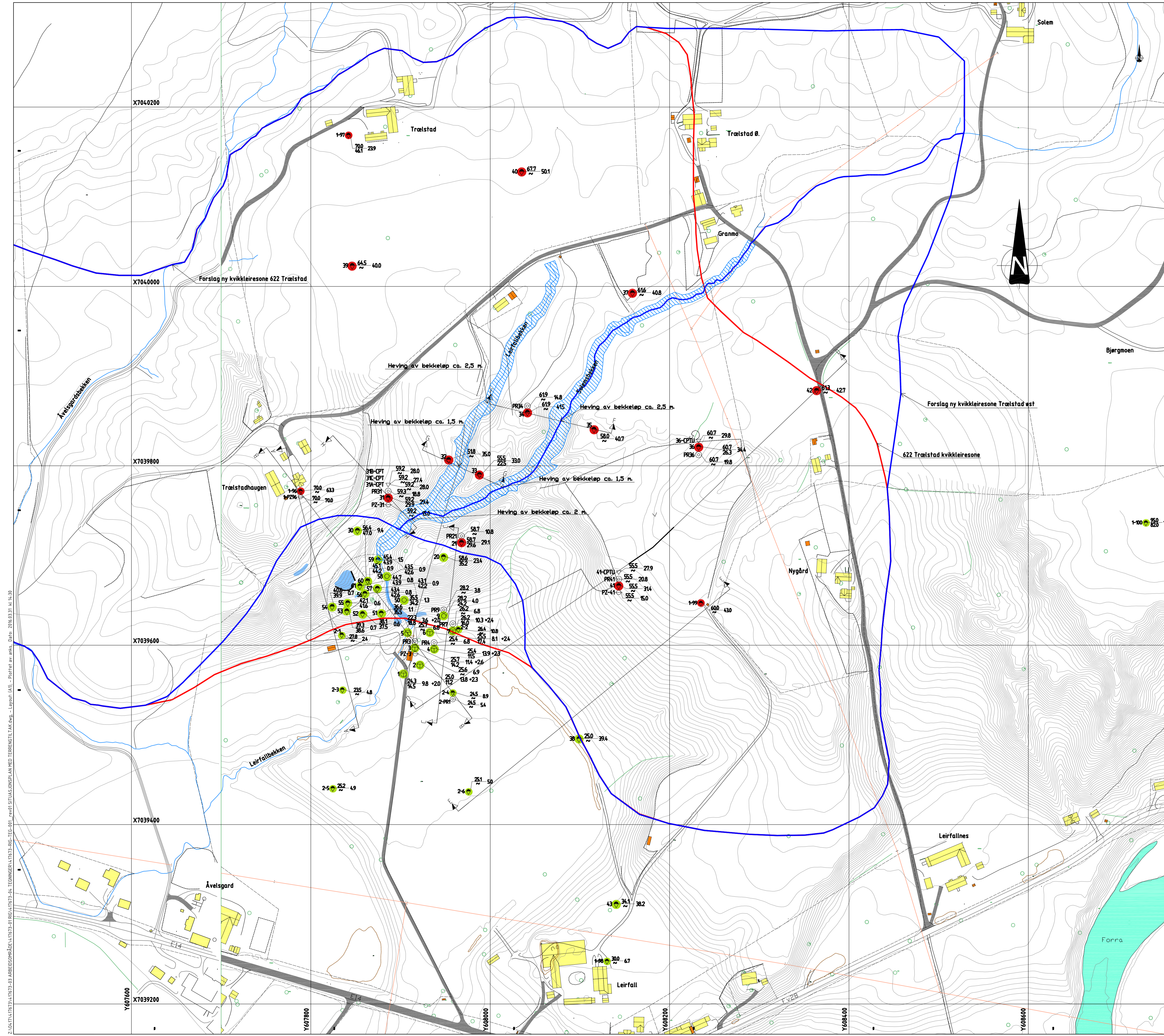
8 Referanser

- [1] Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), *Flaum- og skredfare i arealplanar*. Retningslinjer nr. 2-2011, rev 22. mai 2014.
- [2] NOTEBY AS (2001), rapport nr. 300751-1, *Helleristningsmuseum, Lerfald, Hegra*.
- [3] Norges Geotekniske Institutt (NGI) (1988) rapport nr. 82033-1. *Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred*, Rapporten omfatter kartbladet Stjørdal.
- [4] Norges Geotekniske Institutt (NGI) (2008) rapport nr. 20001008-2, rev. 3, *Program for økt sikkerhet mot leirskred. Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire*.
- [5] Multiconsult AS (2009), notat nr. 413839 RIG 01, *Foreløpig geoteknisk vurdering*.
- [6] Multiconsult AS (2009), notat nr. 413839 RIG 02, *Risiko for kvikkleireskred*.
- [7] Multiconsult AS (2009), notat nr. 413839 RIG 03, *Utbygging i kvikkleiresoner*.
- [8] Statens vegvesen (2014), Håndbok V220, *Geoteknikk i vegbygging*.
- [9] Norges Geologiske undersøkelse (NGU) (2012), rapport nr. 2012.040. *Utstrekning og utløpsdistanse for kvikkleireskred basert på katalog over skredhendelser i Norge*.
- [10] Naturfare, infrastruktur, flom og skred, NIFS (2014), *En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer*. NIFS-rapport nr. 14/2014. Naturfareprosjektet Dp. 6 Kvikkleire
- [11] Multiconsult AS (2014), rapport nr. 413839-RIG-RAP-001. *Bergkunstmuséet Hegra. Datarapport grunnundersøkelser*.
- [12] Karlsrud, K. (2003). *Tolkning og fastlegging av jordparametere. Karakteristisk jordprofil*. NGF-kurs. Stabilitetsanalyser av skråninger, skjæringer og fyllinger, innlegg 4.1. 20-22. mai 2003, Hell.
- [13] Lunne, T., Berre, T. & Strandvik, S. (1996) *Sample disturbance effects in soft low plastic Norwegian clay*, Canadian Geotechnical Journal Volume 43, page 726–750. Også publisert i NGI publikasjon nr. 204.
- [14] Karlsrud, K. et al. (2005). *CPTU correlations for clays*. Proceedings, ICSMGE, Osaka s 693 -702.
- [15] Karlsrud K. Lunne T. & Brattlien K. (1996) *Improved CPTU correlations based on block samples*. Proceedings, NGM 1996, Reykjavik
- [16] Standard Norge (2002). *Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner*. NS-EN 1990-1:2002 + NA:2008
- [17] Standard Norge (2004). *Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler*. NS-EN 1997-1:2004 + NA:2008
- [18] Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), Veileder nr. 7-2014 «Sikkerhet mot kvikkleireskred», vedlegg nr. 1 til retningslinjer nr. 2-2011 rev 22.mai 2014, april 2014.
- [19] Multiconsult AS (2014), rapport nr. 413893-RIG-RAP-002 rev02 *Bergkunstmuséet Hegra. Vurdering av områdestabilitet*.

Z:\04174\17673\4\17673-01 RIG-4\17673-04 TEGNINGER\4\17673-RIG-TEG-000 OVERSIKTSKART.dwg, - Layout: (RIG-TEG-000); - Dato: 2015.11.17 kl 9:32



| | | | | | | |
|--|--|--|------------------------|----------------------------|-----------------|-----------------------|
| Multiconsult www.multiconsult.no | Sikring av kvikkleiresone Trælstad Oversiktstegning | | Status | Fag | Original format | Dato |
| | | | Konstr./Tegnet anks | Kontrollert ros | Godkjent arv | Målestokk 1:50 000 |
| | | | Oppdragsnr. 417673 | Tegningsnr. RIG-TEG-000 | | Rev. 00 |



FORKLARING:

TEGNFORKLARING:

- DREIESONDERING
- ⊙ PRØVESERIE
- ⊕ PORETRYKTMÅLING
- ENKEL SONDERING
- PRØVEGROP
- ⊗ KJERNEBORING
- ▼ RAMSONDERING
- ⊕ DREIETRYKSONDERING
- ⊗ FJELLKONTROLLBORING
- ▽ TRYKSONDERING
- ⊗ SKRULATEFORSØK
- ⊕ BERG I DAGEN
- ⊕ TOTALSONDERING
- + VINGEBORING
- + VINGEBORING

KARTGRUNNLAG: Digitalt kart UTM Zone 32V N 2000
 KOORDINATSYSTEM: UTM
 HØYDEREFERANSE: GPS GLONASS CPDS
 UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMT: 22093, 22555, 22673, 25194
 BORBOK NR: LAB.BOK NR:

EXEMPEL: TERRENGKOTE/SJØBNUNNOKOTE
 BP 1: 430 - 282 - 14,8 +2,4 - BØRET DYBDE + BØRET I BERG
 ANTATT BERGKOTE

- ⬭ Avgrensning 662 Trælstad kvikkleiresone
- ⬭ Bart fjell
- ⬭ Forslag ny avgrensning 662 Trælstad kvikkleiresone
- ⬭ Forslag ny kvikkleiresone Trælstad øst

HENVISNINGER:

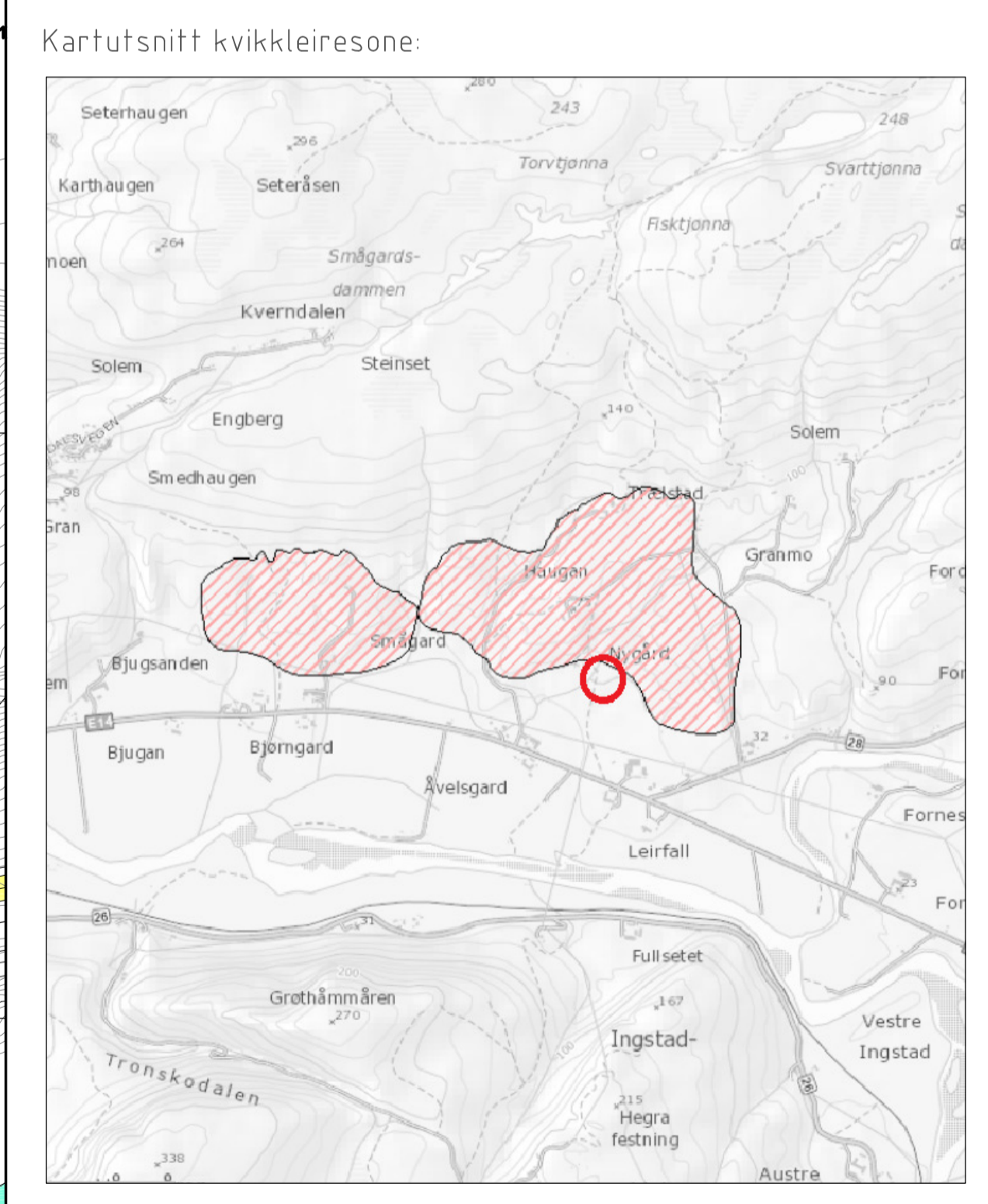
TIDLIGERE BORINGER:
 Tidligere boringer er opplyst fra scannet kopi og kan ha noe avvik.
 Tidligere boringer er angitt med indekser foran boringsnr.

1-X BORINGER FRA NG RAPPORT NR. 82033-1 TRÆLSTAD (1987)
 2-X BORINGER FRA NOTEBY RAPPORT NR. 30571-1 (2001)

- KLASSIFISERING AV BORPUNKT:**
- PÅVIST KVIKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
 - MULIG KVIKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
 - IKKE PÅVIST KVIKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE

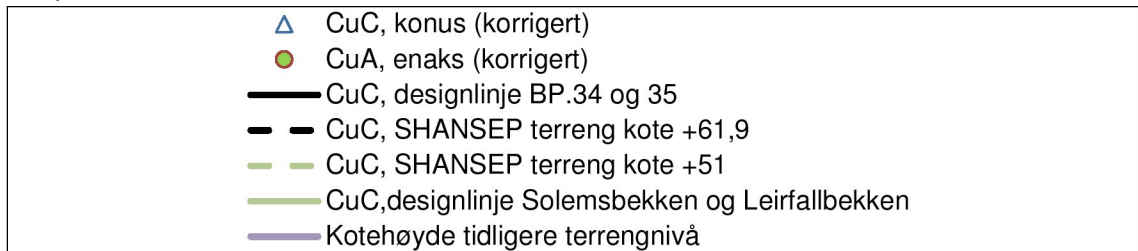
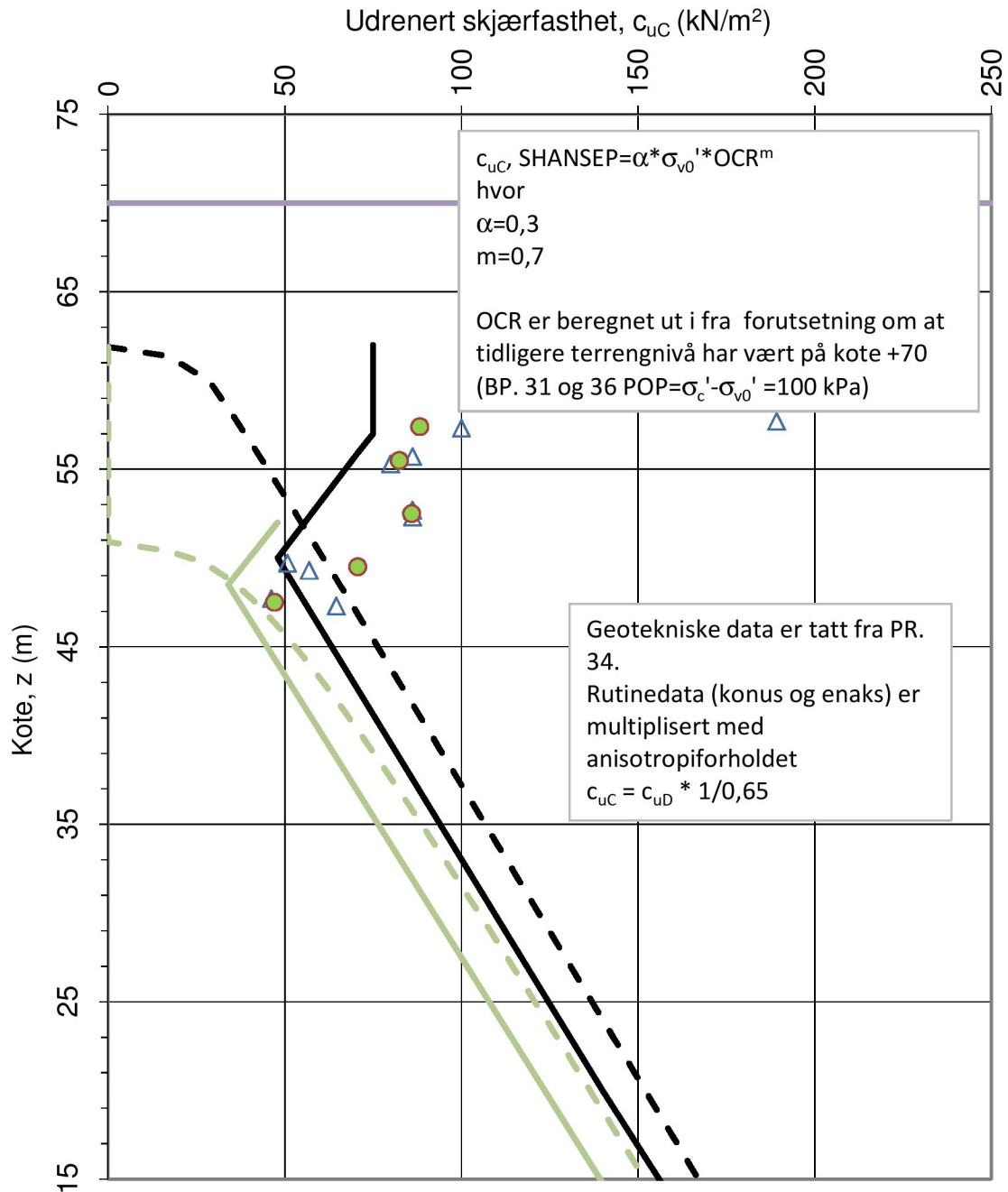
TERRENGTILTAK:

- ▨ PLASTRING OG HEVING/EROSJONSSKRING AV BEKKELOP



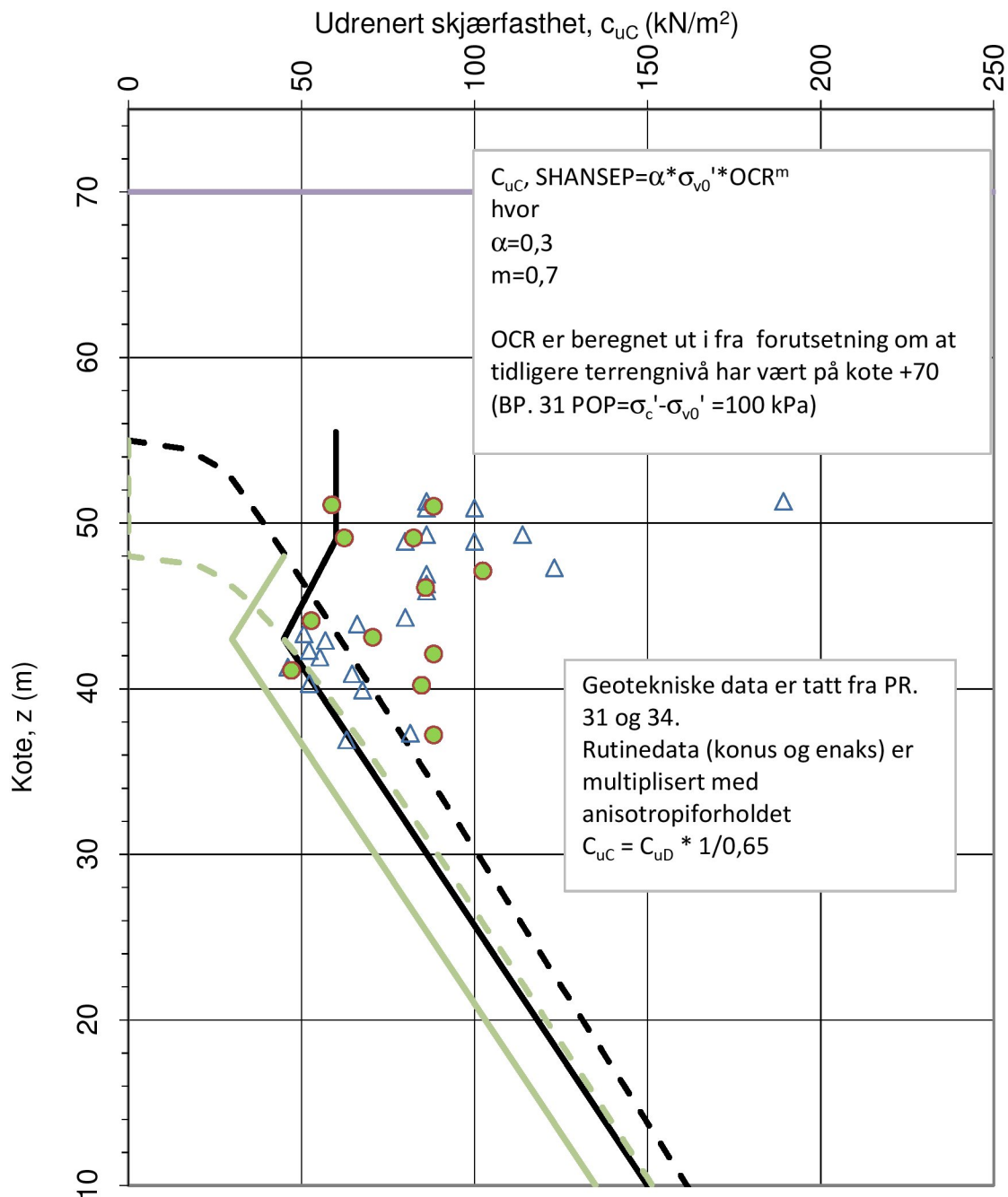
| | | | | |
|--|---------------|-------------------------|----------|------|
| 01 Revisjon etter kommentarer fra tredjeparts kontroll | 31.03.16 | ank | ros | han |
| Rev. Beskrivelse | Date | Tegn. | Kontr. | Code |
| NVE | | Geoteknikk A1 | | |
| Sikring av kvikkleiresone Trælstad | | Dato 31.03.2016 | | |
| Situasjonsplan | | Format/Målestokk 1:2000 | | |
| Terrengtittak | | | | |
| Status | Konst./Tegnet | Kontrollert | Godkjent | han |
| Oppdragsnr. | Tegningsnr. | ros/anks | han | han |
| Multiconsult | | RIG-TEG-001 | | 01 |
| www.multiconsult.no | | 417673 | | |

Z:\Dokument\15727-02\ARBEDSOMRÅDER\15727-02\RELEVANTE AL. TERRENGTILTAK.dwg - Layout (A1) - Plotet av: anks, Dato: 2016.03.31 kl. 15:20



Valgte SHANSEP-faktorer
 α valgt: 0,3
 m valgt: 0,7

| | | | | |
|---|---|--|---------------------|------------------|
| Oppdragsgiver: NVE | Oppdrag: Sikring av kvikkleiresone Trælstad | Tegningens filnavn: SHANSEP PR F-F.xlsx | | |
| PROFIL F-F Aktiv udrenert skjærfasthet C_{uC} , verdier fra SHANSEP-analyse. | | Multiconsult | | |
| MULTICONSULT ASA | Dato: 29.03.2016 | Tegnet: anks | Kontrollert: ros | Godkjent: han |
| | Oppdrag nr.: 417673 | Tegning nr.: RIG-TEG-260 | Versjon: | Revisjon: 1 |



Valgte SHANSEP-faktorer
 α valgt: 0,3
 m valgt: 0,7

| | | | | |
|---|---|---------------------|--------------|-----------|
| Oppdragsgiver: | Oppdrag: | Tegningens filnavn: | | |
| NVE | Sikring av kvikkleiresone Trælstad | SHANSEP PR G-G.xlsx | | |
| PROFIL G-G | | Multiconsult | | |
| Aktiv udrenert skjærfasthet C_{uC} , verdier fra SHANSEP-analyse. | | | | |
| MULTICONSULT AS | Dato: | Tegnet: | Kontrollert: | Godkjent: |
| | 29.03.2016 | anks | ros | han |
| | Oppdrag nr.: | Tegning nr.: | Versjon: | Revisjon: |
| | 417673 | RIG-TEG-261 | | 1 |

Z:\04\17\4\17673\03\ARBEIDSRÅDE\4\17673-01\REV\4\17673-04\TEGNINGEN\4\17673-RIG-TEG-300-1_rev01\Profil F-F Stabilitetsberegning dagens geometri ADP.dwg - Layout: (A2) - Plottet av: anks, Dato: 2016.03.31 kl. 12:14

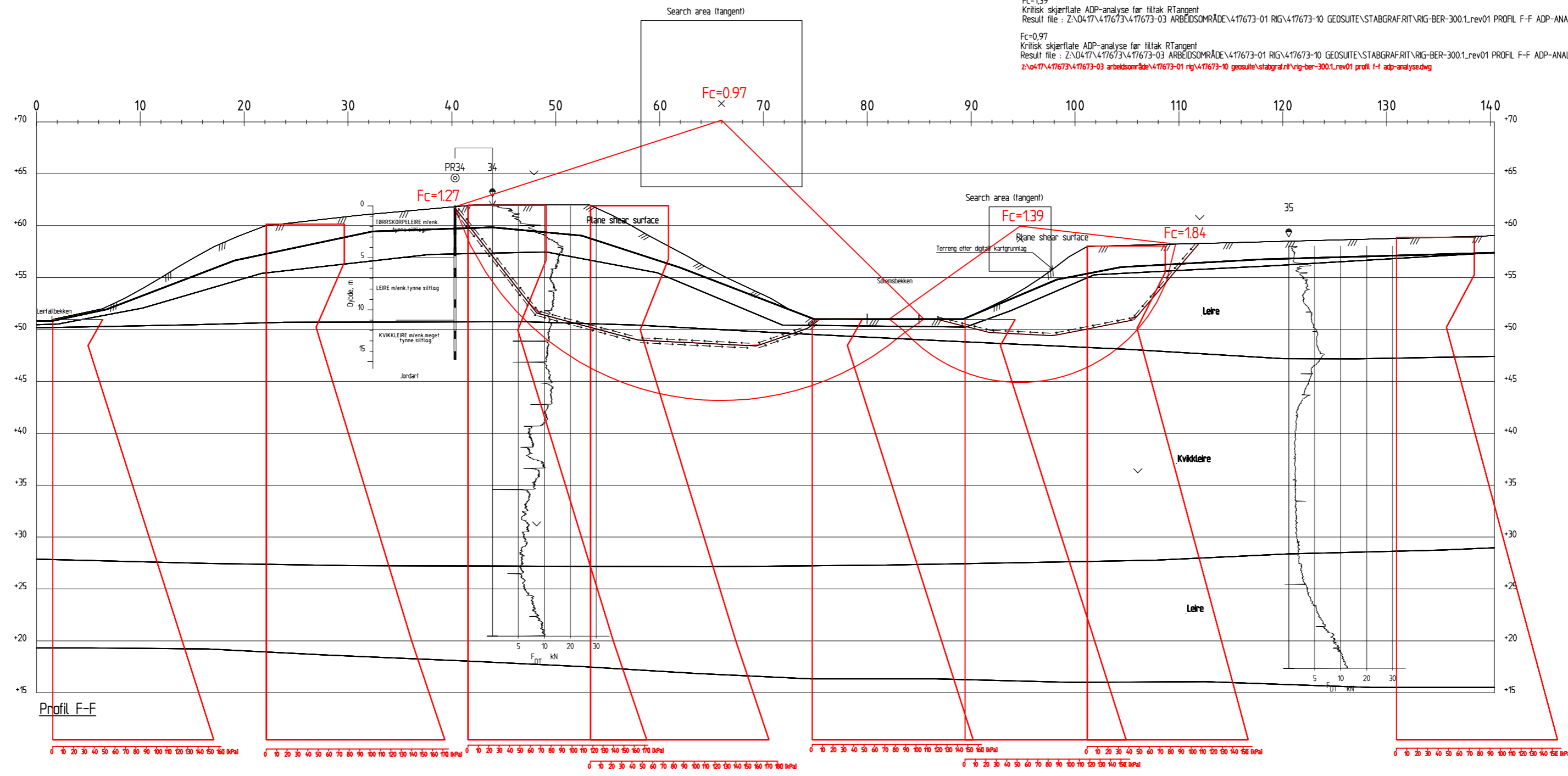
| Material | Un | Weght | Sub.Weght | F | C | C | Aa | Ad | Ap |
|----------------|-------|-------|-----------|-----|--------|------|------|------|----|
| Tarrskorpelene | 9.00 | 9.00 | 30.0 | 0.0 | | | | | |
| Leire | 20.00 | 10.00 | | | C-prof | 100 | 0.65 | 0.37 | |
| Kvikkleire | 20.00 | 10.00 | | | C-prof | 0.85 | 0.63 | 0.35 | |
| Leire | 20.00 | 10.00 | | | C-prof | 100 | 0.65 | 0.37 | |

Fc=127
 Kritisk skjærflate ADP-analyse for: Httak Plane
 Result file: Z:\04\17\4\17673\03\ARBEIDSRÅDE\4\17673-01\REV\4\17673-10\GEOSUITE\STABGRAFRIT\RIG-BER-300.L\rev01\PROFIL F-F ADP-ANALYSER3

Fc=184
 Kritisk skjærflate ADP-analyse for: Httak Plane
 Result file: Z:\04\17\4\17673\03\ARBEIDSRÅDE\4\17673-01\REV\4\17673-10\GEOSUITE\STABGRAFRIT\RIG-BER-300.L\rev01\PROFIL F-F ADP-ANALYSER2

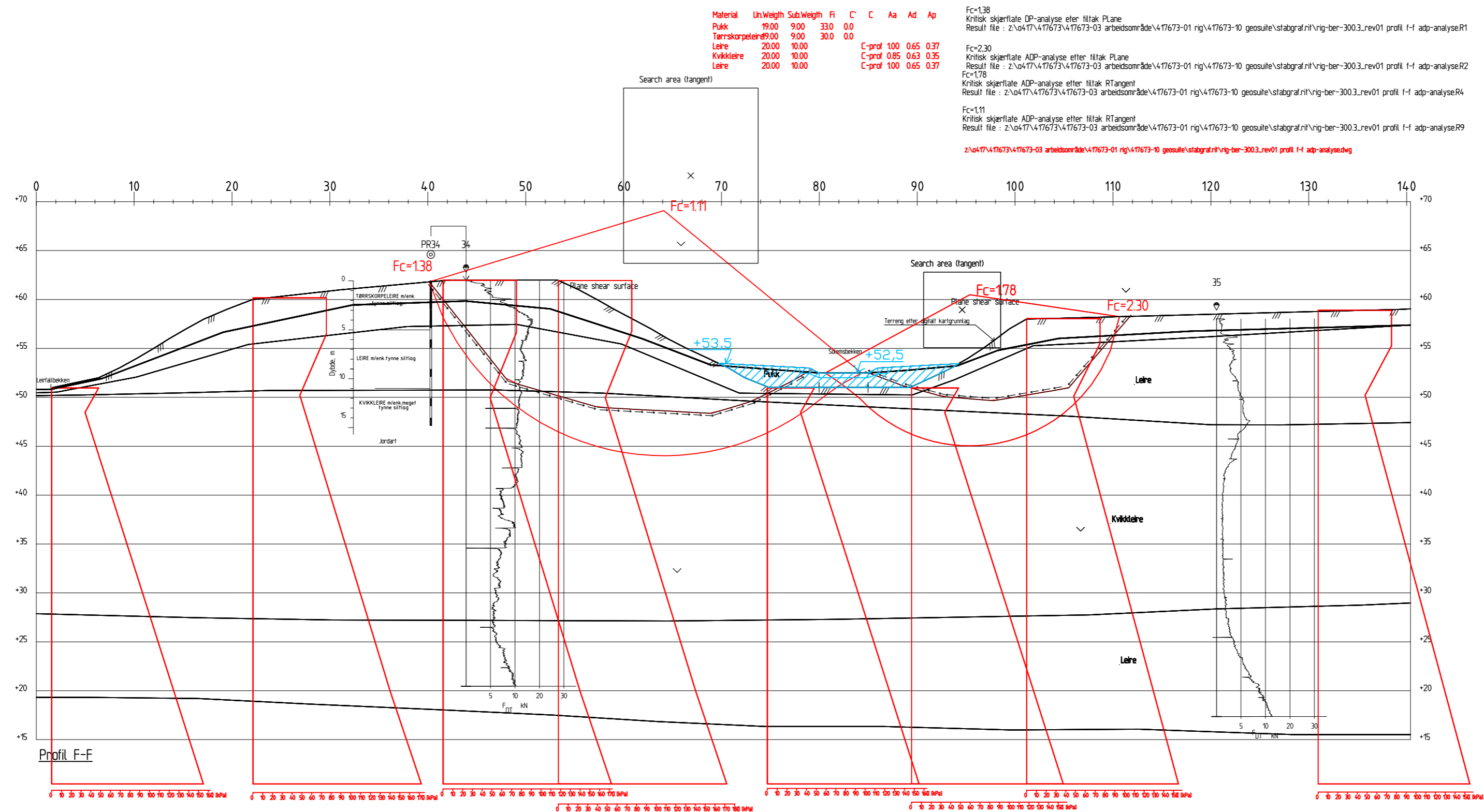
Fc=139
 Kritisk skjærflate ADP-analyse for: Httak RTangent
 Result file: Z:\04\17\4\17673\03\ARBEIDSRÅDE\4\17673-01\REV\4\17673-10\GEOSUITE\STABGRAFRIT\RIG-BER-300.L\rev01\PROFIL F-F ADP-ANALYSER1

Fc=0.97
 Kritisk skjærflate ADP-analyse for: Httak RTangent
 Result file: Z:\04\17\4\17673\03\ARBEIDSRÅDE\4\17673-01\REV\4\17673-10\GEOSUITE\STABGRAFRIT\RIG-BER-300.L\rev01\PROFIL F-F ADP-ANALYSER7
 z:\04\17\4\17673\03\arbeidsraade\4\17673-01\rev\4\17673-10\geosuite\stabgrafrit\rig-ber-300.l\rev01\profil f-f adp-analyse.dwg



| | | | | | |
|---------------------------------------|--|----------------|-------------------|------------|--------|
| 01 | Revisjon etter kommentarer fra tredjepartskontroll | 29.03.16 | anks | ros | han |
| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
| NVE | | | Fag | Format | |
| Sikring av kvikkleiresone Trælstad | | | Geoteknikk | A2 | |
| | | | Dato | 29.03.2016 | |
| Profil F-F | | | Format/Målestokk: | 1:400 | |
| Stabilitetsberegning, dagens geometri | | | - | | |
| Udrenert analyse, ADP-beregning | | | | | |
| Status | | Konstr./Tegnet | Kontrollert | Godkjent | |
| Oppdragsnr. 416763 | | anks | ros | han | |
| Tegningsnr. RIG-TEG-300.1 | | | | Rev. 01 | |
| | | | | | |
| www.multiconsult.no | | | | | |

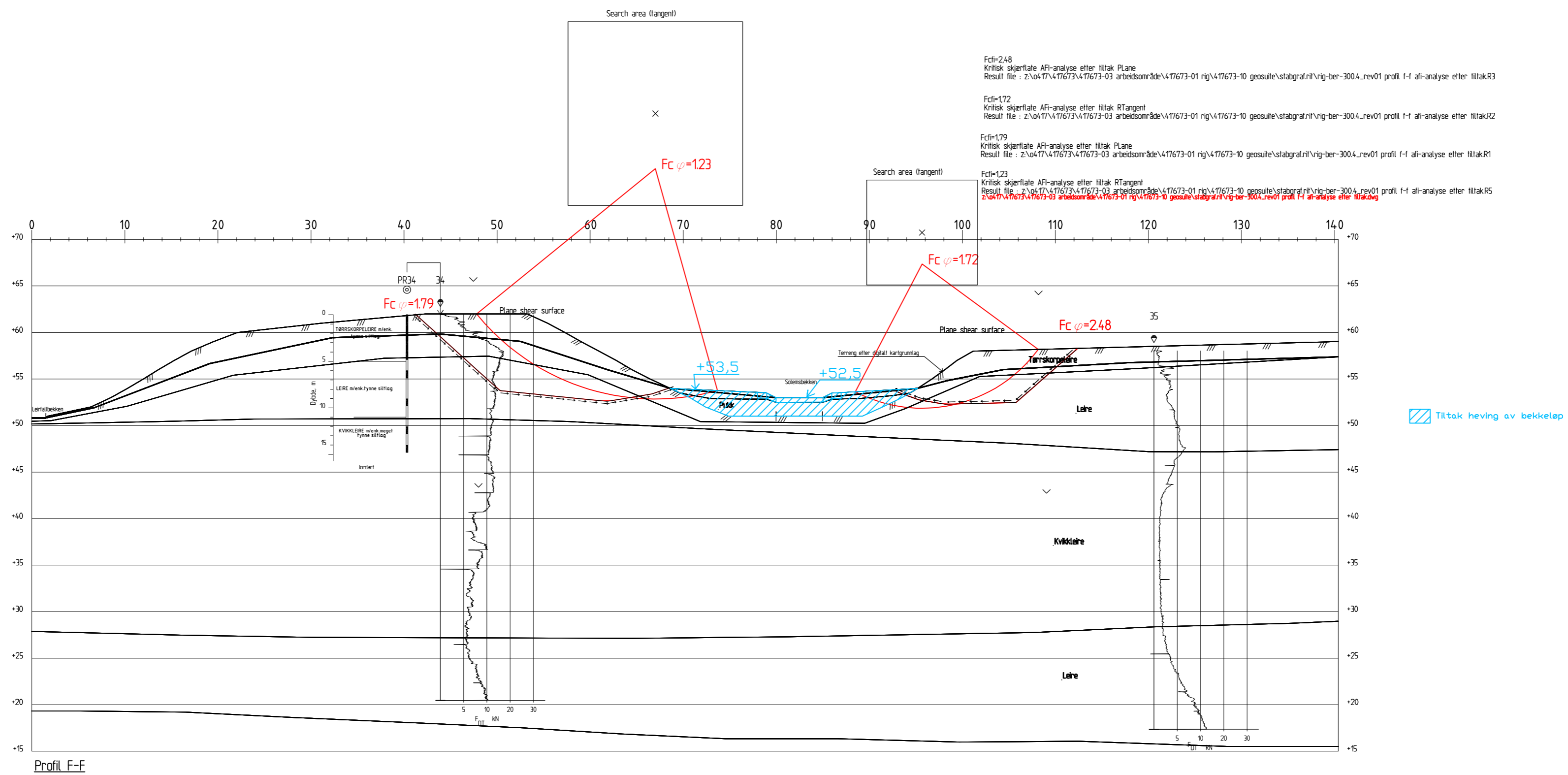
Z:\0417\417673\417673-03 ARBEIDSRÅDE\417673-01 RIG\417673-04 TEGNINGER\417673-RIG-TEG-300.3_rev01 Profil F-F Stabilitetsberegning etter tiltak ADP.dwg, - Layout: (A2), - Plottet av anks, Dato: 2016.03.31 kl. 12:26



Tiltak heving av bekkelap

| | | | | | |
|------------------------------------|--|----------|-------------------|---------------|----------|
| 01 | Revisjon etter kommentarer fra tredjepartskontroll | 29.03.16 | anks | ros | han |
| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
| NVE | | | Fag | Format | |
| Sikring av kvikkleiresone Trælstad | | | Geoteknikk | A2 | |
| | | | Dato | 29.03.2016 | |
| Profil F-F | | | Format/Målestokk: | 1:400 | |
| Stabilitetsberegning, etter tiltak | | | - | | |
| Udrenert analyse, ADP-beregning | | | | | |
| Multiconsult | | Status | Konstr./Tegnet | Kontrollert | Godkjent |
| www.multiconsult.no | | anks | ros | han | |
| Oppdragsnr. | Tegningsnr. | 417673 | | RIG-TEG-300.3 | |
| | | | | | Rev. 01 |

Z:\0417\417673\417673-03 ARBEIDSRÅDE\417673-01 RIG\417673-04 TEGNINGER\417673-RIG-TEG-300.4_rev01 Profil F-F Stabilitetsberegning etter tiltak AFI.dwg - Layout: (A2) - Plottet av: anks, Dato: 2016.03.31 kl. 12:27



Fc=2.48
Kritisk skjærfate AFI-analyse etter tiltak Plane
Result file : Z:\0417\417673\417673-03 arbeidsområde\417673-01 rig\417673-10 geosulte\stabgraf\ri\rig-ber-300.4_rev01 profil f-f afi-analyse etter tiltakR3

Fc=1.72
Kritisk skjærfate AFI-analyse etter tiltak RTangent
Result file : Z:\0417\417673\417673-03 arbeidsområde\417673-01 rig\417673-10 geosulte\stabgraf\ri\rig-ber-300.4_rev01 profil f-f afi-analyse etter tiltakR2

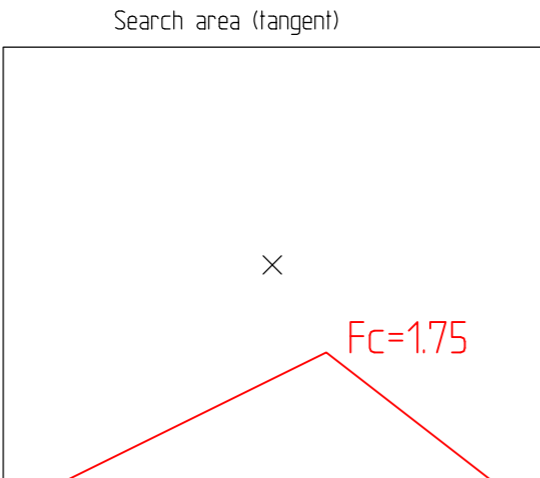
Fc=1.79
Kritisk skjærfate AFI-analyse etter tiltak Plane
Result file : Z:\0417\417673\417673-03 arbeidsområde\417673-01 rig\417673-10 geosulte\stabgraf\ri\rig-ber-300.4_rev01 profil f-f afi-analyse etter tiltakR1

Fc=1.23
Kritisk skjærfate AFI-analyse etter tiltak RTangent
Result file : Z:\0417\417673\417673-03 arbeidsområde\417673-01 rig\417673-10 geosulte\stabgraf\ri\rig-ber-300.4_rev01 profil f-f afi-analyse etter tiltakRS
Z:\0417\417673\417673-03 arbeidsområde\417673-01 rig\417673-10 geosulte\stabgraf\ri\rig-ber-300.4_rev01 profil f-f afi-analyse etter tiltakR5

Profil F-F

| | | | | | |
|------------------------------------|--|-------------|-------------------|-------------|----------|
| 01 | Revisjon etter kommentarer fra tredjepartskontroll | 30.03.16 | anks | ros | han |
| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
| NVE | | | Fag | Format | |
| Sikring av kvikkleiresone Trælstad | | | Geoteknikk | A2 | |
| | | | Dato | 30.03.2016 | |
| Profil F-F | | | Format/Målestokk: | 1:400 | |
| Stabilitetsberegning, etter tiltak | | | - | | |
| Drenert analyse, AFI-beregning | | | | | |
| Multiconsult | | Status | Konstr./Tegnet | Kontrollert | Godkjent |
| www.multiconsult.no | | Oppdragsnr. | anks | ros | han |
| | | Tegningsnr. | RIG-TEG-300.4 | | Rev. |
| | | 417673 | | | 01 |

Z:\0417\417673\417673-03 ARBEIDSOMRÅDE\417673-01 RIG\417673-04 TEGNINGER\417673-RIG-TEG-3011_rev01 Profil G-G Stabilitetsberegning dagens geometri ADP.dwg, Layout: (A2), - Plottet av: anks, Dato: 2016.03.31 kl. 12:40



| Material | Un.Weigth | Sub.Weigth | Fi | C' | C | Aa | Ad | Ap |
|-------------|-----------|------------|------|-----|--------|------|------|------|
| Tørreskorpe | 19.00 | 9.00 | 30.0 | 0.0 | | | | |
| Leire | 20.00 | 10.00 | | | C-prof | 1.00 | 0.65 | 0.37 |
| Kvikkleire | 20.00 | 10.00 | | | C-prof | 0.85 | 0.63 | 0.35 |
| Leire | 20.00 | 10.00 | | | C-prof | 1.00 | 0.65 | 0.37 |
| Sand | 19.00 | 9.00 | 33.0 | 0.0 | | | | |

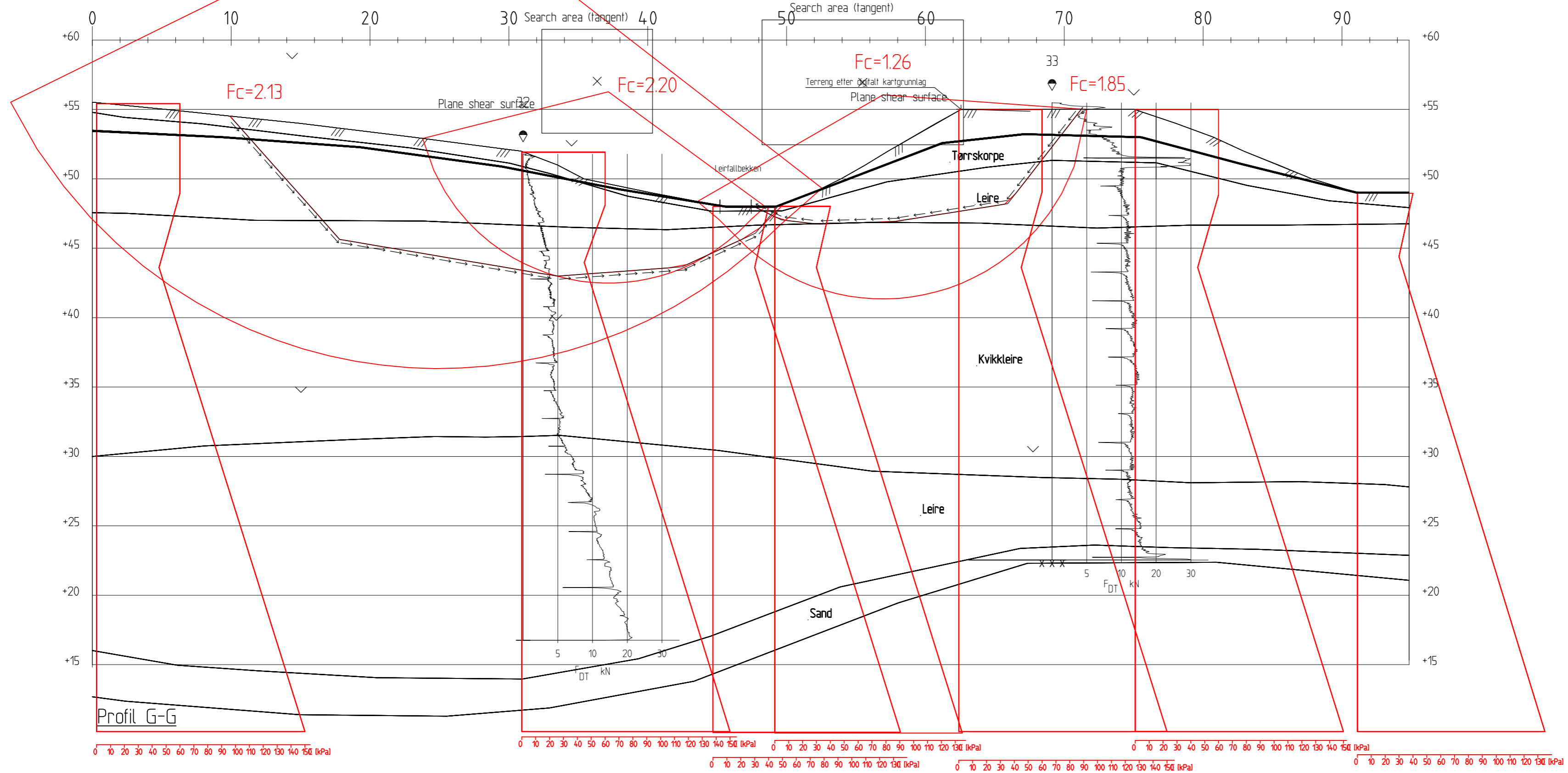
Fc=2.13
Kritisk skjærflate ADP-analyse for tiltak PLane
Result file : z:\0417\417673\417673-03 arbeidsområde\417673-01 rig\417673-10 geosuite\stabgraf.rvt\rig-ber-3011_rev01 profil g-g adp-analyse.R5

Fc=2.20
Kritisk skjærflate ADP-analyse for tiltak RTangent
Result file : z:\0417\417673\417673-03 arbeidsområde\417673-01 rig\417673-10 geosuite\stabgraf.rvt\rig-ber-3011_rev01 profil g-g adp-analyse.R4

Fc=1.75
Kritisk skjærflate ADP-analyse for tiltak RTangent
Result file : z:\0417\417673\417673-03 arbeidsområde\417673-01 rig\417673-10 geosuite\stabgraf.rvt\rig-ber-3011_rev01 profil g-g adp-analyse.R3

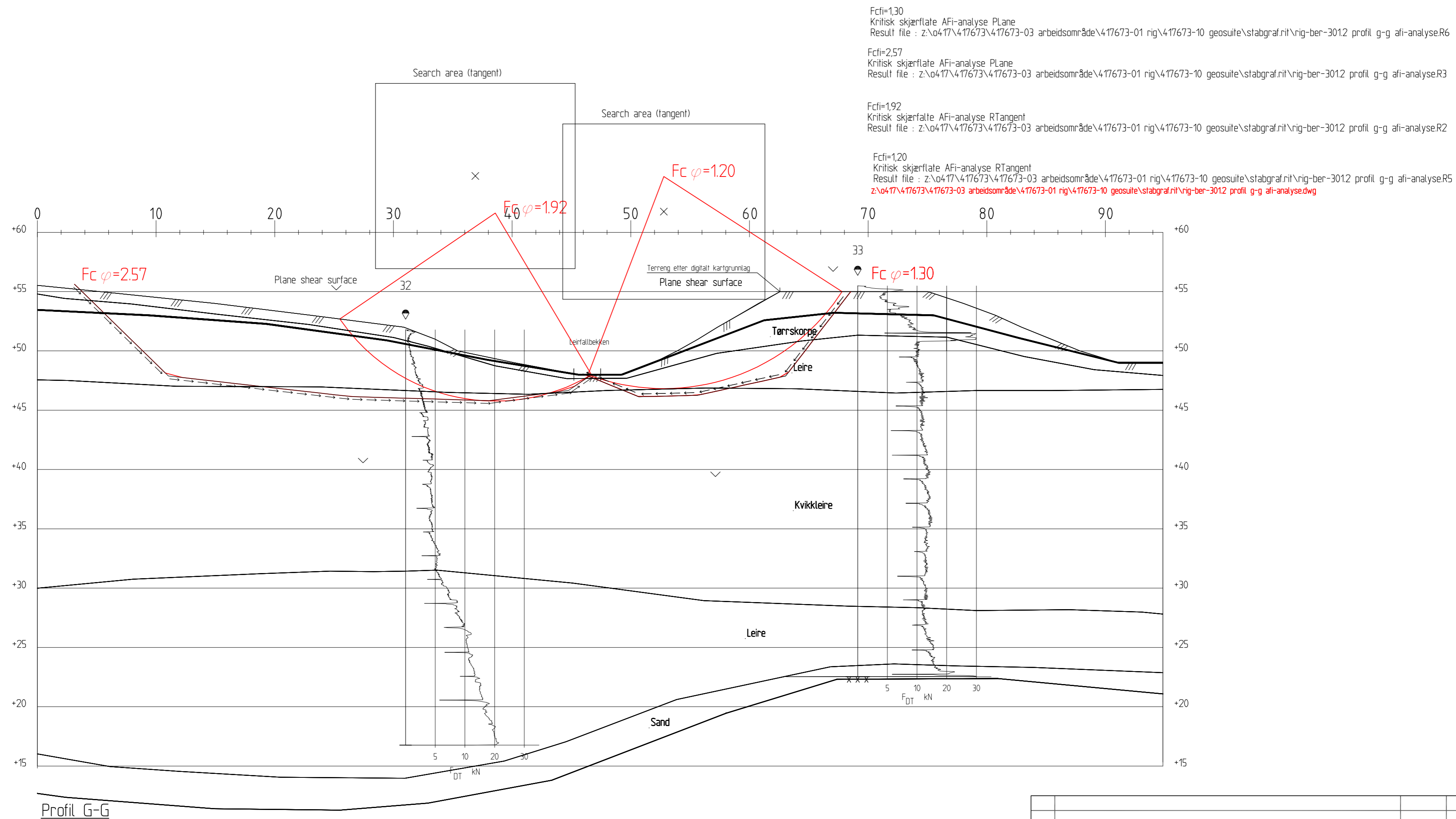
Fc=1.85
Kritisk skjærflate ADP-analyse for tiltak PLane
Result file : z:\0417\417673\417673-03 arbeidsområde\417673-01 rig\417673-10 geosuite\stabgraf.rvt\rig-ber-3011_rev01 profil g-g adp-analyse.R1

Fc=1.26
Kritisk skjærflate ADP-analyse for tiltak RTangent
Result file : z:\0417\417673\417673-03 arbeidsområde\417673-01 rig\417673-10 geosuite\stabgraf.rvt\rig-ber-3011_rev01 profil g-g adp-analyse.R2
z:\0417\417673\417673-03 arbeidsområde\417673-01 rig\417673-10 geosuite\stabgraf.rvt\rig-ber-3011_rev01 profil g-g adp-analyse.dwg



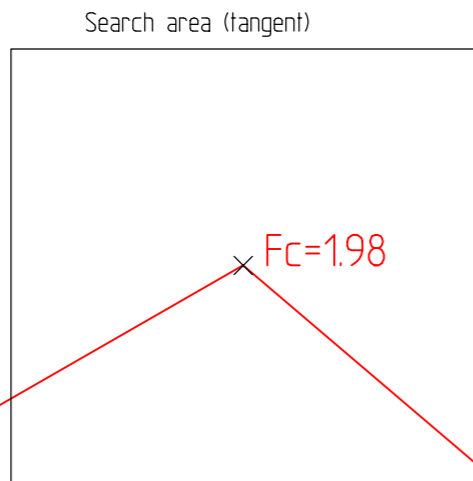
| | | | | | |
|---------------------------------------|--|-------------|-------------------|-------------|----------|
| 01 | Revisjon etter kommentarer fra tredjepartskontroll | 29.03.16 | anks | ros | han |
| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
| NVE | | | Fag | Format | |
| Sikring av kvikkleiresone Trælstad | | | Geoteknikk | A2 | |
| Profil G-G | | | Dato | 29.03.2016 | |
| Stabilitetsberegning, dagens geometri | | | Format/Målestokk: | 1:250 | |
| Udrenert analyse, ADP-beregning | | | | | |
| Multiconsult | | Status | Konstr./Tegnet | Kontrollert | Godkjent |
| www.multiconsult.no | | Oppdragsnr. | anks | ros | han |
| | | 417673 | RIG-TEG-301.1 | | 01 |

Z:\0417\417673\417673-03 ARBEIDSRÅDE\417673-01 RIG-TEG-3012 Profil G-G Stabilitetsberegning dagens geometri AFI.dwg - Layout: (A2) - Plottet av: anks, Dato: 2015.11.17 kl 9:43



| | | | | | |
|---------------------------------------|-------------|-------------|-------------------|-------------|----------|
| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
| - | - | - | - | - | - |
| NVE | | | Fag | Format | |
| Sikring av kvikkleiresone Trælstad | | | Geoteknikk | A2 | |
| | | | Dato | 09.11.2015 | |
| Profil G-G | | | Format/Målestokk: | 1:250 | |
| Stabilitetsberegning, dagens geometri | | | - | | |
| Drenert analyse, AFI-beregning | | | | | |
| Multiconsult | | Status | Konstr./Tegnet | Kontrollert | Godkjent |
| www.multiconsult.no | | Oppdragsnr. | anks | ros | arv |
| | | 417673 | RIG-TEG-301.2 | | Rev. |
| | | | | | 00 |

Z:\0417\417673\417673-03 ARBEIDSMRÅDE\417673-01 RIG\417673-04 TEGNINGER\417673-RIG-TEG-3013_rev01 Profil G-G Stabilitetsberegning etter tiltak ADP.dwg, - Layout: (A2), - Plottet av anks, Dato: 2016.03.31 kl. 12:41



| Material | Un.Weigh | Sub.Weigh | Fi | C' | C | Aa | Ad | Ap |
|------------|----------|-----------|------|-----|-------------|------|------|----|
| Pukk | 19.00 | 9.00 | 33.0 | 0.0 | | | | |
| Tørnskorpe | 19.00 | 9.00 | 30.0 | 0.0 | | | | |
| Leire | 20.00 | 10.00 | | | C-prof 1.00 | 0.65 | 0.37 | |
| Kvikkleire | 20.00 | 10.00 | | | C-prof 0.85 | 0.63 | 0.35 | |
| Leire | 20.00 | 10.00 | | | C-prof 1.00 | 0.65 | 0.37 | |
| Sand | 19.00 | 9.00 | 33.0 | 0.0 | | | | |

Fc=3.69
Kritisk skjærflate ADP-analyse etter tiltak Plane
Result file : z:\0417\417673\417673-03 arbeidsområde\417673-01 rig\417673-10 geosuite\stabgraf.rif\rig-ber-3013_rev01 profil g-g adp-analyse.R1

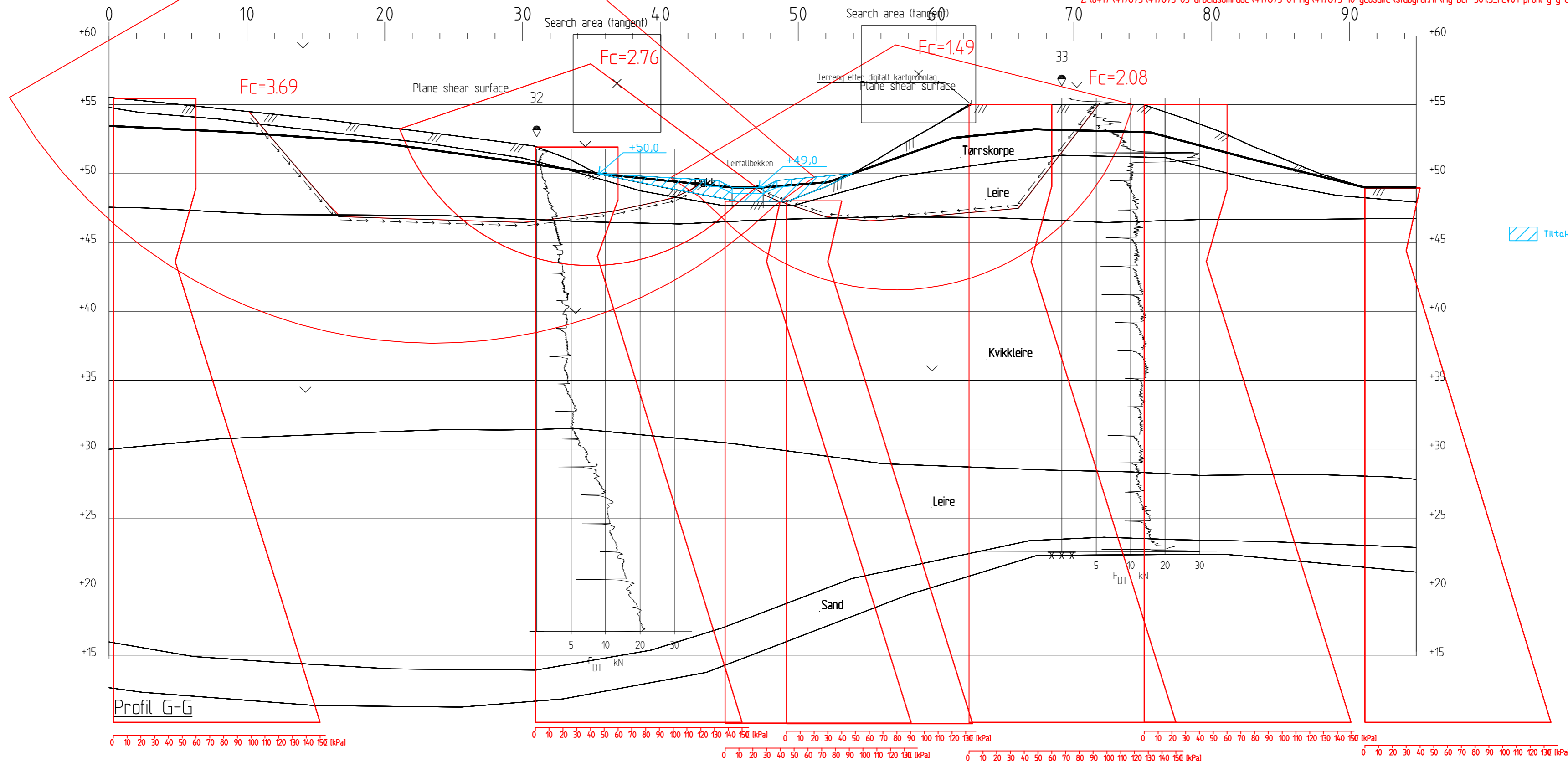
Fc=2.76
Kritisk skjærflate ADP-analyse etter tiltak RTangent
Result file : z:\0417\417673\417673-03 arbeidsområde\417673-01 rig\417673-10 geosuite\stabgraf.rif\rig-ber-3013_rev01 profil g-g adp-analyse.R6

Fc=1.98
Kritisk skjærflate ADP-analyse etter tiltak RTangent
Result file : z:\0417\417673\417673-03 arbeidsområde\417673-01 rig\417673-10 geosuite\stabgraf.rif\rig-ber-3013_rev01 profil g-g adp-analyse.R5

Fc=2.08
Kritisk skjærflate ADP-analyse etter tiltak Plane
Result file : z:\0417\417673\417673-03 arbeidsområde\417673-01 rig\417673-10 geosuite\stabgraf.rif\rig-ber-3013_rev01 profil g-g adp-analyse.R4

Fc=1.49
Kritisk skjærflate ADP-analyse etter tiltak RTangent
Result file : z:\0417\417673\417673-03 arbeidsområde\417673-01 rig\417673-10 geosuite\stabgraf.rif\rig-ber-3013_rev01 profil g-g adp-analyse.R3

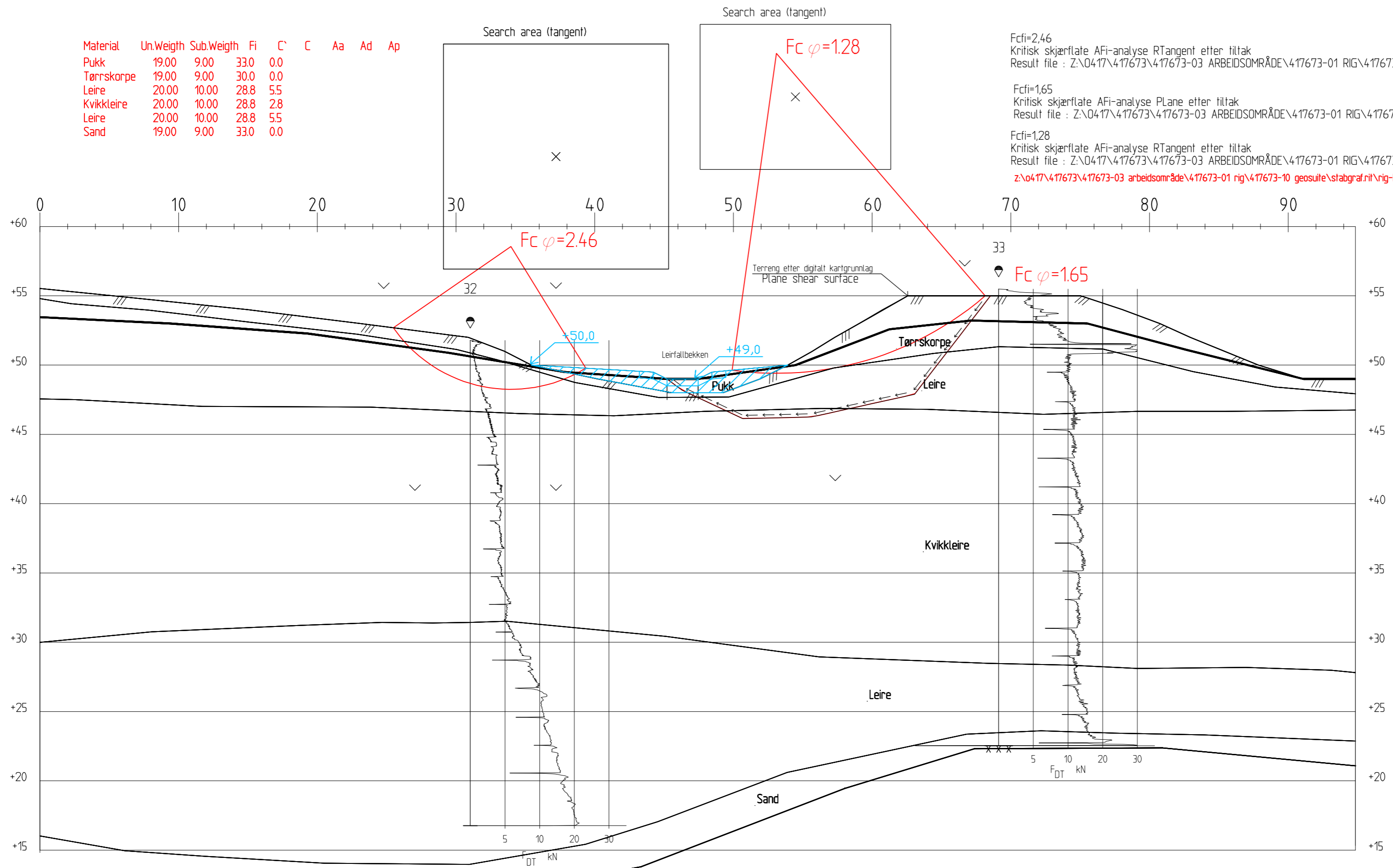
z:\0417\417673\417673-03 arbeidsområde\417673-01 rig\417673-10 geosuite\stabgraf.rif\rig-ber-3013_rev01 profil g-g adp-analyse.dwg



| | | | | | |
|------------------------------------|--|-------------|-------------------|-------------|----------|
| 01 | Revisjon etter kommentarer fra tredjepartskontroll | 30.03.16 | anks | ros | han |
| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
| NVE | | | Fag | Format | |
| Sikring av kvikkleiresone Trælstad | | | Geoteknikk | A2 | |
| Profil G-G | | | Dato | 30.03.2016 | |
| Stabilitetsberegning, etter tiltak | | | Format/Målestokk: | 1:250 | |
| Udrenert analyse, ADP-beregning | | | - | | |
| Multiconsult | | Status | Konstr./Tegnet | Kontrollert | Godkjent |
| www.multiconsult.no | | Oppdragsnr. | anks | ros | han |
| | | 417673 | RIG-TEG-301.3 | | 01 |

Z:\0417\417673\417673-03 ARBEIDSMRÅDE\417673-01 RIG\417673-04 TEGNINGER\417673-RIG-TEG-3014 Profil G-G Stabilitetsberegning etter tiltak AFI.dwg - Layout: (A2) - Plottet av: anks, Dato: 2015.11.17 kl. 9:55

| Material | Un.Weigh | Sub.Weigh | Fi | C' | C | Aa | Ad | Ap |
|------------|----------|-----------|------|-----|---|----|----|----|
| Pukk | 19.00 | 9.00 | 33.0 | 0.0 | | | | |
| Tørrskorpe | 19.00 | 9.00 | 30.0 | 0.0 | | | | |
| Leire | 20.00 | 10.00 | 28.8 | 5.5 | | | | |
| Kvikkleire | 20.00 | 10.00 | 28.8 | 2.8 | | | | |
| Leire | 20.00 | 10.00 | 28.8 | 5.5 | | | | |
| Sand | 19.00 | 9.00 | 33.0 | 0.0 | | | | |



Fc=2,46
Kritisk skjærflate AFI-analyse RTangent etter tiltak
Result file : Z:\0417\417673\417673-03 ARBEIDSMRÅDE\417673-01 RIG\417673-10 GEOSUITE\STABGRAF.RIT\RIG-BER-3014 PROFIL G-G AFI-ANALYSE etter tiltak.R4

Fc=1,65
Kritisk skjærflate AFI-analyse PLane etter tiltak
Result file : Z:\0417\417673\417673-03 ARBEIDSMRÅDE\417673-01 RIG\417673-10 GEOSUITE\STABGRAF.RIT\RIG-BER-3014 PROFIL G-G AFI-ANALYSE etter tiltak.R7

Fc=1,28
Kritisk skjærflate AFI-analyse RTangent etter tiltak
Result file : Z:\0417\417673\417673-03 ARBEIDSMRÅDE\417673-01 RIG\417673-10 GEOSUITE\STABGRAF.RIT\RIG-BER-3014 PROFIL G-G AFI-ANALYSE etter tiltak.R7
Z:\0417\417673\417673-03 arbeidsområde\417673-01 rig\417673-10 geosuite\stabgraf.rigit\rig-ber-3014 profil g-g afi-analyse etter tiltak.dwg

Profil G-G

| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
|------------------------------------|-------------|--------------------------|----------------|-------------|-------------------------|
| - | - | - | - | - | - |
| NVE | | | | | Fag Geoteknikk |
| Sikring av kvikkleiresone Trælstad | | | | | Format A2 |
| Dato 09.11.2015 | | | | | |
| Profil G-G | | | | | Format/Målestokk: 1:250 |
| Stabilitetsberegning, etter tiltak | | | | | |
| Drenert analyse, AFI-beregning | | | | | |
| Multiconsult | | Status | Konstr./Tegnet | Kontrollert | Godkjent |
| www.multiconsult.no | | Oppdragsnr. 417673 | anks | ros | arv |
| | | Tegningsnr. RIG-TEG-3014 | | | Rev. 00 |

Vedlegg A

A.1 Sikkerhetsprinsipper

A.1.1 Normativt grunnlag for geoteknisk vurdering

Gjeldende regelverk legges til grunn for prosjektering, og for geoteknisk prosjektering gjelder da:

- Teknisk forskrift, TEK 10 § 7 og § 10
- NVEs retningslinjer nr. 2/2011 [1]
- NVEs veileder nr. 7/2014 [18]
- NS-EN 1990-1:2002 + NA:2008 (Eurokode 0) [16] (Generelle regler)
- NS-EN 1997-1:2004 + NA:2008 (Eurokode 7) [17] (Geoteknikk)

I tillegg, og i den grad de er relevante, anbefales følgende veiledninger benyttet:

- Statens vegvesen (SVV), Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging, 6. utgave, juni 2014
- Statens vegvesen (SVV), Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger, revidert 2014

Eventuelle erfaringsparametere vil bli hentet fra Statens vegvesen (SVV), Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging [8].

A.1.2 Geotekniske problemstillinger

Geotekniske problemstillinger knyttet til prosjektet er relatert til:

- Områdestabilitet i kvikkeleiresonene
- Erosjonsforhold/overflatestabilitet i bekkeløp

A.1.3 TEK 10 § 7, Sikkerhet mot naturpåkjenninger

I henhold til TEK 10 § 7.2 skal byggverk plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger (flom, stormflo og skred).

A.1.4 TEK 10 § 10, Konstruksjonssikkerhet

I henhold til TEK 10 § 10.1 vil forskriftens minstekrav til personlig og materiell sikkerhet være oppfylt dersom det benyttes metoder og utførelse etter Norsk Standard (Eurokoder).

TEK 10 § 10.2 angir følgende:

Grunnleggende krav til byggverkets mekaniske motstandsevne og stabilitet, herunder grunnforhold og sikringstiltak under utførelse og i endelig tilstand, kan oppfylles ved prosjektering av konstruksjoner etter Norsk Standard NS-EN 1990 Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner og underliggende standarder i serien NS-EN 1991 til NS-EN 1999, med tilhørende nasjonale tillegg.

I veiledningen til TEK 10 står det:

Forskriftens krav er oppfylt dersom det benyttes metoder og utførelse etter Norsk Standard. Korrekt bruk av prosjekteringsstandardene gir samlet det nivået som tilsvarer det sikkerhetsnivået som er akseptert av myndighetene.

Ved å benytte standarder (Eurokoder) som angitt i pkt. A.1.1, vil TEK 10 § 10 dermed være ivaretatt.

A.1.5 Geoteknisk kategori

Eurokode 7 stiller krav til prosjektering ut ifra tre ulike geotekniske kategorier. Valg av kategori gjøres ut fra standardens punkt 2.1 «Krav til prosjektering» [17].

Prosjektet omfatter sikring av kvikkleiresone nr. 662 Trælstad og Trælstad øst, for videre arbeid med museumsbygg og medfører at tilstrekkelig områdestabilitet av sikkerhetssone må bestemmes. Med dette som grunnlag velges overordnet krav til prosjektering iht. Geoteknisk kategori 3.

A.1.6 Konsekvensklasse/pålitelighetsklasse (CC/CR)

NS-EN 1990:2002+NA:2008 [16] definerer tiltakets omfang med hensyn til konsekvensklasse og pålitelighetsklasse (CC/CR). Konsekvensklasser er behandlet i standardens tillegg B (informativt), mens veiledende eksempler på klassifisering av byggverk i pålitelighetsklasser er vist i nasjonalt tillegg NA (informativt), tabell NA.A1 (901).

Prosjektet plasseres i pålitelighets-/ konsekvensklasse CC/RC 3 med bakgrunn i grunnforhold og topografi. Det vil si i samme kategori som «Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg i kompliserte tilfeller», «Dammer» og «Veg- og jernbanebruer» iht. tabell NA.A1 (901). Konsekvensklasse CC3 blir i tabell B1 [16] beskrevet som "stor konsekvens i form av tap av menneskeliv, eller svært store økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser".

A.1.7 Kvalitetssystem

Eurokode 0 krever at det ved prosjektering av konstruksjoner i pålitelighetsklasse 2, 3 og 4 skal være et kvalitetssystem tilgjengelig, og at dette systemet skal tilfredsstillere NS-EN ISO 9000-serien for konstruksjoner i pålitelighetsklasse 4. Multiconsults systemer tilfredsstiller også sistnevnte krav, og kravet for kvalitetssystem er således ivaretatt også for pålitelighetsklasse 3.

A.1.8 Prosjekterings- og utførelseskontroll

Eurokode 0 gir videre føringer for krav til omfang av prosjekteringskontroll og utførelseskontroll avhengig av pålitelighetsklasse.

I samsvar med tabell NA.A1(902) og NA.A1(903) i Eurokode 0 blir prosjekteringskontroll og utførelseskontroll av geotekniske arbeid satt til kontrollklasse U (Utvidet).

For prosjektering gjelder da at det blir utført grunnleggende kontroll (egenkontroll), intern systematisk kontroll (kollegakontroll) samt en uavhengig kontroll fra et annet foretak som er uavhengig foretaket som utførte prosjekteringa.

For utførelse innebærer kontrollklasse «U» at det skal utføres basis kontroll, intern systematisk kontroll samt uavhengig kontroll av alt utført arbeid.

A.1.9 Tiltakskategori

NVEs veileder nr. 7/2014 [18] definerer fire tiltakskategorier (K1-K4). Krav til sikkerhetsnivå, vurderinger, beregninger og kontroller avhenger av tiltakskategori og områdets faregradklasse.

Prosjektet vurderes plassert i tiltakskategori K4 (tiltak som medfører større tilflytting/personopphold av mennesker samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner).

For tiltakskategori K4 og middels faregrad før utbygging kreves det følgende vurderinger i denne kategorien:

- Faregradsevaluering
- Stabilitetsanalyse med $\gamma_M \geq 1,4$ eller prosentvis forbedring hvis $\gamma_M < 1,2$

– Utvidet kontroll tilsvarende pålitelighetsklasse 3 i Eurokode 0 [16]

I arbeidet er det nødvendig å dokumentere tilstrekkelig γ_M eller foreta en forbedring av stabiliteten i sona dersom det er lav sikkerhet mot kvikkleireskred.

A.1.10 Bruddmekanisme

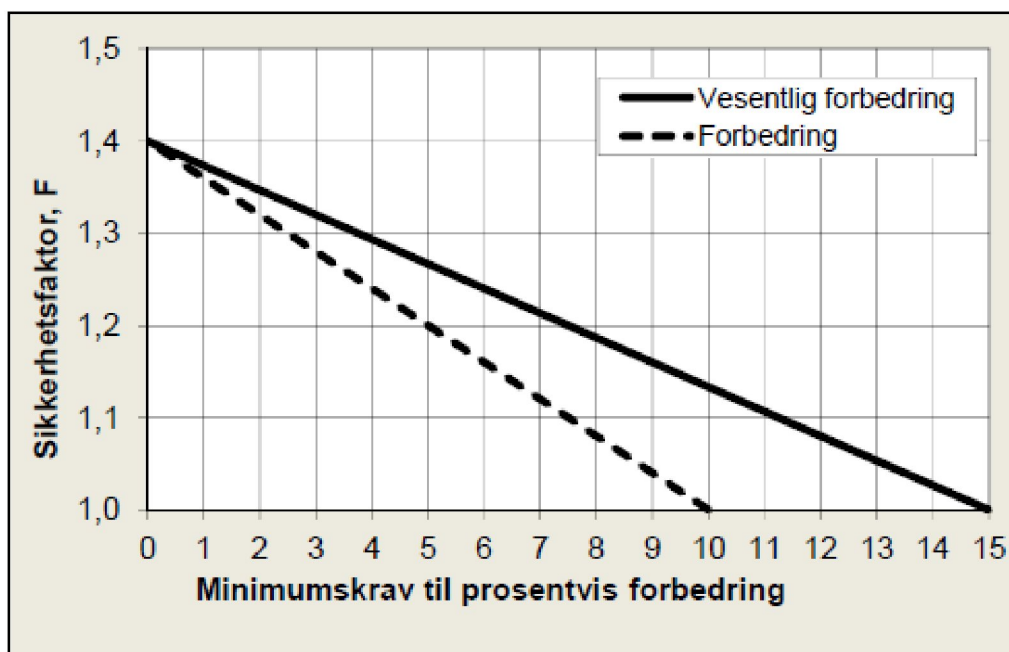
Løsmassene i kvikkleiresona består i hovedsak av leire med enkelte tynne lag med silt. Enkelte steder er det også lag med friksjonsmasser i form av sand/grus. Leira er stedvis kvikk og mektigheten av kvikkleirelaget er stedvis over 40 m. Basert på en totalvurdering vurderes bruddmekanismen å være sprø, kontraktant brudd.

A.1.11 Krav til sikkerhetsnivå

Eurokode 7 [17] stiller krav om en beregningsmessig partialkoeffisient $\gamma_M \geq 1,25$ for effektivspenningsanalyser og $\gamma_M \geq 1,4$ for totalspenningsanalyser.

NVEs veileder nr. 7/2014 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» [18], stiller krav om en beregningsmessig partialkoeffisient $\gamma_M \geq 1,4$ for både effektivspenningsanalyser og totalspenningsanalyser. Videre angis det at det kan aksepteres prosentvis forbedring av den beregningsmessige partialkoeffisienten γ_M for eksisterende terreng hvis $\gamma_M < 1,4$. Krav til prosentvis forbedring er avhengig av sikkerhetsnivået i utgangspunktet og må følge figur 5.1 i veileder nr. 7/2014 (gjengitt i figur A1).

Kvikkleiresone nr. 662 Trælstad og Trælstad øst er begge klassifisert med middels faregrad. For tiltak i kvikkleiresone nr. 662 Trælstad samt Trælstad øst og tiltakskategori K4, er kravet til sikkerhet forbedring iht. figur A1 under.



Figur A.1: Krav til prosentvis forbedring av materialkoeffisient som funksjon av materialkoeffisient for dagens situasjon [18]

For områdestabiliteten følger kravene til sikkerhetsnivå i NVEs veileder nr. 7/2014. For lokal stabilitet for konkrete utbygginger i kvikkleireområder følger kravene til sikkerhetsnivå i Eurokode dersom kravene i Eurokode er strengere enn kravene i NVEs retningslinjer.

Vedlegg B

B.1 Materialparametre

B.1.1 Tolking av beregningsparametre

Som grunnlag for valg av materialparametre er det benyttet resultater fra utførte grunnundersøkelser for oppdrag nr. 413839 Bergkunstmuséet, Hegra. Grunnundersøkelsene fremgår av rapport nr. 413839-RIG-RAP-001 Datarapport grunnundersøkelser [11].

Tolking av parametre er i hovedsak utført på basis av opptatte 54 mm prøveserier. I tillegg er det benyttet tolket parametre fra spesialforsøk og CPTU-sonderinger fra nærliggende borpunkter.

Tyngdetetthet

Målt tyngdetetthet på opptatte prøver er benyttet som grunnlag. Ved store variasjoner i målte verdier er gjennomsnittlige verdier benyttet. For materialer som det ikke er målt tyngdetetthet på, er det benyttet erfaringsverdier iht. Håndbok V220 [8]. Tyngdetetthet og rutinedata benyttet i beregningene er gjengitt i tabell B.1.

Tabell B.1 Oppsummering av rutinedata

| Materiale | w [%] | γ [kN/m ³] | c_{uD} [kPa] | $c_{urf c}$ [kPa] | I_p [%] |
|------------|---------|-------------------------------|----------------|-------------------|-----------|
| Tørrskorpe | 20 - 34 | 2,04 | 123 - 225 | 24 - 67 | |
| Sand/grus | 8 - 12 | | | | |
| Leire | 18 - 36 | 1,94 – 2,09 | 43 - 100 | 1 - 21 | 7 - 15 |
| Kvikkleire | 21 - 34 | 1,97 – 2,10 | 30 - 105 | < 0,5 | 4 - 5 |

| | |
|-------------|--|
| w | naturlig vanninnhold |
| γ | tyngdetetthet |
| c_{uD} | udrenert skjærfasthet (fra konus og enaks) |
| $c_{urf c}$ | omrørt skjærfasthet |
| I_p | plastisitetsindeks |

For øvrige opplysninger om geotekniske data vises det til tegning nr. 413839-RIG-TEG-010 til -018 i rapport nr. 413839-RIG-RAP-001 [11].

Grunnvanns- og poretrykksfordeling med dybden

Det ble ved grunnundersøkelsene for Bergkunstmuséet nedsatt hydrauliske poretrykksmålere i to forskjellige nivåer i tre borpunkt. Målerne er avlest mellom fem og sju ganger i perioden 18. november 2013 til 23. mars 2014. Disse poretrykksmålingene er lagt til grunn for beregningene og er følgende:

Tabell B.2 Poretrykksavlesning fra tidligere målinger

| BP. | Kote terreng | Kote piezometerspiss | Løsmasser ved pz-spiss | Høyeste avleste poretrykk [kPa] | Grunnvannsnivå fra poretrykk [kote]* |
|------|--------------|----------------------|---|---------------------------------|--------------------------------------|
| 3 | +25,6 | +21,6 | Leire m/tynne sand- og siltlag | 12,0 | +22,8 |
| 3 | +25,6 | +18,6 | Antatt leire m/siltlag | 36,0 | +22,2 |
| 31 | +59,2 | +52,2 | Leire m/enk. tynne silt- og finsandlag | 41,0 | +56,3 |
| 31 | +59,2 | +44,2 | Kvikkleire m/enk. tynne siltlag | 77,0 | +51,9 |
| 41 | +55,5 | +48,5 | Leire m/enk. tynne silt- og finsandlag | 2,0 | +48,7 |
| 41 | +55,5 | +40,5 | Kvikkleire m/enk. tynne silt- og finsandlag | 17,0 | +42,2 |
| 1-96 | Ca. +70 | Ca. +48 | Ant. Kvikkleire | ** | ** |
| 1-96 | Ca. +70 | Ca. +37 | Ant. Kvikkleire | ** | ** |

* Hydrostatisk poretrykksfordeling

** Måledata er ikke oppgitt i NGI rapport nr. 82033-1, men i rapporten er det angitt at det er målt lavt poretrykk i begge dybdene.

B.1.3 Udrenerte styrkeparametre

Udrenert skjærstyrke fra enaks og konus

Verdier for c_u fra rutineundersøkelser på opptatte prøver (enaks og konus) er i våre vurderinger benyttet som verdier for direkte skjærstyrke, c_{uD} . Rutineundersøkelsene viser lite variasjon i målt udrenert skjærstyrke og indikerer generelt god prøve kvalitet.

Udrenert skjærstyrke modellert etter SHANSEP-prinsippet

Udrenert skjærstyrke er nært relatert til in-situ effektivspenninger og leiras overkonsolideringsgrad. Udrenert skjærstyrke øker med økning i effektivspenning. Denne økningen er avhengig av overkonsolideringsgraden. Udrenert skjærstyrke avhengig av overkonsolideringsgraden kan modelleres etter SHANSEP-prinsippet [12]:

$$c_{uc} = \alpha \cdot OCR^m \cdot p_0'$$

der, α = Normalisert styrke av helt ung leire (OCR = 1,0)

OCR = Overkonsolideringsgrad = p_c'/p_0'

m = Eksponent som for norske leirer typisk har vist seg å variere mellom ca. 0,6 og 0,9 avhengig av leira og forsøkstype.

p_0' = In-situ vertikal effektivspenning

p_c' = Prekonsolideringsspenning

I beregningene er det valgt å bruke:

$$\alpha = 0,30$$

$$m = 0,70$$

Det er tatt utgangspunkt i at grunnen er overkonsolidert.

Utskrift av beregnet udrenert skjærstyrke etter SHANSEP-prinsippet er vist på tegning nr. 417673-RIG-TEG-260_rev01 for profil F-F og tegning nr. -261_rev01 for Profil G-G. Udrenert skjærstyrke etter SHANSEP-prinsippet benyttet i stabilitetsberegninger for profil H-H vises i tegning nr. 413839-RIG-TEG-042.7, -043.7 og -044.7 i vedlegg G.

Anisotropi

For fastsettelse av anisotropiforhold er forholdet mellom aktiv, passiv og direkte udrenert skjærfasthet bestemt iht. NIFS rapport nr. 14/2014 tabell 1, gjengitt i tabell B.3 under [10].

Tabell B.3 ADP faktorer iht. ref. [10]

| I_p | c_{uD}/c_{uC} | c_{uE}/c_{uC} |
|------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| $I_p \leq 10 \%$ | 0,63 | 0,35 |
| $I_p > 10 \%$ | $0,63 + 0,00425 * (I_p - 10)$ | $0,35 + 0,00375 * (I_p - 10)$ |

Vi har valgt å differensiere mellom sensitiv og ikke-sensitiv leire. Følgende anisotropiforhold er benyttet:

Leire:

$$\frac{c_{uD}}{c_{uC}} = 0,65$$

$$\frac{c_{uE}}{c_{uC}} = 0,37$$

Kvikkleire:

$$\frac{c_{uD}}{c_{uC}} = 0,63$$

$$\frac{c_{uE}}{c_{uC}} = 0,35$$

I valgte styrkeprofiler er det lagt inn verdi for c_{uC} basert på rutinedata (c_{ufc} og c_{uuc} er multiplisert med anisotropiforholdet). Det er valgt å være konservativ slik at rutinedata (konus og enaks) er multiplisert med anisotropiforholdet $c_{uC} = c_{uD} \cdot 1/0,65$ både for leire og kvikkleire.

B.1.4 Effektivspenningsparametere

Effektivspenningsparametre, friksjonsvinkel, φ_k

For effektivspenningsparametere på leira er det tatt ut $\alpha\varphi$ -parametere fra de udrenerte treaksialforsøkene i nærliggende borpunkt, BP. 31, 36 og 41. For de andre materialene er det benyttet erfaringsverdier.

Oppsummering av tolkede verdier fra treaksialforsøkene er vist i vedlegg F.

Leire

Bruddstyrken er tatt ut ved 1-2 % tøyning. Ut i fra treaksialforsøkene vurderes karakteristisk friksjonsvinkel til å være $\phi_k = 28,8^\circ$ ($\tan \phi_k = 0,55$) og attraksjon $a = 10$ kPa. Tolket styrke fra treaksialforsøkene er vist på tegning nr. 413839-RIG-TEG-090.6 til -094.6 i vedlegg I.

Kvikkleire

Det er ikke utført treaksialforsøk på kvikkleire. Ut fra erfaringsverdier på trønderske kvikkleirer og de stedlige treaksialforsøkene vurderes karakteristisk friksjonsvinkel til å være $\phi_k = 28,8^\circ$ ($\tan \phi_k = 0,55$) og attraksjon $a = 5$ kPa.

B.1.5 Materialparametere

Valgte styrkeparametre benyttet ved beregningene er angitt i tabellen under.

Tabell B.4 Materialparametere

| | Tyngdetetthet, γ | Friksjon, $\tan \varphi_k$ | Attraksjon, a |
|-----------------|-------------------------|--------------------------------|-----------------|
| Pukk | 19,0 kN/m ³ | 0,65 ($\phi_k = 33,0^\circ$) | 0 kPa |
| Tørrskorpeleire | 19,0 kN/m ³ | 0,58 ($\phi_k = 30,0^\circ$) | 0 kPa |
| Leire | 20,0 kN/m ³ | 0,55 ($\phi_k = 28,8^\circ$) | 10 kPa |
| Kvikkleire | 20,0 kN/m ³ | 0,55 ($\phi_k = 28,8^\circ$) | 5 kPa |
| Sand/grus | 19,0 kN/m ³ | 0,65 ($\phi_k = 33,0^\circ$) | 0 kPa |

Vedlegg C

C.1 Stabilitetsberegninger

C.1.1 Generelt

Det er tidligere utført stabilitetsberegninger i området i forbindelse med vurdering av områdestabilitet for kvikkleiresona, profil H-H. Tolket lagdeling for profil H-H er vist i vedlegg M. Resultater fra stabilitetsberegningene i profil H-H er vist på tegning nr. -312.1 t.o.m. -312.4 i vedlegg N. Ved beskrivelse av nødvendig tiltak for sikring av bekkeleiene er stabilitetsberegningene for profil H-H også lagt til grunn.

C.1.2 Beregningsverktøy

Stabilitetsberegningene er gjennomført med beregningsprogrammet «GeoSuite Stability» versjon 15.0.0.0 med beregningsmetode Beast 2003. Beregningsmetoden er basert på grenselikevektsmetoden, og anvender en versjon av lamellemetoden som tilfredsstillende bade kraft- og momentlikevekt. Programmet kan selv søke etter kritisk sirkulærsylindrisk glideflate for definerte variasjonsområder av sirkelsentrum eller gir muligheten til å definere egne glideflater.

C.1.3 Stabilitetsberegninger

Det er utført stabilitetsberegninger for to utvalgte profiler. Disse profilene er antatt å være de mest kritiske på bakgrunn av grunnforhold og topografi. Plassering av profilene er vist på situasjonsplanen, tegning nr. 417673-RIG-TEG-001, rev01.

Stabiliteten ved dagens geometri og i permanent tilstand er beregnet ved udrenert totalspenningsanalyse, ADP-beregning og drenert effektivspenningsanalyse, $\alpha\phi$ -analyse. For beregninger på totalspenningsbasis (ADP-analyse) er det benyttet anisotropisk jordmodell.

I beregningene før og etter tiltak er det foretatt en sammenligning av kritisk skjærflate før tiltak med kritisk skjærflate etter tiltak. I revidert NVE Veileder nr. 7/2014 «Sikkerhet mot kvikkleireskred», datert april 2014 står det bl.a. at «Det er normalt tilstrekkelig å sammenligne den mest kritiske glideflaten før tiltak med den mest kritiske glideflaten etter tiltak. I enkelte tilfeller kan det likevel være nødvendig å se på øking i sikkerhetsfaktorer for flere alternative glideflater som vurderes av geotekniker som realistiske for utløsning av skred. Behovet for slike analyser må vurderes for hvert enkelt tilfelle»

Terrengtiltakene som er beskrevet i foreliggende rapport omfatter plastring og heving av bekkeleier. Ut fra skredteknisk vurdering av bruddmekanismer, faregradsevaluering av kvikkleiresonen [19], og omfanget av de stabiliserende tiltakene, vurderes at sammenligning av kritiske skjærflater før og etter tiltak er tilstrekkelig. Vi mener således at de beskrevne tiltakene gir et realistisk uttrykk for stabilitetsforbedring av de undersøkte terrengprofilene.

C.1.4 Materialparametre

Tolkede materialparametre for beregningsprofilene er vist i vedlegg B.

C.1.5 Beregningsprofiler

Profil F-F

Profilen går fra Leirfallbekken, over terrengryggen mellom bekkeløpene og over ravedalen for Solemsbekken. Stabilitetsberegninger er utført for å beskrive omfang av nødvendig tiltak for å tilfredsstille kravet til sikkerhet iht. NVEs retningslinjer. Tolket lagdeling for profil F-F er vist i vedlegg K.

Udrenert skjærfasthet er vurdert ut ifra prøveserier i BP. 34. Styrkeprofil ved Leirfallbekken og Solemsbekken er vurdert med SHANSEP-formelen. De er da forutsatt at terreng tidligere har vært på ca. kote + 70 for terrengryggen. Rutinedata og designlinje c_{uc} for profil F-F er plottet på tegning nr. 417673-RIG-TEG-260, rev01.

Resultater for stabilitetsanalyser for profil F-F er sammenstilt i tabell C.1 under.

Tabell C.1 Sikkerhetsfaktor for kritisk skjærflate for profil F-F

| Tegning nr. | Beregning | Analyse | Sikkerhetsfaktor γ_M for kritisk skjærflate |
|-----------------------------|--|-----------------------|--|
| 417673-RIG-TEG-300.1, rev01 | Profil F-F, dagens geometri | ADP-analyse | 0,97 |
| 417673-RIG-TEG-300.2 | Profil F-F, dagens geometri | $\alpha\phi$ -analyse | 1,08 |
| 417673-RIG-TEG-300.3, rev01 | Profil F-F, terrengtiltak (heving av bekkeløp) | ADP-analyse | 1,11 |
| 417673-RIG-TEG-300.4, rev01 | Profil F-F, terrengtiltak (heving av bekkeløp) | $\alpha\phi$ -analyse | 1,23 |

Beregningene for dagens geometri viser for lav sikkerhet mot utglidning både for udrenerte analyser ($\gamma_M=0,97$) og ved drenerte analyser ($\gamma_M=1,08$). Figur 5.2 i NVEs veileder nr. 7/2014 gir da et krav om henholdsvis minimum 10,0 % og 8,0 % forbedring for de mest kritiske glidesirkelene ved topografiske endringer.

På tegning nr. 417673-RIG-TEG-300.3, rev01 og -300.4, rev01 er det vist terrengtiltak som gir tilfredsstillende prosentvis forbedring. De skisserte terrengtiltakene består av plastring og heving av bekkeløp på inntil 2,5 m mektighet, og omfang av nødvendig tiltak er vist på situasjonsplan i tegning nr. -001, rev01.

Profil G-G

Profilen går fra skråninga opp mot Trælstadhaugen ned mot Leirfallbekken og opp til terrengryggen mellom bekkeløpene. Stabilitetsberegninger er utført for å beskrive omfang av nødvendig tiltak for å tilfredsstille kravet til sikkerhet iht. NVEs retningslinjer. Tolket lagdeling for profil G-G er vist i vedlegg L.

Udrenert skjærfasthet er vurdert ut ifra prøveserier i BP. 31 og BP. 34. Styrkeprofil ved Leirfallbekken er vurdert med SHANSEP-formelen. De er da forutsatt at tidligere terreng i skråningene opp mot Trælstadhaugen har vært på ca. kote + 70. Rutinedata og designlinje c_{uc} for profil G-G er plottet på tegning nr. 417673-RIG-TEG-261, rev01.

Resultater for stabilitetsanalyser for profil F-F er sammenstilt i tabell C.2.

Tabell C.2 Sikkerhetsfaktor for kritisk skjærflate for profil F-F

| Tegning nr. | Beregning | Analyse | Sikkerhetsfaktor γ_M for kritisk skjærflate |
|-----------------------------|--|-------------------|--|
| 417673-RIG-TEG-301.1, rev01 | Profil G-G, dagens geometri | ADP-analyse | 1,26 |
| 417673-RIG-TEG-301.2 | Profil G-G, dagens geometri | a ϕ -analyse | 1,20 |
| 417673-RIG-TEG-301.3, rev01 | Profil G-G, terrengtiltak (heving av bekkeløp) | ADP-analyse | 1,49 |
| 417673-RIG-TEG-301.4 | Profil G-G, terrengtiltak (heving av bekkeløp) | a ϕ -analyse | 1,28 |

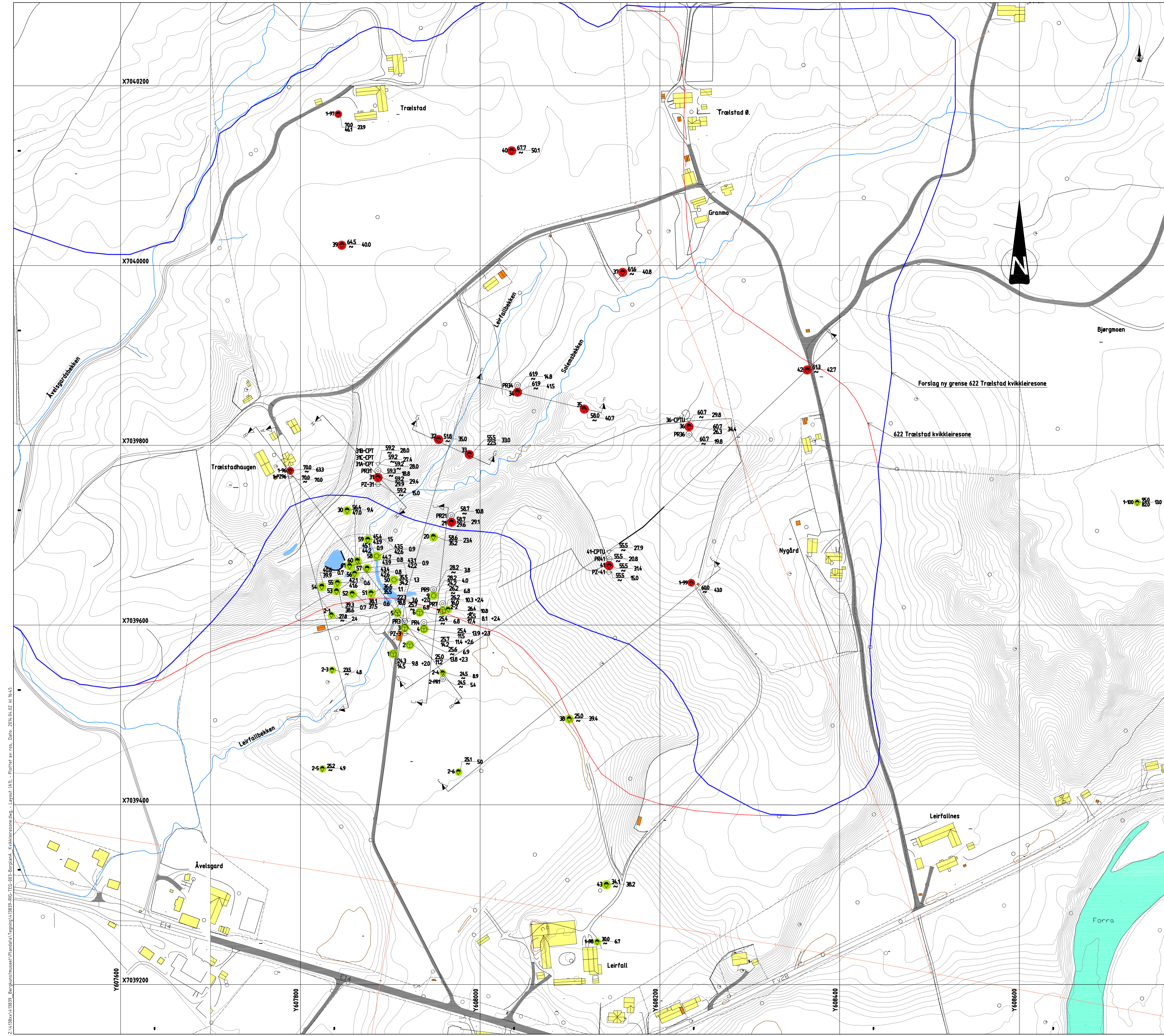
Beregningene for dagens geometri viser for lav sikkerhet mot utglidning både for udrenerte analyser ($\gamma_M=1,26$) og ved drenerte analyser ($\gamma_M=1,20$). Figur 5.2 i NVEs veileder nr. 7/2014 gir da et krav om henholdsvis minimum 3,7 % og 5,0 % forbedring for de mest kritiske glidesirklene ved topografiske endringer.

På tegning nr. 417673-RIG-TEG-301.3, rev01 og -301.4 er det vist terrengtiltak som gir tilfredsstillende prosentvis forbedring. De skisserte terrengtiltakene består av plastring og heving av bekkeløp på inntil 1,5 m mektighet, og omfang av nødvendig tiltak er vist på situasjonsplan i tegning nr. -001, rev01.

Vedlegg D

**Tegning nr. 413839-RIG-TEG-003 Borplan med
klassifisering av grunnundersøkelser**

(1 side)



- FORKLARING:**
- TEGNFORKLARING:**
- DREIESONDERING
 - ⊙ PRØVESERIE
 - ⊖ PORETRYKKMÅLING
 - ENKEL SONDERING
 - PRØVEGROP
 - ⊕ KJERNEBORING
 - ▽ RAMSONDERING
 - ⊗ DREIETRYKSONDERING
 - ⊛ FJELLKONTROLLBORING
 - ▽ TRYKKSONDERING
 - ⊠ SKRUPLATEFORSØK
 - ⊕ BERG I DAGEN
 - ⊕ TOTALSONDERING
 - + VINGEBORING
- KARTGRUNNLAG:
 KOORDINATSYSTEM: Digitalt kart
 UTM Zone 32V
 HØYDEREFERANSE: NN 2000
 UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMENT: GPS GUNAS CPDS
 BORING NR: 22093, 22555, 22673, 25194
 LAB.BOK NR:
- EXEMPEL
 BP 1 ⊕ 430 282
 TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE
 14,8 +2,4 — BØRET DYBDE + BØRET I BERG
 *ANTATT BERGKOTE

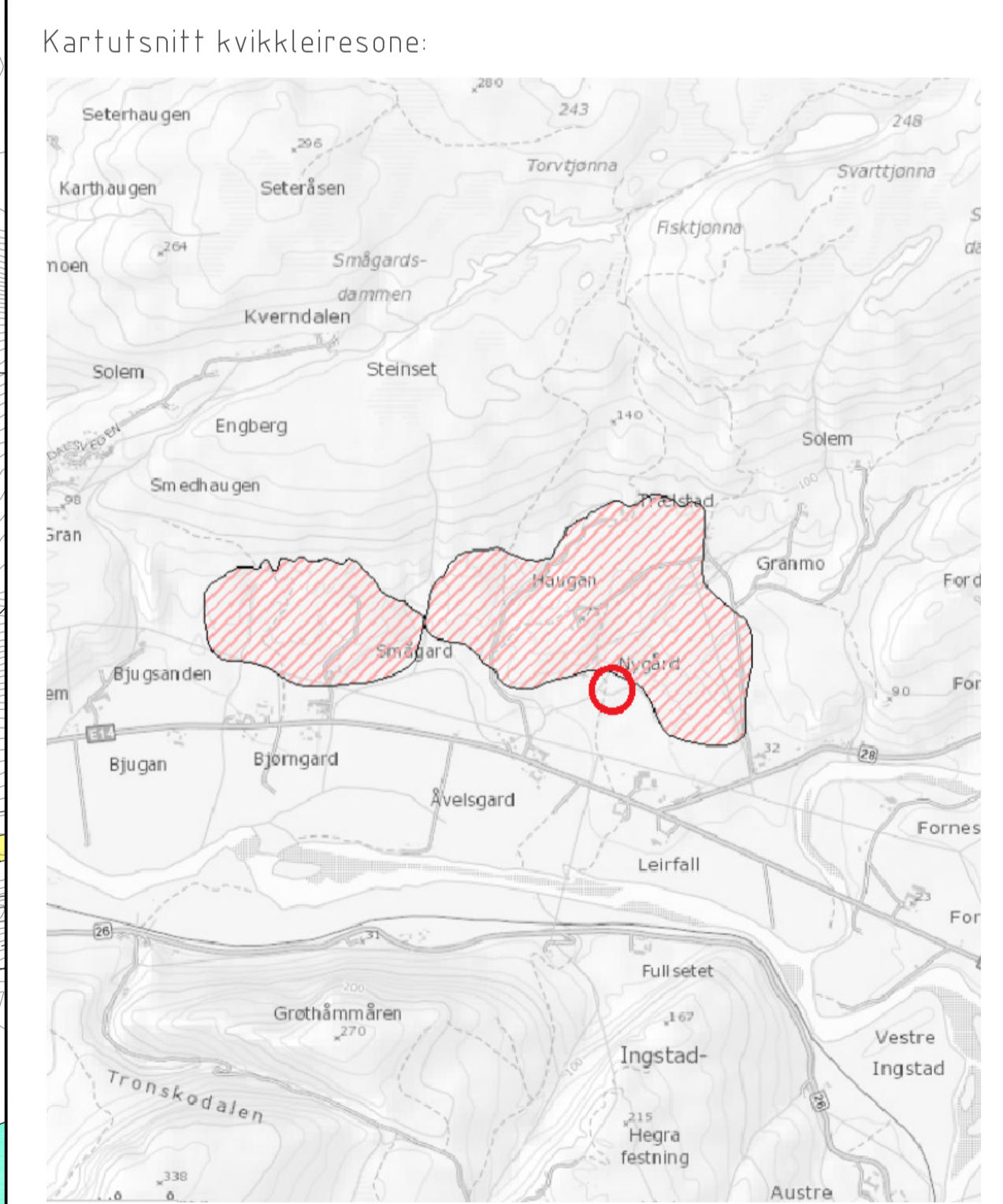
- ⬭ Avgrensning 662 Trælstad kvikkleiresone
- ⬭ Bart fjell
- ⬭ Forslag ny avgrensning 662 Trælstad kvikkleiresone

HENVISNINGER:

TIDLIGERE BORINGER:
 Tidligere boringer er opprullet fra scannet kopi og kan ha noe avvik. Tidligere boringer er angitt med indekser foran boringsnr:

1-X BORINGER FRA NIG RAPPORT NR. 82033-1 TRÆLSTAD (1987)
 2-X BORINGER FRA NOTEBY RAPPORT NR. 300571-1 (2001)

- KLASSIFISERING AV BORPUNKT:**
- PÅVIST KVIKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
 - MULIG KVIKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
 - IKKE PÅVIST KVIKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE



| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
|---------------------|---|-------------|-------------------|-------------|----------|
| 0 | Stjørdal kommune Bergkunstmuseet, Hegra | | Fag | Fornavn | A1 |
| | Borplan med klassifisering av boringer Forslag til ny avgrensning kvikkleiresone | 02.04.2014 | | | |
| | | | Format/Målestokk: | | 1:2000 |
| Multiconsult | | Status | Konstr./Tegnet | Kontrollert | Godkjent |
| www.multiconsult.no | | Oppdragsnr. | ank | ros | arv |
| | | 43839 | Tegningnr. | RIG-TEG-003 | Rev. |
| | | | | | 00 |

Z:\43839\13839_Bergkunstmuseet\Planer\1\Tegning\13839_Borplan_kvikkleiresone.dwg - Layout (A1) - Plottet av: rsg, Dato: 2014.04.02 kl. 16:45

Vedlegg E

Oppsummering av ødometerforsøk

(1 side)

| BP. nr. | Dybde | Terrengkote | Jordart | w_i | w_L | w_p | I_p | Leirinnhold | ρ | Forsøk | σ_{v0}' | σ_c' | OCR | POP= $\Delta\sigma_c'$ | Estimert tidligere terrengnivå | |
|---------|-------|-------------|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------------|----------------------|--------|----------------|-------------|-----|------------------------|--------------------------------|-----------|
| | | | | | | | | | | | | | | | Terrengkote | Valgt POP |
| [-] | [m] | [moh] | [-] | [%] | [%] | [%] | [%] | [%] | [g/cm ³] | [-] | [kPa] | [kPa] | [-] | [kPa] | [moh] | |
| 31 | 6.25 | 59.2 | Leire | 27.4 | 35.0 | 20.5 | 14.5 | 31 | 2.01 | CRS | 85.7 | 110.0 | 1.3 | 24 | 62 | 100 |
| 31 | 11.55 | 59.2 | Leire | 25.3 | 18.5 | 15.3 | 3.2 | 27.5 | 2.01 | CRS | 137.2 | 240.0 | 1.7 | 103 | 69 | 100 |
| 36 | 7.34 | 60.7 | Leire m/tynne siltlag | 26.6 | 31.0 | 18.0 | 13.0 | 30 | 2.02 | CRS | 92.1 | 550.0 | 6.0 | 458 | 106 | 220.0 |
| 36 | 13.45 | 60.7 | Kvikkleire m/enk. tynne sandlag | 28.9 | 18.0 | 15.0 | 3.0 | | 2.04 | CRS | 154.7 | 380.0 | 2.5 | 225 | 83 | 220.0 |
| 41 | 6.3 | 55.5 | Leire m/enk. tynne silt- finsandlag | 32.5 | 38.0 | 23.0 | 15.0 | 42 | 1.95 | CRS | 97.5 | 480.0 | 4.9 | 382 | 94 | 300.0 |
| 41 | 10.45 | 55.5 | Leire m/enk. tynne silt- finsandlag | 29.6 | 28.0 | 19.0 | 9.0 | 38 | 1.98 | CRS | 138.5 | 450.0 | 3.2 | 312 | 87 | 300.0 |

w_i Vanninnhold

w_L Flytegrense

w_p Utrullingsgrense

I_p Plastisitetsindeks, $I_p=w_L-w_p$

ρ Densitet

ρ_s Korndensitet

σ_{v0}' In-situ effektiv vertikalspenning

σ_c' Prekonsolideringsspenning

OCR Overkonsolideringsgrad, $OCR=\sigma_c'/\sigma_{v0}'$

POP Pre Overburden Pressure (Eng.), $POP=\sigma_c'-\sigma_{v0}'$

Vedlegg F

Oppsummering av treaksialforsøk

(1 side)

| BP. nr. | Dybde | Jordart | w _i | w _L | w _p | I _p | Leirinnhold | ρ | Forsøk | σ _{vo} ' | σ _{ac} ' | σ _{rc} ' | K ₀ ' | ε _{vol} | Δe/e ₀ | OCR | Prøvekvalitet | | GV | σ _{vo} | u ₀ | σ _c ' | Δe | ρ _s | n | S _r | e ₀ | Treaks-brudd | | Konus | | |
|---------|-------|---------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------|----------------------|--------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|-------------------|------|---------------------|-----------------------|-----|----------------------|----------------------|----------------------|-------|----------------------|-------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | Volumtøyning | Poretallsendring | | | | | | | | | | c _{uc} | c _{ue} | c _{ufk} | c _{urfc} | S _t |
| [-] | [m] | [-] | [%] | [%] | [%] | [%] | [%] | [g/cm ³] | [-] | [kPa] | [kPa] | [kPa] | [-] | [%] | [-] | [-] | Volumtøyning | Poretallsendring | [m] | [kN/m ²] | [kN/m ²] | [kN/m ²] | [-] | [g/cm ³] | | [%] | [-] | [kN/m ²] | [kN/m ²] | [kN/m ²] | [kN/m ²] | [-] |
| 31 | 6.3 | Leire enk tynne silt/finsandlag | 25.5 | 35.3 | 21.0 | 14.3 | 31.0 | 2.01 | CAUa | 86.2 | 74.7 | 49.3 | 0.66 | 4.16 | 0.100 | 2.16 | Forstyrret kvalitet | Dårlig kvalitet | 2.5 | 124.2 | 38.0 | 186.2 | 0.071 | 2.75 | 41.74 | 97.7 | 0.716 | 39.5 | | 74 | 15 | 4.9 |
| 36 | 7.45 | Leire m /enk tynne siltlag | 25.6 | 31.0 | 18.0 | 13.0 | 30.0 | 2.02 | CAUa | 93.1 | 84.1 | 55.8 | 0.66 | 1.56 | 0.038 | 3.36 | Forstyrret kvalitet | God kvalitet | 2.0 | 147.6 | 54.5 | 313.1 | 0.027 | 2.75 | 41.52 | 99.2 | 0.710 | 78 | | 49 | 8 | 6.1 |
| 41 | 6.35 | Leire enk tynne silt/finsandlag | 29.8 | 38.0 | 23.0 | 15.0 | 43.0 | 1.95 | CAUa | 98.0 | 80.0 | 62.3 | 0.78 | 1.79 | 0.039 | 4.06 | Forstyrret kvalitet | God kvalitet | 4.0 | 121.5 | 23.5 | 398.0 | 0.033 | 2.75 | 45.37 | 98.7 | 0.831 | 77.9 | | 74 | 12 | 6.2 |
| 41 | 10.2 | Leire enk tynne siltlag | 26.1 | 28.0 | 18.5 | 9.5 | 37.0 | 1.98 | CAUp | 136.1 | 114.8 | 80.8 | 0.70 | 5.68 | 0.132 | 3.20 | Forstyrret kvalitet | Meget dårlig kvalitet | 4.0 | 198.1 | 62.0 | 436.1 | 0.100 | 2.75 | 42.92 | 95.6 | 0.752 | | 33 | 54 | 4.5 | 12.0 |
| 41 | 10.3 | Leire enk tynne siltlag | 29.2 | 28.0 | 18.5 | 9.5 | 37.0 | 1.98 | CAUa | 137.1 | 114.1 | 80.2 | 0.70 | 2.00 | 0.045 | 3.19 | Forstyrret kvalitet | God kvalitet | 4.0 | 200.1 | 63.0 | 437.1 | 0.036 | 2.75 | 44.25 | 101.0 | 0.794 | 73.5 | | 54 | 4.5 | 12.0 |

- w_i Vanninnhold
- w_L Flytegrense
- w_p Utrullingsgrense
- I_p Plastisitetsindeks, I_p=w_L-w_p
- ρ Densitet
- σ_{vo}' In-situ effektiv vertikalspenning
- σ_{ac}' Aksial konsolideringsspenning
- σ_{rc}' Radiell konsolideringsspenning
- K₀' Effektiv hvilettrykkskoeffisient
- ε_{vol} Volumtøyning ved konsolidering
- e₀ Poretall
- Δe Endring i porettall ved konsolidering, Δe=e_{vol}(1+e₀) hvor det er antatt ρ_s=2.75 g/cm³
- ρ_s Korndensitet
- σ_c' Prekonsolideringsspenning
- OCR Overkonsolideringsgrad, OCR=σ_c'/σ_{vo}'
- u₀ Poretrykk
- S_r Metningsgrad
- c_{uc} Udrenert aktiv skjærfasthet
- c_{ue} Udrenert passiv skjærfasthet
- c_{ufc} Udrenert skjærfasthet, konusforsøk
- c_{urfc} Omrørt skjærfasthet

BEDØMMELSE AV PRØVEKVALITET - volumtøyning (Andresen & Strandvik, 1979)

| OCR | Dybde | Perfekt kvalitet | Akseptabel kvalitet | Forstyrret kvalitet |
|------------------------------------|--------|--------------------|----------------------|---------------------|
| σ _c '/σ _{vo} ' | z | ε _{vol} < | < ε _{vol} < | ε _{vol} > |
| [-] | [m] | [%] | [%] | [%] |
| 1,0 - 1,2 | 0 - 10 | 3.00 | 3,00 - 5,00 | 5.00 |
| 1,2 - 1,5 | 0 - 10 | 2.00 | 2,00 - 4,00 | 4.00 |
| 1,5 - 2,0 | 0 - 10 | 1.50 | 1,50 - 3,50 | 3.50 |
| 2,0 - 3,0 | 0 - 10 | 1.00 | 1,00 - 3,00 | 3.00 |
| 3,0 - 8,0 | 0 - 10 | 0.50 | 0,50 - 1,00 | 1.00 |

BEDØMMELSE AV PRØVEKVALITET - porettallsendring Δe (Lunne m.fl. 1996)

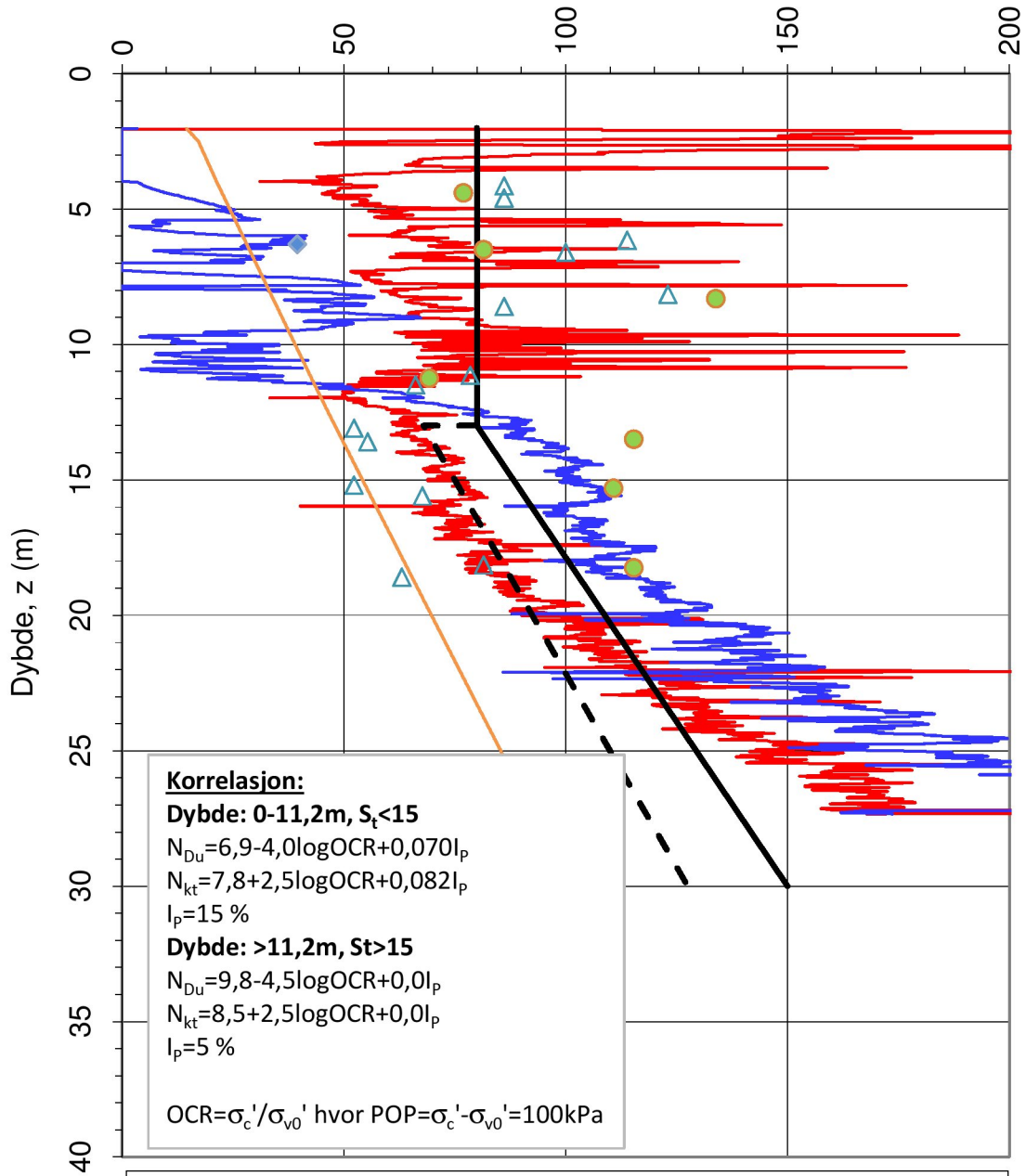
| OCR | Meget god kvalitet | God kvalitet | Dårlig kvalitet | Meget dårlig kvalitet |
|------------------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| σ _c '/σ _{vo} ' | Δe/e ₀ < | < Δe/e ₀ < | < Δe/e ₀ < | Δe/e ₀ > |
| [-] | [-] | [-] | [-] | [-] |
| 1 - 2 | 0.04 | 0,04 - 0,07 | 0,07 - 0,14 | 0.14 |
| 2 - 4 | 0.03 | 0,03 - 0,05 | 0,05 - 0,10 | 0.10 |

Vedlegg G

**Tolkede parametre for C_{uA} , σ_c og OCR for utførte
CPTU-sonderinger i BP. 31C, BP.36 og BP.41**

(12 sider)

Udrenert skjærfasthet, s_{uA} (kN/m²)



- s_{uA} , $N_{kt} = f(St, OCR, I_p)$
- s_{uA} , $N_{Du} = f(St, OCR, I_p)$
- s_u , NC , $a(p_o' + a)$
- s_{ue} , enaks
- s_{uA} , designlinje
- △ s_{uk} , konus
- ◆ s_{utc} , treaks
- - s_{uA} , designlinje - 15%

Sensitivitetsvalg:

St < 15

α_c valgt:

0.3

$$N_{kt} = (7.8 + 2.5 \log OCR + 0.082 I_p)$$

$$N_{Du} = (6.9 - 4 \log OCR + 0.07 I_p)$$

$$N_{ke} = (11.5 - 9.05 B_q)$$

Oppdragsgiver:

Stjørdal kommune

Oppdrag:

Bergkunstmuseet, Hegra

Tegningens filnavn:

413839-CPTU BP.31C

Aktiv udrenert skjærfasthet s_{uA} , korrelert mot S_t , OCR og I_p .

Multiconsult

CPTU id.:

BP. 31C

Sonde:

4672

MULTICONSULT AS

Dato:

19.05.2014

Tegnet:

anks

Kontrollert:

ros

Godkjent:

arv

Oppdrag nr.:

413839

Tegning nr.:

RIG-TEG-042.6

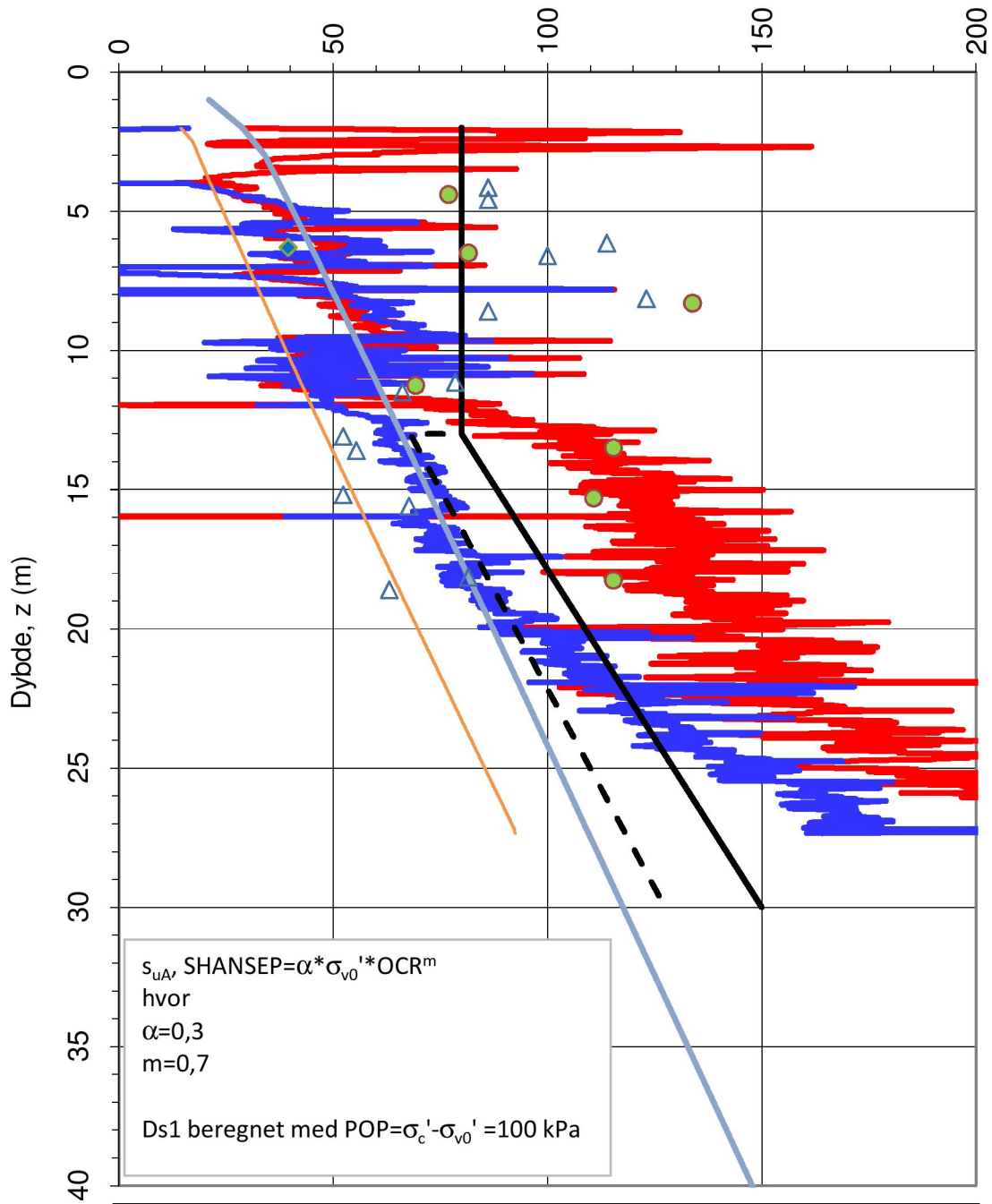
Versjon:

28.11.2013

Revisjon:

01

Udrenert skjærfasthet, s_{uA} (kN/m²)



N_{kt} : (18,7-12,5 B_q)

α_c valgt: 0.3

N_{du} : (1,8+7,25 B_q)

Referansemetode: Karlsrud et al. (1996)

Oppdragsgiver:

Stjørdal kommune

Oppdrag:

Bergkunstmuseet, Hegra

Tegningens filnavn:

413839-CPTU BP.31C

Aktiv udrenert skjærfasthet s_{uA} , verdier fra SHANSEP-analyse.

Multiconsult

CPTU id.:

BP. 31C

Sonde:

4672

MULTICONSULT AS

Dato:

19.05.2014

Tegnet:

anks

Kontrollert:

ros

Godkjent:

arv

Oppdrag nr.:

413839

Tegning nr.:

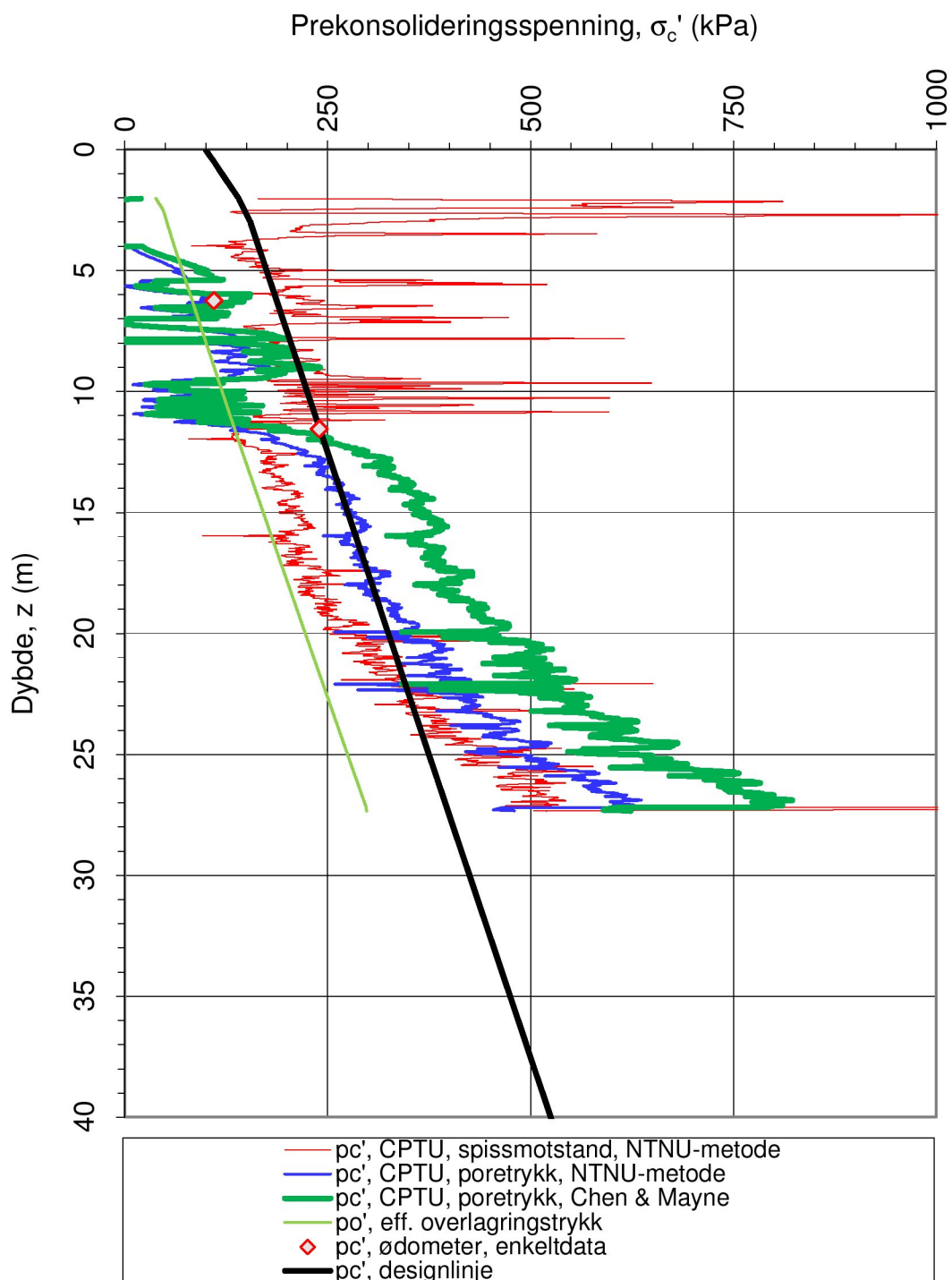
RIG-TEG-042.7

Versjon:

28.11.2013

Revisjon:

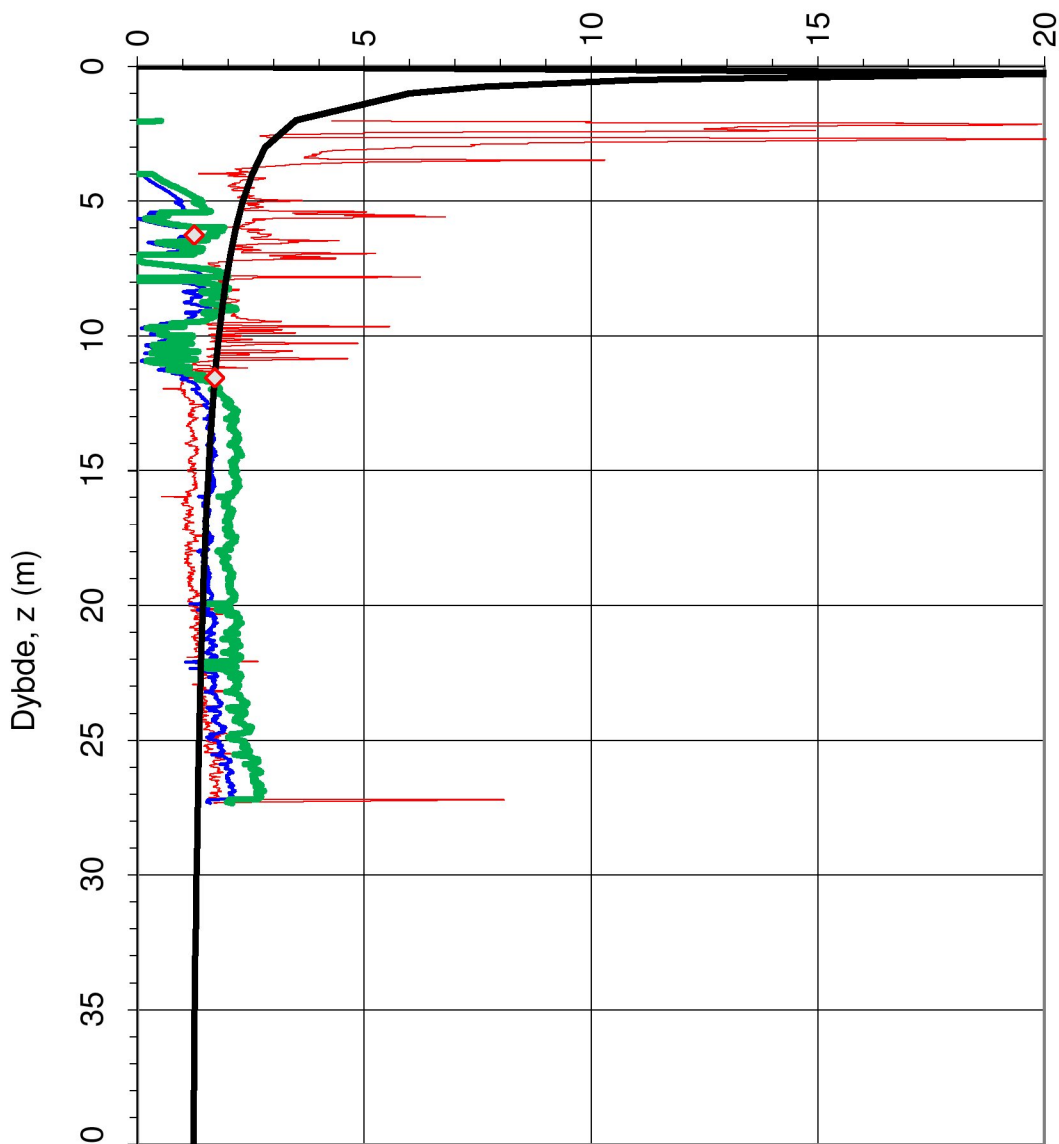
01



Referansemetoder 1 og 2: NTNU Senneset, Sandven & Janbu (1989)
Referansemetode 3: Chen & Mayne (1996)

| | | | | |
|---|------------------------|---|------------------------|---|
| Oppdragsgiver: Stjørdal kommune | | Oppdrag: Bergkunstmuseet, Hegra | | Tegningens filnavn: 413839-CPTU BP.31C |
| Prekonsolideringsspenning σ_c' . | | | | Multiconsult |
| CPTU id.: | BP. 31C | Sonde: | 4672 | |
| MULTICONSULT AS | Dato: 01.04.2014 | Tegnet: anks | Kontrollert: ros | Godkjent: arv |
| | Oppdrag nr.: 413839 | Tegning nr.: RIG-TEG-042.8 | Versjon: 28.11.2013 | Revisjon: 0 |

Prekonsolideringsforhold, $OCR = \sigma'_c / \sigma'_{vo}$ (-)

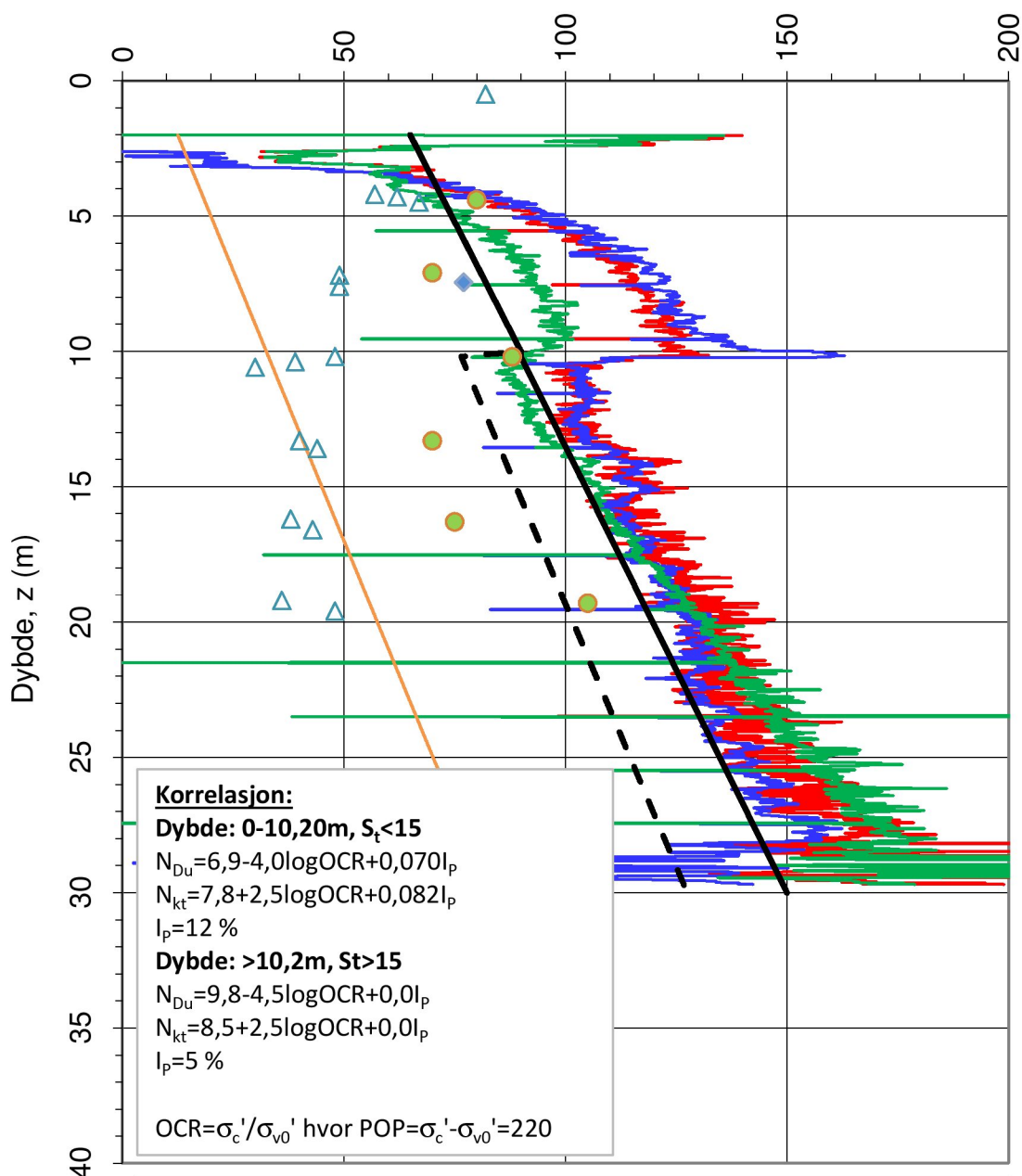


- OCR, CPTU, spissmotstand, NTNU-metode
- OCR, CPTU, poretrykk, NTNU-metode
- OCR, CPTU, poretrykk, Chen & Mayne
- ◊ OCR, ødometer, enkeltdata
- OCR, ødometer, funksjon
- OCR, designlinje

Referansemetoder 1 og 2: NTNU Senneset, Sandven & Janbu (1989)
 Referansemetode 3: Chen & Mayne (1996)

| | | | | |
|---|------------------------|---|------------------------|---|
| Oppdragsgiver: Stjørdal kommune | | Oppdrag: Bergkunstmuseet, Hegra | | Tegningens filnavn: 413839-CPTU BP.31C |
| Overkonsolideringsforhold, $OCR = \sigma'_c / \sigma'_{vo}$: | | | | Multiconsult |
| CPTU id.: | BP. 31C | Sonde: | 4672 | |
| MULTICONSULT AS | Dato: 01.04.2014 | Tegnet: anks | Kontrollert: ros | Godkjent: arv |
| | Oppdrag nr.: 413839 | Tegning nr.: RIG-TEG-042.9 | Versjon: 28.11.2013 | Revisjon: 0 |

Udrenert skjærfasthet, s_{uA} (kN/m²)



- suA, $N_{kt} = f(St, OCR, I_p)$
- suA, $N_{ke} = f(St, OCR, I_p)$
- suA, $N_{du} = f(St, OCR, I_p)$
- su, NC, $a(p_o' + a)$
- △ suk, konus
- ◆ sutc, treaks
- sue, enaks
- suA, designlinje
- - - suA, designlinje -15%

Sensitivetsvalg:

St < 15

α_c valgt:

0.25

$$N_{kt} = (7.8 + 2.5 \log OCR + 0.082 I_p)$$

$$N_{Du} = (6.9 - 4 \log OCR + 0.07 I_p)$$

$$N_{ke} = (11.5 - 9.05 B_q)$$

Oppdragsgiver:

Stjørdal kommune

Oppdrag:

Bergkunstmuséet, Hegra

Tegningens filnavn:

CPTU_BP.36.xlsx

Aktiv udrenert skjærfasthet s_{uA} , korrelert mot S_t , OCR og I_p .

Multiconsult

CPTU id.:

BP. 36

Sonde:

4446

MULTICONSULT AS

Dato:

01.04.2014

Tegnet:

anks

Kontrollert:

ros

Godkjent:

arv

Oppdrag nr.:

413839

Tegning nr.:

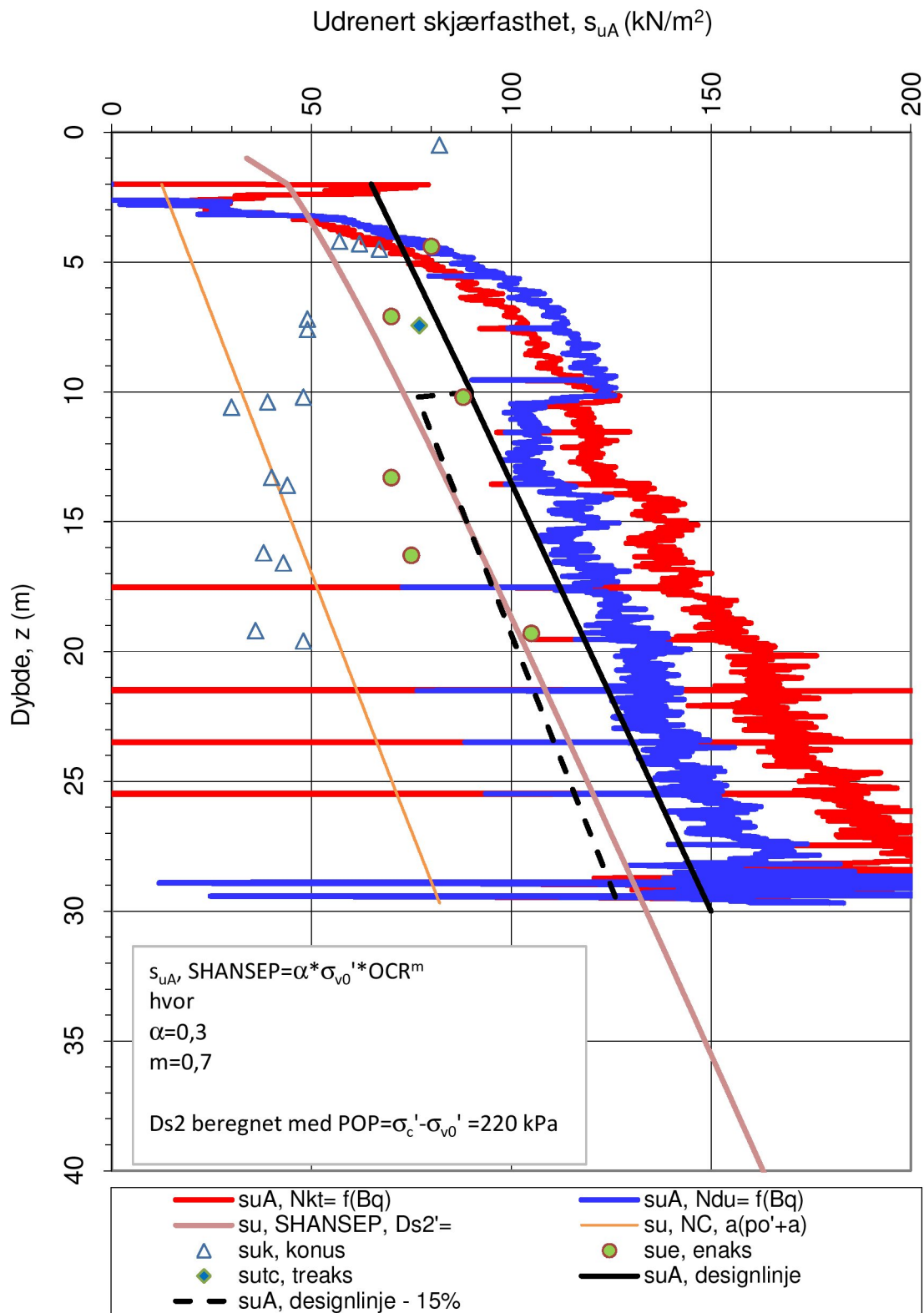
RIG-TEG-043.6

Versjon:

28.11.2013

Revisjon:

0



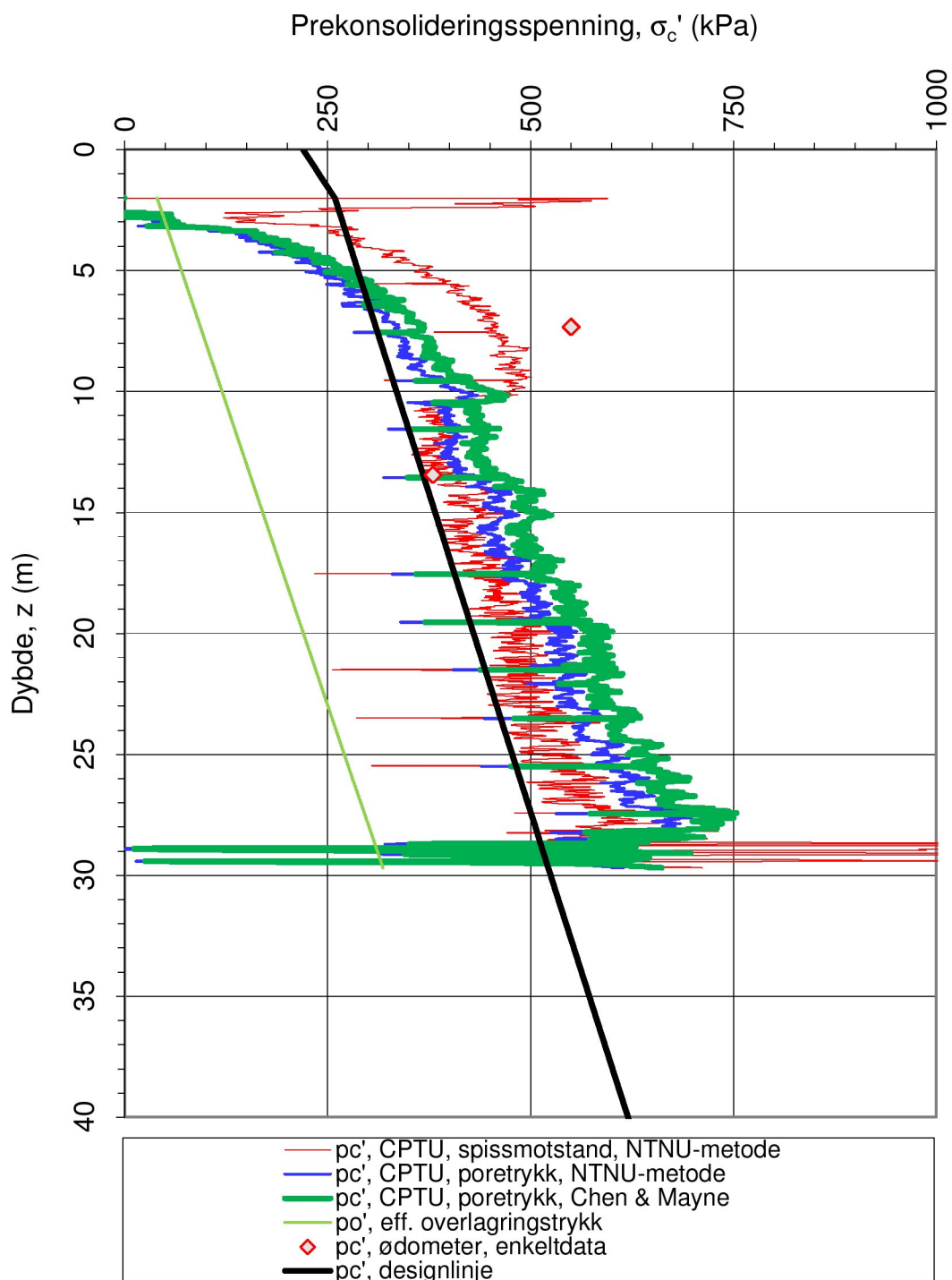
N_{kt} : (18,7-12,5 B_q)

α_c valgt: 0.25

N_{Du} : (1,8+7,25 B_q)

Referansemetode: Karlsrud et al. (1996)

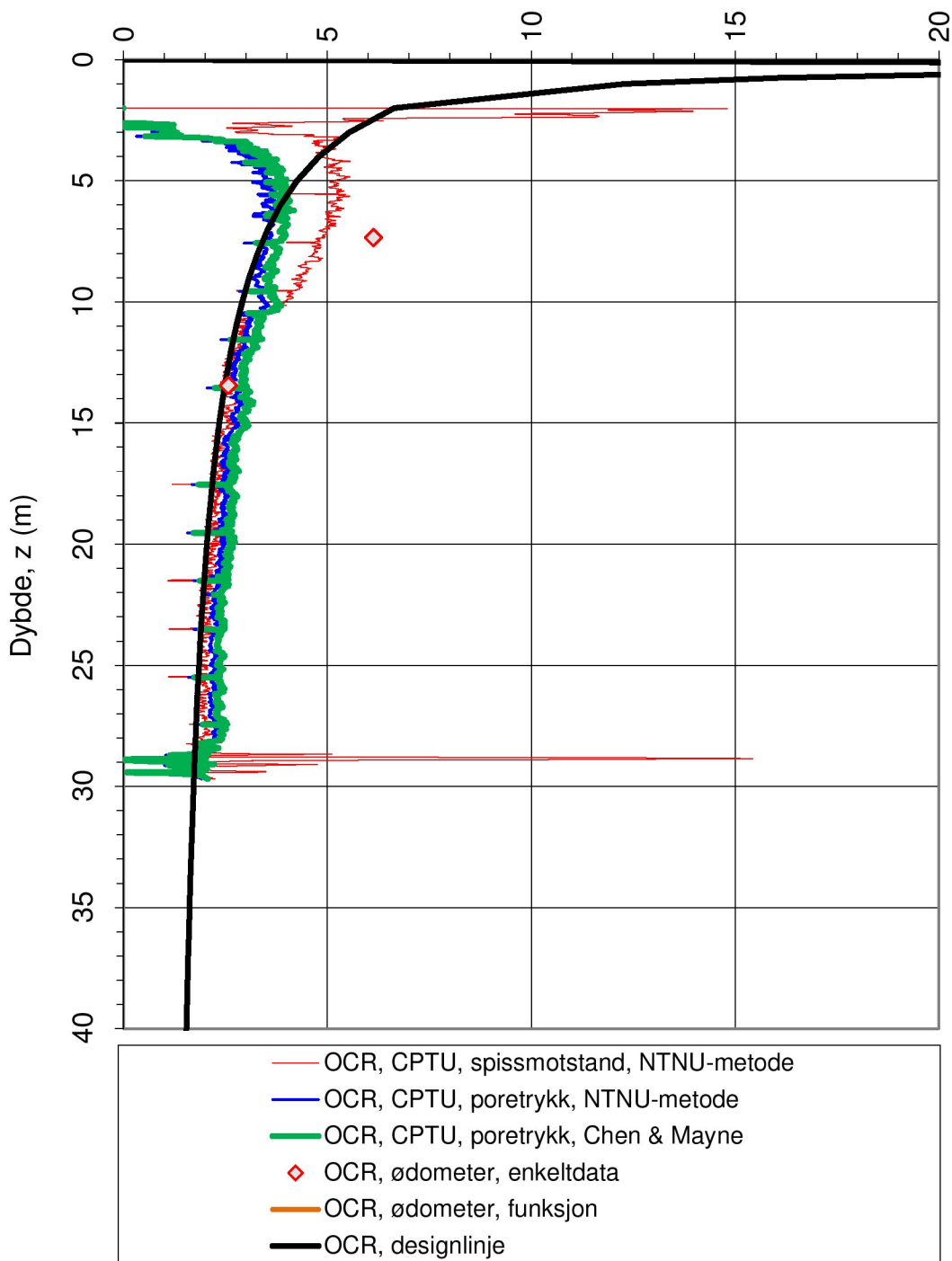
| | | | | | |
|---|------------------------|---|------------------------|--|--|
| Oppdragsgiver: Stjørdal kommune | | Oppdrag: Bergkunstmuséet, Hegra | | Tegningens filnavn: CPTU_BP.36.xlsx | |
| Aktiv udrenert skjærfasthet s_{uA} , verdier fra SHANSEP-analyse. | | | | | |
| CPTU id.: | BP. 36 | Sonde: | 4446 | Multiconsult | |
| MULTICONSULT AS | Dato: 01.04.2014 | Tegnet: anks | Kontrollert: ros | | |
| | Oppdrag nr.: 413839 | Tegning nr.: RIG-TEG-043.7 | Versjon: 28.11.2013 | Revisjon: 0 | |



Referansemetoder 1 og 2: NTNU Senneset, Sandven & Janbu (1989)
Referansemetode 3: Chen & Mayne (1996)

| | | | | |
|---|------------------------|---|------------------------|--|
| Oppdragsgiver: Stjørdal kommune | | Oppdrag: Bergkunstmuséet, Hegra | | Tegningens filnavn: CPTU_BP.36.xlsx |
| Prekonsolideringsspenning σ_c' . | | | | Multiconsult |
| CPTU id.: | BP. 36 | Sonde: | 4446 | |
| MULTICONSULT AS | Dato: 01.04.2014 | Tegnet: anks | Kontrollert: ros | Godkjent: arv |
| | Oppdrag nr.: 413839 | Tegning nr.: RIG-TEG-043.8 | Versjon: 28.11.2013 | Revisjon: 0 |

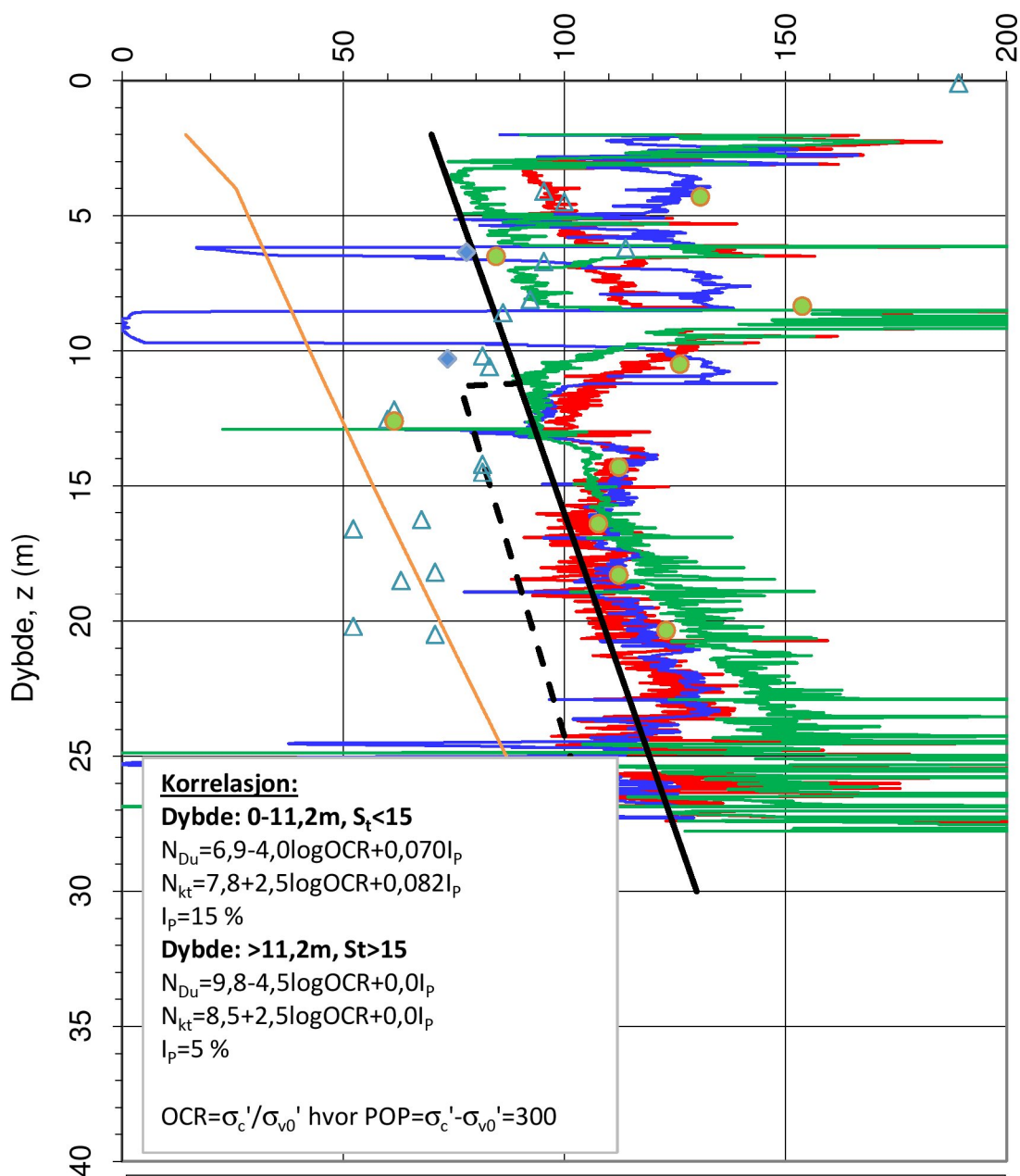
Prekonsolideringsforhold, $OCR = \sigma'_c / \sigma'_{vo}$ (-)



Referansemetoder 1 og 2: NTNU Senneset, Sandven & Janbu (1989)
 Referansemetode 3: Chen & Mayne (1996)

| | | | | |
|---|------------------------|---|------------------------|--|
| Oppdragsgiver: Stjørdal kommune | | Oppdrag: Bergkunstmuséet, Hegra | | Tegningens filnavn: CPTU_BP.36.xlsx |
| Overkonsolideringsforhold, $OCR = \sigma'_c / \sigma'_{vo}$: | | | | Multiconsult |
| CPTU id.: | BP. 36 | Sonde: | 4446 | |
| MULTICONSULT AS | Dato: 01.04.2014 | Tegnet: anks | Kontrollert: ros | Godkjent: arv |
| | Oppdrag nr.: 413839 | Tegning nr.: RIG-TEG-043.9 | Versjon: 28.11.2013 | Revisjon: 0 |

Udrenert skjærfasthet, s_{uA} (kN/m²)



Korrelasjon:

Dybde: 0-11,2m, $S_t < 15$

$$N_{Du} = 6,9 - 4,0 \log OCR + 0,070 I_p$$

$$N_{kt} = 7,8 + 2,5 \log OCR + 0,082 I_p$$

$$I_p = 15 \%$$

Dybde: >11,2m, $S_t > 15$

$$N_{Du} = 9,8 - 4,5 \log OCR + 0,0 I_p$$

$$N_{kt} = 8,5 + 2,5 \log OCR + 0,0 I_p$$

$$I_p = 5 \%$$

$$OCR = \sigma'_c / \sigma'_{v0} \text{ hvor } POP = \sigma'_c - \sigma'_{v0} = 300$$

- s_{uA} , $N_{kt} = f(S_t, OCR, I_p)$
- s_{uA} , $N_{ke} = f(S_t, OCR, I_p)$
- s_{uA} , $N_{Du} = f(S_t, OCR, I_p)$
- s_u , NC, $a(p\sigma'_v + a)$
- △ s_{uk} , konus
- ◇ s_{utc} , treaks
- s_{ue} , enaks
- - - s_{uA} , designlinje -15%
- s_{uA} , designlinje

Sensitivitetsvalg:

$S_t < 15$

α_c valgt:

0.3

$$N_{kt} = (7.8 + 2.5 \log OCR + 0.082 I_p)$$

$$N_{Du} = (6.9 - 4 \log OCR + 0.07 I_p)$$

$$N_{ke} = (11.5 - 9.05 B_q)$$

Oppdragsgiver:

Stjørdal kommune

Oppdrag:

Bergkunstmuséet

Tegningens filnavn:

CPTU_BP.41.xlsx

Aktiv udrenert skjærfasthet s_{uA} , korrelert mot S_t , OCR og I_p .

Multiconsult

CPTU id.:

BP. 41

Sonde:

4446

MULTICONSULT AS

Dato:

01.04.2014

Tegnet:

anks

Kontrollert:

ros

Godkjent:

arv

Oppdrag nr.:

413839

Tegning nr.:

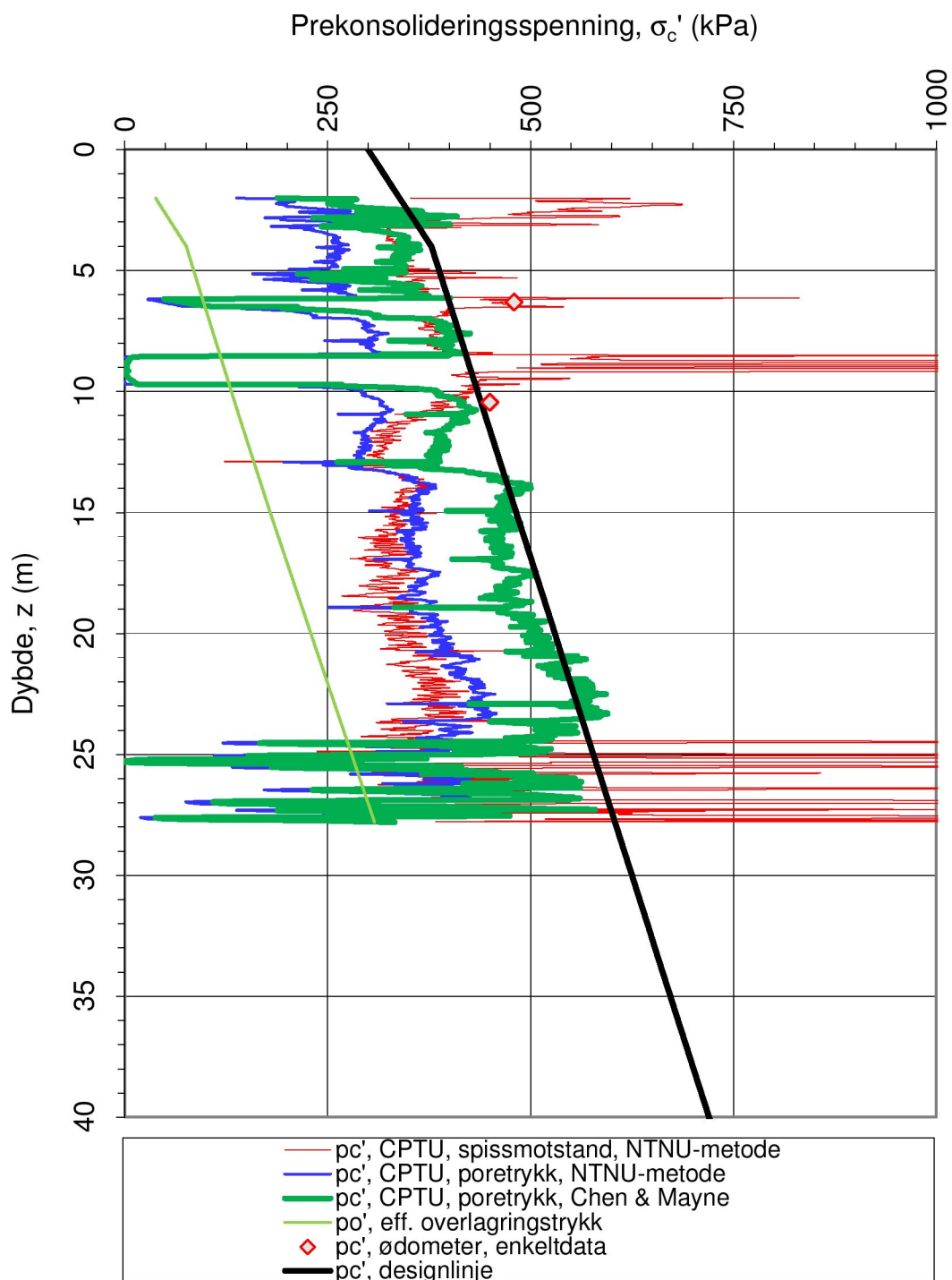
RIG-TEG-044.6

Versjon:

28.11.2013

Revisjon:

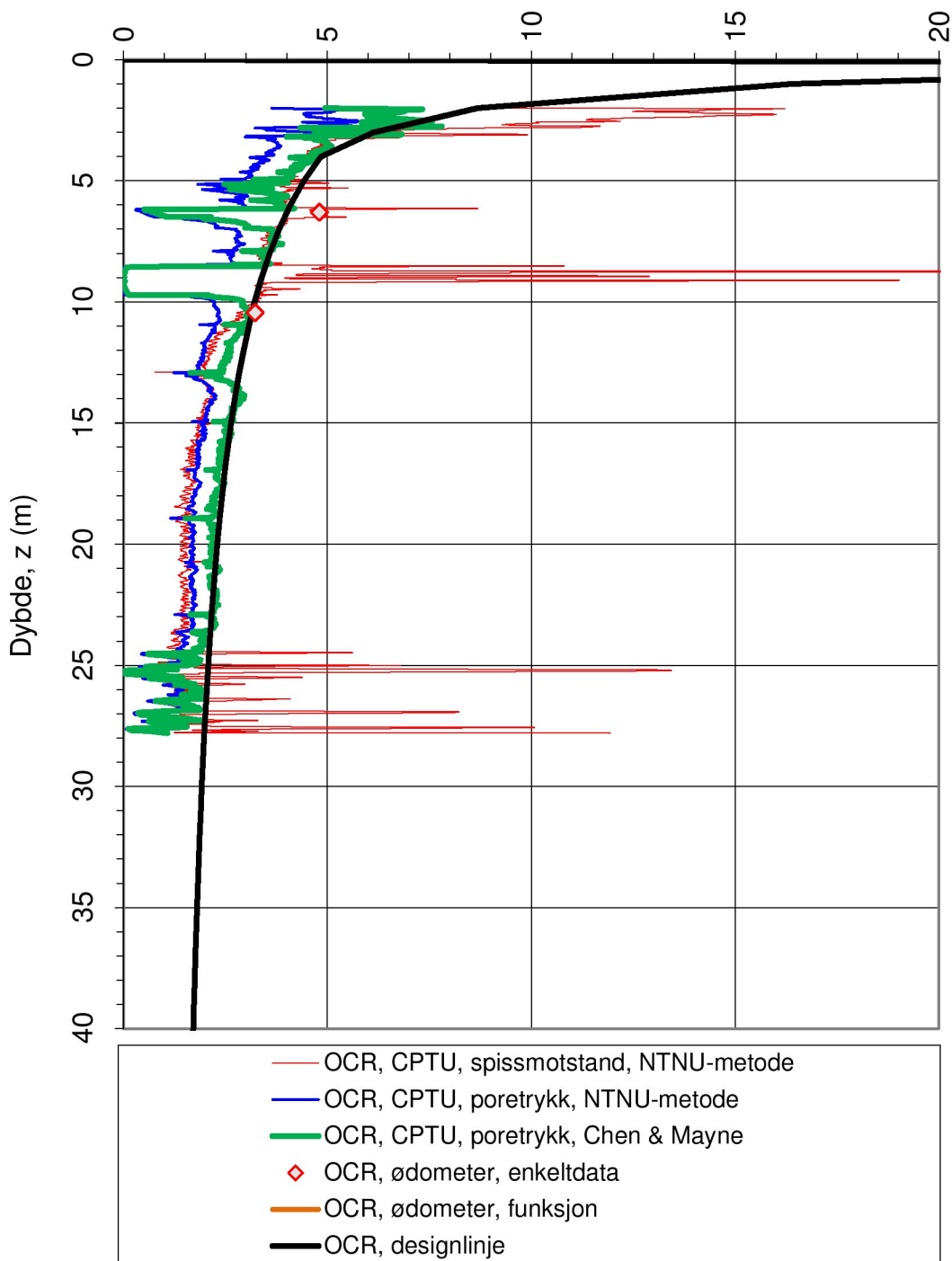
0



Referansemetoder 1 og 2: NTNU Senneset, Sandven & Janbu (1989)
Referansemetode 3: Chen & Mayne (1996)

| | | | | |
|---|------------------------|------------------------------------|------------------------|--|
| Oppdragsgiver: Stjørdal kommune | | Oppdrag: Bergkunstmuséet | | Tegningens filnavn: CPTU_BP.41.xlsx |
| Prekonsolideringsspenning σ_c' . | | | | Multiconsult |
| CPTU id.: | BP. 41 | Sonde: | 4446 | |
| MULTICONSULT AS | Dato: 01.04.2014 | Tegnet: anks | Kontrollert: ros | Godkjent: arv |
| | Oppdrag nr.: 413839 | Tegning nr.: RIG-TEG-044.8 | Versjon: 28.11.2013 | Revisjon: 0 |

Prekonsolideringsforhold, $OCR = \sigma'_c / \sigma'_{vo}$ (-)



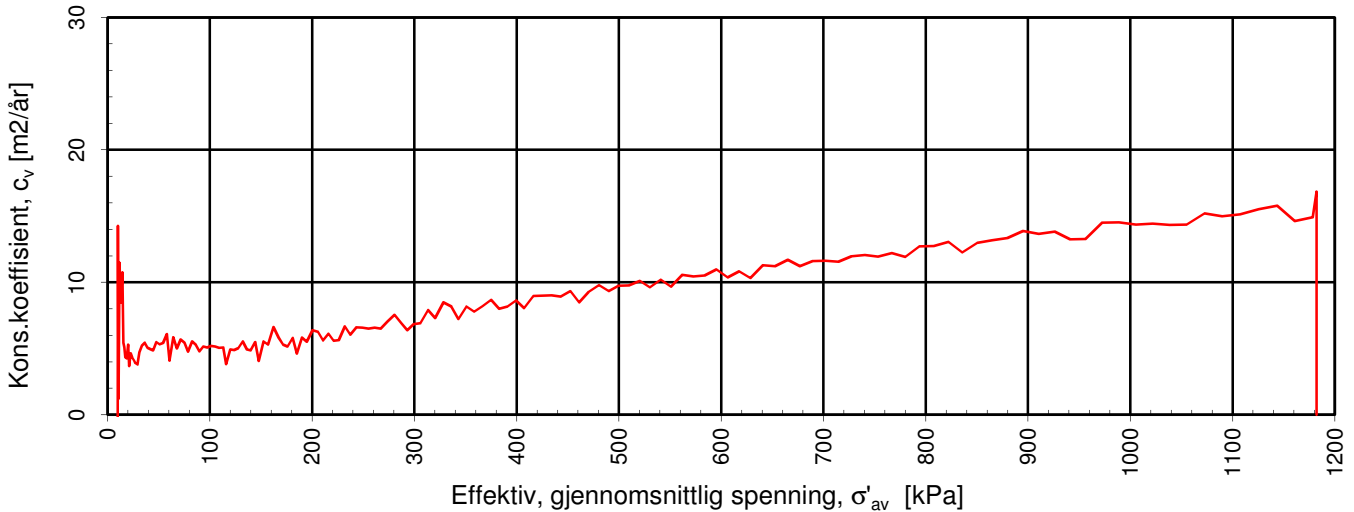
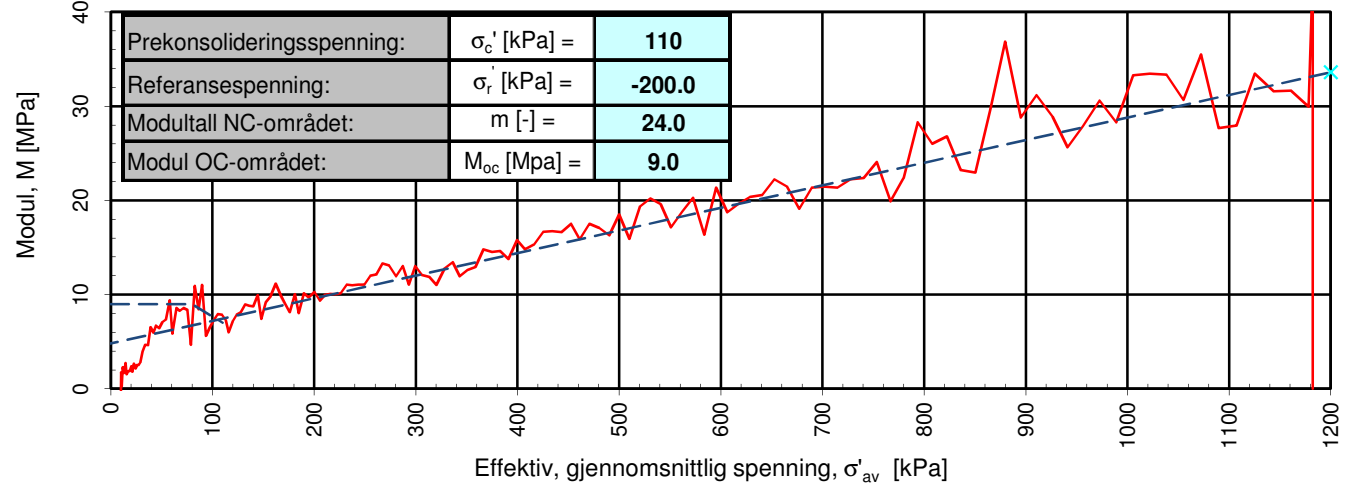
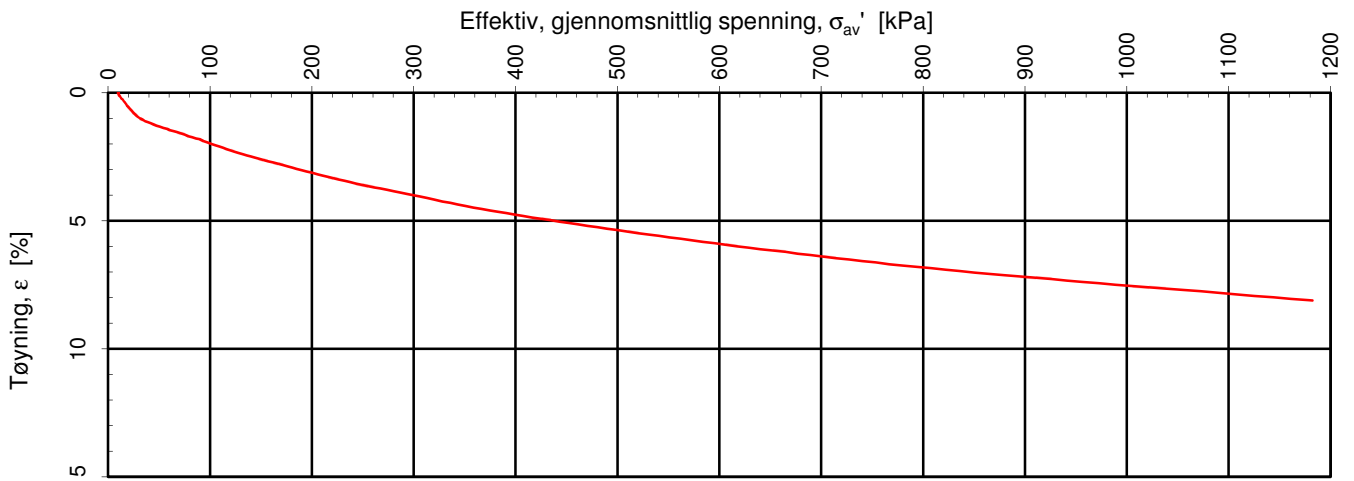
Referansemetoder 1 og 2: NTNU Senneset, Sandven & Janbu (1989)
 Referansemetode 3: Chen & Mayne (1996)

| | | | | |
|---|------------------------|------------------------------------|------------------------|--|
| Oppdragsgiver: Stjørdal kommune | | Oppdrag: Bergkunstmuséet | | Tegningens filnavn: CPTU_BP.41.xlsx |
| Overkonsolideringsforhold, $OCR = \sigma'_c / \sigma'_{vo}$: | | | | Multiconsult |
| CPTU id.: | BP. 41 | Sonde: | 4446 | |
| MULTICONSULT AS | Dato: 01.04.2014 | Tegnet: anks | Kontrollert: ros | Godkjent: arv |
| | Oppdrag nr.: 413839 | Tegning nr.: RIG-TEG-044.9 | Versjon: 28.11.2013 | Revisjon: 0 |

Vedlegg H

**Tolkede parametre av kontinuerlige ødometerforsøk
fra BP.31, BP.36 og BP.41**

(6 sider)



Densitet ρ (g/cm³): **2.01**
 Vanninnhold w (%): **27.44**

Effektivt overlagingstrykk, σ'_{vo} (kPa): **72.50**

Stjørdal kommune
Bergkunstmuséet Hegra

Tegningens filnavn:
 413839-RIG-TEG-075-h31,d6,25.xlsx

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Tolkning: σ'_{av} - ϵ_a , M og c_v .

Multiconsult

Multiconsult
 Sluppenvegen 23,
 7486 TRONDHEIM
 Tlf.: 73 10 62 00

Forsøksdato:
 10.01.2014

Dybde, z (m):
 6.25

Borpunkt nr.:
 31

Forsøknr.:
 1

Tegnet av:
 kjt

Kontrollert:
 ros

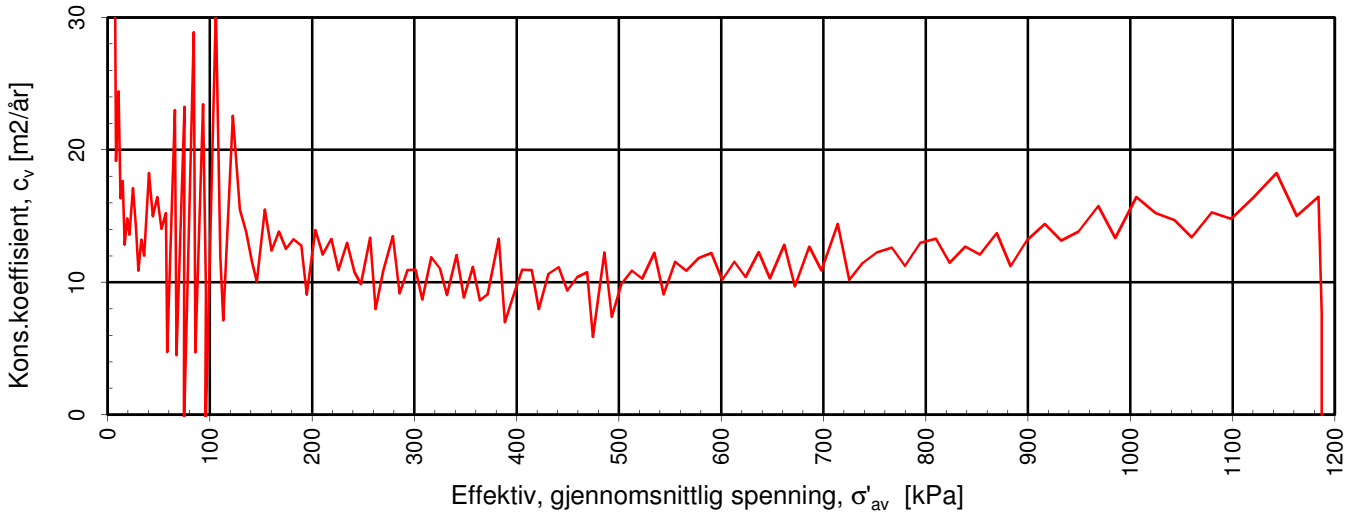
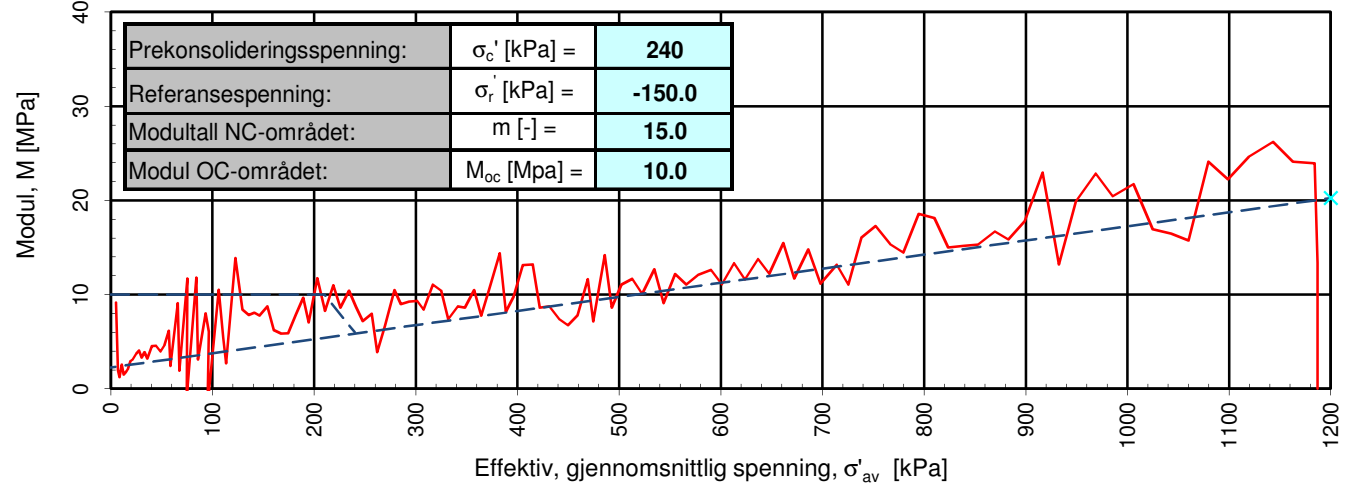
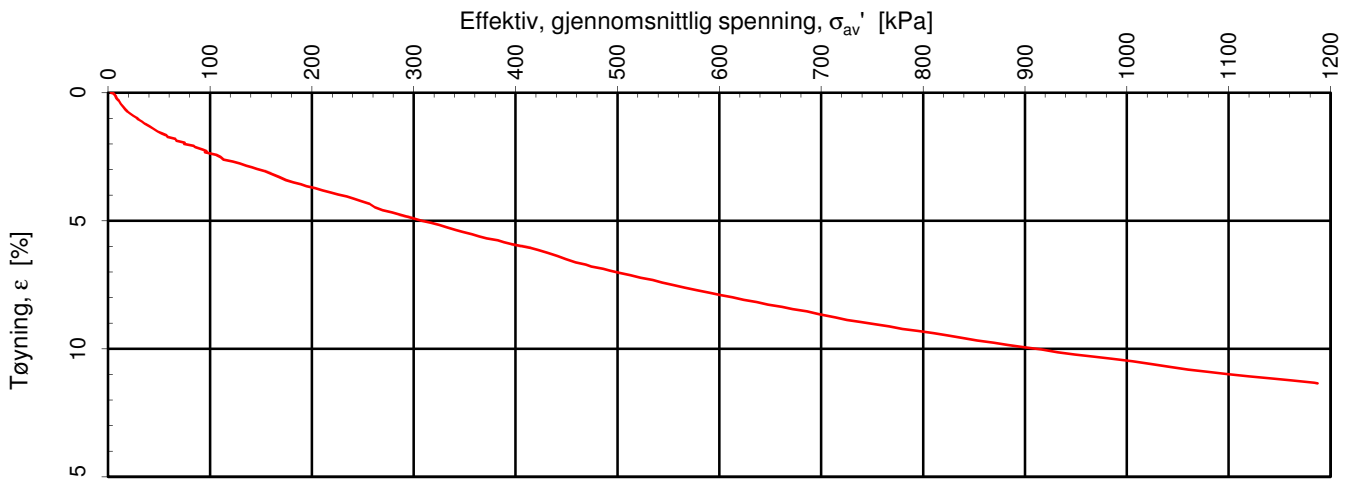
Godkjent:
 arv

Oppdrag nr.:
 413839

Tegning nr.:
 RIG-TEG-075.3

Prosedyre:
 CRS

Programrevisjon:
 11.12.2012



Densitet ρ (g/cm³): **2.01**
 Vanninnhold w (%): **25.34**

Effektivt overlagingstrykk, σ'_{vo} (kPa): **122.04**

Stjørdal kommune
Bergkunstmuséet, Hegra

Tegningens filnavn:
 413839-RIG-TEG-076-h31,d11.55.xlsx

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Tolkning: σ'_{av} - ϵ_a , M og c_v .

Multiconsult

Multiconsult
 Sluppenvegen 23,
 7486 TRONDHEIM
 Tlf.: 73 10 62 00

Forsøksdato:
 09.01.2014

Dybde, z (m):
 11.55

Borpunkt nr.:
 31

Forsøksnr.:
 2

Tegnet av:
 kjt

Kontrollert:
 ros

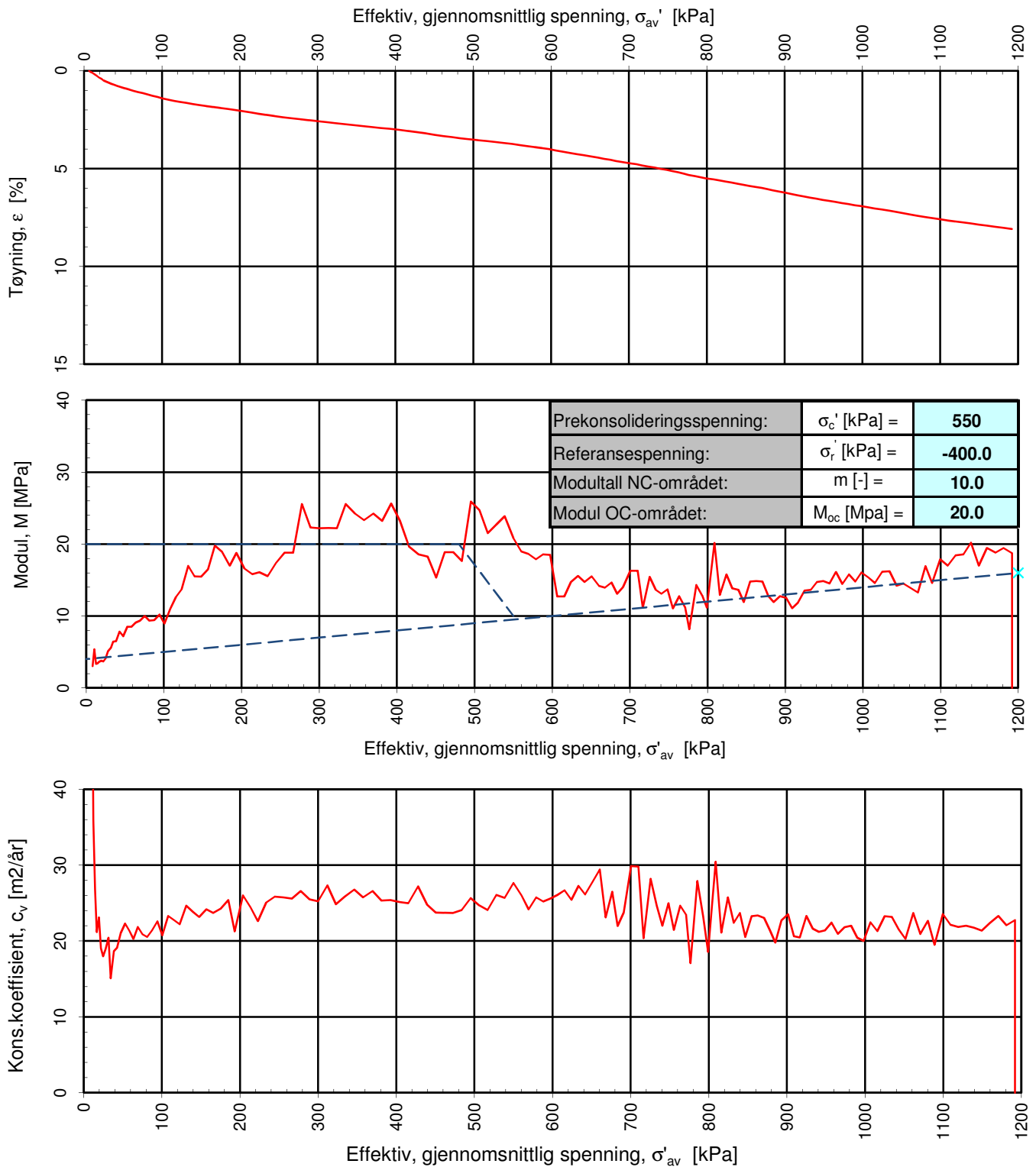
Godkjent:
 arv

Oppdrag nr.:
 413839

Tegning nr.:
 RIG-TEG-076.3

Prosedyre:
 CRS

Programrevisjon:
 11.12.2012



Densitet ρ (g/cm³):
Vanninnhold w (%):

2.02
26.64

Effektivt overlagingstrykk, σ'_{vo} (kPa):

83.40

Stjørdal kommune
Bergkunstmuséet, Hegra

Tegningens filnavn:

413839-RIG-TEG-077-h36,d7,34.xlsx

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Tolkning: σ'_{av} - ε_a , M og c_v .

Multiconsult

Multiconsult
Sluppenvegen 23,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00

Forsøksdato:
03.01.2014

Dybde, z (m):
7.34

Borpunkt nr.:
36

Forsøknr.:
3

Tegnet av:
kjt

Kontrollert:
ros

Godkjent:

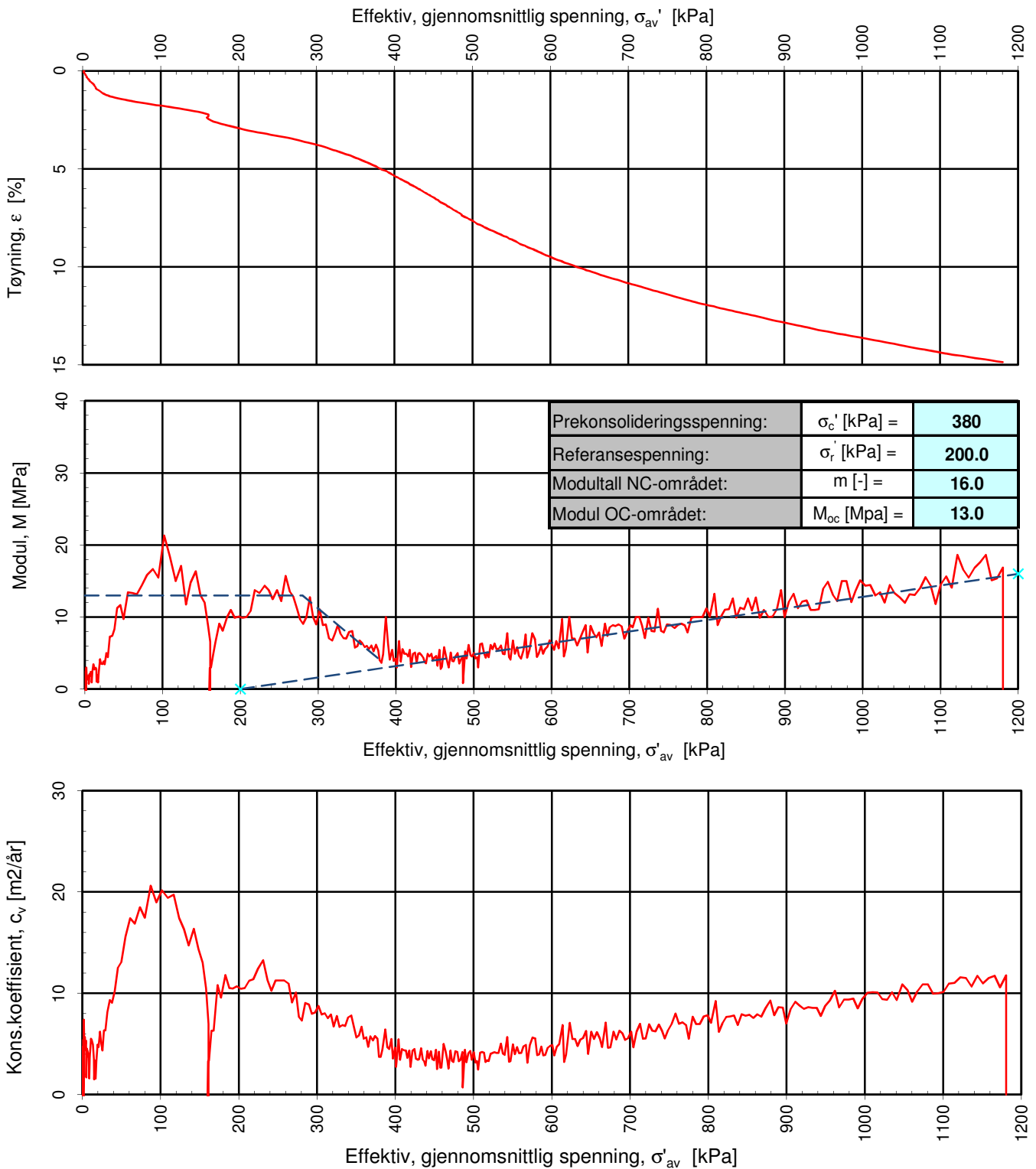
arv

Oppdrag nr.:
413839

Tegning nr.:
RIG-TEG-077.3

Prosedyre:
CRS

Programrevisjon:
11.12.2012



Densitet ρ (g/cm³): **2.04**
 Vanninnhold w (%): **28.86**

Effektivt overlagingstrykk, σ'_{vo} (kPa): **144.50**

Stjørdal kommune
Bergkunstmuséet, Hegra

Tegningens filnavn:
 413839-RIG-TEG-078-h36,d13,45.xlsx

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Tolkning: σ'_{av} - ε_a , M og c_v .

Multiconsult

Multiconsult
 Sluppenvegen 23,
 7486 TRONDHEIM
 Tlf.: 73 10 62 00

Forsøksdato:
 08.01.2014

Dybde, z (m):
 13.45

Borpunkt nr.:
 36

Forsøknr.:
 4

Tegnet av:
 kjt

Kontrollert:
 ros

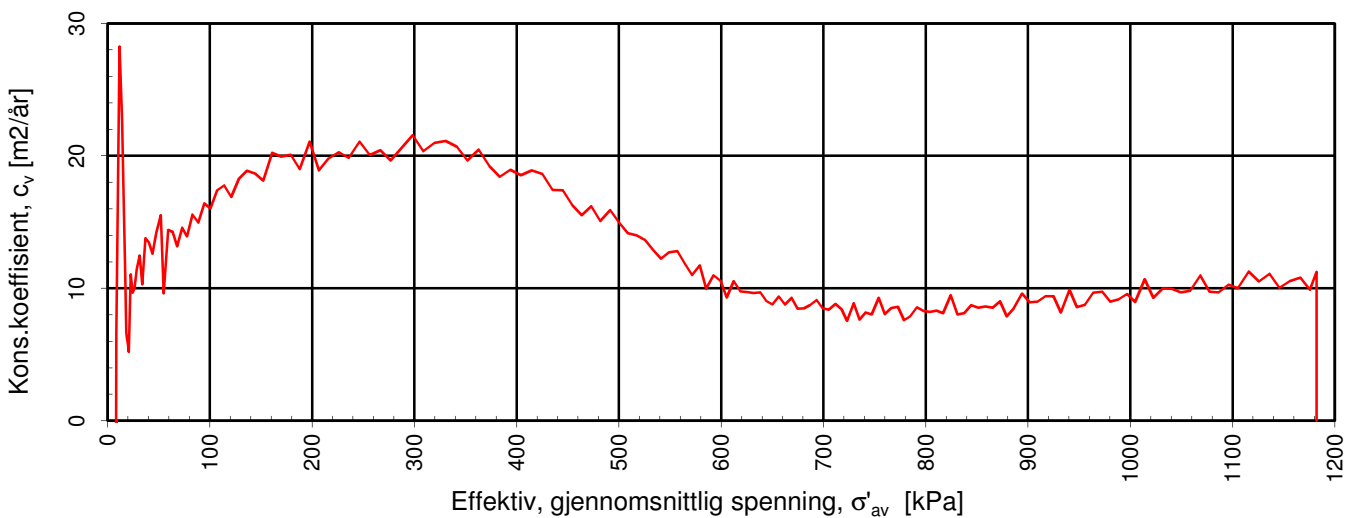
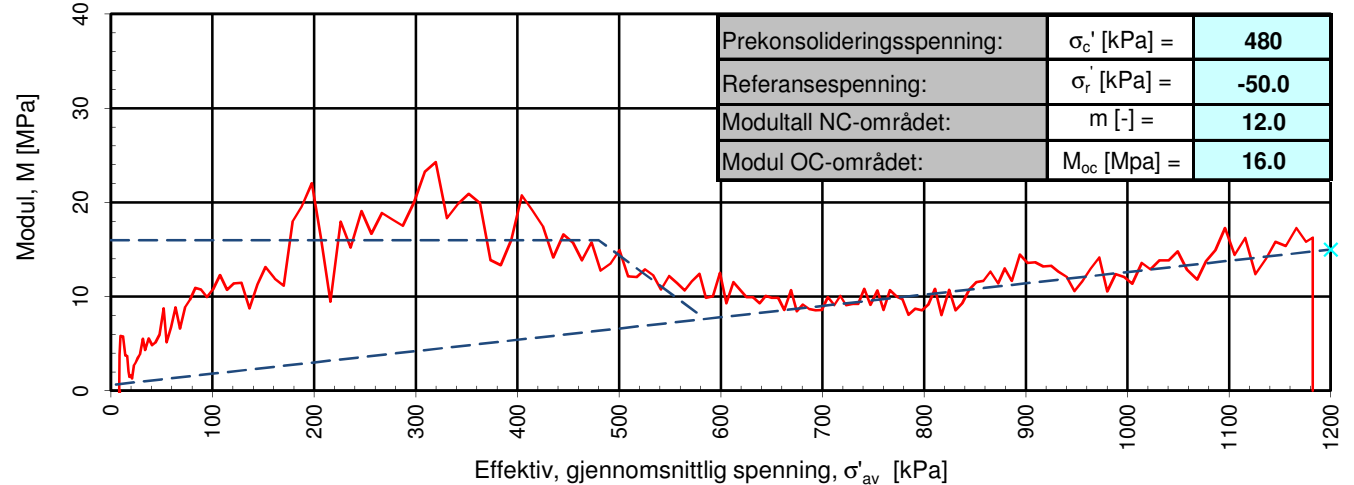
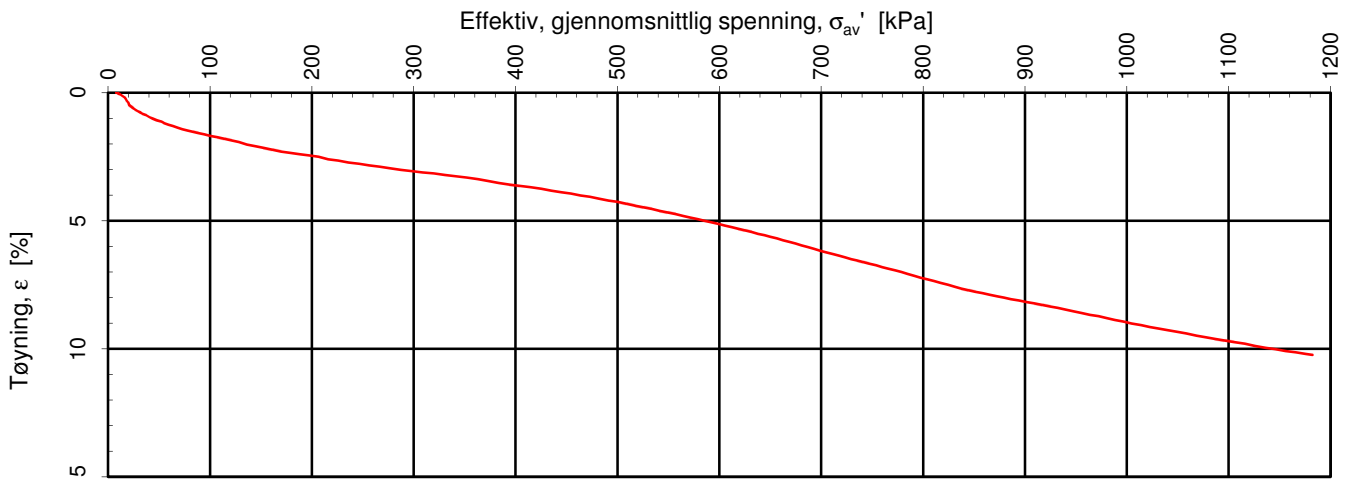
Godkjent:
 arv

Oppdrag nr.:
 413839

Tegning nr.:
 RIG-TEG-078.3

Prosedyre:
 CRS

Programrevisjon:
 11.12.2012



Densitet ρ (g/cm³): **1.95**
 Vanninnhold w (%): **32.50**
 Effektivt overlagingstrykk, σ'_{vo} (kPa): **73.00**

Stjørdal kommune
Bergkunstmuséet, Hegra

Tegningens filnavn:
 413839-RIG-TEG-079-h41,d6,30.xlsx

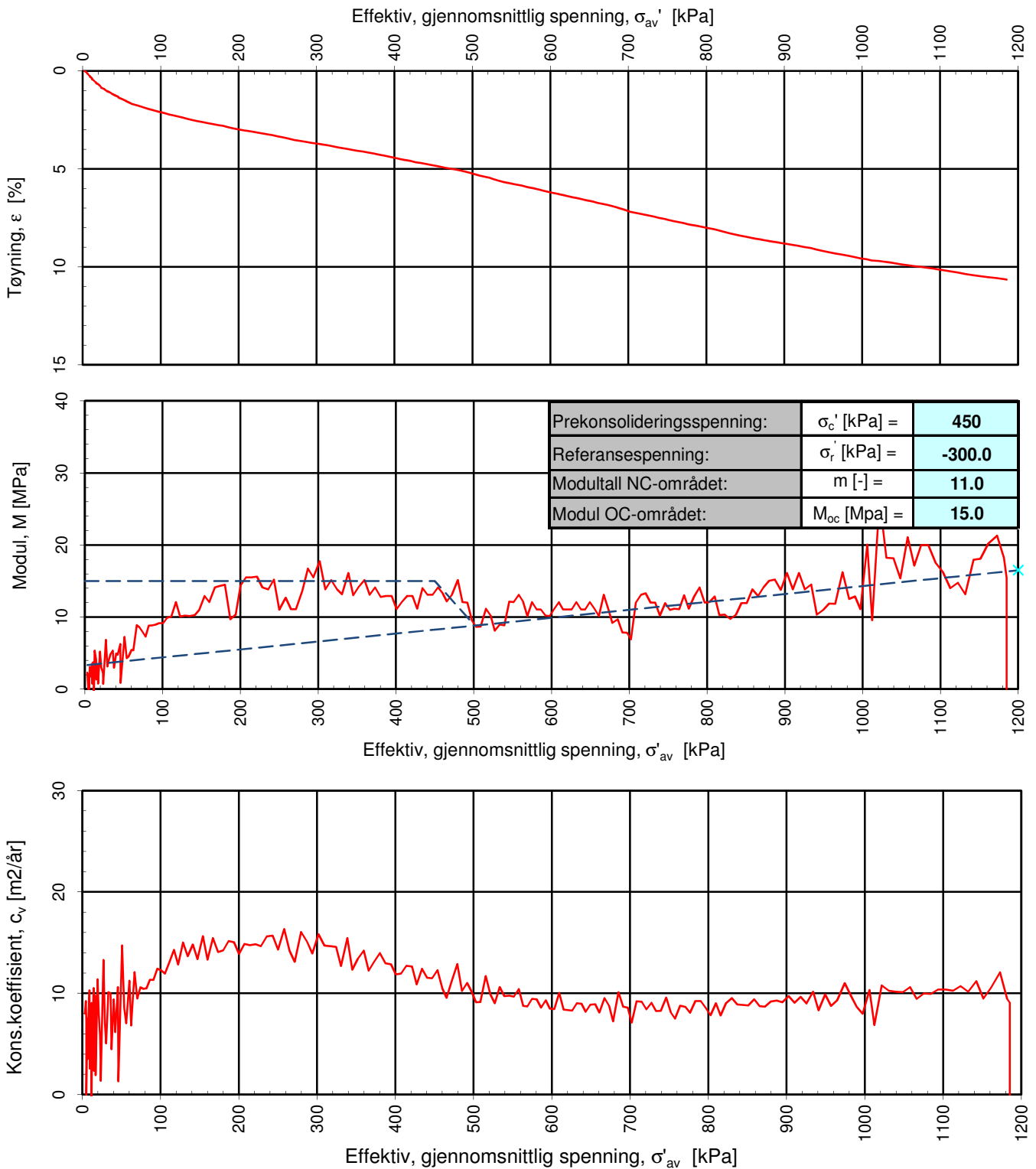
Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Tolkning: σ'_{av} - ϵ_a , M og c_v .

Multiconsult

Multiconsult
 Sluppenvegen 23,
 7486 TRONDHEIM
 Tlf.: 73 10 62 00

| | | |
|----------------------------|-------------------------------|---------------------|
| Forsøksdato: 19.12.2013 | Dybde, z (m): 6.30 | Borpunkt nr.: 41 |
| Forsøknr.: 5 | Tegnet av: kjt | Kontrollert: ros |
| Oppdrag nr.: 413839 | Tegning nr.: RIG-TEG-079.3 | Prosedyre: CRS |

Godkjent:
arv
 Programrevisjon:
11.12.2012



Densitet ρ (g/cm³): **1.98**
 Vanninnhold w (%): **29.60**

Effektivt overlagingstrykk, σ'_{vo} (kPa): **114.50**

Stjørdal Kommune
Bergkunstmuseet Hegra

Tegningens filnavn:
 413839-RIG-TEG-080-h41,d10.45.xlsx

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Tolkning: σ'_{av} - ε_a , M og c_v .

Multiconsult

Multiconsult
 Sluppenvegen 23,
 7486 TRONDHEIM
 Tlf.: 73 10 62 00
 Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:
 08.01.2014

Dybde, z (m):
 10.45

Borpunkt nr.:
 41

Forsøknr.:
 6

Tegnet av:
 kjt

Kontrollert:
 ros

Godkjent:
 arv

Oppdrag nr.:
 413839

Tegning nr.:
 RIG-TEG-080.3

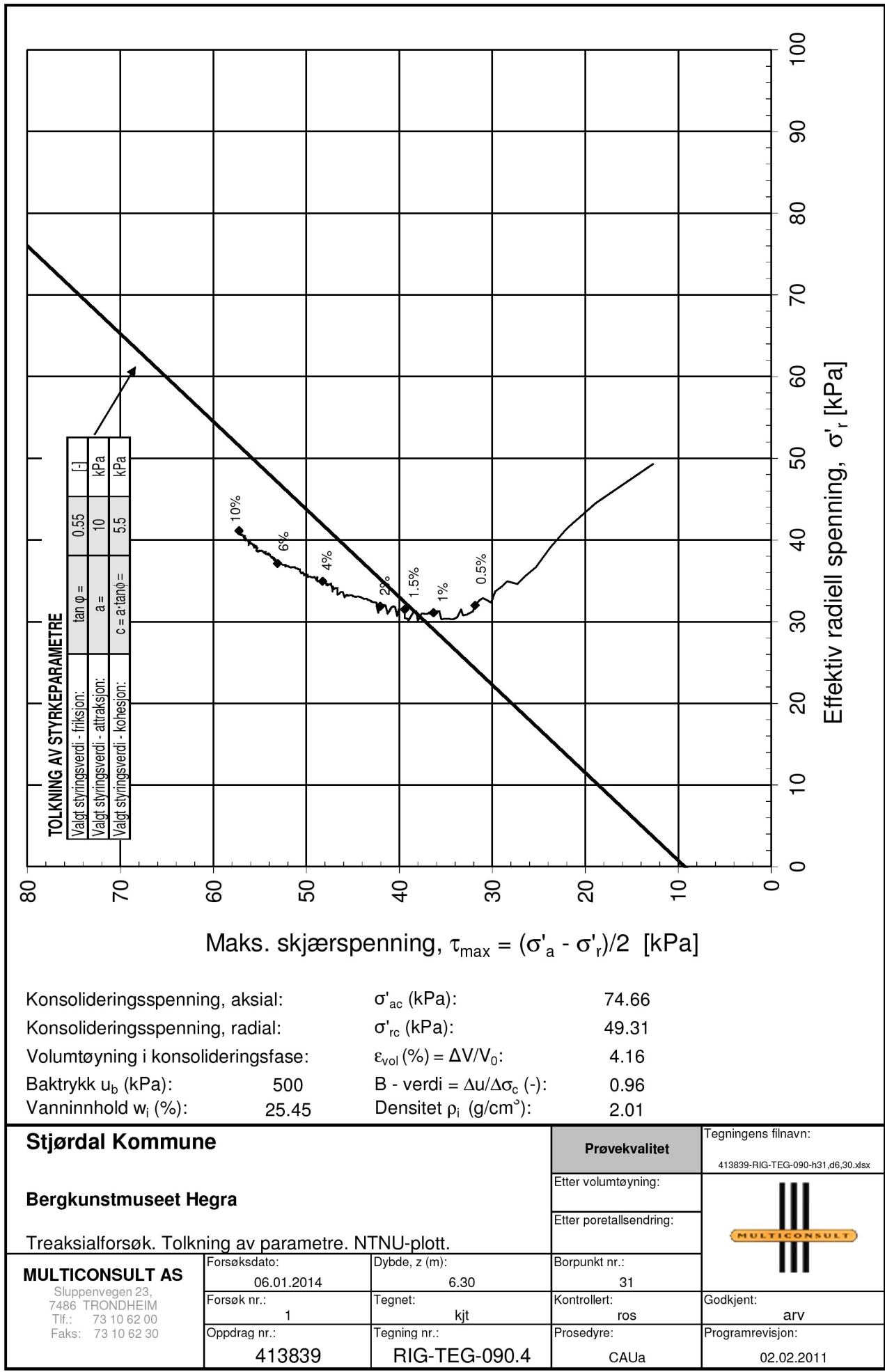
Prosedyre:
 CRS

Programrevisjon:
 11.12.2012

Vedlegg I

Tolkede parametre fra treaksialforsøk fra BP.31, BP.36 og BP.41

(5 sider)



Stjørdal Kommune

Bergkunstmuseet Hegra

Treaksialforsøk. Tolkning av parametre. NTNU-plott.

MULTICONSULT AS

Sluppenvegen 23,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00
Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:
06.01.2014

Dybde, z (m):
6.30

Forsøk nr.:
1

Tegnet:
kjt

Oppdrag nr.:
413839

Tegning nr.:
RIG-TEG-090.4

Prøvekvalitet

Etter volumtøyning:

Etter poretallsendring:

Borpunkt nr.:
31

Kontrollert:
ros

Prosedyre:
CAUa

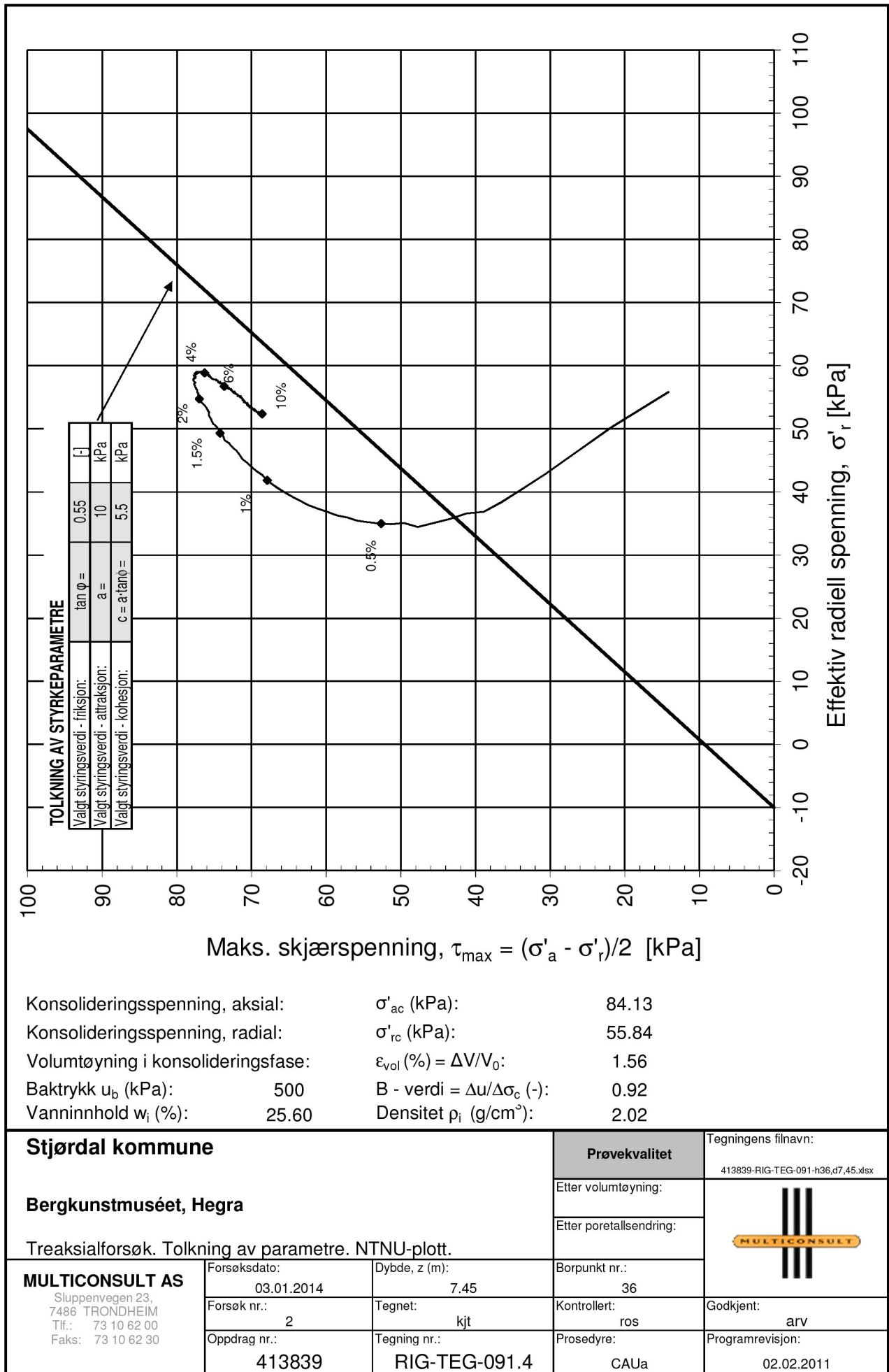
Tegningens filnavn:

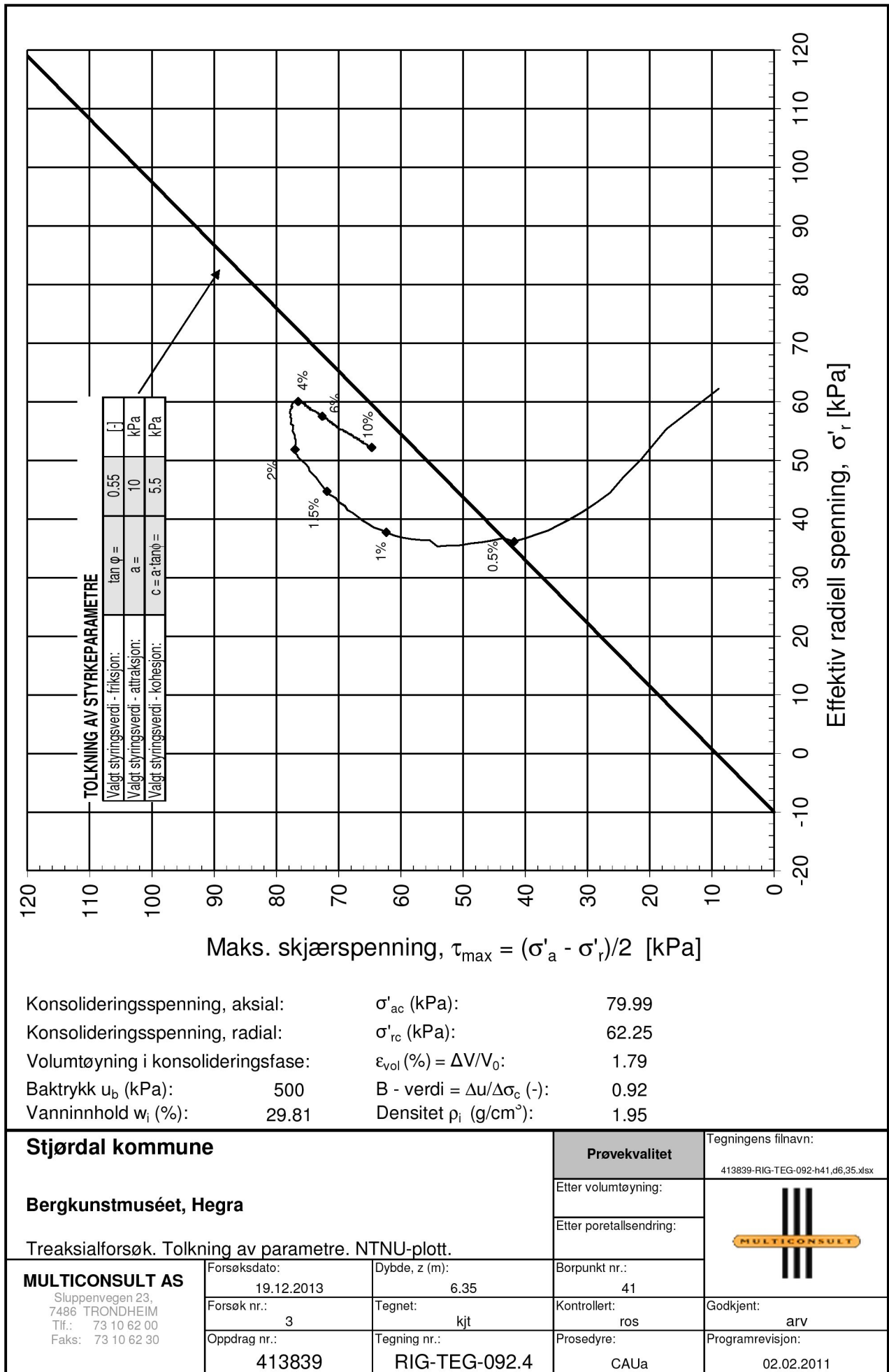
413839-RIG-TEG-090-h31,d6,30.xlsx



Godkjent:
arv

Programrevisjon:
02.02.2011





Stjørdal kommune

Bergkunstmuséet, Hegra

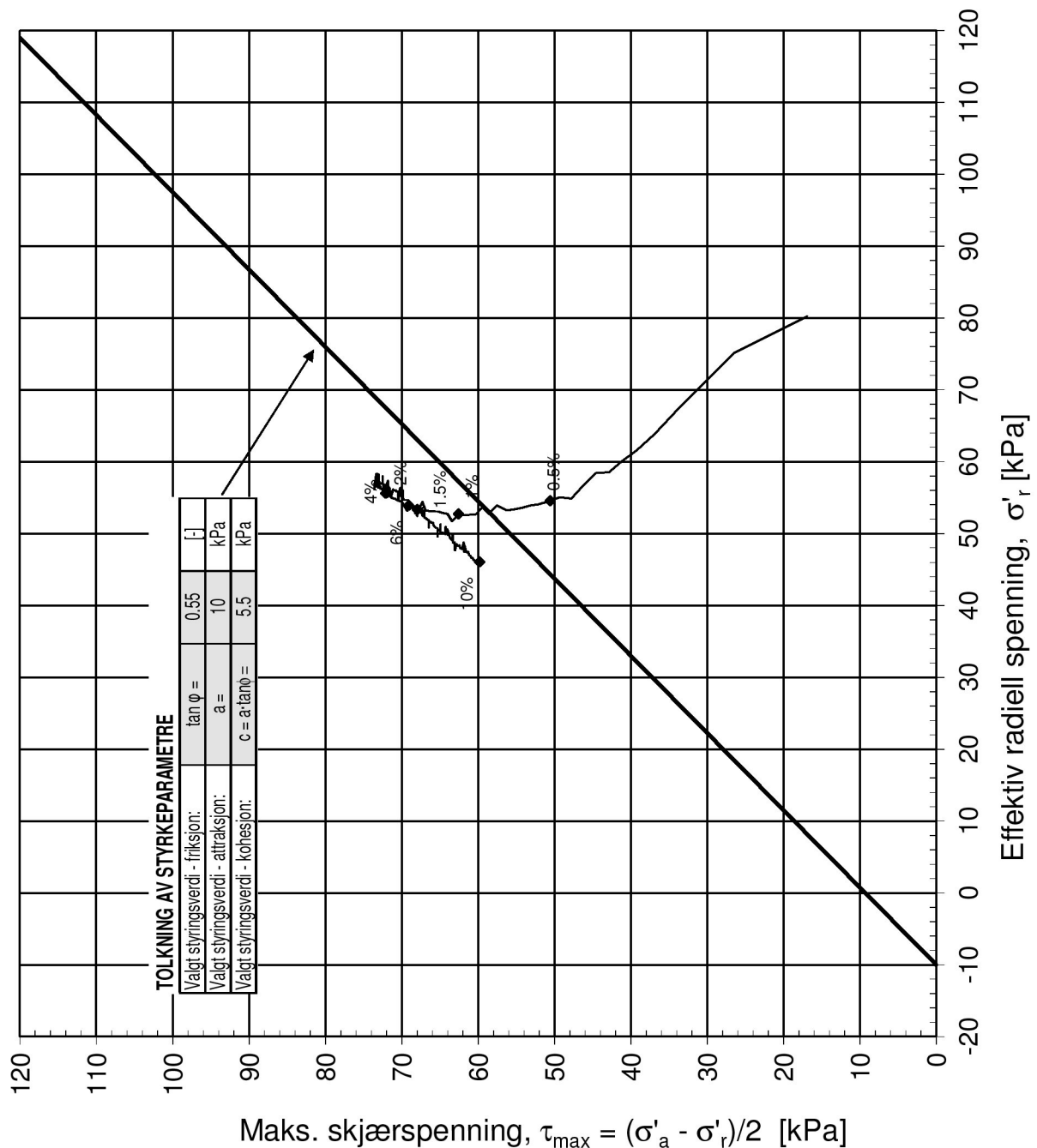
Treaksialforsøk. Tolkning av parametre. NTNU-plott.

MULTICONSULT AS

Sluppenvegen 23,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00
Faks: 73 10 62 30

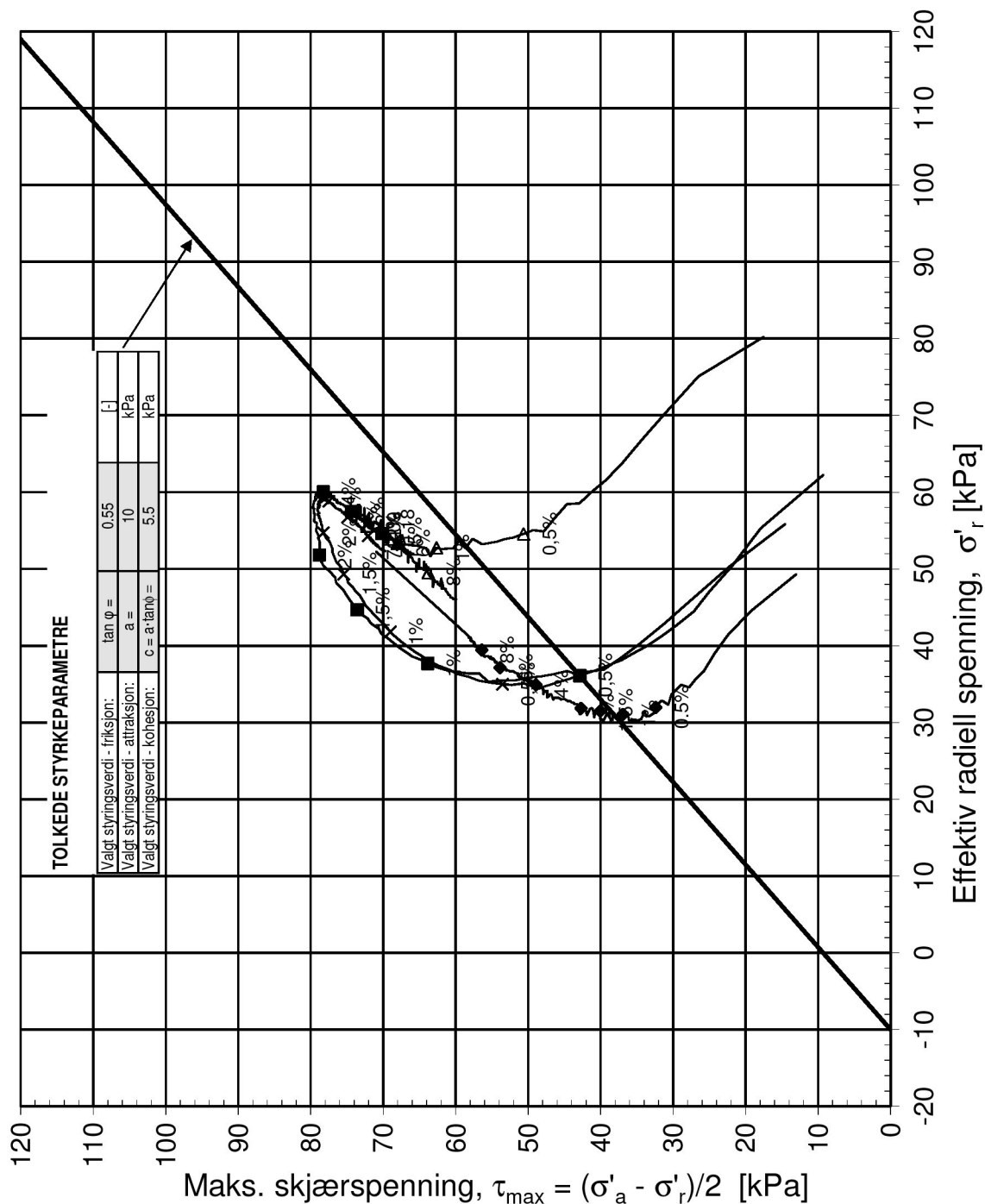
| | | | |
|--------------|------------|---------------|---------------|
| Forsøksdato: | 19.12.2013 | Dybde, z (m): | 6.35 |
| Forsøk nr.: | 3 | Tegnet: | kjt |
| Oppdrag nr.: | 413839 | Tegning nr.: | RIG-TEG-092.4 |

| | | | |
|-----------------------|-----------------------------------|------------------|------------|
| Prøvekvalitet | Tegningens filnavn: | | |
| Etter volumtøyning: | 413839-RIG-TEG-092-h41,d6,35.xlsx | | |
| Etter poreallsending: | | | |
| Borpunkt nr.: | | 41 | |
| Kontrollert: | ros | Godkjent: | arv |
| Prosedyre: | CAUa | Programrevisjon: | 02.02.2011 |



| | | |
|------------------------------------|--|--|
| Konsolideringsspenning, aksial: | σ'_{ac} (kPa): | 114.09 |
| Konsolideringsspenning, radial: | σ'_{rc} (kPa): | 80.22 |
| Volumtøyning i konsolideringsfase: | ε_{vol} (%) = $\Delta V/V_0$: | 2.00 |
| Baktrykk u_b (kPa): | 500 | B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c$ (-): 0.73 |
| Vanninnhold w_i (%): | 29.15 | Densitet ρ_i (g/cm ³): 1.98 |

| | | | |
|--|----------------------------|-------------------------------|---|
| Stjørdal kommune | | Prøvekvalitet | Tegningens filnavn: 413839-RIG-TEG-094-h41,d10.30.xlsx |
| Bergkunstmuséet, Hegra | | Etter volumtøyning: | |
| Treaksialforsøk. Tolkning av parametre. NTNU-plott. | | Etter poretallsending: | |
| MULTICONSULT AS Sluppenvegen 23, 7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 Faks: 73 10 62 30 | Forsøksdato: 08.01.2014 | Dybde, z (m): 10.30 | Borpunkt nr.: 41 |
| | Forsøk nr.: 5 | Tegnet: kjt | Kontrollert: ros |
| | Oppdrag nr.: 413839 | Tegning nr.: RIG-TEG-094.4 | Prosedyre: CAUa |
| | | | Programrevisjon: 02.02.2011 |

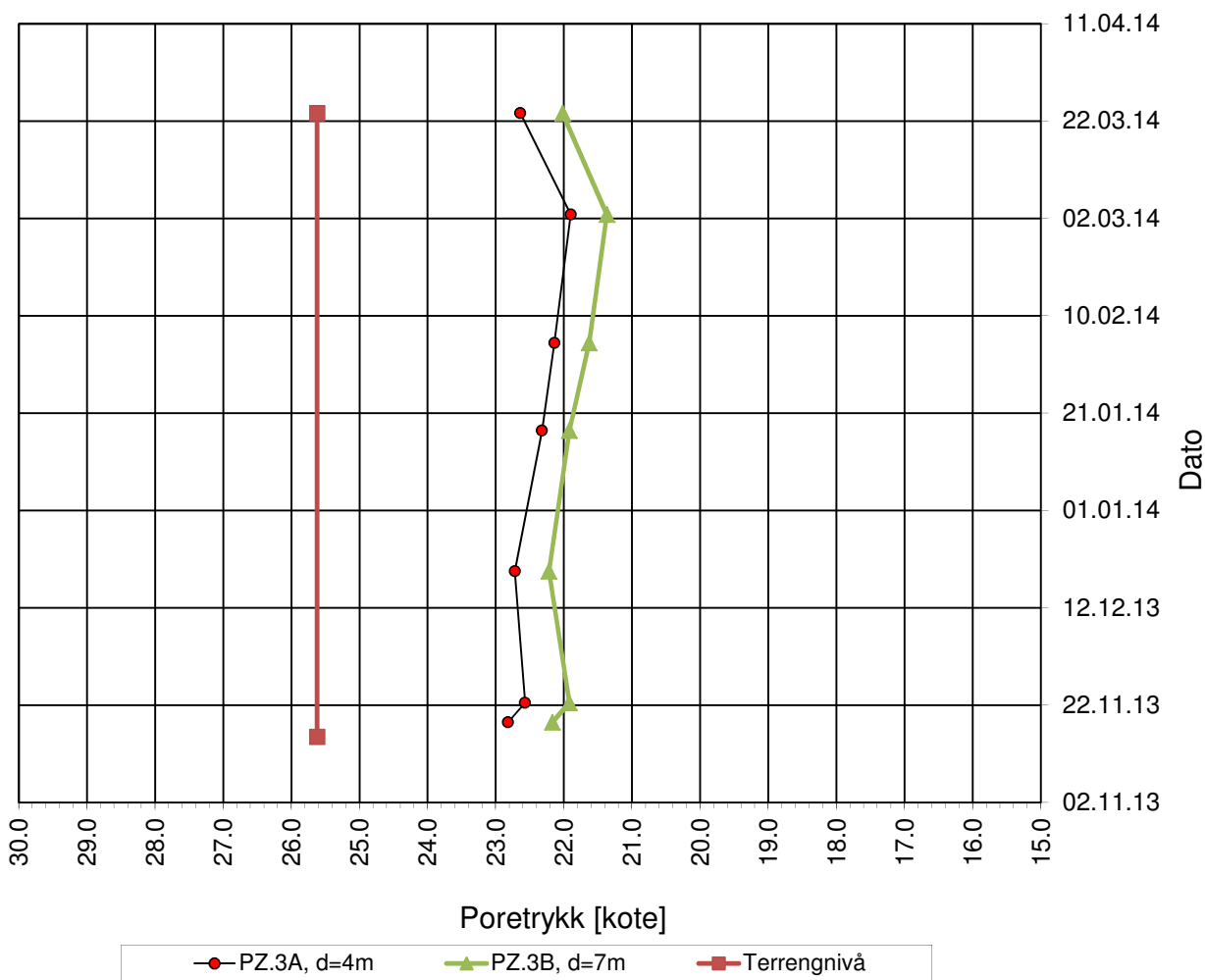
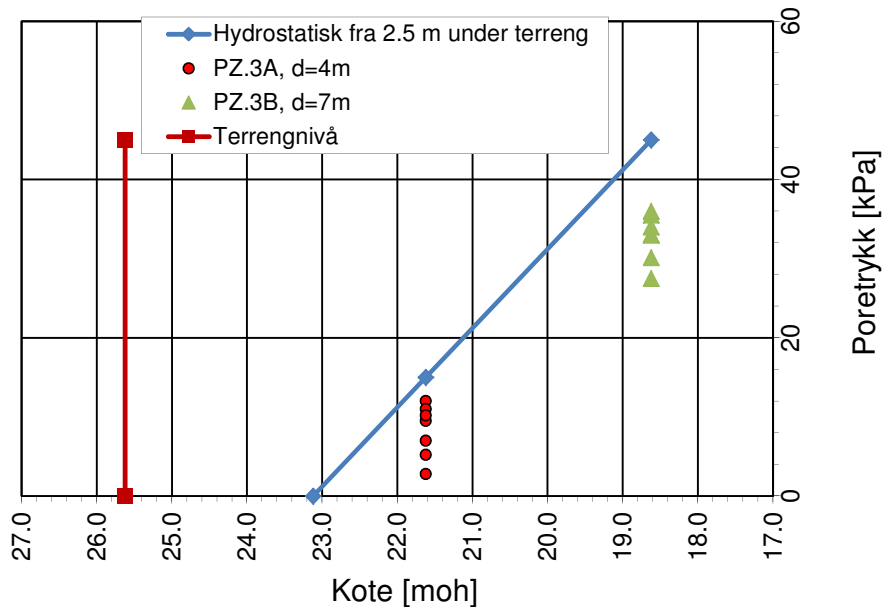


| Data | Forsøk 1 ◆ | Forsøk 2 x | Forsøk 3 ■ | Forsøk 4 △ |
|--|---------------|------------------------|------------------|------------------------------------|
| Borpunkt: | 31 | 36 | 41 | 41 |
| Dybde, z (m): | 6.30 | 7.45 | 6.35 | 10.30 |
| Densitet, ρ (g/cm ³): | 2.01 | 2.02 | 1.95 | 1.98 |
| Vanninnhold, w (%): | 25.45 | 25.60 | 29.81 | 29.15 |
| B-verdi (-): | 0.96 | 0.92 | 0.92 | 0.92 |
| Stjørdal kommune | | | | Tegningens filnavn: |
| Bergkunstmuséet, Hegra | | | | 413839-RIG-TEG-095_Samleplott.xlsx |
| Treaksialforsøk. Tolkning av parametre. NTNU-plott. | | | | |
| MULTICONSULT AS Sluppenvegen 23, 7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 Faks: 73 10 62 30 | Forsøksdato: | Dybdeintervall, z (m): | Borpunkt nr.: | |
| | 06.01.2014 | 6.3-10.3 m | 31, 36 og 41 | |
| | Forsøk nr.: | Tegnet: | Kontrollert: | Godkjent: |
| | ros | anks | arv | |
| Oppdrag nr.: | Tegning nr.: | Prosedyre: | Programrevisjon: | |
| 413839 | RIG-TEG-095.1 | CAUa | 06.01.2014 | |

Vedlegg J

Poretrykksmålinger fra BP.31 og BP.41

(3 sider)



PORETRYKKSMÅLING

Åpne hydrauliske poretrykksmålere, BP. 3

Stjørdal kommune
 Bergkunstmuséet, Hegra
 Grunnundersøkelser

Konstr./Tegnet

ROS

Dato

28.03.14

Kontrollert

ANKS

Godkjent

ARV

Multi
consult

OPPDRAG NR.

MULTICONSULT AS

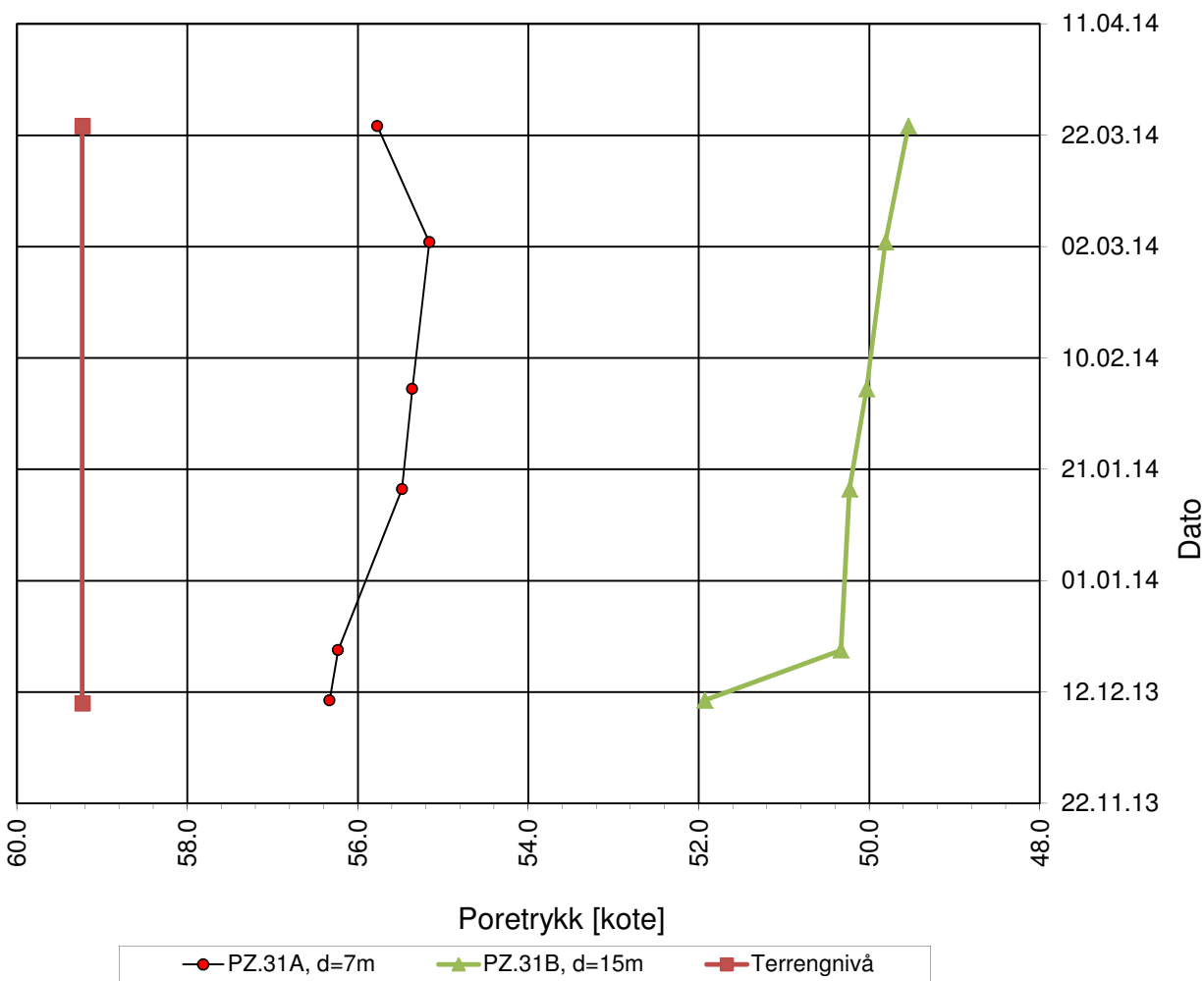
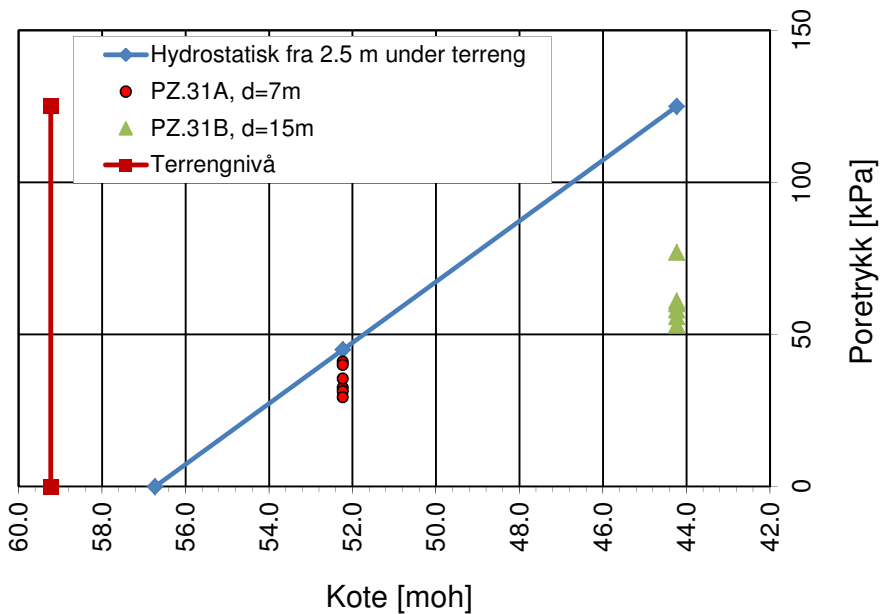
413839

TEGN.NR.

RIG-TEG-250

REV.

01



PORETRYKKSMÅLING

Åpne hydrauliske poretrykksmålere, BP. 31

Stjørdal kommune
Bergkunstmuséet, Hegra
Grunnundersøkelser

Konstr./Tegnet

ROS

Dato

28.03.14

Kontrollert

ANKS

Godkjent

ARV

Multi
consult

OPPDRAG NR.

MULTICONSULT AS

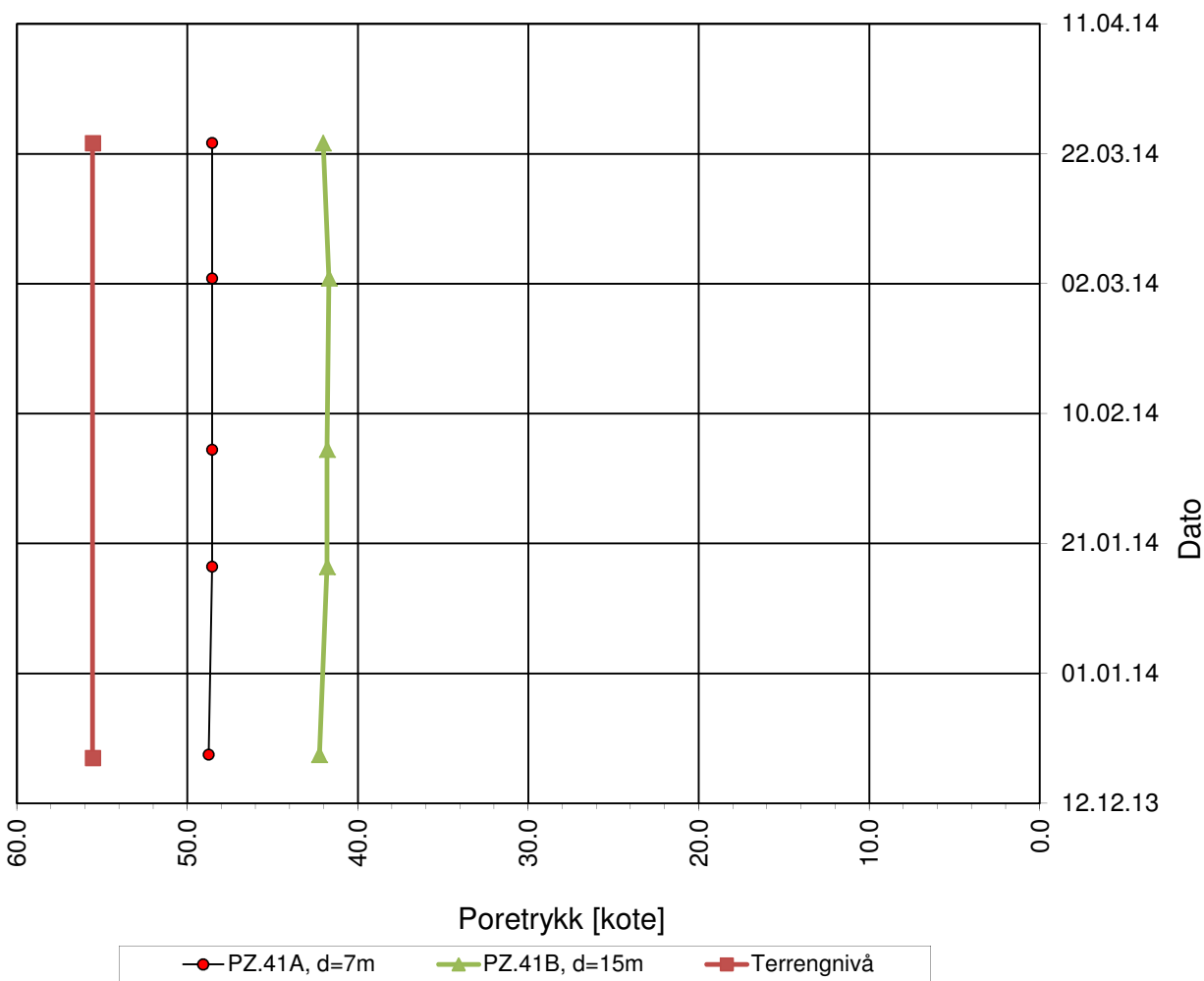
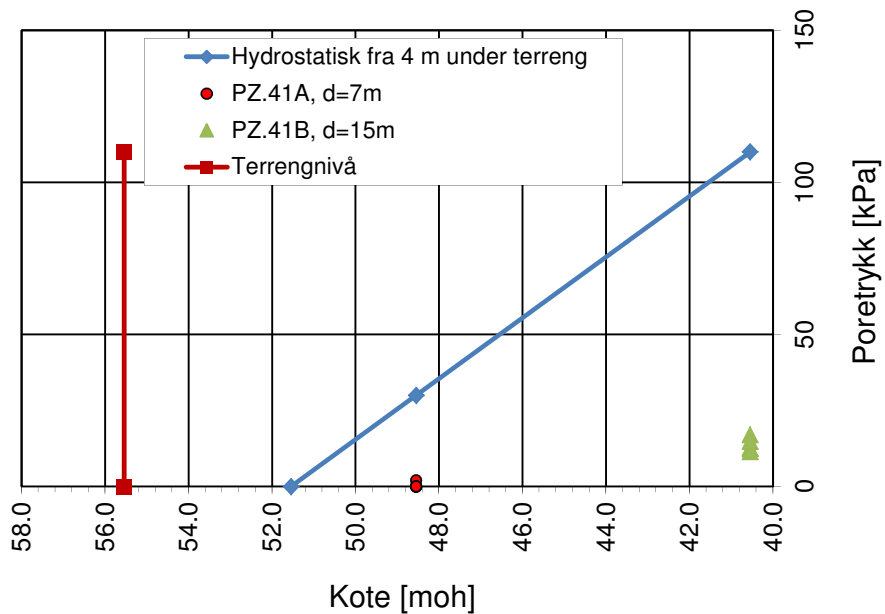
413839

TEGN.NR.

RIG-TEG-251

REV.

01



PORETRYKKS MÅLING

Åpne hydrauliske poretrykksmålere, BP. 41

Stjørdal kommune

Bergkunstmuséet, Hegra

Grunnundersøkelser

Konstr./Tegnet

ROS

Dato

28.03.14

TEGN.NR.

RIG-TEG-252

Kontrollert

ANKS

Godkjent

ARV

REV.

Multi
consult

MULTICONSULT AS

OPPDRAG NR.

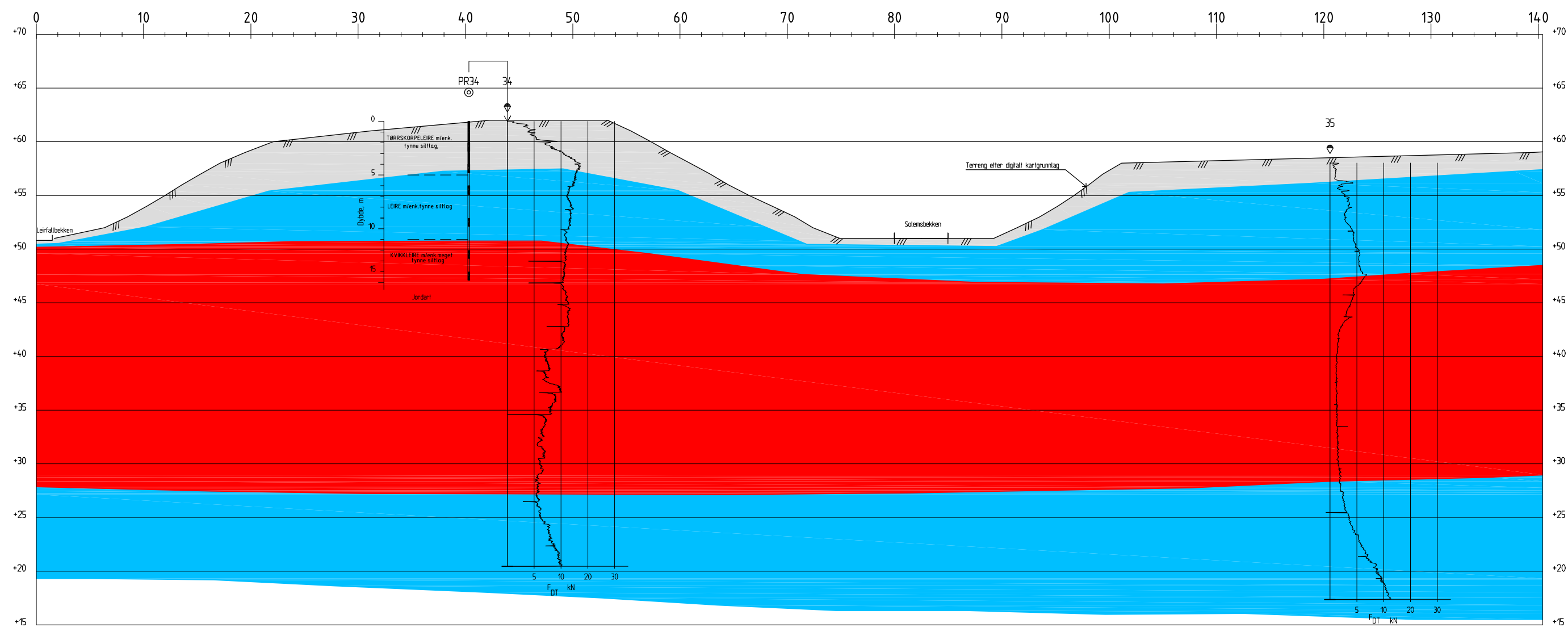
413839

01

Vedlegg K

Profil F-F, Tolket lagdeling

(1 side)



Profil F-F

Tegnforklaring:

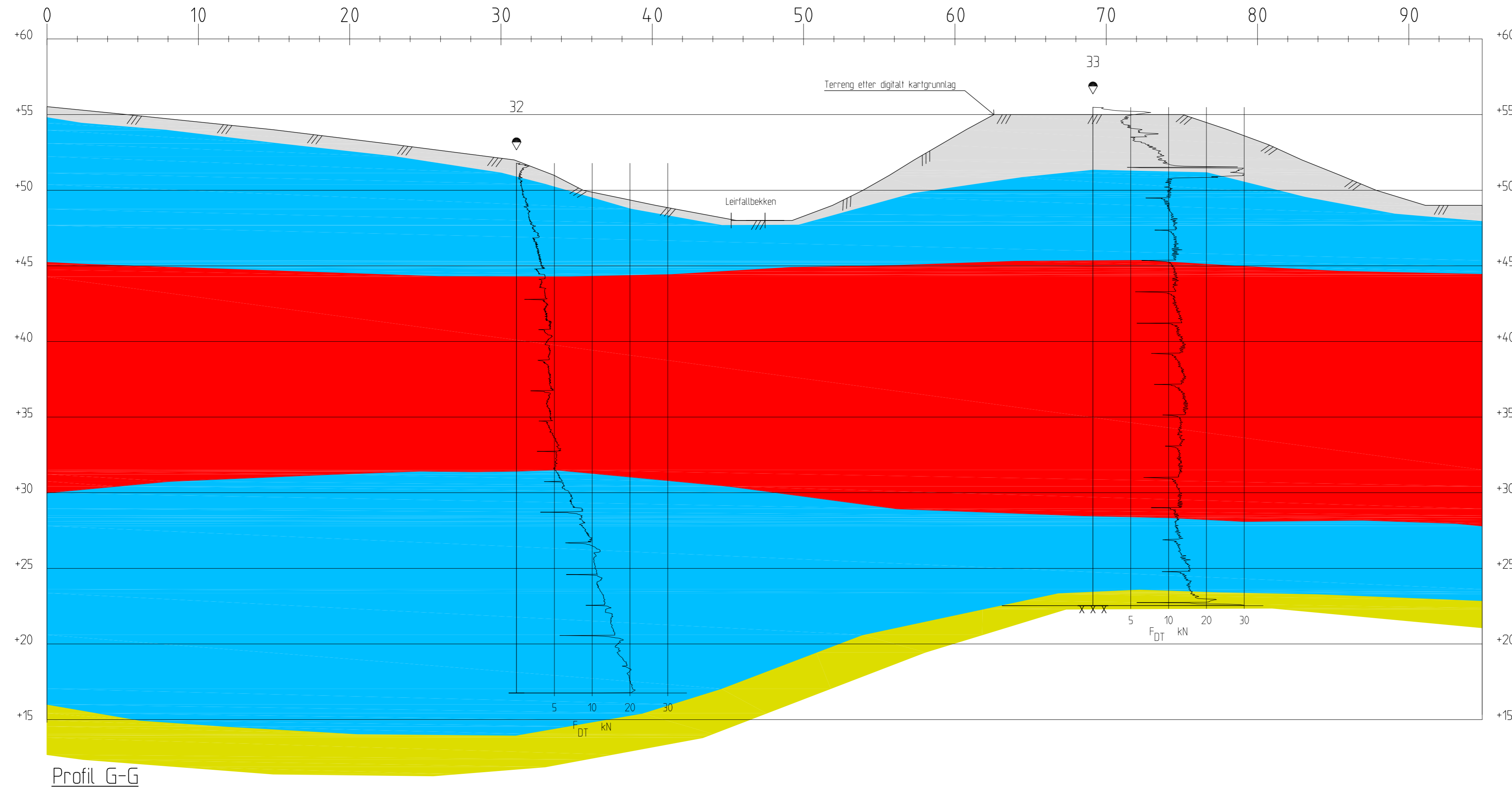
- Tørnskorpeleire
- Torv
- Leire
- Kvikkleire/sprøbruddmatr.
- Sand/grus

| | | | | | |
|--|------------------------|-------------------|------------------------|--------------------|-----------------|
| | | | | | |
| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
| | Stjørdal kommune | | Fag | Format | |
| | Bergkunstmuseet, Hegra | | Geoteknikk | A3L | |
| | | Dato | | | |
| | | 01.04.2014 | | | |
| | Profil F-F | Format/Målestokk: | | | |
| | Tolket lagdeling | 1:400 | | | |
| | | Status | Konstr./Tegnet anks | Kontrollert ros | Godkjent arv |
| www.multiconsult.no | | Oppdragsnr. | Tegningsnr. | | Rev. |
| | | 413839 | RIG-TEG-205 | | 00 |

Vedlegg L

Profil G-G, Tolket lagdeling

(1 side)



- Tegnforklaring:
- Tørnskorpeleire
 - Torv
 - Leire
 - Kvikkleire/sprøbruddmatr.
 - Sand/grus

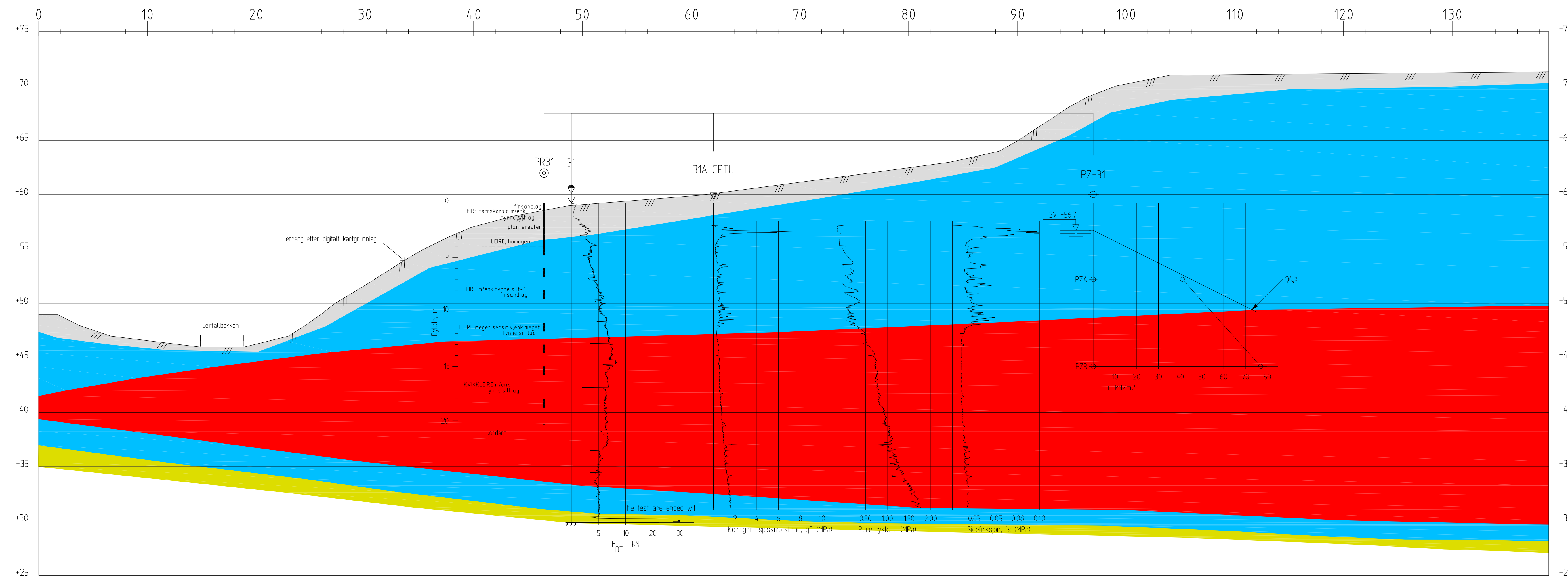
Profil G-G

| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
|---------------------|------------------------|-------------|-------------------|-------------|----------|
| | Stjørdal kommune | | Fag | | Format |
| | Bergkunstmuseet, Hegra | | Geoteknikk | | A3L |
| | | Dato | | | |
| | | 01.04.2014 | | | |
| | Profil G-G | | Format/Målestokk: | | |
| | Tolket lagdeling | | 1:200 | | |
| Multiconsult | | Status | Konstr./Tegnet | Kontrollert | Godkjent |
| www.multiconsult.no | | Oppdragsnr. | anks | ros | arv |
| | | 413839 | Tegningsnr. | RIG-TEG-206 | Rev. |
| | | | | | 00 |

Vedlegg M

Profil H-H, Tolket lagdeling

(1 side)



Profil H-H

Tegnforklaring:

- Tørrskorpeleire
- Torv
- Leire
- Kvikkleire/sprøbruddmatr.
- Sand/grus

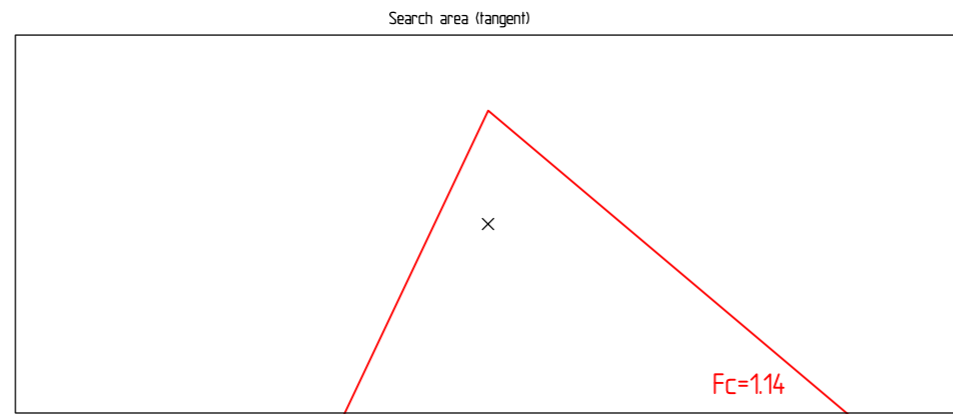
| | | | | |
|---------------------|------------------------|----------------|-------------------|----------|
| | | | | |
| Rev | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. |
| | Stjørdal kommune | | Fag | Format |
| | Bergkunstmuseet, Hegra | | Geoteknikk | A3L |
| | | | Dato | |
| | | | 01.04.2014 | |
| | Profil H-H | | Format/Målestokk: | |
| | Tolket lagdeling | | 1:200 | |
| Multiconsult | Status | Konstr./Tegnet | Kontrollert | Godkjent |
| www.multiconsult.no | Oppdragsnr. | Tegningsnr. | ros | arv |
| | 413839 | RIG-TEG-207 | | 00 |

Vedlegg N

Resultater fra stabilitetsberegninger for profil H-H

(4 sider)

Z:\413839_Bergkunstmusèet\Plandata\Tegning\Tegning av bergninger\413839-RIG-TEG-312.1_Profil_H-H_ADP_Dagens_Geometri.dwg, - Layout: (A2), - Plottet av: ros, Dato: 2014.04.04, kl 12:49



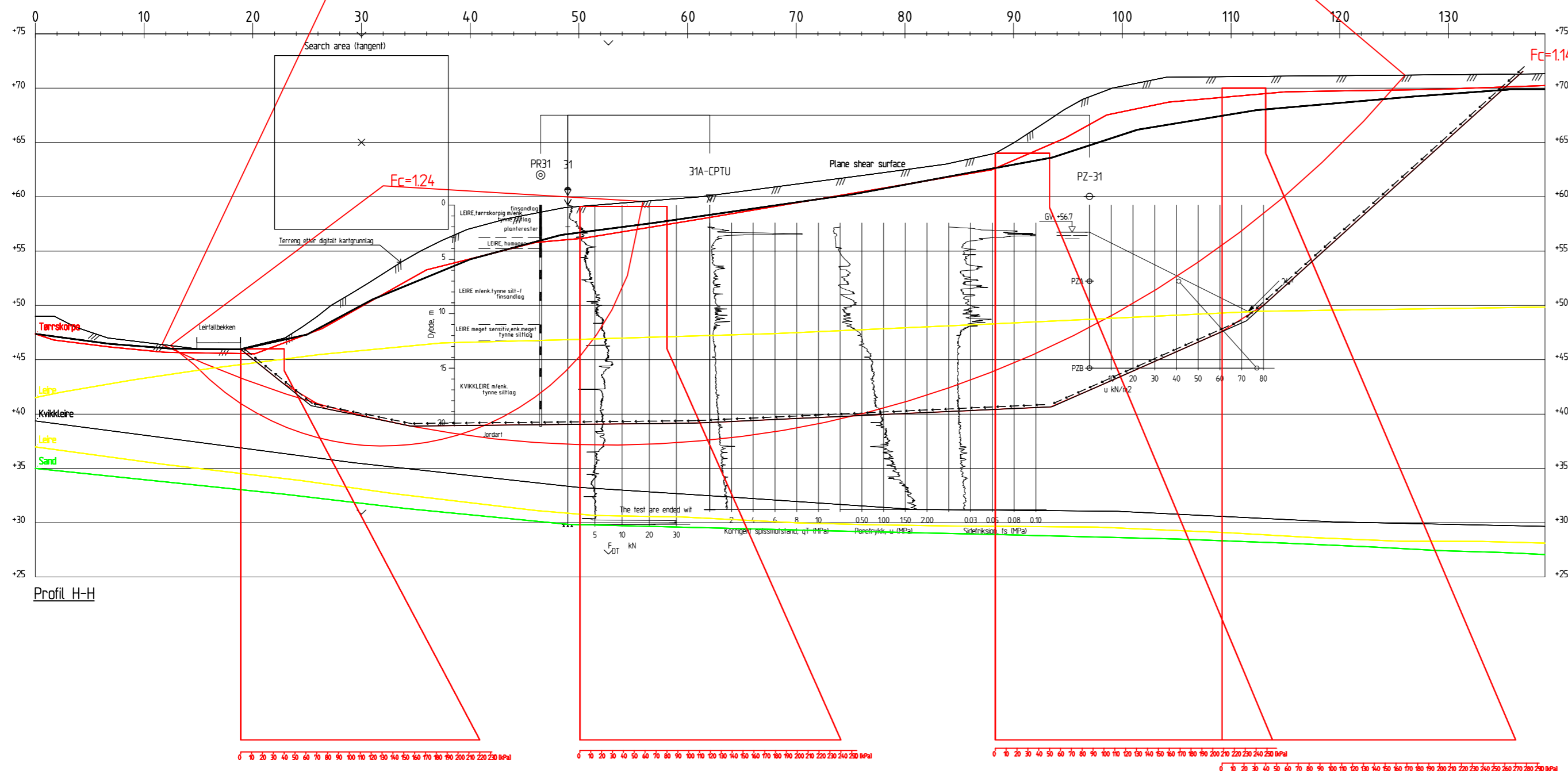
Z:\413839_Bergkunstmusèet\Plandata\geosule\stabgraf\413839-rig-ber-312.1.adp.dwg

| Material | Un.Weight | Sub.Weight | F _i | C | C | A _a | A _d | A _p |
|------------|-----------|------------|----------------|--------|------|----------------|----------------|----------------|
| Tærskorpe | 19.00 | 9.00 | 30.0 | 0.0 | | | | |
| Leire | 20.00 | 10.00 | | C-prof | 1.00 | 0.65 | 0.37 | |
| Kvikkleire | 20.00 | 10.00 | | C-prof | 0.85 | 0.63 | 0.35 | |
| Leire | 20.00 | 10.00 | | C-prof | 1.00 | 0.65 | 0.37 | |
| Sand | 19.00 | 9.00 | 33.0 | 0.0 | | | | |

Fc=1.14
 Kritisk skjærfalte ADP RTangent
 Result file : Z:\413839_Bergkunstmusèet\Plandata\geosule\stabgraf\413839-rig-ber-312.1.adp.R1

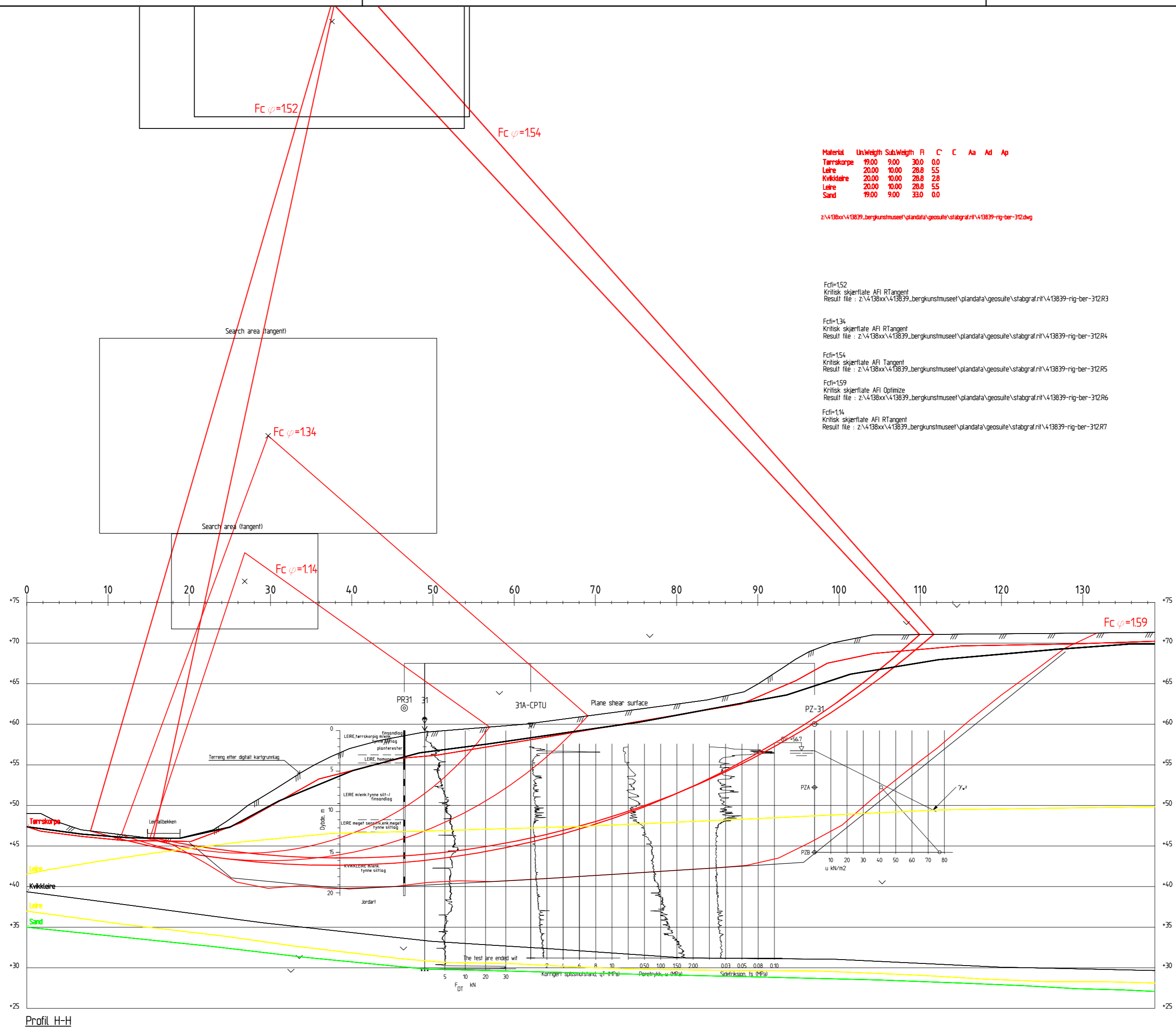
Fc=1.24
 Kritisk skjærfalte ADP Tangent
 Result file : Z:\413839_Bergkunstmusèet\Plandata\geosule\stabgraf\413839-rig-ber-312.1.adp.R2

Fc=1.14
 Kritisk skjærfalte ADP Plane
 Result file : Z:\413839_Bergkunstmusèet\Plandata\geosule\stabgraf\413839-rig-ber-312.1.adp.R5



| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
|---------------------|---------------------------------------|-------------|-------------------|-------------|----------|
| | Stjørdal kommune | | Fag | | Format |
| | Bergkunstmusèet, Hegra | | Geoteknikk | | A2 |
| | | Dato | | | |
| | | 01.04.2014 | | | |
| | Profil H-H | | Format/Målestokk: | | |
| | Stabilitetsberegning, dagens geometri | | 1:400 | | |
| | Udrenert analyse, ADP-beregning | | | | |
| Multiconsult | | Status | Konstr./Tegnet | Kontrollert | Godkjent |
| www.multiconsult.no | | Oppdragsnr. | anks | ros | arv |
| | | 413839 | Tegningsnr. | | Rev. |
| | | | RIG-TEG-312.1 | | 00 |

Z:\4138xx\413839_Bergkunstmusèet\Plandata\Tegning\Tegning av bergsninger\413839-RIG-TEG-312.2_Profil_H-H_AFI_Dagens_Geometri.dwg - Layout: (A2) - Plottet av: ros, Dato: 2014.04.04 kl. 12:49



| Materiale | Un.Weight | Sub.Weight | R | C | C | Aa | Ad | Ap |
|------------|-----------|------------|------|-----|---|----|----|----|
| Tærskorpe | 9.00 | 9.00 | 30.0 | 0.0 | | | | |
| Leire | 20.00 | 10.00 | 28.8 | 55 | | | | |
| Kvikkleire | 20.00 | 10.00 | 28.8 | 28 | | | | |
| Leire | 20.00 | 10.00 | 28.8 | 55 | | | | |
| Sand | 9.00 | 9.00 | 33.0 | 0.0 | | | | |

Z:\4138xx\413839_Bergkunstmusèet\Plandata\geosuite\stabgraf\413839-rig-ber-312.dwg

Fc=1.52
Kritisk skjærfilte AFI RTangent
Result file : Z:\4138xx\413839_Bergkunstmusèet\Plandata\geosuite\stabgraf\413839-rig-ber-312.R3

Fc=1.34
Kritisk skjærfilte AFI RTangent
Result file : Z:\4138xx\413839_Bergkunstmusèet\Plandata\geosuite\stabgraf\413839-rig-ber-312.R4

Fc=1.54
Kritisk skjærfilte AFI Tangent
Result file : Z:\4138xx\413839_Bergkunstmusèet\Plandata\geosuite\stabgraf\413839-rig-ber-312.R5

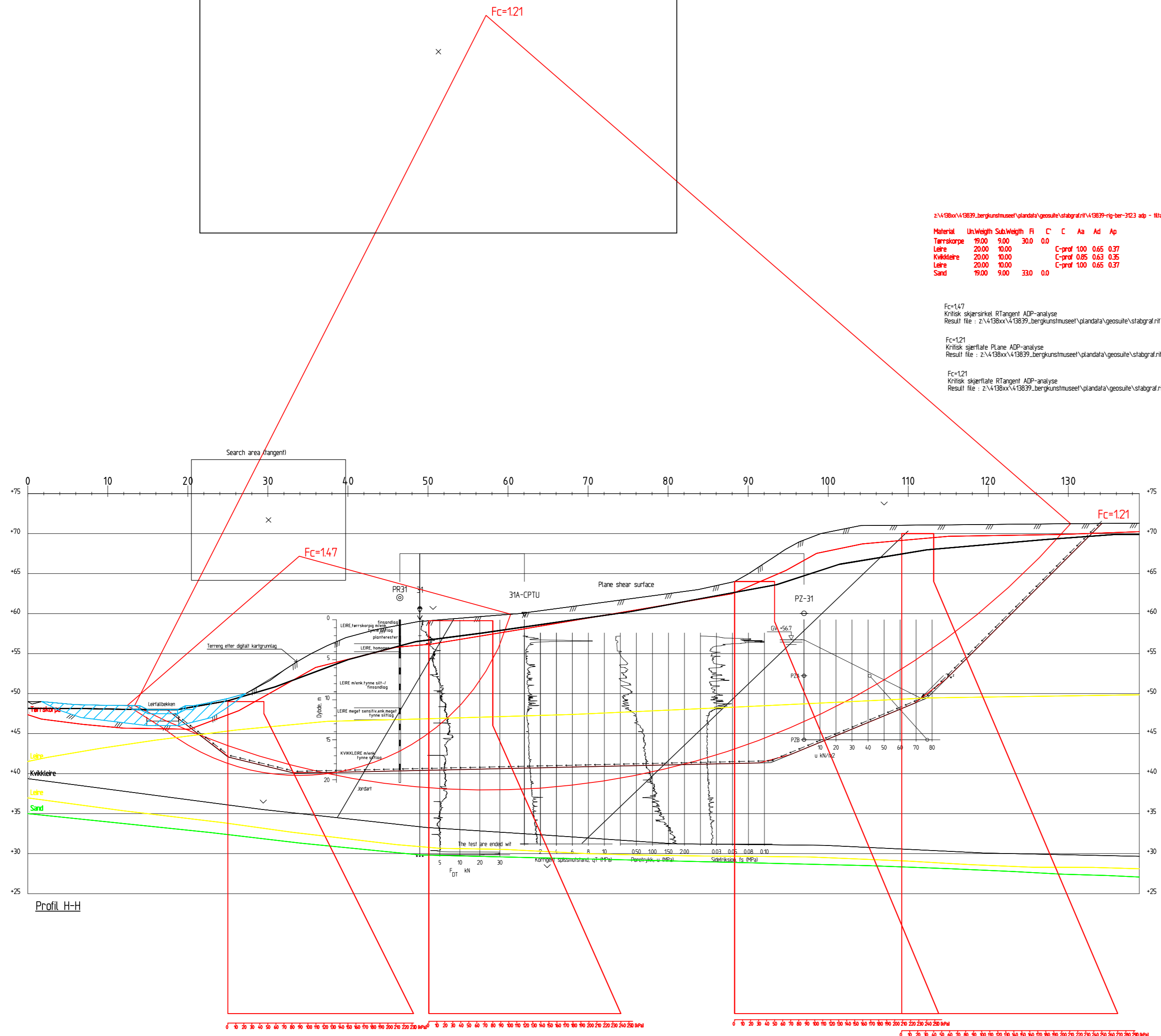
Fc=1.59
Kritisk skjærfilte AFI Optimize
Result file : Z:\4138xx\413839_Bergkunstmusèet\Plandata\geosuite\stabgraf\413839-rig-ber-312.R6

Fc=1.14
Kritisk skjærfilte AFI RTangent
Result file : Z:\4138xx\413839_Bergkunstmusèet\Plandata\geosuite\stabgraf\413839-rig-ber-312.R7

Profil H-H

| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
|--------------------------------------|-------------|-------------|-------------------|-------------|----------|
| | | | | | |
| Stjørdal kommune | | | Fag | Kontr. | Godkj. |
| Bergkunstmusèet, Hegra | | | Geoteknikk | anks | A2 |
| | | | Dato | 01.04.2014 | |
| Profil H-H | | | Format/Målestokk: | 1:400 | |
| Stabilitetsberegning dagens geometri | | | | | |
| Drenert analyse, AFI-beregning | | | | | |
| Multiconsult | | Status | Konstr./Tegnet | Kontrollert | Godkjent |
| www.multiconsult.no | | Oppdragsnr. | anks | ros | arv |
| | | Tegningsnr. | RIG-TEG-312.2 | | Rev. |
| | | | | | 00 |

Z:\4138xx\413839_Bergkunstmuséet\p\andata\Tegning\Tegning av beregninger\413839-RIG-TEG-312.3_rev01_Profil_H-H_ADP_Permanenttilstanden.dwg - Plottet av: anks, Dato: 2014.10.31 kl. 16:48



Z:\4138xx\413839_Bergkunstmuséet\p\andata\geosuite\stabgraf\413839-rig-ber-312.3 adp - Nitak.dwg

| Material | Un | Weight | Sub.Weight | F | C | C | Aa | Ad | Ap |
|------------|-------|--------|------------|-----|--------|------|------|------|----|
| Tærskorpe | 19.00 | 9.00 | 30.0 | 0.0 | | | | | |
| Leire | 20.00 | 10.00 | | | C-prof | 1.00 | 0.65 | 0.37 | |
| Kvikkleire | 20.00 | 10.00 | | | C-prof | 0.85 | 0.63 | 0.35 | |
| Leire | 20.00 | 10.00 | | | C-prof | 1.00 | 0.65 | 0.37 | |
| Sand | 19.00 | 9.00 | 33.0 | 0.0 | | | | | |

Fc=147
Kritisk skjærsirkel RTangent ADP-analyse
Result file : Z:\4138xx\413839_Bergkunstmuséet\p\andata\geosuite\stabgraf\413839-rig-ber-312.3 adp - NitakR12

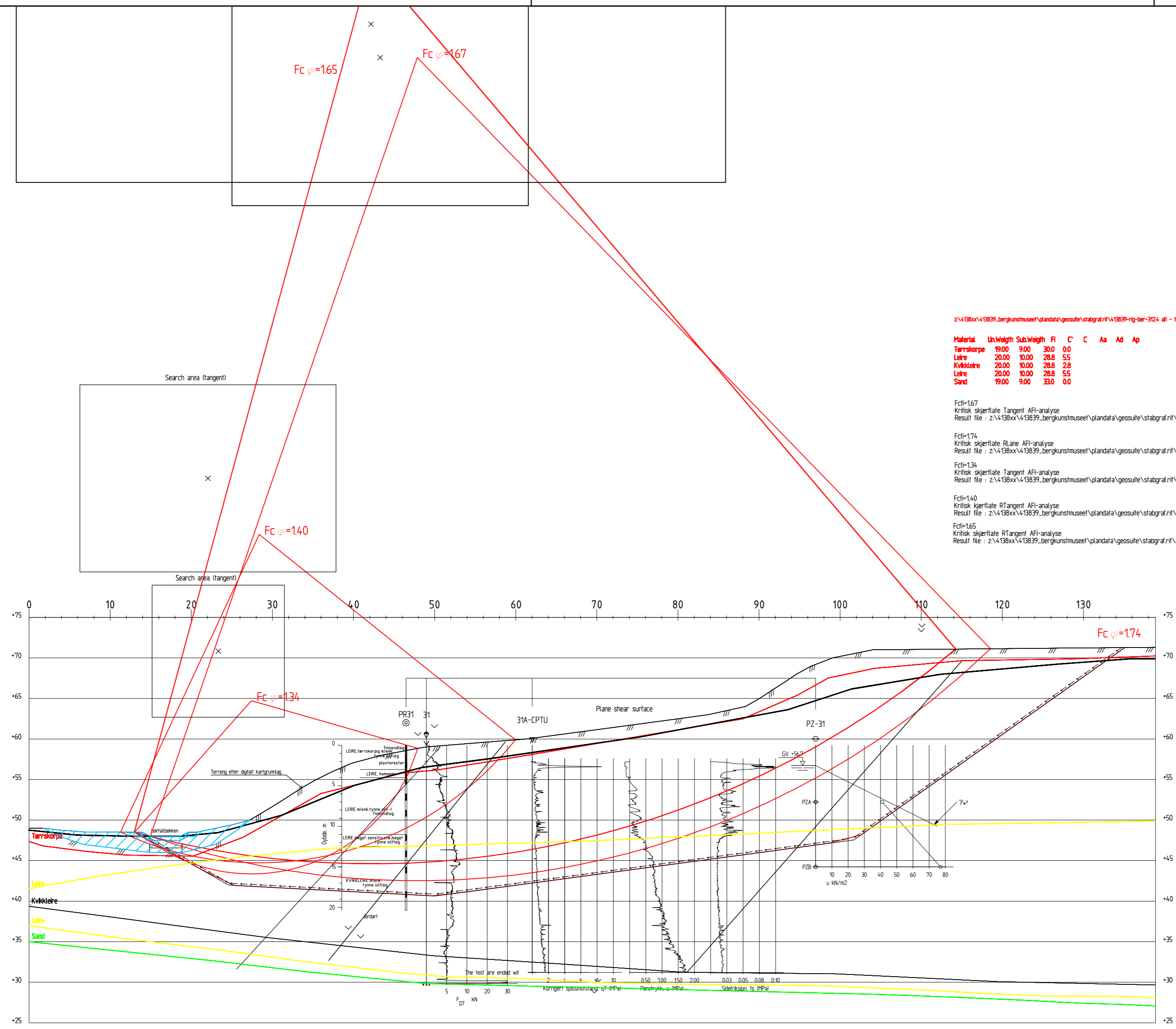
Fc=121
Kritisk skjærsirkel Plane ADP-analyse
Result file : Z:\4138xx\413839_Bergkunstmuséet\p\andata\geosuite\stabgraf\413839-rig-ber-312.3 adp - NitakR11

Fc=121
Kritisk skjærsirkel RTangent ADP-analyse
Result file : Z:\4138xx\413839_Bergkunstmuséet\p\andata\geosuite\stabgraf\413839-rig-ber-312.3 adp - NitakR10

Terrengtiltak motfylling

| | | | | | |
|--|--|--|------------------------|----------------------------|-----------------|
| 01 | Reviderte beregninger etter NVEs veileder 7/2014 | 31.10.2014 | anks | ros | arv |
| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
| Stjørdal kommune Bergkunstmuséet, Hegra | | | Fag Geoteknikk | Format A2 | |
| Profil H-H Stabilitetsberegning, permanenttilstanden Udrenert analyse, ADP-beregning | | | Dato 31.10.2014 | Format/Målestokk: 1:400 | |
| Multiconsult www.multiconsult.no | | Status Utsendt Oppdragsnr. 413839 | Konstr./Tegnet anks | Kontrollert ros | Godkjent arv |
| Tegningsnr. RIG-TEG-312.3 | | | Rev. 01 | | |

Z:\4138xx\413839_Bergkunstmuséet\Plandata\Tegning\Tegning av berging\413839-RIG-TEG-312.4_rev01_Profil_H-H_AFI Permanenttilstanden.dwg - Layout: (A2) - Plottet av anks, Dato: 2014.10.31 kl. 14:49



Z:\4138xx\413839_Bergkunstmuséet\Plandata\geosuite\stabgraf\413839-rig-ber-312.4 afi - titak.dwg

| Material | UnWeigh | SubWeigh | Fi | C | C | Aa | Ad | Ap |
|------------|---------|----------|------|-----|---|----|----|----|
| Terskorpe | 19.00 | 9.00 | 30.0 | 0.0 | | | | |
| Leire | 20.00 | 10.00 | 28.8 | 5.5 | | | | |
| Kvikkleire | 20.00 | 10.00 | 28.8 | 2.8 | | | | |
| Leire | 20.00 | 10.00 | 28.8 | 5.5 | | | | |
| Sand | 19.00 | 9.00 | 33.0 | 0.0 | | | | |

- Fcf=1.67
Kritisk skjærfilte Tangent AFI-analyse
Result file : Z:\4138xx\413839_Bergkunstmuséet\Plandata\geosuite\stabgraf\413839-rig-ber-312.4 afi - titak.R18
- Fcf=1.74
Kritisk skjærfilte RLine AFI-analyse
Result file : Z:\4138xx\413839_Bergkunstmuséet\Plandata\geosuite\stabgraf\413839-rig-ber-312.4 afi - titak.R19
- Fcf=1.34
Kritisk skjærfilte Tangent AFI-analyse
Result file : Z:\4138xx\413839_Bergkunstmuséet\Plandata\geosuite\stabgraf\413839-rig-ber-312.4 afi - titak.R20
- Fcf=1.40
Kritisk skjærfilte RTangent AFI-analyse
Result file : Z:\4138xx\413839_Bergkunstmuséet\Plandata\geosuite\stabgraf\413839-rig-ber-312.4 afi - titak.R21
- Fcf=1.65
Kritisk skjærfilte RTangent AFI-analyse
Result file : Z:\4138xx\413839_Bergkunstmuséet\Plandata\geosuite\stabgraf\413839-rig-ber-312.4 afi - titak.R22

Terrengtiltak motfylling

Profil H-H

| | | | | | |
|---|--|--|------------------------|----------------------------|-----------------|
| 01 | Reviderte beregninger etter NVEs veileder 7/2014 | 31.10.2014 | anks | ros | arv |
| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
| Stjørdal kommune Bergkunstmuséet, Hegra | | | Fag Geoteknikk | Format A2 | |
| Profil H-H Stabilitetsberegning, permanenttilstanden Drenert analyse, AFI-beregning | | | Dato 31.10.2014 | Format/Målestokk: 1:400 | |
| www.multiconsult.no | | Status Utsendt Oppdragsnr. 413839 | Konstr./Tegnet anks | Kontrollert ros | Godkjent arv |
| Tegningsnr. RIG-TEG-312.4 | | | Rev. 01 | | |