# E6 Ranheim – Værnes

# Geoteknisk vurderingsrapport for reguleringsplan – Delstrekning Ranheim-Væretunnelen

E6RV-MUL-GT-RPT-TBAXX-0001

| Revision record | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| **Revision** | **Status** | **Date** | **Reason for Issue** |
| 00 | IFR | 12.03.2019 | Issued for company Review |
| | | | |
| | | | |

| | Multiconsult | | | acciona Construcción | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Produced by:** | **Checked by:** | **Approved by:** | **Reviewed by:** | **Approved by:** |
| Name: | Ann Kristin Selmer | Guro R. Torpe/ Roar Skulbørstad | Brynjar Sandvik | | |
| Position: | Geotechnical advisor | Geotechnical advisor/ Discipline leader geotechnics | Project manager | | |
| Signature: | anks | gurt/ ros | bs | | |

# SAMMENDRAG

Nye Veier planlegger utbygging av E6 mellom Ranheim og Værnes. Utbyggingen består i å etablere en firefelts veg mellom Ranheim og Værnes, samt arbeid med omlegging av lokalveger på strekningen. Multiconsult Norge AS er engasjert av Acciona Construction SA NUF til å utføre grunnundersøkelser og geotekniske vurderinger i forbindelse med utarbeidelse av ny reguleringsplan for E6 (110 km/t-veglinje).

Foreliggende rapport presenterer grunnlag for geotekniske beregninger og vurderinger for reguleringsplan for delstrekningen mellom Ranheim og Væretunnelen i Trondheim kommune (DS1). Planlagt ny E6 følger trasé for eksisterende E6 med kurveutrettinger og breddeutvidelser.

Løsmassene på strekningen består i hovedsak av marine avsetninger samt morenemasser. Deler av strekningen for dagens E6 ligger i en bergskjæring. Løsmassene på strekningen er svært lagdelte og består i hovedsak av lagdelt silt, sand, grus og leire og morenemasser. Nord for planlagt E6 ved Ranheim er det påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale, og kvikkleira strekker seg fra strandsonen ved Væresbukta og helt opp til og stedvis under vegfyllingen for E6.

For å oppnå tilstrekkelig beregningsmessig sikkerhet for etablering av vegfyllingen for ny E6, må det utføres stabiliserende tiltak mellom ca. PR. 1230 og PR. 1770, for veglinje 101000. Mellom ca. PR. 1230 og PR. 1500 vurderes jet-peling i løsmassene ved fyllingsfot som mest hensiktsmessig stabiliserende metode. I tillegg til jet-peling er det behov for å etablere en motfylling/erosjonssikring av bekkedalen for Reppesbekken, mellom ca. PR. 1340 og PR. 1480. Pga. lav lokalstabilitet for vegfyllingen mellom ca. PR. 1500 og PR. 1740 er det behov for stabiliserende tiltak. For å oppnå tilstrekkelig beregningsmessig stabilitet er det behov for å etablere vegfyllingen med lette masser i kombinasjon med en motfylling nord for vegen. Lette fyllmasser kan til eksempel være lettklinker eller skumglass.

I skråningen mellom ny påkjøringsrampe og Reppe panorama er det planlagt en støttemur. Muren blir inntil ca. 7 m høy inkludert fotdybde og er planlagt som tørrmur. Åpen utgraving til fundamentnivå for muren medfører at toppen av graveskråningen berører eksisterende adkomstveg og leilighetsbyggene ved Reppe panorama. Det er derfor behov for å stramme opp graveskråningen ved utgraving og benytte midlertidig oppstøtting av graveskråningen i anleggsfasen. Forventet høyde på skråning med midlertidig oppstøtting er inntil ca. 10-12 m. Det vurderes at midlertidig oppstøtting av skråningen kan utføres ved jordnagling i kombinasjon med armeringsnett og sprøytebetong. Metoden med jordnagling krever for øvrig tilstrekkelig med dreneringssystem og frostsikring. Det bemerkes at det likevel under anleggsfasen kan bli behov for midlertidig omlegging av adkomstveg inn til leilighetsbyggene ved Reppe panorama.

Generelt må terrengtiltak gjennomføres før graving/fylling for veglinjene påbegynnes. Det vil si at motfyllinger må legges ut og erosjonssikringen må være utført før vegfyllingen legges ut.

Matjord og humusholdige masser under vegfyllingene må fjernes og det må legges separasjonsduk mellom naturlig grunn og sprengstein. Fyllingsfoten bør dreneres.

Stabiliteten av løsmasseskjæringer og graveskråninger vil avhenge av grunnvannsstanden i området. Løsmasseskjæringer i siltige og leirige masser kan erfaringsmessig være utsatt for overflateglidninger. Ved uttak av skjæringer kan vannførende lag punkteres og medføre overflateutglidninger. For å sikre skjæringene mot overflateglidninger må det påregnes å plastre skjæringene med et lag med samfengt sprengstein, alternativt pukkfylte skråningsgrøfter.

**INNHOLDSFORTEGNELSE**

**1 INNLEDNING ..... 6**
**2 GRUNNLAG ..... 7**
**3 TOPOGRAFI OG GRUNNFORHOLD ..... 8**
**3.1 GENERELT ..... 8**
**3.2 TOPOGRAFI OG LØSMASSER ..... 9**
**3.2.1 RANHEIM (PR. 650-1850) ..... 10**
**3.2.2 VESTRE VÆRE (PR. 1850-2350) ..... 10**
**3.2.3 REFSET (PR. 2350-VÆRETUNNELEN) ..... 11**
**3.3 GRUNNVANN ..... 11**
**4 KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE ..... 13**
**4.1 GENERELT ..... 13**
**4.2 UTBREDELSE AV KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE ..... 14**
**4.3 SKREDTYPE OG UTLØPSOMRÅDE ..... 15**
**4.4 SKADEKONSEKVENSKLASSE ..... 15**
**4.4.1 KVIKKLEIRESONE NR. 399 RANHEIM ..... 15**
**4.4.2 KVIKKLEIRESONE NR. 400 RANHEIM ØST ..... 15**
**4.5 FAREGRADSEVALUERING ..... 15**
**4.5.1 KVIKKLEIRESONE NR. 399 RANHEIM ..... 15**
**4.5.2 KVIKKLEIRESONE NR. 400 RANHEIM ØST ..... 15**
**4.6 RISIKOKLASSE ..... 16**
**4.6.1 RISIKOKLASSE FOR KVIKKLEIRESONE NR. 399 «RANHEIM»: ..... 16**
**4.6.2 RISIKOKLASSE FOR KVIKKLEIRESONE NR. 400 «RANHEIM ØST»: ..... 16**
**5 SIKKERHETSPRINSIPPER ..... 17**
**5.1 GEOTEKNISKE PROBLEMSTILLINGER ..... 17**
**5.2 GEOTEKNISK PROSJEKTERING. KATEGORI, GRENSETILSTANDER ..... 17**
**6 MATERIALPARAMETERE ..... 19**
**7 STABILITETSBEREGNINGER ..... 20**
**7.1 GENERELT ..... 20**
**7.2 STABILITETSBEREGNINGER ..... 20**
**8 GEOTEKNISK VURDERING ..... 21**
**8.1 GENERELT ..... 21**
**8.2 STABILITET ..... 21**
**8.2.1 VEGLINJE 101000 – NY E6 MELLOM RANHEIM OG VÆRETUNNELEN ..... 21**
**8.2.2 VEGLINJE 401200 – AVKJØRINGSRAMPE FRA E6 TIL REPPE FRA VÆRNES ..... 23**
**8.2.3 VEGLINJE 401300 – PÅKJØRINGSRAMPE FRA REPPE TIL E6 MOT VÆRNES ..... 24**
**8.2.4 VEGLINJE 901000 – DRIFTS- OG ADKOMSTVEG GOVASSMARK ..... 25**
**8.2.5 VEGLINJE 901100 – DRIFTS- OG ADKOMSTVEG REFSET ..... 26**
**8.2.6 VEGLINJE 901300 – DRIFTS- OG ADKOMSTVEG TIL TIDLIGERE ASFALTVERK VED REFSET 26**
**8.3 KONSTRUKSJONER ..... 27**
**8.3.1 GENERELT ..... 27**
**8.3.2 KULVERTER ..... 27**
**8.4 RIGG- OG DEPONIOMRÅDER ..... 28**
**8.5 REKKEFØLGE PÅ TERRENGARBEIDER ..... 29**

**8.6 FYLLING OG GRAVING ..... 29**
**9 KRITISKE MOMENTER ..... 30**
**10 VIDERE ARBEIDER ..... 31**
**11 REFERANSER ..... 32**

## TEGNINGER

| | | |
|---|---|---|
| 10207634-RIG-TEG- | 1-000 | Oversiktskart |
| | 1-001.1 | Borplan, Del 1 |
| | 1-001.2 | Borplan, Del 2 |
| | 1-001.3 | Borplan, Del 3 |
| | 1-001.4 | Borplan, Del 4 |
| | 1-002.1 | Borplan med tolkinger av borpunkter og utbredelse av kvikkleire/sprøbruddmateriale, Del 1 |
| | 1-002.2 | Borplan med tolkinger av borpunkter og utbredelse av kvikkleire/sprøbruddmateriale, Del 2 |
| | 1-002.3 | Oversiktskart med kvikkleiresoner |
| | 1-003 | Borplan med skissert geotekniske terrengtiltak |
| | 1-400.3 | Kontinuerlig ødometerforsøk, BP. 1004, d=4,39 m, Tolkning |
| | 1-401.3 | Kontinuerlig ødometerforsøk, BP. 1004, d= 5,33m, Tolkning |
| | 1-450.4 | Treaksialforsøk, BP. 1004, d=4,42 m, Tolket av styrke, NTNU-plott |
| | 1-450.5 | Treaksialforsøk, BP. 1004, d=4,42 m, Tolket av styrke, NGI-plott |
| | 1-500.5 | CPTU BP. MC-1001, Udrenert skjærfasthet, $C_{uC}$, korrelert mot $B_q$ |
| | 1-500.6 | CPTU BP. MC-1001, Udrenert skjærfasthet, $C_{uC}$, korrelert mot $S_t$, OCR og $I_P$ |
| | 1-500.7 | CPTU BP. MC-1001, Udrenert skjærfasthet, $C_{uC}$- z, verdier fra SHANSEP-analyse |
| | 1-500.8 | CPTU BP. MC-1001, Prekonsolideringsspenning, $p_c$` |
| | 1-500.9 | CPTU BP. MC-1001, Overkonsolideringsgrad, OCR |
| | 1-500.10 | CPTU BP. MC-1001, Deformasjonsmoduler, $M_i$, $M_n$ – z |
| | 1-501.5 | CPTU BP. MC-7C, Udrenert skjærfasthet, $C_{uC}$, korrelert mot $B_q$ |
| | 1-501.6 | CPTU BP. MC-7C, Udrenert skjærfasthet, $C_{uC}$, korrelert mot $S_t$, OCR og $I_P$ |
| | 1-501.7 | CPTU BP. MC-7C, Udrenert skjærfasthet, $C_{uC}$- z, verdier fra SHANSEP-analyse |
| | 1-501.8 | CPTU BP. MC-7C, Prekonsolideringsspenning, $p_c$` |
| | 1-501.9 | CPTU BP. MC-7C, Overkonsolideringsgrad, OCR |
| | 1-501.10 | CPTU BP. MC-7C, Deformasjonsmoduler, $M_i$, $M_n$– z |
| | 1-550 | Profil A-A Udrenert skjærfasthet, $C_{uC}$, Tolking av SHANSEP |
| | 1-551 | Profil B-B Udrenert skjærfasthet, $C_{uC}$, Tolking av SHANSEP |
| | 1-552 | Profil C-C Udrenert skjærfasthet, $C_{uC}$, Tolking av SHANSEP |
| | 1-553 | Profil D-D Udrenert skjærfasthet, $C_{uC}$, Tolking av SHANSEP |
| | 1-554 | Profil E-E Udrenert skjærfasthet, $C_{uC}$, Tolking av SHANSEP |
| | 1-700 | Profil F-F, Tolket kvikkleirelag og vurdering av løsne- og utløpsområde sone nr. 399 Ranheim |
| | 1-701 | Profil A-A, Tolket kvikkleirelag og vurdering av løsne- og utløpsområde sone nr. 400 Ranheim øst |
| | 1-800.1 | Beregningsprofil A-A, Stabilitetsberegning, med ny E6, ADP-analyse |
| | 1-800.2 | Beregningsprofil A-A, Stabilitetsberegning, med ny E6, aφ-analyse |
| | 1-800.3 | Beregningsprofil A-A, Stabilitetsberegning, etter tiltak, ADP-analyse |
| | 1-800.4 | Beregningsprofil A-A, Stabilitetsberegning, etter tiltak, aφ-analyse |
| | 1-801.1 | Beregningsprofil B-B, Stabilitetsberegning, med ny E6, ADP-analyse |
| | 1-801.2 | Beregningsprofil B-B, Stabilitetsberegning, med ny E6, aφ-analyse |
| | 1-801.3 | Beregningsprofil B-B, Stabilitetsberegning, etter tiltak, ADP-analyse |
| | 1-802.1 | Beregningsprofil C-C, Stabilitetsberegning, med ny E6, ADP-analyse |
| | 1-802.2 | Beregningsprofil C-C, Stabilitetsberegning, med ny E6, aφ-analyse |
| | 1-803.1 | Beregningsprofil D-D, Stabilitetsberegning, med ny E6, ADP-analyse |
| | 1-803.2 | Beregningsprofil D-D, Stabilitetsberegning, med ny E6, aφ-analyse |
| | 1-804.1 | Beregningsprofil E-E, Stabilitetsberegning, med ny E6, ADP-analyse |
| | 1-804.2 | Beregningsprofil E-E, Stabilitetsberegning, med ny E6, aφ-analyse |

# VEDLEGG

A. Grunnlagsdokumenter
B. Vurdering av skredtyper og skredutløp
C. Risikoklasseevaluering
D. Sikkerhetsprinsipper
E. Materialparametere
F. Stabilitetsberegninger
G. Sammenstilling treaksialforsøk
H. Sammenstilling ødometerforsøk

# 1 INNLEDNING

Nye Veier planlegger utbygging av E6 mellom Ranheim og Værnes. Utbyggingen består i å etablere en firefelts veg mellom Ranheim og Værnes. Strekningen mellom Ranheim og Værnes er på ca. 23 km. Videre omfatter prosjektet også arbeid med omlegging av lokalveger på strekningen. Multiconsult Norge AS er engasjert av Acciona Construction SA NUF til å utføre grunnundersøkelser og geotekniske vurderinger i forbindelse med utarbeidelse av reguleringsplan for ny E6 (110 km/t-veglinje).

For reguleringsplan er strekningen mellom Ranheim og Helltunnelen er delt opp i fire delstrekninger (DS) vist i Tabell 1:

Tabell 1 Oversikt over delstrekninger mellom Ranheim og Helltunnelen

| DS | Strekning | Kommune | Rapport nr. |
|---|---|---|---|
| 1 | Ranheim-Væretunnelen | Trondheim | E6RV-MUL-GT-RPT-TBAXX-0001 |
| 2 | Væretunnelen-Reitankrysset | Malvik | E6RV-MUL-GT-RPT-TBAXX-0002 |
| 3 | Vulutrøa-Stavsjøfjelltunnelen | Malvik | E6RV-MUL-GT-RPT-TBAXX-0003 |
| 4 | Stavsjøfjelltunnelen-Helltunnelen | Malvik | E6RV-MUL-GT-RPT-TBAXX-0004 |

Foreliggende rapport presenterer grunnlag for geotekniske beregninger og vurderinger for reguleringsplan for delstrekningen mellom Ranheim og Væretunnelen i Trondheim kommune (DS1). I rapporten presenteres resultater fra stabilitetsberegninger, vurderinger av områdestabilitet samt orienterende vurdering av fundamentering av konstruksjoner og deponiområder.

# 2 GRUNNLAG

Multiconsult Norge AS utførte høsten 2018 supplerende grunnundersøkelser for reguleringsplanen. Resultatene fra grunnundersøkelsene er rapportert i rapport nr. 10207634-RIG-RAP-001, rev01 /21/.

Det er tidligere utført mange grunnundersøkelser i området langs den aktuelle strekningen mellom Ranheim og Væretunnelen. Utførte boringer i området er vist på borplaner, tegninger nr. 10207634-RIG-TEG-1-001.1 til -1-001.4. En oversikt over alle relevante grunnundersøkelser er vist i tabell A-1 i vedlegg A. Deler av grunnundersøkelsene er innarbeidet i foreliggende rapport. Det vises til rapportene for dokumentasjon av gamle grunnundersøkelser.

Videre er det også benyttet andre rapporter og dokumenter som grunnlag, oversikt over disse er vist i tabell A-2 i vedlegg A.

I tillegg er plantegning samt lengde- og tverrsnitt for planlagte veglinjer benyttet som grunnlag.

Som høydereferanse i beregninger og tegninger benyttes NGOs høydesystem (NN2000).

# 3 TOPOGRAFI OG GRUNNFORHOLD

## 3.1 Generelt

Strekningen går mellom Ranheim og Væretunnelen i Trondheim kommune og har en lengde på 23 km. Planlagt ny E6 følger trasé for eksisterende E6 med kurveutrettinger og breddeutvidelser.

Vegutbyggingen på delstrekningen består av tilsammen 6 veglinjer. En oversikt over veglinjene er vist i Tabell 2.

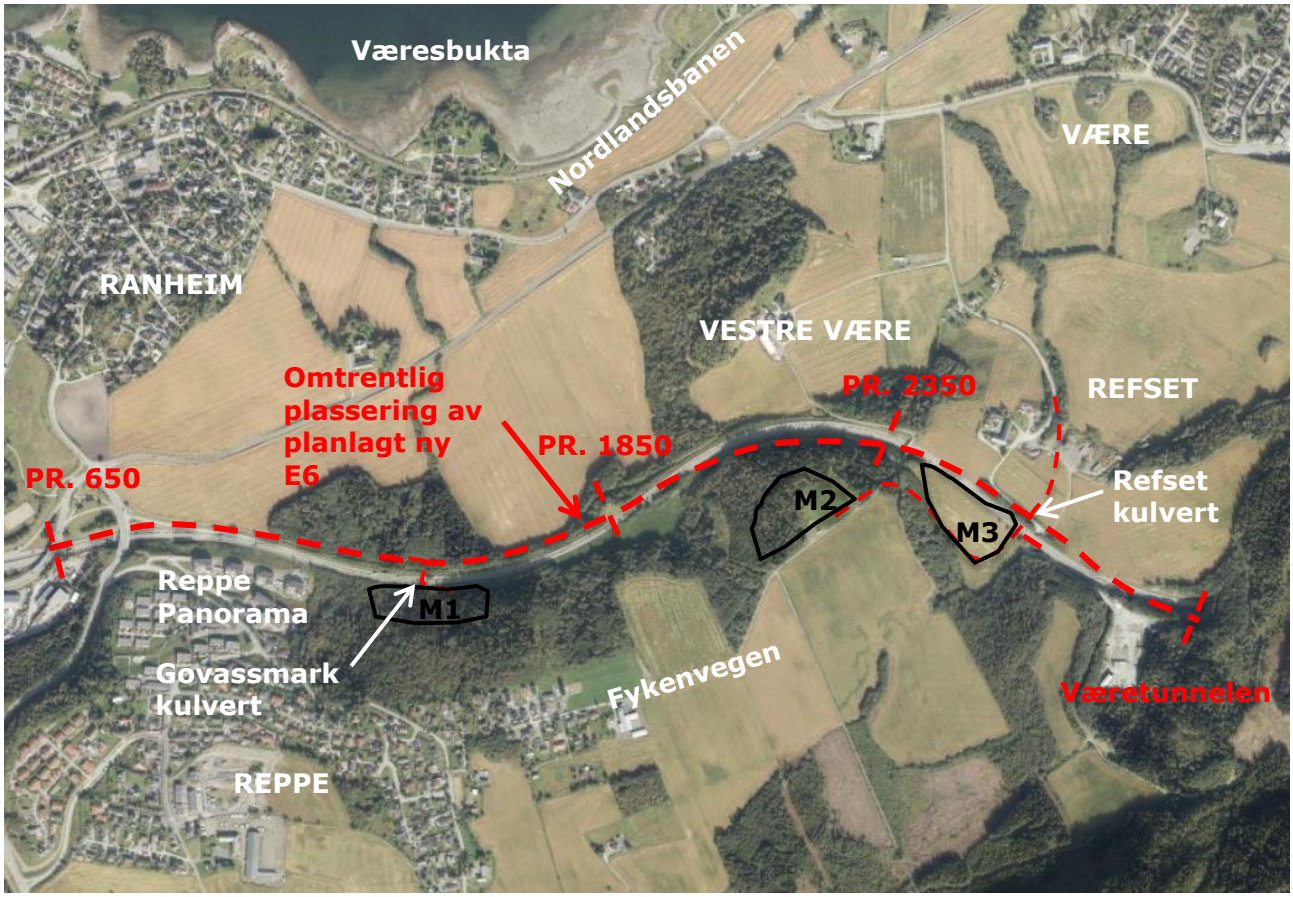
Tabell 2 Oversikt over veglinjer på strekningen

| Veglinje nr. | Beskrivelse |
|---|---|
| 101000 | Ny firefelts veg for E6 mellom Ranheim og Væretunnelen |
| 401200 | Avkjøringsrampe fra E6 til Reppe fra Værnes |
| 401300 | Påkjøringsrampe fra Reppe til E6 mot Værnes |
| 901000 | Drifts- og adkomstveg med kulvert under E6 ved Govassmark |
| 901100 | Drifts- og lokalveg med kulvert under E6 ved Refset |
| 901300 | Driftsveg med adkomst til pukk/asfaltverk sør for E6 ved Refset |

Videre er det planlagt 3 deponiområder langs delstrekningen, deponiområde M1, M2 og M3. Deponiene planlegges på sørsiden av ny E6.

På Figur 1 er det et flyfoto over den aktuelle delstrekningen. På figuren er delområdene og deponiområdene skissert inn.

I de videre kapitlene er topografi og grunnforhold for vegstrekningen kort oppsummert. For nærmere beskrivelse av grunnforhold vises det til geoteknisk datarapport nr. 10207634-RIG-RAP-001 samt datarapporter vist i tabell A-1 i Vedlegg A.



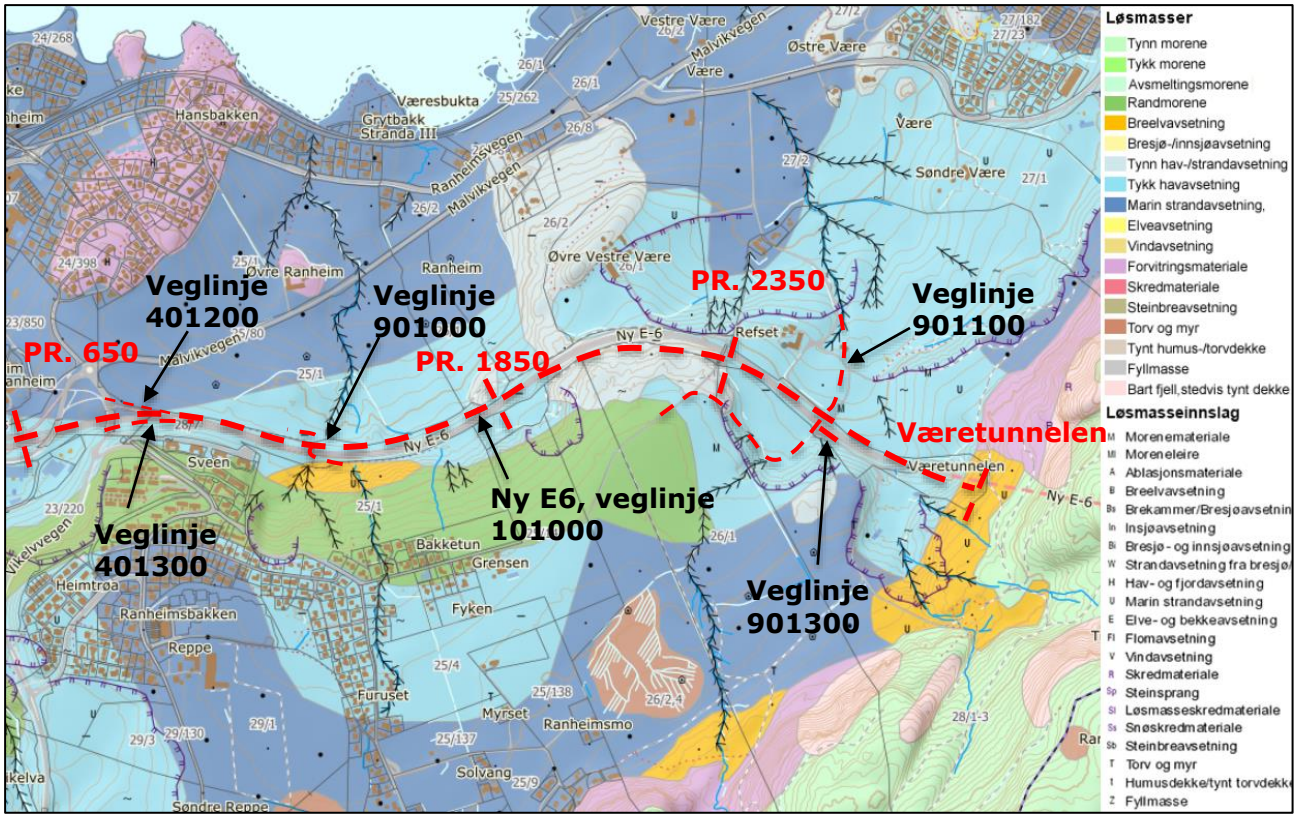

Figur 1 Flyfoto over Ranheim-Væretunnelen (kilde: www.norgeskart.no).

## 3.2 Topografi og løsmasser

Kvartærgeologisk kart angir at løsmassene i planområdet hovedsakelig består av tykk havavsetning, tynn strand- og havavsetning, morene og breelvavsetning, se Figur 2. Kartet viser også at det er bart berg langs den planlagte vegtraséen.

Det bemerkes at kvartærgeologisk kart er basert på grunne prøver av løsmassene. Følgelig kan løsmassene i dybden bestå av andre masser.

En kort orientering om grunnforholdene er gitt her, delt inn i seksjoner langs vegstrekningen etter de opptredende forhold. Figur 2 viser inndelingen. Tegning nr. 10208634-RIG-TEG-002.1 til -002.5 viser utførte sonderinger samt referanse til rapport for hver sondering.




Figur 2 Seksjoner av delstrekningen vist med profilnummer for vurdering av grunnforhold. (kilde:http://geo.ngu.no/kart/losmasse/)

### 3.2.1 Ranheim (PR. 650-1850)

Seksjonen går fra Ranheim og til planlagt bergskjæring ved ca. PR. 1850. Ved Ranheim ligger vegen på ca. kote +50 og har en svak stigning mot øst. På sørsiden av vegen er det en morenerygg opp mot Reppe og på nordsiden av vegen er det landbruksareal. På nordsiden av E6 ved Govassmarka, mellom ca. PR. 1300-1500, er det en ravinedal hvor Reppesbekken renner gjennom. Høydeforskjellen fra planlagt ny E6 og opp til toppen av moreneryggen ved Reppe er inntil 65 m. Området med dyrkamarka i nord har en terrenghelning mellom 1:7 og 1:20.

Løsmassemektigheten i borpunktene langs veglinja for denne seksjonen varierer mellom ca. 2 og over 50 m. Størst løsmassemektighet er sør før vegen, i området med randmorenen, med mektighet opp mot 80 m. Rundt PR. 1800 er det et parti hvor eksisterende veg ligger på berg. Løsmassene i området er svært lagdelte og består i hovedsak av lagdelt silt, sand, grus og leire og morenemasser. Det er påvist 2 områder med 1 eller 2 lag med kvikkleire/sprøbruddmateriale, spesielt i området nord for planlagt E6. Kvikkleira strekker seg fra strandsonen ved Væresbukta og helt opp til vegfyllingen for E6.

### 3.2.2 Vestre Være (PR. 1850-2350)

Veglinja på denne seksjonen ligger i hovedsak på berg og dels på løsmasser. Terrenget stiger på i sørlig retning og har en terrenghelning mellom 1:1,8 og 1:3 i området hvor ny E6 er planlagt.

Løsmassene i området ved bergskjæringen består generelt av lagdelte masser av grus, sand, silt og morenemasser, og har en mektighet på mellom 0-9 m langs veglinjen. Sør for bergskjæringen er løsmassene mer finkornige. Sonderingsresultatene indikerer at løsmassene i dette området er oppbløtte og har vannførende lag.

Sør for vegen mellom PR. 1700 og 1950 er det et område med bløt leire.

### 3.2.3 Refset (PR. 2350-Væretunnelen)

Seksjonen går fra bergskjæringen ved PR. 2350 og til planlagt påhugg for Væretunnelen ved ca. PR. 2985. Både på nord- og sørsiden av vegen er det hovedsakelig landbruksareal. Videre sørover er det en morenerygg. Gjennom vegfyllingen for ny E6 planlegges det en kulvert med adkomst mellom Refset gård og til Reppeplatået. Området med dyrkamarka i nord/nordøst har varierende terrenghelning mellom 1:4 og 1:15.

Opprinnelig gikk det flere ravinedaler ved Refset og da eksisterende E6 ble bygget ble ravinedalene gjenfylt. Ved utlegging av vegfylling for dagens veg ble det benyttet fast leire i vegfyllingen. Vi har fått opplyst at eksisterende fylling ble bygd opp som sandwich-fylling av leire med mellomliggende lag av sand. Fyllingsmektigheten for eksisterende E6 er inntil ca. 10 m over det som var opprinnelig terrengnivå.

Opprinnelige løsmasser i området består av lagdelte masser av leire, silt, sand og grus samt morene. Løsmassemektigheten varierer mellom ca. 2 og 30 m i området og terrengoverflaten faller generelt av i nordlig retning.

## 3.3 Grunnvann

I forbindelse med reguleringsplanen for ny E6 er det utført poretrykksmåling i ett borpunkt langs denne delstrekningen, BP. MC-1003. Piezometeret er installert på 3,8 m dybde under terreng. Avlesninger av poretrykk i BP. MC- 1003 er utført 2 ganger høsten 2018 og begge gangene viste avlesningene at piezometeret var tørt. Målt poretrykk er vist på tegning nr. -350 i rapport nr. 10207634-RIG-RAP-001 /21/.

Det er i tillegg utført grunnvannsmålinger ved tidligere utførte grunnundersøkelser i området. En oversikt over borpunkter det er utført målinger ved er vist i Tabell 3.

Tabell 3 Oversikt over målt poretrykk på strekningen

| BP. | Kote terreng | Dybde [m] | Løsmassser ved piezometerspiss | Meter vannsøyle [m] | Grunnvannstand [kote] |
|---|---|---|---|---|---|
| MC-1003 | +56,1 | 3,8 | Antatt leire/silt | - | Under +52,3* |
| M7-PZ-E4 | +51,6 | 7,0 | Leire | 7,4 | +52,0*** |
| M7-PZ-E4 | +51,6 | 15,0 | Leire | 19,4 | +56,0*** |
| R5-10PZ | +82,3 | 6,8 | Antatt morene | 1,3 | +76,8 |
| K8-D20PZ | +75,9 | 4,0 | Grus | 2,8 | +78,7** |
| K8-D80PZ | +72,2 | 5,0 | Leire | 6,2 | +78,4*** |

*Forutsatt hydrostatisk poretrykksfordeling
**Poreundertrykk
***Poreovertrykk

Ved grunnundersøkelser vist i rapport nr. U 61 (1968), se vedlegg A, er det registrert vannoppkomme og poreovertrykk i BP. S21-136, S21-163, S21-215, S21-216 og S21-217 samt i BP. S20-469.

Det er utført poretrykksmåling i ett borpunkt sør for krysset mellom Osvegen og Reppevegen på Reppe, se rapport nr. 5151701-1 i vedlegg A. Målingen ble utført den

19.04.2013 og viser at grunnvannsnivået her ligger ca. 2 m under terrengnivå. Borpunktet er ikke vist på borplanen.

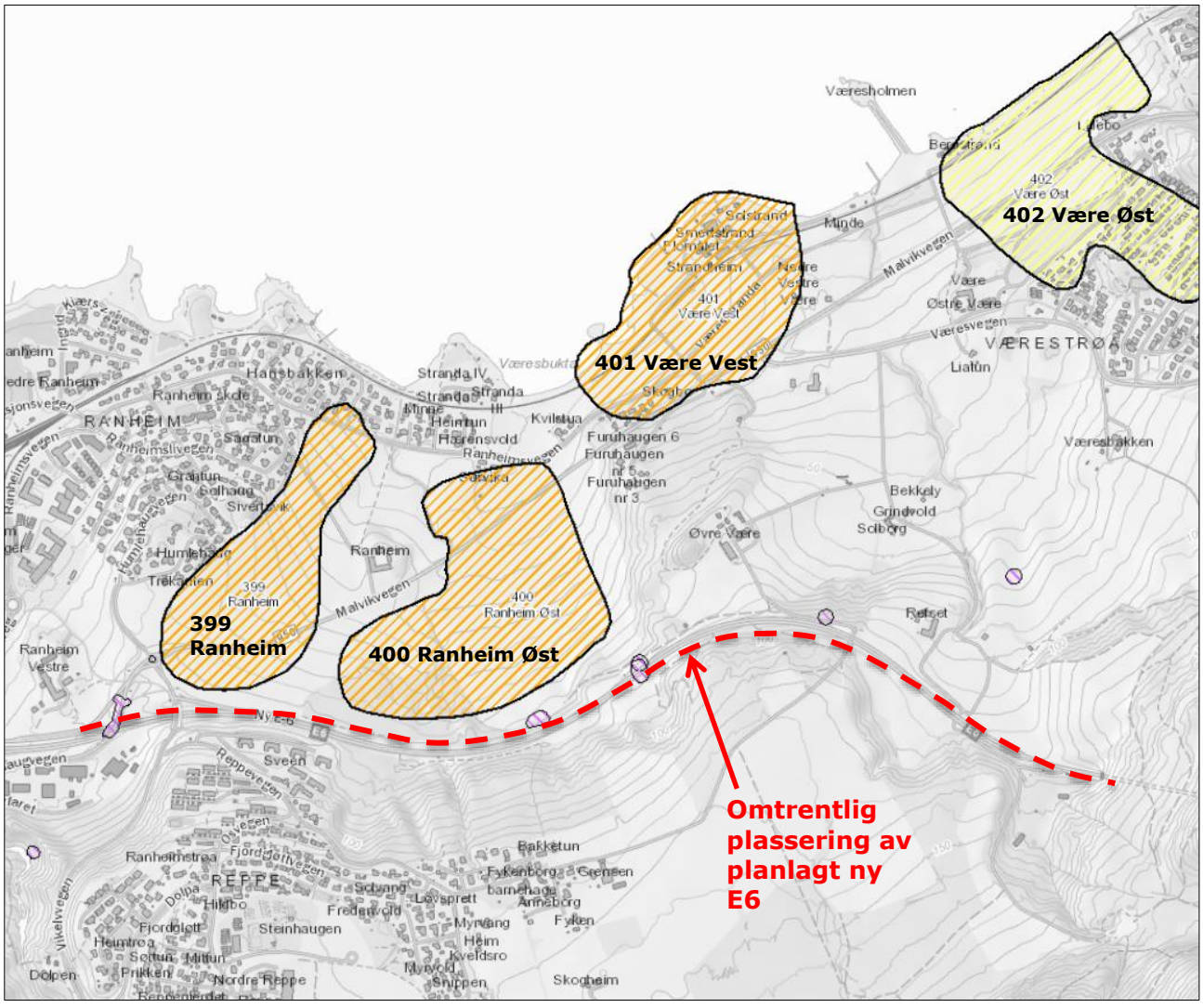
Grunnvannstanden varierer normalt med årstider og nedbør. Erfaringsmessig kan grunnvannsnivået stå vesentlig høyere i perioder med nedbør og/eller snøsmelting. Poretrykksmålingene bør videreføres for å dokumentere poretrykksvariasjoner over tid.

# 4 KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE

## 4.1 Generelt

Iht. NVEs karttjeneste Atlas går den planlagte veglinjen gjennom eller i nærheten av noen tidligere kartlagte kvikkleiresoner, se Figur 3. Tidligere og nyere utførte grunnundersøkelser viser at det er påtruffet kvikkleire/sprøbruddmateriale langs vegtraséen.

Iht. NVEs retningslinjer nr. 2/2011 «Flom- og skredfare i arealplaner» /10/ har utredning på reguleringsplannivå som mål å avklare reell kvikkleireskredfare hvor det planlegges utbygging. Ved utredning av reell skredfare skal fareområdene avgrenses, beskrives og vurderes i forhold til gitte sikkerhetskrav avhengig av sonens faregrad og tiltakskategori.

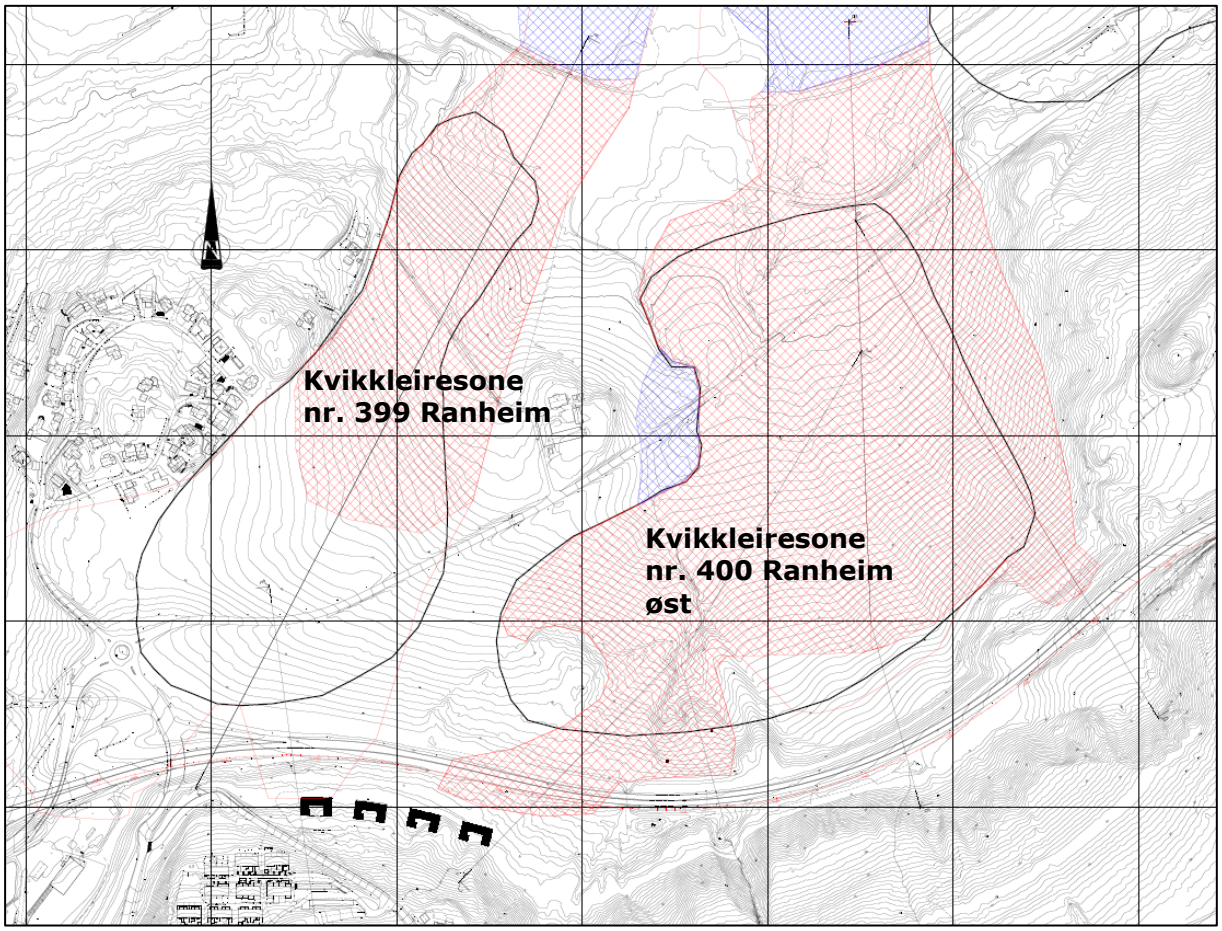



Figur 3 Oversikt over kartlagte kvikkleiersoner på www.skrednett.no

I forbindelse med reguleringsplanen for ny E6 med 90-linje, har NGI utredet områdestabiliteten og vist forslag på nye områder for kvikkleiresonene, se rapport nr. 20160099-02-R, rev1. I rapportens tegning nr. -030 er det vist løsne- og utløpsområder for kvikkleiresonene nr. 399 Ranheim og nr. 400 Ranheim øst. Løsne- og utløpsområdene er vist med henholdsvis rød og blå skravur. Videre er omriss av tidligere utstrekning av

kvikkleiresonene markert med sort strek i figuren. Utsnitt av NGIs tegning er vist i Figur 4 under.

NGI har i sin utredning klassifisert begge kvikkleiresonene med middels faregrad.




Figur 4 Utsnitt av NGIs tegning med løsne- og utløpssoner samt kritiske snitt for kvikkleiresonene (se rapport nr. 20160099-02-R, rev1)

## 4.2 Utbredelse av kvikkleire/sprøbruddmateriale

Basert på utførte grunnundersøkelser og topografiske forhold er det gjort en vurdering av utbredelsen av kvikkleire/sprøbruddmateriale i planområdet for vegprosjektet. Dette har resultert i et forslag om ny avgrensning av eksisterende kvikkleiresoner i og ved planområdet.

Undersøkte borpunkt er vist på situasjonsplanene, tegning nr. 10207634-RIG-TEG-1-002.1 og 1-002.2. Boringer der det er påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale er vist med rød farge, boringer med sannsynlig forekomst av kvikkleire er vist med oransje farge. Usikre boringer kan være at sonderingene er avsluttet for grunt eller at den har stoppet i fast lag o.l. Boringer med grønn farge angir punkt hvor det ikke er antatt kvikkleire/sprøbruddmateriale. Boringer uten markering er ikke vurdert.

Totalsonderinger hvor det er benyttet lufttrykk/spyletrykk i finkornige masser kan gi et usikkert bilde av hva massene består av og er derfor tolket konservativt.

Antatt utbredelse av kvikkleire/sprøbruddmateriale er vist på tegning nr. -1-002.1 og -1-002.2.

Følgende vurderinger ligger til grunn for grenselinjene:

- Alle kjente grunnundersøkelser i området er tatt med i vurderingen.
- Sonene er bestemt ut i fra de registrerte boringene med kvikkleire/sprøbruddmateriale påvist med prøvetaking (markert med rød farge), sannsynligvis kvikkleire/sprøbruddmateriale (markert med oransje farge) og ikke antatt kvikkleire/sprøbruddmateriale (markert med grønn farge).
- Sonene er avgrenset mot områder med oppstikkende berg/områder med liten løsmasseoverdekning.

## 4.3 Skredtype og utløpsområde

Det er utført en vurdering av skredtype og utløpsområde for kvikkleiresonene, som er presentert i Vedlegg B.

## 4.4 Skadekonsekvensklasse

Det er utført evaluering av sonenes skadekonsekvensklasse for den antatt mest ugunstige delen av sonene både før og etter gjennomføring av planlagt utbygging, presentert i Vedlegg C.

Skadekonsekvensevalueringen er utført iht. NGI-rapport nr. 20001008-2, 32/13/.

### 4.4.1 Kvikkleiresone nr. 399 Ranheim

For dagens situasjon klassifiseres kvikkleiresonen med poengsum 15 og havner i skadekonsekvensklasse «Alvorlig». Det er ikke behov for tiltak i kvikkleiresonen ved utbygging av ny E6 og dermed opprettholder kvikkleiresonen samme poengsum og skadekonsekvensklasse «Alvorlig» som før utbygging av ny E6.

### 4.4.2 Kvikkleiresone nr. 400 Ranheim øst

For dagens situasjon klassifiseres kvikkleiresonen med poengsum 13 og havner i skadekonsekvensklasse «Alvorlig». Det er planlagt tiltak med erosjonssikring i bekkedalen for Væresbekken og dermed nedjusteres faren for oppdemning/flom i området. Kvikkleiresone nr. 400 Ranheim øst havner i skadekonsekvensklasse «Alvorlig» etter utbygging av ny E6.

## 4.5 Faregradsevaluering

Det er utført faregradsevaluering for den antatt mest ugunstige delen av sonene før og etter gjennomføring av planlagt utbygging. Evalueringen fremgår av Vedlegg C. Faregradsevalueringene er utført iht. NGI-rapport nr. 20001008-2 /13/.

### 4.5.1 Kvikkleiresone nr. 399 Ranheim

For dagens situasjon klassifiseres kvikkleiresone nr. 399 Ranheim med poengsum 20 og havner i faregrad faregradsklasse «middels».

Kvikkleiresonen blir ikke påvirket av planlagt utbygging av ny E6 og klassifiseres dermed med samme faregrad både før og etter utbygging.

### 4.5.2 Kvikkleiresone nr. 400 Ranheim øst

Etter utredning av sonen klassifiseres kvikkleiresone nr. 400 Ranheim øst med poengsum 26 og havner i faregradsklasse «høy». Sonen går da fra faregradsklasse «middels» til «høy» pga. kartlegging av erosjon i Reppesbekken.

Det er behov for tiltak i forbindelse med utbygging av ny E6 i området for kvikkleiresonen, og etter utbygging vil faregraden dermed endres til «lav».

## 4.6 Risikoklasse

### 4.6.1 Risikoklasse for kvikkleiresone nr. 399 «Ranheim»:

- For dagens situasjon klassifiseres sonen i Risikoklasse 3 (tallverdi 1438)
- Etter utbygging av ny E6 med gjennomførte stabiliserende tiltak klassifiseres sonen i Risikoklasse 3 (tallverdi 1438)

### 4.6.2 Risikoklasse for kvikkleiresone nr. 400 «Ranheim øst»:

- For dagens situasjon klassifiseres sonen i Risikoklasse 4 (tallverdi 1473)
- Etter utbygging av ny E6 med gjennomførte stabiliserende tiltak klassifiseres sonen i Risikoklasse 3 (tallverdi 963)

# 5 SIKKERHETSPRINSIPPER

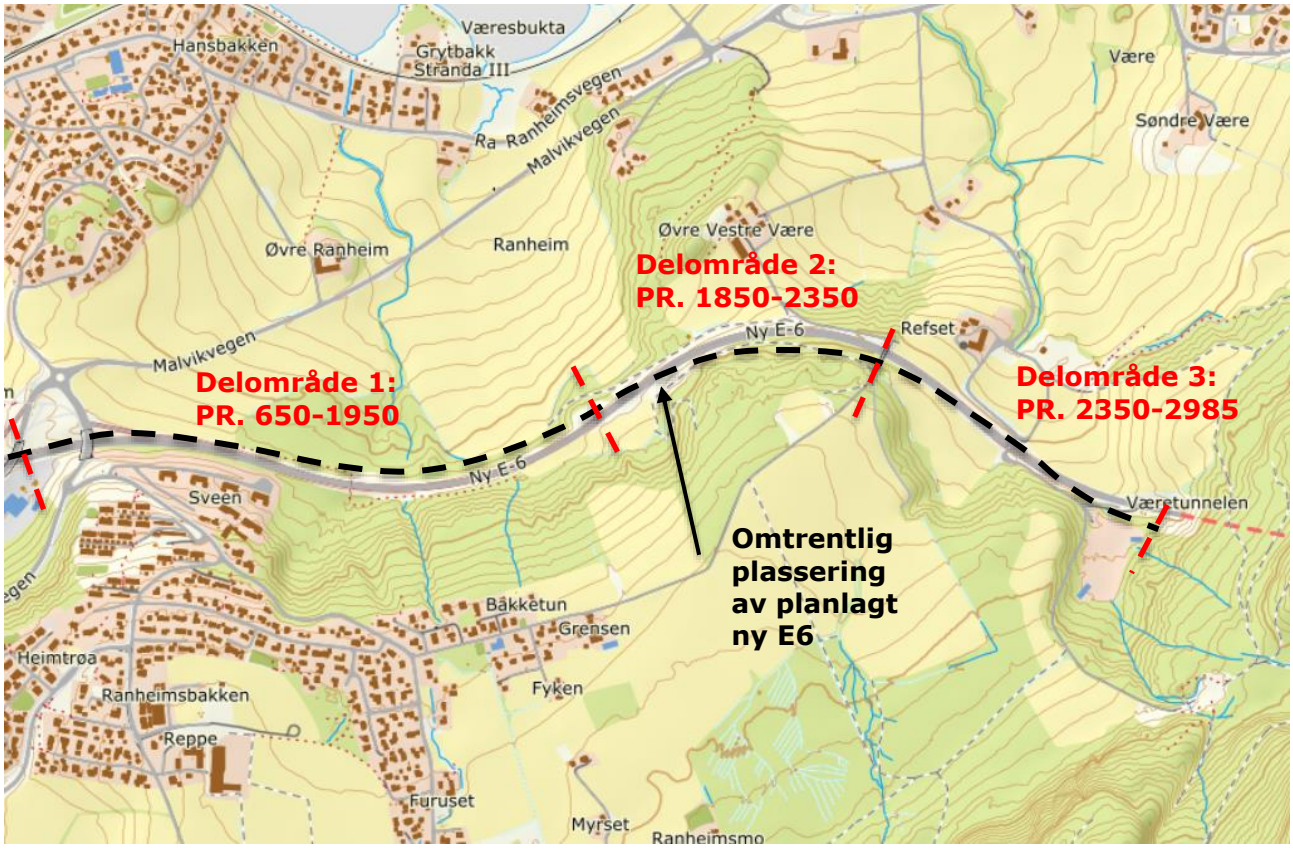
## 5.1 Geotekniske problemstillinger

Geotekniske problemstillinger i forbindelse med utbyggingen er hovedsakelig relatert til:

- Skråningsstabilitet, både i anleggsfasen og i permanent fase
- Fundamentering av konstruksjoner og støttemurer
- Midlertidig oppstøttingsløsning av graveskråninger
- Setninger som følge av høye veg- og tilløpsfyllinger
- Gravearbeider i løsmasser av silt/leire
- Overflateutglidninger ved skjæringer i sandige/siltige masser
- Etablering av motfyllinger og deponier

## 5.2 Geoteknisk prosjektering. Kategori, grensetilstander

Krav til partialfaktorer er iht. håndbok V220 /1/ avhengig av grunnforholdene. Da grunnforholdene varierer langs parsellen er det valgt å dele utbyggingsområdet inn i tre delområder, se Figur 5.




Figur 5 Oversiktsbilde over delområder (kilde: norgeskart.no).

I Tabell 4 er valgt geoteknisk kategori, pålitelighets- og konsekvensklasse, krav til partialfaktor osv. for delområdene oppsummert. Nærmere begrunnelse for valg er gitt i vedlegg D.

Tabell 4 Oppsummering av sikkerhetsprinsipper for delområdene

| **Delområde** | **1** | | **2** | **3** | |
|---|---|---|---|---|---|
| **PR. ny E6** | **650-1850** | | **1850-2350** | **2350-Væretunnelen** | |
| | E6 / konstruksjoner | Lokal- og driftsveger | E6 | E6 / konstruksjoner | Lokal- og driftsveger |
| Konsekvens- og pålitelighetsklasse | CC/RC 3 | CC/RC 2 | CC/RC 2 | CC/RC 2 | CC/RC 2 |
| Bruddmekanisme | Sprø | Sprø | Nøytral | Nøytral | Nøytral |
| Sikkerhetsnivå ($\gamma_M$) | 1,6 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,4 |
| Geoteknisk kategori | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 |
| Seismisk grunntype | S2 | S2 | D | D | D |
| Kontrollklasse og utførelseskontroll | PKK3/UKK3 | PKK2/UKK2 | PKK2/UKK2 | PKK2/UKK2 | PKK2/UKK2 |
| Geoteknisk tiltakskategori | K4 | K2 | N/A | N/A | N/A |

PKK3 og UKK3 innebærer at det i tillegg til egenkontroll utføres uavhengig kontroll av et uavhengig firma som omfatter kontroll av at egenkontroll og intern systematisk kontroll er gjennomført og dokumentert av det prosjekterende foretaket.

# 6 MATERIALPARAMETERE

Materialparametere benyttet i geotekniske vurderinger er tatt fra utførte laboratorieforsøk på opptatte prøver. For jordmaterialer det ikke er tatt prøver av er det benyttet erfaringsverdier iht. håndbok V220 /1/.

Valgte materialparametere er vist i vedlegg E – Materialparametere.

Vurdering av kvalitet på utførte undersøkelser og opptatte prøver er vist i vedlegg G - Sammenstilling av ødometerforsøk og i vedlegg H - Sammenstilling av treaksialforsøk.

# 7 STABILITETSBEREGNINGER

## 7.1 Generelt

Det er utført stabilitetsanalyser for fem utvalgte profiler. De fem profilene er valgt basert på topografi, grunnforhold og planlagt tiltak og vurdert som de mest kritiske profilene langs strekningen. Plassering av profilene er vist på tegning nr. 10207634-RIG-TEG-1-002.1 t.o.m. -1-002.4.

Det er utført stabilitetsberegninger for dagens geometri og for planlagt veg med tilhørende oppfyllinger og skjæringer for profil nr. A-A. Det er utført stabilitetsberegninger kun for planlagt veg med tilhørende oppfylling/skjæring for profil nr. B-B, C-C, D-D og E-E.

Stabilitetsberegningene er utført ved totalspenningsanalyse (ADP-analyse) og drenert effektivspenningsanalyse (aφ-analyse). Der beregningsmessig sikkerhet er for lav er det vist tiltak som gir tilfredsstillende sikkerhet avhengig av kravene i håndbok V220 /1/ og NVEs veileder nr. 7/2014 /11/.

I beregningene er det forutsatt at de nye vegfyllingene bygges opp med sprengstein. Motfyllinger og jordbruksplanering er forutsatt bygd opp med andre masser, som f.eks. utgravde masser som leire/silt. Fyllingene er i beregningene forutsatt utlagt drenert, som vil si at det må legges ut drenering i bunn av alle fyllinger.

## 7.2 Stabilitetsberegninger

Beskrivelse av stabilitetsberegningene og tilhørende resultater er vist i vedlegg F. Stabilitetsberegningene er vist på tegning nr. 10207634-RIG-TEG-1-650.1 t.o.m. -1-654.2. En sammenstilling av beregningsmessig oppnådd sikkerhet er vist i Tabell 4.

Tabell 4 Sammenstilling av beregningsmessig oppnådd sikkerhet

| Profil | Analyse | Krav til sikkerhet ny E6 (lokalstabilitet /områdestabilitet) | Beregnet sikkerhet med ny E6 (lokalstabilitet/ områdestabilitet) | Beregnet sikkerhet med tiltak (lokalstabilitet/ områdestabilitet) |
|---|---|---|---|---|
| A-A | ADP | 1,60 / 1,4 | 1,16 | 1,63/1,63 |
| | aφ | 1,25/1,4 | 1,37 | 2,63 |
| B-B | ADP | 1,60/1,4 | 1,43 | 1,60 |
| | aφ | 1,25/1,25 | 2,06 | - |
| C-C | ADP | 1,60/1,4 | 1,60 | - |
| | aφ | 1,25/1,25 | 2,04 | - |
| D-D | ADP | 1,50/ - | 1,52 | - |
| | aφ | 1,25/ - | 2,23 | - |
| E-E | ADP | 1,60 / 1,4 | 1,78/1,40 | - |
| | aφ | 1,25/1,4 | 2,06 | - |

# 8 GEOTEKNISK VURDERING

## 8.1 Generelt

På grunn av varierende topografi og stiv linjeføring på ny E6 vil den planlagte vegen får høye fyllinger samt høye berg- og løsmasseskjæringer. På deler av strekningen ligger den planlagte vegen på høye fyllinger over områder med kvikkleire/sprøbruddmateriale.

Planlagt ny E6 mellom Ranheim og Væretunnelen går gjennom eller like sør for to kvikkleiresoner. Kritiske forhold i forbindelse med planlagt utbygging vil være relatert til anleggsfasen og den permanente fasen.

Det er på strekningen behov for omfattende tiltak for å sikre gjennomførbarhet, stabilitet og setninger. Kritiske forhold i forbindelse med planlagt utbygging vil være relatert til bygge- og anleggsfasen. Det må gjennomføres stabiliserende tiltak for de mest stabilitetskritiske områdene i forkant av utbyggingen. Dette vil sette krav til rekkefølge og utførelse av anleggsarbeidene.

NVEs veileder nr. 7/2014 /11/ angir at «erosjon som kan gi negativ påvirkning på stabiliteten i tiltaksområdet skal stoppes ved erosjonssikring».

I videre kapitler er geoteknisk vurdering for hver veglinje presentert.

## 8.2 Stabilitet

### 8.2.1 Veglinje 101000 – Ny E6 mellom Ranheim og Væretunnelen

*PR. 650-1950*

På denne strekningen følger ny E6 i hovedsak traséen til eksisterende E6 med en breddeutvidelse på nordsiden av eksisterende veg. Vegen er på strekningen planlagt å ligge med løsmasseskjæring i området rundt Reppe bru og mellom ca. PR. 980 og ca. PR. 1780 er den planlagt med en fylling med fyllingsmektighet inntil ca. 7 m over eksisterende terreng.

Løsmassene i området består generelt av lagdelt sand, silt og grus med noen gjennomgående lag med leire/kvikkleire. Lagene er ujevne i hele området og den lagvise løsmassesammensetningen varierer over korte avstander.

Løsmasseskjæringene på strekningen planlegges generelt etablert med skjæringshelning 1:2, med unntak av den sørlige løsmasseskjæringen på strekningen mellom ca. PR. 860 og PR. 1000. Her planlegges skjæringshelning med 1:1,5.

Løsmasseskjæringer i siltige og leirige masser kan erfaringsmessig være utsatt for overflateglidninger. Ved uttak av skjæringer kan vannførende lag punkteres og medføre overflateutglidninger. For å sikre skjæringene mot overflateglidninger må det påregnes å plastre skjæringene med et lag med samfengt sprengstein, alternativt pukkfylte skråningsgrøfter. I skjæringen opp mot planlagt ny påkjøringsrampe, mellom PR. 860 og PR. 1000 for veglinje 401200, må det påregnes at løsmasseskjæringen må stabiliseres ved å masseutskifte øverste lag med sprengstein.

Mellom ca. PR. 1000 og PR. 1770 planlegges vegen på en ensidig fylling med fyllingsmektighet inntil ca. 7 m over eksisterende terreng. Høydeforskjellen mellom topp veg og fyllingstå planlegges å være inntil ca. 14 m. Fyllinger er planlagt med fyllingsutslag 1:2.

For å oppnå tilstrekkelig beregningsmessig sikkerhet for etablering av vegfyllingen på strekningen mellom ca. PR. 1230 og PR. 1770 må det utføres stabiliserende tiltak. Mellom ca. PR. 1230 og PR. 1500 vurderes foreløpig grunnforsterkning med jet-peling i løsmassene ved fyllingsfot som mest hensiktsmessig stabiliserende metode. På

foreliggende grunnlag vurderes det at kalk-sement-stabilisering ikke er aktuelt pga. de mektige gruslagene og følgelig risikoen for at utstyr ikke vil kunne penetrere disse lagene. Det tilrås at det utføres supplerende grunnundersøkelser og nye stabilitetsberegninger i neste planfase for bestemmelse av stabiliseringsmetode og for detaljering av tiltak.

Gruslag kan gi utfordringer med å få jevn styrke på jet-pelene. Prøvepeling kan være aktuelt for å vurdere injiseringsteknikk og tilslagsmaterialer slik at det oppnås et optimalt produkt. Det vil trolig være viktigere med et stort volum med moderat styrke fremfor et lite volum med høy styrke. Da vil også risikoen med svakere lag i pelene reduseres. For jet-pelene et det lagt til grunn en ribb-struktur med en dekningsgrad på ca. 25%. Området som bør stabiliseres er vist med blå skravur i tegning nr. RIG-TEG-1-003. Foreløpig estimert mengde med jet-peler er ca. 225 000 lm. Lag med synlige plante-/trerester eller hardere masser bør fjernes, evt. masseutskiftes med sand/pukk før installasjon av jet-peler. For å få oversikt over destabiliserende poretrykksoppbygging i grunnen, bør det utføres poretrykksmålinger under installasjon av jet-pelene.

I tillegg til jet-peling er det behov for å etablere en motfylling/erosjonssikring av bekkedalen for Reppesbekken, mellom ca. PR. 1340 og PR. 1480. Ved etablering av motfylling/erosjonssikring bør det ikke graves i kvikkleira. Grave- og terrengarbeider i området skal utføres på en slik måte at stabilitetsforholdene i anleggsperioden ikke forverres. Omlegging og plastring av bekken må utføres før jet-injiseringen og etablering av vegfyllingen påbegynnes. Stikkrenner og kulverter for bekker kan medføre begrenset mulighet for motfylling. Det kan derfor bli behov for å bygge opp deler av vegfyllingen med lette masser.

Pga. lav lokalstabilitet for vegfyllingen er det behov for stabiliserende tiltak mellom ca. PR. 1500 og PR. 1740. For å oppnå tilstrekkelig beregningsmessig stabilitet er det behov for å etablere vegfyllingen med lette masser i kombinasjon med en motfylling inntil fyllingsfoten. Lette fyllmasser kan til eksempel være lettklinker eller skumglass. Område med behov for lette fyllmasser og motfylling er vist på plan i figur RIG-TEG-1-003 og i snitt på tegning nr. -1-651.3.

Volum av lette masser er foreløpig estimert til ca. 25 000 $m^3$ og estimert volum for motfylling er ca. 60 000 $m^3$.

Skjæring sør for planlagt veg mellom ca. PR. 1750 til PR. 1950 blir delvis i berg og delvis i bløt leire. Skjæring i løsmasser tilrås etablert med helning 1:3.

*PR. 1950-2350*

Mellom ca. PR. 1950 og PR. 2350 planlegges ny E6 i hovedsak å ligge i ensidig bergskjæring. I området er det registrert løsmassemektighet opp mot 9 m. Løsmassene består av lagdelte masser av grus, sand, og silt. Massene er stedvis oppbløtte og lagdelte.

Løsmasseskjæringer planlegges generelt etablert med skjæringshelning 1:2. På nordsiden av ny E6 mellom ca. PR. 1910 og PR. 2420 er det skissert en voll. Vollen er skissert med fyllingsutslag 1:2 og planlegges etablert omtrent i samme trasé som eksisterende E6.

Løsmasseskjæringer i siltige og leirige masser kan erfaringsmessig være utsatt for overflateglidninger. For å sikre skjæringene mot overflateglidninger må det påregnes å plastre skjæringene med et lag med samfengt sprengstein, alternativt pukkfylte skråningsgrøfter.

Utsprengning og sikring av bergskjæringene er vurdert av ingeniørgeologi, se rapport nr. 10207634-RIGberg-RAP-001 /22/.

*PR. 2350-Væretunnelen*

Planlagt veg går fra Refset og til påhugget for Væretunnelen.

Løsmassene består i hovedsak av lagdelt sand, silt og leire over morenelignende løsmasser. Fylling for eksisterende E6 er trolig bygd opp av «sandwich-fylling» av leire med sandlag. Området nord for eksisterende vegfylling består hovedsakelig av dyrket mark. Før bygging av eksisterende veg var det flere ravinedaler i dette området som er gjenfylt. Videre er bekker lagt i rør.

Vegen på strekningen mellom ca. PR. 2480 til ca. PR. 2740 er i hovedsak planlagt å ligge med ensidig fylling med breddeutvidelse på nordsiden av eksisterende E6. Mellom ca. PR. 2800 og inn mot vestre påhugg til Væretunnelen planlegges vegen å ligge i dels i løsmasseskjæring og dels i bergskjæring.

Vegfyllingen på strekningen har en mektighet inntil ca. 7 m over eksisterende terreng. Høydeforskjellen mellom topp veg og fyllingstå er inntil ca. 12 m og fyllingsutslaget er vist med helning 1:3. I vegfyllingen ved ca. PR. 2620 planlegges det en kulvert for veglinje 901100.

Matjord og organiske masser må masseutskiftes med sprengstein ned til rene mineralske masser under vegkroppen. For øvrig forventes det ikke noen stabilitetsproblemer med å etablere vegfyllingen som planlagt.

Løsmasseskjæring i skråning i opp mot eksisterende lokalveg med adkomst til pukkverket i sør, mellom ca. PR. 2750 og PR. 2950, planlegges å ligge med skjæring 1:2. For å opprettholde eksisterende trase for adkomstvegen kan det bli behov for å stramme opp vegskjæringen i øvre del. Pga. siltige løsmasser må det må påregnes å plastre skjæringen med pukk/sprengstein for å unngå overflateutglidninger. I tillegg må det påregnes å masseutskifte med pukk eller sprengstein under ytterste del av lokalvegen.

Bergskjæringen inn mot tunnelpåhugget har en skjæringshøyde på inntil 26 m. Over berg er det registrert løsmasser i dybder inntil ca. 7 m. Løsmasseskjæringene inn mot tunellpåhugget er planlagt med helning 1:3. Hvis løsmasseskjæringene over tunnelpåhugget skal etableres med 1:3 vil dette påvirke store områder i skjæringen over påhugget. For å redusere dette, er det nødvendig å stramme opp skjæringen og det vil bli nødvendig med stabiliserende tiltak.

For å sikre overflatestabiliteten av vegskjæringene i løsmasser må det påregnes plastring med et lag med samfengt sprengstein, eventuelt pukkfylte skråningsgrøfter. Videre kan det i tillegg bli behov for oppstøttingsløsning, eksempelvis geonett, i løsmasseskjæringen over tunnelportalen. Det kan også bli aktuelt å benytte «songe-mur» som midlertidig oppstøtting i anleggsfasen.

Utsprengning og sikring av bergskjæringene er vurdert av ingeniørgeologi, se rapport nr. 10207634-RIGberg-RAP-002 /23/.

### 8.2.2 Veglinje 401200 – Avkjøringsrampe fra E6 til Reppe fra Værnes

*PR. 0-180*

Veglinja er en avkjøringsrampe fra ny E6 med adkomst til Ranheim og Reppe. Vegen planlegges i hovedsak å følge eksisterende avkjøringsrampe. Mellom ca. PR. 10 til PR. 70 vil vegen ligge med løsmasseskjæring ned mot Ny E6 og på fylling mellom ca. PR. 100 og 180.

Løsmassene i området er svært lagdelte og består i hovedsak av lagdelt silt, sand, grus og leire og morenemasser.

Løsmasseskjæringen mellom toppen avkjøringsrampe og ned mot ny E6 planlegges med helning 1:3 og høydeforskjellen planlegges å være inntil ca. 4 m.

Mellom ca. PR. 100 til PR. 180 planlegges vegen på fylling med breddeutvidelse mot nord og med fyllingsmektighet inntil 3 m over eksisterende terreng. Fyllingen må bygges opp av sprengstein og av setnings- og stabilitetshensyn må alle organiske masser fjernes under vegfyllingen.

For å sikre overflatestabiliteten av vegskjæringene må det påregnes plastring av med et lag med samfengt sprengstein, eventuelt pukkfylte skråningsgrøfter.

### 8.2.3 Veglinje 401300 – Påkjøringsrampe fra Reppe til E6 mot Værnes

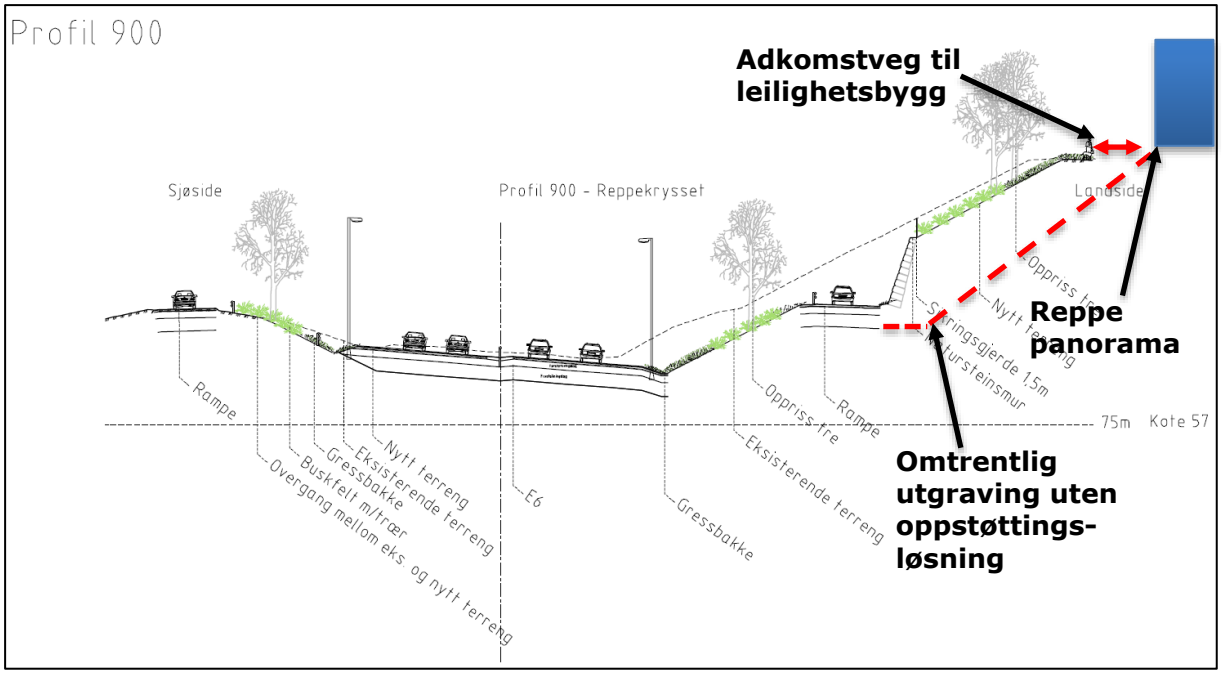
*PR. 0-240*

Veglinja er en påkjøringsrampe med adkomst fra Reppe til E6 i østgående retning (mot Værnes). Vegen planlegges å ligge i en bratt skråning mellom ny E6 og eiendommen for leilighetsbyggene Reppe Panorama. Leilighetsbyggene for Reppe Panorama ligger på toppen av skåningen i sør. Høydeforskjell mellom ny E6 og opp til eiendommen er inntil 15 m og eksisterende skråning ligger med gjennomsnittlig terrenghelning ca. 1:2.

Løsmassene i området er svært lagdelte og består i hovedsak av lagdelt silt, sand, grus, leire og morenemasser. Det påtruffet lag med kvikkleire/sprøbruddmateriale i området for planlagt veg. Grunnvannsnivået i øvre del av skråningen er registrert i dybde ca. 5,5 m under terreng. Nederst i skråningen mot E6 må det forventes at grunnvannsnivået ligger høyere.

Skjæringen mellom planlagt påkjøringsrampe og ned til ny E6 planlegges etablert med helning 1:1,5 og har en høydeforskjell på inntil ca. 12 m. Det må påregnes at løsmasseskjæringen må stabiliseres med masseutskifting med sprengstein.

Mellom ca. PR. 0 – PR. 240 i skråningen opp mot Reppe panorama er det planlagt en støttemur. Muren blir inntil ca. 7 m høy inkludert fotdybde og er planlagt som tørrmur. Åpen utgraving til fundamentnivå for muren medfører at toppen av graveskråningen berører eksisterende adkomstveg og leilighetsbyggene ved Reppe panorama, se Figur 6 under. Det er derfor behov for å stramme opp graveskråningen ved utgraving og benytte midlertidig oppstøtting av graveskråningen i anleggsfasen.




Figur 6 Utsnitt av tegning nr. O 001. E6 HP15. Ranheim-Værnes. Landskapsplan – tverrprofil

Forventet høyde på skråning med midlertidig oppstøtting er inntil 10-12 m. Det vurderes at midlertidig oppstøtting av skråningen kan utføres ved jordnagling i kombinasjon med armeringsnett og sprøytebetong. Metoden med jordnagling krever for øvrig tilstrekkelig med dreneringssystem og frostsikring. Det bemerkes at det likevel under anleggsfasen kan bli behov for midlertidig omlegging av adkomstveg inn til leilighetsbyggene ved Reppe panorama.

Ved gravearbeid og etablering av oppstøttingsløsning med jordnagling kan det oppstå risiko for skader på nærliggende bebyggelse og infrastruktur. Bygninger og veger som ligger nærme graveskåningen kan få skjevsetninger etter anleggsarbeidene og på grunn av midlertidig grunnvannssenking i anleggsfasen. Det må påregnes utbedringer av omkringliggende veger etter byggefasen på grunn av utgraving og anleggsvirksomhet med påfølgende deformasjoner/setninger.

For kontroll/reduksjon av risiko for setningsskader på nabobygg anbefales det at det i byggeplan og i en anleggsfase utføres bygningsbesiktigelse av eksisterende bebyggelse. Ved bygningsbesiktigelse vil tilstanden på eksisterende bebyggelse bli kartlagt og dokumentert før og etter etablering av ny E6.

### 8.2.4 Veglinje 901000 – Drifts- og adkomstveg Govassmark

*PR. 0-320*

Veglinja er en drifts- og adkomstveg ved Govassmark nord for Reppe. Mellom ca. PR. 0 og PR. 220 planlegges ny veg å ligge i foten av fyllingen på nordlig side av ny E6. Mellom ca. PR. 270 og PR. 320 planlegges vegen å ligge langs utkanten et deponi (Deponiområde M1). Mellom ca. PR. 230 og PR. 270 vil vegen gå i kulvert under ny E6.

Løsmassene i området består i hovedsak av lagdelt silt, sand, grus og leire og morenemasser. Det er påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale i løsmassene.

Fra PR. 0 og til planlagt kulvert planlegges vegen i hovedsak å ligge omtrent i terreng. Sør for kulverten planlegges vegen å ligge i tosidig løsmasseskjæring og planlegges i bunnen av en skråning ned fra deponiområde M1. Geotekniske vurderinger for

deponiområdet er gitt i kapittel 8.4. Skråningen ned fra toppen av deponiet og løsmasseskjæringer planlegges med helning 1:2.

For å sikre skjæringene mot overflateglidninger må det påregnes å plastre skjæringene med et lag med samfengt sprengstein, alternativt pukkfylte skråningsgrøfter.

Det forventes ikke stabilitetsproblemer med å etablere veglinje 901000 som planlagt, men for å oppnå tilstrekkelig beregningsmessig sikkerhet for etablering av vegfyllingen for ny E6, er det behov for å utføre stabiliserende tiltak i traséen for veglinje 901000 mellom ca. PR. 110 og PR. 240. Omfang av stabiliserende tiltak er beskrevet i kapittel 8.2.1.

### 8.2.5 Veglinje 901100 – Drifts- og adkomstveg Refset

*PR. 0-960*

Veglinja er en ny drifts- og adkomstveg mellom eiendommene ved Refset og opp til terrenghøyden øst på terrengplatået ved Reppe. Mellom ca. PR. 290 og PR. 330 vil vegen gå i kulvert under ny E6. Ny veglinje mellom PR. 0 og til planlagt kulvert er planlagt å ligge omtrent i eksisterende terreng.

Mellom ca. PR. 340 og 960 planlegges vegen å ligge langs utkanten av to deponiområder (deponiområde M3 og M2). Mellom ca. PR. 460 og PR. 760 planlegges vegen i hovedsak etablert på fylling. Fyllingsmektigheten er inntil 11 m.

Skjæringer planlegges med helning 1:2 og skjæringsdybden er inntil 3 m. Mellom ca. PR. 340 og PR. 460 planlegges vegen også å ligge i skjæring på begge sider av vegen. I øst planlegges skjæringen med helning 1:2 og mot deponiet planlegges skjæringen med helning 1:3.

Løsmassene i området ved Refset består i hovedsak av lagdelte masser av leire, silt og sand over morenemasser. Videre er det antatt at det ble benyttet leire for oppbygging av eksisterende vegfylling for E6. Terrenghøyden i sør er en morenerygg. Her består løsmassene av et lag med silt, sand og grus (morene) over et lag med leire.

For å sikre skjæringene mot overflateglidninger må det påregnes å plastre skjæringene med et lag med samfengt sprengstein, alternativt pukkfylte skråningsgrøfter.

Vegfyllingen er meget høy og det er planlagt et stort massedeponi på nordsiden av vegen. For at stabiliteten av vegfylling skal være tilfredsstillende må alle organiske masser fjernes under vegfyllingen av setnings- og stabilitetshensyn. Dersom vegfyllingen bygges opp med sprengstein kan det vurderes å stramme opp vegkroppen. Selve vegkroppen kan etableres med helning 1:1,5 og deponimassene kan legges utenpå vegfyllingen.

Geoteknisk vurdering i forbindelse med etablering av deponiet er gitt i kapittel 8.4.

### 8.2.6 Veglinje 901300 – Drifts- og adkomstveg til tidligere asfaltverk ved Refset

*PR. 0-50*

Veglinja er en ny adkomstveg til område sør for E6 ved Refset hvor det tidligere lå et asfaltverk. Vegen planlegges å ligge omtrent i terreng med unntak av mellom ca. PR. 35 og 50. Her planlegges vegen med ensidig løsmasseskjæring.

Løsmassene i området ved Refset består i hovedsak av lagdelte masser av leire, silt og sand og morenemasser.

Skjæringer planlegges med helning 1:2 og skjæringshøyden er inntil ca. 4 m.

For å sikre skjæringene mot overflateglidninger må det påregnes å plastre skjæringene med et lag med samfengt sprengstein, alternativt pukkfylte skråningsgrøfter.

## 8.3 Konstruksjoner

### 8.3.1 Generelt

Det planlegges 3 kulverter på strekningen. For vurderinger av konstruksjonene på strekningen Ranheim - Væretunnelen er det brukt grunnlag mottatt av RIB, tegning nr. D101, D102 og D105, se Vedlegg A.

Kulvertene kan direktefundamenteres. Graveplanum for kulvertene antas komme dels ned i gammel fylling for eksisterende E6 og dels i ny fylling for ny E6. Avhengig av variasjonen på terrengoverflaten samt fall på kulvertene kan graveplanum også komme ned i original grunn. Der kulvertene fundamenteres i original grunn eller leirmasser, må det påberegnes å masseutskifte til frostfri dybde med sprengstein/pukk (telesikre masser). Alternativt må kulvertene frostsikres med isolasjon.

Grunnen i området er generelt telefarlig. Frostsikring er derfor påkrevd både i byggefasen (dersom vinterbygging) og i permanentfasen. Ved vinterarbeid må snø og tele fjernes og arealer som blir stående åpne må tildekkes/isoleres for å hindre frostnedtrengning og innblanding av snø eller oppbløting av overvann.

Mellom original grunn og fylling tilrås det lagt separasjonsduk for å hindre inntrengning av finkornige masser.

Ved fundamentering i stedlige masser må det påses at ingen konstruksjoner blir anbrakt på oppbløtte og/eller omrørte masser. Dersom grunnen blir omrørt/oppbløtt må dette masseutskiftes med pukk.

Det er registrert poreovertrykk i grunnen i planområdet og det er eksisterende bekker i områdene for planlagte kulverter. Det må følgelig påregnes innsig av vann i byggegropene under utgraving. Det kan bli aktuelt å sikre midlertidige graveskråninger og skjæringer i løsmasser mot overflateglidninger med et lag pukk eller sprengstein i anleggsfasen.

For å redusere risikoen for skadelige differansesetninger i lengderetning på fylling for ny E6 tilrås det benyttet overgangsplater for å jevne ut eventuelle setninger i overgangen mellom løsmasser og kulvert. Ved tilbakefylling mot kulverter må det benyttes telesikre masser, se prosess 81.63 i håndbok R762 /5/.

### 8.3.2 Kulverter

*Govassmark kulvert ca. PR. 1340*

Det er planlagt en ny kulvert under ny E6 for adkomst ved Govassmark. Kulverten planlegges med lysåpning 4 x 4,6 m. For etablering av kulverten må det graves i løsmasser i dybde ca. 8 m under topp eksisterende E6.

Løsmassene i området består i hovedsak av lagdelt silt, sand, grus og leire og morenemasser. Dybden til berg er rundt 25 m ved planlagt kulvert. Det er påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale i løsmassene. Gjennom dagens vegfylling går det en stikkledning som planlegges omlagt og erstattet med en ny. Pga. stabilitetsproblematikk er det behov for stabiliserende tiltak i området, se kapittel 8.2.1. Deler av stabiliserte løsmasser vil komme under den nordlige delen av kulverten.

Det går en bekk i nærheten av planlagt kulvert. For utgraving av fundamentnivå for kulverten må det følgelig påregnes innsig av vann i byggegropen. Det må derfor påregnes å sikre midlertidige graveskråninger og skjæringer i løsmasser mot overflateglidninger i anleggsfasen.

*Reppesbekken vannkulvert ca. PR. 1430*

I forbindelse med planlagt ny E6 må Reppesbekken legges om og eksisterende stikkrenne erstattes med ny vannkulvert gjennom vegfylling. Ny trasé for Reppesbekken er vist på tegning nr. GH102. For etablering av kulverten må det graves i løsmasser i dybde ca. 7 m under topp eksisterende E6.

På grunn av eksisterende Reppesbekken må det følgelig påregnes innsig av vann i byggegropen ved utgraving til fundamentnivå for ny vannkulvert, og det må derfor påregnes å sikre midlertidige graveskråninger og skjæringer i løsmasser mot overflateglidninger i anleggsfasen.

I området ved utløpet for Reppesbekken på nordsiden av ny E6, er det grunnet områdestabilitet behov for å utføre stabiliserende tiltak i bekkedalen. Det planlagte stabiliseringstiltaket er en kombinasjon av erosjonssikring for bekken og en motfylling. Dette for å oppnå tilfredsstillende sikkerhet mot skred samt å forhindre at initialskred som kan utløse bakovergripende skred mot ny E6. Dette er beskrevet nærmere i kapittel 8.2.1.

*Refset kulvert ca. PR. 2620*

Dagens kulvert ved Refset er planlagt erstattet med en ny kulvert. Den nye kulverten er planlagt for en driftsveg mellom Refset og Reppe. Vegkulverten planlegges med fri høyde 4,9 m og i kombinasjon med viltundergang og mulig åpning for Væresbekken. For etablering av kulverten må det graves i løsmasser i dybde inntil ca. 11 m under topp eksisterende E6.

Løsmassene i området ved Refset består i hovedsak av lagdelte masser av leire, silt og sand over morenemasser. Videre er det antatt at det er benyttet leire for oppbygging av eksisterende vegfylling for E6.

Kulverten kan direktefundamenteres på hel bunnplate. Graveplanum for kulverten antas å komme dels ned i gammel fylling for eksisterende E6 og dels i ny fylling.

Væresbekken går i nærheten av planlagt kulvert. For utgraving av fundamentnivå for kulverten må det følgelig påregnes innsig av vann i byggegropen. Det må derfor påregnes å sikre midlertidige graveskråninger og skjæringer i løsmasser mot overflateglidninger i anleggsfasen.

## 8.4 Rigg- og deponiområder

*Deponier*

Det er planlagt 3 deponiområder på strekningen, M1, M2 og M3. M1 og M3 planlegges å ligge inntil ny E6 og deponiområde M2 planlegges å ligge langs en drifts- og adkomstveg på Reppesplatået. Omtrentlig plassering av deponiområdene er vist i Figur 1.

Dersom deponiene skal fylles opp med torv og/eller sand/siltmasser må oppfyllingen utføres innenfor stabile sjetéer av sprengstein slik at vrakmasser holdes innenfor sjetéene. Fundamenteringen av sjetéene må føres ned til faste mineralske masser eller til berg. Det kan derfor bli behov for masseutskifting av matjord og torvmasser under sjetéene. I underkant av deponiene må det etableres et system med drenering (for eksempel pukkstrenger med drensrør omhyllet i separasjonsduk). Dette må detaljeres i neste planfase.

Sjetéer av sprengstein i ytterkant av deponiområdene må utlegges lagvis og komprimeres.

Oppbygging/etablering av deponiet må beskrives i byggeplan, spesielt med tanke på hvordan vann fra Reppesbekken og Væresbekken under deponiene blir håndtert.

*Riggområder*

Det er planlagt to riggområder på strekningen, R1 og R2.

R1 er planlagt nord for E6 ved Vikelvvegen bru. På grunn av kvikkleire og sprøbruddmateriale i grunnen må utforming og terrengarrondering detaljprosjekteres.

Riggområde R2 er planlagt i det tidligere asfaltverket sør for tunnelportal for Væretunnelen. I nord avgrenses riggområdet mot vegskjæring for ny E6. Ved topp av skjæring tilrås det av stabilitetshensyn ikke mellomlagring av masser eller utstyr. Forøvrig forventes ikke stabilitetsFproblemer med å benytte det aktuelle området.

## 8.5 Rekkefølge på terrengarbeider

Generelt må terrengtiltak gjennomføres før graving/fylling for veglinjene påbegynnes. Det vil si at motfyllinger må legges ut og erosjonssikringen må være utført før vegfyllingen legges ut. Motfylling i ravinedal mellom PR. 1350 og 1480 må legges ut før installasjon av jet-peler. Motfyllinger skal legges ut lagvis fra bunn.

## 8.6 Fylling og graving

Vegfyllingene under vegkroppen bør bygges opp med sprengstein da det erfaringsmessig oppstår store og ujevne setninger i mektige fyllinger av leire og silt. Masser fra terrengavlastning og uttak av vegskjæringer kan benyttes i motfyllinger og i fyllinger utenfor vegkroppen, som for eksempel i jordbruksplaneringer. Alle fyllinger må bygges opp lagvis og komprimeres iht. normal komprimering iht. prosess 25 i Håndbok R761 /4/.

Matjord og humusholdige masser under vegfyllingene må fjernes og det må etableres en horisontal fyllingsfot i skrånende terreng. Videre må det legges separasjonsduk mellom naturlig grunn og sprengstein. Fyllingsfoten bør dreneres. Manglende fyllingssåle vil medføre dårlig kontakt med underliggende masser og gi dårlig støtte for komprimering ved oppbygging av fylling.

Når terrenget og bergoverflata skråner 1:3 eller brattere i vegens tverretning tilrås det tatt ut en såle i foten av fyllingen i henhold til figur 253.1 og 253.2 i Håndbok N200.

All oppfylling må utføres på telefri grunn, eventuelt må telelag fjernes.

Graving for uttak av skjæringer og nedplanering av terreng må starte fra prosjektert skjæringstopp og graves med angitt skråningshelning. Uttak av skjæringer må av stabilitetshensyn ikke utføres med midlertidig brattere skråningshelninger.

Stabiliteten av graveskråningene vil avhenge av grunnvannsstanden i området. Generelt vil graveskråningene i løsmasser være stabile ved graving over grunnvannsnivået, mens det under grunnvannsnivået kan forventes problemer med innrasing i grøftene.

Det går flere bekker og stikkrenner gjennom den planlagte veglinja. Dette vannet må tas vare på. Vannet må ledes gjennom tette rør under fyllingen. Vannet må ikke komme inn i vegfyllingene på grunn av fare for utvasking og oppbløting som igjen kan medføre utglidninger.

I områder med kvikkleire/sprøbruddmateriale tillates generelt ikke mellomlagring av masser uten at dette på forhånd er avklart med geotekniker. Bruk av tungt utstyr må reduseres til et minimum i disse områdene, spesielt nær kantene ned mot ravinedal for Reppesbekken. I utgangspunktet må det påregnes at alle gravemasser straks må kjøres bort til godkjent deponi.

# 9 KRITISKE MOMENTER

I områder med kvikkleire med liten overdekning kan selv mindre utglidninger og initialras ett eller annet sted i avsetningen utløse et større skred. Konsekvenser av initialras under graving og oppfylling i anleggsfasen i områder med kvikkleire, innebærer en risiko for vegutbyggingen.

Dette faremomentet må ha høy fokus fra entreprenørens side under arbeidene. Det er derfor av avgjørende betydning at alle bestemmelser og restriksjoner vedrørende grave- og fyllingsarbeider i beskrivelsen følges nøye.

De største geotekniske risikomomentene knyttet til utførelsen av arbeidene samt den permanente fasen er:

- Midlertidige graveskråninger
- Unøyaktige grave- og fyllingsarbeider
- Stabilitet i anleggsfasen
- Hengende grunnvannsspeil/punktering av vannførende lag
- Erosjonssikring
- Poretrykksoppbygging ved innstallering av jet-peler
- Setninger/differansesetninger

# 10 VIDERE ARBEIDER

Videre arbeider som må ivaretas i byggeplan er:

- Supplerende grunnundersøkelser
  For videre detaljprosjektering i byggeplanfasen, må det utføres supplerende grunnundersøkelser i deler av planområdet. Dette er spesielt viktig for:
  - detaljprosjektering av konstruksjoner,
  - detaljprosjektering av stabiliserende tiltak, herunder motfyllinger, optimalisering av jet-peler og omfang av lette masser i vegfyllingene.
  - nærmere kartlegging av bergforløp ved tunnelpåhugg og bergskjæringer.
- Poretrykksmålinger må forlenges for å dokumentere årstidsvariasjoner.
- Kartlegging og bygningsbesiktigelse av nærliggende infrastruktur og bebyggelse ved Reppe Panorama.
- Behovet for stabilitetsberegninger for anleggsfasen må vurderes nærmere i neste planfase.
- Behovet for drenering under rigg- og deponiområdene må kartlegges og detaljeres.
- Detaljprosjektering vegfylling av lette masser
  Foreslåtte vegfyllinger med lette masser detaljberegnes, dimensjoneres og beskrives.
- Detaljprosjektering motfylling
  Foreslåtte motfyllinger må detaljprosjekteres. Herunder omfang, rekkefølgekrav og krav til kontroll må spesifiseres.
- Detaljprosjektering av jet-peling
  Kostnadene ved jet-peling er avhengig av innblandingsforholdet av kalk-sement i forhold til oppnådd styrkeøkning i leirmassene. Før eventuell installasjon av peler bør det utføres laboratorieforsøk med innblanding av kalk-sement på opptatte prøver fra planområdet. Installasjon av jet-peler må følges opp med poretrykksmålinger for å kontrollere oppbygning og dissipasjon av poreovertrykk.
- Rekkefølgekrav og geometrisk kontroll
  Utarbeide kontrollplan for anleggsarbeidene. Herunder rekkefølgekrav og geometrisk kontroll.
- Trafikkomlegging i anleggsfasen
  Da planlagt ny E6 delvis følger eksisterende E6, må det lages midlertidige omkjøringsveger for trafikk i anleggsperioden. Det er viktig at stabilitetsforholdene blir ivaretatt ved utarbeidelse av faseplaner for utbyggingen. Midlertidige veger i anleggsfasen kan medføre behov for ytterligere stabiliserende tiltak enn beskrevet.

# 11 REFERANSER

/1/ SVV (2014) Geoteknikk i vegbygging. Håndbok V220. Utgitt 1. juni 2014.
/2/ SVV (2018) Vegbygging. Håndbok N200. Utgitt juni 2014.
/3/ SVV (2014) Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger. Håndbok V221. rev.2 juni 2014.
/4/ SVV (2018) Prosesskode 1, Standard beskrivelse for vegkontrakter, Håndbok R761, utgitt november 2015.
/5/ SVV (2018) Prosesskode 2, Standard beskrivelse for bruer og kaier, Håndbok R762, utgitt november 2015.
/6/ Norsk Standard NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 (Eurokode 0).
/7/ Norsk Standard NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016 (Eurokode 7, del 1).
/8/ Norsk Standard NS-EN 1997-2:2007+NA:2008 (Eurokode 7, del 2).
/9/ Norsk Standard NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2014 (Eurokode 8).
/10/ Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), NVEs retningslinjer nr. 2/2011, Flaum og skredfare i arealplanar, revidert 15. april 2011.
/11/ Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), NVEs veileder nr. 7/2014, Sikkerhet mot kvikkleireskred, Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper, utgitt april 2014.
/12/ Multiconsult Norge AS (2019) Notat nr. 10207634-RIG-NOT-002, rev01 Prinsipper for avgrensing mellom lokal- og områdestabilitet og utredning av områdestabilitet, datert 01.03.2019.
/13/ NGI-rapport nr. 20001008-2 Rev. 3 (2008). Program for økt sikkerhet mot leirskred. Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire.
/14/ Naturfare, infrastruktur, flom og skred, NIFS (2014). Metode for vurdering av løsne- og utløpsområder for områdeskred. NIFS-rapport nr. 14-2016. Naturfareprosjektet Dp.6 Kvikkleire.
/15/ J.S. L`Heureux (2012). A study of the retrogressive behavior and mobility of Norwegian quick clay landslides, Proceedings of the 11th International & 2nd North American Symposium on Landslides, Banff, Canada, Geological Survey of Norway (NGU), Trondheim, Norway
/16/ 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.
/17/ Karlsrud K. Lunne T. & Brattlien K. (1996) Improved CPTU correlations based on block samples.
/18/ Karlsrud, K. et al. (2005). CPTU correlations for clays. Proceedings, ICSMGE, Osaka s 693 -702.
/19/ 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.
/20/ 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.
/21/ Multiconsult Norge AS (2018) Rapport nr. 10207634-RIG-RAP-001, rev01 Datarapport – Geotekniske grunnundersøkelser, datert 14.01.2019.
/22/ Multiconsult Norge AS (2018) Rapport nr. E6RV-MUL-GE-RPT-TBAXX-0001, rev00, Ingeniørgeologisk rapport for reguleringsplan – Dagsone Ranheim-Væretunnelen, datert 20.03.2019.

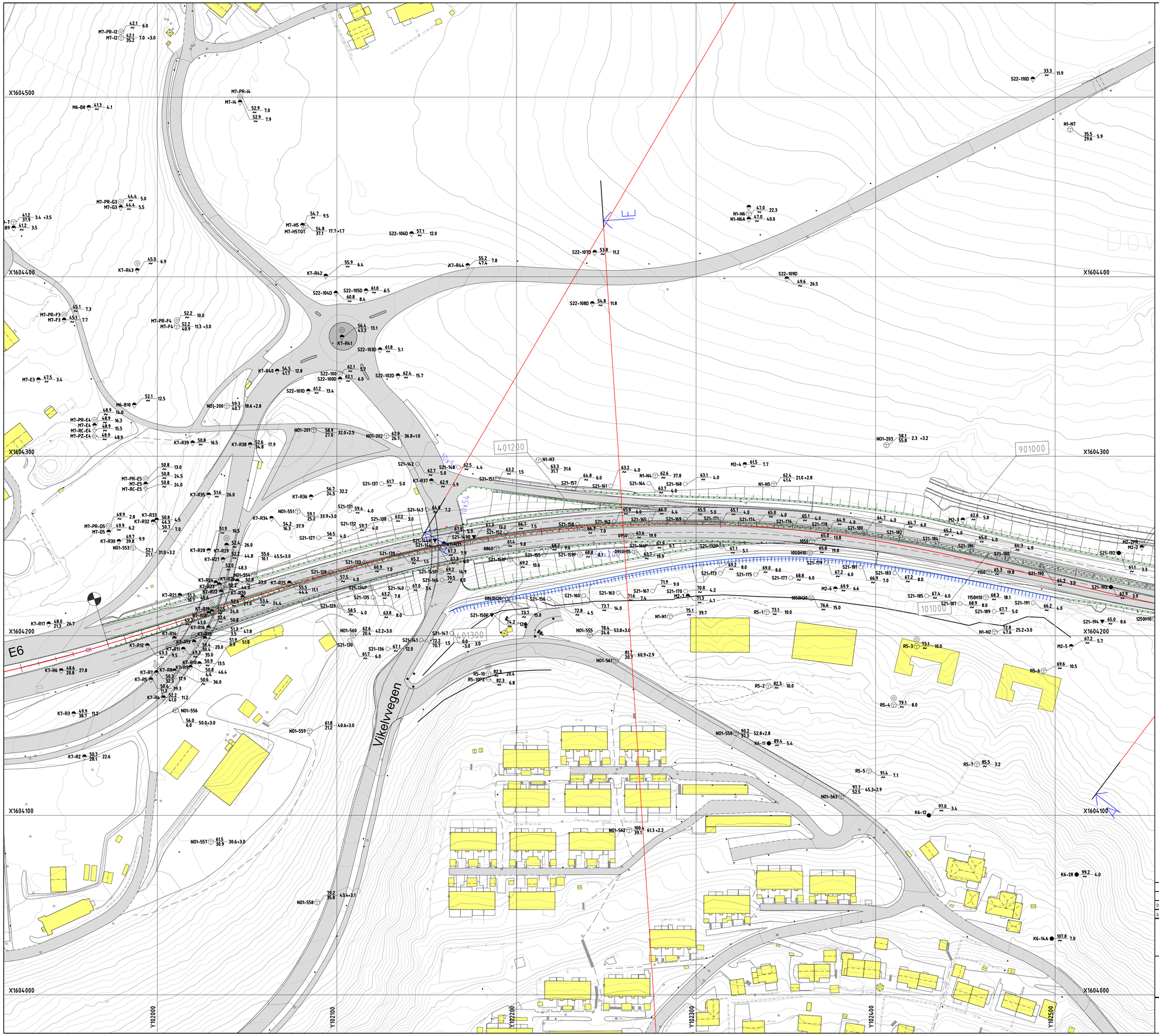
/23/ Multiconsult Norge AS (2018) Rapport nr. E6RV-MUL-GE-RPT-TBAXX-0002, rev00, Væretunnelen, ingeniørgeologisk rapport til reguleringsplan, datert 20.03.2019.

/24/ Norsk geoteknisk forening (NGF) (2012), Veiledning for grunnforsterkning med kalksementpeler.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | - | - | - | - | - |
| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |

| | | |
|---|---|---|
| Acciona Construction SA NUF<br>E6 Ranheim-Værnes | Fag: Geoteknikk | Format: A3 |
| | Dato: 12.03.2019 | |
| Oversiktskart | Format/Målestokk: 1:50000 | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Multiconsult | Status | Konstr./Tegnet: JKM | Kontrollert: ANKS | Godkjent: RoS |
| | Oppdragsnr.: 10207634 | Tegningsnr.: RIG-TEG-1-000 | | Rev.: 00 |




## TEGNFORKLARING:

- ● DREIESONDERING
- ○ ENKEL SONDERING
- ▼ RAMSONDERING
- ▽ TRYKKSONDERING
- ⊕ TOTALSONDERING
- ◎ PRØVESERIE
- □ PRØVEGROP
- DREIETRYKKSONDERING
- ⊠ SKRUPLATEFORSØK
- + VINGEBORING
- PORETRYKKMÅLING
- KJERNEBORING
- FJELLKONTROLLBORING
- BERG I DAGEN

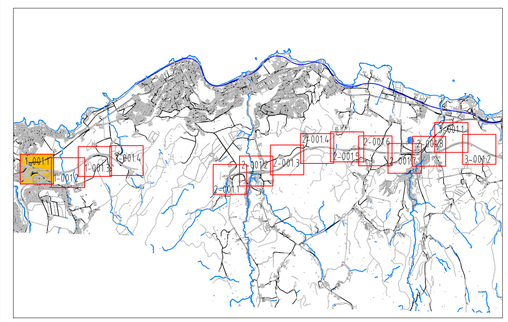
| | |
|---|---|
| KARTGRUNNLAG: | Digitalt kart fra Nye Veier |
| KOORDINATSYSTEM: | NTM Sone 10 |
| HØYDEREFERANSE: | NN 2000 |
| UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMENT: | GPS GLONAS CPOS |
| BORBOK NR: | Digital |
| LAB.BOK NR: | Digital |

EKSEMPEL

BP 1 — 43.0 / 28.2 — 14.8 + 2.4 — BORET DYBDE + BORET I BERG

TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE

ANTATT BERGKOTE



| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | - | - | - | - | - |

Acciona Construction SA NUF

E6 Ranheim-Værnes

Borplan - Delstrekning 1

Del-1

Fag: Geoteknikk

Format: A1

Dato: 12.03.2019

Format/Målestokk: 1:1000

Multiconsult

www.multiconsult.no

Status

Konstr./Tegnet: JKM

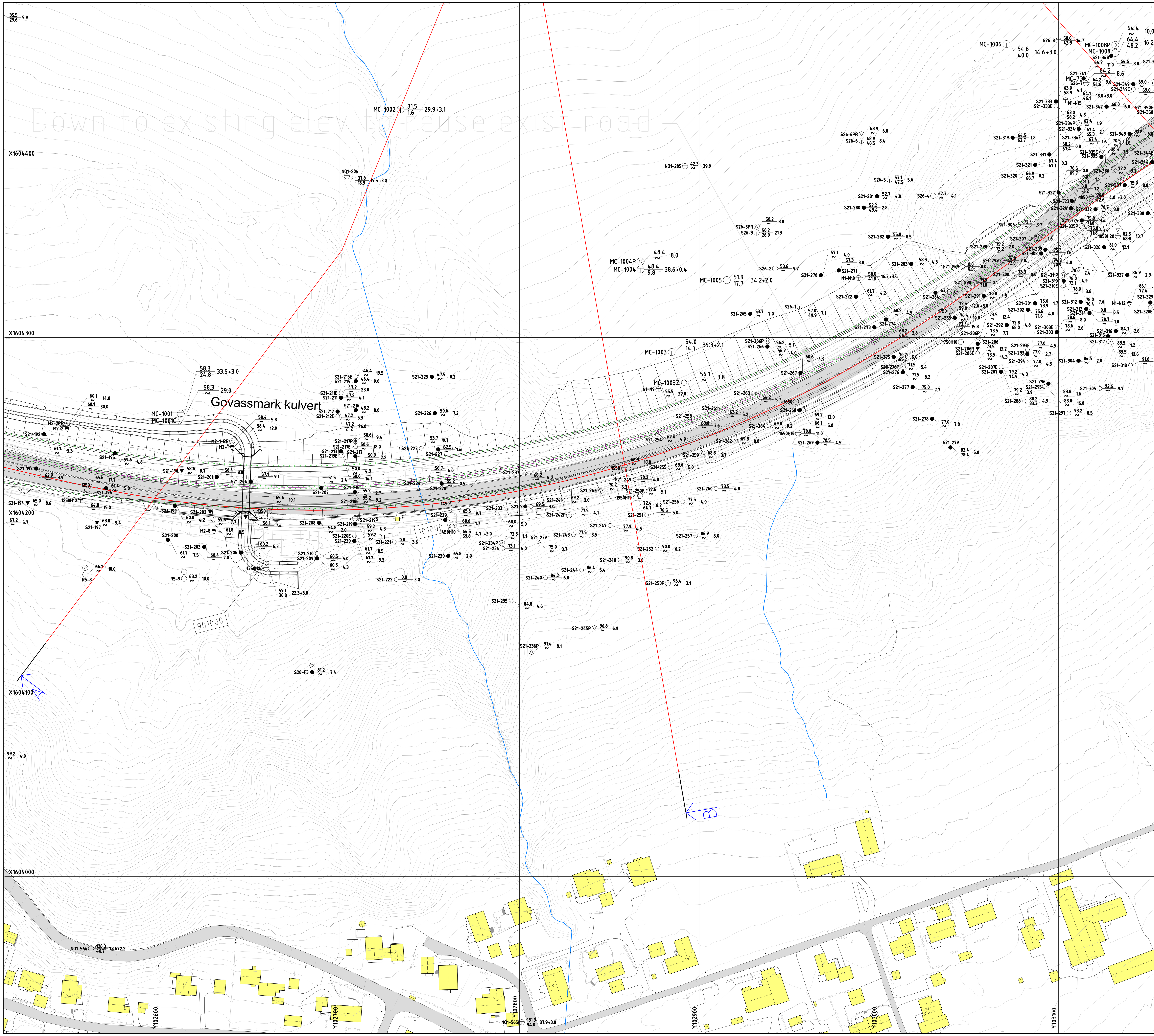
Kontrollert: ANKS

Godkjent: RoS

Oppdragsnr.: 10207634

Tegningsnr.: RIG-TEG-1-001.1

Rev.: 00

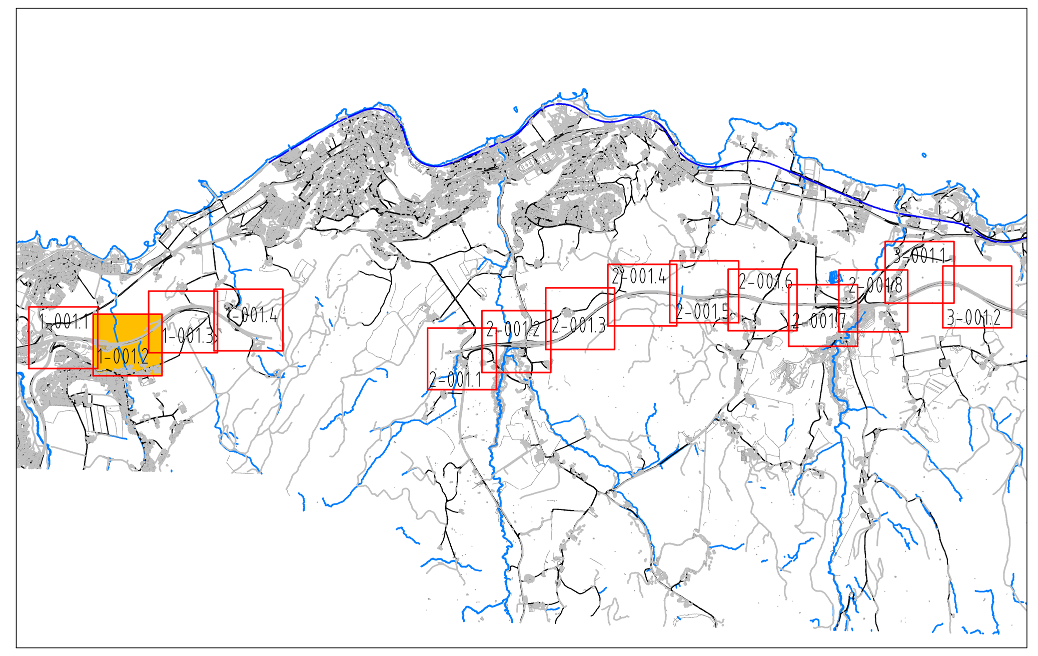



## TEGNFORKLARING:

| | | |
|---|---|---|
| DREIESONDERING | PRØVESERIE | PORETRYKKMÅLING |
| ENKEL SONDERING | PRØVEGROP | KJERNEBORING |
| RAMSONDERING | DREIETRYKKSONDERING | FJELLKONTROLLBORING |
| TRYKKSONDERING | SKRUPLATEFORSØK | BERG I DAGEN |
| TOTALSONDERING | VINGEBORING | |

| | |
|---|---|
| KARTGRUNNLAG: | Digitalt kart fra Nye Veier |
| KOORDINATSYSTEM: | NTM Sone 10 |
| HØYDEREFERANSE: | NN 2000 |
| UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMENT: | GPS GLONAS CPOS |
| BORBOK NR: | Digital |
| LAB.BOK NR: | Digital |

EKSEMPEL
BP 1 43.0 / 28.2 14.8 +2.4
TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE
BORET DYBDE + BORET I BERG
ANTATT BERGKOTE



| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | - | - | - | - | - |

Acciona Construction SA NUF
E6 Ranheim-Værnes

Borplan - Delstrekning 1
Del-2

Fag: Geoteknikk
Format: A1
Dato: 12.03.2019
Format/Målestokk: 1:1000

Multiconsult
www.multiconsult.no

| Status | Konstr./Tegnet | Kontrollert | Godkjent |
|---|---|---|---|
| | JKM | ANKS | RoS |

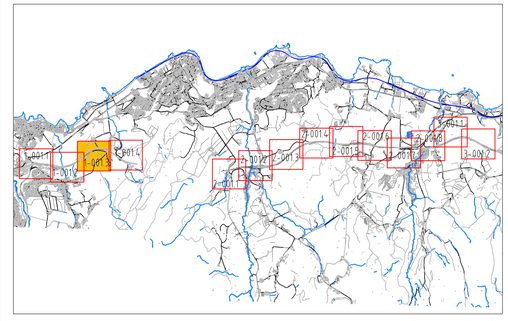
| Oppdragsnr. | Tegningsnr. | Rev. |
|---|---|---|
| 10207634 | RIG-TEG-1-001.2 | 00 |

## TEGNFORKLARING:

- DREIESONDERING
- ENKEL SONDERING
- RAMSONDERING
- TRYKKSONDERING
- TOTALSONDERING
- PRØVESERIE
- PRØVEGROP
- DREIETRYKKSONDERING
- SKRUPLATEFORSØK
- VINGEBORING
- PORETRYKKMÅLING
- KJERNEBORING
- FJELLKONTROLLBORING
- BERG I DAGEN

KARTGRUNNLAG: Digitalt kart fra Nye Veier
KOORDINATSYSTEM: NTM Sone 10
HØYDEREFERANSE: NN 2000
UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMENT: GPS GLONAS CPOS
BORBOK NR: Digital
LAB.BOK NR: Digital

EKSEMPEL: BP 1 — 4.3 0 / 28.2 — TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE; 14.8 +2.4 — BORET DYBDE + BORET I BERG; ANTATT BERGKOTE



| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | - | - | - | - | - |

Acciona Construction SA NUF
E6 Ranheim-Værnes

Fag: Geoteknikk | Format: A1
Dato: 12.03.2019
Format/Målestokk: 1:1000

Borplan - Delstrekning 1
Del-3

Multiconsult
www.multiconsult.no

| Status | Konstr./Tegnet | Kontrollert | Godkjent |
|---|---|---|---|
| | JKM | ANKS | RoS |

| Oppdragsnr. | Tegningsnr. | Rev. |
|---|---|---|
| 10207634 | RIG-TEG-1-001.3 | 00 |

## TEGNFORKLARING:

- DREIESONDERING
- ENKEL SONDERING
- RAMSONDERING
- TRYKKSONDERING
- TOTALSONDERING
- PRØVESERIE
- PRØVEGROP
- DREIETRYKKSONDERING
- SKRUPLATEFORSØK
- VINGEBORING
- PORETRYKKMÅLING
- KJERNEBORING
- FJELLKONTROLLBORING
- BERG I DAGEN

KARTGRUNNLAG: Digitalt kart fra Nye Veier
KOORDINATSYSTEM: NTM Sone 10
HØYDEREFERANSE: NN 2000
UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMENT: GPS GLONAS CPOS
BORBOK NR: Digital
LAB.BOK NR: Digital

EKSEMPEL
BP 1 — 4.3 0 / 28.2 — 14.8 ÷ 2.4 — BORET DYBDE + BORET I BERG
TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE
ANTATT BERGKOTE

N

Målestokk 1:500

Revset kulvert

Teknisk bygg

| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | - | - | - | - | - |

Acciona Construction SA NUF
E6 Ranheim-Værnes

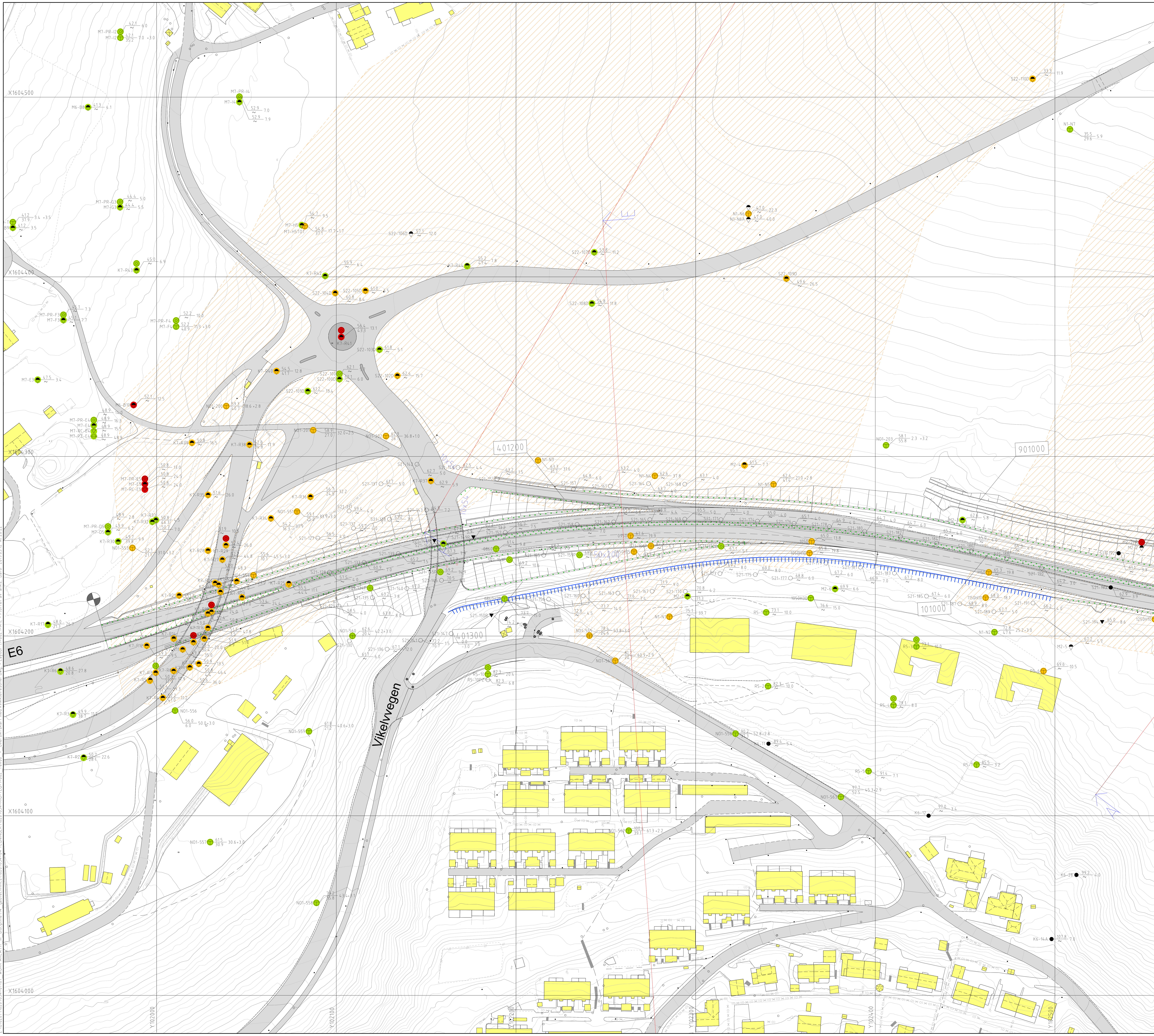
Borplan - Delstrekning 1
Del-4

Fag: Geoteknikk | Format: A1
Dato: 12.03.2019
Format/Målestokk: 1:1000

Multiconsult
www.multiconsult.no

| Oppdragsnr. | Status | Konstr./Tegnet | Kontrollert | Godkjent |
|---|---|---|---|---|
| 10207634 | | JKM | ANKS | RoS |

Tegningsnr.: RIG-TEG-1-001.4
Rev.: 00




## TEGNFORKLARING:

| | | |
|---|---|---|
| DREIESONDERING | PRØVESERIE | PORETRYKKMÅLING |
| ENKEL SONDERING | PRØVEGROP | KJERNEBORING |
| RAMSONDERING | DREIETRYKKSONDERING | FJELLKONTROLLBORING |
| TRYKKSONDERING | SKRUPLATEFORSØK | BERG I DAGEN |
| TOTALSONDERING | VINGEBORING | |

| | |
|---|---|
| KARTGRUNNLAG: | Digitalt kart fra Nye Veier |
| KOORDINATSYSTEM: | NTM Sone 10 |
| HØYDEREFERANSE: | NN 2000 |
| UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMENT: | GPS GLONAS CPOS |
| BORBOK NR: | Digital |
| LAB.BOK NR: | Digital |

EKSEMPEL

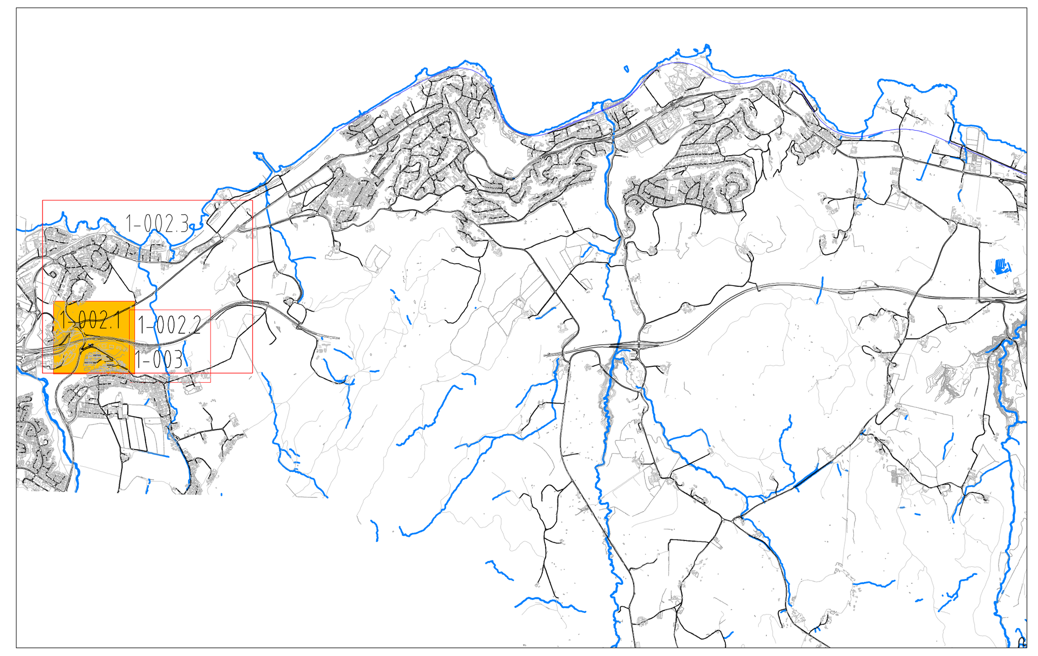
BP 1 — 43.0 / 28.2 — 14.8 + 2.4

TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE
BORET DYBDE + BORET I BERG
ANTATT BERGKOTE

## KLASSIFISERING AV BORPUNKT:

- KVIKKLEIRE
- SANNSYNLIG KVIKKLEIRE
- IKKE ANTATT KVIKKLEIRE
- IKKE VURDERT TOLKNING KVIKKLEIRE

UTBREDELSE AV SANNSYNLIG KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE



| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | - | - | - | - | - |

# Acciona Construction SA NUF

# E6 Ranheim-Værnes

## Borplan - Delstrekning 1

Borplan med tolkninger av borpunkter og utbredelse av kvikkleire/sprøbruddmateriale

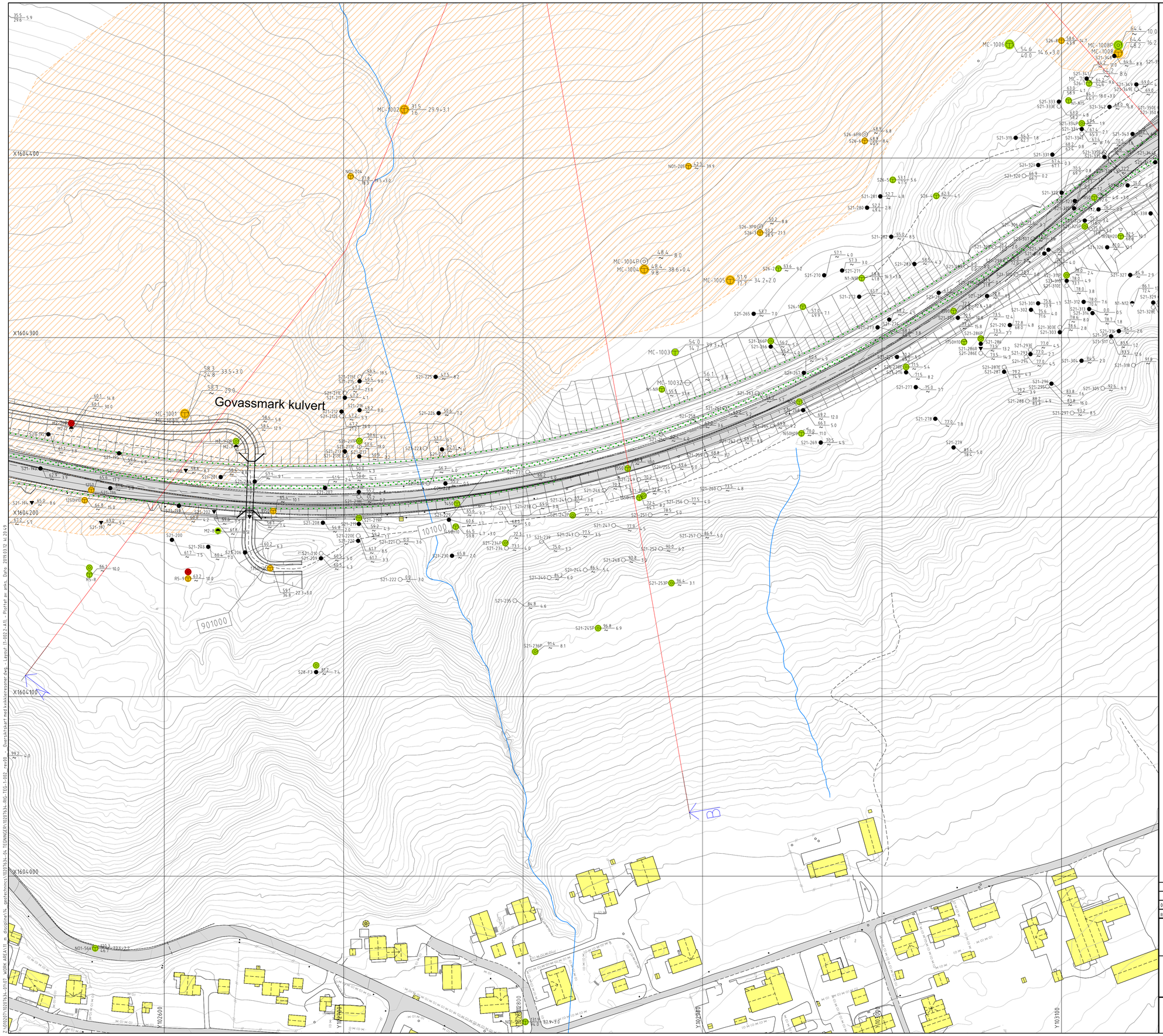
Del-1

Fag: Geoteknikk | Format: A1 | Dato: 12.03.2019 | Format/Målestokk: 1:1000

Multiconsult
www.multiconsult.no

| Status | Konstr./Tegnet | Kontrollert | Godkjent |
|---|---|---|---|
| | JKM | ANKS | RoS |

| Oppdragsnr. | Tegningsnr. | Rev. |
|---|---|---|
| 10207634 | RIG-TEG-1-002.1 | 00 |




## TEGNFORKLARING:

- ● DREIESONDERING
- ○ ENKEL SONDERING
- ▼ RAMSONDERING
- ▽ TRYKKSONDERING
- TOTALSONDERING
- PRØVESERIE
- PRØVEGROP
- DREIETRYKKSONDERING
- SKRUPLATEFORSØK
- VINGEBORING
- PORETRYKKMÅLING
- KJERNEBORING
- FJELLKONTROLLBORING
- BERG I DAGEN

| | |
|---|---|
| KARTGRUNNLAG: | Digitalt kart fra Nye Veier |
| KOORDINATSYSTEM: | NTM Sone 10 |
| HØYDEREFERANSE: | NN 2000 |
| UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMENT: | GPS GLONAS CPOS |
| BORBOK NR: | Digital |
| LAB.BOK NR: | Digital |

EKSEMPEL

BP 1 — 43.0 / 28.2 — 14.8 + 2.4 — BORET DYBDE + BORET I BERG

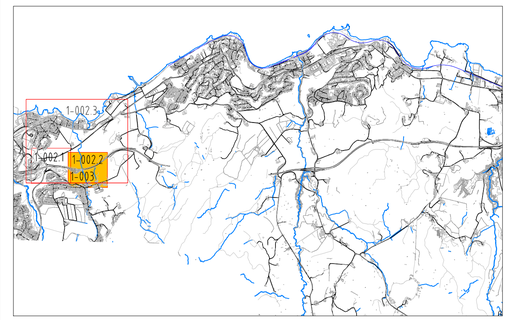
TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE

ANTATT BERGKOTE

## KLASSIFISERING AV BORPUNKT:

- KVIKKLEIRE
- SANNSYNLIG KVIKKLEIRE
- IKKE ANTATT KVIKKLEIRE
- IKKE VURDERT TOLKNING KVIKKLEIRE

UTBREDELSE AV SANNSYNLIG KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE




| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | - | - | - | - | - |

Acciona Construction SA NUF

E6 Ranheim-Værnes

Fag: Geoteknikk | Format: A1

Dato: 12.03.2019

Borplan - Delstrekning 1

Borplan med tolkninger av borpunkter

Del-2

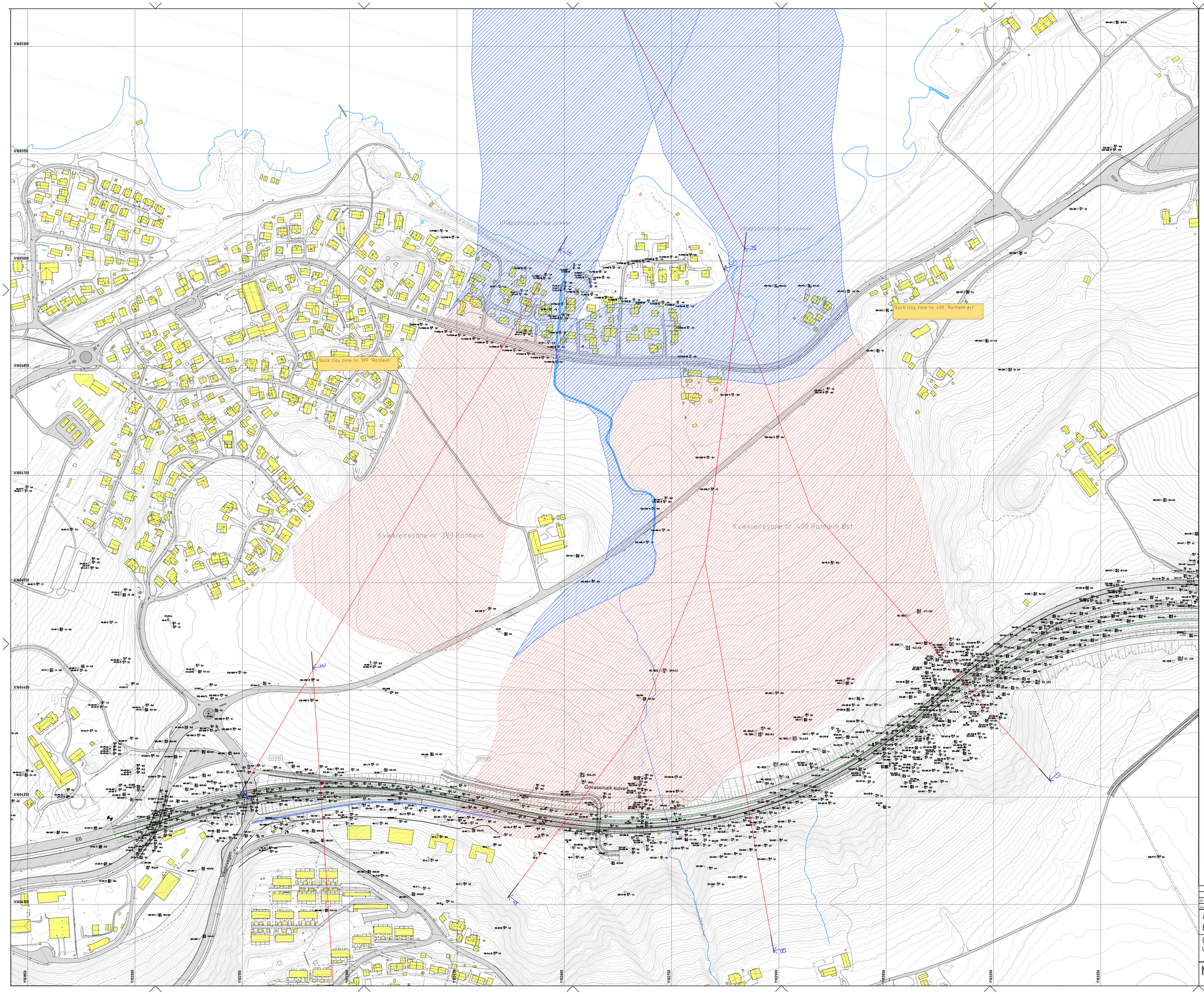
Format/Målestokk: 1:1000

Multiconsult

www.multiconsult.no

| Status | Konstr./Tegnet | Kontrollert | Godkjent |
|---|---|---|---|
| | JKM | ANKS | RoS |

| Oppdragsnr. | Tegningsnr. | Rev. |
|---|---|---|
| 10207634 | RIG-TEG-1-002.2 | 00 |




## TEGNFORKLARING:

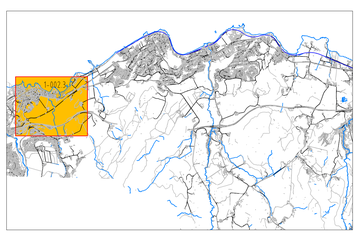
- DREIESONDERING
- ENKEL SONDERING
- RAMSONDERING
- TRYKKSONDERING
- TOTALSONDERING
- PRØVESERIE
- PRØVEGROP
- DREIETRYKKSONDERING
- SKRUPLATEFORSØK
- VINGEBORING
- PORETRYKKMÅLING
- KJERNEBORING
- FJELLKONTROLLBORING
- BERG I DAGEN

KARTGRUNNLAG: Digitalt kart fra Nye Veier
KOORDINATSYSTEM: NTM Sone 10
HØYDEREFERANSE: NN 2000
UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMENT: GPS GLONAS CPOS
BORBOK NR: Digital
LAB.BOK NR: Digital

EKSEMPEL: BP 1 — 430 / 28.2 — 14.8 + 2.4 — BORET DYBDE + BORET I BERG
TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE
ANTATT BERGKOTE

LØSNEOMRÅDE

UTLØPSOMRÅDE



| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | | | | | |

Acciona Construction SA NUF
E6 Ranheim-Værnes

Fag: Geoteknikk | Format: A1
Dato: 12.03.2019

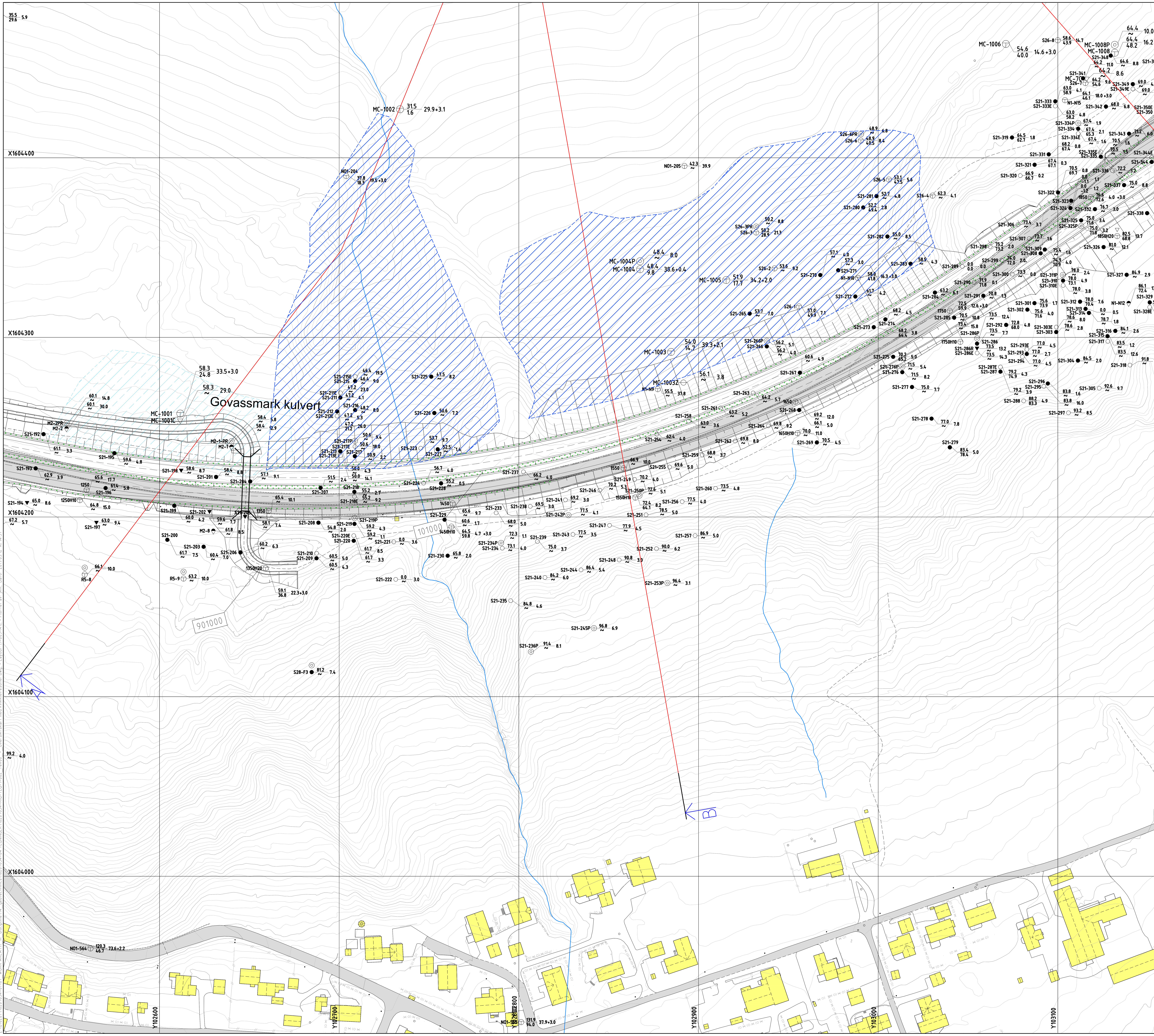
Oversiktskart med kvikkleiresoner
Løsne- og utløpsområder

Format/Målestokk: 1:1500

Multiconsult
www.multiconsult.no

Status: | Kontr./Tegnet: JKM | Kontrollert: ANKS | Godkjent: RoS

Opparagsnr.: 10207634 | Tegningsnr.: RIG-TEG-1-002.3 | Rev.: 00




## TEGNFORKLARING:

| | | |
|---|---|---|
| ● DREIESONDERING | ◎ PRØVESERIE | ⊖ PORETRYKKMÅLING |
| ○ ENKEL SONDERING | □ PRØVEGROP | KJERNEBORING |
| ▼ RAMSONDERING | DREIETRYKKSONDERING | FJELLKONTROLLBORING |
| ▽ TRYKKSONDERING | ⊠ SKRUPLATEFORSØK | BERG I DAGEN |
| TOTALSONDERING | + VINGEBORING | |

| | |
|---|---|
| KARTGRUNNLAG: | Digitalt kart fra Nye Veier |
| KOORDINATSYSTEM: | NTM Sone 10 |
| HØYDEREFERANSE: | NN 2000 |
| UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMENT: | GPS GLONAS CPOS |
| BORBOK NR: | Digital |
| LAB.BOK NR: | Digital |

EKSEMPEL

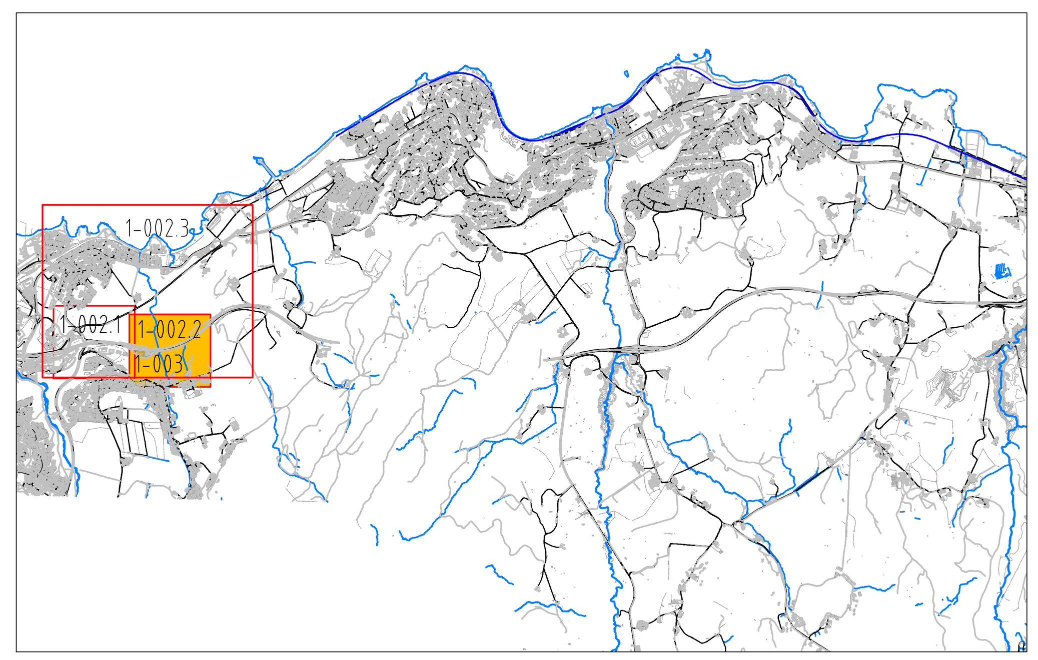
BP 1 43.0 / 28.2 — 14.8 +2.4 — BORET DYBDE + BORET I BERG

TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE

ANTATT BERGKOTE

MOTFYLLING

GRUNNFORSTERKNING



| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | - | - | - | - | - |

Acciona Construction SA NUF

E6 Ranheim-Værnes

Fag: Geoteknikk

Format: A1

Dato: 12.03.2019

Borplan - Delstrekning 1

Borplan med skissert terrengtiltak

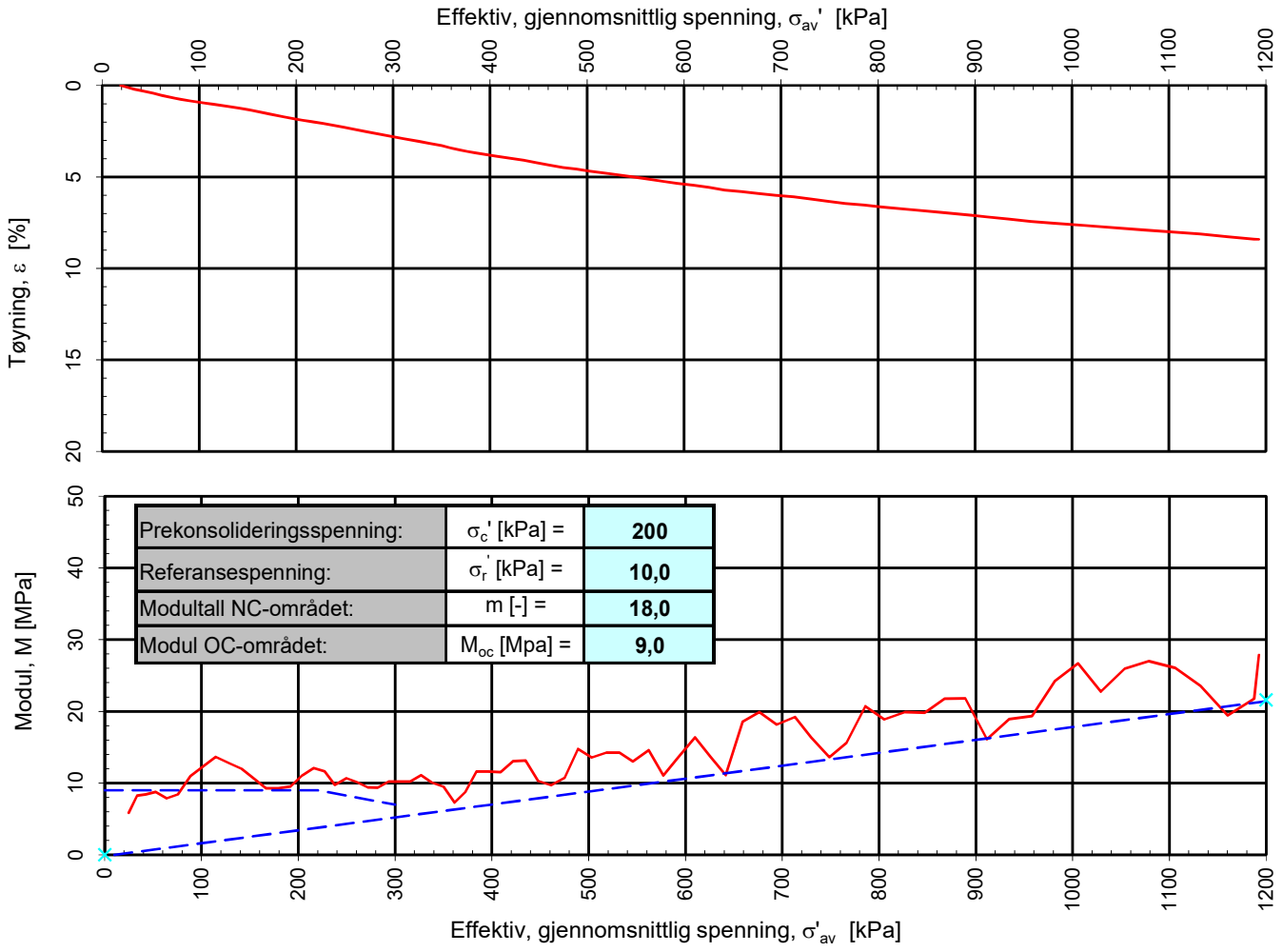
Format/Målestokk: 1:1000

Multiconsult

www.multiconsult.no

| Status | Konstr./Tegnet | Kontrollert | Godkjent |
|---|---|---|---|
| | JKM | ANKS | RoS |

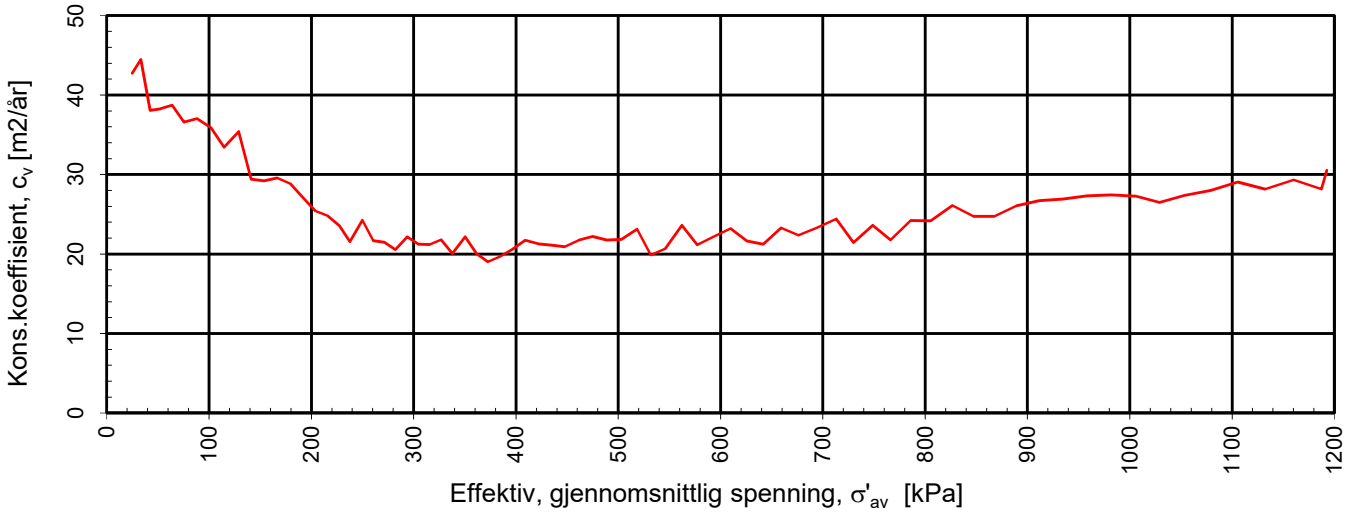
| Oppdragsnr. | Tegningsnr. | Rev. |
|---|---|---|
| 10207634 | RIG-TEG-1-003 | 00 |







| | | |
|---|---|---|
| Prekonsolideringsspenning: | $\sigma_c'$ [kPa] = | **200** |
| Referansespenning: | $\sigma_r'$ [kPa] = | **10,0** |
| Modultall NC-området: | m [-] = | **18,0** |
| Modul OC-området: | $M_{oc}$ [Mpa] = | **9,0** |




Densitet ρ (g/cm$^3$): **2,05**
Vanninnhold w (%): **23,80**

Effektivt overlagringstrykk, $\sigma_{vo}'$ (kPa): **74,51**

# Acciona Construction SA NUF

## E6 Ranheim-Værnes

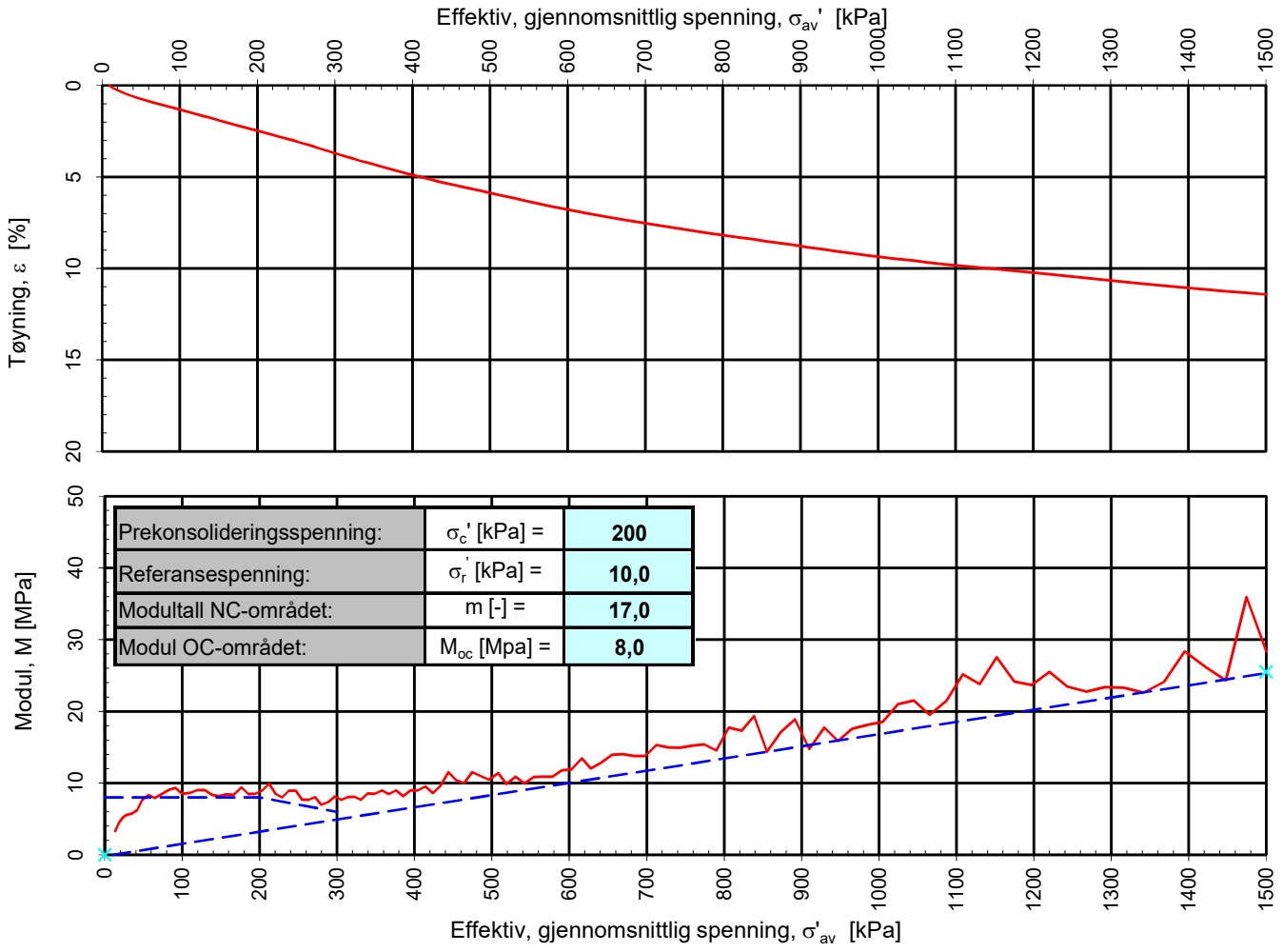
Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Tolkning: $\sigma_{av}'$ - $\varepsilon_a$, M og $c_v$.

Tegningens filnavn:
0207634-04-RIG-TEG-400_h1004, 4,39m .xls

Multiconsult


**MULTICONSULT NORGE AS**
Sluppenvegen 15,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00
Faks: 73 10 62 30

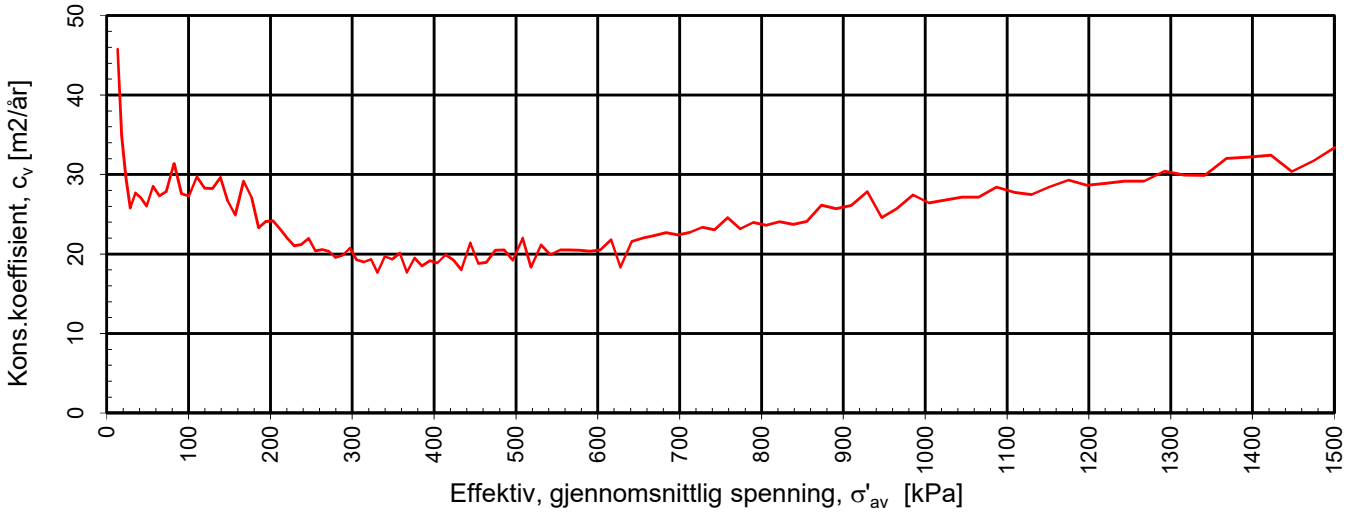

| Forsøksdato: | Dybde, z (m): | Borpunkt nr.: | |
|---|---|---|---|
| 22.10.2018 | 4,39 | 1004 | |
| Forsøknr.: | Tegnet av: | Kontrollert: | Godkjent: |
| 1 | anks | gurt | ros |
| Oppdrag nr.: | Tegning nr.: | Prosedyre: | Programrevisjon: |
| 10207634 | RIG-TEG-1-400.3 | CRS | 16.07.2018 |







| | | |
|---|---|---|
| Prekonsolideringsspenning: | $\sigma_c'$ [kPa] = | **200** |
| Referansespenning: | $\sigma_r'$ [kPa] = | **10,0** |
| Modultall NC-området: | m [-] = | **17,0** |
| Modul OC-området: | $M_{oc}$ [Mpa] = | **8,0** |




Densitet ρ (g/cm$^3$): **2,01**
Vanninnhold w (%): **30,50**
Effektivt overlagringstrykk, $\sigma_{vo}'$ (kPa): **81,81**

# Acciona Construction SA NUF

## E6 Ranheim-Værnes

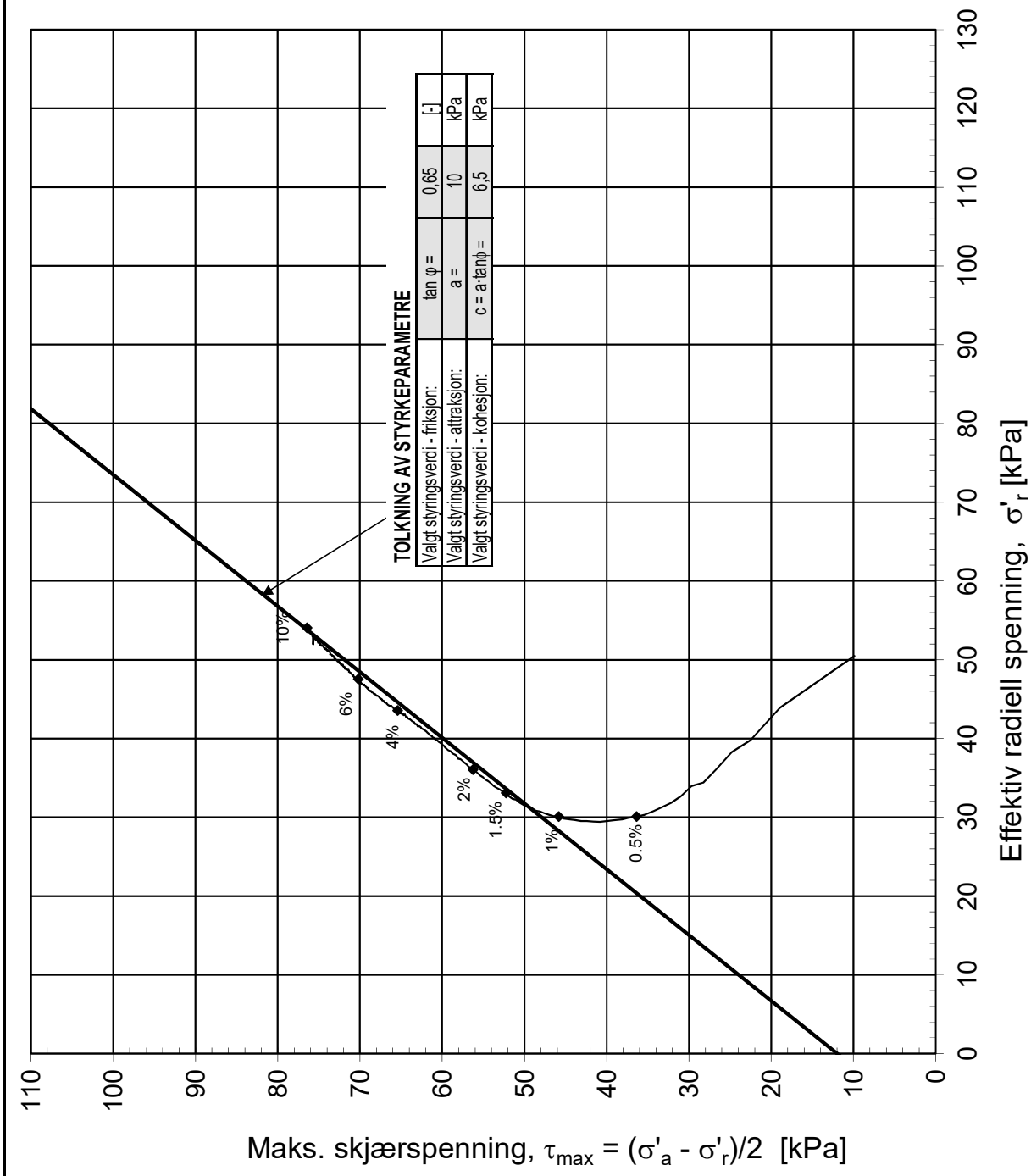
Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Tolkning: $\sigma_{av}'$ - $\varepsilon_a$, M og $c_v$.

Tegningens filnavn: 0207634-04-RIG-TEG-400_h1004, 5,33m .xls

Multiconsult


**MULTICONSULT NORGE AS**
Sluppenvegen 15,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00
Faks: 73 10 62 30


| Forsøksdato: | Dybde, z (m): | Borpunkt nr.: |
|---|---|---|
| 24.10.2018 | 5,33 | 1004 |
| **Forsøknr.:** | **Tegnet av:** | **Kontrollert:** / **Godkjent:** |
| 2 | anks | gurt / ros |
| **Oppdrag nr.:** | **Tegning nr.:** | **Prosedyre:** / **Programrevisjon:** |
| 10207634 | RIG-TEG-1-401.3 | CRS / 16.07.2018 |




| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Konsolideringsspenning, aksial: | | $\sigma'_{ac}$ (kPa): | 70,24 | |
| Konsolideringsspenning, radial: | | $\sigma'_{rc}$ (kPa): | 50,48 | |
| Volumtøyning i konsolideringsfase: | | $\varepsilon_{vol}$ (%) = $\Delta V/V_0$: | 1,44 | $\Delta e/e_o$ (-): 0,04 |
| Baktrykk $u_b$ (kPa): | 500 | B - verdi = $\Delta u/\Delta\sigma_c$ (-): | 0,92 | |
| Vanninnhold $w_i$ (%): | 25,77 | Densitet $\rho_i$ (g/cm³): | 2,05 | |

**Acciona Construction SA NUF**

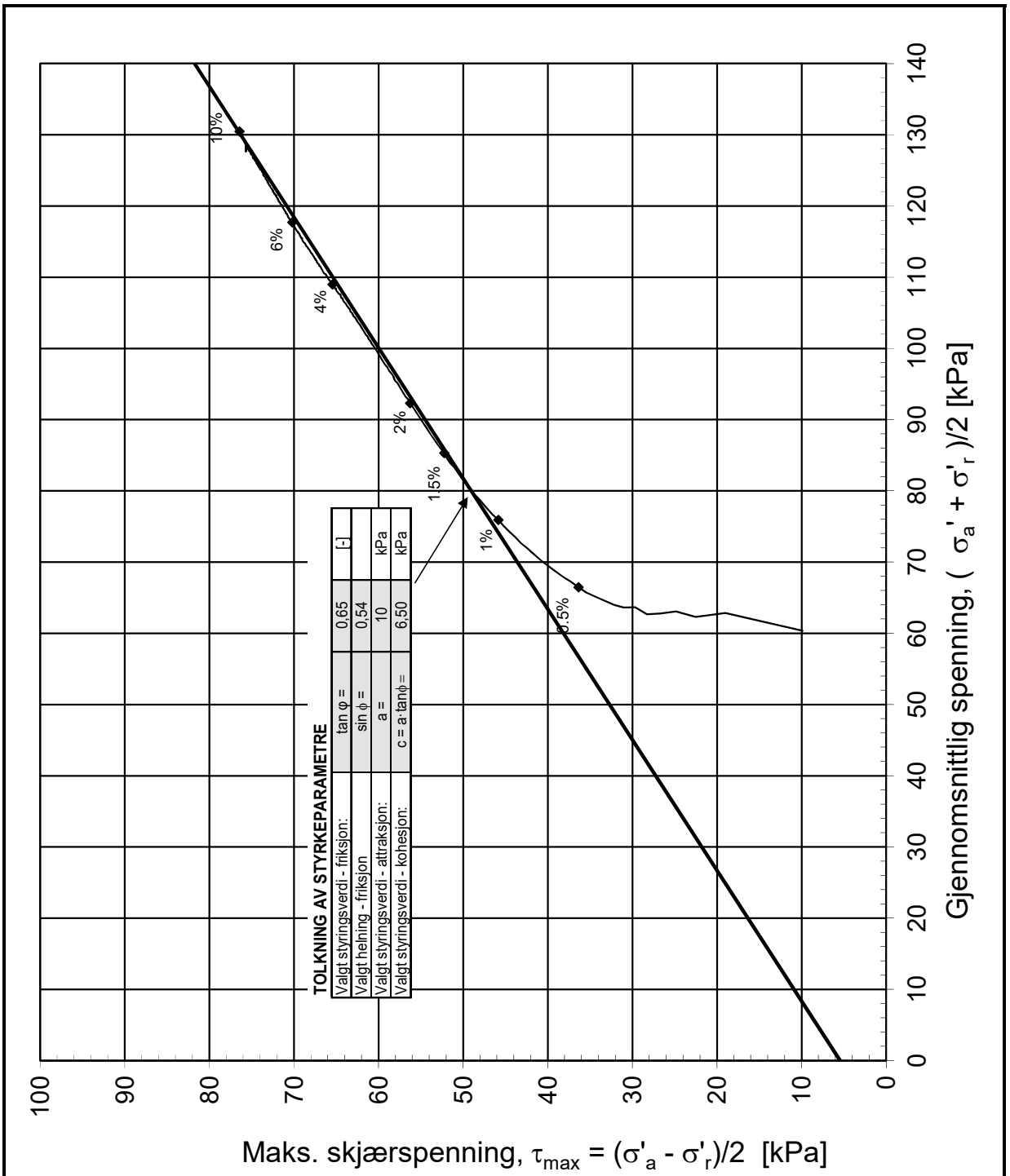
**E6 Ranheim-Værnes**

Treaksialforsøk. Tolkning av parametre. NTNU-plott.

| Prøvekvalitet | Tegningens filnavn: |
|---|---|
| Etter volumtøyning: | 0207634-04-RIG-TEG-450_h1004, 4,42m.xls |
| Etter poretallsendring: | Multiconsult |


**MULTICONSULT AS**
Sluppenvegen , 15
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00
Faks: 73 10 62 30


| Forsøksdato: | Dybde, z (m): | Borpunkt nr.: | |
|---|---|---|---|
| 22.10.2018 | 4,42 | 1004 | |
| Forsøk nr.: | Tegnet/kontrollert lab: | Kontrollert: | Godkjent: |
| 1 | anks | gurt | ros |
| Oppdrag nr.: | Tegning nr.: | Prosedyre: | Programrevisjon: |
| 10207634-04 | RIG-TEG-1-450.4 | CAUa | 15.12.2014 |




| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Konsolideringsspenning, aksial: | | $\sigma'_{ac}$ (kPa): | 70,24 | |
| Konsolideringsspenning, radial: | | $\sigma'_{rc}$ (kPa): | 50,48 | |
| Volumtøyning i konsolideringsfase: | | $\varepsilon_{vol}$ (%) = $\Delta V/V_0$: | 1,44 | $\Delta e/e_o$ (-): 0,04 |
| Baktrykk $u_b$ (kPa): | 500 | B - verdi = $\Delta u/\Delta\sigma_c$ | 0,92 | |
| Vanninnhold $w_i$ (%): | 25,77 | Densitet $\rho_i$ (g/cm$^3$) | 2,05 | |

**Acciona Construction SA NUF**

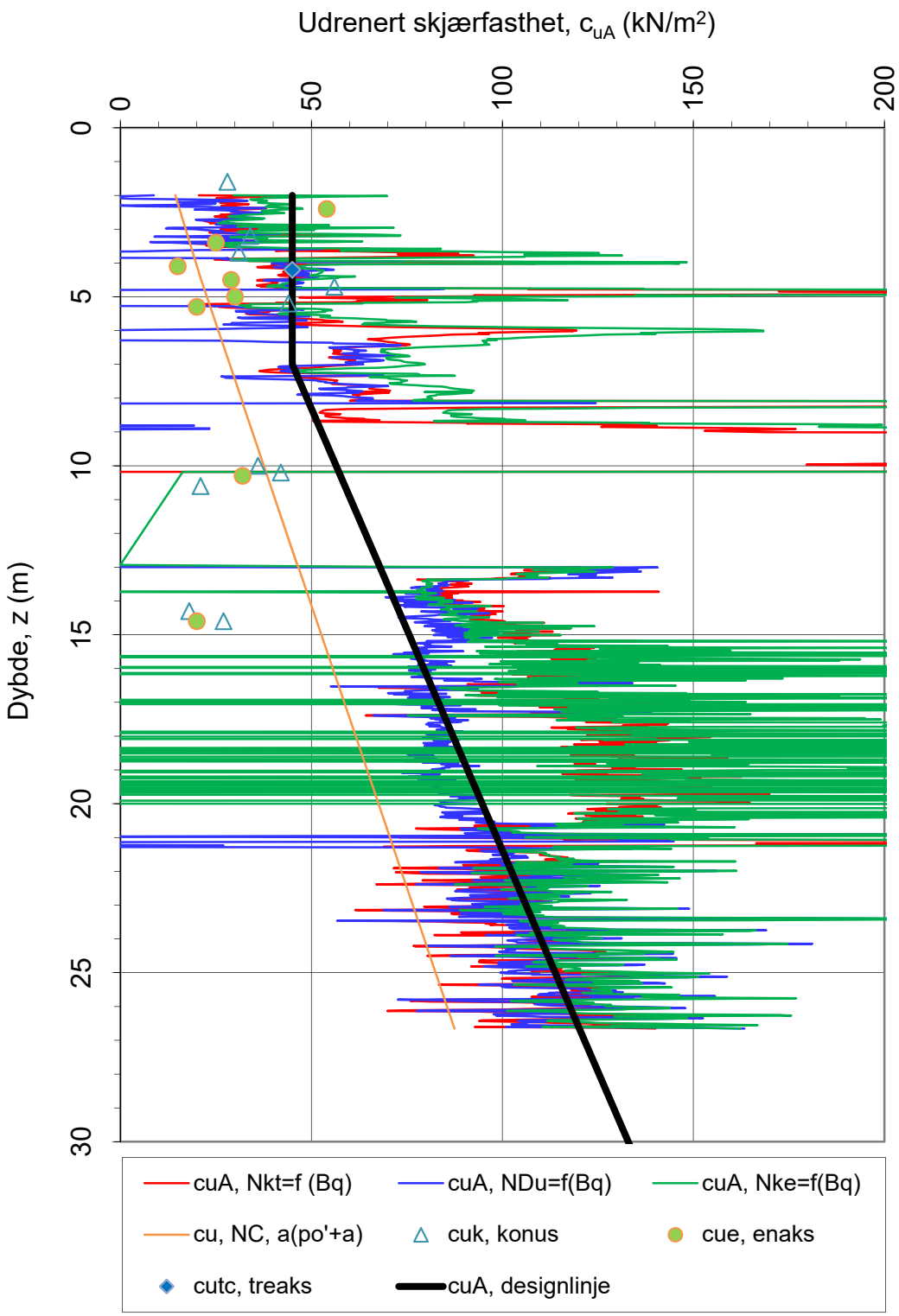
**E6 Ranheim-Værnes**

Treaksialforsøk. Tolkning av parametre. NGI-plott.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **MULTICONSULT AS**<br>Sluppenvegen 15,<br>7486 TRONDHEIM<br>Tlf.: 73 10 62 00<br>Faks: 73 10 62 30 | Forsøksdato: 22.10.2018 | Dybde, z (m): 4,42 | Borpunkt nr.: 1004 | Prøvekvalitet<br>Etter volumtøyning:<br>Etter poretallsendring: |
| | Forsøk nr.: 1 | Tegnet/kontrollert lab: anks | Kontrollert: gurt | Godkjent: ros |
| | Oppdrag nr.: 10207634-04 | Tegning nr.: RIG-TEG-1-450.5 | Prosedyre: CAUa | Programrevisjon: 15.12.2014 |

Tegningens filnavn: 0207634-04-RIG-TEG-450_h1004, 4,42m.xl

Multi consult

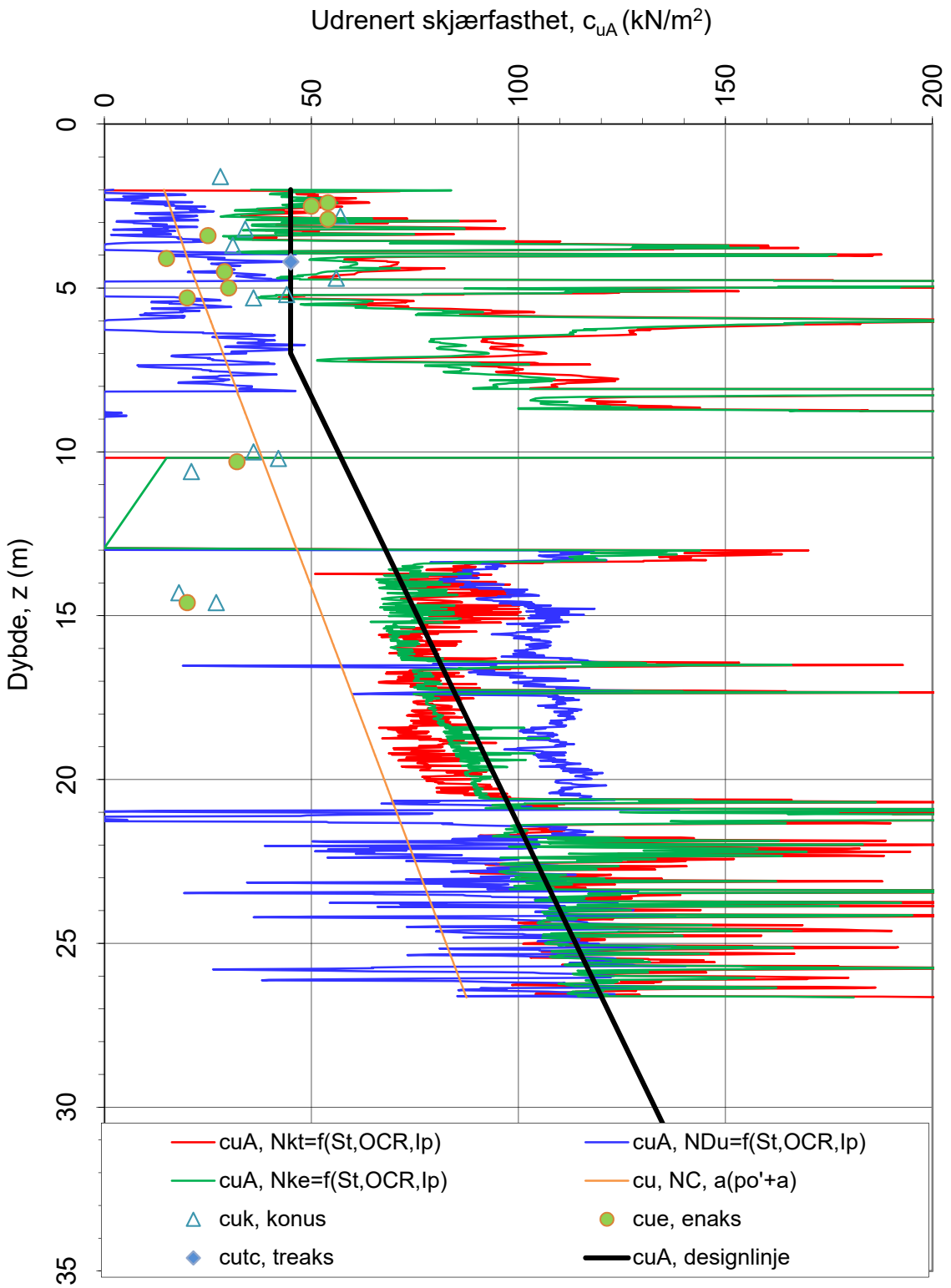



Nkt = (18,7-12,5·Bq)
NDu = (1,8+7,25·Bq)
Nke = (13,8-12,5·Bq)

$\alpha_c$ valgt: **0,3**

Referansemetode: Karlsrud et al (1996)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Oppdragsgiver: **Acciona Construction SA NUF** | | Oppdrag: **E6 Ranheim-Værnes** | | Tegningens filnavn: CPTU_MC-1001 |
| Aktiv udrenert skjærfasthet $c_{uA}$, korrelert mot $B_q$. | | | | Multiconsult |
| **CPTU id.:** | MC-1001 | **Sonde:** | 4672 | |
| **MULTICONSULT AS** | Dato: 26.11.2018 | Tegnet: anks | Kontrollert: gurt | Godkjent: ros |
| | Oppdrag nr.: 10207634 | Tegning nr.: RIG-TEG-1-500.5 | Versjon: 09.03.2016 | Revisjon: 0 |



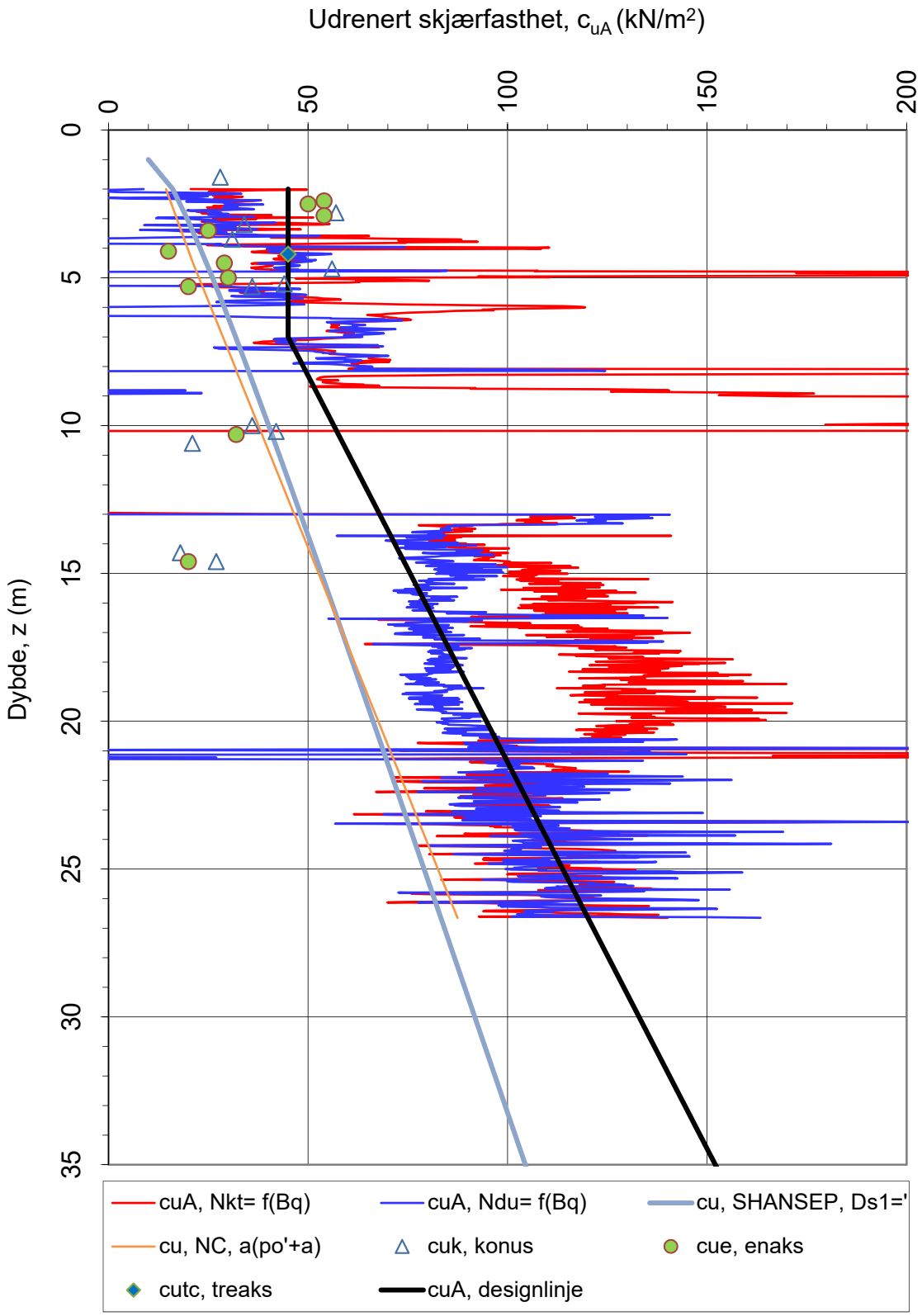

Sensitivitetsvalg: **St < 15**

Nkt = (7,8+2,5logOCR+0,082Ip)
NDu = (6,9-4logOCR+0,07Ip)
Nke = (11,5-9,05Bq)

$\alpha_c$ valgt: **0,3**

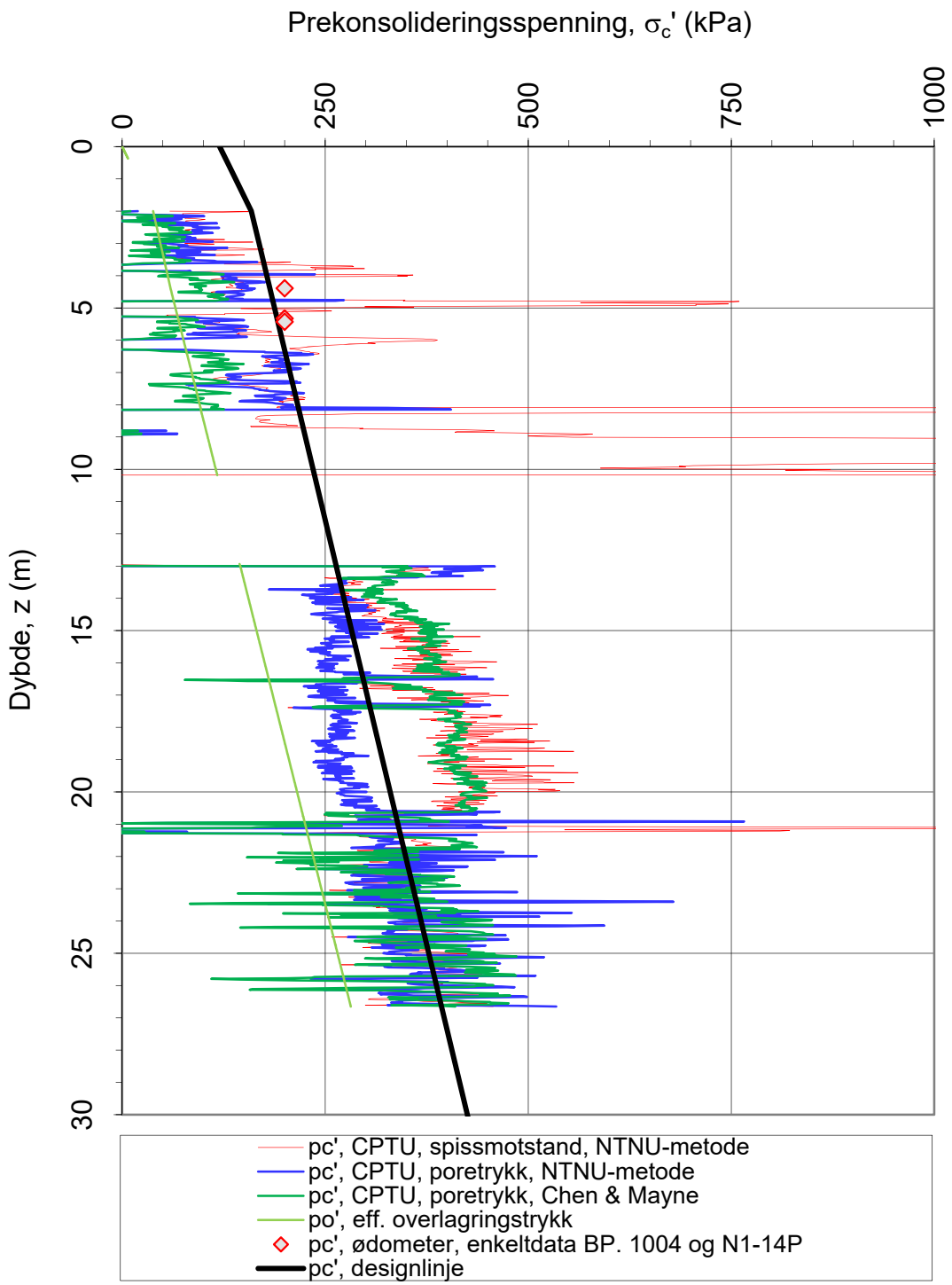
Referansemetode: Karlsrud et al (2005)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Oppdragsgiver: **Acciona Construction SA NUF** | | Oppdrag: **E6 Ranheim-Værnes** | | Tegningens filnavn: CPTU_MC-1001 |
| Aktiv udrenert skjærfashet $c_{uA}$, korrelert mot $S_t$, OCR og $I_p$. | | | | Multiconsult |
| **CPTU id.:** | MC-1001 | **Sonde:** | 4672 | |
| **MULTICONSULT AS** | Dato: 26.11.2018 | Tegnet: anks | Kontrollert: gurt | Godkjent: ros |
| | Oppdrag nr.: 10207634 | Tegning nr.: RIG-TEG-1-500.6 | Versjon: 09.03.2016 | Revisjon: 0 |



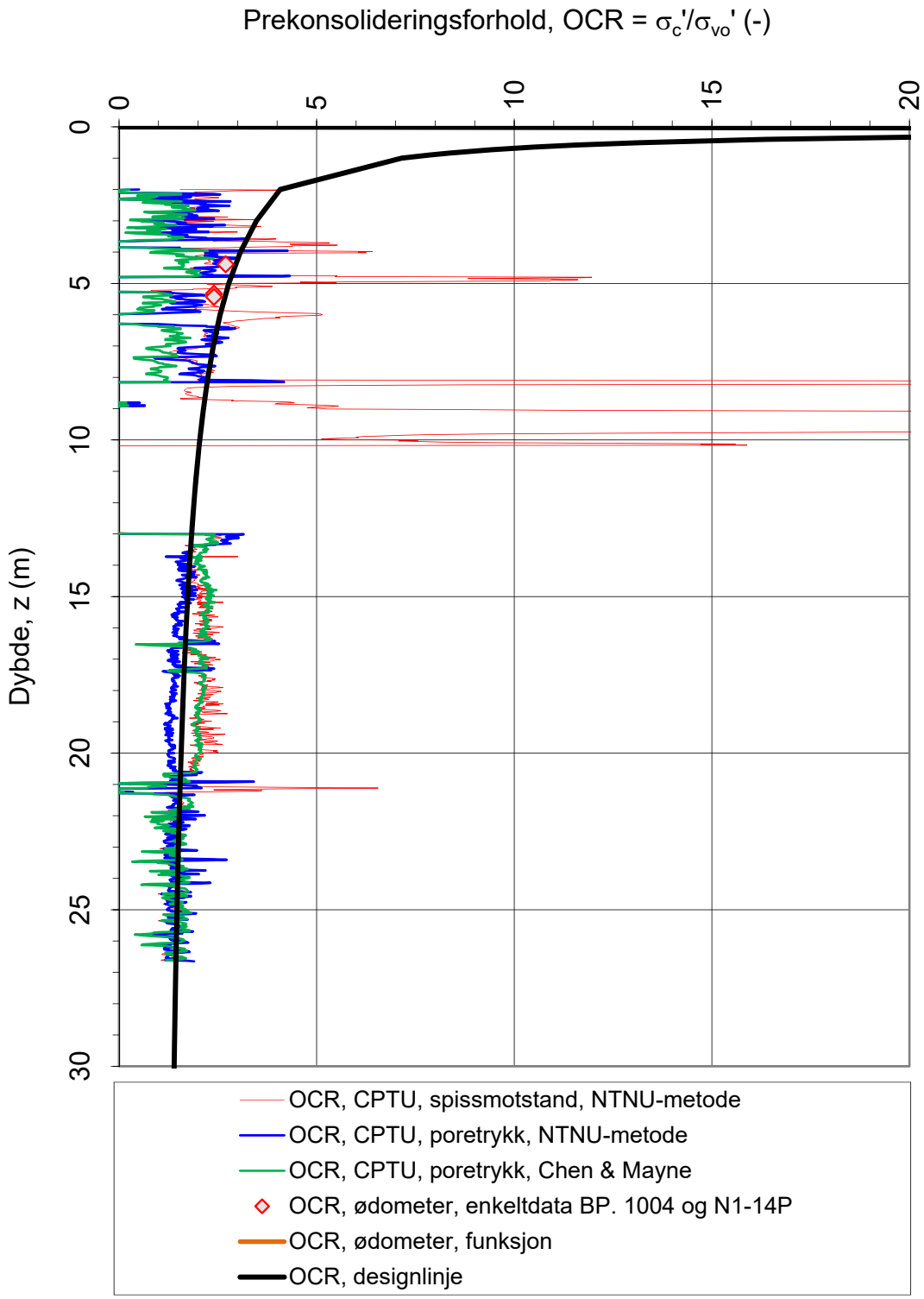

| | | | |
|---|---|---|---|
| $N_{kt}$: | **(18,7-12,5$B_q$)** | $\alpha_c$ valgt: | **0,3** |
| $N_{Du}$: | **(1,8+7,25$B_q$)** | Referansemetode: Karlsrud et al. (1996) | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Oppdragsgiver: **Acciona Construction SA NUF** | | Oppdrag: **E6 Ranheim-Værnes** | | Tegningens filnavn: CPTU_MC-1001 |
| Aktiv udrenert skjærfasthet $c_{uA}$, verdier fra SHANSEP-analyse. | | | | Multiconsult |
| **CPTU id.:** | MC-1001 | **Sonde:** | 4672 | |
| **MULTICONSULT AS** | Dato: 26.11.2018 | Tegnet: anks | Kontrollert: gurt | Godkjent: ros |
| | Oppdrag nr.: 10207634 | Tegning nr.: RIG-TEG-1-500.7 | Versjon: 09.03.2016 | Revisjon: 0 |



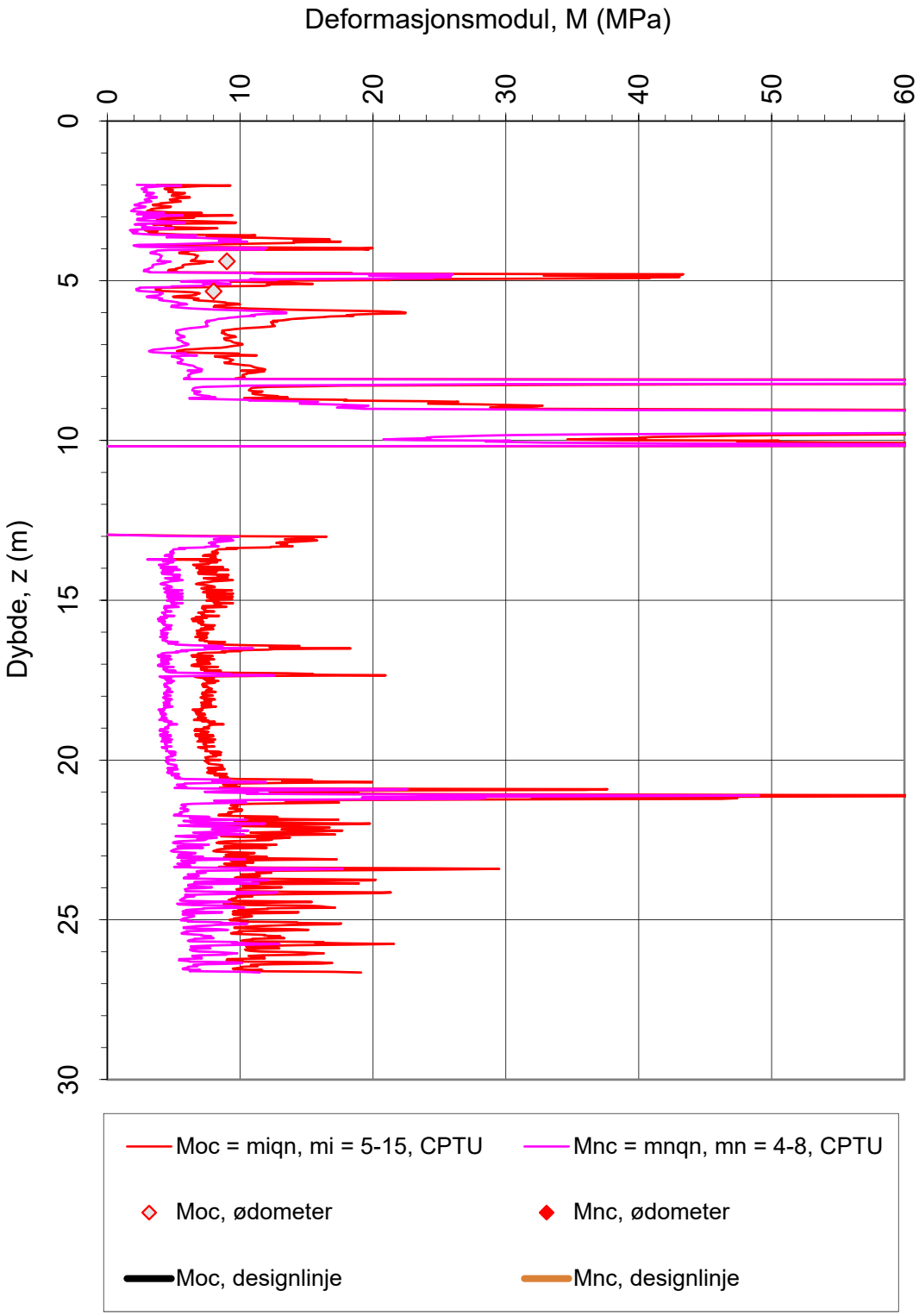

Referansemetoder 1 og 2: NTNU Senneset, Sandven & Janbu (1989)
Referansemetode 3: Chen & Mayne (1996)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Oppdragsgiver: **Acciona Construction SA NUF** | | Oppdrag: **E6 Ranheim-Værnes** | | Tegningens filnavn: CPTU_MC-1001 |
| Prekonsolideringsspenning $\sigma_c'$. | | | | Multiconsult |
| **CPTU id.:** | MC-1001 | **Sonde:** | 4672 | |
| **MULTICONSULT AS** | Dato: 26.11.2018 | Tegnet: anks | Kontrollert: gurt | Godkjent: ros |
| | Oppdrag nr.: 10207634 | Tegning nr.: RIG-TEG-1-500.8 | Versjon: 09.03.2016 | Revisjon: 0 |



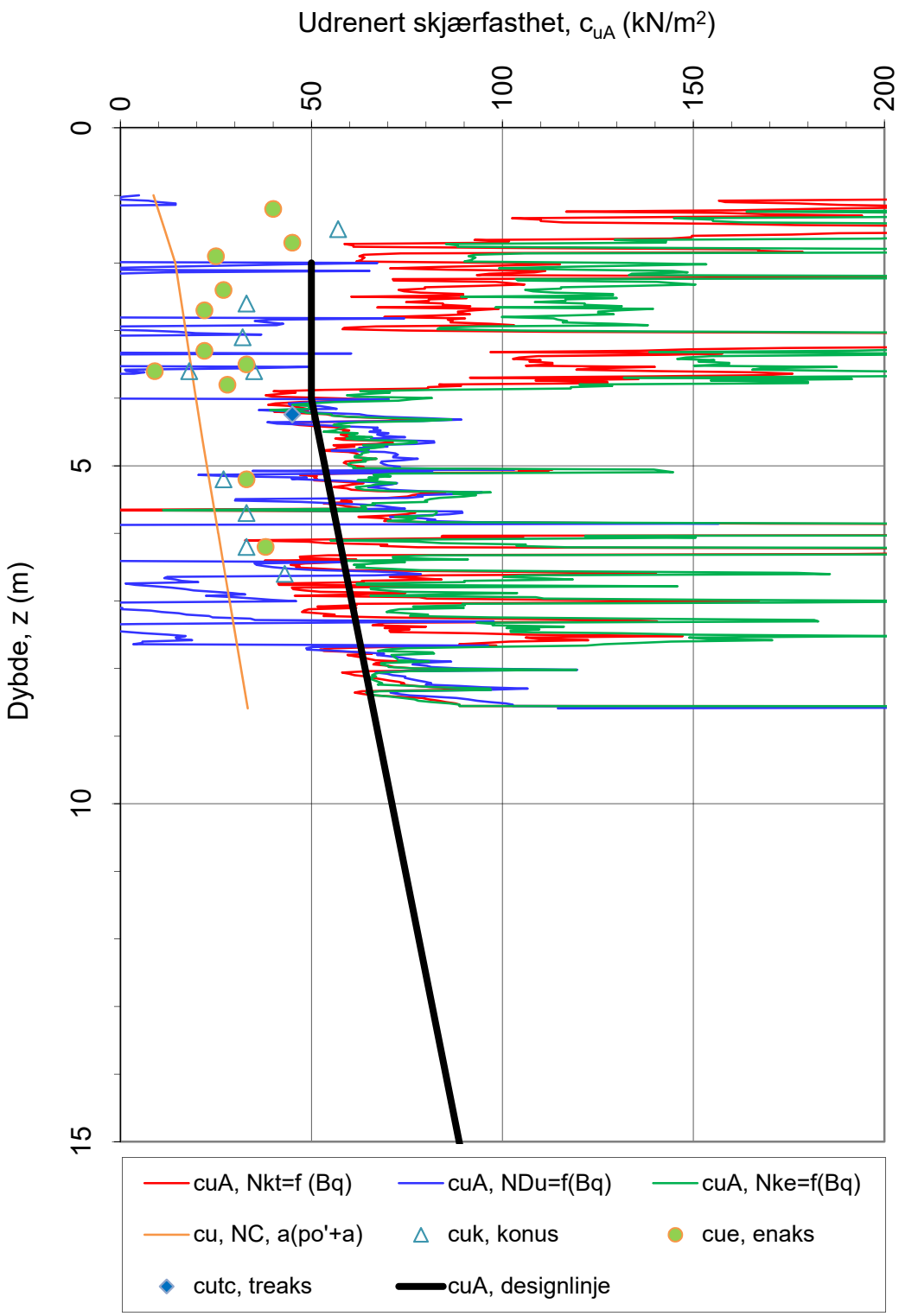

Referansemetoder 1 og 2: NTNU Senneset, Sandven & Janbu (1989)
Referansemetode 3: Chen & Mayne (1996)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Oppdragsgiver: **Acciona Construction SA NUF** | | Oppdrag: **E6 Ranheim-Værnes** | | Tegningens filnavn: CPTU_MC-1001 |
| Overkonsolideringsforhold, OCR = $\sigma_c'/\sigma_{vo}'$. | | | | Multiconsult |
| **CPTU id.:** | MC-1001 | **Sonde:** | 4672 | |
| **MULTICONSULT AS** | Dato: 26.11.2018 | Tegnet: anks | Kontrollert: gurt | Godkjent: ros |
| | Oppdrag nr.: 10207634 | Tegning nr.: RIG-TEG-1-500.9 | Versjon: 09.03.2016 | Revisjon: 0 |




Referansemetode: NTNU Senneset, Sandven & Janbu (1989), Sandven (1990)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Oppdragsgiver: **Acciona Construction SA NUF** | | Oppdrag: **E6 Ranheim-Værnes** | | Tegningens filnavn: CPTU_MC-1001 |
| Deformasjonsmoduler, $M_{oc}$ og $M_{nc}$. | | | | Multiconsult |
| **CPTU id.:** | MC-1001 | **Sonde:** | 4672 | |
| **MULTICONSULT AS** | Dato: 26.11.2018 | Tegnet: anks | Kontrollert: gurt | Godkjent: ros |
| | Oppdrag nr.: 10207634 | Tegning nr.: RIG-TEG-1-500.10 | Versjon: 09.03.2016 | Revisjon: 0 |

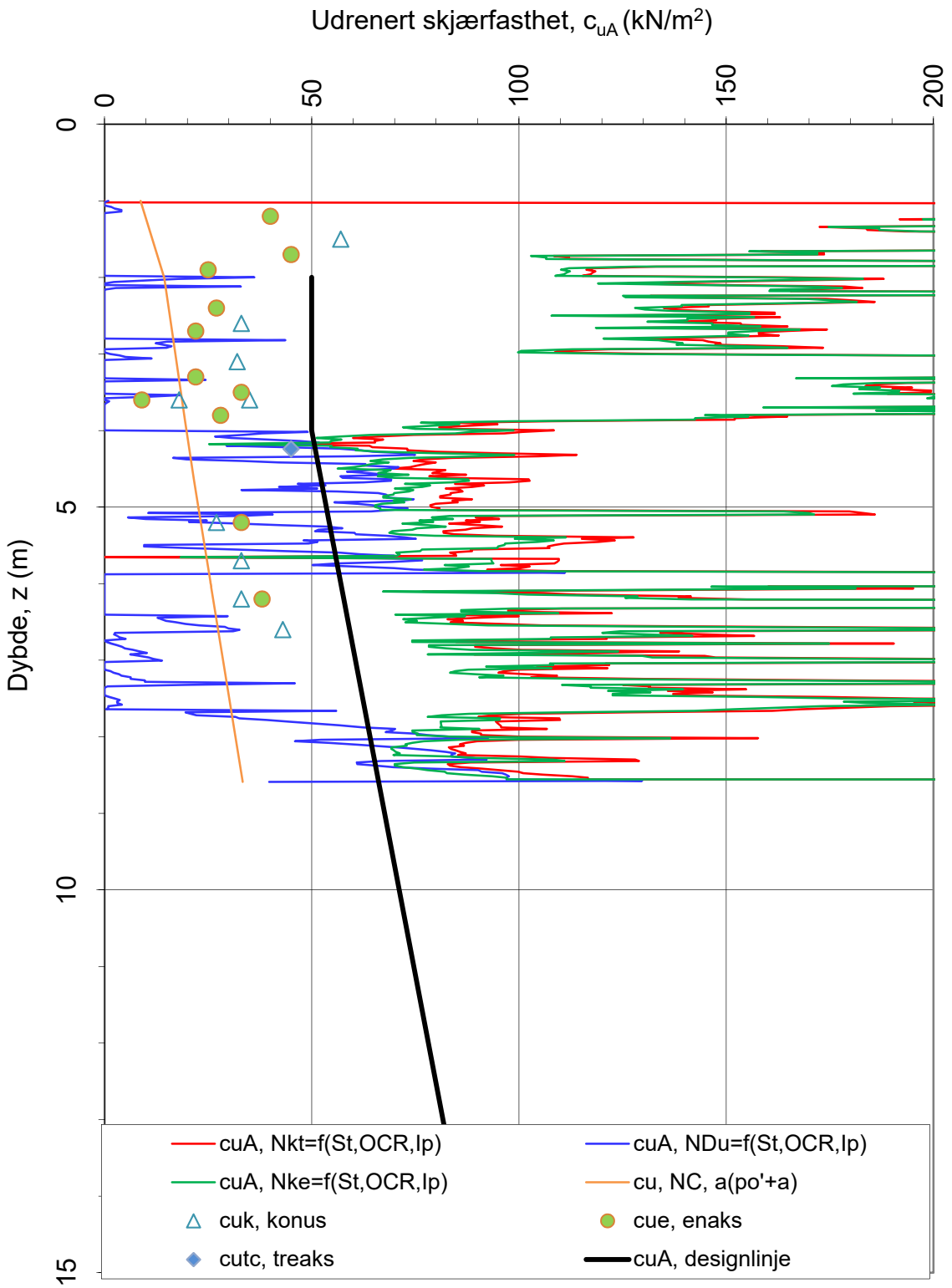



Nkt = (18,7-12,5·Bq)
NDu = (1,8+7,25·Bq)
Nke = (13,8-12,5·Bq)

$\alpha_c$ valgt: **0,3**

Referansemetode: Karlsrud et al (1996)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Oppdragsgiver: **Acciona Construction SA NUF** | | Oppdrag: **E6 Ranheim-Værnes** | | Tegningens filnavn: CPTU_MC-7C |
| Aktiv udrenert skjærfasthet $c_{uA}$, korrelert mot $B_q$. | | | | Multiconsult |
| **CPTU id.:** | MC-7C | **Sonde:** | 4672 | |
| **MULTICONSULT AS** | Dato: 26.11.2018 | Tegnet: anks | Kontrollert: gurt | Godkjent: ros |
| | Oppdrag nr.: 10207634 | Tegning nr.: RIG-TEG-1-501.5 | Versjon: 09.03.2016 | Revisjon: 0 |



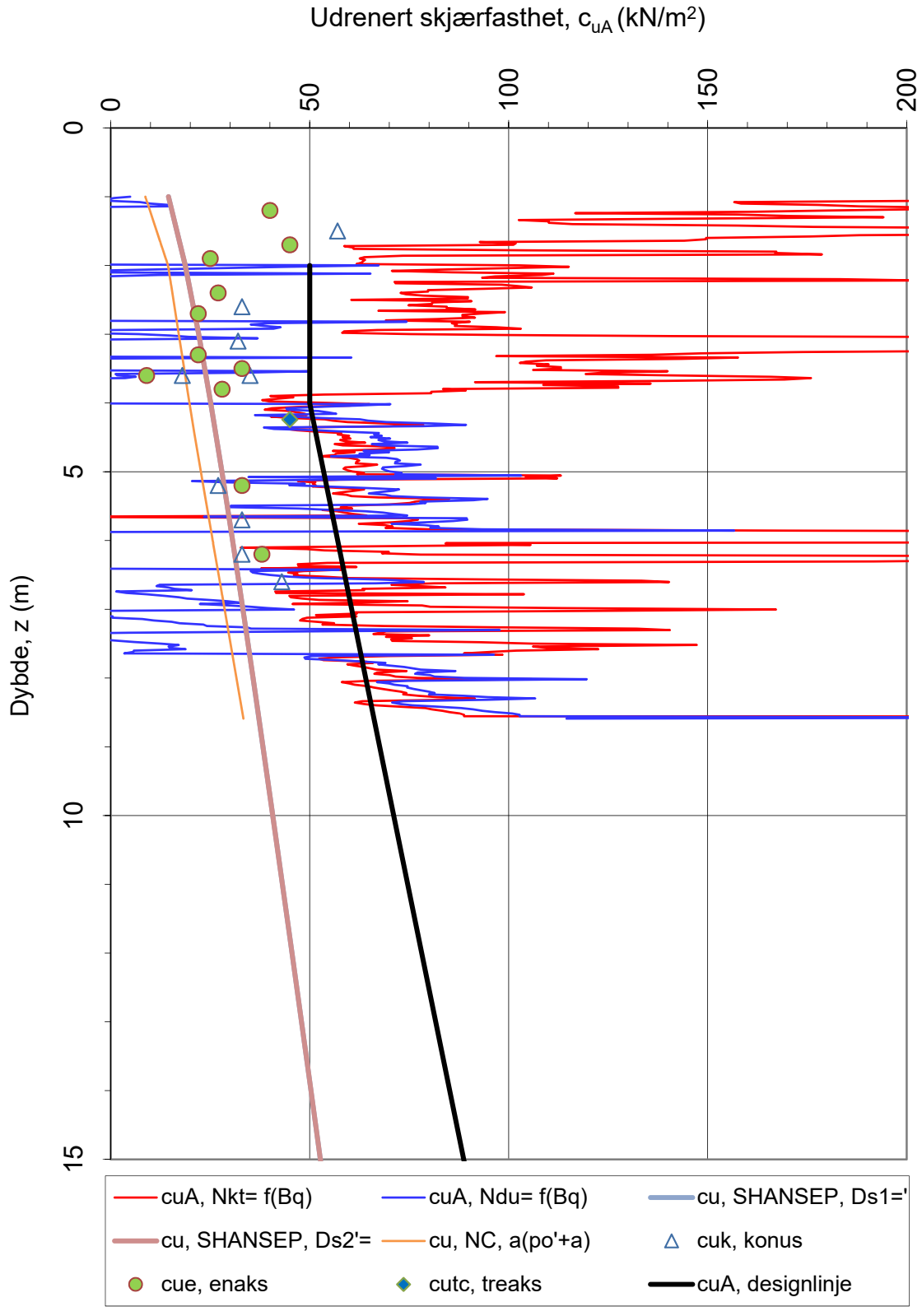

Sensitivitetsvalg: **St < 15**

Nkt = (7,8+2,5logOCR+0,082Ip)
NDu = (6,9-4logOCR+0,07Ip)
Nke = (11,5-9,05Bq)

$\alpha_c$ valgt: **0,3**

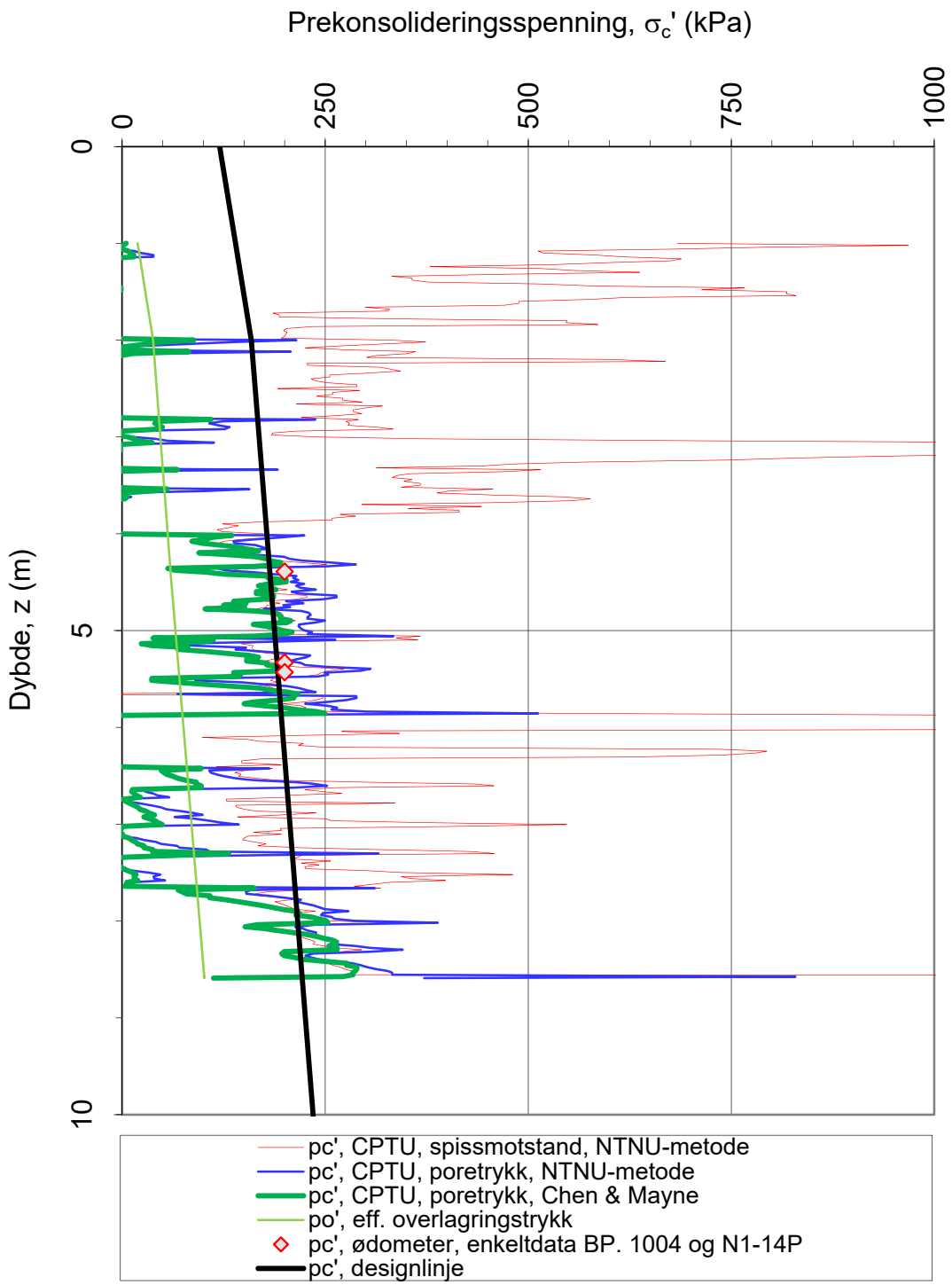
Referansemetode: Karlsrud et al (2005)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Oppdragsgiver: **Acciona Construction SA NUF** | | Oppdrag: **E6 Ranheim-Værnes** | | Tegningens filnavn: CPTU_MC-7C |
| Aktiv udrenert skjærfashet $c_{uA}$, korrelert mot $S_t$, OCR og $I_p$. | | | | Multiconsult |
| **CPTU id.:** | MC-7C | **Sonde:** | 4672 | |
| **MULTICONSULT AS** | Dato: 26.11.2018 | Tegnet: anks | Kontrollert: gurt | Godkjent: ros |
| | Oppdrag nr.: 10207634 | Tegning nr.: RIG-TEG-1-501.6 | Versjon: 09.03.2016 | Revisjon: 0 |



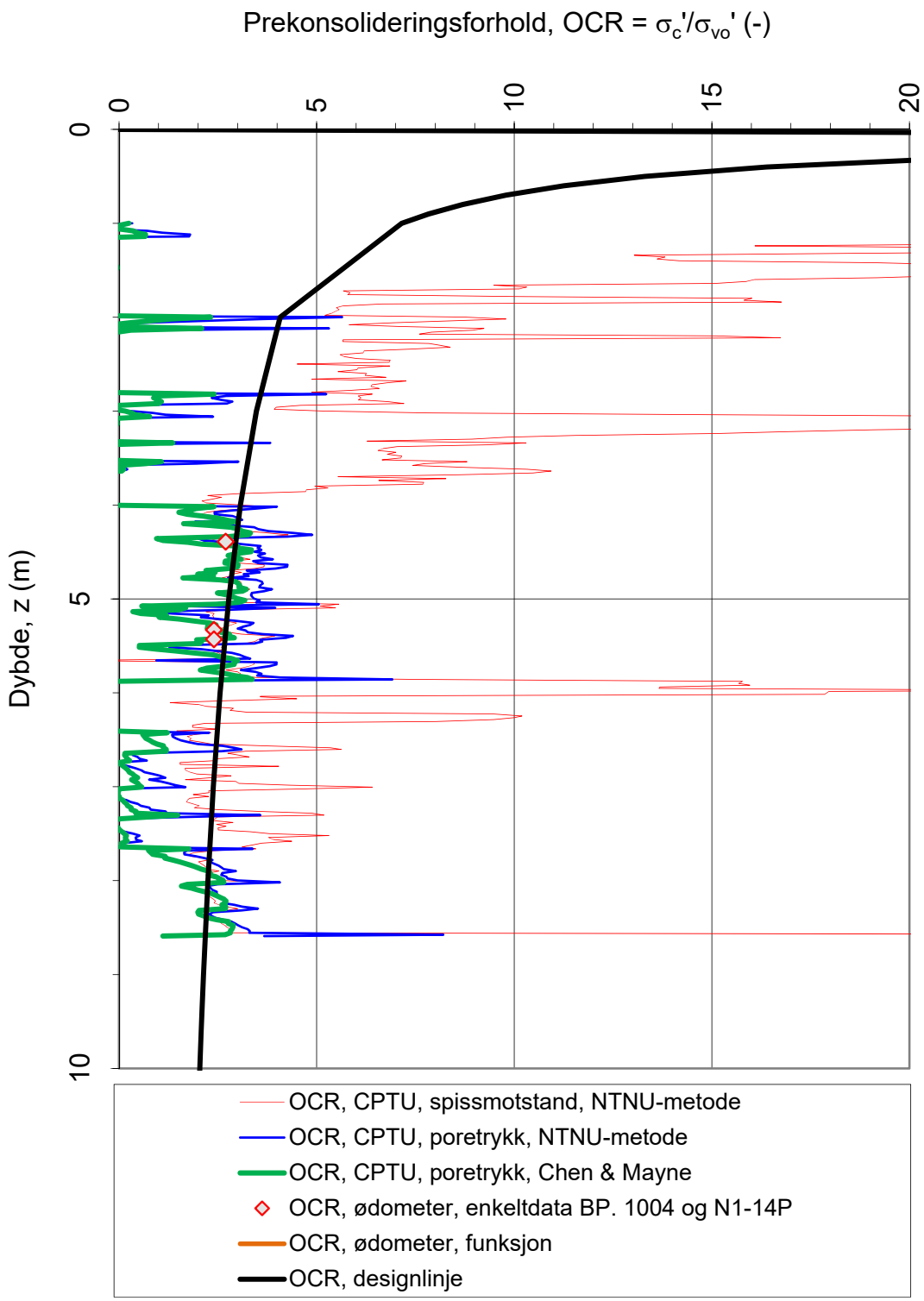

| | | | |
|---|---|---|---|
| $N_{kt}$: | **(18,7-12,5$B_q$)** | $\alpha_c$ valgt: | **0,3** |
| $N_{Du}$: | **(1,8+7,25$B_q$)** | Referansemetode: Karlsrud et al. (1996) | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Oppdragsgiver: **Acciona Construction SA NUF** | | Oppdrag: **E6 Ranheim-Værnes** | | Tegningens filnavn: CPTU_MC-7C |
| Aktiv udrenert skjærfasthet $c_{uA}$, verdier fra SHANSEP-analyse. | | | | Multiconsult |
| **CPTU id.:** | MC-7C | **Sonde:** | 4672 | |
| **MULTICONSULT AS** | Dato: 26.11.2018 | Tegnet: anks | Kontrollert: gurt | Godkjent: ros |
| | Oppdrag nr.: 10207634 | Tegning nr.: RIG-TEG-1-501.7 | Versjon: 09.03.2016 | Revisjon: 0 |



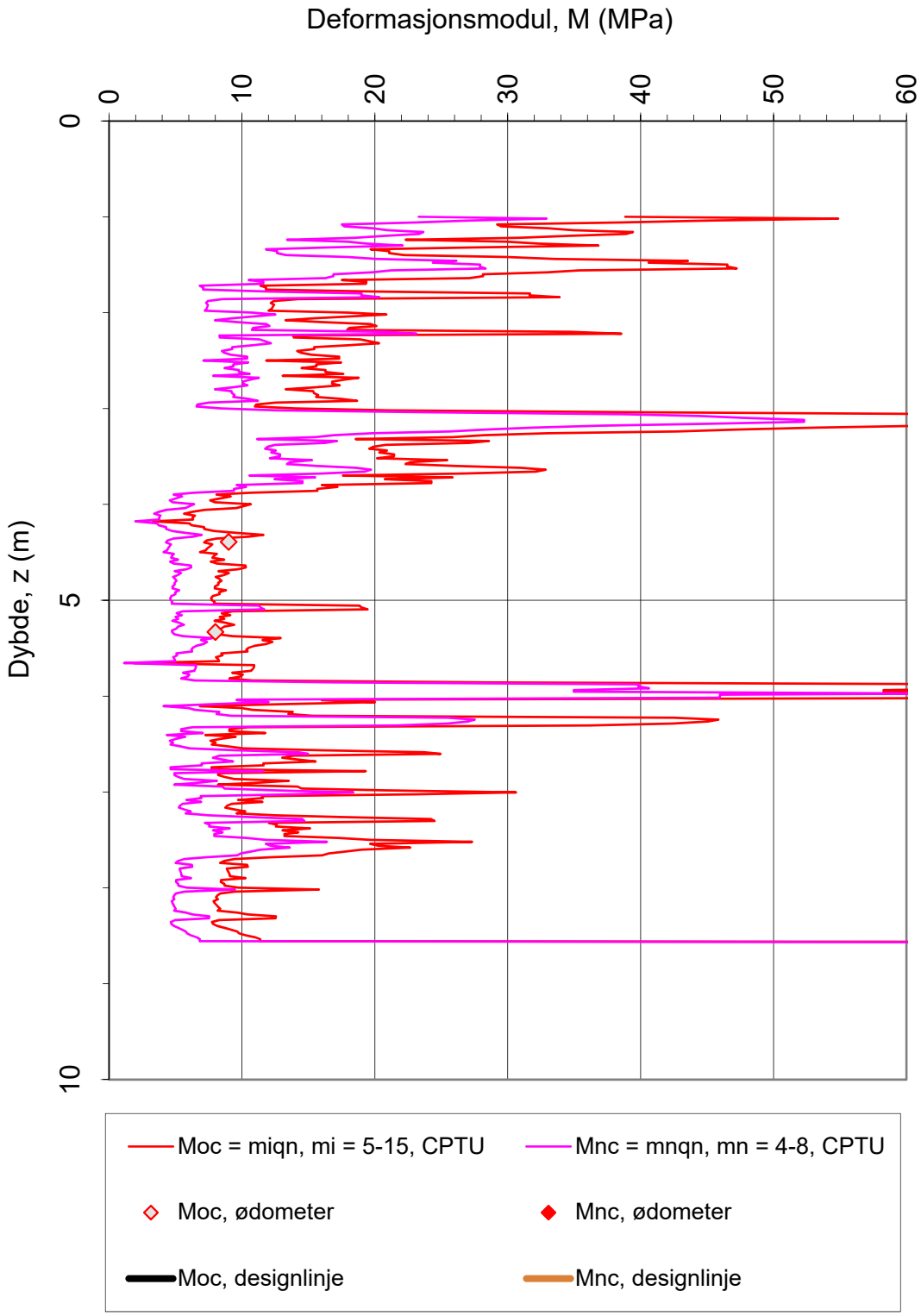

Referansemetoder 1 og 2: NTNU Senneset, Sandven & Janbu (1989)
Referansemetode 3: Chen & Mayne (1996)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Oppdragsgiver: **Acciona Construction SA NUF** | | Oppdrag: **E6 Ranheim-Værnes** | | Tegningens filnavn: CPTU_MC-7C |
| Prekonsolideringsspenning $\sigma_c'$. | | | | Multiconsult |
| **CPTU id.:** | MC-7C | **Sonde:** | 4672 | |
| **MULTICONSULT AS** | Dato: 26.11.2018 | Tegnet: anks | Kontrollert: gurt | Godkjent: ros |
| | Oppdrag nr.: 10207634 | Tegning nr.: RIG-TEG-1-501.8 | Versjon: 09.03.2016 | Revisjon: 0 |



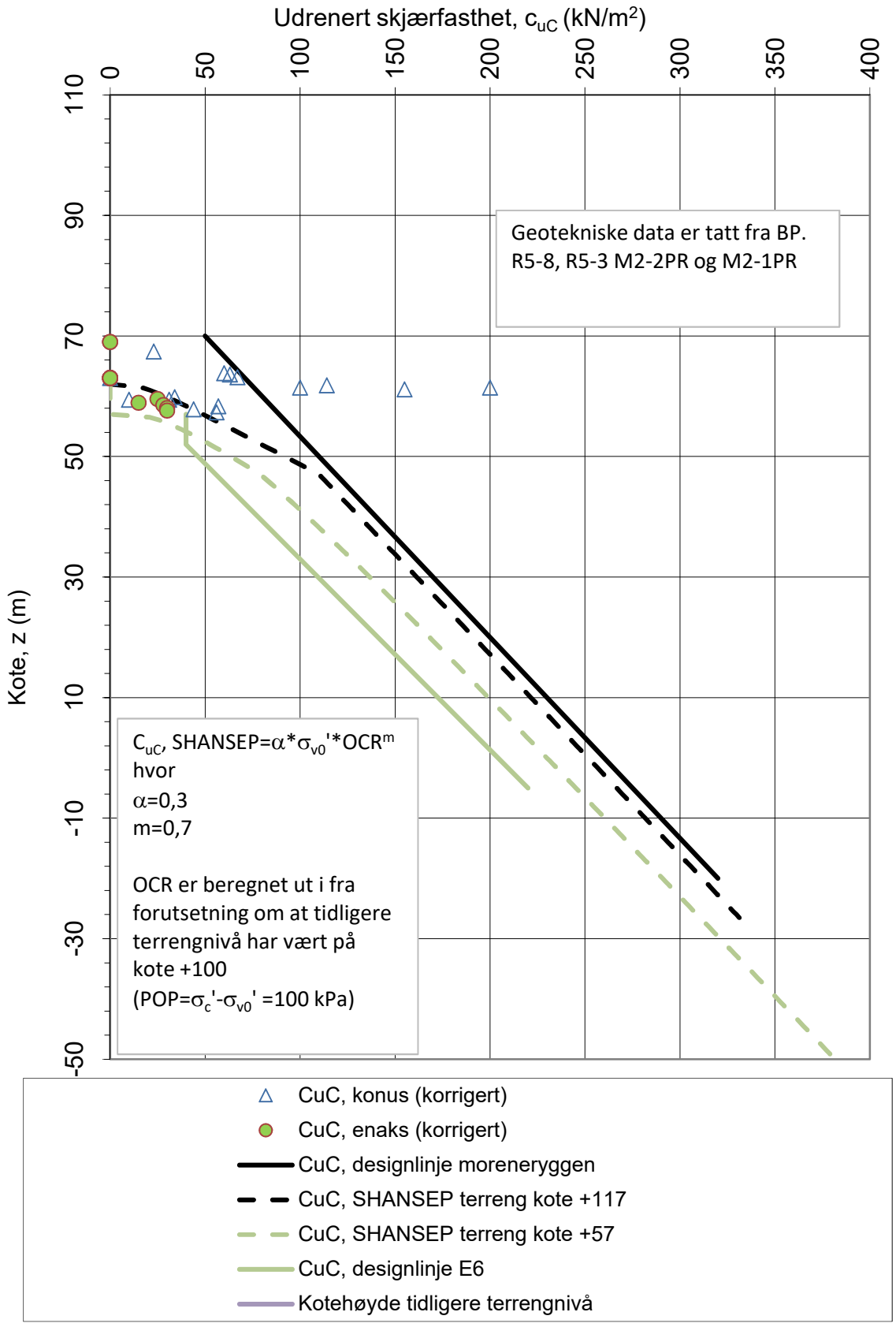

Referansemetoder 1 og 2: NTNU Senneset, Sandven & Janbu (1989)
Referansemetode 3: Chen & Mayne (1996)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Oppdragsgiver: **Acciona Construction SA NUF** | | Oppdrag: **E6 Ranheim-Værnes** | | Tegningens filnavn: CPTU_MC-7C |
| Overkonsolideringsforhold, OCR = $\sigma_c'/\sigma_{vo}'$. | | | | Multiconsult |
| **CPTU id.:** | MC-7C | **Sonde:** | 4672 | |
| **MULTICONSULT AS** | Dato: 26.11.2018 | Tegnet: anks | Kontrollert: gurt | Godkjent: ros |
| | Oppdrag nr.: 10207634 | Tegning nr.: RIG-TEG-1-501.9 | Versjon: 09.03.2016 | Revisjon: 0 |




Referansemetode: NTNU Senneset, Sandven & Janbu (1989), Sandven (1990)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Oppdragsgiver: **Acciona Construction SA NUF** | | Oppdrag: **E6 Ranheim-Værnes** | | Tegningens filnavn: CPTU_MC-7C |
| Deformasjonsmoduler, $M_{oc}$ og $M_{nc}$. | | | | Multiconsult |
| **CPTU id.:** | MC-7C | **Sonde:** | 4672 | |
| **MULTICONSULT AS** | Dato: 26.11.2018 | Tegnet: anks | Kontrollert: gurt | Godkjent: ros |
| | Oppdrag nr.: 10207634 | Tegning nr.: RIG-TEG-1-501.10 | Versjon: 09.03.2016 | Revisjon: 0 |



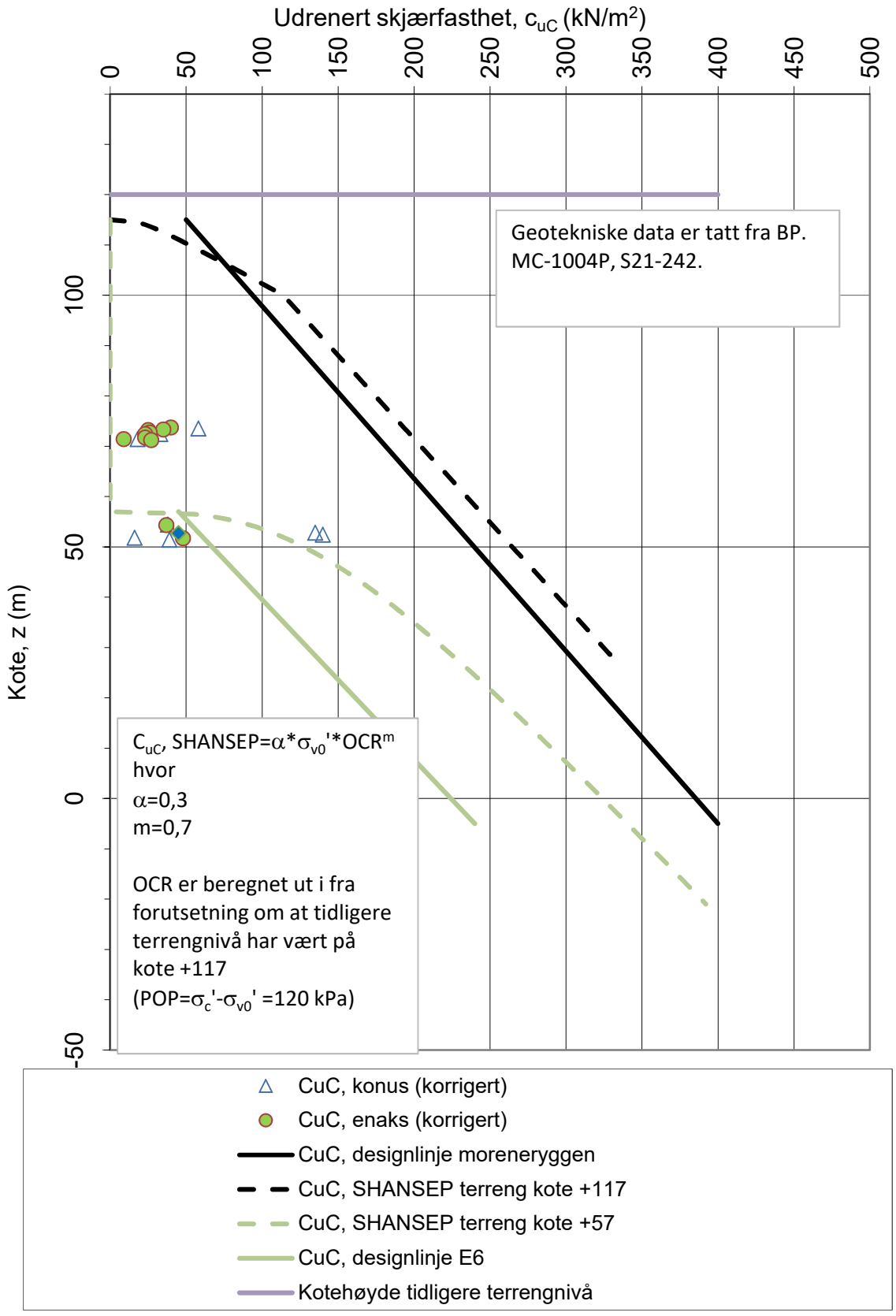

Valgte SHANSEP-faktorer

α valgt: 0,3

m valgt: 0,7

| | | |
|---|---|---|
| Oppdragsgiver: **Nye Veier** | Oppdrag: **E6 Ranheim-Værnes** | Tegningens filnavn: R1 Profil B-B Shansep.xlsx |
| R1 PROFIL A-A<br>Aktiv udrenert skjærfasthet $C_{uC}$, verdier fra SHANSEP-analyse. | | Multiconsult |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **MULTICONSULT AS** | Dato: 05.02.2019 | Tegnet: anks | Kontrollert: gurt | Godkjent: ros |
| | Oppdrag nr.: 10207634 | Tegning nr.: RIG-TEG-1-550 | Versjon: | Revisjon: 0 |



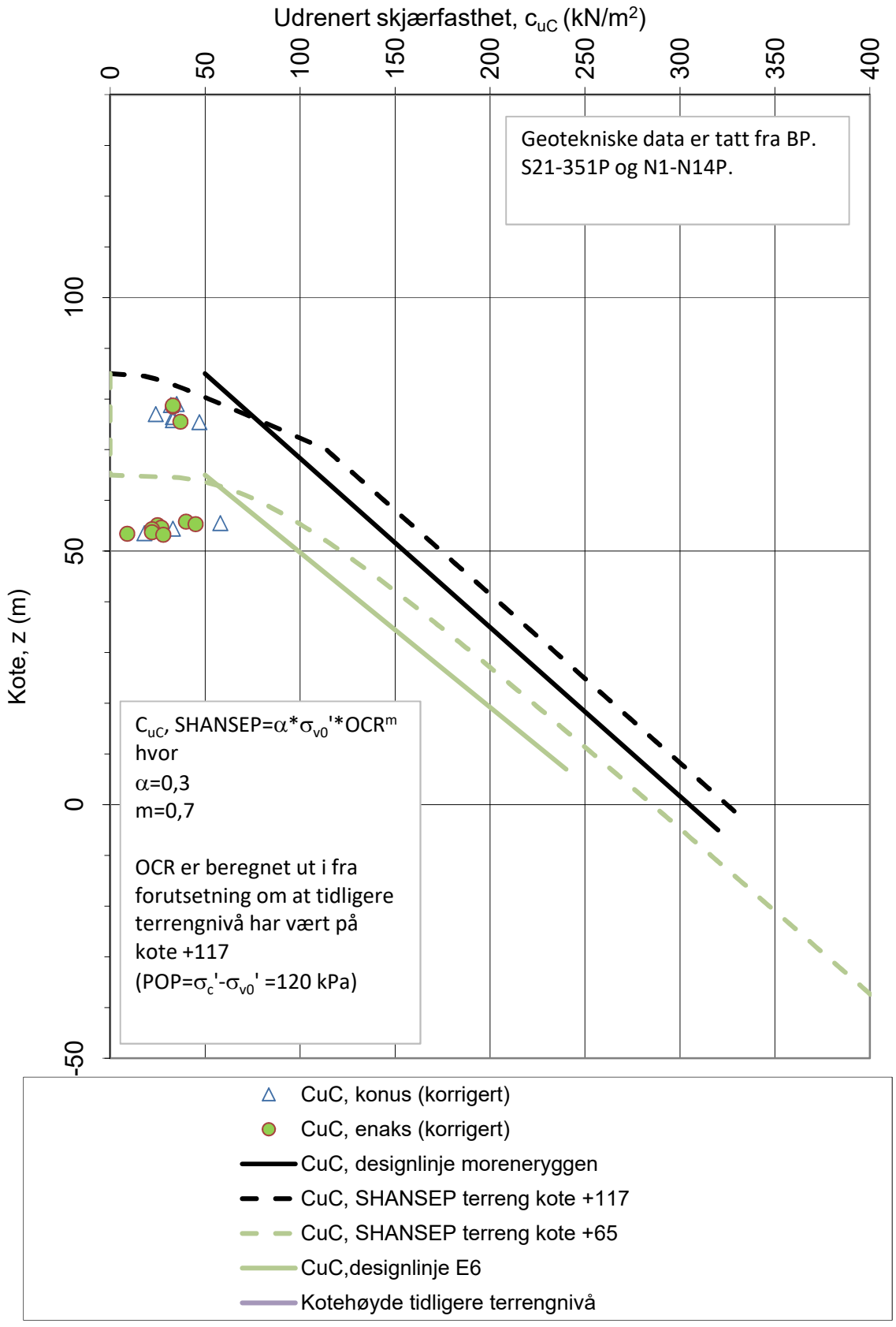

Valgte SHANSEP-faktorer

$\alpha$ valgt: 0,3

m valgt: 0,7

| | | |
|---|---|---|
| Oppdragsgiver: **Nye Veier** | Oppdrag: **E6 Ranheim-Værnes** | Tegningens filnavn: R1 Profil B-B Shansep.xlsx |
| R1 PROFIL B-B<br>Aktiv udrenert skjærfasthet $C_{uC}$, verdier fra SHANSEP-analyse. | | Multiconsult |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **MULTICONSULT AS** | Dato: 05.02.2019 | Tegnet: anks | Kontrollert: gurt | Godkjent: ros |
| | Oppdrag nr.: 10207634 | Tegning nr.: RIG-TEG-1-551 | Versjon: | Revisjon: 0 |



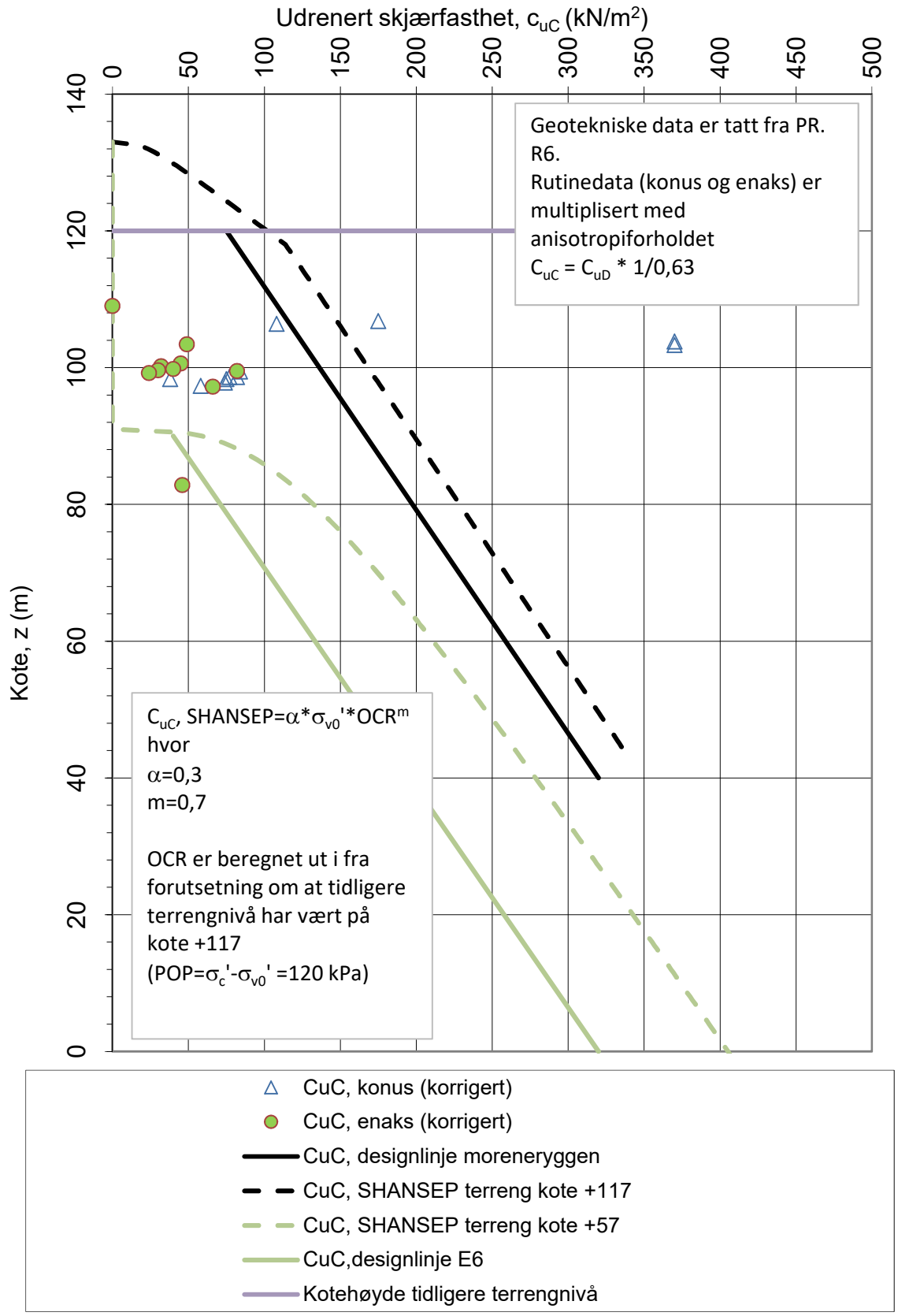

Valgte SHANSEP-faktorer

$\alpha$ valgt: 0,3

m valgt: 0,7

| | | |
|---|---|---|
| Oppdragsgiver: **Nye Veier** | Oppdrag: **E6 Ranheim-Værnes** | Tegningens filnavn: R1 Profil B-B Shansep.xlsx |
| R1 PROFIL C-C<br>Aktiv udrenert skjærfasthet $C_{uC}$, verdier fra SHANSEP-analyse. | | Multiconsult |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **MULTICONSULT AS** | Dato: 05.02.2019 | Tegnet: anks | Kontrollert: gurt | Godkjent: ros |
| | Oppdrag nr.: 10207634 | Tegning nr.: RIG-TEG-1-552 | Versjon: | Revisjon: 0 |

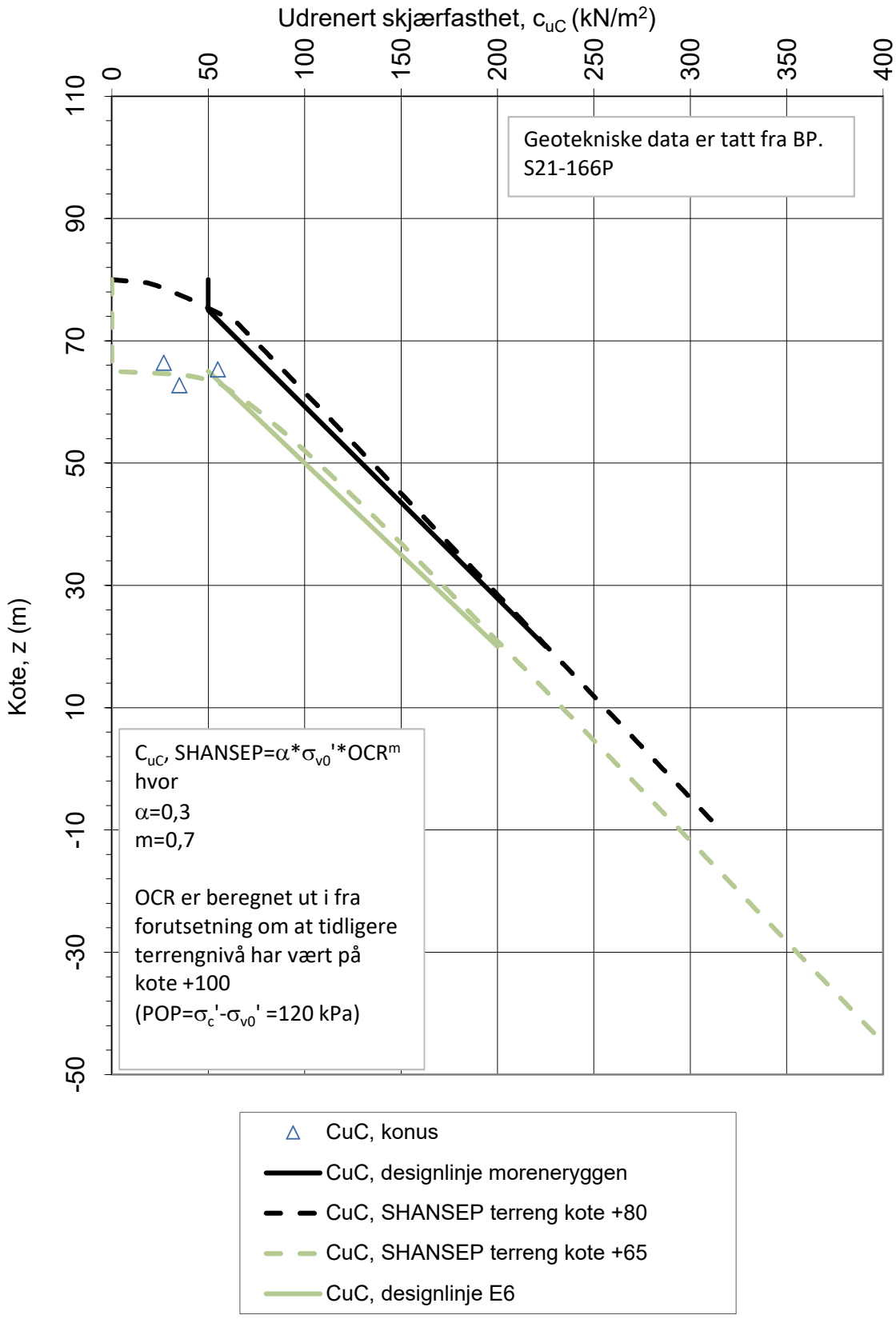



Valgte SHANSEP-faktorer

| | | |
|---|---|---|
| $\alpha$ | valgt: | 0,3 |
| m | valgt: | 0,7 |

| | | |
|---|---|---|
| Oppdragsgiver: **Nye Veier** | Oppdrag: **E6 Ranheim-Værnes** | Tegningens filnavn: R1 Profil B-B Shansep.xlsx |
| R1 PROFIL D-D<br>Aktiv udrenert skjærfasthet $C_{uC}$, verdier fra SHANSEP-analyse. | | Multiconsult |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **MULTICONSULT AS** | Dato: 05.02.2019 | Tegnet: anks | Kontrollert: gurt | Godkjent: ros |
| | Oppdrag nr.: 10207634 | Tegning nr.: RIG-TEG-1-553 | Versjon: | Revisjon: 0 |



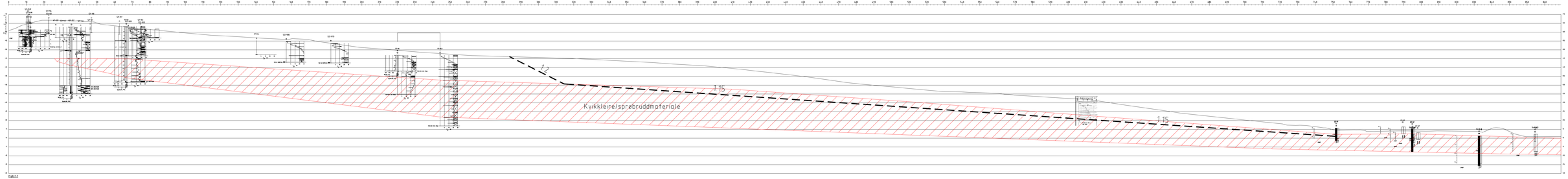

Valgte SHANSEP-faktorer

$\alpha$ valgt: 0,3

m valgt: 0,7

| | | |
|---|---|---|
| Oppdragsgiver: **Nye Veier** | Oppdrag: **E6 Ranheim-Værnes** | Tegningens filnavn: R1 Profil E-E Shansep.xlsx |
| R1 PROFIL E-E<br>Aktiv udrenert skjærfasthet $C_{uC}$, verdier fra SHANSEP-analyse. | | Multiconsult |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **MULTICONSULT AS** | Dato: 05.02.2019 | Tegnet: gurt | Kontrollert: anks | Godkjent: ros |
| | Oppdrag nr.: 10207634 | Tegning nr.: RIG-TEG-1-554 | Versjon: | Revisjon: 0 |




| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | | | | | |

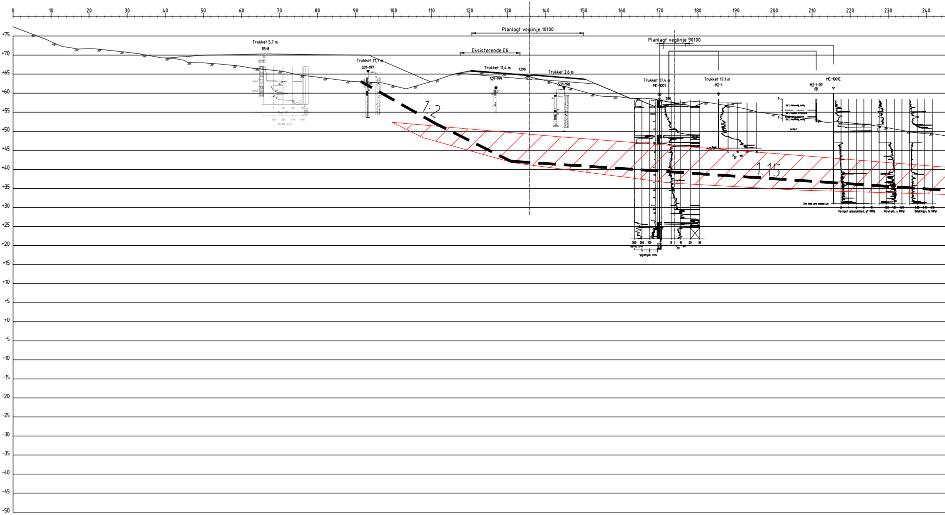
Acciona Construction SA NUF

E6 Ranheim-Værnes

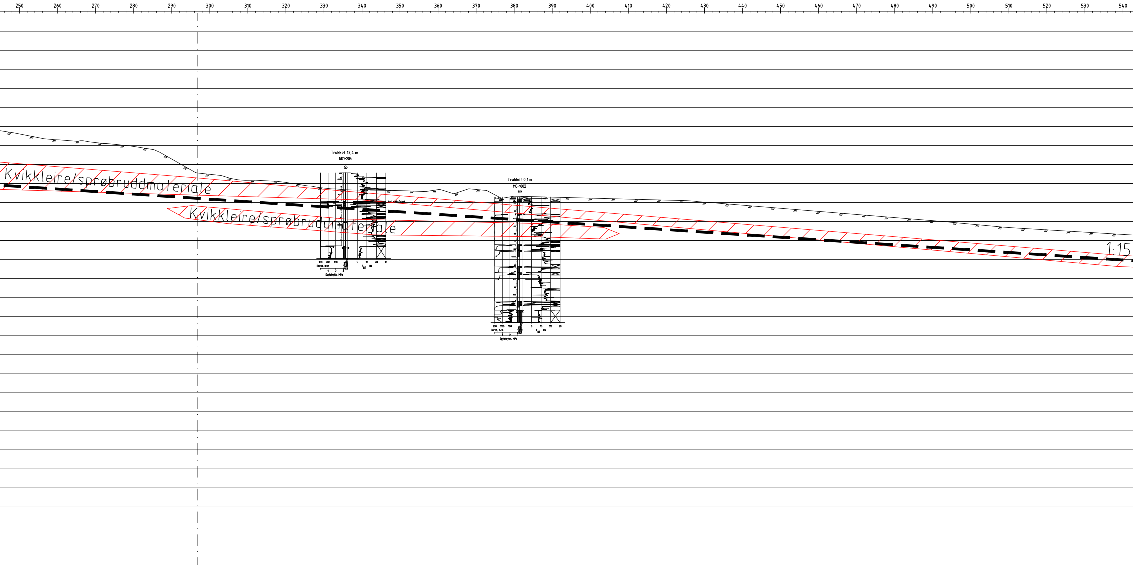
Profil F-F

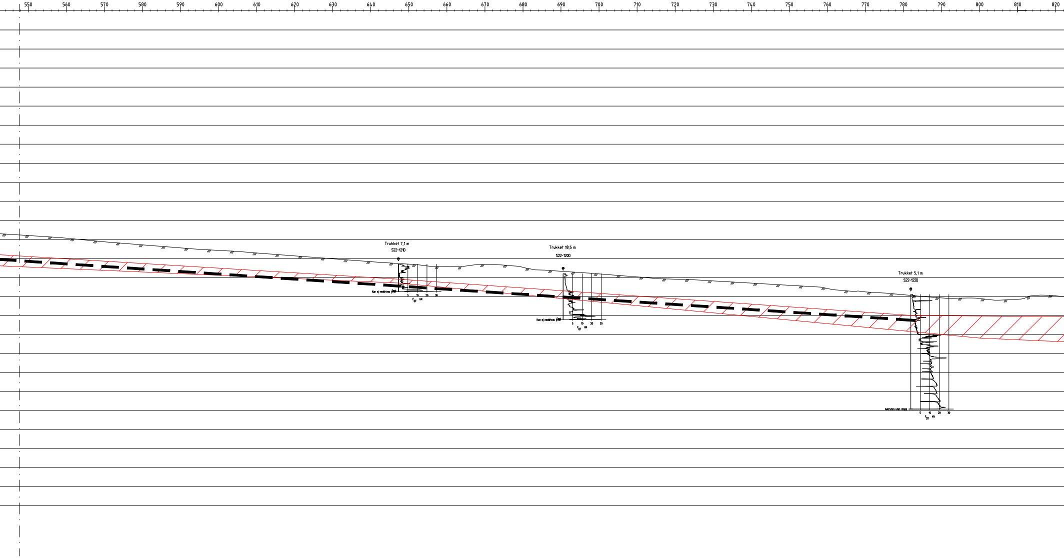
Tolket kvikkleirelag og vurdering av løsne- og utløpsområde
Sone nr. 399 Ranheim

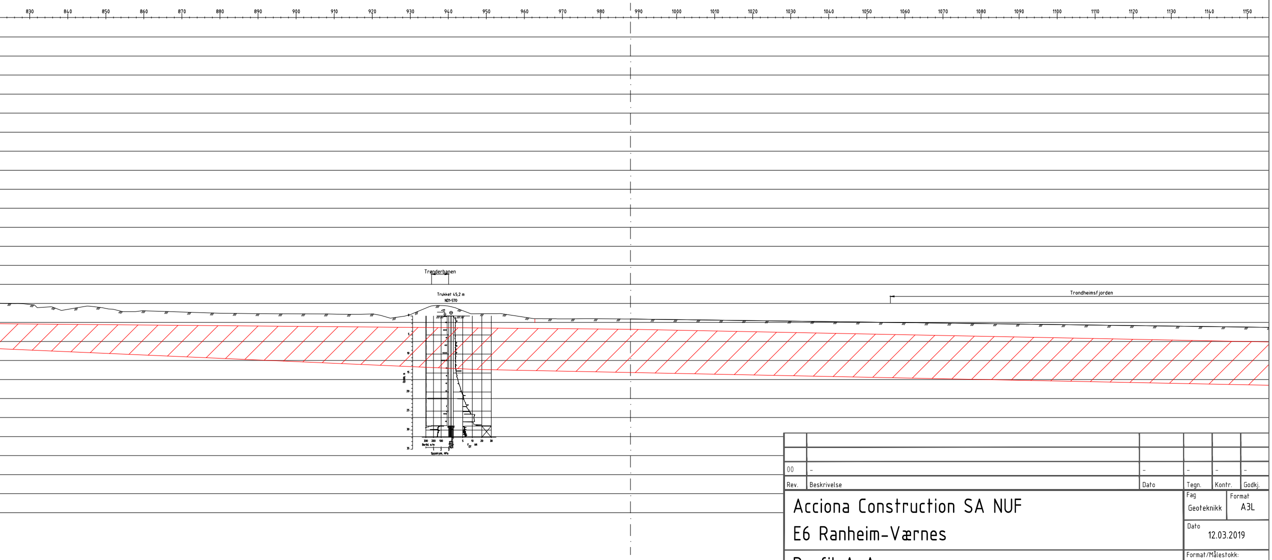
| | | | |
|---|---|---|---|
| Fag: Geoteknikk | Format: A3L | | |
| Dato: 12.03.2019 | Format/Målestokk: 1:750 | | |
| Multiconsult www.multiconsult.no | Firma: | Konstr./Tegnet: ANKS | Kontrollert: GURT |
| | Godkjent: ROS | | |
| | Oppdragsnr.: 10207634 | Tegningsnr.: RIG-TEG-1-700 | Rev.: 00 |


0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
120
130
140
150
160
170
180
190
200
210
220
230
240
+75
+70
+65
+60
+55
+50
+45
+40
+35
+30
+25
+20
+15
+10
+5
+0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
-40
-45
-50
Planlagt veglinje 10100
Eksisterende E6
Planlagt veglinje 90100
Trukket 5,7 m
RS-8
SAND
LEIRE
5
10
20
30
125
250
375
500
Bortid, s/m
Trukket 17,7 m
S21-197
1:2
Trukket 11,4 m
S21-199
1290
Trukket 2,6 m
S21-198
Trukket 17,4 m
MC-1001
200
Trukket 17,1 m
M2-1
M2-1-PR
MC-1001C
Jordart
1:15
The test are ended wit
Korrigert spissmotstand, qT (MPa)
Poretrykk, u (MPa)
Sidefriksjon, fs (MPa)
Spyletrykk, MPa
F_{DT} kN

Profil A-A
1 : 200


250
260
270
280
290
300
310
320
330
340
350
360
370
380
390
400
410
420
430
440
450
460
470
480
490
500
510
520
530
540
Kvikkleire/sprøbruddmateriale
Kvikkleire/sprøbruddmateriale
Trukket 13,4 m
ND1-204
Ant. stein/blokk
300 200 100
Bortid, s/m
1 2 3
Spyletrykk, MPa
5 10 20 30
F DT kN
Trukket 0,1 m
MC-1002
300 200 100
Bortid, s/m
1 2 3
Spyletrykk, MPa
5 10 20 30
F DT kN
1:15


550
560
570
580
590
600
610
620
630
640
650
660
670
680
690
700
710
720
730
740
750
760
770
780
790
800
810
820
Trukket 7,1 m
S22-1210
Kan ej neddrivas ytterl
5
10
20
30
F_DT kN
Trukket 18,5 m
S22-1200
Kan ej neddrivas ytterl
5
10
20
30
F_DT kN
Trukket 5,1 m
S22-1220
Avbruten utan stopp
5
10
20
30
F_DT kN


830
840
850
860
870
880
890
900
910
920
930
940
950
960
970
980
990
1000
1010
1020
1030
1040
1050
1060
1070
1080
1090
1100
1110
1120
1130
1140
1150
Trønderbanen
Trukket 45,2 m
ND1-S70
+17
Trondheimsfjorden
5
10
15
20
25
30
35
Dybde, m
300 200 100
Bortid, s/m
1 2
Spyletrykk, MPa
5 10 20 30
f_{DT} kN

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
00	-	-	-	-	-

Acciona Construction SA NUF

E6 Ranheim-Værnes

Fag
Geoteknikk

Format
A3L

Dato
12.03.2019

Profil A-A

Tolket kvikkleirelag og vurdering av løsne- og utløpsområde
Sone nr. 400 Ranheim øst

Format/Målestokk:
1:750

Multiconsult
www.multiconsult.no

Status

Konstr./Tegnet
ANKS

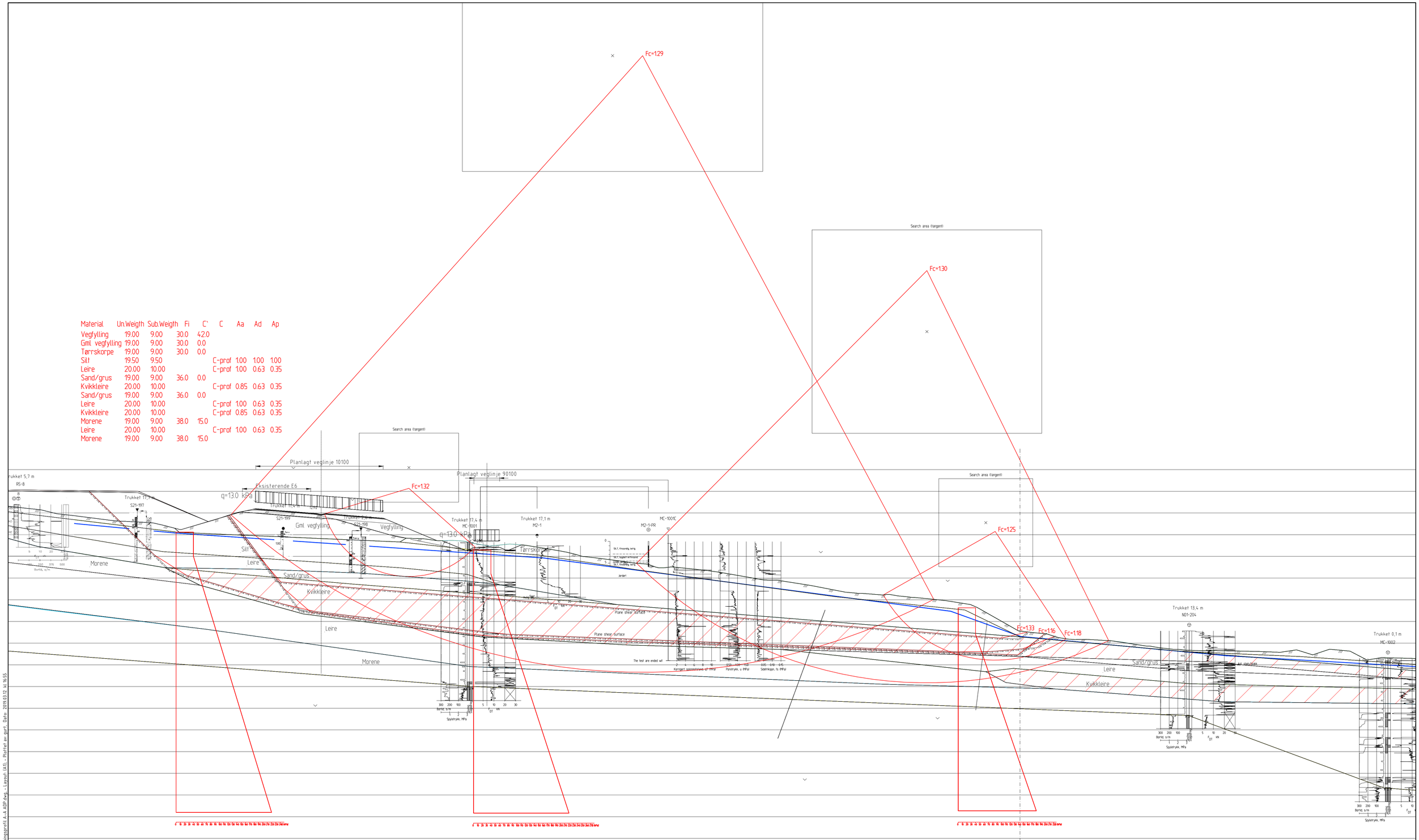
Kontrollert
GURT

Godkjent
ROS

Oppdragsnr.
10207634

Tegningsnr.
RIG-TEG-1-701

Rev.
00




| Material | Un.Weigth | Sub.Weigth | Fi | C` | C | Aa | Ad | Ap |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vegfylling | 19.00 | 9.00 | 30.0 | 42.0 | | | | |
| Gml vegfylling | 19.00 | 9.00 | 30.0 | 0.0 | | | | |
| Tørrskorpe | 19.00 | 9.00 | 30.0 | 0.0 | | | | |
| Silt | 19.50 | 9.50 | | | C-prof | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Leire | 20.00 | 10.00 | | | C-prof | 1.00 | 0.63 | 0.35 |
| Sand/grus | 19.00 | 9.00 | 36.0 | 0.0 | | | | |
| Kvikkleire | 20.00 | 10.00 | | | C-prof | 0.85 | 0.63 | 0.35 |
| Sand/grus | 19.00 | 9.00 | 36.0 | 0.0 | | | | |
| Leire | 20.00 | 10.00 | | | C-prof | 1.00 | 0.63 | 0.35 |
| Kvikkleire | 20.00 | 10.00 | | | C-prof | 0.85 | 0.63 | 0.35 |
| Morene | 19.00 | 9.00 | 38.0 | 15.0 | | | | |
| Leire | 20.00 | 10.00 | | | C-prof | 1.00 | 0.63 | 0.35 |
| Morene | 19.00 | 9.00 | 38.0 | 15.0 | | | | |

| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | - | - | - | - | - |

Acciona Construction SA NUF

E6 Ranheim-Værnes

Beregningsprofil A-A

Stabilitetsberegning, med ny E6

ADP-analyse, udrenert beregning

Fag: Geoteknikk | Format: A1

Dato: 12.03.2019

Format/Målestokk: 1:400

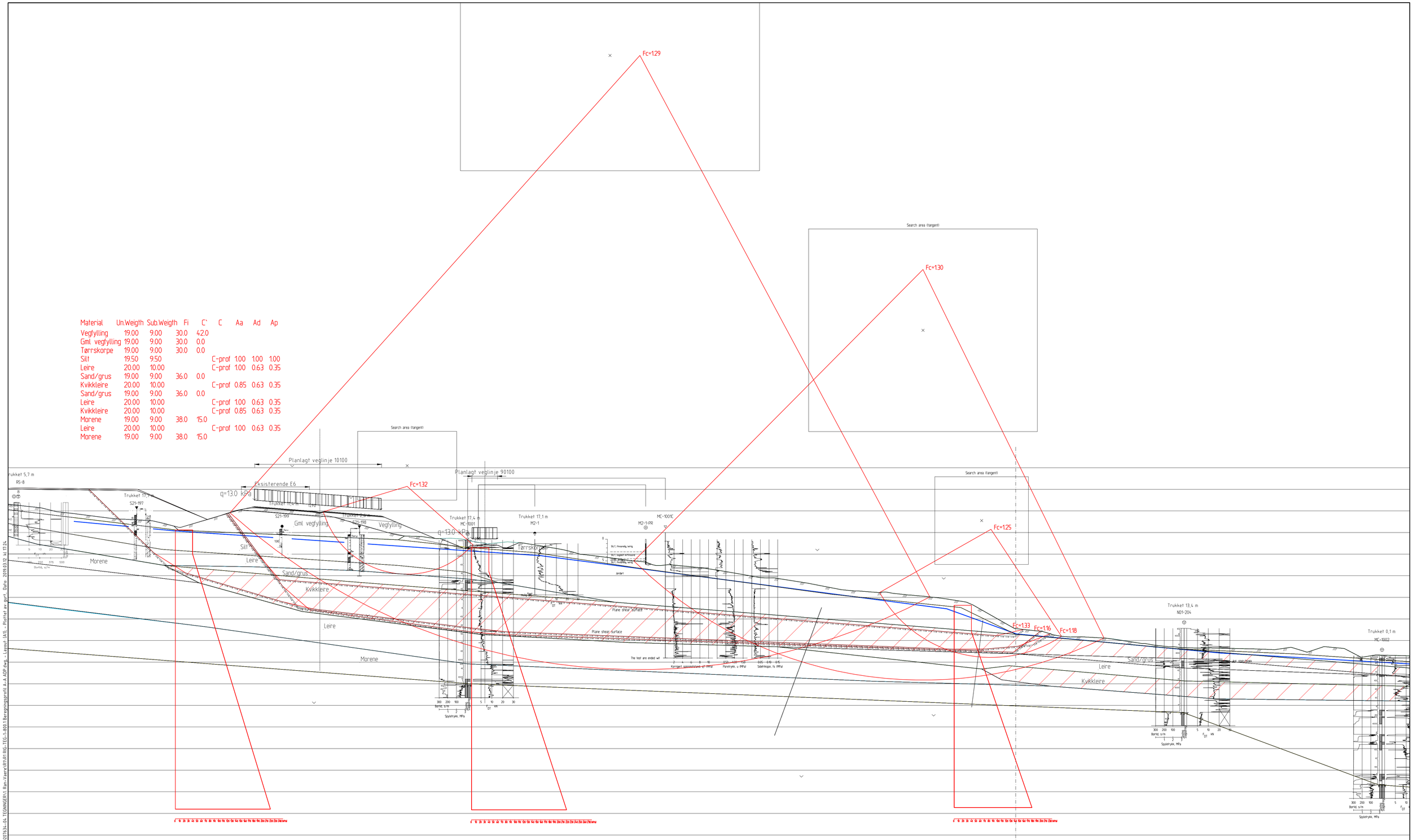
Multiconsult

www.multiconsult.no

Status | Konstr./Tegnet: ANKS | Kontrollert: GURT | Godkjent: ROS

Oppdragsnr.: 10207634 | Tegningsnr.: RIG-TEG-1-800.1 | Rev.: 00

C:\Users\gurt\AppData\Local\Temp\AcPublish_400\RIG-TEG-1-800.1 Beregningsprofil A-A ADP.dwg - Layout (A1) - Plottet av: gurt, Date: 2019.03.12 kl 16:55




| Material | Un.Weigth | Sub.Weigth | Fi | C` | C | Aa | Ad | Ap |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vegfylling | 19.00 | 9.00 | 30.0 | 42.0 | | | | |
| Gml vegfylling | 19.00 | 9.00 | 30.0 | 0.0 | | | | |
| Tørrskorpe | 19.00 | 9.00 | 30.0 | 0.0 | | | | |
| Silt | 19.50 | 9.50 | | | C-prof | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Leire | 20.00 | 10.00 | | | C-prof | 1.00 | 0.63 | 0.35 |
| Sand/grus | 19.00 | 9.00 | 36.0 | 0.0 | | | | |
| Kvikkleire | 20.00 | 10.00 | | | C-prof | 0.85 | 0.63 | 0.35 |
| Sand/grus | 19.00 | 9.00 | 36.0 | 0.0 | | | | |
| Leire | 20.00 | 10.00 | | | C-prof | 1.00 | 0.63 | 0.35 |
| Kvikkleire | 20.00 | 10.00 | | | C-prof | 0.85 | 0.63 | 0.35 |
| Morene | 19.00 | 9.00 | 38.0 | 15.0 | | | | |
| Leire | 20.00 | 10.00 | | | C-prof | 1.00 | 0.63 | 0.35 |
| Morene | 19.00 | 9.00 | 38.0 | 15.0 | | | | |

| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | - | - | - | - | - |

Acciona Construction SA NUF

E6 Ranheim-Værnes

Fag: Geoteknikk | Format: A1

Dato: 12.03.2019

Beregningsprofil A-A

Stabilitetsberegning, med ny E6

ADP-analyse, udrenert beregning

Format/Målestokk: 1:400

Multiconsult

www.multiconsult.no

| Status | Konstr./Tegnet | Kontrollert | Godkjent |
|---|---|---|---|
| | ANKS | GURT | ROS |

| Oppdragsnr. | Tegningsnr. | Rev. |
|---|---|---|
| 10207634 | RIG-TEG-1-800.1 | 00 |

Search area (tangent)

Fcφ =2.43

Fcφ =2.10

| Material | Un.Weigth | Sub.Weigth | Fi | C` | C | Aa | Ad | Ap |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vegfylling | 19.00 | 9.00 | 30.0 | 42.0 | | | | |
| Gml vegfylling | 19.00 | 9.00 | 30.0 | 0.0 | | | | |
| Tørrskorpe | 19.00 | 9.00 | 30.0 | 0.0 | | | | |
| Silt | 19.50 | 9.50 | 31.0 | 0.0 | | | | |
| Leire | 20.00 | 10.00 | 28.8 | 2.8 | | | | |
| Sand/grus | 19.00 | 9.00 | 36.0 | 0.0 | | | | |
| Kvikkleire | 20.00 | 10.00 | 28.8 | 2.8 | | | | |
| Sand/grus | 19.00 | 9.00 | 36.0 | 0.0 | | | | |
| Leire | 20.00 | 10.00 | 28.8 | 2.8 | | | | |
| Kvikkleire | 20.00 | 10.00 | 28.8 | 2.8 | | | | |
| Morene | 19.00 | 9.00 | 38.0 | 15.0 | | | | |
| Leire | 20.00 | 10.00 | 28.8 | 2.8 | | | | |
| Morene | 19.00 | 9.00 | 38.0 | 15.0 | | | | |

Planlagt veglinje 10100

Planlagt veglinje 90100

Trukket 5,7 m
RS-8

Trukket 17,7 m
S21-197

Eksisterende E6
q=13.0 kPa

Trukket 11,0 m
S21-199

Trukket 2,6 m
S21-198

Gml vegfylling

Vegfylling

Silt

Leire

Sand/grus

Kvikkleire

Leire

Morene

Morene

Trukket 17,4 m
KC-1001

Trukket 17,1 m
M2-1

q=13.0 kPa

Tørrskorpe

MC-1001C

M2-1-092

Jordart

The test are ended wit

Korrigert spissmotstand, qT (MPa)

Poretrykk, u (MPa)

Sidefriksjon, fs (MPa)

Search area (tangent)

Fcφ=1.12

Fcφ=1.37

Trukket 13,4 m
ND1-204

Trukket 0,1 m
MC-1002

Leire

Kvikkleire

Sand/grus

Borrid, s/m

Spyletrykk, MPa

| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | - | - | - | - | - |

Acciona Construction SA NUF

E6 Ranheim-Værnes

Beregningsprofil A-A

Stabilitetsberegning, med ny E6

AFi-analyse, drenert beregning

Fag: Geoteknikk | Format: A1

Dato: 12.03.2019

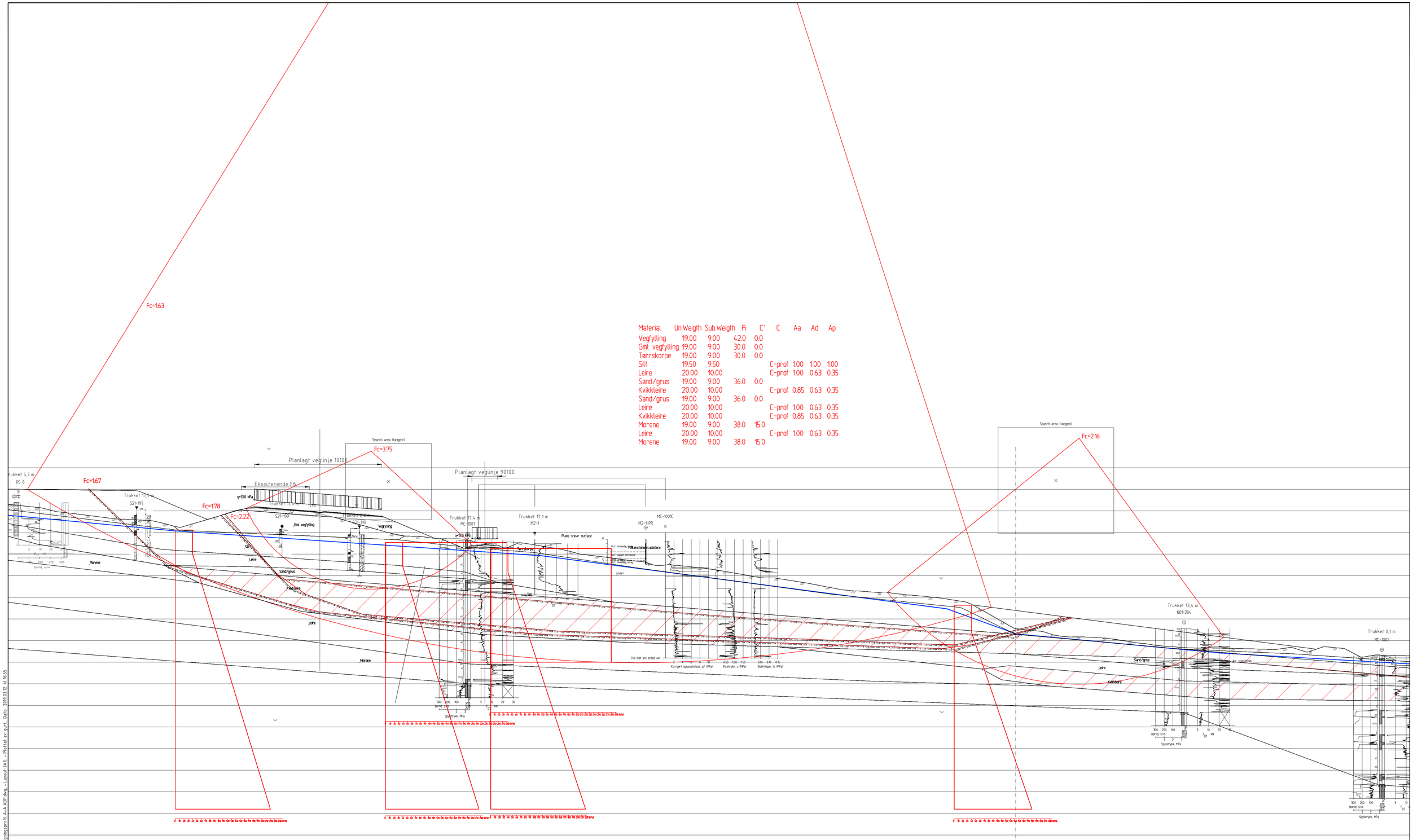
Format/Målestokk: 1:400

Multiconsult
www.multiconsult.no

Status | Konstr./Tegnet: ANKS | Kontrollert: GURT | Godkjent: ROS

Oppdragsnr.: 10207634 | Tegningsnr.: RIG-TEG-1-800.2 | Rev.: 00

C:\Users\gurt\AppData\Local\Temp\AcPublish_4400\RIG-TEG-1-800.2 Beregningsprofil A-A AFi.dwg - Layout: (A1)... Plottet av: gurt. Date: 2019.03.12 kl 16:55




| Material | Un.Weigth | Sub.Weigth | Fi | C` | C | Aa | Ad | Ap |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vegfylling | 19.00 | 9.00 | 42.0 | 0.0 | | | | |
| Gml vegfylling | 19.00 | 9.00 | 30.0 | 0.0 | | | | |
| Tørrskorpe | 19.00 | 9.00 | 30.0 | 0.0 | | | | |
| Silt | 19.50 | 9.50 | | | C-prof | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Leire | 20.00 | 10.00 | | | C-prof | 1.00 | 0.63 | 0.35 |
| Sand/grus | 19.00 | 9.00 | 36.0 | 0.0 | | | | |
| Kvikkleire | 20.00 | 10.00 | | | C-prof | 0.85 | 0.63 | 0.35 |
| Sand/grus | 19.00 | 9.00 | 36.0 | 0.0 | | | | |
| Leire | 20.00 | 10.00 | | | C-prof | 1.00 | 0.63 | 0.35 |
| Kvikkleire | 20.00 | 10.00 | | | C-prof | 0.85 | 0.63 | 0.35 |
| Morene | 19.00 | 9.00 | 38.0 | 15.0 | | | | |
| Leire | 20.00 | 10.00 | | | C-prof | 1.00 | 0.63 | 0.35 |
| Morene | 19.00 | 9.00 | 38.0 | 15.0 | | | | |

| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | - | - | - | - | - |

Acciona Construction SA NUF
E6 Ranheim-Værnes

Fag: Geoteknikk
Format: A1
Dato: 12.03.2019

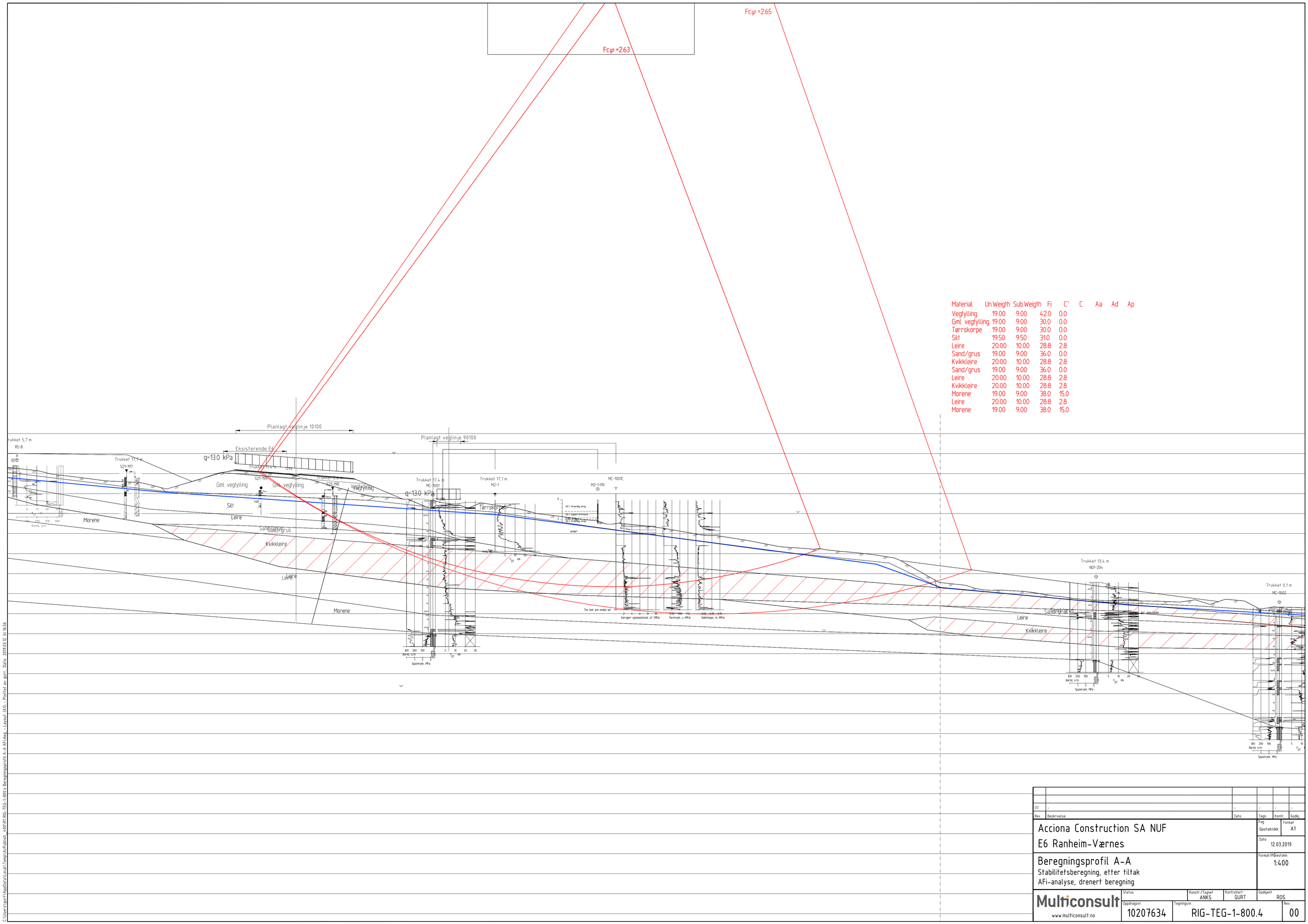
Beregningsprofil A-A
Stabilitetsberegning, etter tiltak
ADP-analyse, udrenert beregning

Format/Målestokk: 1:400

Multiconsult
www.multiconsult.no

Status
Konstr./Tegnet: ANKS
Kontrollert: GURT
Godkjent: ROS
Oppdragsnr.: 10207634
Tegningsnr.: RIG-TEG-1-800.3
Rev.: 00

C:\Users\gurt\AppData\Local\Temp\AcPublish_400\RIG-TEG-1-800.3 Beregningsprofil A-A ADP.dwg - Layout (A1) - Plottet av gurt. Dato: 2019.03.12 kl 16:55




| Material | Un.Weigth | Sub.Weigth | Fi | C` | C | Aa | Ad | Ap |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vegfylling | 19.00 | 9.00 | 42.0 | 0.0 | | | | |
| Gml vegfylling | 19.00 | 9.00 | 30.0 | 0.0 | | | | |
| Tørrskorpe | 19.00 | 9.00 | 30.0 | 0.0 | | | | |
| Silt | 19.50 | 9.50 | 31.0 | 0.0 | | | | |
| Leire | 20.00 | 10.00 | 28.8 | 2.8 | | | | |
| Sand/grus | 19.00 | 9.00 | 36.0 | 0.0 | | | | |
| Kvikkleire | 20.00 | 10.00 | 28.8 | 2.8 | | | | |
| Sand/grus | 19.00 | 9.00 | 36.0 | 0.0 | | | | |
| Leire | 20.00 | 10.00 | 28.8 | 2.8 | | | | |
| Kvikkleire | 20.00 | 10.00 | 28.8 | 2.8 | | | | |
| Morene | 19.00 | 9.00 | 38.0 | 15.0 | | | | |
| Leire | 20.00 | 10.00 | 28.8 | 2.8 | | | | |
| Morene | 19.00 | 9.00 | 38.0 | 15.0 | | | | |

| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | - | - | - | - | - |

Acciona Construction SA NUF

E6 Ranheim-Værnes

Beregningsprofil A-A

Stabilitetsberegning, etter tiltak

AFi-analyse, drenert beregning

Fag: Geoteknikk | Format: A1

Dato: 12.03.2019

Format/Målestokk: 1:400

Multiconsult
www.multiconsult.no

Status | Konstr./Tegnet: ANKS | Kontrollert: GURT | Godkjent: ROS

Oppdragsnr.: 10207634 | Tegningsnr.: RIG-TEG-1-800.4 | Rev.: 00

C:\Users\gurt\AppData\Local\Temp\AcPublish_4400\RIG-TEG-1-800.4_Beregningsprofil A-A AFi.dwg, Layout: (A1)... Plottet av: gurt, Date: 2019.03.12 kl 14:56

| Material | Un.Weigth | Sub.Weigth | Fi | C` | C | Aa | Ad | Ap |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vegfylling | 19.00 | 19.00 | 42.0 | 0.0 | | | | |
| Lette masser | 5.50 | 7.00 | 42.0 | 0.0 | | | | |
| Gml vegfylling | 19.00 | 9.00 | 30.0 | 0.0 | | | | |
| Leire | 20.00 | 10.00 | | | C-prof | 1.00 | 0.65 | 0.35 |
| Morene | 19.00 | 9.00 | 38.0 | 15.0 | | | | |
| Leire | 20.00 | 10.00 | | | C-prof | 1.00 | 0.63 | 0.35 |
| Kvikkleire | 20.00 | 10.00 | | | C-prof | 0.85 | 0.63 | 0.35 |
| Sand/grus | 19.00 | 9.00 | 36.0 | 0.0 | | | | |
| Kvikkleire | 20.00 | 10.00 | | | C-prof | 0.85 | 0.63 | 0.35 |
| Sand/grus | 19.00 | 9.00 | 36.0 | 0.0 | | | | |
| Leire | 20.00 | 10.00 | | | C-prof | 1.00 | 0.63 | 0.35 |
| Morene | 19.00 | 9.00 | 38.0 | 15.0 | | | | |

| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | - | - | - | - | - |

Acciona Construction SA NUF

E6 Ranheim-Værnes

Fag: Geoteknikk — Format: A1

Dato: 12.03.2019

# Beregningsprofil B-B

Stabilitetsberegning, med ny E6

ADP-analyse, udrenert beregning

Format/Målestokk: 1:400

Multiconsult

www.multiconsult.no

| Status | Konstr./Tegnet | Kontrollert | Godkjent |
|---|---|---|---|
| | ANKS | GURT | ROS |

| Oppdragsnr. | Tegningsnr. | Rev. |
|---|---|---|
| 10207634 | RIG-TEG-1-801.1 | 00 |

| Material | Un.Weigth | Sub.Weigth | Fi | C` | C | Aa | Ad | Ap |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vegfylling | 19.00 | 19.00 | 42.0 | 0.0 | | | | |
| Lette masser | 4.00 | 4.00 | 42.0 | 0.0 | | | | |
| Gml vegfylling | 19.00 | 9.00 | 30.0 | 0.0 | | | | |
| Leire | 20.00 | 10.00 | 28.8 | 2.8 | | | | |
| Morene | 19.00 | 9.00 | 38.0 | 15.0 | | | | |
| Leire | 20.00 | 10.00 | 28.8 | 2.8 | | | | |
| Kvikkleire | 20.00 | 10.00 | 28.8 | 2.8 | | | | |
| Sand/grus | 19.00 | 9.00 | 36.0 | 0.0 | | | | |
| Kvikkleire | 20.00 | 10.00 | 28.8 | 2.8 | | | | |
| Sand/grus | 19.00 | 9.00 | 36.0 | 0.0 | | | | |
| Leire | 20.00 | 10.00 | 28.8 | 2.8 | | | | |
| Morene | 19.00 | 9.00 | 38.0 | 15.0 | | | | |

| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | - | - | - | - | - |

Acciona Construction SA NUF
E6 Ranheim-Værnes

Fag: Geoteknikk
Format: A1
Dato: 12.03.2019

# Beregningsprofil B-B

Stabilitetsberegning, med ny E6
AFi-analyse, drenert beregning

Format/Målestokk: 1:400

Status:
Konstr./Tegnet: ANKS
Kontrollert: GURT
Godkjent: ROS

Multiconsult
www.multiconsult.no

Oppdragsnr.: 10207634
Tegningsnr.: RIG-TEG-1-801.2
Rev.: 00

C:\Users\gurt\AppData\Local\Temp\AcPublish_4001\RIG-TEG-1-801.2 Beregningsprofil B-B AFi.dwg - Layout: (A1) - Plottet av: gurt, Dato: 2019.03.12 kl. 16:56

| Material | Un.Weigth | Sub.Weigth | Fi | C` | C | Aa | Ad | Ap |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Motfylling | 19.00 | 9.00 | 30.0 | 0.0 | | | | |
| Vegfylling | 19.00 | 9.00 | 42.0 | 0.0 | | | | |
| Lette masser | 4.00 | 4.00 | 42.0 | 0.0 | | | | |
| Gml vegfylling | 19.00 | 9.00 | 30.0 | 0.0 | | | | |
| Leire | 20.00 | 10.00 | | | C-prof | 1.00 | 0.65 | 0.35 |
| Morene | 19.00 | 9.00 | 38.0 | 15.0 | | | | |
| Leire | 20.00 | 10.00 | | | C-prof | 1.00 | 0.63 | 0.35 |
| Kvikkleire | 20.00 | 10.00 | | | C-prof | 0.85 | 0.63 | 0.35 |
| Sand/grus | 19.00 | 9.00 | 36.0 | 0.0 | | | | |
| Kvikkleire | 20.00 | 10.00 | | | C-prof | 0.85 | 0.63 | 0.35 |
| Sand/grus | 19.00 | 9.00 | 36.0 | 0.0 | | | | |
| Leire | 20.00 | 10.00 | | | C-prof | 1.00 | 0.63 | 0.35 |
| Morene | 19.00 | 9.00 | 38.0 | 15.0 | | | | |

| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | - | - | - | - | - |

Acciona Construction SA NUF

E6 Ranheim-Værnes

# Beregningsprofil B-B

Stabilitetsberegning, etter tiltak

ADP-analyse, udrenert beregning

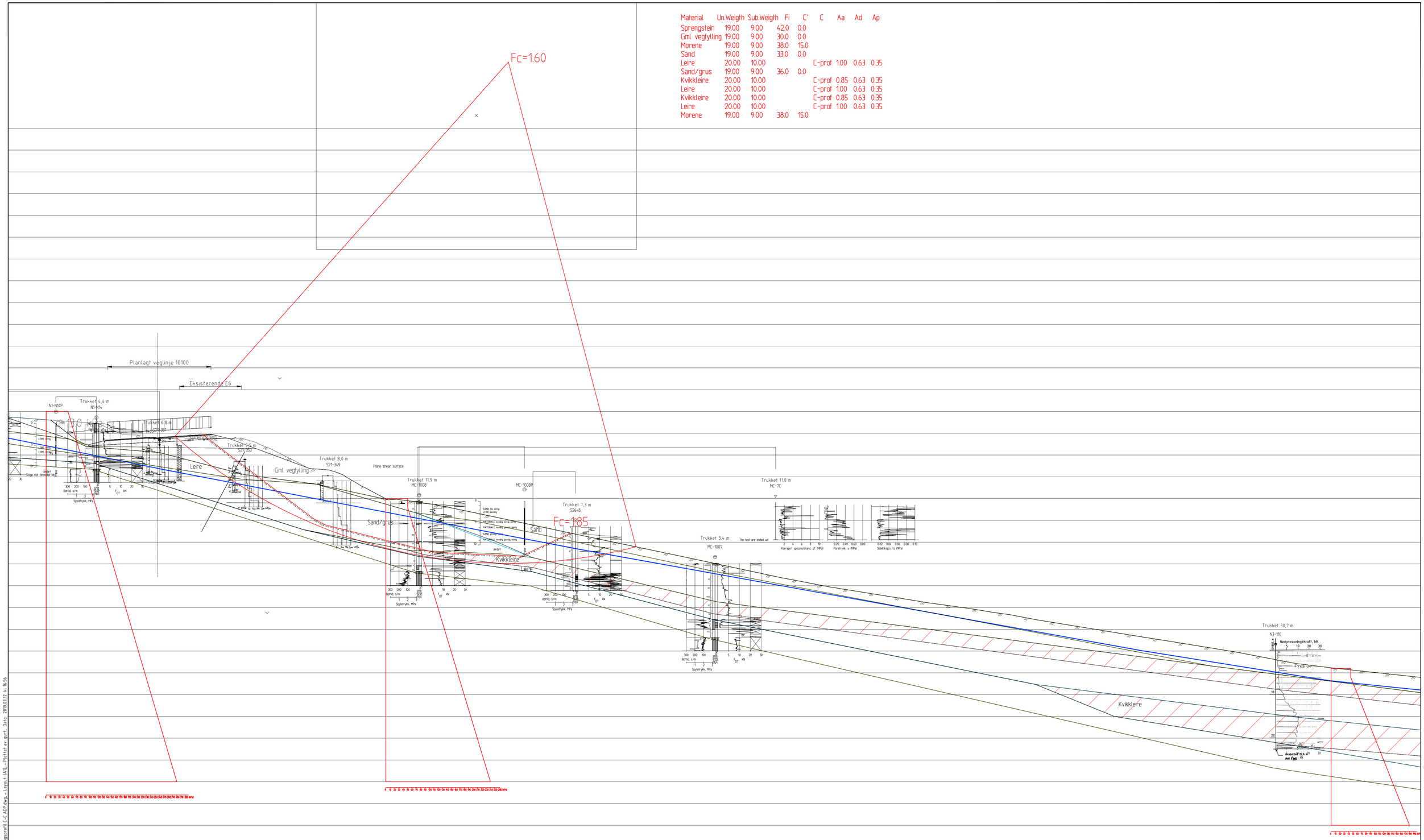
Fag: Geoteknikk | Format: A1 | Dato: 12.03.2019 | Format/Målestokk: 1:400

Status: | Konstr./Tegnet: ANKS | Kontrollert: GURT | Godkjent: ROS

Multiconsult
www.multiconsult.no

Oppdragsnr.: 10207634 | Tegningsnr.: RIG-TEG-1-801.3 | Rev.: 00

| Material | Un.Weigth | Sub.Weigth | Fi | C` | C | Aa | Ad | Ap |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sprengstein | 19.00 | 9.00 | 42.0 | 0.0 | | | | |
| Gml vegfylling | 19.00 | 9.00 | 30.0 | 0.0 | | | | |
| Morene | 19.00 | 9.00 | 38.0 | 15.0 | | | | |
| Sand | 19.00 | 9.00 | 33.0 | 0.0 | | | | |
| Leire | 20.00 | 10.00 | | | C-prof | 1.00 | 0.63 | 0.35 |
| Sand/grus | 19.00 | 9.00 | 36.0 | 0.0 | | | | |
| Kvikkleire | 20.00 | 10.00 | | | C-prof | 0.85 | 0.63 | 0.35 |
| Leire | 20.00 | 10.00 | | | C-prof | 1.00 | 0.63 | 0.35 |
| Kvikkleire | 20.00 | 10.00 | | | C-prof | 0.85 | 0.63 | 0.35 |
| Leire | 20.00 | 10.00 | | | C-prof | 1.00 | 0.63 | 0.35 |
| Morene | 19.00 | 9.00 | 38.0 | 15.0 | | | | |




| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | - | - | - | - | - |

Acciona Construction SA NUF
E6 Ranheim-Værnes

Fag: Geoteknikk
Format: A1
Dato: 12.03.2019

Beregningsprofil C-C
Stabilitetsberegning, med ny E6
ADP-analyse, udrenert beregning

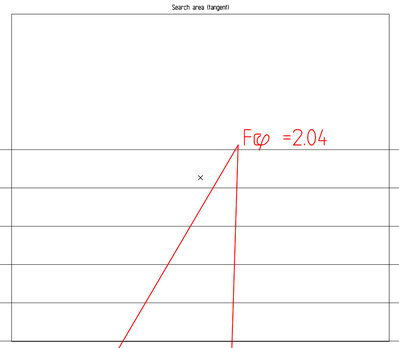
Format/Målestokk: 1:400

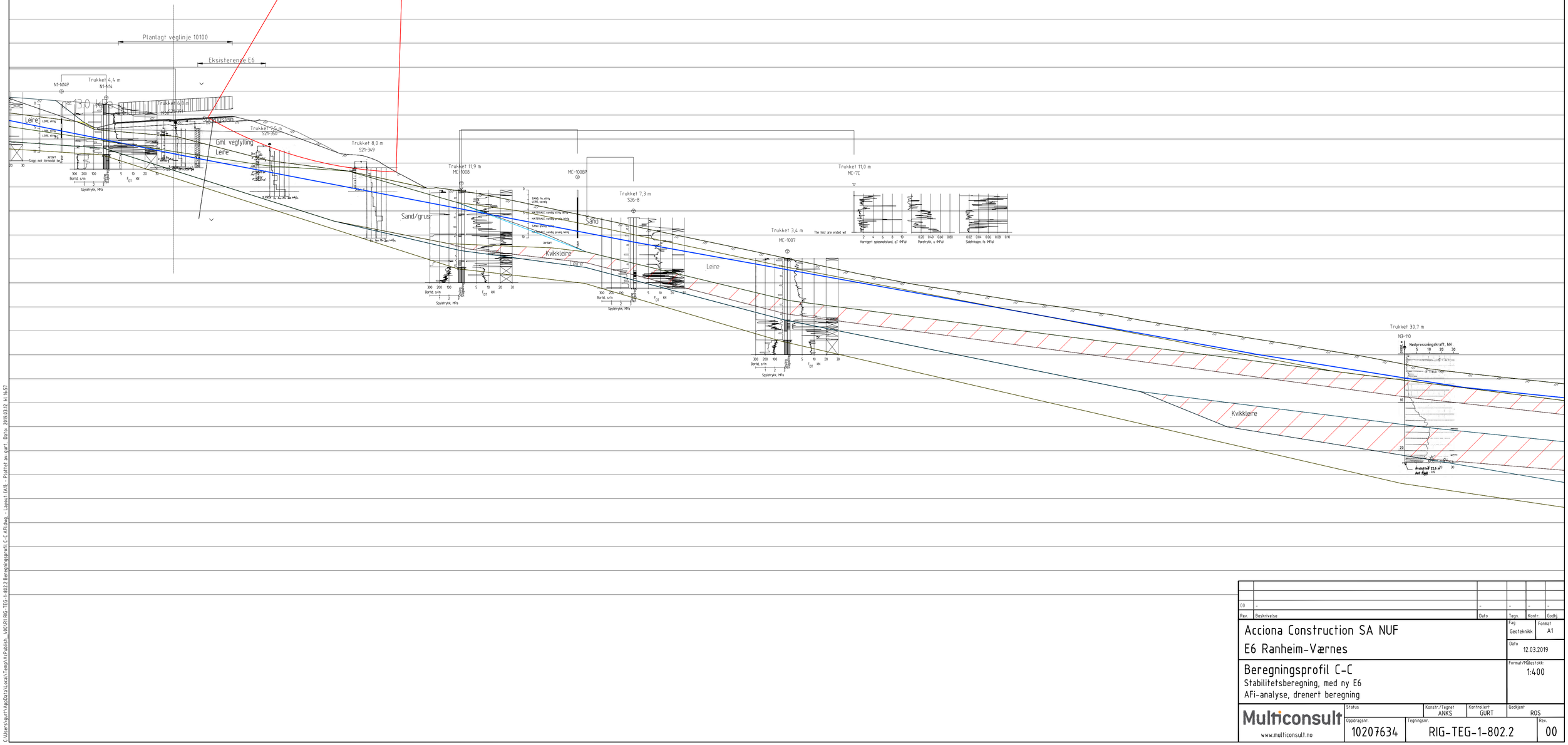
Multiconsult
www.multiconsult.no

Status
Konstr./Tegnet: ANKS
Kontrollert: GURT
Godkjent: ROS
Oppdragsnr.: 10207634
Tegningsnr.: RIG-TEG-1-802.1
Rev.: 00

C:\Users\gurt\AppData\Local\Temp\AcPublish_400\R1 RIG-TEG-1-802.1 Beregningsprofil C-C ADP.dwg, - Layout: (A1), - Plottet av: gurt, Dato: 2019.03.12 kl 16:56

| Material | Un.Weigth | Sub.Weigth | Fi | C` | C | Aa | Ad | Ap |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sprengstein | 19.00 | 9.00 | 42.0 | 0.0 | | | | |
| Gml. vegfylling | 19.00 | 9.00 | 30.0 | 0.0 | | | | |
| Morene | 19.00 | 9.00 | 38.0 | 15.0 | | | | |
| Sand | 19.00 | 9.00 | 33.0 | 0.0 | | | | |
| Leire | 20.00 | 10.00 | 28.8 | 2.8 | | | | |
| Sand/grus | 19.00 | 9.00 | 36.0 | 0.0 | | | | |
| Kvikkleire | 20.00 | 10.00 | 28.8 | 2.8 | | | | |
| Leire | 20.00 | 10.00 | 28.8 | 2.8 | | | | |
| Kvikkleire | 20.00 | 10.00 | 28.8 | 2.8 | | | | |
| Leire | 20.00 | 10.00 | 28.8 | 2.8 | | | | |
| Morene | 19.00 | 9.00 | 38.0 | 15.0 | | | | |




| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | - | - | - | - | - |

Acciona Construction SA NUF

E6 Ranheim-Værnes

Fag: Geoteknikk | Format: A1

Dato: 12.03.2019

Beregningsprofil C-C

Stabilitetsberegning, med ny E6

AFi-analyse, drenert beregning

Format/Målestokk: 1:400

Multiconsult

www.multiconsult.no

| Status | Konstr./Tegnet | Kontrollert | Godkjent |
|---|---|---|---|
| | ANKS | GURT | ROS |

| Oppdragsnr. | Tegningsnr. | Rev. |
|---|---|---|
| 10207634 | RIG-TEG-1-802.2 | 00 |

C:\Users\gurt\AppData\Local\Temp\AcPublish_4400\RIG-TEG-1-802.2 Beregningsprofil C-C AFi.dwg, - Layout: (A1) - Plottet av: gurt, Dato: 2019.03.12 kl. 16:57

| Material | Un.Weigth | Sub.Weigth | Fi | C` | C | Aa | Ad | Ap |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sprengstein | 19.00 | 9.00 | 42.0 | 0.0 | | | | |
| Deponimasser | 19.00 | 9.00 | 30.0 | 0.0 | | | | |
| Gml. vegfylling | 19.00 | 9.00 | 30.0 | 0.0 | | | | |
| Morene | 19.00 | 9.00 | 38.0 | 15.0 | | | | |
| Sand/silt | 19.00 | 9.00 | 32.0 | 0.0 | | | | |
| Leire | 20.00 | 10.00 | | | C-prof | 1.00 | 0.63 | 0.35 |
| Sand/silt | 19.00 | 9.00 | 32.0 | 0.0 | | | | |

Search area (tangent)

Fc=1.77

Fc=1.67

Search area (tangent)

Fc=2.51

Fc=1.53

Planlagt veglinje 90110

q=13.0 kPa

Planlagt veglinje 10100

Eksisterende E6

Plane linear surface

Morene

Deponimasser

Gml. vegfylling

Sand/silt

Leire

Sand/silt

q=13.0 kPa

Gml. vegfylling

Sprengstein

S23-583

S23-581

S23-576

S23-575

S20-471

S20-470

S20-469

| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | - | - | - | - | - |

Acciona Construction SA NUF

E6 Ranheim-Værnes

Fag: Geoteknikk

Format: A1

Dato: 12.03.2019

Beregningsprofil D-D

Stabilitetsberegning, med ny E6

ADP-analyse, udrenert beregning

Format/Målestokk: 1:400

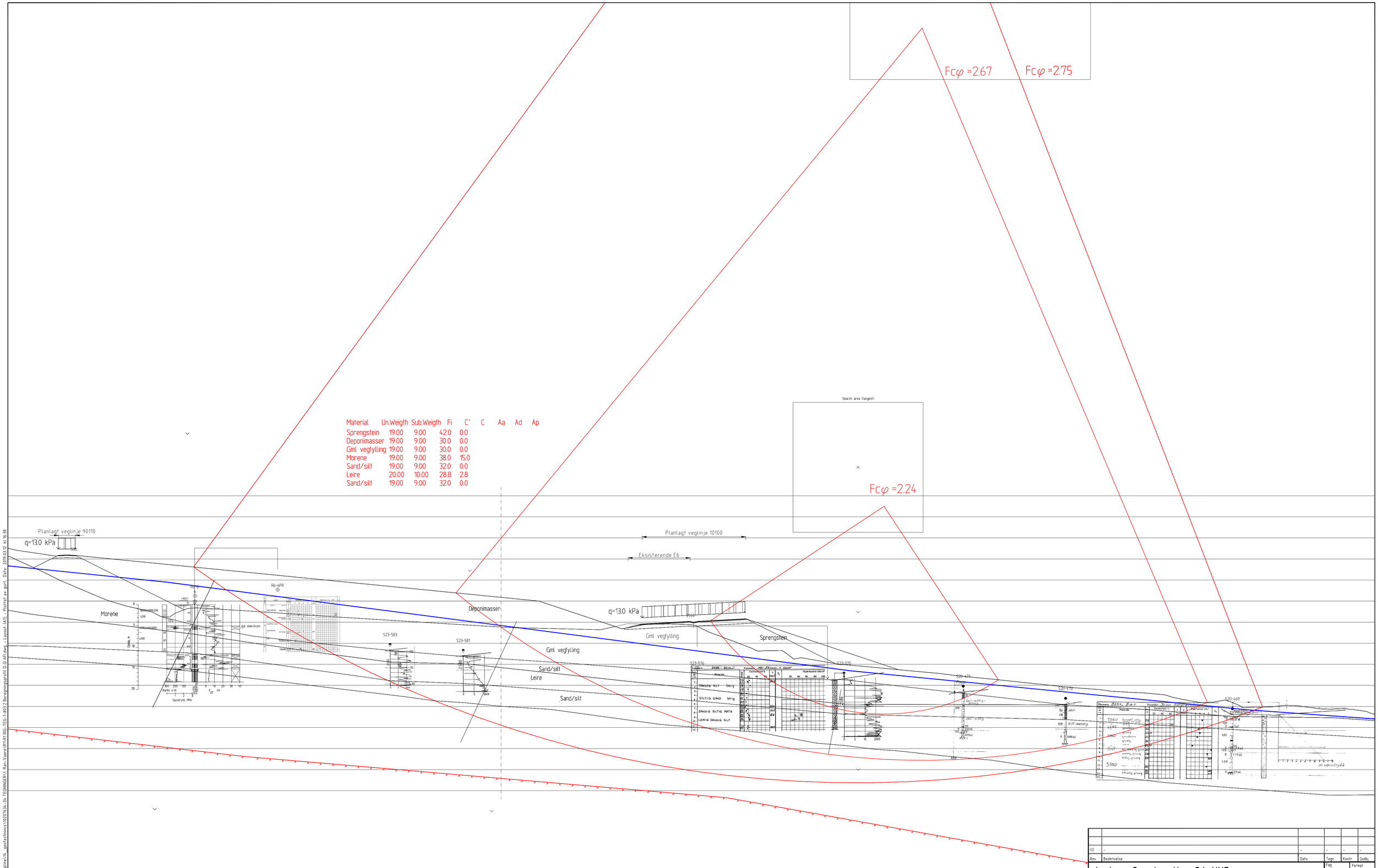
Multiconsult

www.multiconsult.no

| Status | Konstr./Tegnet | Kontrollert | Godkjent |
|---|---|---|---|
| | ANKS | GURT | ROS |

| Oppdragsnr. | Tegningsnr. | Rev. |
|---|---|---|
| 10207634 | RIG-TEG-1-803.1 | 00 |

Z:\10\10207\10207634-411\07_WORK AREA\11_e_discipline\16_geotechnics\10207634-04 TEGNINGER\1 Rev-Varer\RIG\RIG_TEG-1-803.1 Beregningsprofil D-D.ADP.dwg - Layout: (A1)... - Plottet av: gurt - Date: 2019.03.13 kl. 16:38




| Material | Un.Weigth | Sub.Weigth | Fi | C` | C | Aa | Ad | Ap |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sprengstein | 19.00 | 9.00 | 42.0 | 0.0 | | | | |
| Deponimasser | 19.00 | 9.00 | 30.0 | 0.0 | | | | |
| Gml vegfylling | 19.00 | 9.00 | 30.0 | 0.0 | | | | |
| Morene | 19.00 | 9.00 | 38.0 | 15.0 | | | | |
| Sand/silt | 19.00 | 9.00 | 32.0 | 0.0 | | | | |
| Leire | 20.00 | 10.00 | 28.8 | 2.8 | | | | |
| Sand/silt | 19.00 | 9.00 | 32.0 | 0.0 | | | | |

| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | - | - | - | - | - |

Acciona Construction SA NUF
E6 Ranheim-Værnes

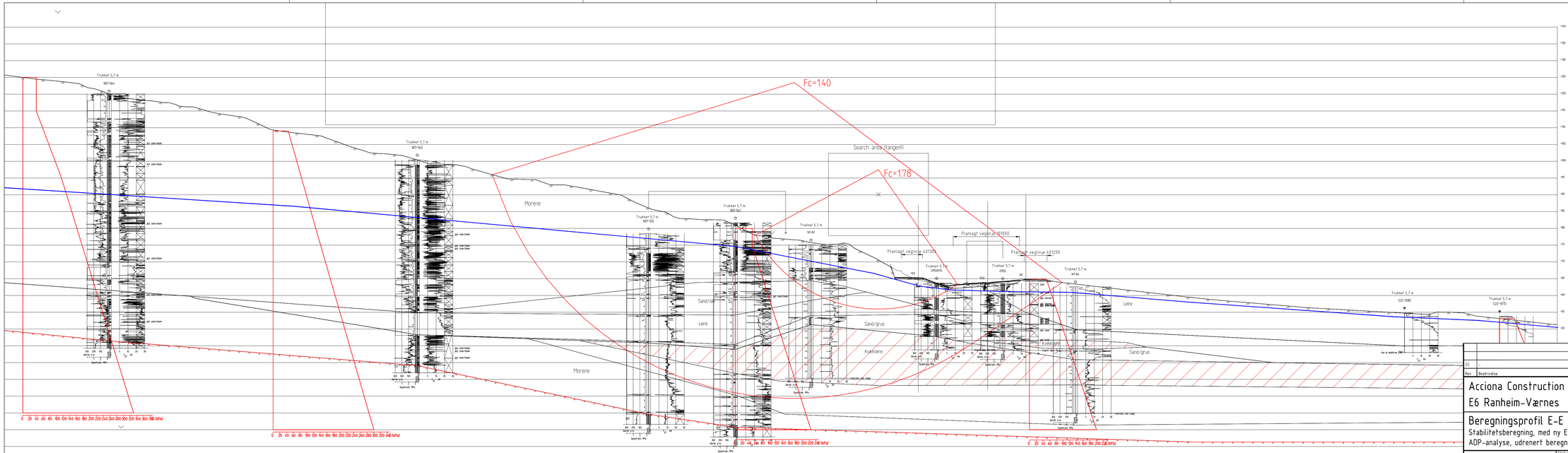
Fag: Geoteknikk
Format: A1
Dato: 12.03.2019

Beregningsprofil D-D
Stabilitetsberegning, med ny E6
AFi-analyse, drenert beregning

Format/Målestokk: 1:400

Multiconsult
www.multiconsult.no

Status
Konstr./Tegnet: ANKS
Kontrollert: GURT
Godkjent: ROS
Oppdragsnr.: 10207634
Tegningsnr.: RIG-TEG-1-803.2
Rev.: 00




| Material | Un.Weigth | Sub.Weigth | Fi | C' | C | Aa | Ad | Ap |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vegfylling | 19.00 | 9.00 | 42.0 | 0.0 | | | | |
| Leire | 20.00 | 10.00 | | | C-prof | 1.00 | 0.63 | 0.35 |
| Morene | 19.00 | 9.00 | 38.0 | 15.0 | | | | |
| Sand/silt | 19.00 | 9.00 | 32.0 | 0.0 | | | | |
| Leire | 20.00 | 10.00 | | | C-prof | 1.00 | 0.63 | 0.35 |
| Sand/grus | 19.00 | 9.00 | 36.0 | 0.0 | | | | |
| Kvikkleire | 20.00 | 10.00 | | | C-prof | 0.85 | 0.63 | 0.35 |
| Sand/grus | 19.00 | 9.00 | 36.0 | 0.0 | | | | |
| Kvikkleire | 20.00 | 10.00 | | | C-prof | 0.85 | 0.63 | 0.35 |
| Leire | 20.00 | 10.00 | | | C-prof | 1.00 | 0.63 | 0.35 |
| Morene | 19.00 | 9.00 | 38.0 | 15.0 | | | | |

| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | - | - | - | - | - |

Acciona Construction SA NUF
E6 Ranheim-Værnes

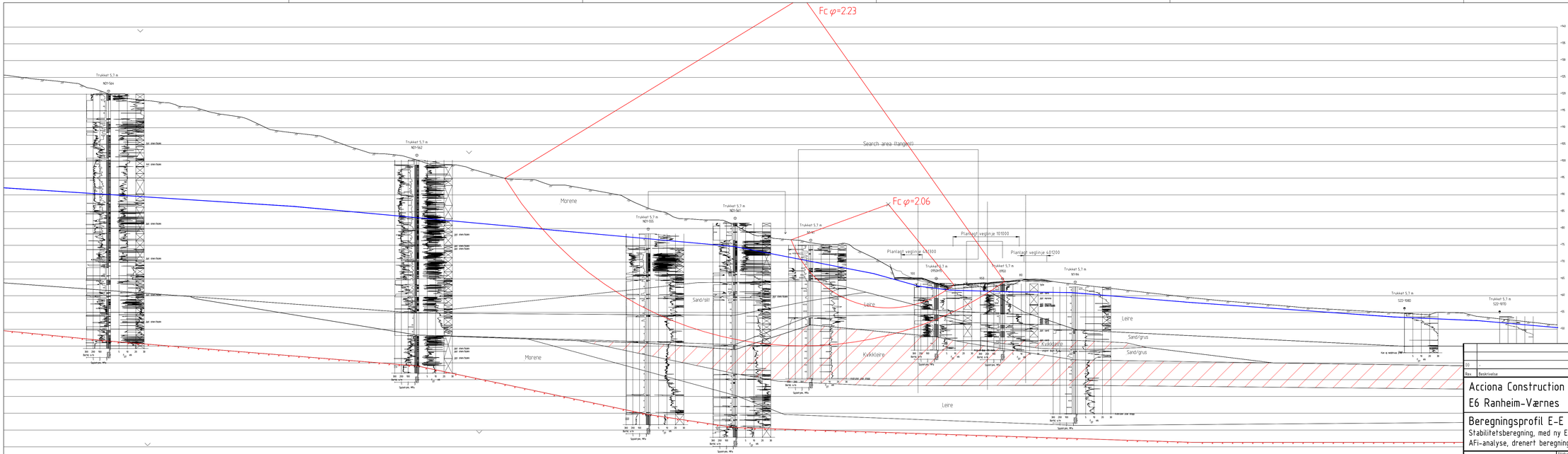
Beregningsprofil E-E
Stabilitetsberegning, med ny E6
ADP-analyse, udrenert beregning

Fag: Geoteknikk | Format: A3L
Dato: 12.03.2019
Format/Målestokk: 1:500

Multiconsult
www.multiconsult.no

| Oppdragsnr. | Tegningsnr. | Rev. |
|---|---|---|
| 10207634 | RIG-TEG-1-804.1 | 00 |

Status | Konstr./Tegnet: ANKS | Kontrollert: GURT | Godkjent: ROS




| Material | Uni.weigth | Sub.weigth | Fi | C' | C | Aa | Ad | Ap |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vegfylling | 19.00 | 9.00 | 42.0 | 0.0 | | | | |
| Leire | 20.00 | 10.00 | 28.8 | 2.7 | | | | |
| Morene | 19.00 | 9.00 | 38.0 | 15.0 | | | | |
| Sand/silt | 19.00 | 9.00 | 32.0 | 0.0 | | | | |
| Leire | 20.00 | 10.00 | 28.8 | 2.7 | | | | |
| Sand/grus | 19.00 | 9.00 | 36.0 | 0.0 | | | | |
| Kvikkleire | 20.00 | 10.00 | 28.8 | 2.7 | | | | |
| Sand/grus | 19.00 | 9.00 | 36.0 | 0.0 | | | | |
| Kvikkleire | 20.00 | 10.00 | 28.8 | 2.7 | | | | |
| Leire | 20.00 | 10.00 | 28.8 | 2.7 | | | | |
| Morene | 19.00 | 9.00 | 38.0 | 15.0 | | | | |

| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | - | - | - | - | - |

Acciona Construction SA NUF
E6 Ranheim-Værnes

Fag: Geoteknikk | Format: A3L

Dato: 12.03.2019

Beregningsprofil E-E
Stabilitetsberegning, med ny E6
AFi-analyse, drenert beregning

Format/Målestokk: 1:500

Multiconsult
www.multiconsult.no

| Oppdragsnr. | Status | Konstr./Tegnet | Kontrollert | Godkjent |
|---|---|---|---|---|
| 10207634 | | ANKS | GURT | ROS |

| Tegningsnr. | Rev. |
|---|---|
| RIG-TEG-1-804.2 | 00 |

# VEDLEGG A
## GRUNNLAGSDOKUMENTER

## INNHOLDSFORTEGNELSE

**A.1 GRUNNLAGSDOKUMENTER ..... 1**
**A.1.1 TIDLIGERE UTFØRTE GRUNNUNDERSØKELSER ..... 1**
**A.1.2 ØVRIGE GRUNNLAGSDOKUMENTER ..... 4**

# A.1 GRUNNLAGSDOKUMENTER

## A.1.1 Tidligere utførte grunnundersøkelser

Tidligere geotekniske grunnundersøkelser i området mellom Ranheim og Væretunnelen fremgår i hovedsak av følgende rapporter presentert i Tabell A-1.

Tabell A-1: Oversikt over tidligere grunnundersøkelser på strekningen

| Rapport nr. | Utførende | År | Oppdragsgiver | Oppdragsnavn | Borpunkt |
|---|---|---|---|---|---|
| U 11 A | Statens vegvesen | 1964 | | Redegjørelse om fundamenteringsvilkår for prosjektert toplanskryss ved Ranheim Motorveg, Nord-Trøndelag grense | S19-x |
| U 61 (1968) | Statens vegvesen | 1968 | | E6 Ranheim - Saksvik, Fundamenteringsforholdene for motorveg, Trondheim Øst | S21-x |
| U 61 | Statens vegvesen | 1967 | | E6 Trondheim øst, Parsell Ranheim - Saksvik, Seismiske undersøkelser ved Reppevegen og Refset Gård | S20-x |
| U 61 A | Statens vegvesen | 1970 | | Motorveg Trondheim nord, Avkjørsel ved Saksvik - Profil 10200 - 10600, Foreløpig rapport om grunnforholdene | Ikke vist |
| U 161 A-1 | Statens vegvesen | 1983 | | E6 øst, Ranheim - Storsand, Profil 2300 - 3100 Refset - Tunnelpåhugg, Grunnundersøkelser, Datarapport | S23-x |
| U 161 A-3 | Statens vegvesen | 1984 | | E6 øst, Ranheim - Storsand, Profil 750 - 2300 Reppevegen - Refset, Grunnundersøkelser, Datarapport | Ikke vist |

| Rapport nr. | Utførende | År | Oppdragsgiver | Oppdragsnavn | Borpunkt |
|---|---|---|---|---|---|
| U 161 A-5 | Statens vegvesen | 1985 | | E6 øst, Ranheim - Storsand, Fylling for driftsveg, Profil 750 - 2300 Geoteknisk rapport | Ikke vist |
| Ud 450 A-r01 | Statens vegvesen | 1985 | | E6 Øst Ranheim - Storsand, Fjellsonderinger vestre tunnelpåhugg, Trondheim kommune | S25-x |
| Ud450T-1 (2013002815-001) | Statens vegvesen | 2013 | | E6 Ranheim-Værnes, Fylling ved Reppe, Grunnundersøkelser datarapport | S26-x |
| Ud450T-r04 (2013002815-004) | Statens vegvesen | 2014 | | E6 Reppe, Deponi av løsmasser, Grunnundersøkelser datarapport | Ikke vist |
| Ud 473 Ar01 | Statens vegvesen | 1985 | | E6 Øst, Deponi for tunnelsten ved Refset, Grunnundersøkelser datarapport | S40-x |
| Ud 484 Ar01 | Statens vegvesen | 1985 | | E6 Øst, Ranheim - Storsand, Kartlegging av sand-/grusresurser, Grunnundersøkelser datarapport | S28-x |
| Ud1007A-GEOT-R1 | Statens vegvesen | 2017 | | Fv. 950 G/s-veg Ranheim - Være, Geoteknisk rapport til kommunedelplan | S22-x |
| Ud 974 Ar01 | Statens vegvesen | 2015 | | Fv. 950 Være innfartsparkering, Geoteknisk datarapport | Ikke vist |
| U 11 D | Statens vegvesen | 1965 | | Orienterende redegjørelse vedrørende fundamenteringsvilkår for alternative tracéer, motorveg Trondheim - Nord-Trøndelag Grense | S44-x |
| ETM-10-A-10025-3E | Sweco Norge AS | 2017 | Bane NOR | Elektrifisering av Trønderbanen og Meråkerbanen, Geoteknisk rapport, Være | Ikke vist |
| G-001, rev02 | Reinertsen | 2014 | Statens vegvesen | E6 Ranheim - Værnes delstrekning 1, Geoteknisk datarapport | 0860-9600 |
| 20160099-03-R | NGI | 2016 | ÅF Reinertsen | E6 Ranheim - Værnes, Supplerende grunnundersøkelser, datarapport Reppe - Være | N1-x |
| 84050-2 | NGI | 1994 | Statens Naturskadefond | Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred. Rapporten omfatter kartbladet Trondheim, M = 1:50 000 Boreresultater | N3-x |

| Rapport nr. | Utførende | År | Oppdragsgiver | Oppdragsnavn | Borpunkt |
|---|---|---|---|---|---|
| 6110148-G-rap-002 | Rambøll Norge AS | 2012 | Statkraft varme AS | Energisentral Trondheim Øst, Datarapport fra grunnundersøkelser | R6-x |
| 6040413-1 | Rambøll | 2005 | Eiendoms Gruppen AS | Boligområde Reppe. Datarapport fra grunnundersøkelser | R5-x |
| 5131701-1 | Norconsult AS | 2013 | Runar Fjorden | Osvegen på Ranheim, Oppføring av boliger, Datarapport grunnundersøkelser | Ikke vist |
| POU-00-A-00143 | Norconsult AS | 2016 | Jernbaneverket | Nordlandsbanen / Trønderbanen, Dobbeltspor Trondheim - Stjørdal. Sammenstillingsrapport - Resultat av utførte grunnundersøkelser | NO1-x |
| UB.100577-000 | Norges statsbaner | 1959 | | Meråkerbanen km. 8,7, Jernbanefylling ved Survika, Ranheim | Ikke vist |
| UB.100761-000 | Norges statsbaner | 1964 | | Trondheim - Bodø, km. 8,96 - km. 9,14, Være holdeplass, Grunnundersøkelser Trondheim - Hell | Ikke vist |
| o.5987-4 | Kummeneje | 1987 | | Grunnundersøkelser E6 øst. Bromstadveien - Reppe, Reppeområdet | K7-x |
| o.5987-6 | Kummeneje | 1987 | | Grunnundersøkelser E6 øst. Bromstadveien - Reppe, Bruer for Presthusvegen, Messevegen, Reppevegen og Osvegen | Ikke vist |
| o.5579-1 | Kummeneje | 1985 | Statens vegvesen | E6 øst, Massedepot Refset, Grunnundersøkelser grunnforhold | K8-x |
| 414000-1 | Multiconsult AS | 2010 | TAJ Holding | Sveen Reppe, Reguleringsplan for boligområde, Resultater fra supplerende grunnundersøkelser. | M2-x |
| 416235-RIG-RAP-001 | Multiconsult AS | 2014 | Ranheim Eiendomsutvikling AS | Ranheim Vestre, Grunnundersøkelser datarapport | M7-x |
| R.0680 | Trondheim kommune | 1985 | | R. 680 Ledningstraceer og pumpestasjon, Survika, Ranheim. Grunnundersøkelser, Geoteknisk vurdering | T1-x |
| 12272-R3 (UB.151318-000_000_001) | Scc Scandiaconsult | 2000 | Ranheim Utbyggingsselskap AS | Sannaområdet. Støyskjerm jernbane. Grunnundersøkelser. Geoteknisk vurdering | T1-x |

## A.1.2 Øvrige grunnlagsdokumenter

Øvrige dokumenter og tegninger som er benyttet som grunnlag framgår av Tabell A-2.

Tabell A-2: Grunnlagsdokumenter og tegninger

| Nr. | Tegning/dokument | Tittel/kommentar | Datert |
|---|---|---|---|
| 1 | t_geom_01_Ranheim-Væretunnelen.dwg | Plantegning for ny E6 mellom Ranheim og Væretunnelen, lokalveger samt på- og avkjøringsramper. | 15.01.2019 |
| 2 | T_map_m1000.dwg | Grunnlagskart over planområdet. | 15.01.2019 |
| 4 | E6RV-MUL-RD-DRC-TBAXX-0001, t.o.m. -0005 | Plan- og profiltegning, profil 500 til profil 3500 (101000) | 20.03.2019 |
| 5 | E6RV-MUL-RD-DRD-TBAXX-0001 | Lengdeprofil ramper Reppekrysset | 20.03.2019 |
| 6 | E6RV-MUL-RD-DRD-TBAXX-0002 | Plan- og profil Govassmark kulvert | 20.03.2019 |
| 7 | E6RV-MUL-RD-DRD-TBAXX-0005 | Plan- og profil Revset kulvert | 20.03.2019 |
| 8 | E6RV-MUL-RD-DRF-TBAXX-0001 | F101 Normalprofil E6 | 20.03.2019 |
| 9 | E6RV-MUL-RD-DRF-TBAXX-0002 | F102 Normalprofil Væretunnelen og landbruksveger | 20.03.2019 |
| 10 | E6RV-MUL-LS-DRO-TBAXX-0001 | Landscape Terrain profile 1 | 20.03.2019 |
| 11 | E6RV-MUL-DW-DRG-TBAXX-0001, -0002, -0003 og -0004 | Plantegning VA | 20.03.2019 |
| 12 | E6RV-MUL-DW-DRG-TBAXX-0005 | Normalsnitt - åpen drenering | 20.03.2019 |
| 13 | Ud1007A-GEOL-N01 | Fv. 950 Reppekrysset-Være. Gang- og sykkelveg. Ingeniørgeologisk vurdering av bergskjæring, Statens vegvesen | 26.06.2017 |
| 14 | Ud974Ar02 | Fv. 950 Være innfartsparkering. Geoteknisk data- og vurderingsrapport. Statens vegvesen | 08.07.2015 |
| 15 | Ud974A-GEOT-N01 | Fv. 950 Være innfartsparkering. Supplerende geotekniske vurderinger for reguleringsplan. Statens vegvesen | 12.12.2016 |
| 16 | ETM-10-Q-00008-2A | Elektrifisering av Trønder- og Meråkerbanen, Uavhengig kvalitetssikring ihht. NVEs kvikkleireveileder, Overgangsbru Være, Bane NOR | 30.05.2017 |
| 17 | 84050-1 | Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleire. Kartblad Trondheim. NGI | 01.07.1988 |
| 18 | 416235-RIG-RAP-002 | Ranheim Vestre, Geoteknisk vurdering for reguleringsplan, Multiconsult AS | 09.04.2014 |

| Nr. | Tegning/dokument | Tittel/kommentar | Datert |
|---|---|---|---|
| 19 | R.0680-2 | R. 680 Ledningstraceer og pumpestasjon, Survika, Ranheim. Grunnundersøkelser, Geoteknisk vurdering, Trondheim kommune | 10.01.1986 |
| 20 | 413347-1 | Gnr.24, bnr.55. Sveen, Reppe. Reguleringsplan. Geoteknisk vurdering, Multiconsult AS | 11.12.2008 |
| 21 | U 161A-2 | E6 øst, Ranheim – Storsand, Profil 2300 – 3100 Refset – Tunnel, Geoteknisk rapport. Statens vegvesen | 07.08.1984 |
| 22 | U 161A-4 | E6 øst, Ranheim – Storsand, Profil 750 – 2300 Reppevegen – Refset, Geoteknisk rapport. Statens vegvesen | 22.08.1984 |
| 23 | o.5579-1 | E6 øst, Massedepot Refset, Stabilitet, Kummeneje | 18.11.1985 |
| 24 | Ud450Tr03 | E6 Reppe, Samlerapport Reppe-Refset, Statens vegvesen | 19.12.2013 |
| 25 | Ud1007A-GEOL-N01 | Fv. 950 Reppekrysset-Være, Forprosjekt gang/sykkelveg. Ingeniørgeologisk vurderings av bergskjæring, Statens vegvesen | 26.06.2017 |
| 26 | Geoteknisk prosjekteringsrapport nr. G-002, rev02 | E6 Ranheim-Værnes delstrekning 1, Geoteknisk prosjekteringsrapport. Reinertsen | 06.12.2014 |
| 27 | Geoteknisk prosjekteringsrapport nr. G-003, rev03 | E6 Ranheim-Værnes delstrekning 1, Vurdering av områdestabilitet i kvikkleiresoner. Reinertsen | 19.12.2014 |
| 28 | 20160099-01-R, rev.4 | E6 Ranheim-Værnes, Utbredelse at sprøbruddmateriale og bestemmelse av materialparametre, NGI | 20.05.2016 |
| 29 | 20160099-02-R, rev.1 | E6 Ranheim-Værnes, Områdestabilitet Reppe-Være, NGI | 21.12.2016 |
| 30 | 20160099-03-TN | E6 Ranheim-Værnes, Svar på uavhengig kontroll, NGI | 18.11.2016 |
| 31 | 20150686-02-R | Trondheim – Stjørdal, helikopterscanning og rapporteutformig, AEM-målinger Trondheim S – Stjørdal, Datarapport, NGI | 29.04.2016 |
| 32 | POU-00-A-00145 | Dobbeltspor Trondheim – Stjørdal. Kommunedelplan Leangen – Hommelvik, Planbeskrivelse, Bane NOR | 08.01.2018 |
| 33 | 2013002815-2 (Ud450T) | E6 Reppe – Værnes, Oversikt kvikkleiresoner, Statens vegvesen | 05.06.2013 |
| 34 | POU-00-A-00258 | Nordlandsbanen /Trønderbanen, Dobbeltspor Trondheim – Stjørdal, Tilleggsnotat ingeniørgeologi og geoteknikk for trasé alternativ D1/D2 ved området Ranheim – Være. Norconsult AS | 15.06.2017 |
| 34 | 10207634-RIG-NOT-002, rev01 | E6 Ranheim-Værnes, Prinsipper for avgrensing mellom lokal- og områdestabilitet og utredning av områdestabilitet, Multiconsult Norge AS | 01.03.2019 |
| 35 | U 11D | Orienterende redegjørelse vedrørende fundamenteringsvilkår for alternative traséer motorveg Trondheim-Nord-Trøndelag grense. Delerapport U 11d, strekningen Ranheim-Malvik grense. Statens vegvesen | 27.01.1965 |
| 36 | U-161 A-4 | E-6 øst. Ranheim-Storsand. Profil 750 – 2300. Reppevegen-Refset. Geoteknisk rapport. Statens vegvesen | 22.08.1984 |

| Nr. | Tegning/dokument | Tittel/kommentar | Datert |
|---|---|---|---|
| 37 | o.5579-2 | E6-Øst. Massedepot Refset. Stabilitet. Kummeneje | 18.11.1985 |
| 38 | 1350022987 G-rap-001 | E6 Ulsberg - Åsen, Delstrekning Ranheim - Værnes, Geoteknisk og ingeniørgeologisk rapport, Rambøll Norge AS | 24.11.2017 |

# VEDLEGG B
## SKREDTYPER, LØSNE- OG UTLØPSOMRÅDE

## INNHOLDSFORTEGNELSE

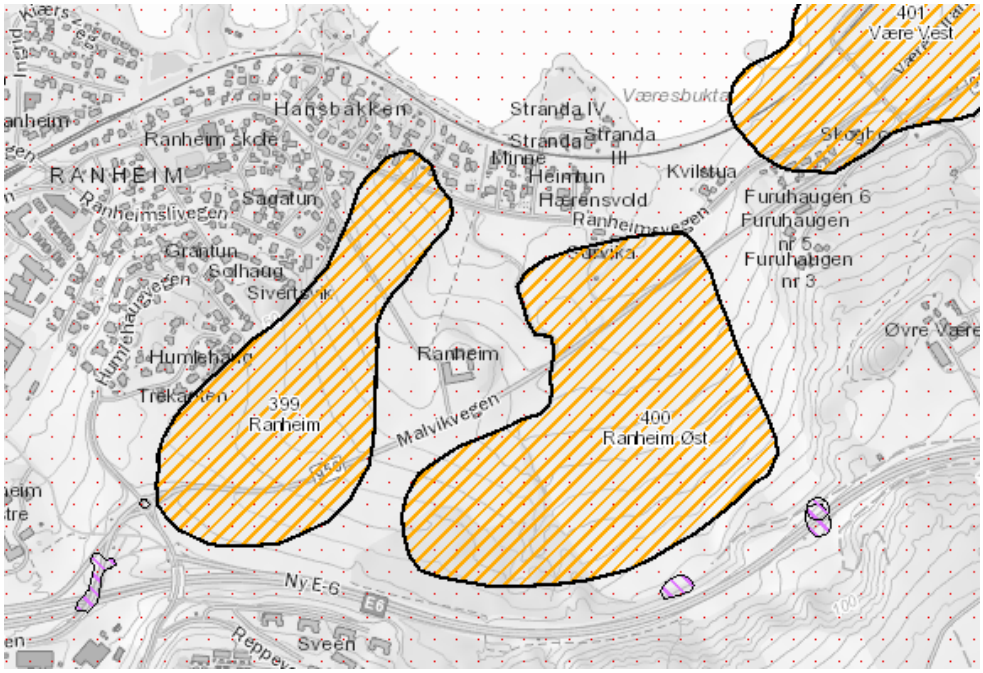
B.1 VURDERING AV SKREDTYPER, LØSNE- OG UTLØPSOMRÅDE ..... 2
B.1.1 GENERELT ..... 2
B.1.2 SKREDTYPER ..... 3
B.1.3 LØSNEOMRÅDE ..... 4
B.1.4 UTLØPSOMRÅDE ..... 4
B.1.5 KVIKKLEIRESONE NR. 399 RANHEIM ..... 4
B.1.5.1 TOPOGRAFI OG GRUNNFORHOLD ..... 4
B.1.5.2 SKREDTYPER ..... 4
B.1.5.3 LØSNEOMRÅDE ..... 5
B.1.5.4 UTLØPSOMRÅDE ..... 5
B.1.6 KVIKKLEIRESONE NR. 400 RANHEIM ØST ..... 6
B.1.6.1 TOPOGRAFI OG GRUNNFORHOLD ..... 6
B.1.6.2 SKREDTYPER ..... 6
B.1.6.3 LØSNEOMRÅDE ..... 6
B.1.6.4 UTLØPSOMRÅDE ..... 6
B.1.7 REVIDERT KVIKKLEIRESONER ..... 6

# B.1 VURDERING AV SKREDTYPER, LØSNE- OG UTLØPSOMRÅDE

## B.1.1 Generelt

Formålet med å vurdere skredtype samt løsne- og utløpsområde av skred er å belyse hvilken utstrekning et eventuelt skred utløst i kvikkleiresonene kan få, og hvilke følgerisiko for skader på bebyggelse opp- og nedstrøms sonene et skred kan medføre.

Det er to relevante, eksisterende kvikkleiresoner på strekningen mellom Ranheim og Væretunnelen, nr. 399 Ranheim og nr. 400 Ranheim Øst, se Figur B-1.




Figur B-1: Utsnitt fra NVE atlas med eksisterende kvikkleiresoner på delstrekning 1 (DS1) mellom Ranheim og Væretunnelen.

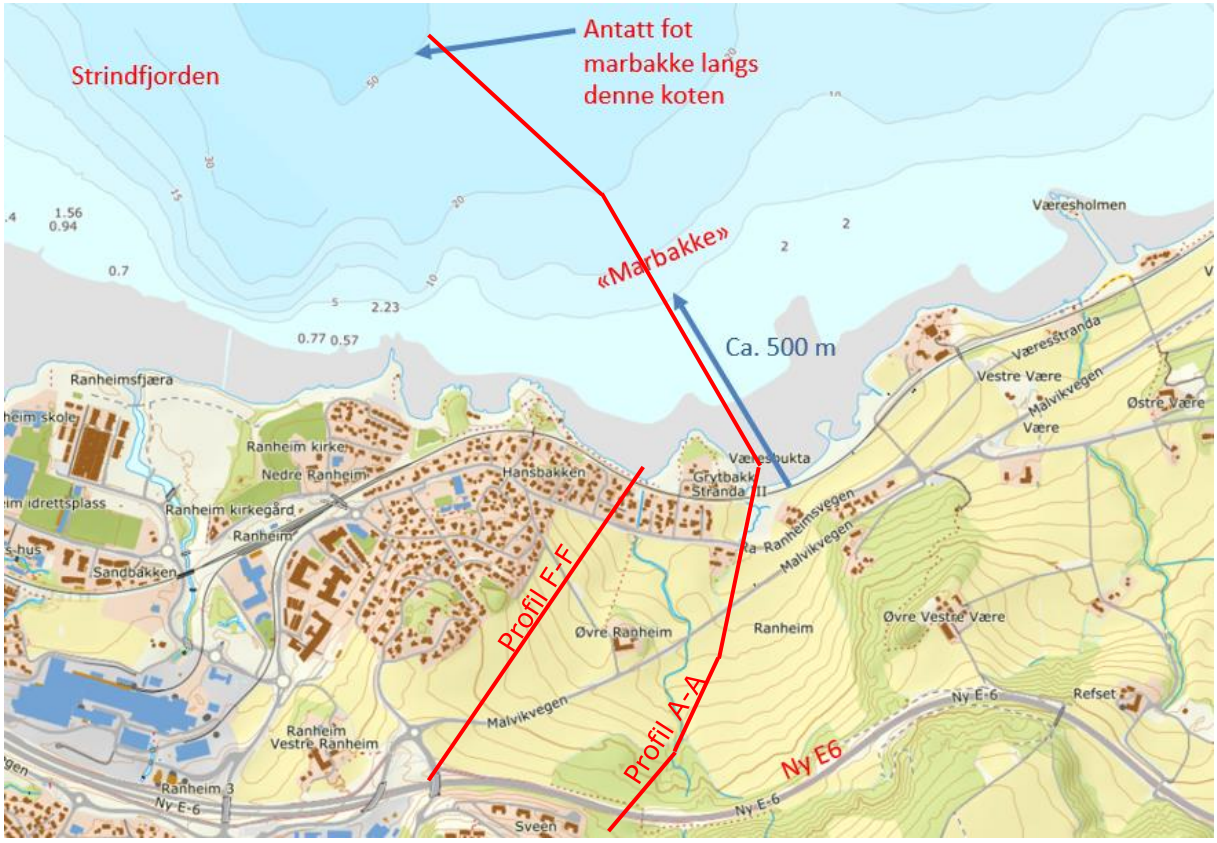
Eksisterende kvikkleiresone nr. 399 Ranheim ligger ca. 30 m nord for eksisterende E6, og strekker seg helt ned til og forbi Ranheimsvegen. Eksisterende kvikkleiresone nr. 400 Ranheim Øst ligger ca. 50 m nord for eksisterende E6 og strekker seg ned til Ranheimsvegen.

I forbindelse med reguleringsplan for ny E6 med 90 km/t-veglinje utførte NGI en utredning av de to kvikkleiresonene i 2016, rapport nr. 20160099-01-R rev4 og nr. 20160099-02-R rev1.

Det er i senere tid utført flere grunnundersøkelser i området og det er derfor grunnlag for en ny utredning av sone nr. 399 Ranheim og nr. 400 Ranheim Øst. Det er også utført ny vurdering av faregrad og konsekvensklasse for begge kvikkleiresonene. Dette er presentert i vedlegg C.

Det er tegnet opp to representative profiler, Profil F-F og Profil A-A, gjennom henholdsvis kvikkleiresone nr. 399 og nr. 400, med tolket lag av kvikkleire-/sprøbrudmateriale. Disse er presentert i tegning nr. RIG-TEG-1-700 og RIG-TEG-1-701. Beliggenhet og mektighet av kvikkleire/sprøbruddmateriale er benyttet til å vurdere aktuell skredtype for de to kvikkleiresonene. Videre er skredtype og beliggenhet/mektighet av kvikkleire/sprøbruddmateriale benyttet for å bestemme løsne- og utløpsområde.

Utenfor Væresbukta er det langgrunt og marbakken ligger ca. 500 m ut fra strandkanten. Marbakken ligger med gjennomsnittlig helning ca. 1:15. I Figur B-2 er det vist et utsnitt av kart fra www.norgeskart.no med sjøbunnskoter.




Figur B-2: Sjøkoter (sjøkartnull) ved Værebukta med antatt «marbakke» og ca. plassering av representativt profil for kvikkleiresonene (kilde: www.norgeskart.no)

Det er utført beregninger i tre profiler, Profil E-E ved sone nr. 399, og Profil A-A og B-B i sone nr. 400. Resultater fra disse stabilitetsberegninger er omtalt i rapportens kap. 7 og i vedlegg F.

Det understrekes at vurderingene gitt i dette vedlegget er basert på «verste tilfelle» relatert til potensiell skredfare. Vurderingene er basert på tilgjengelig grunnlag, og i områder med lite grunnundersøkelser er lagdelingen vurdert konservativt.

## B.1.2 Skredtyper

Foreliggende utredning benytter terminologi fra NVEs veileder nr. 7/2014 /11/. NVEs veileder definerer følgende skredtyper som er benyttet i denne utredningen:

- initialskred med retrogressiv bruddutvikling
- initialskred med bakoverrettet flakskred
- rotasjonsskred/lokalskred

For mer detaljert beskrivelse av skredtypene henvises det til NVEs veileder nr. 7/2014 /11/. Lokalskred i forbindelse med overbelastning (vegfyllingen) vurderes å være lokalstabilitet av planlagt utbygging av ny E6 og er nærmere behandlet i vedlegg F - Stabilitetsberegninger.

### B.1.3 Løsneområde

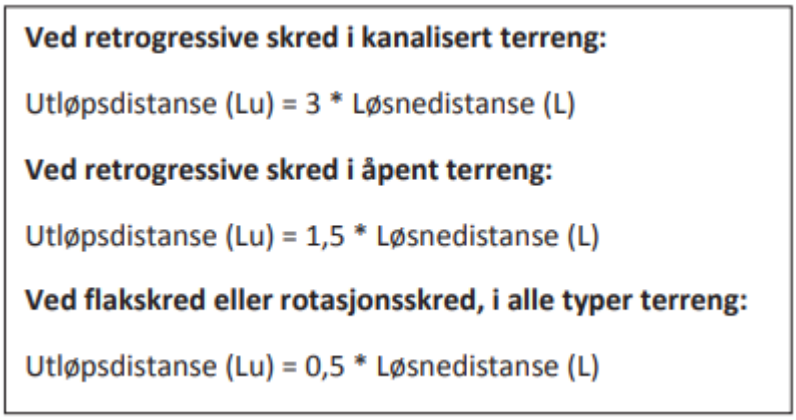
For vurdering av løsneområde for kvikkleiresonene er det hovedsakelig blitt benyttet kriteriene i NVEs veileder nr. 7/2014 /11/. I tillegg er det benyttet NIFS rapport nr. 14-2016 /14/, NGIs tekniske notat nr. 21040848-01-TN /13/, artikkelen «A study of the retrogressive behaviour and mobility of Norwegian quick clay landslides» /15/, i den grad det har vært nok tilgjengelig grunnlag.

Potensielle løsneområder er vurdert iht. NVEs veileder /11/. Denne angir potensielle løsneområder som områder med kvikkleire/sprøbruddmateriale hvor det er skråning med helning brattere enn 1:15 og med en høydeforskjell på mer enn 10 m. Videre er det vurdert utstrekningen på løsneområde ved å følge en linje med helning 1:15 fra et potensielt initialskred og til linjen tangerer toppen av kvikkleirelaget, hvor det da skjærer ut i det ikke-sensitive masser og videre opp til terrengoverflaten med en helning 1:2.

For de to aktuelle sonene er det ikke tilstrekkelig grunnlag for å vurdere utstrekningen på løsneområdet basert på L/H-metoden i NIFS rapport nr. 14/2016 /14/.

### B.1.4 Utløpsområde

Utløpsområde (Lu) for en kvikkleiresone vurderes ut fra topografi, skredtype og utstrekningen til et løsneområde (L). Det er i NIFS rapport nr. 14/16 /14/ vist en sammenheng mellom utløpsområde og skredtype og løsneområde, se Figur B-3.




Figur B-3: Utsnitt fra NIFS rapport nr. 14/16 /14/

Utløpsområder opptegnet i plan må vurderes med faglig skjønn sammen med utløpsdistansen som er bestemt /14/.

### B.1.5 Kvikkleiresone nr. 399 Ranheim

#### B.1.5.1 Topografi og grunnforhold

Kvikkleirelaget i sone nr. 399 Ranheim ligger i dybder mellom ca. 2-15 m under terrengnivå og følger i hovedsak terrengoverflaten. Ved Ranheim ligger terrengoverflaten med helning ca. 1:8 og skrår nedover mot Strindfjorden. Videre fra Ranheimsvegen ned mot strandsonen flater terrenget ut og terrenget er tilnærmet flatt.

#### B.1.5.2 Skredtyper

Basert på topografi og grunnforhold vurderer vi at mest sannsynlig skredtype for kvikkleiresone nr. 399 Ranheim er et initialskred (rotasjonsskred eller overflateutglidning) ett eller annet sted i sonen som kan forplante seg retrogressivt eller utløse et bakoverrettet flakskred.

### B.1.5.3 Løsneområde

Med bakgrunn i grunnforholdene og topografi vurderes det at et potensielt initialskred med retrogressiv forplantning for kvikkleiresone Ranheim kan oppstå ved Ranheimsvegen. Fra Ranheimsvegen og sørover går terrenget fra flatt til å stige på. Det er konservativt trukket en 1:15-linje fra nede i kvikkleirelaget og bakover i skråningen. Der 1:15-linjen treffer toppen av kvikkleirelaget skjærer potensiell skjærflate ut i det sensitive materialet og opp til terreng med helning 1:2.

Et rotasjonsskred ved jernbanen vurderes til ikke å ha potensiale til å utvikle seg retrogressivt, da det er tilnærmet flatt 100 m i sørlig retning. Ved et eventuelt skred i marbakken er det vurdert at det ikke er potensiale til å påvirke kvikkleiresonen på land pga. avstand og helning.

Utstrekning av et potensielt skred (løsneområde) for sonen er vist i profil F-F, tegning nr. RIG-TEG-1-700. Plassering av profil F-F er vist i Figur B-2 og i tegning nr. RIG-TEG-1-002.3.

Løsneområde for kvikkleiresone nr. 399 Ranheim er vist i tegning nr. RIG-TEG-1-002.3.

### B.1.5.4 Utløpsområde

For kvikkleiresone nr. 399 er det vurdert at aktuell skredtype vil være retrogressivt. Terrenget i utløpsområdet er åpent. For vurdering av utløpsdistanse er derfor følgende sammenheng benyttet:

Utløpsdistanse (Lu) = 1,5 x Løsnedistanse (L)  /14/

Ved en løsnedistanse på ca. 460 m gir det en utløpsdistanse på ca. 690 m. Dette betyr at utløpsområdet for sone nr. 399 går ut i fjorden.

Skissert utløpsområde for et evt. skred fra kvikkleiresone nr. 399 Ranheim er vist i tegning nr. RIG-TEG-1-002.3.

## B.1.6 Kvikkleiresone nr. 400 Ranheim Øst

### B.1.6.1 Topografi og grunnforhold

Kvikkleirelaget i sone nr. 400 Ranheim Øst ligger i dybder mellom ca. 2-10 m under terrengnivå og følger i hovedsak terrengoverflaten. Ved planlagt ny E6 ligger terrengoverflaten med helning ca. 1:7 og skrår nedover mot Strindfjorden. Nordover flater terrenget ut og ligger med gjennomsnittlig terrenghelning ca. 1:20. Ved strandsonen er terrenget tilnærmet flatt.

### B.1.6.2 Skredtyper

Basert på topografi og grunnforhold vurderes det at mest sannsynlig skredtype for kvikkleiresone nr. 400 Ranheim Øst er et initialskred (rotasjonsskred eller overflateutglidning) ett eller annet sted i sonen som kan forplante seg retrogressivt eller utløse et bakoverrettet flakskred.

### B.1.6.3 Løsneområde

Med bakgrunn i grunnforholdene og topografi vurderes det at et potensielt initialskred med retrogressiv forplatning for kvikkleiresone nr. 400 Ranheim øst kan oppstå ved Ranheimsvegen/Malvikvegen, i overgangen mellom det flate området og hvor terrenget begynner å stige på. Det er konservativt trukket en 1:15-linje fra nede i kvikkleirelaget og bakover i skråningen. Der 1:15-linjen treffer toppen av kvikkleirelaget skjærer potensiell skjærflate ut i det sensitive materialet og opp til terreng med helning 1:2.

Et rotasjonsskred ved jernbanen har ikke potensiale til å utvikle seg retrogressivt, da det er tilnærmet flatt 140 m i sørlig retning. Ved et eventuelt skred i marbakken er det vurdert at det ikke er potensiale, pga. avstand og helning, til å ikke kunne påvirke kvikkleiresonen på land.

Utstrekning av et potensielt skred (løsneområde) for sonen er vist i profil A-A, tegning nr. RIG-TEG-1-701. Plassering av profil A-A er vist i Figur B-2 og i tegning nr. RIG-TEG-1-002.3.

Løsneområde for kvikkleiresone nr. 399 Ranheim er vist i tegning nr. RIG-TEG-1-002.3.

### B.1.6.4 Utløpsområde

For kvikkleiresone nr. 400 er det vurdert at skredtype er retrogressivt og det er åpent terrenget i utløpsområdet. For vurdering av utløpsdistanse er derfor følgende sammenheng benyttet:

Utløpsdistanse (Lu) = 1,5 x Løsnedistanse (L)  /14/

Ved en potensiell løsnedistanse på ca. 470 m gir det en utløpsdistanse på ca. 700 m. Dette betyr at utløpsområdet for sone nr. 400 går ut i fjorden.

Skissert utløpsområde for et evt. skred fra kvikkleiresone nr. 400 Ranheim Øst er vist i tegning nr. RIG-TEG-1-002.3.

## B.1.7 Revidert kvikkleiresoner

Forslag på ny utstrekning av kvikkleiresone, både løsne- og utløpsområde, for nr. 399 Ranheim og kvikkleiresone nr. 400 Ranheim øst er vist i tegning nr. RIG-TEG-1-002.3.

# VEDLEGG C
## RISIKOKLASSEEVALUERING

## INNHOLDSFORTEGNELSE

**C.1 SKADEKONSEKVENSKLASSE ..... 1**
**C.2 FAREGRADSEVALUERING ..... 3**
**C.3 RISIKOKLASSE ..... 5**

# C.1 SKADEKONSEKVENSKLASSE

Det er utført evaluering av sonens skadekonsekvensklasse for den antatt mest ugunstige delen av sonen både før og etter gjennomføring av planlagt utbygging.

Skadekonsekvensevalueringen er utført iht. NGI-rapport nr. 20001008-2, rev 3 /13/.

Tabell C-1: Kriterier for evaluering av skadekonsekvens iht. NGIs rapport nr. 20001008-2, rev 3 /13/.

| Faktorer | Vekttall | Skadekonsekvens, score | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 3 | 2 | 1 | 0 |
| Boligenheter, antall | 4 | Tett > 5 | Spredt > 5 | Spredt < 5 | Ingen |
| Næringsbygg, personer | 3 | > 50 | 10-50 | < 10 | Ingen |
| Annen bebyggelse, verdi | 1 | Stor | Betydelig | Begrenset | Ingen |
| Vei, ÅDT | 2 | > 5000 | 1001-5000 | 100-1001 | < 100 |
| Toglinje, baneprioritet | 2 | 1-2 | 3-4 | 5 | Ingen |
| Kraftnett | 1 | Sentral | Regional | Distribusjon | Lokal |
| Oppdemning/flom | 2 | Alvorlig | Middels | Liten | Ingen |
| **Sum poeng** | | **45** | **30** | **15** | **0** |
| **% av maksimal poengsum** | | **100 %** | **67 %** | **33 %** | **0 %** |

Skadekonsekvensklassene er inndelt inn i tre klasser:

- Skadekonsekvensklasse mindre alvorlig: Poengverdi 0-6
- Skadekonsekvensklasse alvorlig: Poengverdi 7-22
- Skadekonsekvensklasse meget alvorlig: Poengverdi 23-45

Tabell C-2: Skadekonsekvensevaluering for kvikkleiresone nr. 399 Ranheim både før og etter utbygging av ny E6

| Faktorer | Vekttall | Score | Produkt | Merknad/vurdering |
|---|---|---|---|---|
| Boligenheter, antall | 4 | 3 | 12 | Tett bebyggelse nord i sonen for et evt. kvikkleireskred |
| Næringsbygg, personer | 3 | 0 | 0 | Ingen næringsbygg |
| Annen bebyggelse, verdi | 1 | 0 | 0 | Ingen annen bebyggelse |
| Vei, ÅDT | 2 | 1 | 2 | ÅDT for Ranheimsvegen er ca. 600 (kilde: www.vegvesen.no) |
| Toglinje, baneprioritet | 2 | 0 | 0 | Nordlandsbanen ligger utenfor angitt utløpsområde. |
| Kraftnett | 1 | 1 | 1 | Brudd på kraftnettet kan påvirke distribusjonsnettet. |
| Oppdemning/flom | 2 | 0 | 0 | Et evt. kvikkleireskred vil ikke ha sannsynlighet for oppdemning |
| **Sum poeng** | | | **15**<br>**(15)** | **Skadekonsekvens ALVORLIG**<br>**Skadekonsekvens ALVORLIG** - *etter utbygging* |

Tabell C-3: Skadekonsekvensevaluering for kvikkleiresone nr. 400 «Ranheim øst» både før og etter utbygging av ny E6

| Faktorer | Vekttall | Score | Produkt | Merknad/vurdering |
|---|---|---|---|---|
| Boligenheter, antall | 4 | 1 | 4 | Spredt gårdsbebyggelse i et evt. kvikkleireskred. |
| Næringsbygg, personer | 3 | 0 | 0 | Ingen næringsbygg |
| Annen bebyggelse, verdi | 1 | 0 | 0 | Ingen annen bebyggelse |
| Vei, ÅDT | 2 | 3 | 6 | ÅDT for E6 på denne strekningen er ca. 20 000 (kilde: www.vegvesen.no) |
| Toglinje, baneprioritet | 2 | 3 | 0 | Nordlandsbanen ligger utenfor angitt utløpsområde. |
| Kraftnett | 1 | 1 | 1 | Brudd på kraftnettet kan påvirke distribusjonsnettet. |
| Oppdemning/flom | 2 | 1<br>(0) | 2<br>(0) | Et evt. kvikkleireskred kan demme opp i bekkedalen nord for E6<br>Det er planlagt oppfylling og erosjonssikring av bekkedalen, faren for oppdemning etter tiltak reduseres |
| **Sum poeng** | | | **13**<br>**(11)** | **Skadekonsekvens ALVORLIG**<br>**Skadekonsekvens ALVORLIG** - *etter utbygging* |

# C.2 FAREGRADSEVALUERING

Etter tolkning av sonderinger og prøveserier er det gjort en vurdering av utstrekningen av kvikkleira. Avgrensningen av kvikkleireområdet er utgangspunktet for en kvikkleiresoneinndeling som vist på, tegning nr. 10207634-RIG-TEG-1-002.1 og -1-002.2.

Det er presentert faregradsevaluering for kvikkleiresone Ranheim og Ranheim øst. Faregradsevalueringen er gjort for den antatt mest ugunstige delen av sonen før og etter gjennomføringen av planlagt utbygging.

Faregradsevalueringene er utført iht. NGI-rapport nr. 20001008-2, rev.3, datert 8.10.2008 «Program for økt sikkerhet mot leirskred – Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire» /13/.

Evalueringene er utført iht. Tabell C-4 under.

Tabell C-4: Kriterier for faregradsevaluering iht. NGIs rapport nr. 20001008-2, rev 3 /13/

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

Faregradsklassene er inndelt i tre faresoner iht. /13/:

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

Tabell C-5: Faregradsevaluering av kvikkleiresone nr. 399 Ranheim før og etter utbygging

| Faktorer | Vekttall | Score | Produkt | Merknad/vurdering |
|---|---|---|---|---|
| Tidl. skredaktivitet | 1 | 0 | 0 | Vi er ikke kjent med tidligere skredaktivitet i og nær sonen. |
| Skråningshøyde, m | 2 | 3 | 6 | Total høydeforskjell fra øverst til nederst i sonen er ca. 45 m (ca. kote +45 til ca. kote +/-0). |
| Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR) | 2 | 3 | 6 | Ikke utført CPTU og ødometer innenfor sonen. Antar noe overkonsolidert, med OCR 1,0 – 1,2. |
| Poretrykk | +3/-3 | 1 | 3 | Poretrykksmålinger utenfor sonen viser poreovertrykk på inntil ca. 40 kPa i dybde 15 m under terreng, BP. M7-PZ-E5. Antar noe poreovertrykk i sonen pga. flere lag med grovere løsmasser mellom leirelagene. |
| Kvikkleiremektighet | 2 | 2 | 4 | Mektigheten av kvikkleire er ca. 9-20 m, som gir H/2- H/4. |
| Sensitivitet | 1 | 3 | 3 | Største målte sensitivitet i området er $S_t$ > 200, (BP. T1-P0). |
| Erosjon | 3 | 0 | 0 | Begrenset sannsynlighet for erosjon. Væresbekken går i utkanten av sonen nede på det flate området i nord og bekken går her i kulvert under vegfyllinga for Ranheimsvegen. |
| Inngrep | +3/-3 | 0 | 0 | Ingen behov for tiltak i kvikkleiresonen og scoren er derfor lik både før og etter utbygging av planlagt E6. |
| **Sum poeng** | | | **22** | **FAREGRAD MIDDELS** |

Tabell C-6: Faregradsevaluering av kvikkleiresone nr. 400 Ranheim øst før og etter utbygging

| Faktorer | Vekttall | Score | Produkt | Merknad/vurdering |
|---|---|---|---|---|
| Tidl. skredaktivitet | 1 | 1 | 1 | Lav |
| Skråningshøyde, m | 2 | 3 | 6 | Total høydeforskjell fra topp (ca. kote +68) til antatt bunnen av justert kvikkleiresone (ca. kote +20) er ca. 50 m. |
| Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR) | 2 | 3 | 6 | Utførte CPTU-sonderinger viser at leira er overkonsolidert. Velger å være konservativ og benytter OCR 1,0 – 1,2. |
| Poretrykk | +3/-3 | 1 | 3 | Det er ikke målt poreovertrykk i sonen, men registrert oppkomme i noen borpunkter, se kapittel 3.3 |
| Kvikkleiremektighet | 2 | 2 | 2 | Mektigheten av kvikkleire er inntil ca. 13 m, høydeforskjellen i kvikkleiresonen er inntil ca. 50 m og gir H/2-H/4. |
| Sensitivitet | 1 | 2 | 2 | Største målte sensitivitet i området er $S_t$ > 70, (BP. M2-2). |

| Faktorer | Vekttall | Score | Produkt | Merknad/vurdering |
|---|---|---|---|---|
| Erosjon | 3 | 2<br><br><br><br>(0) | 6<br><br><br><br>(0) | Erosjonsforholdene er kartlagt av Multiconsult, og det forekommer *noe* erosjon i Reppesbekken nord for E6.<br><br>I forbindelse med planlagt utbygging av ny E6 planlegges det erosjonssikring og igjenfylling av bekkedalen. |
| Inngrep | +3/-3 | 0<br><br>(1) | 0<br><br>(-3) | Ingen inngrep<br><br>Vegprosjektet innebærer tiltak som gir en liten forbedring av stabiliteten innenfor sonen. |
| **Sum poeng** | | | **26**<br><br>**(17)** | **FAREGRAD MIDDELS**<br><br>**FAREGRAD MIDDELS** - *etter utbygging* |

# C.3 RISIKOKLASSE

Risikoklasse for kvikkleiresone nr. 399 Ranheim:

- For dagens situasjon klassifiseres sonen i **Risikoklasse 3** (tallverdi 1438)
- Etter utbygging av ny E6 med gjennomførte stabiliserende tiltak klassifiseres sonen i **Risikoklasse 3** (tallverdi 1438)

Risikoklasse for kvikkleiresone nr. 400 Ranheim øst:

- For dagens situasjon klassifiseres sonen i **Risikoklasse 3** (tallverdi 1473)
- Etter utbygging av ny E6 med gjennomførte stabiliserende tiltak klassifiseres sonen i **Risikoklasse 3** (tallverdi 963)

# VEDLEGG D
## SIKKERHETSPRINSIPPER

## INNHOLDSFORTEGNELSE

D.1 SIKKERHETSPRINSIPPER ..... 1
D.1.1 NORMATIVT GRUNNLAG FOR GEOTEKNISK VURDERING ..... 1
D.1.2 GEOTEKNISKE PROBLEMSTILLINGER ..... 2
D.1.3 GEOTEKNISK DIMENSJONERINGSMETODE ..... 2
D.1.4 GRENSESTILSTANDER ..... 3
D.1.5 LASTER OG LASTFAKTORER ..... 3
D.1.6 DELOMRÅDE 1 (PR. 605-1850) ..... 3
D.1.7 DELOMRÅDE 2 (PR. 1850-2350) ..... 5
D.1.8 DELOMRÅDE 3 (PR. 2350 – VÆRETUNNELEN) ..... 6
D.1.9 OMRÅDESTABILITET ..... 7
D.1.10 KVALITETSSYSTEM ..... 7
D.1.11 BRUDDGRENSETILSTANDER ..... 7
D.1.12 DIMENSJONERINGMETODE ..... 8
D.1.13 PARTIALFAKTOR PÅVIRKNINGER/LASTVIRKNINGER (A) ..... 8

# D.1 SIKKERHETSPRINSIPPER

## D.1.1 Normativt grunnlag for geoteknisk vurdering

Iht. kontraktsbestemmelsene med Nye Veier AS blir det benyttet standarder, håndbøker og retningslinjer gjeldende ved kontraktsinngåelse den 31.05.2018.

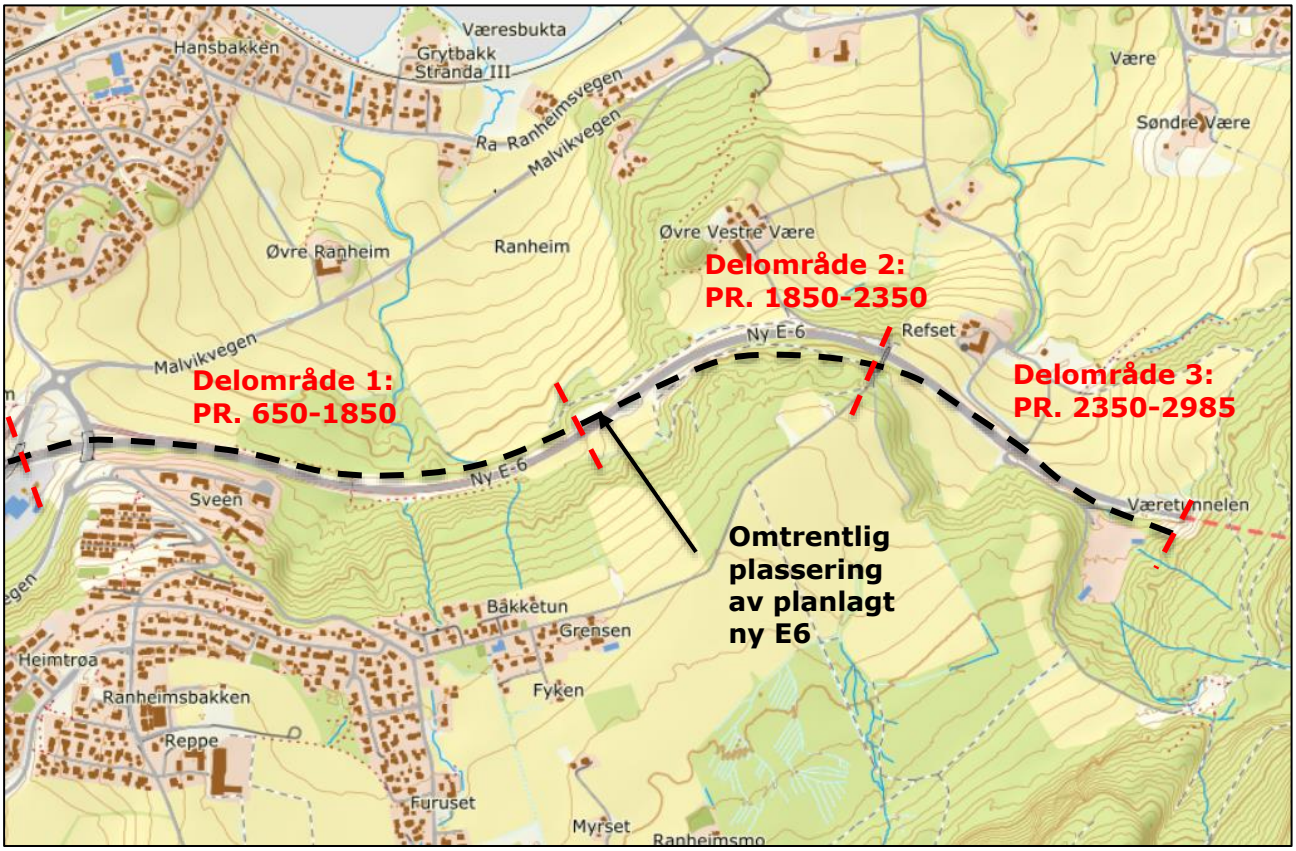
Følgende regelverk legges dermed til grunn for prosjekteringen og for geoteknisk prosjektering:

- Statens vegvesen (SVV), Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging, 2014 /1/
- Statens vegvesen (SVV), Håndbok N200 Vegbygging, 2014 /2/
- Statens vegvesen (SVV), Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger, rev.2 juni 2014 /3/

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

- Norsk standard NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 (Eurokode 0) /6/
- Norsk standard NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016 (Eurokode 7, del 1) /7/
- Norsk standard NS-EN 1997-2:2007+NA:2008 (Eurokode 7, del 2) /8/
- Norsk standard NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2014 (Eurokode 8) /9/
- Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), NVEs retningslinjer nr. 2/2011, Flaum og skredfare i arealplanar, og tilhørende NVEs veileder nr. 7/2014 /11/

Krav til partialfaktorer er i henhold til håndbok V220 avhengige av grunnforholdene og planlagt tiltak. Da grunnforholdene varierer langs parsellen er det valgt å dele opp strekningen for ny E6 i 3 delområder. Delområde 1 omfatter ny E6 samt drifts- og lokalveger mellom PR. 650-1850, delområde 2 omfatter ny E6 mellom PR. 1850-2350, og delområde 3 omfatter ny E6 samt drifts- og lokalveger mellom PR. 2350 og til Væretunnelen, se Figur D-1.




Figur D-1 Oversiktsfigur delområder (kilde: norgeskart.no).

## D.1.2 Geotekniske problemstillinger

Geotekniske problemstillinger for utbygginga er hovedsakelig relatert til:

- Skråningsstabilitet, både i anleggsfasen og i permanent fase
- Fundamentering av konstruksjoner og støttemurer
- Midlertidig oppstøttingsløsning av graveskråninger
- Setninger som følge av høye veg- og tilløpsfyllinger
- Gravearbeider i løsmasser av silt/leire
- Overflateutglidninger ved skjæringer i sandige/siltige masser
- Etablering av motfyllinger og deponier

## D.1.3 Geoteknisk dimensjoneringsmetode

For pelefundamenterte konstruksjoner benyttes Dimensjoneringsmetode 2 iht. Eurokode 7-1 /7/. For øvrig geoteknisk prosjektering benyttes Dimensjoneringsmetode 3 iht. Eurokode 7-1 /7/.

## D.1.4 Grensestilstander

Eurokode 7-1 /7/ definerer relevante grensetilstander for geoteknisk prosjektering. I detaljprosjektering vil både bruddgrensetilstand og bruksgrensetilstand bli vurdert. For reguleringsplanfasen vil bruddgrensetilstand legges til grund for avklaring av arealbehov. For bruddgrensetilstand i reguleringsplan legges partialfaktormetoden til grunn, med lastfaktor på relevante laster og materialfaktor på geotekniske styrkeparametere.

For avklaring av arealforhold for reguleringsplan er geotekniske beregninger begrenset til stabilitetsberegninger. Lastfaktorer velges i henhold til V220 (2014 utgave) /1/. Dette er nærmere redegjort for i kapittel D.1.5.

Materialfaktorer velges i henhold til Statens Vegvesens V220 (2014 utgave) /1/ og baseres på øvrig klassifisering av problemstillingene. Dette er nærmere redegjort for i kapittel D.1.6 tom. D.1.8.

## D.1.5 Laster og lastfaktorer

Trafikklast ved stabilitetsberegninger er basert på Statens Vegvesens V220 (2014 utgave) /1/. Det benyttes en jevnt fordelt belastning på $q_k$ = 10 kPa over hele vegens planeringsbredde hvor ugunstig.

I henhold til Eurokode 0 /6/ og SVVs HB V220 /1/ benyttes en partialfaktor for trafikklast på $\gamma_Q$= 1,3 ($\gamma_Q$= 0 hvis lasten har gunstig virkning).

## D.1.6 Delområde 1 (PR. 605-1850)

***Konsekvens- og pålitelighetsklasse (CC/CR)***
Konsekvensklasser er behandlet i tillegg B i Eurokode 0. Tabell NA.A1 (901) i nasjonalt tillegg av Eurokoden gir rettledende eksempler på plassering av byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler i Pålitelighetsklasser (CC/RC) 1-4 /8/.

Ny E6/konstruksjoner
Ny E6 og konstruksjoner i delområde 1 plasseres i **Konsekvens- og pålitelighetsklasse CC/RC 3**. 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). Pålitelighetsklasse CC/RC 3 blir i tabell B1 /8/ beskrevet som «stor konsekvens i form av tap av menneskeliv, eller svært store økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser».

Drifts- og lokalveger
Ny drifts- og lokalveg i delområde 1 plasseres i **Konsekvens- og pålitelighetsklasse CC/RC 2**. Det vil si i samme kategori som «Kai- og havneanlegg», «Industrianlegg» og «Kontor- og forretningsbygg, skoler, institusjonsbygg, boligbygg, osv.» iht. tabell NA.A1 (901). Pålitelighetsklasse CC/RC 2 blir i tabell B1 /8/ beskrevet som «middels stor konsekvens i form av tap av menneskeliv, betydelige økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser».

***Geoteknisk kategori***
Figur 0.11 i håndbok V220 angir sammenheng mellom pålitelighets-/konsekvensklasse og geoteknisk kategori.

Ny E6/konstruksjoner
Iht. figur 0.11 i håndbok V220 velges krav til prosjektering iht. **Geoteknisk kategori 3**.

Drifts- og lokalveger
Iht. figur 0.11 i håndbok V220 velges krav til prosjektering iht. **Geoteknisk kategori 2.**

***Kontrollklasse og utførelseskontroll***
Eurokode 0 gir videre føringer for krav til omfang av prosjekteringskontroll og utførelseskontroll avhengig av pålitelighetsklasse /6/.

Ny E6/konstruksjoner
I samsvar med tabell NA.A1 (902) og NA.A1 (903) i Eurokode 0 blir prosjekteringskontroll av geoteknisk prosjektering satt til prosjekteringskontrollklasse **PKK3** og utførelseskontroll av geotekniske arbeider satt til utførelseskontrollklasse **UKK3**.

PKK3 og UKK3 innebærer at det i tillegg til egenkontroll utføres uavhengig kontroll av et uavhengig firma som omfatter kontroll av at egenkontroll og intern systematisk kontroll er gjennomført og dokumentert av det prosjekterende foretaket. Utvidet kontroll i PKK3 bør i tillegg omfatte kontroll av de samme punktene som angitt i egenkontrollen i NA.A(903.2) /6/. Dette tilsvarer kontroll av punkter under kontrollklasse «U» i figur 0.9 i Statens Vegvesens håndbok V220, gjengitt i Figur D-2.

Drifts- og lokalveger
I samsvar med tabell NA.A1 (902) og NA.A1 (903) i Eurokode 0 blir prosjekteringskontroll av geoteknisk prosjektering satt til prosjekteringskontrollklasse **PKK2** og utførelseskontroll av geotekniske arbeider satt til utførelseskontrollklasse **UKK2**.

PKK2 og UKK2 innebærer at det i tillegg til egenkontroll utføres uavhengig kontroll av et uavhengig firma. Kontrollen omfatter kontroll av at egenkontroll og intern systematisk kontroll er gjennomført og dokumentert av det prosjekterende foretaket.

| Kontroll av | Kontrollklasse | | |
|---|---|---|---|
| - global likevekt | B | N | U |
| - kritiske komponenter (konstr.deler, knutepunkter, opplegg etc.) | B | N | U |
| - beregninger og tegninger | B | N | U |
| - samsvar mellom beregninger og tegninger | | N | U |
| - at funksjonskravene er oppfylt | | N | U |
| - lastantakelser og beregningsmodeller for laster | | N | U |
| - modeller for konstruksjonsanalyse og bereg. av lastvirkninger | | N | U |
| - at det foreligger tilstrekkelig kjennskap til grunnforhold for å bestemme karakteristiske parametere | B | N | U |
| - relevans av antatte materialegenskaper | | | U |
| - spesifikasjon av lastantakelser og tilhørende beregningsmodeller | | | U |
| - tilleggskontroll av konstruksjonsberegninger ved å utføre tilstrekkelige uavhengige beregninger | | | U |
| - at krav til utførelseskontroll er relevante | | | U |

Figur D-2: Omfang av prosjekteringskontroll relatert til kontrollklasse (figur 0.9 i HB V220)

***Geoteknisk tiltakskategori iht. NVE***
NVEs veileder nr. 7/2014 /11/ definerer fire tiltakskategorier (K1-K4). Krav til sikkerhetsnivå, vurderinger, beregninger og kontroller avhenger av tiltakskategori og områdets faregradsklasse.

Ny E6/konstruksjoner
Delområdet vurderes plassert i **tiltakskategori K4** (tiltak som gjelder viktige samfunnsinstitusjoner.

Drifts- og lokalveger
Delområdet vurderes plassert i **tiltakskategori K3** (tiltak med stor verdi (utover tiltak i K0-K3)).

***Bruddmekanisme***
Det er påtruffet kvikkleire/sprøbruddmateriale i området, og kvikkleire/ sprøbruddmateriale har erfaringsmessig sprø/kontraktant bruddutvikling. Ikke sensitiv siltig leire har normalt dilatant eller nøytral bruddutvikling.

Basert på en totalvurdering vurderes bruddmekanismen å være «sprø» da det er registret kvikkleire/sprøbruddmateriale på delstrekningen.

***Sikkerhetsnivå***

Ny E6/konstruksjoner
Med konsekvensklasse «CC3 – meget alvorlig» og bruddmekanisme «sprø» krever håndbok V220 en beregningsmessig partialfaktor på $\gamma_M \geq 1{,}6$ for lokalstabilitet for konstruksjoner eller konstruktive tiltak.

Drifts- og lokalveger
Med konsekvensklasse «CC2 – meget alvorlig» og bruddmekanisme «sprø» krever håndbok V220 en beregningsmessig partialfaktor på $\gamma_M \geq 1{,}5$ for lokalstabilitet for konstruksjoner eller konstruktive tiltak.

***Seismisk grunntype***
Etter NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2014 Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning vurderes delområdet å ligge klasse **Grunntype $S_2$**.

## D.1.7 Delområde 2 (PR. 1850-2350)

***Konsekvens- og pålitelighetsklasse (CC/RC)***
Ny E6 i delområde 2 plasseres i **Konsekvens- og pålitelighetsklasse CC/RC 2.**

***Geoteknisk kategori***
Iht. figur 0.11 i håndbok V220 velges krav til prosjektering iht. **Geoteknisk kategori 2**.

***Kontrollklasse og utførelseskontroll***
I samsvar med tabell NA.A1 (902) og NA.A1 (903) i Eurokode 0 blir

prosjekteringskontroll av geoteknisk prosjektering satt til prosjekteringskontrollklasse **PKK2** og utførelseskontroll av geotekniske arbeider satt til utførelseskontrollklasse **UKK2**.

***Geoteknisk tiltakskategori iht. NVE***
Det er ikke påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale i delområdet.

***Bruddmekanisme***
Løsmassene består i hovedsak av lagdelte masser som ut i fra sonderingsresultatet er tolket som grus, sand, silt og morenemasser. Mellom 1850 og 1950 er det også påtruffet leire i massene.

Basert på en totalvurdering vurderes bruddmekanismen å være «nøytral».

***Sikkerhetsnivå***
Med konsekvensklasse «CC3 – meget alvorlig» og bruddmekanisme «nøytral» krever håndbok V220 en beregningsmessig partialfaktor på $\gamma_M \geq 1{,}5$ for lokalstabilitet for konstruksjoner eller konstruktive tiltak.

***Seismisk grunntype***
Etter NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2014 Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning vurderes delområdet å ligge klasse **Grunntype D**.

## D.1.8 Delområde 3 (PR. 2350 – Væretunnelen)

***Konsekvens- og pålitelighetsklasse (CC/CR)***

Ny E6/konstruksjoner
Ny E6 og konstruksjoner i delområde 3 plasseres i **Konsekvens- og pålitelighetsklasse CC/RC 3**.

Drifts- og lokalveger
Drifts- og lokalveger i delområde 3 plasseres i **Konsekvens- og pålitelighetsklasse CC/RC 2**.

***Geoteknisk kategori***

Ny E6/konstruksjoner
Iht. figur 0.11 i håndbok V220 velges krav til prosjektering iht. **Geoteknisk kategori 3**.

Drifts- og lokalveger
Iht. figur 0.11 i håndbok V220 velges krav til prosjektering iht. **Geoteknisk kategori 2**.

***Kontrollklasse og utførelseskontroll***

Ny E6/konstruksjoner
I samsvar med tabell NA.A1 (902) og NA.A1 (903) i Eurokode 0 blir prosjekteringskontroll av geoteknisk prosjektering satt til prosjekteringskontrollklasse **PKK3** og utførelseskontroll av geotekniske arbeider satt til utførelseskontrollklasse **UKK3**.

Drifts- og lokalveger
I samsvar med tabell NA.A1 (902) og NA.A1 (903) i Eurokode 0 blir prosjekteringskontroll av geoteknisk prosjektering satt til prosjekteringskontrollklasse **PKK2** og utførelseskontroll av geotekniske arbeider satt til utførelseskontrollklasse **UKK2**.

***Geoteknisk tiltakskategori iht. NVE***
Det er ikke påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale i området.

***Bruddmekanisme***
Løsmassene består i hovedsak av et topplag av sand, silt og leire over morenemasser.

Basert på en totalvurdering vurderes bruddmekanismen å være «nøytral».

***Sikkerhetsnivå***
Med konsekvensklasse «CC3 – meget alvorlig» og bruddmekanisme «nøytral» krever håndbok V220 en beregningsmessig partialfaktor på $\gamma_M \geq 1{,}5$ for lokalstabilitet for konstruksjoner eller konstruktive tiltak.

***Seismisk grunntype***
Etter NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2014 Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning vurderes delområdet å ligge klasse **Grunntype D**.

## D.1.9 Områdestabilitet

Utredning av områdestabilitet utføres iht. gjeldende retningslinjer gitt i NVEs veileder nr. 7/2014 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» /11/. For lokal stabilitet for konkrete utbygginger i kvikkleireområder følger kravene til sikkerhetsnivå i Eurokode/SVV håndbok dersom kravene i Eurokode/SVV håndbok er strengere enn kravene i NVEs retningslinjer.

Generelle prinsipper for avgrensning mellom lokal- og områdestabilitet er beskrevet i notat nr. 10207634-RIG-NOT-002, rev00 «Prinsipper for avgrensing mellom lokal- og områdestabilitet og utredning av områdestabilitet» /12/. For hvert beregningsprofil i hver delstrekning er det ut i fra planlagt tiltak og eventuelle behov for stabiliserende tiltak beregnet flere kritiske glidesirkler. Hva som vurderes som lokalstabilitet og som områdestabilitet for hvert enkelt beregningsprofil er nærmere beskrevet i vedlegg F Stabilitetsberegninger.

## D.1.10 Kvalitetssystem

Eurokode 0 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 tilfredsstille NS-EN ISO 9000-serien for konstruksjoner i pålitelighetsklasse 4. Multiconsults styringssystem tilfredsstiller sistnevnte krav, og kravet er således også ivaretatt for pålitelighetsklasse 3.

## D.1.11 Bruddgrensetilstander

Følgende bruddgrensetilstander er aktuelle for geoteknisk design i prosjektet:

- STR: Intern svikt eller for stor deformasjon i konstruksjon eller bærende deler, medregnet f.eks. fundamenter, peler eller kjellervegger, der konstruksjonsmaterialenes fasthet gir et betydelig bidrag til motstanden.

  Ed ≤ Rd

- GEO: Svikt eller for stor deformasjon i grunnen, der fastheten av jord eller berg gir et betydelig bidrag til motstanden.

  Ed ≤ Rd

Eurokoden åpner for bruk av både strengere og mildere verdier for partialfaktorer enn de som er anbefalt i tillegg A eller nasjonalt tillegg.

## D.1.12 Dimensjoneringmetode

Dimensjoneringsmetode 3 blir benyttet for all annen geoteknisk prosjektering enn peler. Følgende sett av partialfaktorer blir benyttet for denne dimensjoneringsmetoden (2.4.7.3.4.4, ref. /7/ og NA.A1.3.1(5) (side 7) /6/):

| | |
|---|---|
| Påvirkninger / lastvirkninger: | A1 (konstruksjonslaster) & A2 (geotekniske laster) |
| Grunnens egenskaper: | M2 |
| Motstand: | R3 |

## D.1.13 Partialfaktor påvirkninger/lastvirkninger (A)

For geotekniske laster benyttes lastfaktor 1,0 for permanente laster og 1,3 for variable laster (EC0: Tabell NA.A1.2(C), ref. /8/).

For gunstige lastvirkninger, og for beregninger i ulykkesgrensetilstand, regnes det med partialfaktor 1,0 på lasten.

# VEDLEGG E
## MATERIALPARAMETERE

## INNHOLDSFORTEGNELSE

**E.1 TOLKING AV BEREGNINGSPARAMETERE ..... 1**
**E.1.1 KVALITET AV UNDERSØKELSER ..... 1**
**E.1.2 TYNGDETETTHET ..... 2**
**E.1.3 GRUNNVANNSNIVÅ OG PORETRYKKSFORDELING MED DYBDEN ..... 2**
**E.1.4 TIDLIGERE OVERLAGRING ..... 3**
**E.1.5 UDRENERTE STYRKEPARAMETERE ..... 4**
**E.1.6 ANISOTROPI ..... 7**
**E.1.7 EFFEKTIVSPENNINGSPARAMETERE, FRIKSJONSVINKEL, $\Phi_K$ ..... 7**
**E.1.8 MATERIALPARAMETERE ..... 8**

# E.1 TOLKING AV BEREGNINGSPARAMETERE

## E.1.1 Generelt

Tolking av parametere er utført på basis av opptatte 54 mm prøveserier i området. Det vises til aktuelle datarapporter for detaljert beskrivelse av grunnforholdene. I tillegg er det også benyttet erfaringsverdier iht. Statens vegvesens Håndbok V220 /1/.

## E.1.2 Kvalitet av undersøkelser

Løsmassene i området hvor det er utført treaks- og ødometerforsøk består hovedsakelig av overkonsoliderte masser.

Sammenstilling av treaksial- og ødometerforsøk fra BP. MC-1004 med vurdering av prøvekvalitet er vist i vedlegg G og vedlegg H henholdsvis. Vurdering av prøvekvalitet er basert på målt volumtøyning og poretallsendring i konsolideringsfasen på treaksialforsøk iht. tabell 5.1. i ref. /13/ samt ref. /14/.

CPTU-sondering utført av Multiconsult er i anvendelsesklasse 1 for alle parameterne, og poretrykksresponsen ved CPTU-sonderingene vurderes generelt å være god.

Basert på poretallsendring vurderes forsøket i BP. 1004 å være av god kvalitet, mens basert på volumtøyning vurderes prøvekvaliteten å være forstyrret.

### E.1.3 Tyngdetetthet

Målt tyngdetetthet på opptatte prøver er benyttet som grunnlag. Ved variasjoner i målte verdier er gjennomsnittlige verdier benyttet. For materialet som det ikke er målt tyngdetetthet på, er det benyttet erfaringsverdier iht. Håndbok V220 /1/.

Vet vises til Tabell E-3 for valgte parametere for tyngdetetthet.

### E.1.4 Grunnvannsnivå og poretrykksfordeling med dybden

Multiconsult har installert hydrauliske poretrykksmåler i ett nivå i ett borpunkt, BP. MC-1003, i forbindelse med reguleringsplanen for E6 Ranheim - Værnes. Poretrykket er avlest 2 ganger i perioden oktober 2018 til november 2018.

Ved grunnundersøkelser vist i rapport nr. U 61 (1968), se vedlegg A, er det registrert vannoppkomme i BP. S21-136, S21-163, S21-215, S21-216 og S21-217 samt i BP. S20-469. Disse registreringene er i hovedsak utført i området ved eksisterende veg og i området ved bekkedalen for Reppesbekken, dvs. nederst i skråningen fra moreneryggen.

Ellers er det registrert poreovertrykk på ca. 40 kPa i dybde 15 m under terreng i BP. M7-PZ-E4. Borpunktet ligger ca. 200 m nordvest for Reppeskrysset og ligger i skråningen ned mot Ranheim. Målingen er utført i et mektig lag med homogen leire.

Ved Refset er det registrert poreovertrykk på ca. 10 kPa i dybde 5 m under terreng i BP. K8-D80PZ. Borpunktet ligger i skråningen ned fra Refset til Være og ca. 270 m nord for ny E6. Det er også registrert poreundertrykk i BP. K8-D20PZ som ligger ca. 50 m sør for BP. K8-D80PZ.

Det er utført poretrykksmåling i ett borpunkt sør for krysset mellom Osvegen og Reppevegen på Reppe, se rapport nr. 5151701-1 i vedlegg A. Målingen ble utført den 19.04.2013 og viser at grunnvannsnivået her ligger ca. 2 m under terrengnivå. Borpunktet er ikke vist på borplanen.

Tabell E-1 viser høyeste målte poretrykk og tilsvarende grunnvannsnivå på strekningen.

Tabell E-1: Oversikt over målt poretrykk på strekningen

| BP. | Kote terreng | Dybde [m] | Løsmassser ved piezometerspiss | Meter vannsøyle [m] | Grunnvannstand [kote] |
|---|---|---|---|---|---|
| MC-1003 | +56,1 | 3,8 | Antatt leire/silt | - | Under +52,3* |
| M7-PZ-E4 | +51,6 | 7,0 | Leire | 7,4 | +52,0*** |
| M7-PZ-E4 | +51,6 | 15,0 | Leire | 19,4 | +56,0*** |
| R5-10PZ | +82,3 | 6,8 | Antatt morene | 1,3 | +76,8 |
| K8-D20PZ | +75,9 | 4,0 | Grus | 2,8 | +78,7** |
| K8-D80PZ | +72,2 | 5,0 | Leire | 6,2 | +78,4*** |

*Forutsatt hydrostatisk poretrykksfordeling
**Poreundertrykk
***Poreovertrykk

Løsmassene i området ved beregningsprofilene består av flere lag med siltig leire mellom grovere vannførende lag av sand og grus. Leira er også lagdelt og har innhold av silt og sand. I stabilitetsberegninger er det derfor tatt utgangspunkt i høyt grunnvannsnivå og

at grunnvannstanden generelt ligger i toppen av det øverste leirelaget. Videre er det er benyttet hydrostatisk poretrykksfordeling med dybden.

Målt poretrykk er presentert i tegning nr. 10207634-RIG-TEG-350 i rapport nr. 10207634-RIG-RAP-001, rev01. Valgt grunnvannstand er vist i beregningsprofilene.

## E.1.5 Tidligere overlagring

Ødometerforsøk

Det er utført ødometerforsøk i BP. 1004, N1-14P, R6-3PR og R6-9PR. Resultater fra forsøkene i BP. 1004 er presentert på tegning nr. 10207634-RIG-TEG-1-400.3 og 1-401.3. Ødometerforsøk i BP. R6-3PR viser noe forstyrret prøveoppførsel. Tolkningen av prekonsolideringsspenningen, $\sigma_c'$, og andre parametere for denne er derfor noe usikker.

Leira som ligger i dybden ved skråningen fra Ranheim og opp mot Reppe er generelt overkonsolidert med et tidligere terrengnivå som tilsvarer ca. kote +60. Ødometerforsøk ved Refset viser noe mer overlagring og et tidligere terrengnivå tilsvarende toppen av moreneryggen ved Reppeplatået.

$\sigma_c'$ og OCR fra CPTU

Prekonsolideringsforhold og grunnens deformasjonsegenskaper er bestemt ut i fra ødometerforsøkene. Data fra CPTU er benyttet til å ekstrapolere dataene fra ødometerforsøk mot dybden. Det er benyttet tolkning fra CPTU både på spissmotstands- og poretrykksbasis.

For spissmotstand er følgende forhold benyttet i tolkningen:

$$OCR = \frac{\sigma'_{cq}}{\sigma'_{v0}}$$

$$\sigma'_{cq} = \frac{q_n}{\alpha * N_{kt}} - a$$

der,

$\alpha$ = normalkonsolideringsforhold; $\alpha$=0,3 er benyttet

$N_{kt}$= spissmotstandsfaktor, $N_{kt}$ = *9 er benyttet*

$q_n$ = Netto spissmotstand fra CPTU-sondering

$\sigma'_{v0}$ = in situ vertikal effektivspenning

OCR fra registrert poretrykk er tolket som:

$$OCR = \frac{\sigma'_{cu}}{\sigma'_{v0}}$$

$$\sigma'_{cu} = \frac{\Delta u}{\alpha * N_{\Delta u}} - a$$

der,

$\alpha$ = normalkonsolideringsforhold; $\alpha$=0,3 er benyttet

$N_{\Delta u}$ = poretrykksfaktor, $N_{\Delta u}$ = 6 er benyttet

$\Delta u$ = poreovertrykk fra CPTU ($\Delta u = u_2 - u_1$)

Tolket prekonsolideringsspenning, $p_c'$, er vist på tegning nr. 10207634-RIG-TEG-1-500.8 og -1-501.8. Tolkning av overkonsolideringsgrad, *OCR,* fra CPTU er vist på tegning nr. 10207634-RIG-TEG-1-500.9 og -1-501.9.

Modul fra CPTU

For å estimere jordens deformasjonsegenskaper er det benyttet enkle semi-empiriske relasjoner. Deformasjonsmodul i prekonsolidert spenningsområde σ' < σ'c, $M_{OC}$, er estimert ut fra følgende uttrykk:

$$M_{OC} = m_i * q_n$$

der,

$m_i$ = in situ modultall, leire; $m_i$= 10 er benyttet

$q_n$ = netto spissmotstand

Modulverdien, $M_{NC}$, ved prekonsolderingsspenningen $\sigma'_c$ er estimert ut i fra følgende uttrykk:

$$M_{NC} = m_n * q_n$$

der,

$m_n$= in situ modultall, leire; $m_n$= 6 er benyttet

Tolkning av deformasjonsmodul, $M_{OC}$ og $M_{NC}$, er vist på tegning nr. 10207634-RIG-TEG-1-500.10 og -1-501.10.

## E.1.6 Udrenerte styrkeparametere

$c_u$ fra enaks og konus
Verdier for $c_u$ fra rutineundersøkelser på opptatte prøver (enaks og konus) er i våre vurderinger betraktet som verdier for direkte skjærfasthet, $c_{uD}$. Rutineundersøkelser viser noe variasjoner i målt udrenert skjærfasthet og indikerer noe varierende prøvekvalitet.

$c_{uC}$ fra treaksialforsøk
Karakteristiske verdier ($c_{uC}$) er tatt ut ved brudd (1,5-2 %). Det er utført treaksialforsøk i BP. 1004. Forsøket er tolket og presentert i tegning nr. 10207634-RIG-TEG-1-450.4 og -1-450.5.

$c_{uC}$ fra CPTU-sonderinger
For bestemmelse av udrenert skjærfasthet er CPTU-sonderinger korrelert iht. empiriske baserte tolkningsfaktorer etter Karlsrud m. fl. (1996) /14/ og (2005) /15/. For bløte, finkornige masser med relativt homogene forhold betraktes tolkning av CPTU på

poretrykksbasis normalt som den mest egnede metoden.

*Metode basert på poretrykksbasis, Δu:*

På poretrykksbasis bestemmes $c_{uC}$ som:

$$c_{uC} = \frac{\Delta u}{N_{\Delta u}} = \frac{u_2 - u_0}{N_{\Delta u}}$$

der,

$\Delta u$ = poreovertrykk

$u_2$ = målt poretrykk i CPTU

$u_0$ = in situ poretrykk

$N_{\Delta u}$ = bæreevnefaktor

Verdier for faktoren $N_{\Delta u}$ kan etableres både empirisk og teoretisk. Teoretisk er det vist at faktoren $N_{\Delta u,}$ vil variere mellom 2-20. Vanligvis bestemmes imidlertid $c_{uC}$ ved hjelp av empiriske baserte verdier for $N_{\Delta u}$ der resultater fra anisotrope konsoliderte treaksialforsøk på blokkprøver med høy kvalitet er benyttet som referanser.

$c_{uC}$ på poretrykksbasis er tolket med korrelasjoner til $B_q$.

*Metode basert på spissmotstand, $q_t$*

For sammenligning er det tatt med tolkning av CPTU på spissmotstandsbasis. På spissmotstandsbasis bestemmes $c_{uC}$ som:

$$c_{uC} = \frac{q_n}{N_{kt}} = \frac{q_t - \sigma_{v0}}{N_{kt}}$$

der,

$q_t$ = korrigert spissmotstand

$\sigma_{v0}$= in situ vertikal overlagringstrykk

$N_{kt}$= bæreevnefaktor/konfaktor

Tegning nr. 10207634-RIG-TEG-1-500.5 og -1-500.7 samt -1-501.5 og -1-501.7 viser de tolkede skjærfasthetsprofilene med valgt karakteristisk designverdi.

Verdier for $c_{uD}$ fra utførte laboratorieforsøk er lagt inn i tegningene. Det er valgt å ikke redusere «peak» verdien på $c_{uC}$ for uttak av karakteristisk styrke. Designverdiene er i stedet redusert med 15 % i stabilitetsberegningene for kvikkleire/sprøbruddmateriale iht. NVEs retningslinjer. Reduksjonen er modellert ved at anisotropifaktorene er redusert med 15 % (innarbeidet i ADP-forhold under beregning i GeoSuite).

<u>Udrenert skjærstyrke modellert etter SHANSEP-prinsippet</u>
Udrenert skjærstyrke er nært relatert til in-situ effektivspenninger og leiras overkonsolideringsgrad. Udrenert skjærstyrke øker med økning i effektivspenning. Denne økninga er avhengig av overkonsolideringsgraden. Udrenert skjærstyrke avhengig av overkonsolideringsgraden kan modelleres etter SHANSEP-prinsippet /16/:

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

der,

$\alpha$ = Normalisert styrke av helt ung leire (OCR = 1,0)

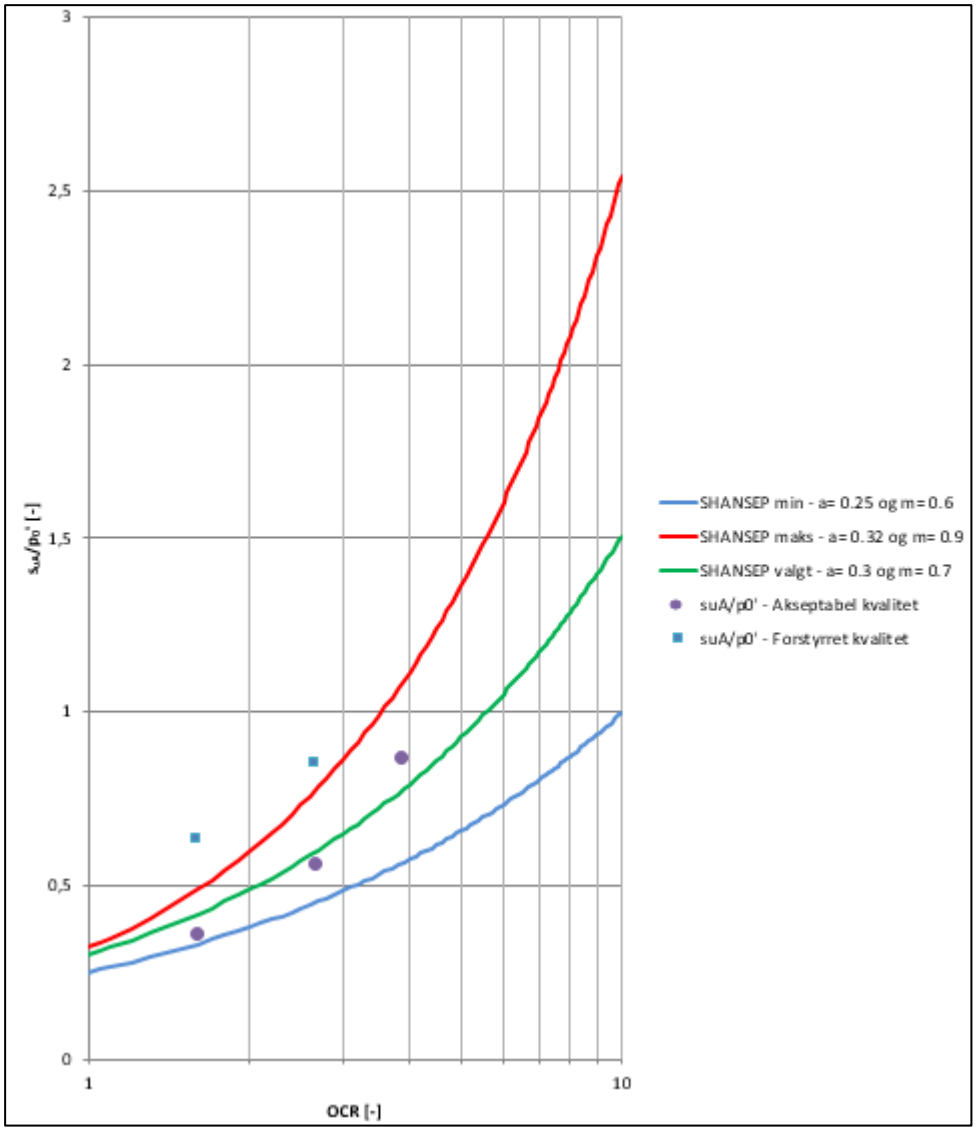
*OCR* = Overkonsolideringsgrad = $p_c'/p_0'$

*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

For bestemmelse av faktorene *a* og *m* er $c_{uC}/\sigma_0'$ beregnet fra utførte treaksialforsøk i området mellom ca. PR. 650 og PR. 1850 og plottet mot antatt OCR, se Figur E-1. Ut fra dette er det brukt samme *a*- og *m*-faktor $\sigma_0'$ og *OCR* for tolking av skjærstyrke for beregningsprofiler fram til ca. 1850.




Figur E-1: Tilpasning av SHANSEP-faktorer i forhold til målt $c_{uC}$ fra treaksialforsøk

I beregningene er det valgt å bruke:

$\alpha$ = 0,30

$m$ = 0,70

Basert på resultater fra utførte grunnundersøkelser er det tatt utgangspunkt i at grunnen er overkonsolidert. Tolket verdi for OCR er plottet i diagram for CPTU og OCR-designlinje er kontrollert opp mot utførte ødometerforsøk.

Utskrift av beregnet udrenert skjærstyrke etter SHANSEP-prinsippet er vist på tegning nr. 10207634-RIG-TEG-1-500.7 og -1-501.7. Videre er udrenert skjærstyrke etter SHANSEP for beregningsprofilene vist på tegning nr. 10207634-RIG-TEG-1-550 til -1-554.

Moreneryggen i sør ligger mellom kote ca. +110 og +120. Ødometerforsøk i borpunktene ved E6 viser at grunnen er overkonsolidert. Basert på ødometerforsøkene samt en vurdering av terrengutformingen i området, vurderes tidligere terrengnivå å ha ligget mellom kote ca. +100 til +120. I vurderingen av $c_{uC}$ fra SHANSEP er det benyttet en POP på 120 kPa. Samme POP er benyttet som designlinje i plott av OCR og $p_c'$ fra CPTU i BP. MC-1001 og MC-7C. Dette tilsvarer at terrengnivået tidligere har vært på kote ca. +117.

## E.1.7 Anisotropi

Det er ikke utført parallelle aktive og passive treaksialforsøk for vurdering av anisotropiforhold.

Anisotropiforholdet er derfor vurdert ut fra publiserte «omforent anbefaling» i NIFS-rapport nr. 14/2014, gjengitt i Tabell E-2 /17/.

Tabell E-2: ADP- faktorer iht. NIFS-rapport nr. 14/2014

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

Resultater av Ip-forsøk for opptatte prøver viser generelt en Ip lavere enn 10%. Følgende anisotropiforhold er derfor benyttet for leire/kvikkleire:

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

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

## E.1.8 Effektivspenningsparametere, friksjonsvinkel, $\varphi_k$

Effektivspenningsparameterne i leire og kvikkleire er basert på utført treaksialforsøk og prøveserier samt vurdert opp mot erfaringsverdier iht. figur 2.39 i Statens vegvesen

Håndbok V220.

Leire
Bruddstyrke er tatt ut ved 1,5-3 % tøyning. Ut fra treaksialforsøkene vurderes karakteristisk friksjonsvinkel til å være $\varphi_k$ = 33° (tan $\varphi_k$ = 0,65) og attraksjon a = 10 kPa. Tolket styrke fra treaksialforsøkene er vist på tegning nr. 10207634-RIG-TEG-1-450.4 og -1-450.5. I stabilitetsvurderinger er det valgt å være konservativ og det er derfor benyttet karakteristisk friksjonsvinkel $\varphi_k$ = 28,8° (tan $\varphi_k$ = 0,55) og attraksjon a = 5 kPa i beregninger.

Kvikkleire/sprøbruddmaterialeDet er ikke utført treaksialforsøk på kvikkleira. Basert på erfaringsverdier på trønderske kvikkleirer vurderes karakteristisk friksjonsvinkel til å være $\varphi_k$ = 28,8° (tan $\varphi_k$ = 0,55) og attraksjon a = 5 kPa.

Valgte styrkeparametere benyttet ved beregning er angitt i Tabell E-3.

## E.1.9 Materialparametere

Benyttede materialparametere ved beregning er angitt i Tabell E-3, samt på stabilitetsberegningene, se tegning nr. 10207634-RIG-TEG-1-650.1 til -1-654.2.

Tabell E-3: Valgte materialparametere

| Material | Tyngdetetthet, $\gamma$ [kN/m$^3$] | Friksjon, $tan\ \varphi_k$ ($\varphi_k$) [-] | Attraksjon, $a$ [kPa] |
|---|---|---|---|
| Sprengstein/vegfylling | 19,0 | 0,90 (42°) | 0 |
| Gammel vegfylling av leire | 19,0 | 0,58 (30°) | 0 |
| Lette masser (forutsatt skumglass) | 4,0 | 0,90 (42°) | 0 |
| Leire | 20,0 | 0,55 (28,8°) | 5 |
| Kvikkleire/sprøbruddmateriale | 20,0 | 0,55 (28,8°) | 5 |
| Tørrskorpeleire | 19,0 | 0,58 (30°) | 0 |
| Sand | 19,0 | 0,65 (33°) | 0 |
| Sand/silt | 19,0 | 0,62 (32°) | 0 |
| Silt | 19,5 | 0,60 (31°) | 0 |
| Sand/grus | 19,0 | 0,73 (36°) | 0 |
| Morene | 19,0 | 0,78 (38°) | 20 |

# VEDLEGG F
## STABILITETSBEREGNINGER

## INNHOLDSFORTEGNELSE

**F.1 STABILITETSBEREGNINGER ..... 1**
**F.1.1 GENERELT ..... 1**
**F.1.2 BEREGNINGSPROFIL A-A ..... 2**
**F.1.3 BEREGNINGSPROFIL B-B ..... 3**
**F.1.4 BEREGNINGSPROFIL C-C ..... 4**
**F.1.5 BEREGNINGSPROFIL D-D ..... 4**
**F.1.6 BEREGNINGSPROFIL E-E ..... 5**

# F.1 STABILITETSBEREGNINGER

## F.1.1 Generelt

Det er utført stabilitetsberegninger for 5 utvalgte profiler. Disse profilene er antatt å være mest kritiske på bakgrunn av grunnforhold, topografi og planlagte vegfyllinger og -skjæringer.

I denne fasen er det utført beregninger for permanenttilstanden etter etablering av veg og beregninger for stabiliserende tiltak der det er behov. Stabiliteten er beregnet ved udrenert totalspenningsanalyse (ADP-analyse) samt med effektivanalyse (aφ-analyse).

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

I beregningene er det forutsatt at vegfyllinger er bygd opp med drenerte kvalitetsmasser som sprengstein eller pukk.

Behovet for stabilitetsberegninger for anleggsveger og riggområder må vurderes nærmere i neste planfase.

Beregningsverktøy
Stabilitetsberegningene er utført med beregningsprogrammet "GeoSuite Stability" versjon 16.1.1.0 med beregningsmetode Beast 2003. Beregningsmetoden er basert på grenselikevektsmetoden, og anvender en versjon av lamellemetoden som tilfredsstiller både kraft- og momentlikevekt. Programmet søker selv etter kritisk sirkulærsylindrisk glideflate for definerte variasjonsområder av sirkelsentrum. Det er også mulig å definere egne glideflater i programmet.

Materialparametere
Materialparametere benyttet i stabilitetsberegningene er vist i vedlegg E.

Laster
I stabilitetsberegningene er det benyttet en jevnt fordelt trafikklast på $F_{rep}$ = 13 kPa for hele vegens bredde inkludert skuldre. Dette er inkludert lastfaktor 1,3.

Ved eventuelle andre laster må last og lastfaktor vurderes særskilt.

Jet-peler
På grunn av lav beregningsmessig sikkerhet for etablering av ny E6, tilrås det å benytte jet-peler som stabiliserende metode. Oppnådd drenert skjærfasthet bestemmes iht. Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger [3] og i NGFs Veiledning for grunnforsterkning med kalksementpeler /25/.

For beregningene er det i området med jet-peler valgt å benytte en styrke på ca. 280 kPa. Jet-peler er da antatt satt i en ribbstruktur med en dekningsgrad på ca. 25 %. Karakteristisk skjærfasthet for det totale jordvolumet estimeres med grunnlag i følgende:

$$c_{u;m} = a * c_{u;pel} + (1 - a) * c_{u;jord}$$

der,

| | |
|---|---|
| $c_{u;m}$ | Gjennomsnittlig skjærfasthet i det totale jordvolumet |
| $c_{u;pel}$ | Skjærfasthet i stabilisert materiale |
| $c_{u;jord}$ | Skjærfasthet i jord/leire |
| $a$ | Stabilisert dekningsgrad |

## F.1.2 Beregningsprofil A-A

Plassering av beregningsprofilet er vist på tegning nr. -1-002.2 og resultater av stabilitetsberegningene for profilet er vist på tegning nr. -1-800.1 til -1-800.6 og i Tabell F-1.

Profil A-A går fra moreneryggen i sør, gjennom ny vegfylling for E6 og ned til strandsonen ved Trondheimsfjorden. Vegfylling for ny E6 planlegges omtrent i samme høyde som eksisterende E6 men med en breddeutvidelse på nordsiden av eksisterende vegfylling. Sør for E6 er et planlagt et deponi.

Udrenert skjærfasthet er vurdert ut ifra opptatte prøver fra BP. M2-1PR, M2-2PR, R5-8 og R5-3 samt tolket fra CPTU-sondering i BP. 1001. Drenerte materialparametere er hentet fra erfaringsparametere gitt i SVV håndbok V220 og tolkede parametere fra treaksialforsøk på opptatte prøver i PR. MC-1004. Grunnvannstanden er basert på utførte målinger av grunnvannsnivå og vurdert ut ifra nivået på bekken som går i området.

Tabell F-1: Sikkerhetsfaktor for kritisk skjærflate Profil A-A

| Tegning nr. | Beregning | Analyse | Sikkerhetsfaktor $\gamma_M$ for kritisk skjærflate |
|---|---|---|---|
| 10207634-RIG-TEG-1-800.1 | Profil A-A, dagens tilstand | ADP-analyse | 1,19 |
| 10207634-RIG-TEG-1-800.2 | Profil A-A, dagens tilstand | aφ-analyse | 1,36 |
| 10207634-RIG-TEG-1-800.3 | Profil A-A, etter etablering av ny E6 | ADP-analyse | 1,16 |
| 10207634-RIG-TEG-1-800.4 | Profil A-A, etter etablering av ny E6 | aφ-analyse | 1,37 |

| Tegning nr. | Beregning | Analyse | Sikkerhetsfaktor $\gamma_M$ for kritisk skjærflate |
|---|---|---|---|
| 10207634-RIG-TEG-1-800.5 | Profil A-A, etter tiltak | ADP-analyse | 1,63 |
| 10207634-RIG-TEG-1-800.6 | Profil A-A, etter tiltak | aφ-analyse | 2,63 |

Beregningene for dagens geometri og for planlagt E6 viser for lav sikkerhet mot utglidning både for udrenerte analyser ($\gamma_M$=1,19 og $\gamma_M$=1,16) og ved drenerte analyser ($\gamma_M$=1,36). For at kravet på $\gamma_M$=1,6 skal tilfredsstilles for lokalstabilitet er det behov for stabiliserende tiltak.

De foreslåtte terrengtiltakene består av motfylling/erosjonssikring av bekkedalen nord for ny E6 (Reppebekken) og stabilisering med jet-peler under fyllingsfoten for ny E6. Skissert omfang av nødvendig tiltak er vist på borplan med skissert terrengtiltak i tegning nr. -003.1 og på tegning nr. -1-800.5 og -1-800.6.

## F.1.3 Beregningsprofil B-B

Plassering av beregningsprofilet er vist på tegning nr. -1-002.2. Resultater av stabilitetsberegningene for profilet er vist på tegning nr. -1-801.1 til -1-801.3 og i Tabell F-2.

Profil B-B går fra moreneryggen i sør, gjennom ny vegfylling for E6 og ned til sjøen ved Trondheimsfjorden. Vegfylling for ny E6 planlegges omtrent i samme høyde som eksisterende E6 men med en breddeutvidelse på nordsiden av eksisterende vegfylling.

Udrenert skjærfasthet er vurdert ut ifra opptatte prøver i BP. S21-245P, -253P, 250P, 242P, 266P samt i BP. 26-3PR og S22-124P. Drenerte materialparametere er hentet fra erfaringsparametere gitt i SVV håndbok V220 samt korrelert mot tolkede parametere fra treaksialforsøk på opptatte prøver i PR. MC-1004. Grunnvannstanden er basert på utførte målinger av grunnvannsnivå i området og vurdert ut ifra terreng i området.

Tabell F-2: Sikkerhetsfaktor for kritisk skjærflate Profil B-B

| Tegning nr. | Beregning | Analyse | Sikkerhetsfaktor $\gamma_M$ for kritisk skjærflate |
|---|---|---|---|
| 10207634-RIG-TEG-1-801.1 | Profil B-B, etter etablering av ny E6 | ADP-analyse | 1,43 |
| 10207634-RIG-TEG-1-801.2 | Profil B-B, etter etablering av ny E6 | aφ-analyse | 2,06 |
| 10207634-RIG-TEG-1-801.3 | Profil B-B, etter tiltak | ADP-analyse | 1,60 |

Beregningene for planlagt E6 viser for lav sikkerhet mot utglidning for udrenerte analyser ($\gamma_M$=1,43). For at kravet på $\gamma_M$=1,6 til sikkerhet skal bli tilfredsstilt er det behov for stabiliserende tiltak.

På tegning nr. -1-801.3 og -1-801.4 er det vist tiltak som gir tilfredsstillende sikkerhet. De foreslåtte tiltakene består av motfylling i fyllingsfoten for E6 med fyllingshøyde på inntil 3 m over eksisterende terreng samt at deler av ny fylling for E6 etableres med lette masser. Skissert omfang av nødvendig tiltak er vist på borplan med skissert terrengtiltak i tegning nr. -1-003.2.

## F.1.4 Beregningsprofil C-C

Plassering av beregningsprofilet er vist på tegning nr. -1-002.2. Resultater av stabilitetsberegningene for profilet er vist på tegning nr. -1-802.1 til -1-802.3 og i Tabell F-3.

Profil C-C går fra moreneryggen i sør, gjennom ny vegfylling for E6 og ned til sjøen ved Trondheimsfjorden. Vegfylling for ny E6 planlegges omtrent i samme høyde som eksisterende E6 men med en breddeutvidelse i skråningen opp mor moreneryggen i sør.

Udrenert skjærfasthet er vurdert ut ifra opptatte prøver i BP. N1-N14 og S21-351P. Drenerte materialparametere er hentet fra erfaringsparametere gitt i SVV håndbok V220 samt korrelert mot tolkede parametere fra treaksialforsøk på opptatte prøver i BP. N1-N14. Grunnvannstanden er basert på utførte målinger av grunnvannsnivå i området og vurdert ut ifra terreng.

Tabell F-3: Sikkerhetsfaktor for kritisk skjærflate Profil C-C

| Tegning nr. | Beregning | Analyse | Sikkerhetsfaktor $\gamma_M$ for kritisk skjærflate |
|---|---|---|---|
| 10207634-RIG-TEG-1-802.1 | Profil C-C, etter etablering av ny E6 | ADP-analyse | 1,60 |
| 10207634-RIG-TEG-1-802.2 | Profil C-C, etter etablering av ny E6 | aφ-analyse | 2,04 |

Beregningene for lokalstabilitet for dagens geometri av vegfylling og for planlagt veg viser tilstrekkelig sikkerhet mot utglidning både for udrenerte analyser ($\gamma_M$=1,60) og ved drenerte analyser ($\gamma_M$=2,04).

## F.1.5 Beregningsprofil D-D

Plassering av beregningsprofilet er vist på tegning nr. -1-002.2. Resultater av stabilitetsberegningene for profilet er vist på tegning nr. -1-803.1 til -1-803.2 og i Tabell F-4.

Profil D-D går fra moreneryggen i sør, gjennom ny vegfylling for lokalveg mellom Refset og Reppe, gjennom E6 og nordover mot Trondheimsfjorden. Vegfylling for ny E6 planlegges omtrent i samme høyde som eksisterende E6 men med en breddeutvidelse på nordsiden av eksisterende vegfylling. I tillegg er det planlagt en ny lokalveg mellom Refset og opp til Reppe og lokalvegen planlegges med kulvert under ny E6. Mellom ny E6 og lokalvegen planlegges det et deponi.

Udrenert skjærfasthet er vurdert ut ifra opptatte prøver i BP. R6-6PR og -3PR, samt S23-584, -576 og -577. Drenerte materialparametere er hentet fra erfaringsparametere gitt i V220 samt korrelert mot tolkede parametere fra treaksialforsøk på opptatte prøver i BP. R6-3PR og R6-6PR. Grunnvannstanden er vurdert ut ifra nivået på bekken som går i området.

Tabell F-4: Sikkerhetsfaktor for kritisk skjærflate Profil D-D

| Tegning nr. | Beregning | Analyse | Sikkerhetsfaktor $\gamma_M$ for kritisk skjærflate |
|---|---|---|---|
| 10207634-RIG-TEG-1-803.1 | Profil D-D, etter etablering av ny E6 | ADP-analyse | 1,52 |
| 10207634-RIG-TEG-1-803.2 | Profil D-D, etter etablering av ny E6 | aφ-analyse | 2,23 |

Beregningene for lokalstabilitet for dagens geometri av vegfylling og for planlagt veg viser tilstrekkelig sikkerhet mot utglidning både for udrenerte analyser ($\gamma_M$=1,52) og ved drenerte analyser ($\gamma_M$=2,23).

### F.1.6 Beregningsprofil E-E

Plassering av beregningsprofilet er vist på tegning nr. -1-002.1. Resultater av stabilitetsberegningene for profilet er vist på tegning nr. -1-804.1 til -1-804.2 og i Tabell F-5.

Profil D-D går fra moreneryggen i sør ved Reppe Panorama, gjennom ny veg for påkjøringsrampe ned mot ny E6 og nordover mot Ranheim. Påkjøringsrampen er planlagt å ligge i skjæringen mellom Reppe Panorama og ny E6.

Udrenert skjærfasthet er vurdert ut ifra opptatte prøver i BP. S21-166. Drenerte materialparametre er hentet fra erfaringsparametere gitt i V220 samt korrelert mot tolkede parametere fra treaksialforsøk på opptatte prøver i BP. R6-3PR og R6-6PR. Grunnvannstanden er vurdert ut ifra løsmassesammensetningen i området og antatt grunnvannsnivå på toppen av moreneryggen.

Tabell F-5: Sikkerhetsfaktor for kritisk skjærflate Profil E-E

| Tegning nr. | Beregning | Analyse | Sikkerhetsfaktor $\gamma_M$ for kritisk skjærflate |
|---|---|---|---|
| 10207634-RIG-TEG-1-804.1 | Profil E-E, etter etablering av ny E6 | ADP-analyse | 1,40 |
| 10207634-RIG-TEG-1-804.2 | Profil E-E, etter etablering av ny E6 | aφ-analyse | 2,04 |

Beregningene for lokalstabilitet for dagens geometri av skjæringen og for planlagt veg viser tilstrekkelig sikkerhet mot utglidning både for udrenerte analyser ($\gamma_M$=1,40) og ved drenerte analyser ($\gamma_M$=2,04).

Multiconsult

Vedlegg G

# Sammenstilling av treaksialforsøk

**(1 side)**

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Treaks-brudd | | Konus | | |
| BP. nr. | Dybde | Jordart | $w_i$ | $w_L$ | $w_P$ | $I_P$ | $\rho$ | Forsøk | $\sigma_{v0}'$ | $\sigma_{ac}'$ | $\sigma_{rc}'$ | $K_0'$ | $\varepsilon_{vol}$ | $\Delta e/e_0$ | OCR | Prøvekvalitet | | GV | $\sigma_{v0}$ | $u_0$ | $\sigma_c'$ | $\Delta e$ | $\rho_s$ | n | $S_r$ | $e_0$ | $c_{uC}$ | $c_{uE}$ | $c_{ufk}$ | $c_{urfc}$ | $S_t$ |
| [-] | [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$^2$] | [-] |
| 1004 | 4,42 | Leire | 25,8 | 23,0 | 17,0 | 6,0 | 2,05 | CAUa | 64,7 | 70,2 | 50,5 | 0,72 | 1,44 | 0,035 | 2,86 | Forstyrret kvalitet | God kvalitet | 2,0 | 88,9 | 24,2 | 184,7 | 0,024 | 2,75 | 40,73 | 103,1 | 0,687 | 22,5 | | 14 | 1,5 | 9,3 |
| R6-3PR | 6,5 | Leire | 26,0 | | | | 2,05 | CAUa | 85,7 | 97,0 | 55,0 | 0,57 | 1,79 | 0,044 | 2,40 | Akseptabel kvalitet | God kvalitet | 2,0 | 130,7 | 45,0 | 205,7 | 0,030 | 2,75 | 40,84 | 103,6 | 0,690 | 60 | | 76 | 26 | 2,9 |
| R6-3PR | 6,6 | Leire | 23,0 | | | | 2,05 | CAUa | 86,7 | 135,0 | 85,0 | 0,63 | 2,40 | 0,061 | 2,38 | Akseptabel kvalitet | Dårlig kvalitet | 2,0 | 132,7 | 46,0 | 206,7 | 0,040 | 2,75 | 39,39 | 97,3 | 0,650 | 86 | | 73 | 18 | 4,1 |
| R6-6PR | 10,5 | Leire, m tynne siltlag | 24,0 | | | | 2,05 | CAUa | 126,2 | 121,0 | 69,0 | 0,57 | 2,79 | 0,070 | 1,95 | Akseptabel kvalitet | Dårlig kvalitet | 2,0 | 211,2 | 85,0 | 246,2 | 0,046 | 2,75 | 39,88 | 99,5 | 0,663 | 80 | | 80 | 20 | 4,0 |
| R6-6PR | 10,6 | Leire, m tynne siltlag | 32,0 | | | | 2,05 | CAUa | 127,2 | 179,0 | 107,0 | 0,60 | 5,46 | 0,125 | 1,94 | Forstyrret kvalitet | Dårlig kvalitet | 2,0 | 213,2 | 86,0 | 247,2 | 0,097 | 2,75 | 43,53 | 114,2 | 0,771 | 82 | | 40 | 5 | 8,0 |

$w_i$ Vanninnhold

$w_L$ Flytegrense

$w_P$ Utrullingsgrense

$I_P$ Plastisitetsindeks, $I_P=w_L-w_P$

$\rho$ Densitet

$\sigma_{v0}'$ In-situ effektiv vertikalspenning

$\sigma_{ac}'$ Aksiell konsolideringsspenning

$\sigma_{rc}'$ Radiell konsolideringsspenning

$K_0'$ Effektiv hviletrykkskoeffisient

$\varepsilon_{vol}$ Volumtøyning ved konsolidering

$e_0$ Poretall

$\Delta e$ Endring i poretall ved konsolidering, $\Delta e=e_{vol}(1+e_0)$ hvor det er antatt $\rho_s$=2.75 g/cm$^3$

$\rho_s$ Korndensitet

$\sigma_c'$ Prekonsolideringsspenning

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

$u_0$ Poretrykk

$S_r$ Metningsgrad

$c_{uC}$ Udrenert aktiv skjærfasthet

$c_{uE}$ Udrenert passiv skjærfasthet

$c_{ufc}$ Udrenert skjærfasthet, konusforsøk

$c_{urfc}$ Omrørt skjærfasthet

$S_t$ Sensitivitet, $S_t=c_{ufc}/c_{urfc}$

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

| OCR | Dybde | Perfekt kvalitet | Akseptabel kvalitet | Forstyrret kvalitet |
|---|---|---|---|---|
| $\sigma_c'/\sigma_{v0}'$ | z | $\varepsilon_{vol}$ < | < $\varepsilon_{vol}$ < | $\varepsilon_{vol}$ > |
| [-] | [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 - poretallsendring $\Delta e$ (Lunne m.fl. 1996)**

| OCR | Meget god kvalitet | God kvalitet | Dårlig kvalitet | Meget dårlig kvalitet |
|---|---|---|---|---|
| $\sigma_c'/\sigma_{v0}'$ | $\Delta e/e_o$ < | < $\Delta e/e_o$ < | < $\Delta e/e_o$ < | $\Delta e/e_o$ > |
| [-] | [-] | [-] | [-] | [-] |
| 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 |

Multiconsult

Vedlegg H

# Sammenstilling av ødometerforsøk

**(1 side)**

| BP. nr. | Dybde | Terrengkote | Jordart | $w_i$ | $w_L$ | $w_P$ | $I_P$ | $\rho$ | Forsøk | $\sigma_{v0}'$ | $\sigma_c'$ | OCR | POP=$\Delta\sigma_c'$ | Estimert tidligere terrengnivå | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | Terrengkote | Valgt POP |
| [-] | [m] | [moh] | [-] | [%] | [%] | [%] | [%] | [g/cm$^3$] | [-] | [kPa] | [kPa] | [-] | [kPa] | [moh] | |
| 1004 | 4,39 | 48,4 | Leire | 23,8 | 34,0 | 20,0 | 14,0 | 2,05 | CRS | 74,5 | 200,0 | 2,7 | 125 | 61 | 120 |
| 1004 | 5,33 | 48,4 | Leire | 30,5 | 34,0 | 20,0 | 14,0 | 2,01 | CRS | 81,8 | 200,0 | 2,4 | 118 | 60 | 120 |
| N1-14P | 5,43 | 82,2 | Leire | 26,5 | | | | 2,01 | CRSC | 82,8 | 200,0 | 2,4 | 117 | 94 | 120 |
| R6-3PR | 5,6 | 105 | Leire, siltig | 24,0 | | | | 2,01 | CRS | 74,4 | 200,0 | 2,7 | 126 | 118 | 120 |
| R6-9PR | 7,65 | 113 | Leire, siltig | 22,0 | | | | 2,01 | CRS | 94,3 | 200,0 | 2,1 | 106 | 124 | 120 |

| GV | $\sigma_0$ | $u_0$ | $\rho_s$ | n | $S_r$ | $e_0$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| [m] | [kN/m$^2$] | [kN/m$^2$] | [g/cm$^3$] | | [%] | [-] |
| 2 | 90,0 | 23,9 | 2,75 | 39,79 | 99,1 | 0,661 |
| 2 | 107,1 | 33,3 | 2,75 | 43,99 | 106,8 | 0,785 |
| 3 | 109,1 | 24,3 | 2,75 | 42,22 | 99,7 | 0,731 |
| 2 | 112,6 | 36 | 2,75 | 41,06 | 94,8 | 0,697 |
| 2 | 153,8 | 56,5 | 2,75 | 40,09 | 90,4 | 0,669 |

$w_i$ Vanninnhold

$w_L$ Flytegrense

$w_P$ Utrullingsgrense

$I_P$ Plastisitetsindeks, $I_P=w_L-w_P$

$\rho$ Densistet

$\rho_s$ Korndensistet

$\sigma_{v0}'$ In-situ effektiv vertikalspenning

$\sigma_c'$ Prekonsolideringsspenning

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

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