

---

RAPPORT

# Planovergang og stasjonstiltak, Hegra stasjon

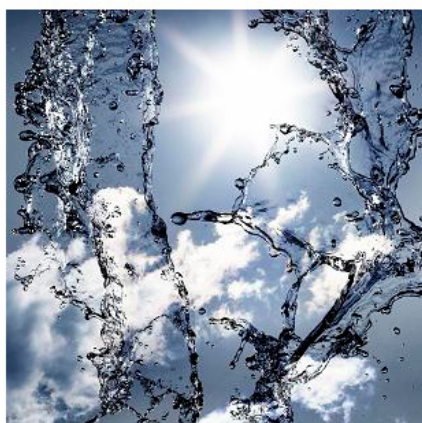
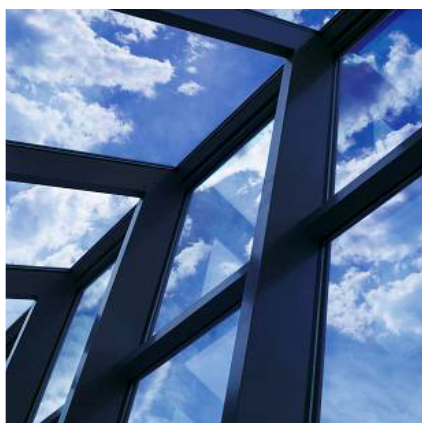
---

OPPDRAAGSGIVER  
Jernbaneverket

EMNE  
Geoteknisk vurderingsrapport

DATO / REVISJON: 30. oktober 2014 / 00  
DOKUMENTKODE: 415952-20-RIG-RAP-002

---



Multiconsult

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

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

## RAPPORT

|                |                                                      |                 |                                              |
|----------------|------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------|
| OPPDRAAG       | <b>Planovergang og stasjonstiltak, Hegra stasjon</b> | DOKUMENTKODE    | 415952-20-RIG-RAP-002                        |
| EMNE           | Geoteknisk vurderingsrapport                         | TILGJENGELIGHET | Åpen                                         |
| OPPDRAAGSGIVER | <b>Jernbaneverket</b>                                | OPPDRAAGSLEDER  | Knut Johansen                                |
| KONTAKTPERSON  | Åge Sjømark                                          | UTARBEIDET AV   | Lise Føsum Christiansen/<br>Roar Skulbørstad |
| KOORDINATER    | SONE: 32V    ØST: 6045    NORD: 70387                | ANSVARLIG ENHET | 3012 Multiconsult AS                         |
| GNR./BNR./SNR. | 228 / / / Stjørdal kommune                           |                 |                                              |

## SAMMENDRAG

Jernbaneverket planlegger å stenge planovergang ved Km 42,175 på Meråkerbanen ved Hegra stasjon i Stjørdal kommune. I den forbindelse planlegges det å bygge en kulvert ca. 25 m vest for planovergangen samt tilhørende veg og i tillegg en jordbruksveg til dyrka mark og kommunal pumpestasjon.

Foreliggende rapport presenterer grunnlag for geotekniske beregninger og vurderinger. Videre presenteres resultater fra stabilitetsberegninger samt vurdering av fundamentering av kulvert.

Hegra stasjon ligger på en elveterrasse sør for Stjørdalselva på ca. kote +18. Meråkerbanen ligger omtrent i høyde med terreng på terrassen. Nord for stasjonen er det ei ca. 10 m høy skråning ned mot ei elveslette langs Stjørdalselva. Terrenget på elvesletta er flatt og ligger mellom kote +7 og kote +9. Skråninga ned mot elvesletta er bratt med gjennomsnittlig terrenghelning ca. 1:1,8. Lokalt er skråningshelninga brattere enn 1:1,5.

Løsmassene består av et topplag av antatt fyllmasse og sand, silt og planterester på 2 til 4 m over leire. Sonderingene er avsluttet i 15 og 20 meters dybde. Det er påvist kvikkleire i ett borpunkt (PR. 2) mellom 8 og 9 m under terreng.

### Veglinje 62 000

Skråninga fra elveterrassen og ned til elvesletta er bratt. Veglinje 62 000 er planlagt anlagt i foten av skråninga. Helning på ca. 1:1,5 antyder at skråninga ligger omtrent i rasvinkel og er stabilisert av et vegetasjonsdekke. Slike bratte skråninger er ofte utsatt for overflateglidninger i forbindelse med teleløsning eller perioder med kraftig nedbør. Uten stabiliserende tiltak er den beregningsmessige stabiliteten for overflateutglidning i skråninga for lav iht. krav i Eurokode 7. For dype utglidninger er beregningsmessig sikkerhet tilfredsstillende.

Den planlagte vegen skal i hovedsak benyttes som atkomst til dyrka mark og kommunal pumpestasjon samt eventuelt som g/s-sti. Det vil si lav ÅDT.

Da det ikke er spor etter overflateerosjon og – glidninger i skråninga, liten trafikkmengde samt at den planlagte vegen bygges slik at den ikke påvirker stabiliteten negativt, mener vi at det sikkerhetsmessig akseptabelt å bygge vegen uten stabiliserende tiltak.

### Veglinje 63 000 og kulvert

Veglinja starter i sør ved Hegra stasjon og er planlagt i kulvert under Meråkerbanen. Videre går den i skjæring vestover langs skråningstoppen av den bratte skråninga ned mot veglinje 62 000 til den når eksisterende veg/terreng i PR. 125. Permanente skjæringar tilrås anlagt med helning 1:2,5 av hensyn til stabilitet.

Graveplanum for kulvert er ca. 4,5 m under terreng. Det vil si i omtrent i nivå med grunnvannstand. Kulverten kan direktefundamenteres på hel bunnplate. Det må påregnes å masseutskifte ca. 1,0 m med sprengstein/pukk under kulverten.

|      |            |                                 |                                              |                   |             |
|------|------------|---------------------------------|----------------------------------------------|-------------------|-------------|
|      |            |                                 |                                              |                   |             |
|      |            |                                 |                                              |                   |             |
|      |            |                                 |                                              |                   |             |
|      |            |                                 |                                              |                   |             |
| 00   | 30.10.2014 | Utsendelse av vurderingsrapport | Lise Føsum Christiansen<br>/Roar Skulbørstad | Odd Magne Solheim | Arne Vik    |
| REV. | DATO       | BESKRIVELSE                     | UTARBEIDET AV                                | KONTROLLERT AV    | GODKJENT AV |

## INNHOLDSFORTEGNELSE

|          |                                                       |           |
|----------|-------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Innledning .....</b>                               | <b>5</b>  |
| <b>2</b> | <b>Grunnlag .....</b>                                 | <b>5</b>  |
| <b>3</b> | <b>Topografi og grunnforhold .....</b>                | <b>6</b>  |
| 3.1      | Topografi og løsmasser .....                          | 6         |
| 3.2      | Grunnvann .....                                       | 6         |
| <b>4</b> | <b>Sikkerhetsprinsipper .....</b>                     | <b>7</b>  |
| <b>5</b> | <b>Stabilitetsberegninger .....</b>                   | <b>7</b>  |
| 5.1      | Generelt .....                                        | 7         |
| 5.2      | Utbredelse av kvikkleire / sprøbruddmateriale .....   | 7         |
| 5.3      | Stabilitetsberegninger .....                          | 7         |
| 5.4      | Beregningsverktøy .....                               | 7         |
| 5.5      | Materialparametere .....                              | 8         |
| 5.6      | Profil A-A .....                                      | 8         |
| 5.7      | Tidligere utførte stabilitetsberegninger .....        | 8         |
| <b>6</b> | <b>Geoteknisk vurdering .....</b>                     | <b>8</b>  |
| 6.1      | Veglinje 62 000 .....                                 | 8         |
| 6.1.1    | Generelt .....                                        | 8         |
| 6.1.2    | PR. 0-85 .....                                        | 9         |
| 6.1.3    | PR. 85-190 .....                                      | 9         |
| 6.1.4    | PR. 190-470 .....                                     | 9         |
| 6.2      | Veglinje 63 000 .....                                 | 9         |
| 6.2.1    | Veg .....                                             | 9         |
| 6.2.2    | Kulvert under Meråkerbanen .....                      | 10        |
| 6.3      | Generelle retningslinjer for graving og fylling ..... | 10        |
| 6.4      | Setninger .....                                       | 11        |
| <b>7</b> | <b>Kritiske momenter / oppsummering .....</b>         | <b>11</b> |
| <b>8</b> | <b>Referanser .....</b>                               | <b>11</b> |

### Tegning

|                   |               |                                                                   |
|-------------------|---------------|-------------------------------------------------------------------|
| 415952-20-RIG-TEG | - 000         | Oversiktskart                                                     |
|                   | - 001, Rev 01 | Borplan                                                           |
|                   | - 090.4       | Treaksialforsøk, BP. 2, d=10,35 m, spenningssti med tolket styrke |
|                   | - 200         | Profil A-A, lagdeling                                             |
|                   | - 260         | Udrenert skjærfasthet, designlinje, BP.1                          |
|                   | - 261         | Udrenert skjærfasthet, designlinje, BP.2                          |
|                   | - 262         | Udrenert skjærfasthet, designlinje, BP.5                          |
|                   | - 300         | Profil A-A, ADP-analyse                                           |
|                   | - 301         | Profil A-A, aφ-analyse                                            |

### Vedlegg

- A. Sikkerhetsprinsipper
- B. Materialparametere

## 1 Innledning

Jernbaneverket planlegger å stenge planovergang ved Km 42,175 på Meråkerbanen ved Hegra stasjon i Stjørdal kommune. I den forbindelse planlegges det å bygge en kulvert ca. 25 m vest for planovergangen samt tilhørende veg. For atkomst til dyrket mark på elveslette nord for jernbanelinja planlegges det i tillegg en jordbruksveg.

Multiconsult AS er engasjert av Jernbaneverket til å utføre grunnundersøkelser i forbindelse med sanering av planovergangen, etablering av kulvert og nye veglinjer, samt å gi en geoteknisk vurdering av de planlagte tiltakene.

Foreliggende rapport presenterer grunnlag for geotekniske beregninger og vurderinger. Videre presenteres resultater fra stabilitetsberegninger samt vurdering av fundamentering av kulvert.

## 2 Grunnlag

I forbindelse med sanering av planovergangen og ny veg langs dyrka marka har Multiconsult AS utført grunnundersøkelser i området. Grunnundersøkelsene er presentert i rapport nr. 415952-20-RIG-RAP-001 datert 20.08.2014. Resultat fra grunnundersøkelsene danner grunnlag for geoteknisk vurdering av kulvert og vegtraséer med hensyn på stabilitet av graveskråninger og vegfyllinger. I tillegg har Rambøll tidligere utført grunnundersøkelser for planlagt boligutbygging på Hegraneset. Resultat fra disse undersøkelsene er også benyttet som grunnlag for våre vurderinger. Det vises til rapport nr. 6130517-1, datert 17. juli 2013.

I tillegg til geotekniske rapporter er følgende tegninger/dokumenter benyttet som grunnlag for våre vurderinger:

Tabell 2.1 Grunnlagsdokumenter

| Nr. | Tegning/dokument            | Tittel/kommentar                                                                                     | Datert     |
|-----|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1   | B-001, Rev 00B              | Meråkerbanen. Hegra stasjon, km 42,175. Sanering av planovergang. Plantegning                        | 24.10.2014 |
| 2   | D-001, Rev 00B              | Meråkerbanen. Hegra stasjon, km 42,175. Sanering av planovergang. Plan- og profiltegning veg 62 000  | 24.10.2014 |
| 3   | D-001                       | Meråkerbanen. Hegra stasjon, km 42,175. Sanering av planovergang. Plan- og profiltegning             | 16.12.2013 |
| 4   | F-001, Rev 00B              | Meråkerbanen. Hegra stasjon, km 42,175. Sanering av planovergang. Normalprofil veg 62 000            | 24.10.2014 |
| 5   | F-001, Rev 00B              | Meråkerbanen. Hegra stasjon, km 42,175. Sanering av planovergang. Normalprofil veg 62 000 pr. 80-190 | 24.10.2014 |
| 6   | U-001 t.o.m. U-006, Rev 00B | Meråkerbanen. Hegra stasjon, km 42,175. Sanering av planovergang. Tverrprofiler veg 62 000           | 24.10.2014 |
| 7   | U-009 t.o.m. U-011          | Meråkerbanen. Hegra stasjon, km 42,175. Sanering av planovergang. Tverrprofiler veg 63 000           | 06.11.2013 |

### 3 Topografi og grunnforhold

#### 3.1 Topografi og løsmasser

Det aktuelle området ligger ved Hegra stasjon i Stjørdal kommune. Hegra stasjon ligger på en elveterrasse sør for Stjørdalselva på ca. kote +18. Meråkerbanen ligger omtrent i høyde med terreng på terrassen. Nord for stasjonen er det ei ca. 10 m høy skråning ned mot ei elveslette langs Stjørdalselva. Terrengtet på elvesletta er flatt og ligger mellom kote +7 og kote +9. Skråninga ned mot elvesletta er bratt med gjennomsnittlig terrenghelning ca. 1:1,8. Lokalt er skråningshelninga brattere enn 1:1,5.

Grunnundersøkelsene viser at løsmassene i hovedsak består av et topplag på ca. 2 til 4 m av silt, sand og grus over leire med tynne silt- / finsandlag.

I én prøveserie, PR. 2, er det påvist kvikkleire mellom dybde 8 – 9 m under terreng. Videre er det i samme prøveserie registrert sensitiv leire mellom 10 og 11 m under terreng.

For nærmere beskrivelse av grunnforhold vises det til rapport nr. 415952-20-RIG-RAP-001.

#### 3.2 Grunnvann

Grunnvannstanden ble peilet i enkelte borhull til i forbindelse med feltarbeidet i mars 2014.

Følgende dybder til grunnvann i borhullene ble registrert:

- BP. 1: Ca. 1 m under terreng
- BP. 2: Ca. 2 m under terreng
- BP. 5: Ca. 4 m under terreng

Videre er det installert en hydraulisk poretrykksmåler i dybde 6 m under terreng i BP. 5. Målt poretrykk indikerer grunnvannstand ca. 5,2 m under terreng.

I tillegg har Rambøll har satt ned to poretrykksmålere i BP. R-BP4 i dybde 7 m og 14 m under terreng. Disse målingene indikerer grunnvannsstand ca. 4,5 m under terreng.

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 Sikkerhetsprinsipper

Følgende klassifisering av prosjektet er valgt, og grunnlagt i Vedlegg A:

- Geoteknisk kategori 2
- Pålitelighetsklasse (CC / RC) 2
- Tiltaksklasse 2 iht. PBL
- Kontrollklasse 2 «Normal» for prosjektering og utførelse
- Grunntype D for vurdering av seismisk påvirkning

## 5 Stabilitetsberegninger

### 5.1 Generelt

Veglinje 62 000 er planlagt som jordbruksveg for atkomst til pumpestasjon samt dyrka mark på elvesletta langs Stjørdalselva. Veglinja ligger på lav fylling i foten av skråninga opp mot den høyereliggende elveterrassen hvor Meråkerbanen ligger.

Veglinje 63 000 er planlagt fra Hegra stasjon og i kulvert under Meråkerbanen og deretter vestover langs skråningstoppen på elveterrassen. Veglinja er planlagt som atkomst til enebolig eiendom GNR/BNR 228/5 samt som gang- og sykkelveg fra Hegra stasjon på Hegraneset.

### 5.2 Utbredelse av kvikkleire / sprøbruddmateriale

Grunnundersøkelsene viser at det er påtruffet kvikkleire i BP.2. I følge [www.skrednett.no](http://www.skrednett.no) er det ikke noen kjent kvikkleiresone i området. Videre er det ikke påvist kvikkleire ved Rambøll sine grunnundersøkelser i forbindelse med nybygg på Hegraneset /2/.

Kvikkleireforekomsten i BP. 2 vurderes som ei lokal lomme og ikke et gjennomgående lag siden det ikke er påtruffet kvikkleire i de øvrige borpunktene i planområdet.

### 5.3 Stabilitetsberegninger

For å vurdere skråningsstabiliteten er det utført beregninger for ett utvalgt snitt, profil A-A. Beregningsprofilet er vurdert som det mest kritiske basert på topografi og grunnforhold.

Plassering av beregningsprofilet er vist på tegning nr. 415952-20-RIG-TEG-001. Det er utført beregninger ved udrenert totalspenningsanalyse, ADP-analyse, og drenert effektivspenningsanalyse,  $\alpha\phi$ -analyse.

Videre har Rambøll utført stabilitetsberegninger for ett profil i forbindelse med utbygging på Hegraneset /3/. Beregningsprofilet krysser veglinje 62000 ca. ved profil 20.

### 5.4 Beregningsverktøy

Stabilitetsberegningene er utført med beregningsprogrammet «GeoSuite Stability» versjon 14.0.2 med beregningsmodell 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.

## 5.5 Materialparametere

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

Valgte materialparametre er vist i vedlegg B.

## 5.6 Profil A-A

Lagdeling og materialparametre er vurdert ut i fra utførte grunnundersøkelser. Tolket lagdeling er vist på tegning nr. -200.

I beregninga er det tatt med en jevnt fordelt trafikklast på 13 kPa over veiens bredde for veien i overkant av skråninga iht. Statens vegvesen håndbok V220.

Både plan og sirkulær glideflate er beregnet, men kun den mest kritiske skjærflaten er presentert.

Plott av stabilitetsberegningene er vist i tegning nr. 415952-20-RIG-TEG-300 til -301. I tabell 5.1 er beregnet sikkerhetsfaktor mot utglidning for de forskjellige beregningene oppsummert.

Tabell 5.1      Beregnet sikkerhetsfaktor for kritisk skjærflate profil A-A

| Tegning nr.           | Beskrivelse                           | Analyse               | Sikkerhetsfaktor, $\gamma_m$ , for kritisk skjærflate |
|-----------------------|---------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------|
| 415952-20-RIG-TEG-300 | Udrenert beregning av dagens geometri | ADP-analyse           | 1,31                                                  |
| 415952-20-RIG-TEG-301 | Drenert beregning av dagens geometri  | $\alpha\phi$ -analyse | 1,29                                                  |

Stabilitetsberegningene viser tilfredsstillende sikkerhet for skjærflater som starter minimum 5 m bak skråningstoppen. Det vil si at for dype utglidninger er beregningsmessig sikkerhet tilfredsstillende.

## 5.7 Tidligere utførte stabilitetsberegninger

Rambøll har utført stabilitetsberegninger i ett profil vest i planområdet ved Hegraneset i forbindelse med planlagt boligutbygging. Det vises til notat nr. 6130517-G-not-001 /3/. Beregningene viser at skråningsstabiliteten ned mot Stjørdalselva er noe lav. De tilrår at skråninga mellom PR. 85 og PR. 190 slakes ned til 1:2,4 for å oppnå tilfredsstillende stabilitet. Det er foreslått at øvre del av skråninga slakes ned og at det fylles opp med sprengstein i nedre del av skråninga.

# 6 Geoteknisk vurdering

## 6.1 Veglinje 62 000

### 6.1.1 Generelt

Planlagt veglinje ligger hovedsakelig i nivå med eksisterende terreng, som medfører mindre fyllinger og skjæringer. Vegen er planlagt som en landbruksveg med vegoppbygning etter håndboken «Normaler for landbruksveger» /11/.

### 6.1.2 PR. 0-85

På den aktuelle strekninga følger planlagt veg eksisterende veg med mindre kurveutrettinger og planlagt veg ligger omtrentlig i nivå med eksisterende terreng. Det er planlagt skjæringer og fyllinger med inntil ca. 1 m mektighet.

Det forventes ikke stabilitetsproblemer med å etablere vegen som planlagt, forutsatt at fyllinger og skjæringer etableres med helning 1:2.

### 6.1.3 PR. 85-190

Mellom PR. 85 og 190 er det planlagt nedslaking av skråning ovenfor planlagt veg iht. Rambølls anbefalinger i notat nr. 6130517-G-not-001.

### 6.1.4 PR. 190-470

Skråninga fra elveterrassen og ned til elvesletta er bratt. Veglinje 62 000 er planlagt anlagt i foten av skråninga. Helning på ca. 1:1,5 antyder at skråninga ligger omtrent i rasvinkel og er stabilisert av et vegetasjonsdekke. Slike bratte skråninger er ofte utsatt for overflateglidninger i forbindelse med teleløsning eller perioder med kraftig nedbør.

Uten stabiliserende tiltak er den beregningsmessige stabiliteten for overflateutglidning i skråninga for lav iht. krav fra Eurokode 7 ( $\gamma_M \approx 1,1-1,2$ ). Eurokode 7 stiller krav om sikkerhet på  $\gamma_M \geq 1,25$  for drenerte analyser og  $\gamma_M \geq 1,40$  for udrenerte analyser. For dype utglidninger er beregningsmessig sikkerhet tilfredsstillende.

Tiltak for å bedre sikkerheten mot overflateglidning vil være å slake ut skråninga til helning 1:2,5 ved å fylle på masser, eksempelvis grus eller sprengstein. Da det ligger en veg og på toppen av skråninga er utslaking av toppen av skråninga ikke mulig.

Ved befaring tidligere i år var det ingen spor etter overflateglidninger i skråninga, men det er en risiko for at overflateutglidninger kan inntreffe, spesielt i perioder med mye nedbør, kraftig snøsmelting, opptining av tele ol..

Den planlagte vegen skal i hovedsak benyttes som atkomst til dyrka mark og kommunal pumpestasjon samt eventuelt som g/s-sti. Det vil si lav ÅDT.

Da det ikke er spor etter overflateerosjon og –glidninger i skråninga, liten trafikkmengde samt at den planlagte vegen bygges slik at den ikke påvirker stabiliteten negativt, mener vi at det sikkerhetsmessig akseptabelt å bygge vegen uten stabiliserende tiltak. Disse vurderingene er akseptert av oppdragsgiver. Det vises til e-post datert 22. august 2014.

Fra profil 190 og videre tilrås det at veg 62 000 anlegges slik at vegen ikke påvirker stabilitet negativt. Det vil si at det ikke etableres skjæringer i skråninga, og at vegen fortrinnsvis anlegges på fylling eller i nivå med eksisterende terreng.

## 6.2 Veglinje 63 000

### 6.2.1 Veg

Veglinja starter i sør ved Hegra stasjon og er planlagt i kulvert under Meråkerbanen. Videre går den i skjæring vestover langs skråningstoppen av den bratte skråninga ned mot veglinje 62 000 til den når eksisterende veg/terreng i PR. 125. Skjæringene er inntil ca. 4 m dype i forhold til eksisterende terreng og er planlagt med skjæringshelning 1:2. Mellom PR. 10 og 40 er det vist støttemur med høyde på inntil ca. 3,5 m på sørsida av vegen.

Permanente skjæringer tilrås anlagt med helning 1:2,5 av hensyn til stabilitet. Eventuelle permanente skjæringer i eksisterende masser som utføres brattere enn 1:2,5 kan bli utsatt for teleglidning. Dersom brattere skråning kreves for å gjennomføre utgravingen, må det vurderes særskilte tiltak.

Da veglinja i hovedsak ligger i skjæring, vil den ikke påvirke skråningsstabiliteten ned mot nordenforliggende elveslette/veglinje 62 00 negativt og kan bygges som planlagt forutsatt av skjæringsutslagene slakes ned til 1:2,5.

Eventuelle støttemurer kan bygges av betong eller som tørrmur. Eventuelle tørrmur bør utføres iht. Statens vegvesen håndbok V270 «Tørrmuring og maskin».

### 6.2.2 Kulvert under Meråkerbanen

Kulverten er planlagt bygd i løpet av ei togfri helg. Løsmassene ved den planlagte kulverten består i hovedsak av lagdelte masser sand, grus og silt ned til ca. 4 m under terreng. Derunder er det fast leire med enkelte siltlag.

Geometri kulvert:

- Topp jernbanelinje: kote +18,5
- Lysåpning kulvert (bxh): 2,5 x 2,0 m
- Vegnivå kulvert: kote + 15,2
- Antatt graveplanum: ca. kote + 14

Gravenivå på ca. kote + 14 gir at det må graves ned til dybde ca. 4,5 m under terreng. Det vil si at gravenivå er omtrent i nivå med grunnvannstanden.

Kulverten kan direktefundamenteres på hel bunnplate. Det må påregnes å masseutskifte ca. 0,5 m med sprengstein/pukk under kulverten.

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

Oppfylling på original mineralsk grunn må utføres på telefri grunn. Eventuelle telelag må fjernes.

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.

Grunnen er meget 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.

Kulverten vil bli kompensert fundamentert og setningsrisikoen er lav.

For å sikre jernbanesporet mot differansesetninger i lengderetning må det benyttes overgangsplater som tar opp eventuelle setninger i overgangen løsmasser og kulvert.

Gravemasser må av hensyn til skråningsstabiliteten mellomlagres mer enn 10 m bak skråningstoppen.

## 6.3 Generelle retningslinjer for graving og fylling

Vegfyllingene under vegkroppen tilrås bygd opp med sprengstein eller grus med helning 1:2. Mellom sprengstein / grus og mineralske grunn legges det separasjonsduk for å hindre inntrengning av finkornige masser.

Alle fyllinger må bygges opp lagvis og komprimeres iht. normal komprimering etter tabell 2 i NS 3458.

Matjord og humusholdige masser under vegfyllingene må fjernes. All oppfylling må utføres på telefri grunn, eventuelt må telelag fjernes.

Permanente skjæringer i løsmasser må etableres med helning 1:2,5 eller slakere. Dersom brattere skråninger kreves for å gjennomføre utbygginga, må det vurderes særskilte tiltak. Dette gjelder også hvis det påtreffes vannførende lag. Der vegskjæringene etableres i siltige løsmasser kan det erfaringsmessig bli problemer med overflateglidninger. I disse områdene må det påregnes å stabilisere vegskjæringene med pukkfylte grøfter for å hindre overflateglidninger. Alternativt kan skjæringene plastres med et 0,5 til 1 m tykt lag med samfengt sprengstein.

#### 6.4 Setninger

Løsmassene bedømmes som lite kompressibel og i stor grad overkonsolidert. Det forventes derfor ikke store langtidssetninger i undergrunnen som følge av vegfyllingene.

Imidlertid vil det oppstå egensetninger i fyllingene. I godt komprimerte sprengsteinsfyllinger må det påregnes egensetninger i størrelsesorden 1 % av fyllingshøyden.

### 7 Kritiske momenter / oppsummering

De største risikomomentene knyttet til utførelsen av arbeidene er:

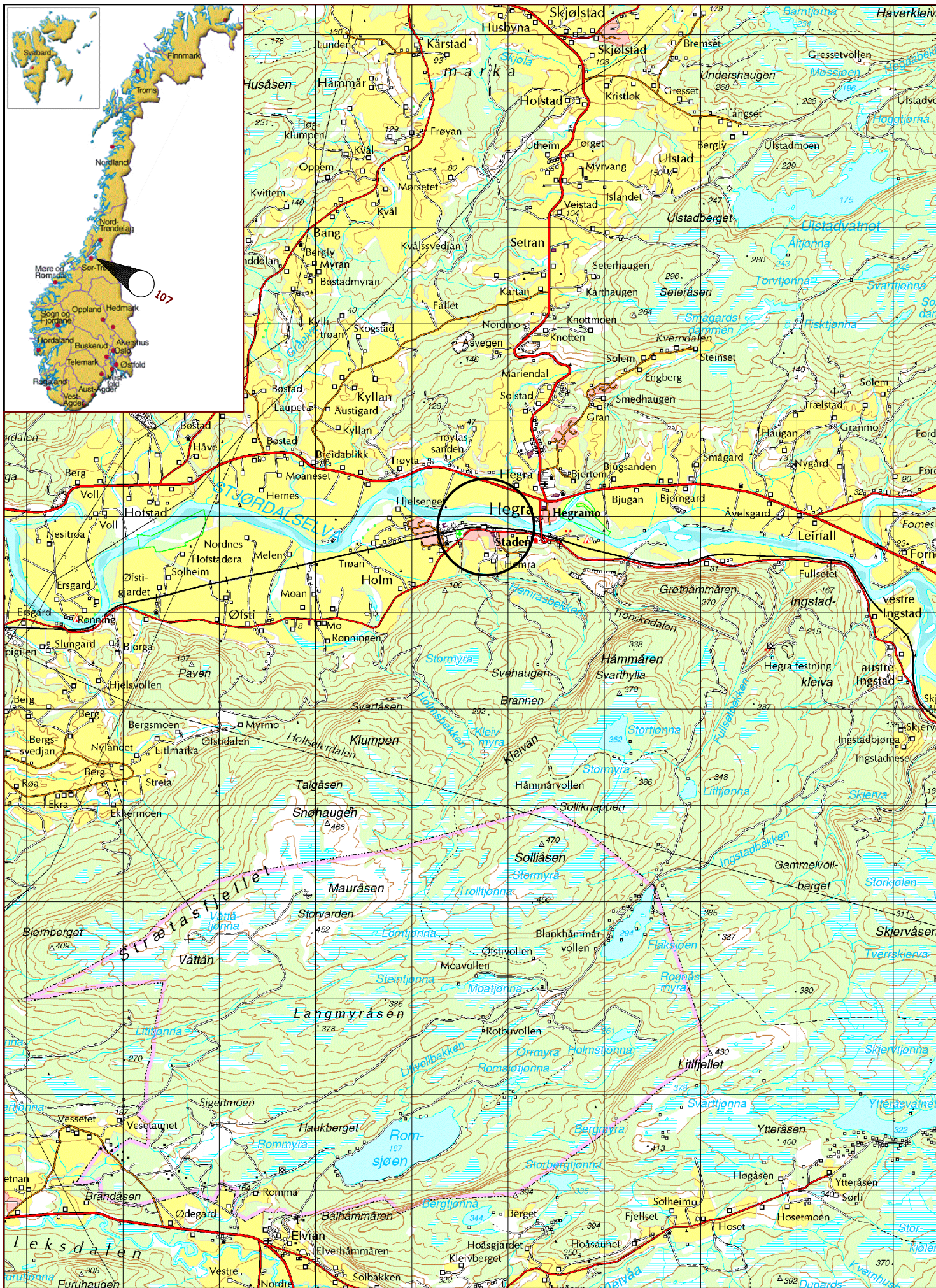
- unøyaktig grave- og fyllingsarbeid
- utilsiktet mellomlagring av masser
- destabiliserende poretrykksoppbygning i grunnen
- setninger/differansesetninger

Dersom det i senere planfase gjøres endringer av veggeometri, og dermed endring av vegfyllinger og -skjæringer, må dette vurderes av geotekniker.

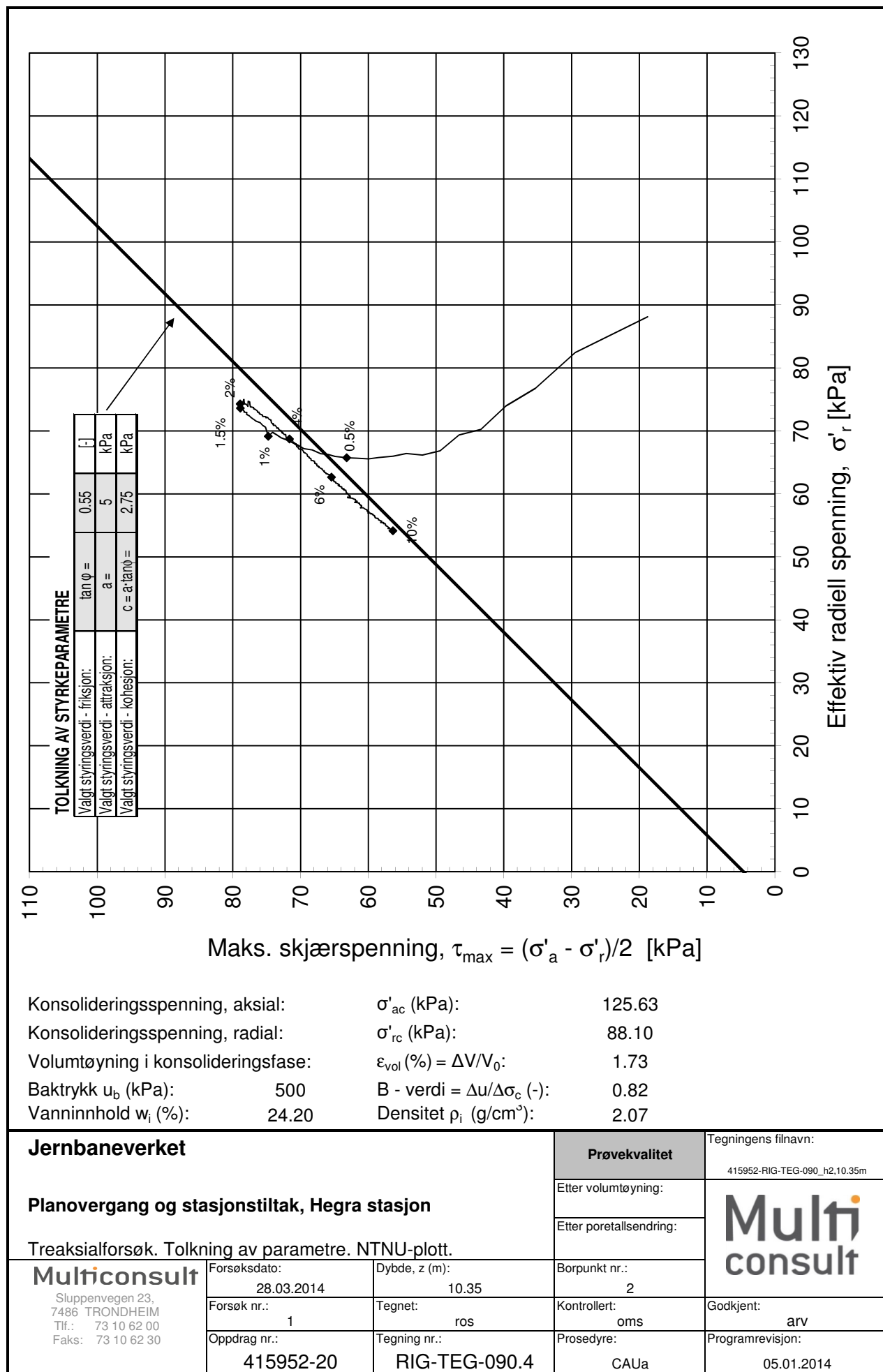
### 8 Referanser

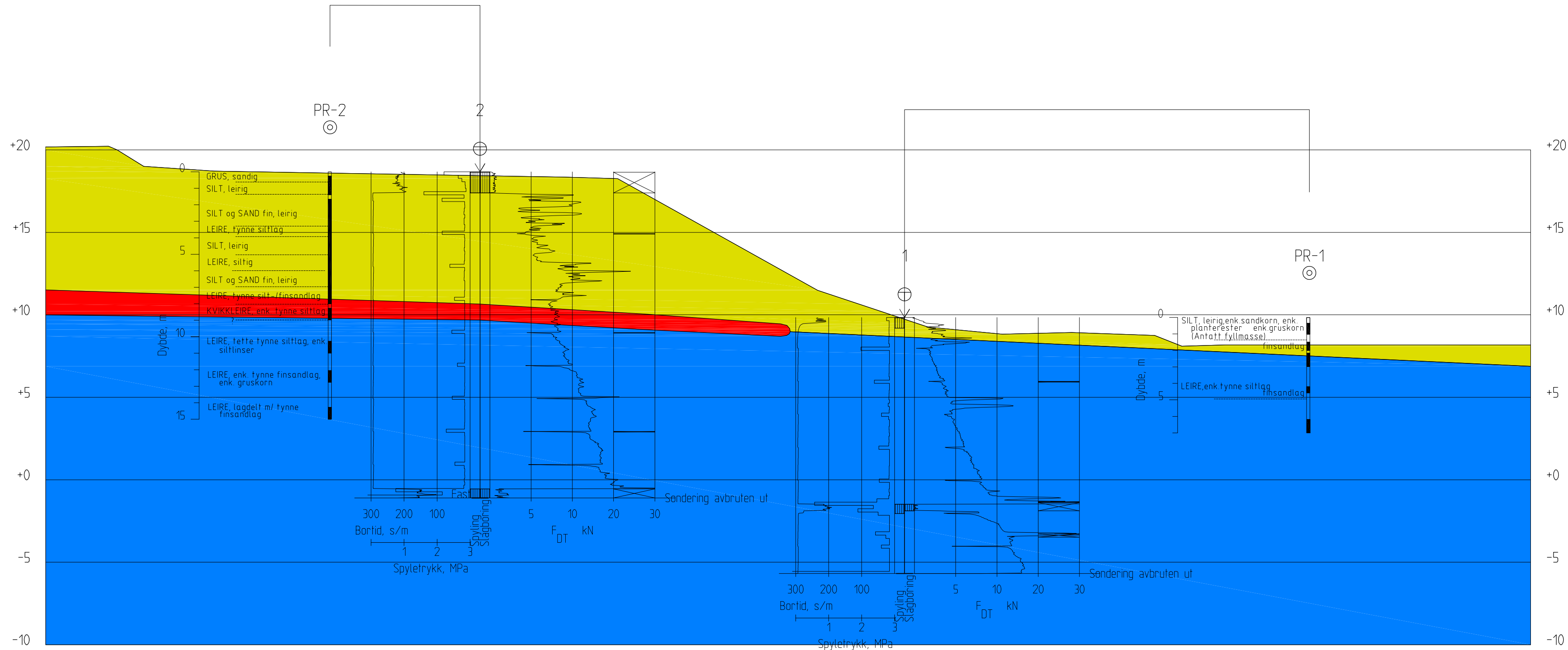
- /1/ Multiconsult AS, rapport nr. 415952-20-RIG-RAP-001 «Planovergang og stasjonstiltak, Hegra stasjon. «Datarapport grunnundersøkelser» datert 20.08.2014
- /2/ Rambøll, rapport nr. 6130517-1 datert 17.07.2013.
- /3/ Rambøll, notat nr. G-not-001 «Geoteknisk vurdering for nybygg på Hegraneset» datert 20.09.2013
- /4/ NVE (2014) *Sikkerhet mot kvikkleireskred*. NVE veileder nr. 7/2014.
- /5/ Standard Norge (2008). *Systemer for kvalitetsstyring – Krav*. Norsk standard (ISO) NS-EN ISO 9001:2008, Des. 2008
- /6/ Standard Norge (2004). *Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler*. NS-EN 1997-1:2004 + NA:2008
- /7/ Standard Norge (2007). *Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 2: Prosjektering basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver*. NS-EN 1997-2\_2007 + NA 2008
- /8/ Standard Norge (2004). *Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning*. NS-EN 1998-1:2004+NA:2008

- /9/ NGI rapport nr. 2001008-62. *Veiledning ved små inngrep i kvikkleiresoner.*
- /10/ Standard Norge (2002). *Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner.* NS-EN 1990-1:2002 + NA:2008
- /11/ Landbruks- og matdepartementet (2013). *Normaler for landbruksveger – med byggebeskrivelse.* ISBN: 978-82-7333-185-4





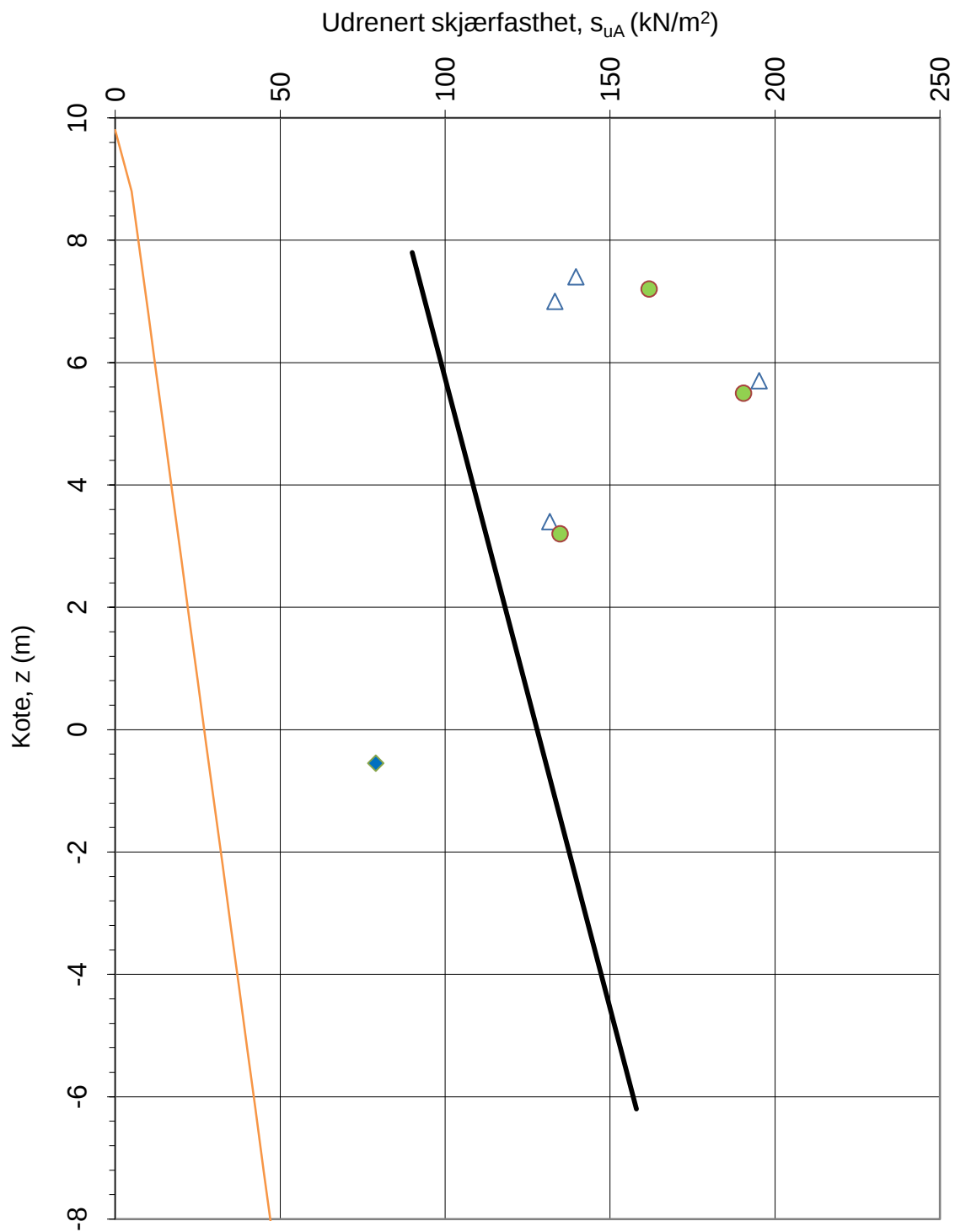




Tegnforklaring:

- Sand/silt/leire
- Kvikkleire/sprøbruddmatr.
- Leire

|                                                                 |             |                          |                            |                    |                 |
|-----------------------------------------------------------------|-------------|--------------------------|----------------------------|--------------------|-----------------|
|                                                                 |             |                          |                            |                    |                 |
|                                                                 |             |                          |                            |                    |                 |
| Rev.                                                            | Beskrivelse | Dato                     | Tegn.                      | Kontr.             | Godkj.          |
| Jernbaneverket<br>Planovergang og stasjonstiltak, Hegra stasjon |             |                          | Fag<br>Geoteknikk          | Format<br>A3L      |                 |
|                                                                 |             |                          | Dato<br>29.10.2014         |                    |                 |
| Grunnundersøkelser<br>Profil A - A<br>Lagdeling                 |             |                          | Format/Målestokk:<br>1:200 |                    |                 |
|                                                                 |             |                          |                            |                    |                 |
| Multiconsult<br>www.multiconsult.no                             |             | Status                   | Konstr./Tegnet<br>LFC      | Kontrollert<br>ROS | Godkjent<br>ARV |
|                                                                 |             | Oppdragsnr.<br>415952-20 | Tegningsnr.<br>RIG-TEG-200 |                    |                 |
|                                                                 |             |                          |                            |                    | Rev.<br>00      |



— suA, 0,25\*po'      △ suA, konus (korrigert)      ● suA, enaks (korrigert)  
◆ suA, treaks      — suA, designlinje

Oppdragsgiver:

**Jernbaneverket**

Oppdrag:

**Hegra stasjon**

Tegningens filnavn:

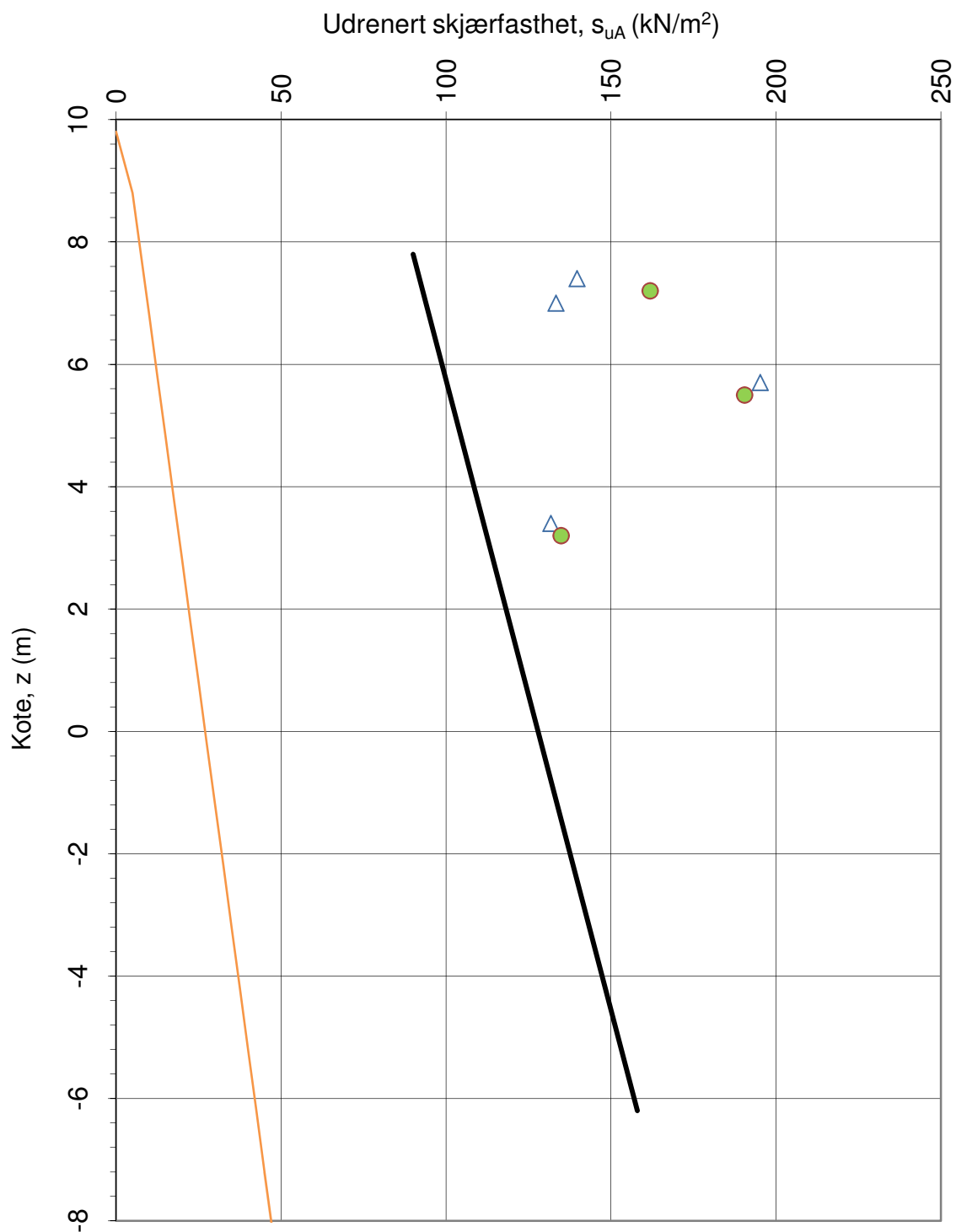
415952-20\_Su designlinje.xlsx

BP.1

Aktiv udrenert skjærfasthet  $s_{uA}$ .

**Multiconsult**

|                 |                           |                     |                     |                  |
|-----------------|---------------------------|---------------------|---------------------|------------------|
| MULTICONSULT AS | Dato:<br>22.08.2014       | Tegnet:<br>LFC      | Kontrollert:<br>ROS | Godkjent:<br>ARV |
|                 | Oppdrag nr.:<br>415952-20 | Tegning nr.:<br>260 | Versjon:            | Revisjon:        |



—  $s_{uA}$ ,  $0,25 \cdot p_o'$      
 △  $s_{uA}$ , konus (korrigert)     
 ●  $s_{uA}$ , enaks (korrigert)

◆  $s_{uA}$ , treaks     
 —  $s_{uA}$ , designlinje

Oppdragsgiver:

**Jernbaneverket**

Oppdrag:

**Hegra stasjon**

Tegningens filnavn:

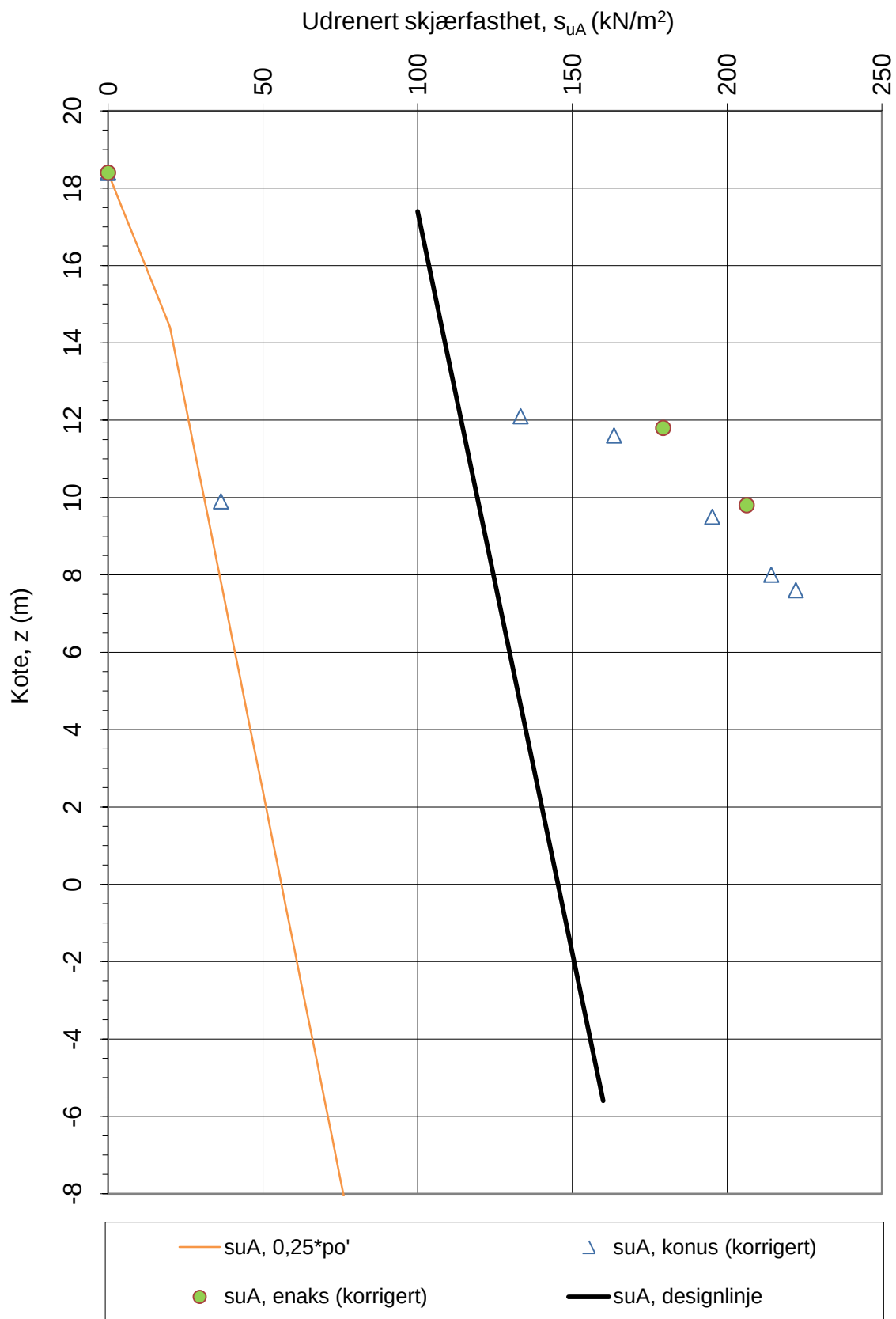
415952-20\_Su designlinje.xlsx

BP.2

Aktiv udrenert skjærfasthet  $s_{uA}$ .

**Multiconsult**

|                 |                           |                     |                     |                  |
|-----------------|---------------------------|---------------------|---------------------|------------------|
| MULTICONSULT AS | Dato:<br>22.08.2014       | Tegnet:<br>LFC      | Kontrollert:<br>ROS | Godkjent:<br>ARV |
|                 | Oppdrag nr.:<br>415952-20 | Tegning nr.:<br>260 | Versjon:            | Revisjon:        |



Oppdragsgiver:

**Jernbaneverket**

Oppdrag:

**Hegra stasjon**

Tegningens filnavn:

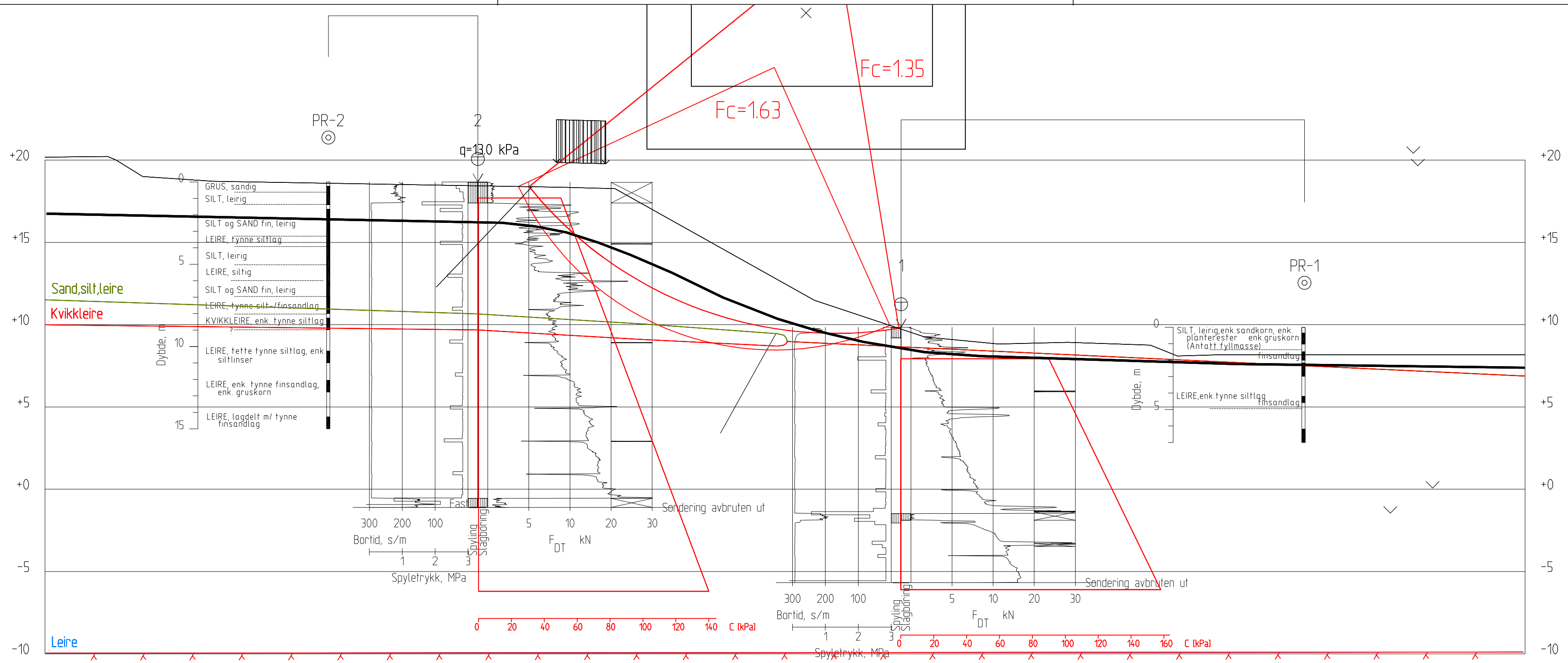
415952-20\_Su designlinje.xlsx

BP.5

Aktiv udrenert skjærfasthet  $s_{uA}$ .

**Multiconsult**

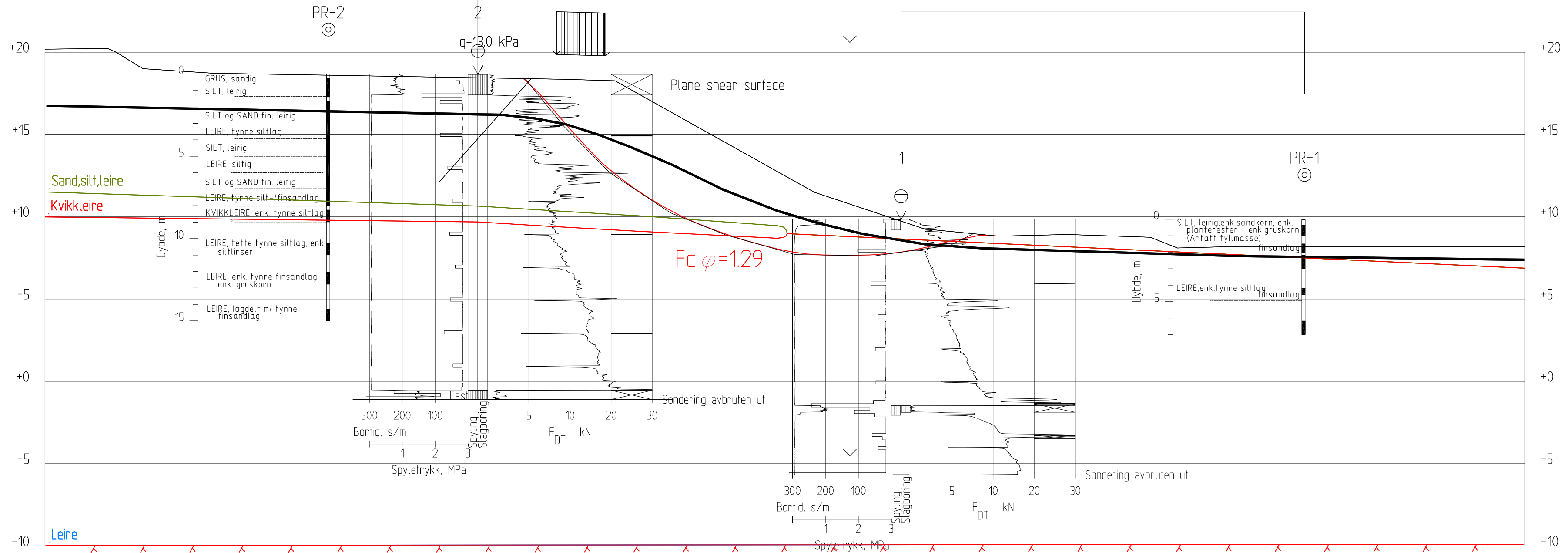
|                    |                           |                     |                     |                  |
|--------------------|---------------------------|---------------------|---------------------|------------------|
| MULTICONCONSULT AS | Dato:<br>22.08.2014       | Tegnet:<br>LFC      | Kontrollert:<br>ROS | Godkjent:<br>ARV |
|                    | Oppdrag nr.:<br>415952-20 | Tegning nr.:<br>262 | Versjon:            | Revisjon:        |



z:\o415\415952\415952-03 arbeidsområde\415952-07 registreringer\hegra stasjon\geosuite\stabgraf.rit\415952-20-rig-ber-01 profil a-a.dwg

| Material        | Un.Weigth | Sub.Weigth | Fi   | C`     | C    | Aa   | Ad   | Ap |
|-----------------|-----------|------------|------|--------|------|------|------|----|
| Sand,silt,leire | 20.00     | 10.00      | 31.0 | 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 |    |

|                                                                                                                      |             |                          |                            |                    |                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------------|----------------------------|--------------------|-----------------|
|                                                                                                                      |             |                          |                            |                    |                 |
|                                                                                                                      |             |                          |                            |                    |                 |
| Rev.                                                                                                                 | Beskrivelse | Dato                     | Tegn.                      | Kontr.             | Godkj.          |
| Jernbaneverket<br>Planovergang og stasjonstiltak, Hegra stasjon<br>Stabilitetsberegning<br>Profil A-A<br>ADP-analyse |             |                          | Fag<br>Geoteknikk          | Format<br>A3L      |                 |
|                                                                                                                      |             |                          | Dato<br>29.10.2014         |                    |                 |
|                                                                                                                      |             |                          | Format/Målestokk:<br>1:200 |                    |                 |
| Multiconsult<br>www.multiconsult.no                                                                                  |             | Status                   | Konstr./Tegnet<br>LFC      | Kontrollert<br>ROS | Godkjent<br>ARV |
|                                                                                                                      |             | Oppdragsnr.<br>415952-20 | Tegningsnr.<br>RIG-TEG-300 |                    | Rev.<br>00      |



z:\o415\415952\415952-03 arbeidsområde\415952-07 registreringer\hegra st\rig\geosuite\stabgraf.rit\415952-20-rig-ber-02 profil a-a\_drenert.dwg

| Material        | Un.Weigth | Sub.Weigth | Fi   | C`  | C | Aa | Ad | Ap |
|-----------------|-----------|------------|------|-----|---|----|----|----|
| Sand,silt,leire | 20.00     | 10.00      | 31.0 | 0.0 |   |    |    |    |
| Kvikkleire      | 20.00     | 10.00      | 28.8 | 2.8 |   |    |    |    |
| Leire           | 20.00     | 10.00      | 28.8 | 2.8 |   |    |    |    |

|                                                                                                                      |             |                          |                            |                    |                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------------|----------------------------|--------------------|-----------------|
|                                                                                                                      |             |                          |                            |                    |                 |
|                                                                                                                      |             |                          |                            |                    |                 |
|                                                                                                                      |             |                          |                            |                    |                 |
| Rev.                                                                                                                 | Beskrivelse | Dato                     | Tegn.                      | Kontr.             | Godkj.          |
| Jernbaneverket<br>Planovergang og stasjonstiltak, Hegra stasjon<br>Stabilitetsberegning<br>Profil A-A<br>afi-analyse |             |                          | Fag<br>Geoteknikk          | Format<br>A3L      |                 |
|                                                                                                                      |             |                          | Dato<br>29.10.2014         |                    |                 |
|                                                                                                                      |             |                          | Format/Målestokk:<br>1:200 |                    |                 |
| <b>Multiconsult</b><br>www.multiconsult.no                                                                           |             | Status                   | Konstr./Tegnet<br>LFC      | Kontrollert<br>ROS | Godkjent<br>ARV |
|                                                                                                                      |             | Oppdragsnr.<br>415952-20 | Tegningsnr.<br>RIG-TEG-301 |                    | Rev.<br>00      |

## Vedlegg A Sikkerhetsprinsipper

### Innholdsfortegnelse

|      |                                                       |   |
|------|-------------------------------------------------------|---|
| A.1  | Generelt .....                                        | 1 |
| A.2  | TEK 10 § 7, Sikkerhet mot naturpåkjenninger.....      | 1 |
| A.3  | TEK 10 § 10, Konstruksjonssikkerhet .....             | 1 |
| A.4  | Geoteknisk kategori.....                              | 2 |
| A.5  | Konsekvensklasse / pålitelighetsklasse (CC / RC)..... | 2 |
| A.6  | Krav/forhold til NVEs Retningslinjer nr. 7/2014 ..... | 2 |
| A.7  | Bruddmekanisme.....                                   | 3 |
| A.8  | Sikkerhetsnivå .....                                  | 3 |
| A.9  | Seismisk grunntype.....                               | 3 |
| A.10 | Kvalitetssystem.....                                  | 3 |
| A.11 | Kontrollklasse og utførelseskontroll.....             | 4 |

## A.1 Generelt

### Regelverk

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

- Teknisk forskrift, TEK 10 § 7 og § 10
- NS-EN 1990-1:2002 + NA:2008 (Eurokode 0)
- NS-EN 1997-1:2004 + NA:2008 (Eurokode 7, del 1)
- NS-EN 1997-2:2007 + NA:2008 (Eurokode 7, del 2)
- NS-EN 1998-1:2004 + NA:2008 (Eurokode 8, del 1)
- NS-EN 1998-5:2004 + NA:2008 (Eurokode 8, del 5)
- Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), NVEs veileder nr. 7/2014, Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper

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

- Statens vegvesen (SVV), Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging, 6. utgave, juni 2010
- Statens vegvesen (SVV), Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger, april 2008
- Landbruks- og matdepartementet. Normaler for landbruksveger – med byggebeskrivelse

## A.2 TEK 10 § 7, Sikkerhet mot naturpåkjenninger

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

## A.3 TEK 10 § 10, Konstruksjonssikkerhet

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

TEK 10 § 10.2 angir følgende:

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

I veiledningen til TEK 10 står det:

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

Ved å benytte standarder (Eurokoder) som angitt i pkt. A.3, vil TEK 10 § 10 dermed være ivaretatt.

## A.4 Geoteknisk kategori

Eurokode 7 stiller krav til prosjektering ut fra tre ulike geotekniske kategorier. Valg av kategori gjøres ut fra standardens punkt 2.1 «Krav til prosjektering» /6/.

Det skal bygges en kulvert med tilhørende veger og en veg langs jordet ved skråningsfoten for å gi adkomst til dyrket mark. Løsmassene i planområdet består av et topplag av silt, sand og grus, over leire med tynne silt- og finsandlag. I BP.2 er det påvist kvikkleire 8-9 m under terreng. Med bakgrunn i dette velges overordnet krav til prosjektering i henhold til **Geoteknisk kategori 2**, som omfatter konvensjonelle typer konstruksjoner og fundamenter uten unormale risikoer eller vanskelige grunn- eller belastningsforhold.

## A.5 Konsekvensklasse / pålitelighetsklasse (CC / RC)

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 /10/.

Atkomstvegene og kulverten plasseres i pålitelighetsklasse CC/RC 2 med bakgrunn i grunnforhold og topografi. Det vil si i samme kategori som «Kontor- og forretningsbygg, skoler, institusjonsbygg, boligbygg osv.» iht. tabell NA.A1 (901). Pålitelighetsklasse CC/RC 2 blir i tabell B1 /10/ beskrevet som "Middels stor konsekvens i form av tap av menneskeliv, betydelige økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser".

## A.6 Krav/forhold til NVEs Retningslinjer nr. 7/2014

NVEs retningslinjer nr. 7/2014 /4/ gir krav til utredninger av skredrisiko for utbygging i kvikkleireområder. For konkrete tiltak er krav til sikkerhetsnivå og utredninger bestemt av tiltakskategori og faregradsklasse.

Det er påvist ei tynn lomme med kvikkleire ett borpunkt (BP. 2). Kvikkleira ligger dypt under terreng.

Iht. NVE veileder nr. 7/2014 /4/ plasseres vegen i **Tiltakskategori K0** – Mindre byggverk og anlegg som medfører svært begrensede terrenginngrep eller laster og ingen tilflytning av mennesker.

Vegutbygginga skal da følge anbefalinger i *Veiledning ved små inngrep i kvikkleiresoner* (NGI rapport nr. 2001008-62, ref. /9/).

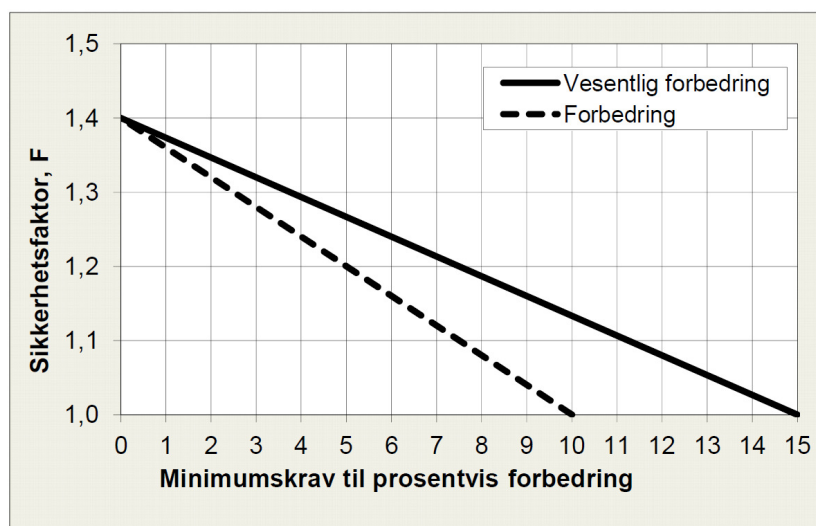
## A.7 Bruddmekanisme

Løsmassene i delområdet består i hovedsak av silt, sand og grus over leire. Det er påvist kvikkleire i BP. 2 på dybde 8 til 9 m. Det forventes en normal dilatant eller nøytral bruddutvikling. Kvikkleire har erfaringsmessig kontraktant bruddutvikling, men siden det ikke er registrert et gjennomgående lag vurderes dette som en lite sannsynlig bruddutvikling.

## A.8 Sikkerhetsnivå

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

NVEs retningslinjer /4/ stiller krav om en beregningsmessig partialkoeffisient  $\gamma_M \geq 1,4$  for både effektivspenningsanalyser og totalspenningsanalyser eller en prosentvis forbedring av den beregningsmessige partialkoeffisienten  $\gamma_M$  for eksisterende terreng. Krav til prosentvis forbedring er avhengig av sikkerhetsnivået i utgangspunktet og må følge figur 5.1 i NVE veileder nr. 7/2014 (gjengitt i Figur A.1).



Figur A.1: Krav til prosentvis forbedring ved topografiske endringer eller bruk av lette masser /4/.

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

## A.9 Seismisk grunntype

Etter NS-EN 1998-1:2004+NA:2008 /8/, Eurokode 8: *Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning* vurderes området der det er planlagt tiltak å være av Grunntype D.

## A.10 Kvalitetssystem

Eurokode 0 krever at det ved prosjektering av konstruksjoner i pålitelighetsklasse 2, 3 og 4 skal være et kvalitetssystem tilgjengelig /10/. Oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Multiconsults styringssystem. Systemet er bygget opp med prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for kvalitetsstandard NS-EN ISO 9001:2008 /5/.

## A.11 Kontrollklasse og utførelseskontroll

Eurokode 0 gir videre føringer for krav til omfang av prosjekteringskontroll og utførelseskontroll avhengig av pålitelighetsklasse /10/. Dette innebærer i henhold til tabell NA.A1 (902) og NA.A1 (903) at det for prosjekteringskontroll og utførelseskontroll av geotekniske arbeider kan forutsettes kontrollklasse 2 (Normal kontroll).

For *prosjektering* gjelder da at det skal utføres egenkontroll og sidemannskontroll. Etter vanlig praksis i Multiconsult gjennomføres det sidemannskontroll.

For *utføring* innebærer kontrollklasse «N» at det fra foretaket som utfører arbeidet skal gjøres basiskontroll av alt utført arbeid, samt interne systematiske og regelmessig kontroll med faste rutiner i foretaket som utfører arbeidet, dvs. både basiskontroll og systematisk kontroll.

## Vedlegg B – Materialparametere

### Generelt

Tolkning av parametere er utført på basis av utførte grunnundersøkelser og laboratorieundersøkelser på opptatte prøver av Multiconsult, se datarapport nr. 415952-20-RIG-RAP-001.

### Tyngdetetthet

Målt tyngdetetthet på opptatte prøver er benyttet som grunnlag. For materialer som det ikke er målt tyngdetetthet på er det benyttet erfaringsverdier iht. Statens vegvesens Håndbok V220.

Se tegning nr. 415952-20-10 og -11 i rapport nr. 415952-20 samt tegning nr. -090.1 – 090.3 for geoteknisk data.

### Grunnvannsnivå og poretrykksfordeling med dybden

Det er satt ned en hydraulisk poretrykksmåler i BP. 5 på 6 meters dybde under terreng. Tabell B.1 viser målte poretrykk.

Tabell B.1 Poretrykksavlesning i BP. 5

| Dato avlest | Kote terreng | Kote piezometerspiss | Løsmasser ved piezometerspiss | Poretrykk [kPa] | Grunnvannsstand [kote] | Kommentar |
|-------------|--------------|----------------------|-------------------------------|-----------------|------------------------|-----------|
| 10.06.14    | +18,4        | +12,4                | Leire m/silt/finsandlag       | 7,7             | +13,2                  |           |
| 21.08.14    | +18,4        | +12,4                | Leire m/silt/finsandlag       | -               | -                      | Tørt      |

\* Hydrostatisk poretrykksfordeling

Målingene indikerer at grunnvannsstanden generelt ligger ca. 5,2 m under terreng. Det er antatt hydrostatisk poretrykksfordeling med dybden i stabilitetsberegningene.

### Udrenerte styrkeparametere

#### $s_u$ fra enaks og konus

Verdier for  $s_u$  fra rutineundersøkelser på opptatte prøver (enaks og konus) er i våre vurderinger benyttet som verdier for direkte skjærfasthet,  $s_{uD}$ . Rutineundersøkelsene viser store variasjoner i målt udrenert skjærfasthet og indikerer varierende prøve kvalitet. I plot av designlinje tolket fra laboratorieforsøk er  $s_{uD}$  omregnet til  $s_{uA}$ .

#### $s_{uA}$ fra treksialforsøk

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

Styrken i kvikkleiren er redusert med 15 % for aktiv styrke (innarbeidet i ADP-forhold under beregning i GeoSuite). Valgt designlinje er vist i tegning nr. 415952-20-RIG-TEG-260 og -261.

**Anisotropi**

Følgende anisotropiforhold er benyttet:

Leire / kvikkleire:

$$\frac{s_{uD}}{s_{uA}} = 0,63$$

$$\frac{s_{uP}}{s_{uA}} = 0,35$$

I valgte styrkeprofiler er det lagt inn verdi for  $s_{uA}$  basert på rutinedata ( $s_{uk}$  og  $s_{ut}$  er multiplisert med anisotropiforholdet) og tolket styrke fra treaksialforsøk.

**Effektivspenningsparametere**

For effektivspenningsparametere på leira og kvikkleira er det tatt ut a- $\phi$  parametere fra det udrenerte treaksialforsøket i BP.2. For de andre materialene er det benyttet erfaringsverdier iht. Statens vegvesen Håndbok V220.

**Leire**

Bruddstyrken er tatt ut ved 1,6 % tøyning. Ut i fra treaksialforsøkene vurderes karakteristisk friksjonsvinkel til å være  $\phi_k = 28,8^\circ$  ( $\tan \phi_k = 0,55$ ) og attraksjon  $a = 5$  kPa.

**Materialparametere**

Valgte styrkeparametere benyttet ved beregningene er angitt i tabellen under.

**Tabell B.2: Materialparametere.**

| Materiale         | Tyngdetetthet, $\gamma$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | Friksjon, $\tan \phi_k$ [-]  | Attraksjon, $a$ [kPa] | ADP  |      |      |
|-------------------|-------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------|------|------|------|
|                   |                                                 |                              |                       | Aa   | Ad   | Ap   |
| Sand, silt, leire | 20,0                                            | 0,60 ( $\phi_k=31,0^\circ$ ) | 0                     | -    |      |      |
| Kvikkleire        | 20,0                                            | 0,55 ( $\phi_k=28,8^\circ$ ) | 5                     | 0,85 | 0,63 | 0,35 |
| Leire             | 20,0                                            | 0,55 ( $\phi_k=28,8^\circ$ ) | 5                     | 1,00 | 0,63 | 0,35 |