

# Rapport

Oppdragsgiver: **Statens vegvesen Region Midt**

Oppdrag: **E6 Hage - Gylland  
Regulerings- og byggeplan**

Emne: **Geoteknisk vurderingsrapport**

Dato: **28. februar 2012**

Rev. - Dato

Oppdrag- /  
Rapportnr. **414532 – RIG – RAP- 002**

Oppdragsleder: **Arne Vik**

Sign.:

Saksbehandler: **Arne Vik**

Sign.:



Kontaktperson  
hos Oppdragsgiver: **Svein Hove/Gunnar Knag**

## Sammendrag:

Statens vegvesen utarbeider regulerings- og byggeplan for gang- og sykkelveg samt etablering av fysisk midtdeler langs E6 i Gauldalen på strekningen Hage - Gylland i Melhus kommune. På oppdrag fra Statens vegvesen utfører Multiconsult geoteknisk prosjektering av vegutbygginga. Denne vurderingsrapporten presenterer tolking av utførte grunnundersøkelser og resultater fra stabilitetsberegninger og -vurderinger. Rapporten beskriver også tiltak for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet mot utglidning.

Løsmassene består hovedsakelig av et topplag bestående av fast lagrede sand- og grusmasser. Under det faste topplaget er det påvist middels fast til fast siltig leire og leire, delvis til stor dybde. Ut mot Gaula er leira meget sensitiv på strekninga mellom ca. profil 750 og ca profil 1200. På denne strekningen faller leira innenfor definisjonen sprøbruddmateriale. På dette partiet går Gaula nært inntil eksisterende E6. Elveskråningene har typisk helning ca. 1:1,5, lokalt enda brattere. Høydeforskjellen mellom elvterrassen som E6 ligger på og bunnen av Gaula, er inntil 10 m. Stabiliteten ut mot Gaula er i utgangspunktet ikke kritisk dårlig i forhold til fare for dyperegående utglidninger. Men ettersom det må påregnes at kvikkleira er eksponert i elveskråningene, er det risiko for erosjon og initialras i skråningene som kan forplante seg bakover og true vegen. Det tilrås derfor at det foretas sikringstiltak i elva og i elveskråningene på partiet mellom ca. profil 750 og 1200.

På strekningen mellom profil 700 og 900 planlegges ei bergskjæring for gang- og sykkelvegen på østsiden av E6. Skjæringa vil få en høyde på inntil 20 m. Grunnundersøkelser helt inntil berget indikerer ikke sensitiv eller kvikkleire, men i rapporten tilrås likevel risikoreduserende tiltak i forbindelse med sprengningsarbeidene.

På grunn av gode grunnforhold og relativt små planlagte terrenginngrep på øvrige strekninger, påregnes det ikke vesentlige geotekniske utfordringer knyttet til fyllinger, utgraving for kulvert og ledningsanlegg. Det er også gode fundamenteringsforhold for planlagt overgangsbru i søndre del av parsellen, men søndre tilløpsfylling må strammes opp med støttemur for å sørge for at fyllingsfoten ikke slår helt ut mot topp elveskråning. Alternativt kan brua flyttes ca. 15 m mot nordvest slik at avstanden til elveskråningen blir større.

Det er viktig at sikringsarbeidene planlegges og gjennomføres slik at det ikke medfører omrøring av de eksponerte sensitive leirmassene i elva og elveskråningene. Det tilrås at plastringsarbeidene utføres før sprengningsarbeidene for bergskjæringen mellom profil 700 og 900 og etablering av stikkledninger for overvann ut i Gaula.

|      |          |                                 |          |          |          |
|------|----------|---------------------------------|----------|----------|----------|
| 00   | 28.02.12 | Utsendt til tredjepartskontroll | ARV      | ROS      | OAA      |
| Utg. | Dato     | Tekst                           | Utarb.av | Kontr.av | Godkj.av |

## Innholdsfortegnelse

|       |                                                           |    |
|-------|-----------------------------------------------------------|----|
| 1.    | Innledning .....                                          | 4  |
| 2.    | Grunnlag.....                                             | 4  |
| 3.    | Topografi og grunnforhold.....                            | 5  |
| 3.1   | Topografi .....                                           | 5  |
| 3.2   | Grunnforhold .....                                        | 5  |
| 3.2.1 | Kvartærgeologisk kart .....                               | 5  |
| 3.2.2 | E6, profil 0-2400.....                                    | 6  |
| 3.2.3 | Overgangsbru, profil -40 til -100.....                    | 7  |
| 3.2.4 | Dybder til berg.....                                      | 8  |
| 3.2.5 | Grunnvann .....                                           | 8  |
| 4.    | Faregradsevaluering av kvikkleiresone.....                | 9  |
| 4.1   | Generelt .....                                            | 9  |
| 4.2   | Utbredelse av kvikkleire .....                            | 10 |
| 4.3   | Faregradsevaluering.....                                  | 10 |
| 5.    | Sikkerhetsprinsipper.....                                 | 10 |
| 5.1   | Geotekniske problemstillinger.....                        | 10 |
| 5.2   | Konsekvensklasse og pålitelighetsklasse.....              | 10 |
| 5.3   | Bruddmekanisme .....                                      | 11 |
| 5.4   | Sikkerhetsnivå .....                                      | 11 |
| 5.5   | Geoteknisk kategori.....                                  | 11 |
| 5.6   | Kontrollklasse og utførelseskontroll.....                 | 12 |
| 5.7   | Kvalitetssystem.....                                      | 12 |
| 6.    | Materialparametre .....                                   | 13 |
| 6.1   | Tolkning av beregningsparametre .....                     | 13 |
| 7.    | Stabilitet .....                                          | 16 |
| 7.1   | Beregningsverktøy .....                                   | 16 |
| 7.2   | Laster .....                                              | 16 |
| 7.3   | Stabilitetsberegninger .....                              | 16 |
| 7.4   | Kommentarer til stabilitetsberegningene .....             | 17 |
| 8.    | Geoteknisk vurdering .....                                | 18 |
| 8.1.1 | E6 profil 0 – 700. Veg i terreng .....                    | 18 |
| 8.1.2 | E6 profil 700 – 900. Skjæring i berg .....                | 18 |
| 8.1.3 | E6 profil 900 – 1350. Veg i terreng langs Gaula .....     | 19 |
| 8.1.4 | E6 profil 1350 – 2100. Veg på fylling og gangkulvert..... | 19 |
| 8.1.5 | E6 profil 2100 – 2200. Skjæring i berg .....              | 19 |

## Tegninger

## Vedlegg

Side 3 av 22

## 1. Innledning

Statens vegvesen utarbeider regulerings- og byggeplan for gang- og sykkelveg samt etablering av fysisk midtdele langs E6 i Gauldalen på strekninga Hage-Gylland i Melhus kommune.

Vegutbedringa omfatter i hovedsak en forskyvning av eksisterende E6 for å gi plass til kombinert adkomst-, gang- og sykkelveg samt breddeutvidelse av E6.

Parsellen har en lengde på ca. 2,4 km, profil 0 – 2380. I tillegg skal det etableres ny overgangsbru et stykke sør for E6-parsellen, ved profil -60. Plangrunnlaget er utarbeidet av Statens vegvesen region Midt.

På oppdrag fra Statens vegvesen utfører Multiconsult AS geoteknisk prosjektering av vegutbygginga. Statens vegvesen har utført grunnundersøkelser for vegprosjektet etter borplan fra Multiconsult.

Grunnundersøkelsene er presentert i geoteknisk datarapport fra Multiconsult, rapport nr. 414532-RIG-RAP-001.

På grunn av påviste grunnforhold med kvikkleire/sprøbruddmateriale ut mot Gaula, ble det underveis i oppdraget vurdert nødvendig å foreta en detaljert kartlegging av dybdeforholdene i elva. Bunnkotekartlegginga innenfor planområdet i Gaula er utført av Seascan AS

Denne vurderingsrapporten presenterer tolking av utførte grunnundersøkelser og resultater fra stabilitetsberegninger. Rapporten beskriver også tiltak for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet mot utglidning.

Oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Multiconsults styringssystem. Systemet er bygget opp med prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for kvalitetsstandard NS-EN ISO 9001-2000.

## 2. Grunnlag

Tidligere geotekniske grunnundersøkelser i området framgår av følgende rapporter:

| Rapport nr.        | Utførende        | År   | Oppdragsgiver    | Oppdragsnavn                                                                                 |
|--------------------|------------------|------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ud668A nr1         | Statens vegvesen | 1991 |                  | E6 Hp 07 Støren N-Søberg S. Hagen – Gyllskjæringen. Grunnundersøkelser.                      |
| Ud668B nr1         | Statens vegvesen | 1991 |                  | E6 Hp 07 Støren N-Søberg S. Hagen – Gyllskjæringen, alternativ vest. Spregning i skjæringen. |
| Ud668B nr1         | Statens vegvesen | 2008 |                  | E6 Hp 06 Gylland. Fjellskråning. Km 6,53.                                                    |
| Ud906A-04          | Statens vegvesen | 2009 |                  | E6 Hage – Hovin. Geoteknikk                                                                  |
| 414532-RIG-RAP-001 | Multiconsult     | 2011 | Statens vegvesen | E6 Hage-Gylland. Regulerings- og byggeplan. Geoteknisk datarapport.                          |

Plangrunnlag med veglinjer, fyllingsutslag og tverrprofiler er utarbeidet av Statens vegvesen.

Statens vegvesen har også utført ingeniørgeologiske vurderinger i forbindelse med bergskjæringene i prosjektet, gjengitt i ingeniørgeologisk rapport nr. Ud 668B "E6 Hage – Gylland. Ingeniørgeologisk rapport for byggeplan, revidert rapport", datert 15.12.2011 /15/.



Bunnkotekartlegginga innenfor planområdet i Gaula er gjengitt i Seascan-rapporten "Sjøbunnkartlegging Gaula. Hage – Gylland. Oppmålingsrapport" datert 11.11.2011 /16/. Oppmålingsresultatene er tatt inn i terrengmodellen og dybde data framgår av tegninger i denne rapporten.

### **3. Topografi og grunnforhold**

#### **3.1 Topografi**

Eksisterende E6 ligger tilnærmet i terrengnivå på en elveterrasse langs dalbunnen på østsida av Gaula. Terrenget langs selve veglinja er relativt flatt og varierer mellom kote +54 og +67. Øst for vegen stiger terrenget på. Avstanden fra vegen til skråningsfoten til dalsidene varierer langs strekninga. På partiene mellom ca. profil 750 og 870 og mellom 2150 og 2200, ligger skråningsfoten til dalsidene helt inntil eksisterende E6. På de to nevnte strekningene er det hovedsakelig registrert berg i dagen øst for vegen. Det bemerkes at berg i dagen er registrert i detalj av Statens vegvesen og er presentert i en egen ingeniørgeologisk rapport /15/.

Også avstanden mellom E6 og Gaula varierer over strekninga. På partiet mellom ca. profil 850 og 1200 ligger Gaula helt inntil E6. Elveskråningene fra E6 og ned mot Gaula er stedvis meget bratte med helning ca. 1:1,5, lokalt enda brattere. Høydeforskjellen mellom elveterrassen som E6 ligger på og bunnen av Gaula, er inntil 10 m. De største høydeforskjellene mellom topp elveskråning og elvebunn er mellom ca. profil 800 og 1350.

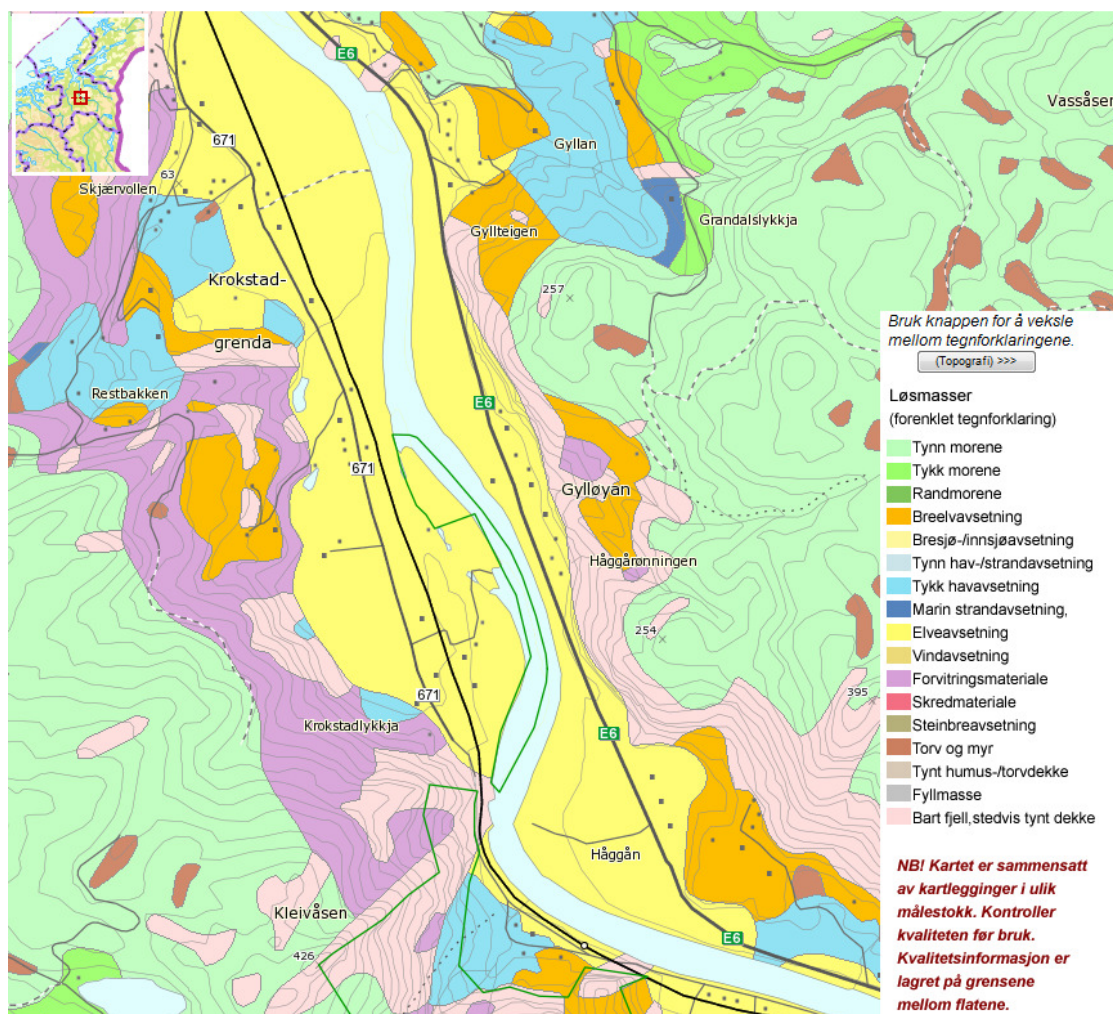
Planlagt omlegging av E6 medfører at ny linje blir liggende i terrengnivå og på fylling med maksimal høyde ca 4 m. Fyllingspartiene ligger på strekningene mellom profil 1350 og 2150.

Mellom profil 750 og 900 og mellom 2100 og 2200 blir gang- og sykkelvegen liggende i skjæring. Det vesentligste av skjæringene vil være bergskjæring.

#### **3.2 Grunnforhold**

##### **3.2.1 Kvartærgeologisk kart**

Utsnitt fra kvartærgeologisk kart for planområdet framgår av figur 1. Ut fra kartet er det elveavsetninger i dalbunnen der veglinja går. På innsida av vegen viser kartet bart berg i dagen på det meste av strekninga. Lenger opp i dalsidene indikerer kartet morenemasser og enkelte partier med breelvavsetning.



Figur 1 Kvartærgeologisk kart over planområdet, fra [www.ngu.no](http://www.ngu.no)

### 3.2.2 E6, profil 0-2400

Undersøkelsene langs E6 viser generelt meget høy sonderingsmotstand i et øvre topplag og det er benyttet spyling og slag ved sondering gjennom dette laget. Topplaget består hovedsakelig av fast lagrede sand- og grusmasser og har varierende mektighet mellom ca. 3 og 7 m. Herunder er det i borpunkter mellom ca. profil 700 og 1500 påvist liten til middels sonderingsmotstand. Sonderingene indikerer at løsmassene består av sensitive masser av silt og leire i dybden. Sør for profil 700 og nord for profil 1500 er det i hovedsak registrert økende sonderingsmotstand, noe som indikerer at løsmassene er lite sensitive. Det bemerkes at det kan tyde på at sonderingsresultatene er påvirket av stangfriksjon fra det faste topplaget, noe som gjør at tolking av totalsonderingsresultatene ikke er helt entydig.

Basert på laboratorieundersøkelser på opptatte prøver består grunnen under topplaget av siltig leire og leire. Leira er middels fast til fast, med udrenert skjærfasthet i området  $s_u = 35-110$  kPa. Det finnes også enkeltprøver med noe lavere udrenert skjærfasthet, men flere av disse verdiene vurderes å skyldes prøveforstyrrelse.

Basert på resultater fra opptatte prøver og vurdering av sonderingsresultater, er leirmassene meget sensitive ut mot Gaula på strekninga mellom ca. profil 750 og ca profil 1200. På denne strekninga faller leira innenfor definisjonen sprøbruddmateriale. Stedvis er det påvist kvikkleire. Den sensitive/kvikke leira ligger på nivå med og over elvebunnen.

Mektighet av sprøbruddmaterialet/kvikkleira må påregnes å være inntil 15 m ved profil 850, med avtakende mektighet framover i linja mot profil 1200. Det er ikke foretatt grunnundersøkelser i elva, slik at utbredelsen av sprøbruddmateriale er ukjent i elveløpet.

Det er også antatt sprøbruddmateriale i enkelte andre borpunkter, bla. ved profil 1650. På dette partiet har de sensitive massene ikke utstrekning ut mot Gaula.

Grunnundersøkelsene i terrengryggen ovenfor veglinja i søndre del av parsellen, viser ikke klare indikasjoner på kvikkleire/sprøbruddmateriale. De tre sonderingene ved toppen av terrengryggen er boret til mellom 29 og 60 m dybde under terreng, der den dypeste sonderinga er ført dypere enn elvebunn i Gaula.

For nærmere beskrivelse av grunnforhold vises det til geoteknisk datarapport 414532-RIG-RAP-001.

Resultater fra rutineanalyser i laboratoriet på opptatte prøver er oppsummert i tabell 3.1 under.

Tabell 3.1 Oppsummering rutinedata PR. 0-2400

| Materiale            | $w$<br>[%] | $\rho$<br>[g/cm <sup>3</sup> ] | $s_u$<br>[kPa] | $s_r$<br>[kPa] | $I_p$<br>[%] |
|----------------------|------------|--------------------------------|----------------|----------------|--------------|
| Sand-/grusmasser     | 5 – 15     |                                |                |                |              |
| Leire                | 18 – 38    | 1,93 – 2,01                    | 35 – 110       | 2 – 15         | 8 – 12       |
| Kvikk/sensitiv leire | 22 – 42    | 1,88 – 1,99                    | 35 – 110       | 0,4 – 1,9      | 5 – 8        |

$w$  naturlig vanninnhold  
 $\rho$  densitet  
 $s_u$  udrenert skjærfasthet (fra konus og enaks)  
 $s_r$  omrørt skjærfasthet  
 $I_p$  plastisitetsindeks

I oppsummeringa av udrenert skjærfasthet er det sett bort fra prøver med synlig prøveforstyrrelse.

### 3.2.3 Overgangsbru, profil -40 til -100

I forbindelse med planlagt overgangsbru over E6 i søndre del av parsellen er det utført totalsonderinger på begge sider av eksisterende E6.

Grunnen består av sandmasser i øvre lag ned til ca. 4-5 m. Herunder indikerer sonderingene at grunnen består av grovere og fast lagrede masser. Dvs. det er gode grunnforhold på partiet for den planlagte brua.

For nærmere beskrivelse av grunnforhold vises det til geoteknisk datarapport 414532-RIG-RAP-001. For laboratoriedata vises til resultater fra prøve i punkt 131, gjengitt i vedlegg i datarapporten.

### 3.2.4 Dybder til berg

I de fleste borpunktene langs E6 mellom profil 0 og 2400 er det ikke foretatt sikker bergbestemmelse, men totalsonderingene er avsluttet mot antatt berg på innsiden av eksisterende E6 i dybder mellom 0,4 og i overkant av 20 m. Ut mot Gaula er sonderingene avsluttet etter boring til ønsket dybde 25-27 m under terreng. Disse sonderingene er hovedsakelig avsluttet i faste masser. Det må påregnes store dybder til berg sentralt i dalbunnen.

Ved overgangsbru i søndre del av parsellen er totalsonderingene avsluttet mot antatt berg eller meget faste masser mellom 15 og 17,5 m under terreng.

### 3.2.5 Grunnvann

Det er satt ned 7 elektriske poretrykksmålere. Disse er satt ned ved BP. 106 (2 stk), BP. 108 (1 stk), BP. 117 (2 stk), og BP. 142 (2 stk). Målerne er avlest 2-3 ganger over en periode på ca. 6-9 mnd. Tabell 3 viser høyeste målte poretrykk og tilsvarende grunnvannsnivå.

Tabell 3 Poretrykksavlesning

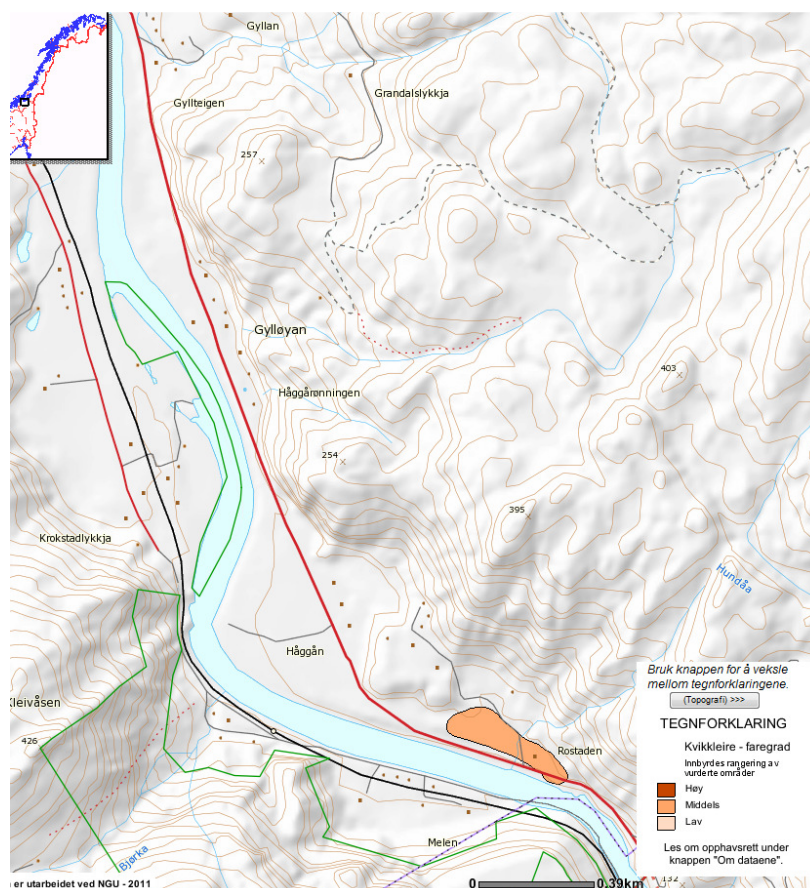
| Borpunkt | Kote terreng | Kote piezometerspiss | Løsmasser ved pz-spiss                 | Høyeste avleste poretrykk [kPa] | Grunnvannsnivå fra poretrykk [kote]* |
|----------|--------------|----------------------|----------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| 106A     | +61,0        | +55,0                | Fast leire                             | 28                              | +57,8                                |
| 106B     | +61,0        | +46,0                | Meget fast leire                       | 121                             | +58,1                                |
| 108      | +60,0        | +54,0                | Silt                                   | 45                              | +58,5                                |
| 117A     | +54,8        | +49,8                | Sensitiv, siltig leire                 | 26                              | +52,4                                |
| 117B     | +54,8        | +39,8                | Friksjonsmasser/<br>antatt morenemasse | 122                             | +52,0                                |
| 142      | +56,1        | +51,1                | Kvikkleire                             | 19                              | +53,0                                |
| 142      | +56,1        | +41,1                | Kvikkleire                             | 107                             | +51,8                                |

\* Hydrostatisk poretrykksfordeling.

## 4. Faregradsevaluering av kvikkleiresone

### 4.1 Generelt

Iht. NVEs kvikkleirekartlegging går den planlagte veglinja ikke gjennom noen tidligere kartlagte kvikkleiresoner. Imidlertid er det ei kvikkleiresone like sør planområdet. Sone nr. 469 Rostaden er klassifisert med *middels* faregrad iht. [www.skrednett.no](http://www.skrednett.no).



Figur 3 Kartlagt kvikkleiresone sør for planområdet: nr 469 Rostaden, fra [www.skrednett.no](http://www.skrednett.no).

Iht. NVEs retningslinjer 2/2011 "Flom- og skredfare i arealplaner" har utredning på reguleringsplannivå som mål å avklare reell kvikkleireskredfare hvor det planlegges utbygging. Dersom slik utredning ikke er gjort på reguleringsplannivå, skal dette utføres for byggeplan.

Ved utredning av reell skredfare skal fareområdene avgrensnes, beskrives og vurderes i forhold til gitte sikkerhetskrav avhengig av sonens faregrad og tiltakskategori.

Sikkerhetskrav i NVEs retningslinjer gjelder ikke for vegprosjekter, men vi har valgt å utrede sonen hovedsakelig med formål å avgrense kvikkleireutbredelsen.

## 4.2 Utbredelse av kvikkleire

Basert på utførte grunnundersøkelser, registrert berg i dagen og topografiske forhold, er det gjort en vurdering av utbredelse av kvikkleire i og utenfor planområdet for vegprosjektet. Dette har resultert i et forslag om avgrensning av en ny kvikkleiresone innenfor planområdet. Forslaget til ny sone er vist på tegning nr. -5A. Følgende vurderinger ligger til grunn for grenselinjene:

- Alle kjente grunnundersøkelser i området er tatt med i vurderinga. Plassering av borpunkt er vist på tegning nr. -5A og -6A. Boringer der det er påvist kvikkleire eller sprøbruddmaterialer, er vist med rød farge, mens boringer uten kvikkleire/sprøbruddmateriale er vist med grønn farge. Boringer med oransje farge angir punkt med mulig kvikkleire/sprøbruddmateriale.
- Sonen er bestemt ut i fra de registrerte boringene med påvist og mulig kvikkleire/sprøbruddegenskaper.

Det kan ikke utelukkes at det er forekomster av sensitiv eller kvikk leire mellom berg og løsmasser på andre steder øst for veglinja, men grunnundersøkelsene gir ikke grunnlag for å anta at eventuelle forekomster har utstrekning ut mot vegen og Gaula. Det er ikke vurdert relevant å utføre ytterligere grunnundersøkelser på østsiden av E6.

## 4.3 Faregradsevaluering

Det er utført faregradsevaluering for den antatt mest ugunstige delen av sonen før og etter gjennomføring av planlagt utbygging. Evalueringen framgår av vedlegg 1.

I dagens situasjon plasseres den justerte kvikkleiresonen i faregradsklasse "lav". På grunnlag av de oppsatte kriteriene vil dermed sonen, relativt sett, ha lav sannsynlighet for at skred kan inntreffe.

I forbindelse med vegprosjektet tilrås at det foretas plastring i Gaula og utslaking av elveskråningene. Sonen vil plasseres i faregrad "lav" også etter at de foreslåtte sikringstiltakene gjennomføres.

## 5. Sikkerhetsprinsipper

### 5.1 Geotekniske problemstillinger

Geotekniske problemstillinger for utbygginga er hovedsakelig relatert til

- Stabilitet, både i anleggsfasen og permanent fase.
- Gjennomføring av terrengtiltak i og ut mot Gaula; oppfylling i elva, plastring og utslaking av elveskråninger.
- Sprengningsarbeider nær påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale
- Utgraving for ledningsanlegg
- Fundamentering av konstruksjoner, hovedsakelig overgangsbu og gangkultvert under E6.

### 5.2 Konsekvensklasse og pålitelighetsklasse

Etter NS-EN 1990:2002+NA:2008, "Eurokode 0", vurderes konsekvensklassen til CC2 og pålitelighetsklassen til RC2, dvs. at svikt eller brudd medfører middels stor konsekvens i form av tap av menneskeliv og/eller betydelige økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser.



### 5.3 Bruddmekanisme

Løsmassene innen planområdet består i hovedsak av sand/grusmasser over silt- og leirmasser. På deler av strekningen består grunnen av grovere og fast lagrede masser helt ned til antatt berg.

På strekninger med fast lagrede grove masser og lite sensitiv leire vurderes bruddmekanismen å være "nøytral".

På strekninger med sensitiv leire og kvikkleire vurderes bruddmekanismen å være "sprø".

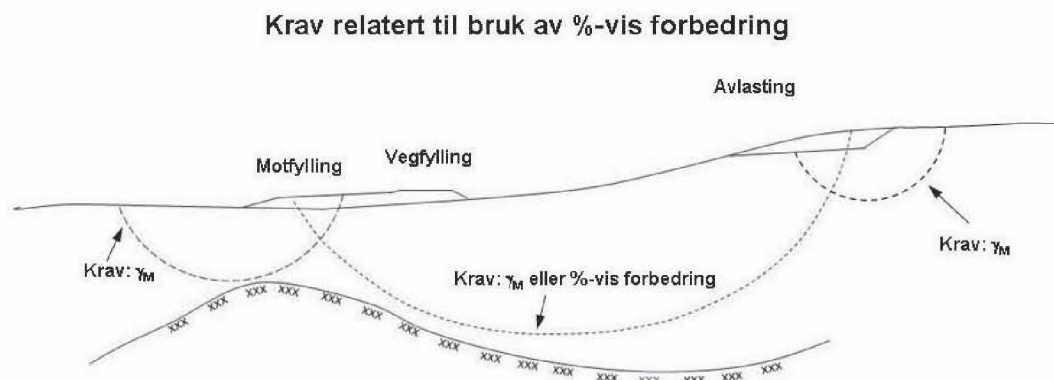
### 5.4 Sikkerhetsnivå

Med konsekvensklasse "CC2 – alvorlig" og bruddmekanisme "nøytral" krever håndbok 016 en beregningsmessig partialkoeffisient på  $\gamma_M \geq 1,4$  for både effektiv- og totalspenningsanalyser.

Med konsekvensklasse "CC2 – alvorlig" og bruddmekanisme "sprø/kontraktant" krever håndbok 016 en beregningsmessig partialkoeffisient på  $\gamma_M \geq 1,5$  for både effektiv- og totalspenningsanalyser.

Ved områdestabilitet gjelder i utgangspunktet kravet til partialfaktor  $\gamma_M \geq 1,5$  (ved konsekvensklasse CC2). Håndbok 016 åpner for at kravet til partialfaktor kan reduseres til  $\gamma_M > 1,4$  dersom kravet til partialfaktor  $\gamma_M \geq 1,5$  ikke kan oppnås. Videre åpnes det for bruk av prosentvis forbedring der det ikke er teknisk mulig å oppnå  $\gamma_M \geq 1,4$ .

Kravene til lokalstabilitet og områdestabilitet er forsøkt illustrert i figur 0.5 i håndbok 016. Figuren er gjengitt under.



Figur 5.1 Illustrasjon av prosentvis forbedring og krav til  $\gamma_M$  (Figur 0.5 i HB 016)

Det bemerkes at sikkerhetskravene i håndbok 016 er strengere enn kravene i NVEs retningslinjer

### 5.5 Geoteknisk kategori

Iht. håndbok 016 skal vegprosjekter i kvikkleireområder alltid vurderes klassifisert i Geoteknisk kategori 3 på grunn av kompleksitet og konsekvens av skred. I prosjekter der det benyttes prinsipp om prosentvis forbedring skal plasseres i geoteknisk kategori 3.

Vår vurdering knyttet til bestemmelse av geoteknisk kategori for dette prosjektet er som følger:

- Det er registrert kvikkleire og sprøbruddmateriale delvis i nivå med, og delvis over, elvebunnen.



- Det skal foregå sprengningsarbeider nær inntil områder med påvist sensitiv/kvikk leire.
- Utførelse av sikringstiltakene anses som krevende, spesielt knyttet til at stabiliteten ikke må forverres i anleggsfasen.

I sum karakteriseres grunn- og belastningsforholdene som vanskelige, og vår konklusjon er dermed at prosjektet plasseres i **Geoteknisk kategori 3**. Dette gjelder strekningen mellom profil 700 og 1200 hvor det er påvist kvikkleire/sprøvrudmaterialer ut mot elva.

De øvrige deler av prosjektet omfatter små eller moderate terrenginngrep og enkle konstruksjoner i områder med lite sensitive masser, og kan plasseres i **Geoteknisk kategori 2**.

## 5.6 Kontrollklasse og utførelseskontroll

Håndbok 016 kapittel 0.6.1 angir at prosjekter i Geoteknisk kategori 3 bør plasseres klasse **U (Uavhengig eller utvidet kontroll)**.

For **prosjektering** gjelder da at det skal utføres uavhengig kontroll av uavhengig firma. Denne kontrollen kommer da i tillegg til grunnleggende kontroll (egenkontroll) og kollegakontroll / sidemannskontroll. Dette gjennomføres etter vanlig praksis i Multiconsult.

For **utføring** innebærer kontrollklasse "U" at det fra foretaket som utfører arbeidet skal gjøres basiskontroll av alt utført arbeid. I tillegg skal det utføres en intern systematisk kontroll som innebærer regelmessig kontroll med faste rutiner og dokumentasjon. Videre skal det utføres en uavhengig kontroll av et annet foretak enn det som utfører arbeidet.

## 5.7 Kvalitetssystem

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

Under vises Statens vegvesens veiledning til kontroller som forventes utført avhengig av valgt kontrollklasse (Basis / Normal / Utvidet) over.

| 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 materialeegenskaper                                                              |                |   | 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 5.2 Omfang av prosjekteringskontroll relatert til kontrollklasse (figur 0.9 i HB 016)

## 6. Materialparametre

### 6.1 Tolkning av beregningsparametre

Tolkning av parametre er utført på basis av utførte CPTU-sonderinger og opptatte 54 mm prøveserier. Det er spesielt lagt vekt på spesialforsøkene samt tolkning av skjærfasthet og stivhetsparametere fra CPTU-sonderingene.

#### Kvalitet av undersøkelser

Prøvetaking av sensitiv eller kvikkleire med 54 mm sylinderprøver vurderes å ha "akseptabel" kvalitet. Vurdering av prøve kvalitet er basert på målt volumtøyning og poretallsendring i konsolideringsfasen fra treaksialforsøkene.

Utførte CPTU-sonderinger vurderes generelt å være av god kvalitet og ligger i anvendelsesklasse 1

Tolkning av parametre er utført på basis av utførte laboratorieanalyser på opptatte prøver og utførte CPTU-sonderinger.

#### Udrenerte styrkeparametre

$s_u$  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 noen variasjoner i målt udrenert skjærfasthet og indikerer varierende prøve kvalitet.

I valgte styrkeprofiler er det lagt inn verdi for  $s_{uA}$  basert på rutinedata ( $s_{uK}$  og  $s_{uT}$  er omregnet til  $s_{uA}$ ) og tolket styrke fra treaksialforsøk og CPTU.

*s<sub>uA</sub> fra treaksialforsøk*

Karakteristiske verdier (*s<sub>uA</sub>*) er tatt ut ved brudd.

*s<sub>uA</sub> fra CPTU-sonderinger*

For bestemmelse av udrenert skjærfasthet er CPTU-sonderingene korrelert iht. empirisk baserte tolkningsfaktorer etter Karlsrud m. fl. For finkornige masser med relativt homogene forhold betraktes tolkning av CPTU på poretrykksbasis som den mest egnede metoden.

Det er benyttet forskjellig korrelasjon på leire og kvikkleire/sprøbruddmaterialer (differensiert i forhold til lagdeling/sensitivitet).

Det er valgt å ikke redusere "peak" verdien på *s<sub>uA</sub>* for uttak av karakteristisk styrke. Designverdiene for aktiv styrke er i stedet redusert med 15 % i stabilitetsberegningene iht. NVEs retningslinjer. Det foretas ikke tilsvarende reduksjon av direkte og passiv skjærfasthet. For tolkingsresultatene fra CPTU-sonderingene vises til tegning nr. -40.6 t.o.m. -41.11.

#### **Udrenert skjærfasthet modellert etter SHANSEP-prinsippet**

Udrenert skjærfasthet er nært relatert til in-situ effektivspenninger og leiras overkonsolideringsgrad. Udrenert skjærfasthet øker med økning i effektivspenning. Denne økinga er avhengig av overkonsolideringsgraden. Udrenert skjærfasthet avhengig av overkonsolideringsgraden kan modelleres etter SHANSEP-prinsippet /5/:

$$s_{uA} = \alpha \cdot OCR^m \cdot \sigma_0'$$

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

$OCR$  = Overkonsolideringsgrad =  $\sigma_c' / \sigma_0'$

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

$\sigma_0'$  = Insitu vertikal effektivspenning

$\sigma_c'$  = Prekonsolideringsspenning

I beregningene er det valgt å bruke:

$$\alpha = 0,40$$

$$m = 0,75$$

Utskrift av beregnet udrenert skjærfasthet etter SHANSEP-prinsippet er vist på tegning nr. -40.7 og -41.7.

Utførte ødometerforsøk, jf. tegning -90 t.o.m -96 i datarapporten, er vanskelige å tolke i forhold til prekonsolideringsspenningen, og er derfor i liten grad benyttet i denne vurderingen. CPTU-sonderingene indikerer at grunnen på elveterassen over Gaula er overkonsolidert tilsvarende en tilleggsspenning  $POP = \sigma_c' - \sigma_{v0}' = 300$  kPa, jf. tolkning av CPTU-sonderingene.

Ved å anta en forsiktig tolking av CPTU-sonderingene med en tilleggsspenning på  $POP = \sigma_c' - \sigma_{v0}' = 200$  kPa, tilsvarer dette at tidligere terrengnivå har ligget på ca. kote +76.

Med dette som utgangspunkt er SHANSEP-prinsippet benyttet videre til å beregne udrenert skjærfasthet fra nivå med elvebunn. Valgt styrke i fra elvebunnen kommer fram på tegning nr. -42. Denne tilnærminga vurderes å være på konservativ side.

### Tyngdetetthet

Målt tyngdetetthet på opptatte prøver er benyttet som grunnlag. Ved store variasjoner i målte verdier er gjennomsnittlige verdier benyttet. For materialer som det ikke er målt tyngdetetthet på, er det benyttet erfaringsverdier iht. håndbok 016.

For geotekniske data vises til datarapport nr. 414532-RIG-RAP-001, tegning nr. -10 og -11 samt vedlegg i datarapporten.

### Anisotropi

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

I dette prosjektet er det kun utført aktive treaksialforsøk.

Dersom det ikke er utført laboratorieundersøkelser for å fastlegge forholdet mellom aktiv, passiv og direkte udrenert skjærfasthet kan dette i henhold til SVVs Håndbok 016, kapittel 4.4.4 anslagsvis settes til:

$$s_{uA} = 1,5 \cdot (a_u + p_0') \cdot \tan \theta_u$$

$$s_{uD} = 1,0 \cdot (a_u + p_0') \cdot \tan \theta_u$$

$$s_{uA} = 0,5 \cdot (a_u + p_0') \cdot \tan \theta_u$$

Dette gir følgende anisotropiforhold:

$$\frac{s_{uD}}{s_{uA}} = 0,67$$

$$\frac{s_{uP}}{s_{uA}} = 0,33$$

Disse generelle forholdstallene i Håndbok 016 benyttet i stabilitetsberegningene.

### Effektivspenningsparametre

Følgende materialparametre er benyttet i stabilitetsberegningene:

Tabell 6.1 Materialparametre

|                                             | Tyngdetetthet, $\gamma$ | Friksjon, $\tan \phi_k$      | Attraksjon, $a$      |
|---------------------------------------------|-------------------------|------------------------------|----------------------|
| <b>Topplag av fast lagret sand/grus</b>     | 19,0 kN/m <sup>3</sup>  | 0,7 ( $\phi_k=35,0^\circ$ )  | 5 kN/m <sup>2</sup>  |
| <b>Leire, fast, overkonsolidert</b>         | 20,0 kN/m <sup>3</sup>  | 0,60 ( $\phi_k=31,0^\circ$ ) | 10 kN/m <sup>2</sup> |
| <b>Kvikkleire, fast, overkonsolidert</b>    | 20,0 kN/m <sup>3</sup>  | 0,60 ( $\phi_k=31,0^\circ$ ) | 10 kN/m <sup>2</sup> |
| <b>Antatt morene/ grovere lag over berg</b> | 20,0 kN/m <sup>3</sup>  | 0,75 ( $\phi_k=38^\circ$ )   | 10 kN/m <sup>2</sup> |

Valgt styrke er basert på utførte treaksialforsøk fra prøver i hull 136 og 142. Styrken er tatt ut ved lave tøyingsnivåer, ca. 0,5%. Som det framgår av styrkeparametrene i tabellen, gir dette relativt høy friksjonsvinkel i kvikkleira. Dette vurderes å skyldes at grunnen er overkonsolidert. Tolkningen gir ikke grunnlag for differensiering av styrkeparametre mellom lite sensitiv leire og sensitiv/kvikk leire.

For resultater fra utførte treaksialforsøk vises til tegning nr. -78, -82 og -86.

## 7. Stabilitet

### 7.1 Beregningsverktøy

Stabilitetsberegningene er utført med beregningsprogrammet "GeoSuite Stability" versjon 5.0.5 med beregningsmetode Beast 2003. Beregningsmetoden er basert på grenselikevektsmetode, og anvender en versjon av lamellmetoden 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.

### 7.2 Laster

Ved stabilitetsberegningene er det benyttet en jevnt fordelt trafikklast på  $F_{rep} = 10$  kPa for hele vegens planeringsbredde. Trafikklast er kun tatt med i beregningene der denne virker destabiliserende.

Merknad: Fra Håndbok 016 kap. 4.7.2: "Om ikke andre tungtveiende forhold tilsier annet skal en benytte en trafikklast på 10 kPa for alle midlertidige og permanente veger og plasser som skal trafikkeres. I tillegg skal det også benyttes lastkoeffisient på denne lasten. Det anbefales at trafikklastene benyttes for hele vegfyllingen."

Det er benyttet lastfaktor  $\gamma_0 = 1,3$  for trafikklast. Ved eventuelle andre laster må last og lastfaktor vurderes særskilt.

### 7.3 Stabilitetsberegninger

Det er utført stabilitetsberegninger til sammen 3 utvalgte profil, jf. tabell 7.1.

Plassering av beregningsprofilene er vist på tegning nr. 414532-5A og -6A. Det er utført beregninger ved udrenert totalspenningsanalyse, ADP-analyse, samt drenert effektivspenningsanalyse,  $a\phi$ -analyse.

Der beregningsmessig sikkerhet er for lav, er det foreslått tiltak slik at kravene til absolutte sikkerhetsfaktorer i Hb 016 blir tilfredsstilt, se kap. 5.4.

Tabell 7.1 Beregnet sikkerhetsfaktor for kritisk skjærflate

| Tegning nr. | Beregning                               | Analyse               | Sikkerhetsfaktor $\gamma_M$ for kritisk skjærfalte                              |
|-------------|-----------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 414532-300  | Profil 850 – dagens geometri            | ADP-analyse           | 2,07                                                                            |
| 414532-301  | Profil 850 – dagens geometri            | $\alpha\phi$ -analyse | 1,54<br>(kritisk skjærflate utenfor veg)<br>1,90<br>(kritisk flate gjennom veg) |
| 414532-302  | Profil 1150 – dagens geometri           | ADP-analyse           | 1,63                                                                            |
| 414532-303  | Profil 1150 – dagens geometri           | $\alpha\phi$ -analyse | 1,38                                                                            |
| 414532-304  | Profil 1150 – med 1 m plastring i Gaula | $\alpha\phi$ -analyse | 1,62                                                                            |
| 414532-305  | Profil 1350 – dagens geometri           | ADP-analyse           | 1,58<br>(kritisk sirkel går ikke ned i leira)                                   |
| 414532-306  | Profil 1350 – dagens geometri           | $\alpha\phi$ -analyse | 1,58<br>(kritisk sirkel går ikke ned i leira)                                   |

#### 7.4 Kommentarer til stabilitetsberegningene

Det er lagt til grunn en minste vannstand i Gaula på kote +50 i stabilitetsberegningene. Dette vurderes som en konservativ antakelse, bl.a. på grunn av at bunnkotekartleggingen har påvist en terskel i elva på noe over kote +50,0 ved profil 1350.

Beregningene indikerer at stabiliteten ut mot Gaula i utgangspunktet ikke er kritisk lav i forhold til fare for dyperegående utglidninger. Men ettersom det må påregnes at kvikkleira er eksponert i elveskråningene, er det risiko for erosjon og initialras i skråningene som kan forplante seg bakover og dermed true vegen.

Utbredelse av kvikk/sensitiv leire er ukjent i elveløpet, og det er vanskelig å utføre grunnundersøkelser for å dokumentere grunnforholdene i elva. I beregningene er det derfor antatt kvikk/sensitiv leire tilnærmet fra nivå av elvebunn, som en konservativ forutsetning.

Ved profil 1150 er elveskråningene så bratte at beregningsmessig stabilitet på effektivspenningsbasis er lavere enn kravet i håndbok 016. På grunn av at vegen ligger så nær skråningstoppen på strekningen, vil det ikke være mulig å slake ut skråningen vesentlig. Tilstrekkelig stabilitetsforbedring oppnås med plastring i elveløpet/elveskråningene, som dermed får effekt som en motfylling.

For de øvrige profilene er det ikke beregnet sikkerhet etter tiltak presentert, da beregningsmessig sikkerhet med dagens geometri er tilfredsstillende.

På grunn av meget faste grunnforhold og relativt små planlagte terrenginngrep på øvrige strekninger utenfor området med sensitiv/kvikk leire, er stabilitet og setninger for fyllinger, utgraving for kulvert og ledningsanlegg kun basert på vurderinger.

For geotekniske vurderinger for de ulike delstrekningene vises til kapittel 8.



## 8. Geoteknisk vurdering

### 8.1.1 E6 profil 0 – 700. Veg i terreng

Det er ikke påvist sensitive masser i terrengryggen på oversiden av vegen i søndre del av strekningen. Vegbyggingen medfører ikke terrengtiltak inn i terrengryggen.

Ytterkant veg ligger mellom 20 og 100 m fra Gaula på strekningen, og borpunkter ut mot elva indikerer ikke sensitive masser.

Med bakgrunn i resultater fra grunnundersøkelsene og små planlagte terrenginngrep, påregnes det ikke setnings- eller stabilitetsmessige problemer på strekningen.

### 8.1.2 E6 profil 700 – 900. Skjæring i berg

På strekningen ligger veglinja tilnærmet i terreng mens den planlagte gang- og sykkelvegen planlegges i bergskjæring på innsiden av E6.

Grunnundersøkelsene indikerer kvikkleire eller sprøbruddmateriale fra innsiden av eksisterende E6 og ut til elveskråningene. I skråningene helt ut mot Gaula er det påvist sprøbruddmateriale i kritisk nivå, i og over bunnen av elva.

Beregninger av både overflate-/lokalstabilitet og stabilitet av dyperegående utglidninger viser akseptabel beregningsmessig sikkerhet ut mot Gaula. Dette gjelder både for dagens situasjon og for situasjon etter planlagt vegutvidelse.

Det har ikke vært mulig å foreta grunnundersøkelser i selve elveløpet, slik at overdekning/nivå og mektighet av kvikkleira/sprøbruddmaterialet ikke er kjent i elva. Basert på grunnundersøkelser langs kanten av topp elveskråning, må det påregnes at den kvikke/sensitive leira ligger tilnærmet eksponert mot Gaula. Eksisterende erosjonssikring er i dag revet bort og/eller ligger opp i skråningen over normal vannstand, og har ingen virkning i dag. Det er dermed risiko for at videre erosjon i elveskråningene kan medføre initialras som igjen kan sette stabiliteten av elveskråningene og vegen i fare. Det tilrås derfor at det foretas plastring og erosjonssikring av elveskråningene. I elveskråningene bør plastringen legges opp til minimum kote +53,5, som tilsvarer nivået på overgangen mellom faste grove masser og leirmassene. Videre bør plastringen som et minimum føres forbi dypålen i elva, for å unngå at sikringen blir undergravd. Endelig geometri og utførelse av plastringsarbeidene vil bli beskrevet i eget dokument.

Det er viktig at plastringsarbeidene utføres på en slik måte at stabiliteten ikke forverres i anleggsperioden. I dette tilfellet vil det være spesielt viktig å unngå anleggsarbeider som medfører omrøring av de sensitive leirmassene. Det må også påses at det ikke oppstår lokalt brattere skråningskanter som øker faren for initialras. Retningslinjer for gjennomføring av plastringsarbeidene må klart framgå i tilbudsokumentene og på arbeidstegninger.

Planlagt bergskjæring for gang- og sykkelvegen på østsiden av E6 vil få en høyde på inntil 20 m iht. den ingeniørgeologiske rapporten. Grunnundersøkelser helt inntil berget indikerer ikke sensitiv eller kvikkleire, men da det er inntil 35 m mellom borpunktene bør det likevel tas forholdsregler for å redusere risikoen for at sprengningsarbeidene.

Blant annet tilrås at bergoverflaten frigraves ut mot eksisterende E6 til nivå under planlagt boreddybde for å ha kontroll med bergforløpet ut mot området hvor det er påvist sensitiv og kvikk leire. I tillegg tilrås at plastringsarbeidene i elva utføres før sprengningsarbeidene for søndre bergskjæring. Det vises for øvrig til retningslinjer for sikrings- og sprengningsarbeider i ingeniørgeologisk rapport og til Statens vegvesens håndbok 016 kap.17.6.4.1 "Sprengning i områder med kvikkleire".

### 8.1.3 E6 profil 900 – 1350. Veg i terreng langs Gaula

Eksisterende veg og planlagt vegutvidelse ligger i terrengnivå på delstrekningen og vegarbeidene vil kun foregå i det faste topplaget av sand- og grusmasser.

Grunnundersøkelsene ut mot Gaula viser at leira er kvikk eller har sprøbruddegenskaper på strekninga fram til ca. profil 1200. På dette partiet går Gaula nært inntil eksisterende E6. Elveskråningene har typisk helning ca. 1:1,5, lokalt enda brattere. Utført bunnkotekartlegging av Gaula i november 2011 som viser at dypålen ligger mot østre elvebredd, dvs. mot E6. Det er målt vanndybder på inntil 4 m. Høydeforskjellen mellom elveterrassen som E6 ligger på og bunnen av Gaula, er inntil 10 m. På strekningen fram mot profil 1200 ligger den sensitive/kvikke leira delvis i nivå med, og delvis over, elvebunnen.

Stabilitetsberegninger viser at tilfredsstillende beregningsmessig sikkerhet mot utglidning for dyperegående glideflater, mens overflatestabiliteten av de bratte elveskråningene er noe lavere enn akseptabelt.

Også på denne delstrekningen fram mot ca. profil 1200 vil det være behov for sikring av Gaula, for å hindre ytterligere erosjon og initialglidninger som kan utløse større utglidninger som rammer E6. Fram til profil 1200 tilrås samme sikringstiltak som for partiet lengre sør, se kap. 8.1.2. Dvs. plastring opp til minimum kote +53,5 som føres ned elveskråningen og minimum forbi dypålen i elva.

Nord for profil 1200 er det ikke påvist sensitive masser/kvikkleire, eller at de sensitive massene ligger så dypt under elvenivået at erosjonsfaren anses som liten. Det er derfor ikke funnet nødvendig å beskrive sikringstiltak nord for profil 1200.

### 8.1.4 E6 profil 1350 – 2100. Veg på fylling og gangkulvert

Fyllingshøyden for veg og støyvoll er inntil 4m på strekningen. Med de påviste grunnforholdene og økende avstand mellom elva og vegen, vil det ikke være stabilitetsmessige problemer med vegutbyggingen på delstrekningen.

Terrenget ved den planlagte kulverten under E6 ved profil 1520 ligger på ca kote +55. Underkant gulv av kulverten ligger på ca. kote +53,6, og utgravingsnivået må påregnes å ligge på ca kote +53,0, dvs. en gravedybde på ca. 2 m. Utgravingen vil foregå i det faste topplaget av sandige/grusige masser. Poretrykksmålinger indikerer en grunnvannstand på 2,5 – 3 m under terreng, dvs. under traunivået for kulverten.

Planlagt E6 ligger noe utenfor eksisterende veg på dette partiet, og kulverten kan etableres med åpen utgraving. Midlertidige skråninger over grunnvannstanden kan utføres med helning 1:1,5 eller slakere. Ved eventuell graving under grunnvannstanden, for eksempel i nedbørrike perioder, må det påregnes at graveskråningene må slakes ut. Da kan da også bli aktuelt med bruk av pumper for å holde byggegropa tørr.

### 8.1.5 E6 profil 2100 – 2200. Skjæring i berg

På strekningen ligger veglinja delvis i terreng og delvis på fylling med høyde inntil 4 m, mens den planlagte gang- og sykkelvegen planlegges i bergskjæring på innsiden av E6.

Planlagt bergskjæring for gang- og sykkelvegen vil få en høyde på inntil 15 m iht. den ingeniørgeologiske rapporten. Det er relativt lang avstand mellom borpunktene på strekningen, men undersøkelsene indikerer generelt faste masser og det er ikke påvist sensitive masser eller kvikkleire. Det påregnes ingen geotekniske problemer på strekningen. Det vises til den

ingeniørgeologiske rapporten for vurderinger av stabilitetsforhold, sikring og sprengingsopplegg for bergskjæringen.

#### 8.1.6 E6 profil 2200 – 2400. Veg i terreng

Med bakgrunn i resultater fra grunnundersøkelsene og små planlagte terrenginngrep, påregnes det ikke setnings- eller stabilitetsmessige problemer på strekningen.

#### 8.1.7 Overgangsbru, profil -40 til - 100

Det er gode grunnforhold ved overgangsbrua, og brua kan trolig direktefundamenteres. Endelige byggeplantegninger og lastoppgaver må kontrolleres av geotekniker.

Det vestre landkaret blir liggende i overkant av 20 m fra topp elveskråning, og det er ikke stabilitetsproblematikk knyttet til dette.

Imidlertid slår foten av den vestre tilløpsfyllingen ut mot skråningstoppen over Gaula ved bruk av konvensjonell fylling med helning 1:2 som vist i planene. På dette partiet er det en bratt skråning med helning ned mot 1:1 og høyde inntil 10 m. Ved foten av denne skråningen flater terrenget ut mot Gaula.

Selv om det er påvist meget faste masser på dette partiet, vil det være betenkelig av hensyn til overflatestabiliteten å anlegge fyllingsfoten helt ut mot skråningstoppen. Det tilrås derfor at tilløpsfyllingen mot overgangsbrua strammes opp, f. eks. med en forstøtningsmur, slik at det blir en avstand på min 4-5 m mellom murfronten og topp skråning. Alternativt kan brua flyttes i størrelsesorden 15 m mot vest, hvor avstanden til Gaula blir større og det er mulig å legge ut fylling uten tiltak som avsluttes ca. 5 m bak skråningstoppen.

#### 8.1.8 Støyvoller

Det er vist støyvoller med høyder inntil ca. 3 m høyde over dagens terreng. Støyvollene er planlagt med skråningshelning 1:1,5. For at fyllingsskråningene skal være stabile, må støyvollene bygges opp med kvalitetsmasser av grus eller sprengt stein. Dersom det skal benyttes masser med dårligere kvalitet i støyvollene, bør vollene legges ut med slakere helning.

#### 8.1.9 Ledningsanlegg

Oversendte planer for ledningsanlegg viser at maksimale grøftedybder vil bli i størrelsesorden 3,5 m.

Ut fra utførte grunnundersøkelser vil graving av ledningsgrøftene på innsiden av dagens E6 foregå i det faste topplaget og ikke komme i kontakt med sensitiv/kvikk leire.

Det samme gjelder stikkledninger for overvann ut i Gaula, men det tilrås at stikkledningene etableres etter at det er foretatt sikringsarbeider i elveskråningene.

Stabiliteten av grøftekantene vil avhenge av grunnvannsstanden i området under utførelsen. Generelt vil graveskråningene være stabile ved graving over grunnvannsnivået, mens det under grunnvannsnivået må påregnes problemer med innrasing i grøfta.

Der grunnvannsstanden står dypere enn gravedybden, kan følgende, generelle graveskråninger benyttes:

- For grøfter med mindre dybde enn 1,5 m, benyttes maksimal skråningshelning 1:1.
- Grøfter mellom 1,5 og 2,5 m dybde graves med maksimal skråningshelning 1:1,5.

- Grøfter mellom 2,5 og 3,5 m graves med maksimal skråningshelning 1:2. Dersom det ikke er plass til dette, må det benyttes grøfteskasser. Åpne graveskråninger over topp grøfteskasse må slakes ut til maksimal helning 1:1,5.

Når grunnvannsstanden er høyere enn bunnen av grøfta, må graveskråningene slakes ut til akseptabel skråningshelning, eller det må benyttes grøfteskasser.

Avhengig av forholdene kan det på de dypeste partiene være aktuelt med seksjonsvis graving og tilbakefylling med korte seksjonslengder.

Generelt må alle grøftearbeider må utføres iht. *Forskrift om graving og avstivning av grøfter*.

## 9. Kritiske momenter/videre arbeid

I denne rapporten pekes det på enkelte partier langs E6 som vurderes å ha kritisk stabilitet grunnet erosjonsfare inn i sensitiv og kvikk leire. Det tilrås derfor erosjonssikring og plastring i Gaula på strekningen mellom ca. profil 750 og 1200, dvs. over en lengde på ca 450 m.

Det tilrås at plastringsarbeidene utføres før sprengningsarbeidene for søndre bergskjæring, profil 700 – 900, og etablering av stikkledninger for overvann ut i Gaula.

Det er viktig at sikringsarbeidene planlegges og gjennomføres slik at det ikke medfører omrøring av de eksponerte sensitive leirmassene i elva og elveskråningene. Det vil således være viktig å beskrive rekkefølgen på utlegging av massene, der også etablering av adkomst/anleggsveger, eventuell mellomlagring av masser etc. vil være viktige forhold å etablere retningslinjer for. Det forutsettes at denne beskrivelsen innarbeides i tilbudsdokumentene for vegutbyggingen, når omfanget av plastringsarbeidene er avklart.

I forbindelse med detaljprosjektering av plastringsarbeidet, kan det være aktuelt å utføre supplerende grunnundersøkelser på motsatt side av Gaula. Behovet vurderes ut fra vurderinger knyttet til hvor langt ut i elveløpet det er nødvendig å utføre plastringsarbeider.

## 10. Referanser

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| /1/  | Statens Vegvesen (2010). <i>Håndbok 016 – Geoteknikk i vegbygging</i>                                                                                                                                                                                                                                  |
| /2/  | Statens Vegvesen (2005 med tillegg i 2008 og 2009). <i>Håndbok 018 – Vegbygging</i>                                                                                                                                                                                                                    |
| /3/  | Statens Vegvesen (2008). <i>Håndbok 274 – Grunnforsterkning, fyllinger og skjæringer</i>                                                                                                                                                                                                               |
| /4/  | Karlsrud, K. (2003). <i>Tolkning og fastlegging av jordparametere. Karakteristisk jordprofil</i> . NGF-kurs. Stabilitetsanalyser av skråninger, skjæringer og fyllinger, innlegg 4.1. 20-22 mai 2003, Hell.                                                                                            |
| /5/  | Ladd, C.C., and Foott, R. (1974). <i>New design procedure for stability of soft clays</i> . J. of the Geotech. Eng. Div., 100 (GT7), 763-786.                                                                                                                                                          |
| /6/  | NVE (2011). <i>Retningslinjer nr. 2/2011. Flaum- og skredfare i arealplanar</i> .                                                                                                                                                                                                                      |
| /7/  | Karlsrud, K. , Aas, G. and Gregersen, O. (1984). <i>Can we predict landslides hazards in soft sensitive clays? Summary of Norwegian Practice and Experiences</i> . Proceedings of the 4th International Symposium on Landslides, Toronto, Vol I, p. 107-130. Også publisert i NGI publikasjon nr. 158. |
| /8/  | CPTU EXTRA. <i>Regneark for avansert tolkning av CPTU. Versjon 3.0</i> . Brukermanual utviklet av Rolf Sandven. Datert 12.11.2010.                                                                                                                                                                     |
| /9/  | Lunne, T., Robertson, P.K. og Powell, J.J.M. (1997). <i>Cone Penetration Testing in Geotechnical Practice</i> . Blackie Academic & Professional.                                                                                                                                                       |
| /10/ | Karlsrud, K. et al. (2005). <i>CPTU correlations for clays</i> . Proceedings, ICSMGE, Osaka s 693 - 702.                                                                                                                                                                                               |
| /11/ | NGI-rapport 20001008-2 Rev. 3 (2008). <i>Program for økt sikkerhet mot leirskred. Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire</i> .                                                                                                                                              |
| /12/ | Karlsrud K. Lunne T. & Brattlien K. (1996) <i>Improved CPTU correlations based on block samples</i> . Proceedings, NGM 1996, Reykjavik                                                                                                                                                                 |
| /13/ | Standard Norge (2002). <i>Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner</i> . NS-EN 1990-1:2002 + NA:2008                                                                                                                                                                                     |
| /14/ | Standard Norge (2004). <i>Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler</i> . NS-EN 1997-1:2004 + NA:2008                                                                                                                                                                               |
| /15/ | Statens vegvesen. <i>Ud 668B E6 Hage – Gylland. Ingeniørgeologisk rapport for byggeplan, revidert rapport</i> , datert 15.12.2011                                                                                                                                                                      |
| /16/ | Seascan. <i>Sjøbunnkartlegging Gaula. Hage – Gylland. Oppmålingsrapport</i> , datert 11.11.2011                                                                                                                                                                                                        |

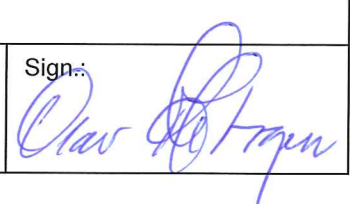
**Arkivreferanser:**

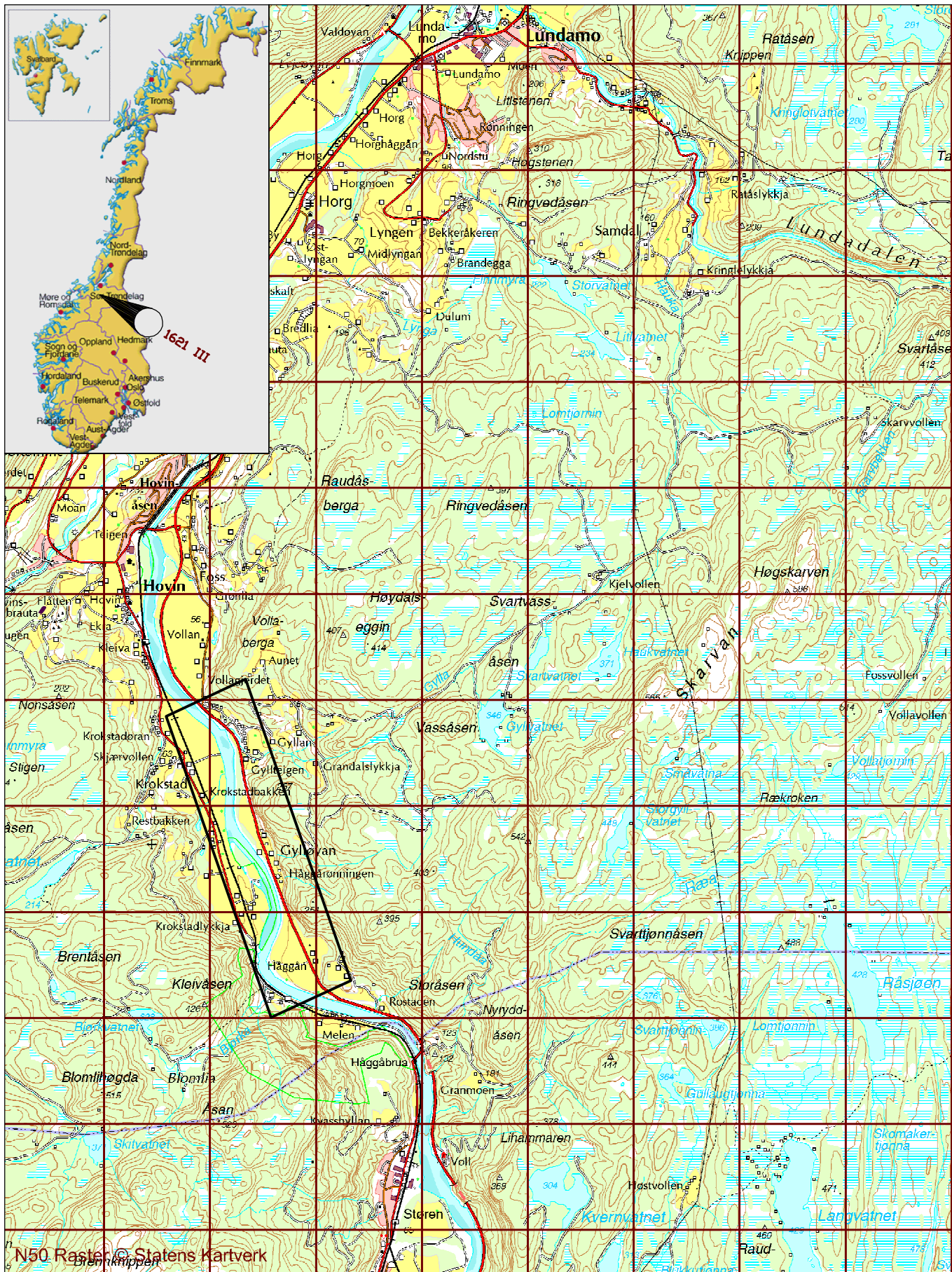
|             |                                    |                        |             |
|-------------|------------------------------------|------------------------|-------------|
| Fagområde:  | Geoteknikk                         |                        |             |
| Stikkord:   | Vegbygging, kvikkleire, stabilitet |                        |             |
| Land/Fylke: | Sør-Trøndelag                      | Kartblad:              | 1621 III    |
| Kommune:    | Melhus                             | UTM koordinater, Sone: | 32 V        |
| Sted:       | Hage - Gylland                     | Øst: 5636              | Nord: 69951 |

**Distribusjon:**

- ☒ Begrenset (Spesifisert av Oppdragsgiver)  
☐ Intern  
☐ Fri

**Dokumentkontroll:**

|                                                |             | Dokument<br>28. februar 2012 |      | Revisjon 1 |                     | Revisjon 2                                                                                      |      | Revisjon 3 |      |
|------------------------------------------------|-------------|------------------------------|------|------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------------|------|
|                                                |             | Dato                         | Sign | Dato       | Sign                | Dato                                                                                            | Sign | Dato       | Sign |
| Forutsetninger                                 | Utarbeidet  | 28.02.12                     | Arv  |            |                     |                                                                                                 |      |            |      |
|                                                | Kontrollert | 28.02.12                     | ROS  |            |                     |                                                                                                 |      |            |      |
| Grunnlagsdata                                  | Utarbeidet  | 28.02.12                     | Arv  |            |                     |                                                                                                 |      |            |      |
|                                                | Kontrollert | 28.02.12                     | ROS  |            |                     |                                                                                                 |      |            |      |
| Teknisk innhold                                | Utarbeidet  | 28.02.12                     | Arv  |            |                     |                                                                                                 |      |            |      |
|                                                | Kontrollert | 28.02.12                     | ROS  |            |                     |                                                                                                 |      |            |      |
| Format                                         | Utarbeidet  | 28.02.12                     | Arv  |            |                     |                                                                                                 |      |            |      |
|                                                | Kontrollert | 28.02.12                     | ROS  |            |                     |                                                                                                 |      |            |      |
| Anmerkninger                                   |             |                              |      |            |                     |                                                                                                 |      |            |      |
| Godkjent for utsendelse<br>(Oppdragsansvarlig) |             |                              |      |            | Dato:<br>28.02.2012 | Sign.:<br> |      |            |      |



# OVERSIKTSKART

Statens vegvesen Region midt  
E6 Hage - Gylland

MULTICONSULT AS

7486 Trondheim  
Tlf: 73 10 62 00 - Faks: 73 10 62 30/70

Dato 12.04.2011

Oppdragsnr. 414532

Tegnet JMP

Tegningsnr. 0

Kontrollert ARV

Rev.

Borplan nr.

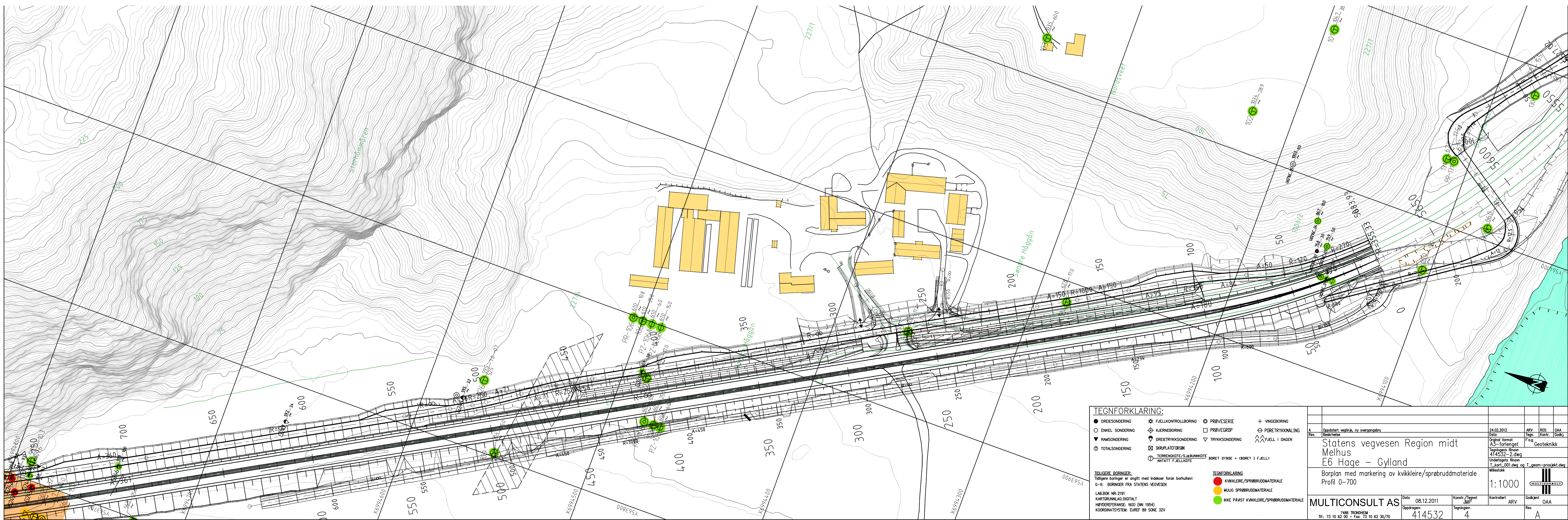
-1

Målestokk  
1:50 000



Godkjent OAA





**TEGNFORKLARING:**

|                   |                              |                  |                   |
|-------------------|------------------------------|------------------|-------------------|
| ● DREIESONDERING  | ☆ FJELLKONTROLLBORING        | ○ PRØVESERIE     | + VINGEBORING     |
| ○ ENKEL SONDERING | ⊗ KJERNEBORING               | □ PRØVEGRØP      | ⊗ PORETRYKKMALING |
| ▼ RAMSONDERING    | ⬇ DREITRYKKSONDERING         | ▽ TRYKKSONDERING | ⌘ FJELL I DAGEN   |
| ⊙ TOTALSONDERING  | ⊠ SKRUPLETFØRSØK             |                  |                   |
|                   | Ⓢ TERRENGKOTE/SJEKKNINGSKOTE |                  |                   |
|                   | Ⓢ ANTATT FJELLSKOTE          |                  |                   |

**TIDLIGERE BORINGER:**  
Tidligere boringer er angitt med indekser foran boringsnr:  
G-X BORINGER FRA STATENS VEGVESEN

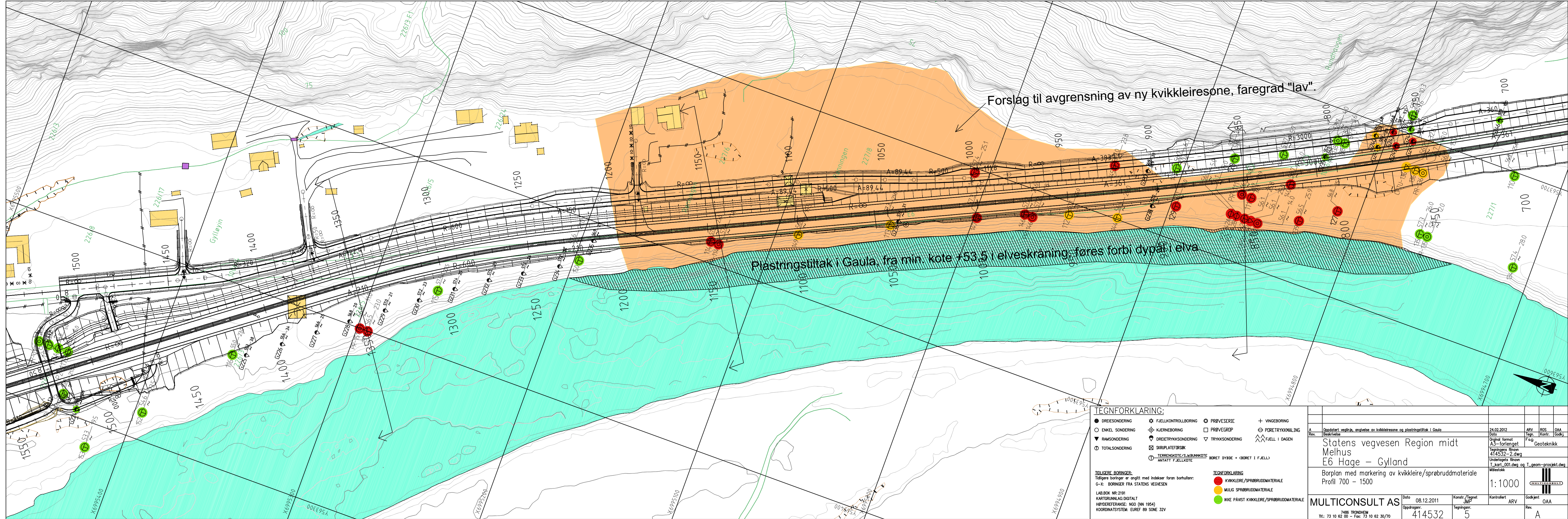
LAB.BOK NR: 2191  
KARTGRUNNLAG: DIGITALT  
HØYDEREFERANSE: NGO (NN 1954)  
KOORDINATSYSTEM: EUREF 89 SONE 32V

**TEGNFORKLARING:**

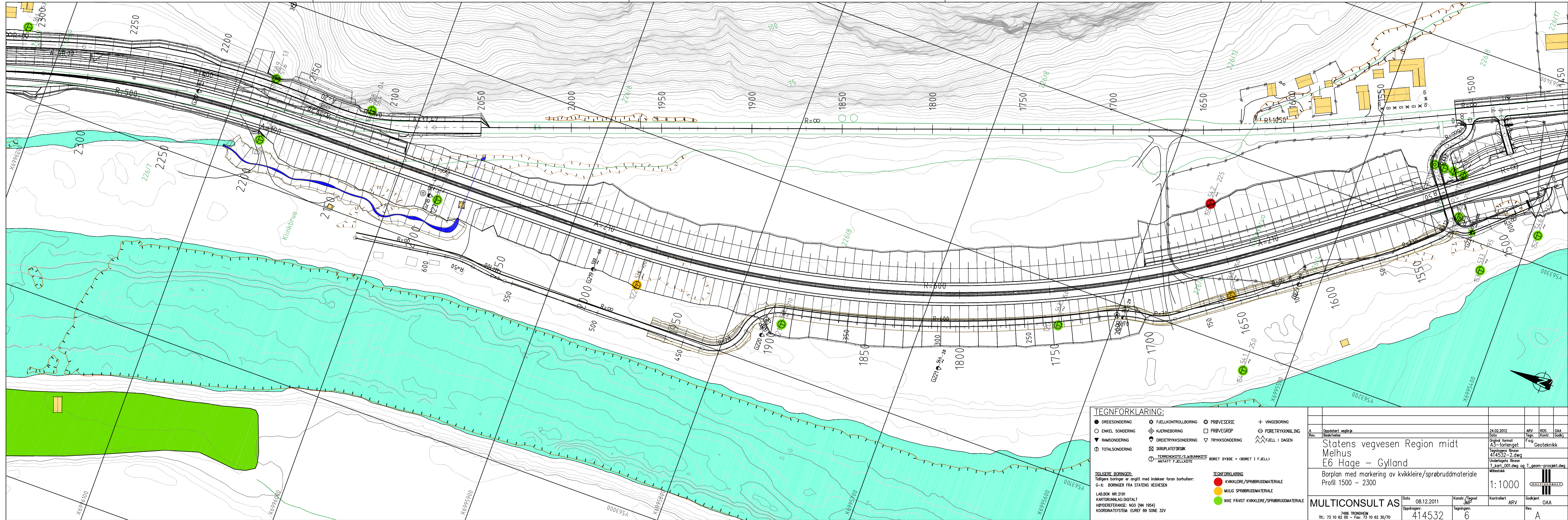
|                                             |
|---------------------------------------------|
| ● KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE             |
| ● MULIG SPRØBRUDDMATERIALE                  |
| ● IKKE PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE |

|                                                        |  |                                    |                                      |            |                |          |
|--------------------------------------------------------|--|------------------------------------|--------------------------------------|------------|----------------|----------|
| A                                                      |  | Oppdatert veglinje, ny overgangsbu | 24.02.2012                           | ARV        | ROS            | OAA      |
| Rev.                                                   |  | Beskrivelse                        | Dato                                 | Tegn.      | Kontr.         | Godkj.   |
| Statens vegvesen Region midt                           |  |                                    | Original formet                      | Geoteknikk |                |          |
| Melhus                                                 |  |                                    | A3-forlenget                         | Fag        |                |          |
| E6 Hage – Gylend                                       |  |                                    | Tegningens filnavn                   | Geoteknikk |                |          |
| Borplan med markering av kvikkleire/sprøbruddmateriale |  |                                    | 414532-2.dwg                         | Fag        |                |          |
| Profil 0-700                                           |  |                                    | Underlagets filnavn                  | Geoteknikk |                |          |
|                                                        |  |                                    | T_jan_001.dwg og T_geom-prosjekt.dwg | Fag        |                |          |
|                                                        |  |                                    | Målestokk                            | Geoteknikk |                |          |
|                                                        |  |                                    | 1:1000                               | Geoteknikk |                |          |
| MULTICONSULT AS                                        |  |                                    | Dato                                 | 08.12.2011 | Konstr./Tegnet | Godkjent |
| 7486 TRONDHEIM                                         |  |                                    | Oppdragsnr.                          | 414532     | M.P.           | Rev.     |
| Tlf: 73 10 62 00 – Fax: 73 10 62 30/70                 |  |                                    |                                      |            | 4              | A        |









TEGNFORKLARING:

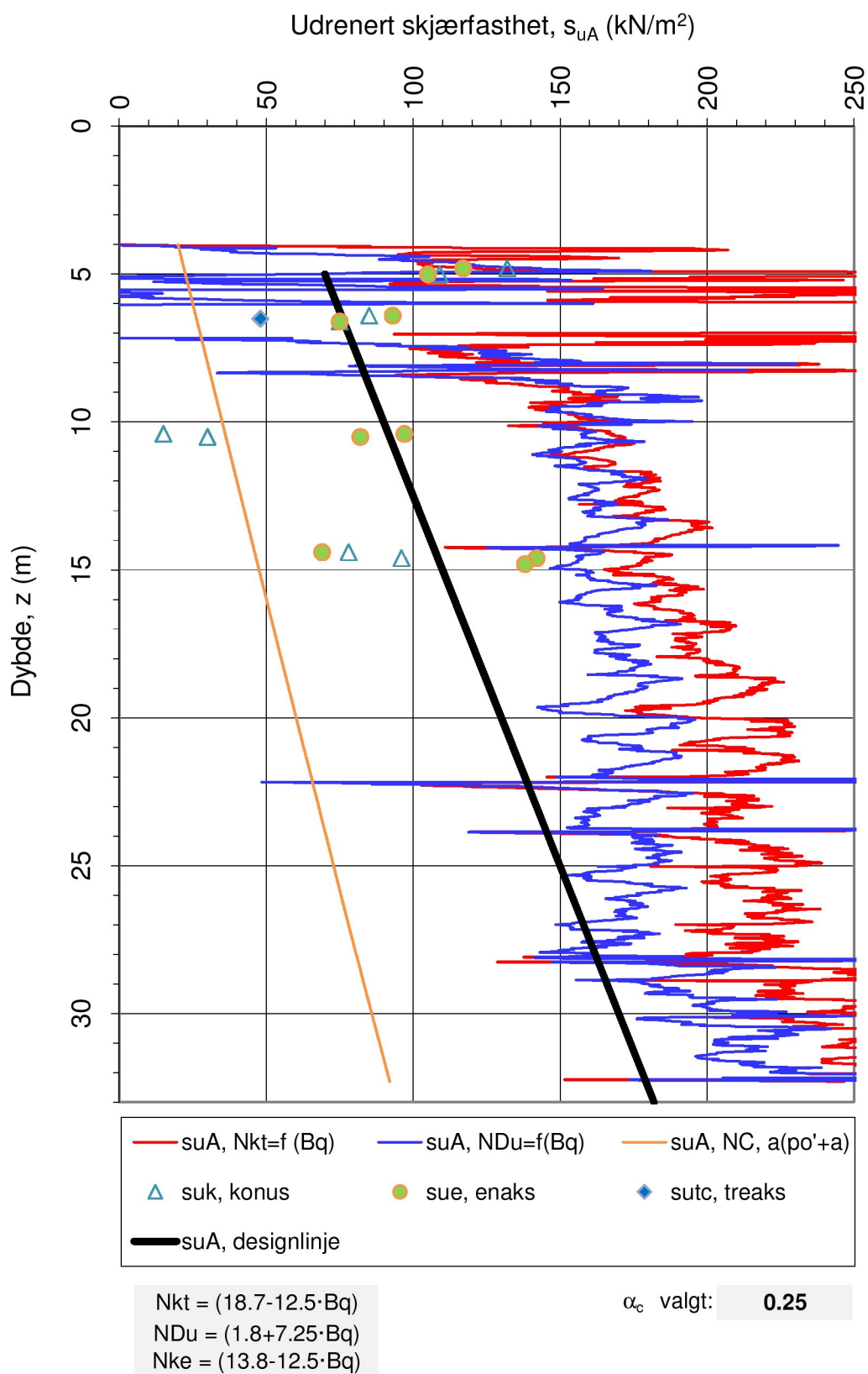
- |                   |                             |                                 |                   |
|-------------------|-----------------------------|---------------------------------|-------------------|
| ● DREIESONDERING  | ✱ FJELLKONTROLLBORING       | ○ PRØVESERIE                    | + VINGEBORING     |
| ○ ENKEL SONDERING | ⬇ KJERNEBORING              | □ PRØVEGRØP                     | ⊖ PORETRYKKMÅLING |
| ▼ RAMSONDERING    | ⬇ DREIETRYKKSONDERING       | □ TRYKKSONDERING                | ⋈ FJELL I DAGEN   |
| ⊕ TOTALSONDERING  | ☑ SKRUPLETFØRSØK            |                                 |                   |
|                   | Ⓢ TERRENGKORTE/SJEBUNNKORTE | Ⓢ BØRET DYBDE + (BØRET I FJELL) |                   |
|                   | Ⓢ ANTATT FJELLSKOTE         |                                 |                   |

TIDLIGERE BORINGER:  
Tidligere boringer er angitt med indekser foran borhullsnr:  
G-X: BORINGER FRA STATENS VEGVESEN  
LAB.BOK NR.2191  
KARTGRUNNLAG: DIGITALT  
HØYDEREFERANSE: N50 (NN 1954)  
KOORDINATSYSTEM: EUREF 89 SONE 32V

- TEGNFORKLARING
- KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
  - MULIG SPRØBRUDDMATERIALE
  - IKKE PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|





Oppdragsgiver:

**SVV region Midt**

Oppdrag:

**E6 Hage Gylland**

Tegningens filnavn:

414532\_cptu-136

Aktiv udrenert skjærfasthet  $s_{uA}$ , korrelert mot  $B_q$ .

CPTU id.:

136

Sonde:

4364



**MULTICONSULT AS**

Dato:

30.01.2012

Tegnet:

arv

Kontrollert:

ros

Godkjent:

oaa

Oppdrag nr.:

414532

Tegning nr.:

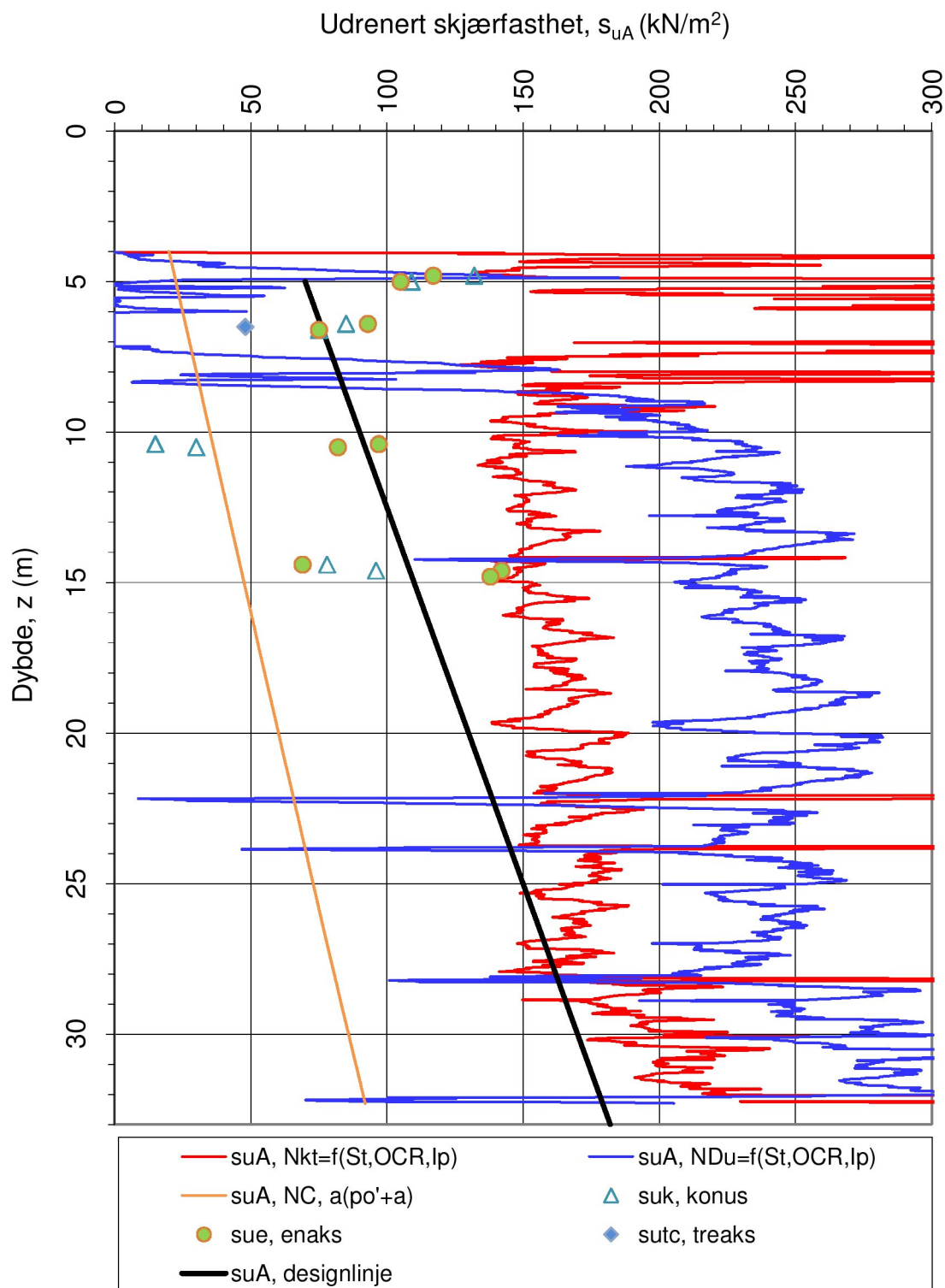
40.6

Versjon:

22.05.2011

Revisjon:

0



Sensitivitetsvalg:

**St < 15**

$\alpha_c$  valgt:

**0.25**

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

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

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

Oppdragsgiver:

**SVV region Midt**

Oppdrag:

**E6 Hage Gylland**

Tegningens filnavn:

414532\_cptu-136

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

CPTU id.:

136

Sonde:

4364



**MULTICONSULT AS**

Dato:

30.01.2012

Tegnet:

arv

Kontrollert:

ros

Godkjent:

oaa

Oppdrag nr.:

414532

Tegning nr.:

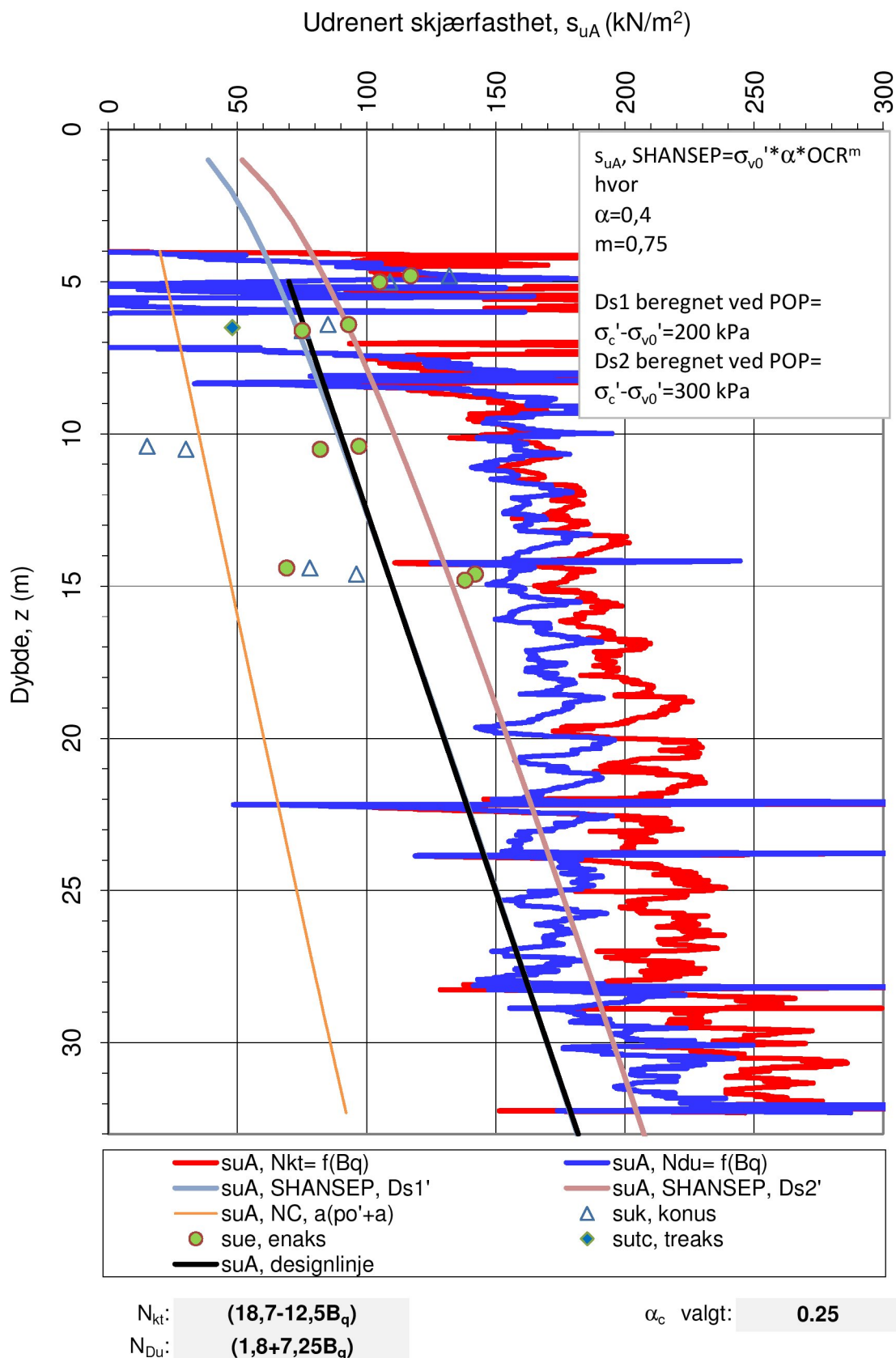
40.7

Versjon:

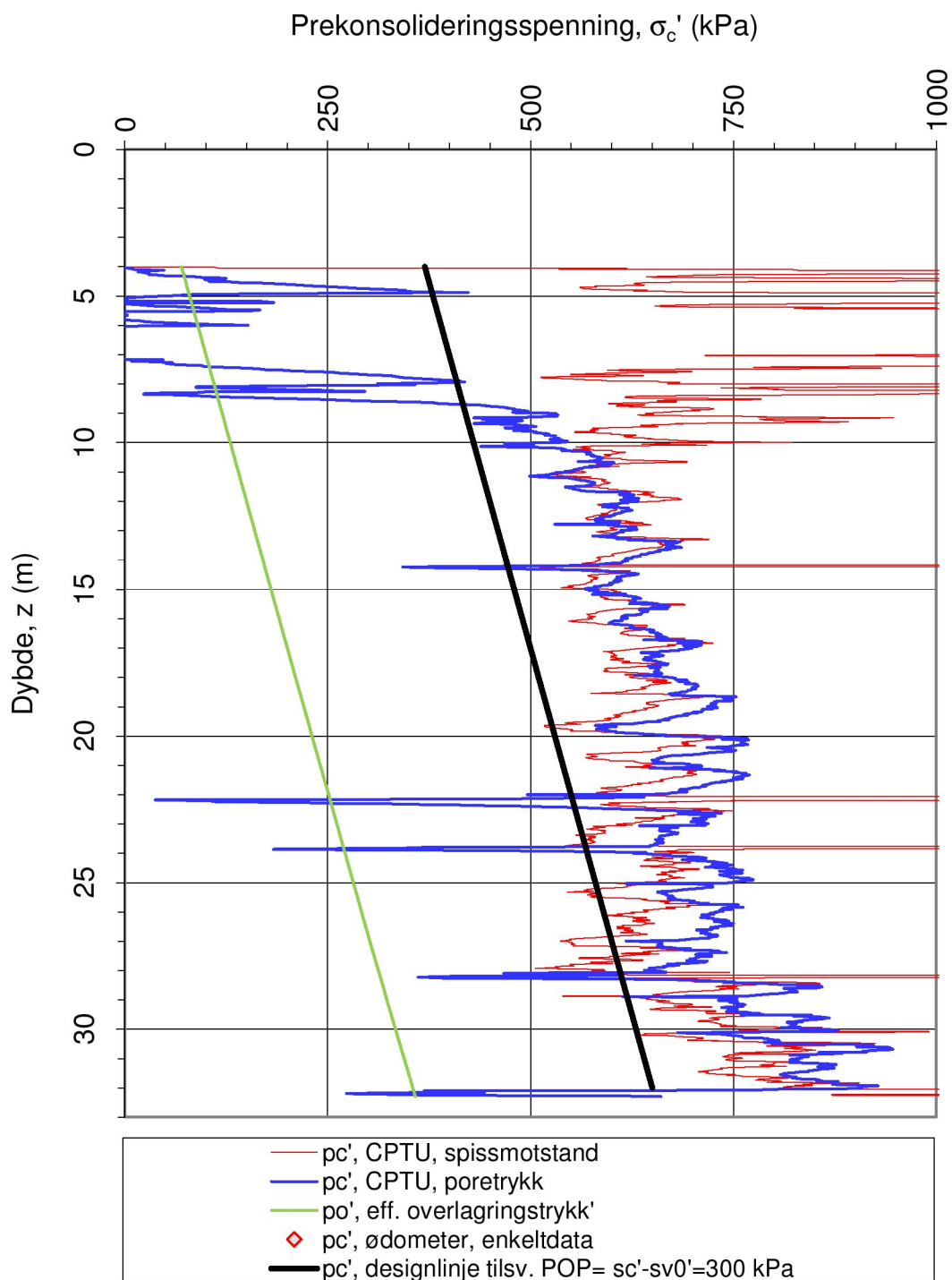
22.05.2011

Revisjon:

0



|                                                                     |                        |                                    |                        |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Oppdragsgiver:<br><b>SVV region Midt</b>                            |                        | Oppdrag:<br><b>E6 Hage Gylland</b> |                        | Tegningens filnavn:<br>414532_cptu-136                                                |
| Aktiv udrenert skjærfasthet $s_{uA}$ , verdier fra SHANSEP-analyse. |                        |                                    |                        |  |
| CPTU id.:                                                           | 136                    | Sonde:                             | 4364                   |                                                                                       |
| <b>MULTICONSULT AS</b>                                              | Dato:<br>30.01.2012    | Tegnet:<br>arv                     | Kontrollert:<br>ros    | Godkjent:<br>oaa                                                                      |
|                                                                     | Oppdrag nr.:<br>414532 | Tegning nr.:<br>40.8               | Versjon:<br>22.05.2011 | Revisjon:<br>0                                                                        |



Oppdragsgiver:

**SVV region Midt**

Oppdrag:

**E6 Hage Gylland**

Tegningens filnavn:

414532\_cptu-136

Prekonsolideringsspenning  $\sigma_c'$ .

CPTU id.:

136

Sonde:

4364

**MULTICONSULT AS**

Dato:

30.01.2012

Tegnet:

arv

Kontrollert:

ros

Godkjent:

oaa

Oppdrag nr.:

414532

Tegning nr.:

40.9

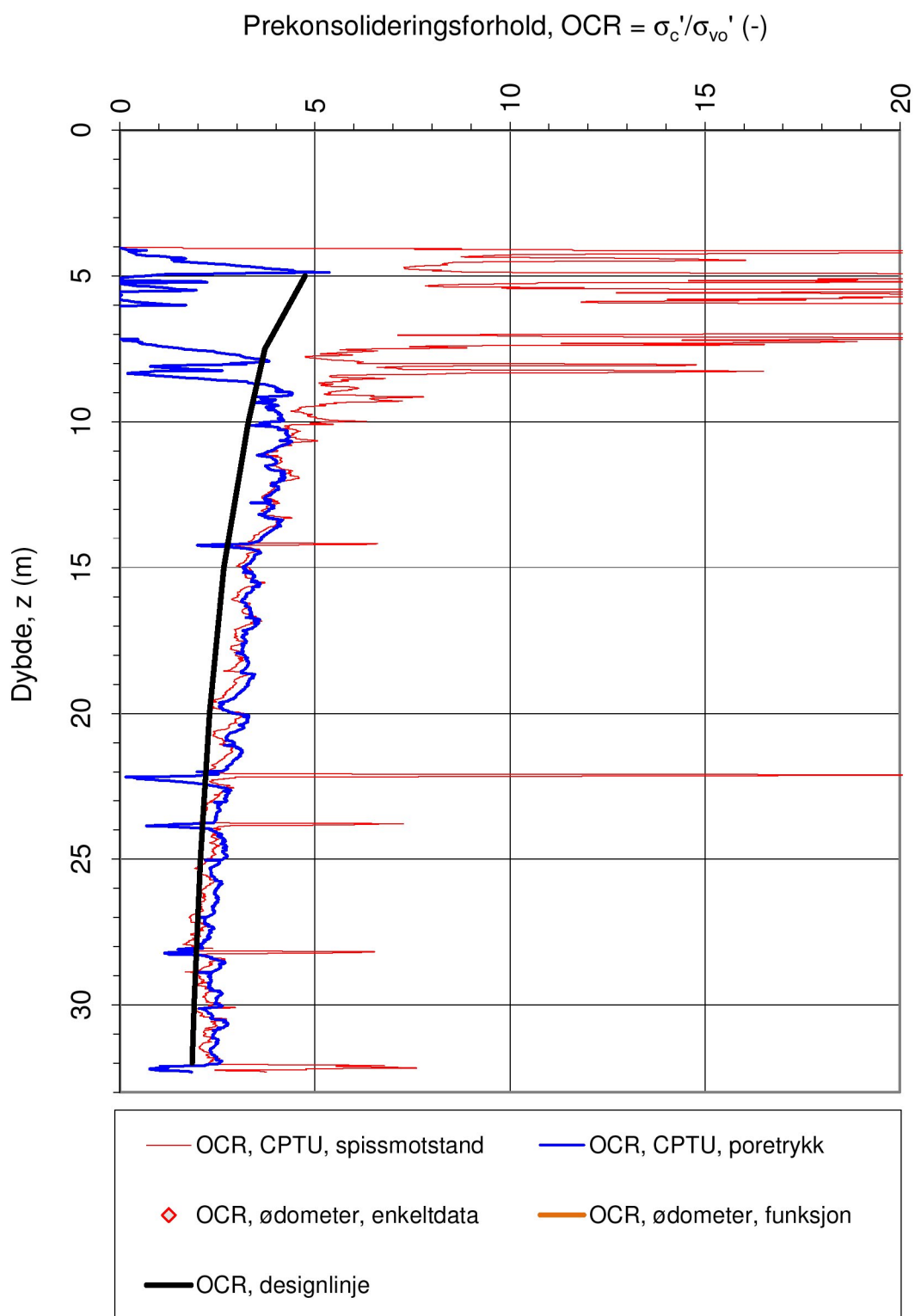
Versjon:

22.05.2011

Revisjon:

0





Oppdragsgiver:

**SVV region Midt**

Oppdrag:

**E6 Hage Gylland**

Tegningens filnavn:

414532\_cptu-136

Overkonsolideringsforhold,  $OCR = \sigma'_c / \sigma'_{vo}$ .

CPTU id.:

136

Sonde:

4364

**MULTICONSULT AS**

Dato:

30.01.2012

Tegnet:

arv

Kontrollert:

ros

Godkjent:

oaa

Oppdrag nr.:

414532

Tegning nr.:

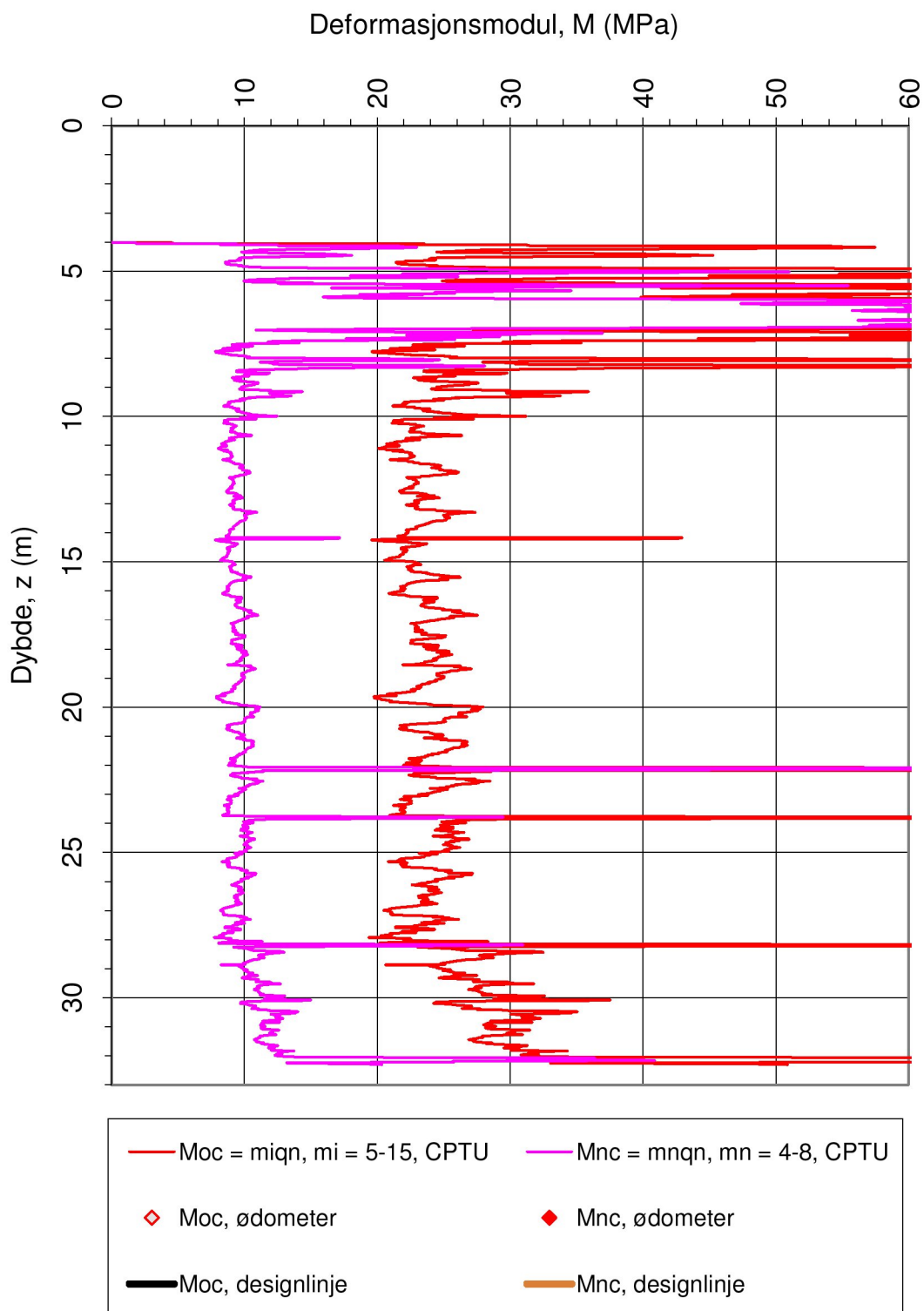
40.10

Versjon:

22.05.2011

Revisjon:

0



Oppdragsgiver:

**SVV region Midt**

Oppdrag:

**E6 Hage Gylland**

Tegningens filnavn:

414532\_cptu-136

Deformasjonsmoduler,  $M_{oc}$  og  $M_{nc}$ :

CPTU id.:

136

Sonde:

4364

**MULTICONSULT AS**

Dato:

30.01.2012

Tegnet:

arv

Kontrollert:

ros

Godkjent:

oaa

Oppdrag nr.:

414532

Tegning nr.:

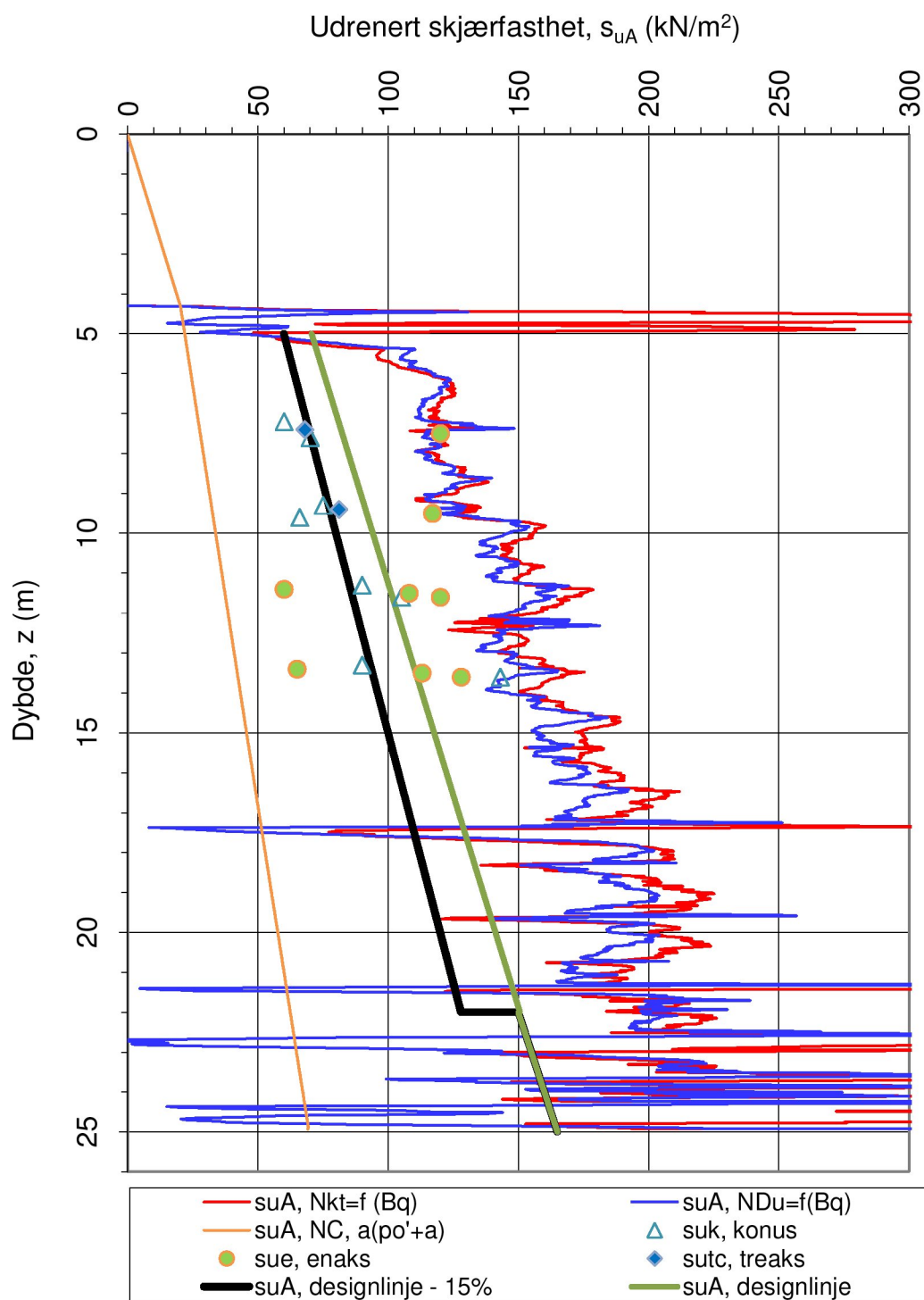
40.11

Versjon:

22.05.2011

Revisjon:

0



$$N_{kt} = (18.7-12.5 \cdot B_q)$$

$$N_{Du} = (1.8+7.25 \cdot B_q)$$

$$N_{ke} = (13.8-12.5 \cdot B_q)$$

$\alpha_c$  valgt: **0.25**

Oppdragsgiver:

**SVV region Midt**

Oppdrag:

**E6 Hage Gylland**

Tegningens filnavn:

414532\_cptu-142

Aktiv udrenert skjærfasthet  $s_{uA}$ , korrelert mot  $B_q$ .

CPTU id.:

142

Sonde:

4364



**MULTICONSULT AS**

Dato:

30.01.2012

Tegnet:

arv

Kontrollert:

ros

Godkjent:

oaa

Oppdrag nr.:

414532

Tegning nr.:

41.6

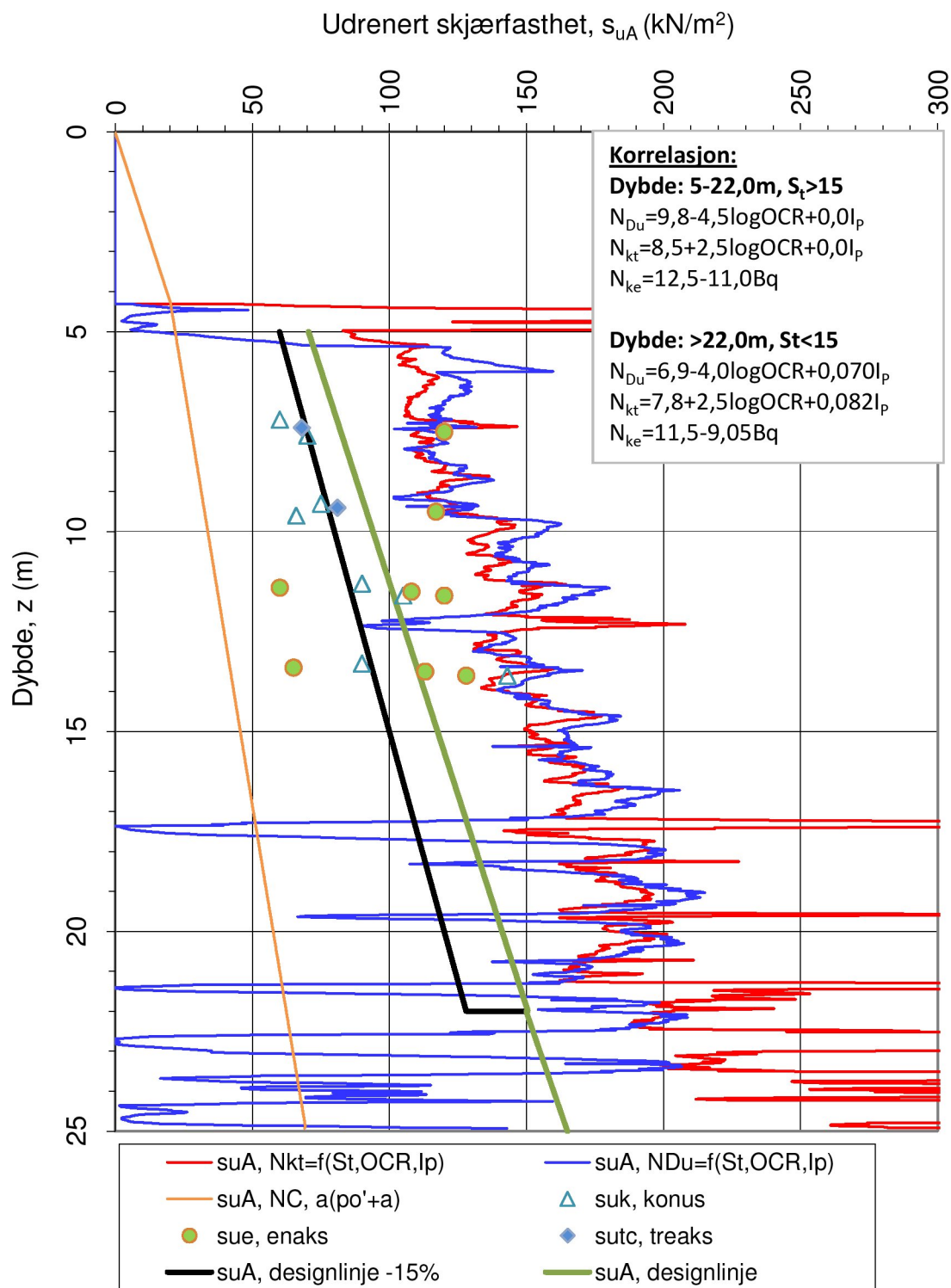
Versjon:

22.05.2011

Revisjon:

0





Sensitivitetsvalg:

**St > 15**

$\alpha_c$  valgt:

**0.25**

$$N_{kt} = (8.5 + 2.5 \log OCR + 0 I_p)$$

$$N_{Du} = (9.8 - 4.5 \log OCR + 0 I_p)$$

$$N_{ke} = (12.5 - 11 B_q)$$

Oppdragsgiver:

**SVV region Midt**

Oppdrag:

**E6 Hage Gylland**

Tegningens filnavn:

414532\_cptu-142

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

CPTU id.:

142

Sonde:

4364



**MULTICONSULT AS**

Dato:

30.01.2012

Tegnet:

arv

Kontrollert:

ros

Godkjent:

oaa

Oppdrag nr.:

414532

Tegning nr.:

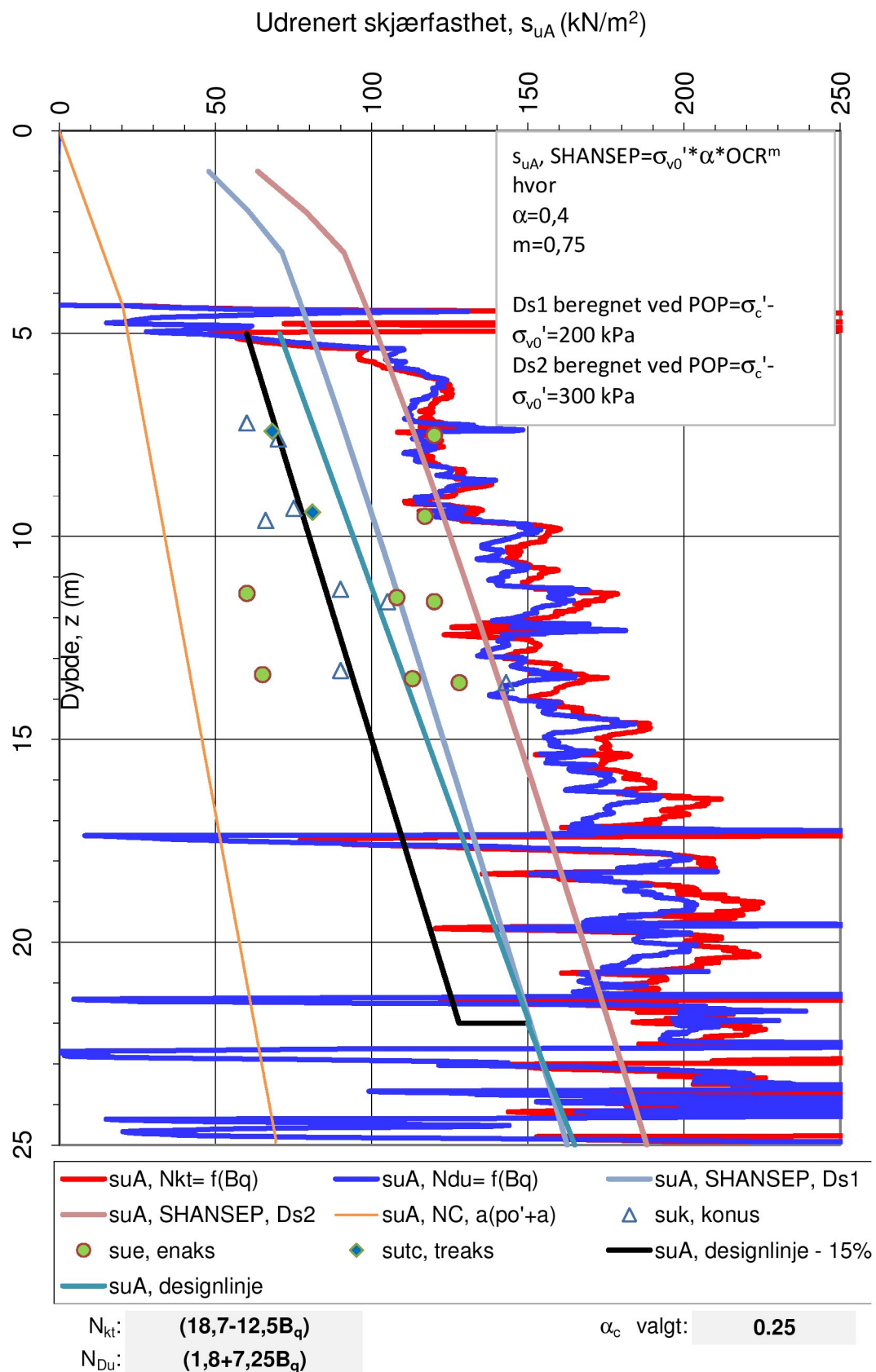
41.7

Versjon:

22.05.2011

Revisjon:

0



Oppdragsgiver:

**SVV region Midt**

Oppdrag:

**E6 Hage Gylland**

Tegningens filnavn:

414532\_cptu-142

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

CPTU id.:

142

Sonde:

4364



**MULTICONSULT AS**

Dato:

30.01.2012

Tegnet:

arv

Kontrollert:

ros

Godkjent:

oaa

Oppdrag nr.:

414532

Tegning nr.:

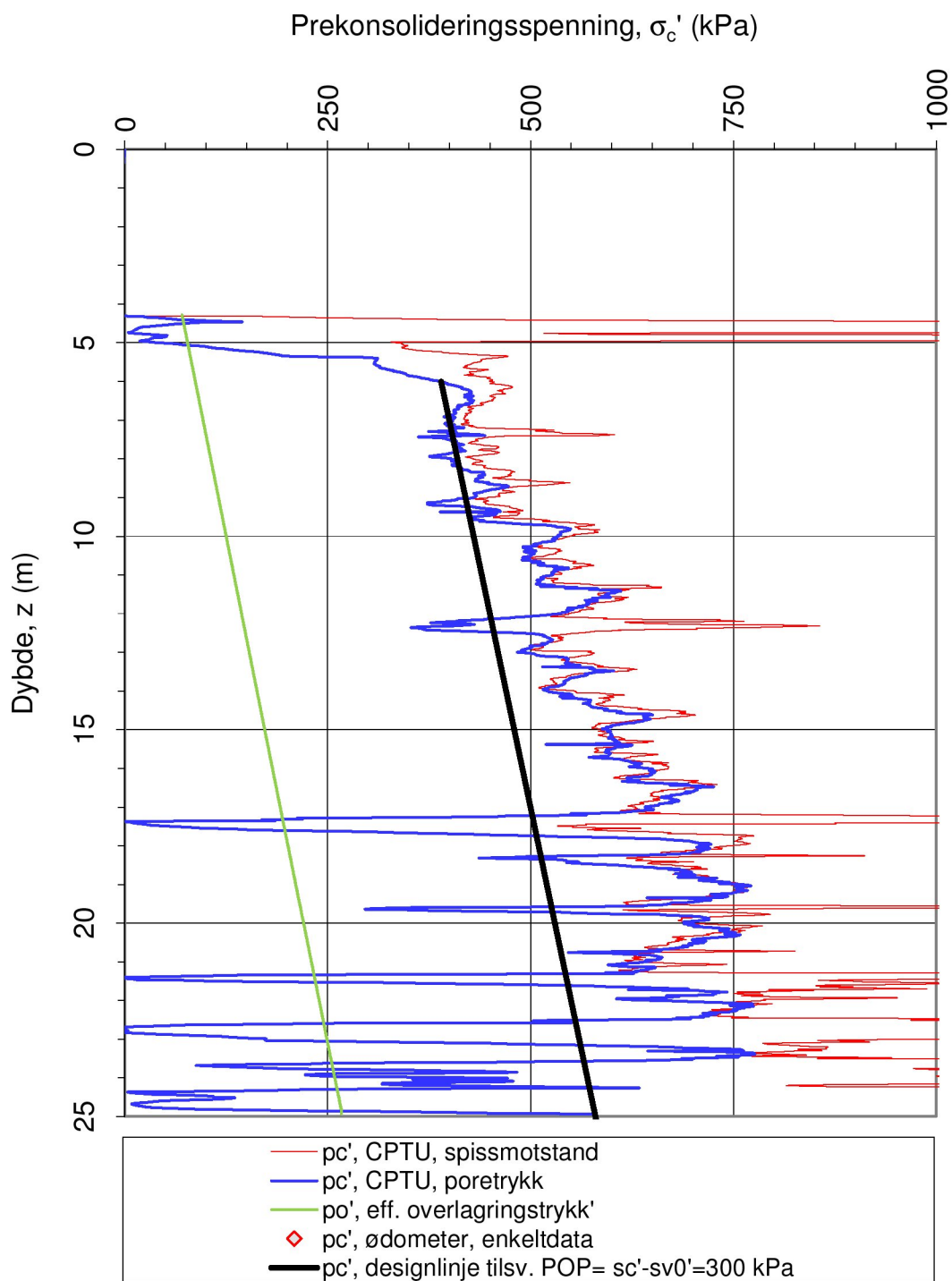
41.8

Versjon:

22.05.2011

Revisjon:

0



Oppdragsgiver:

**SVV region Midt**

Oppdrag:

**E6 Hage Gylland**

Tegningens filnavn:

414532\_cptu-142

Prekonsolideringsspenning  $\sigma_c'$ .

CPTU id.:

142

Sonde:

4364

**MULTICONSULT AS**

Dato:

30.01.2012

Tegnet:

arv

Kontrollert:

ros

Godkjent:

oaa

Oppdrag nr.:

414532

Tegning nr.:

41.9

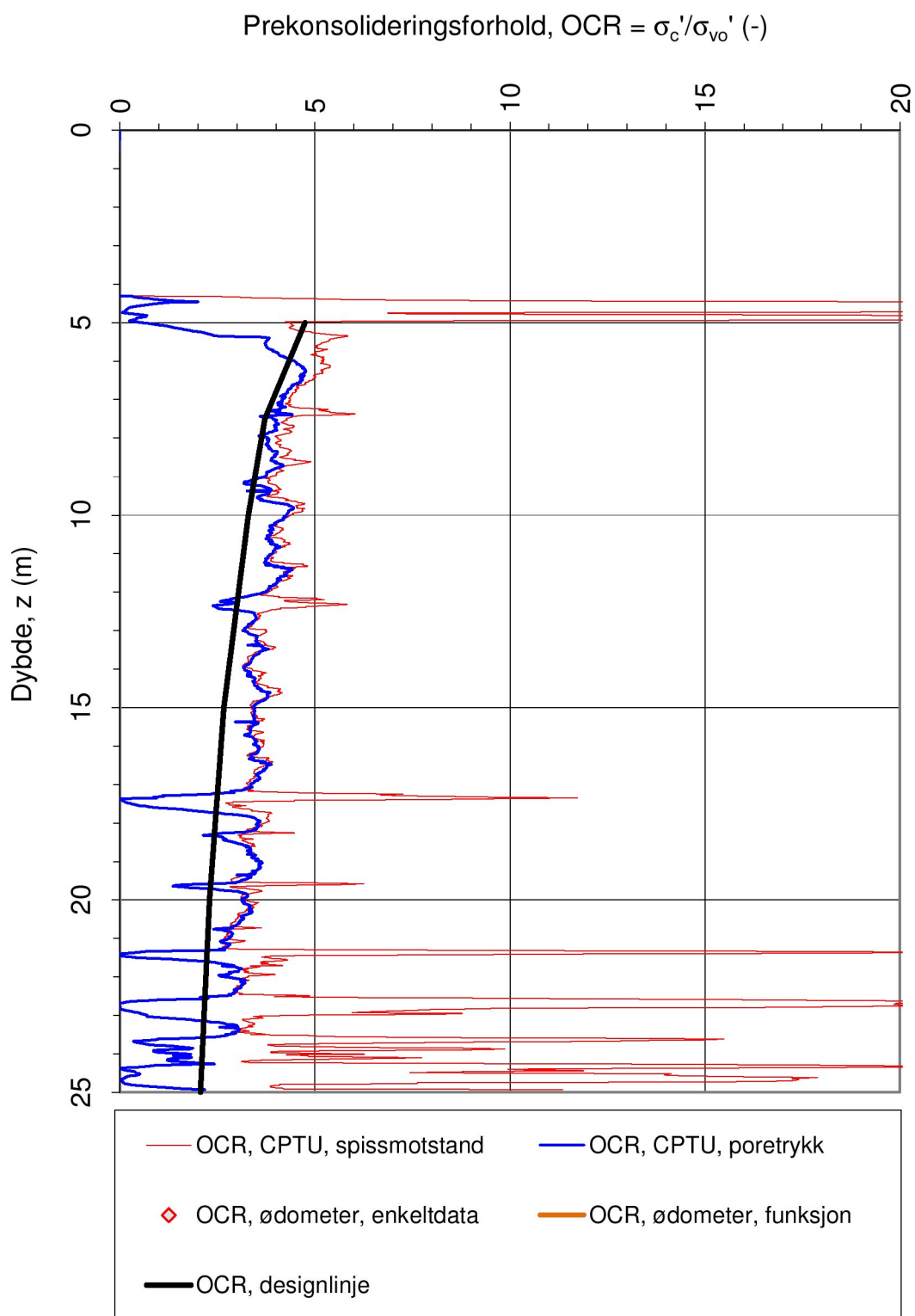
Versjon:

22.05.2011

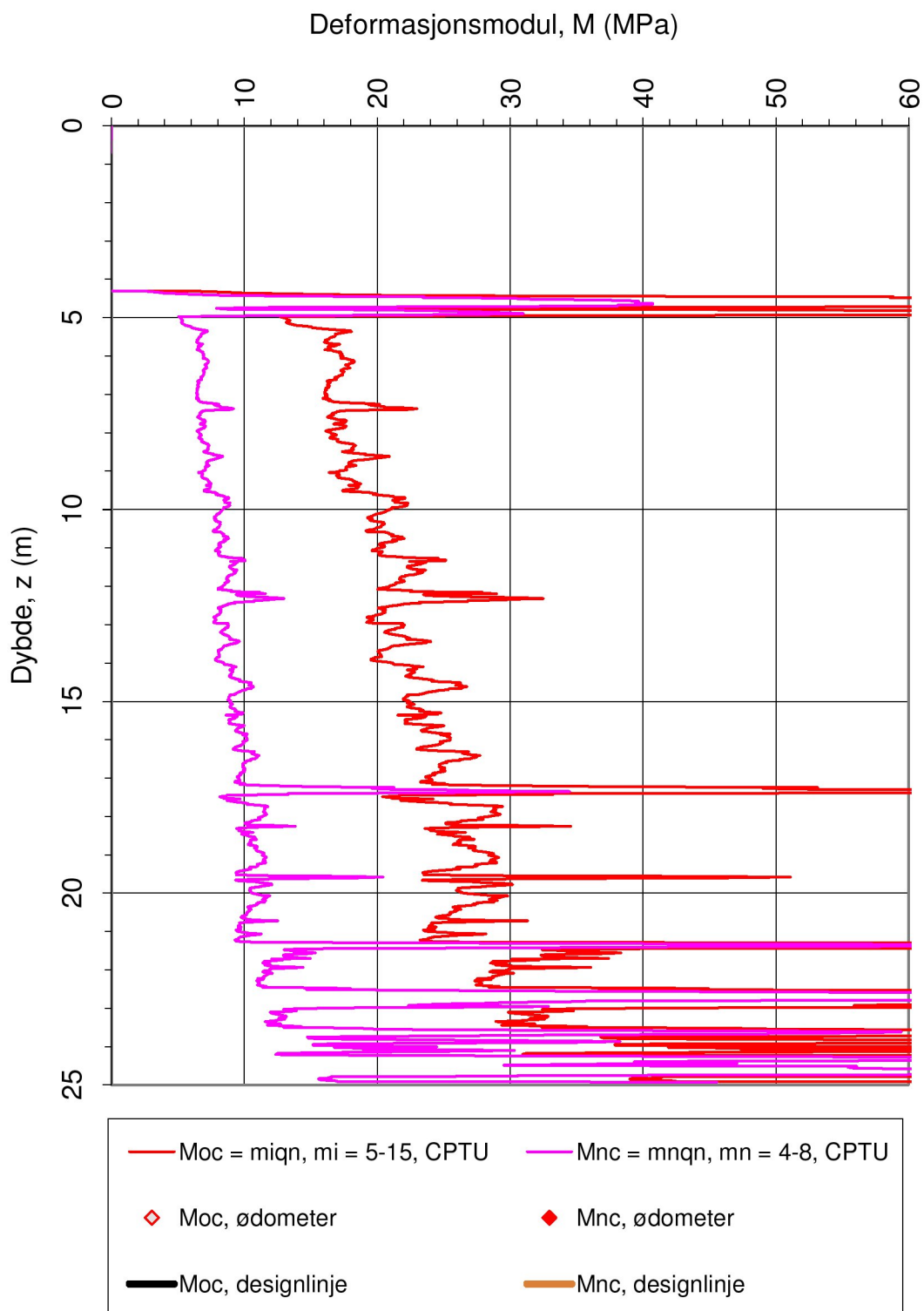
Revisjon:

0

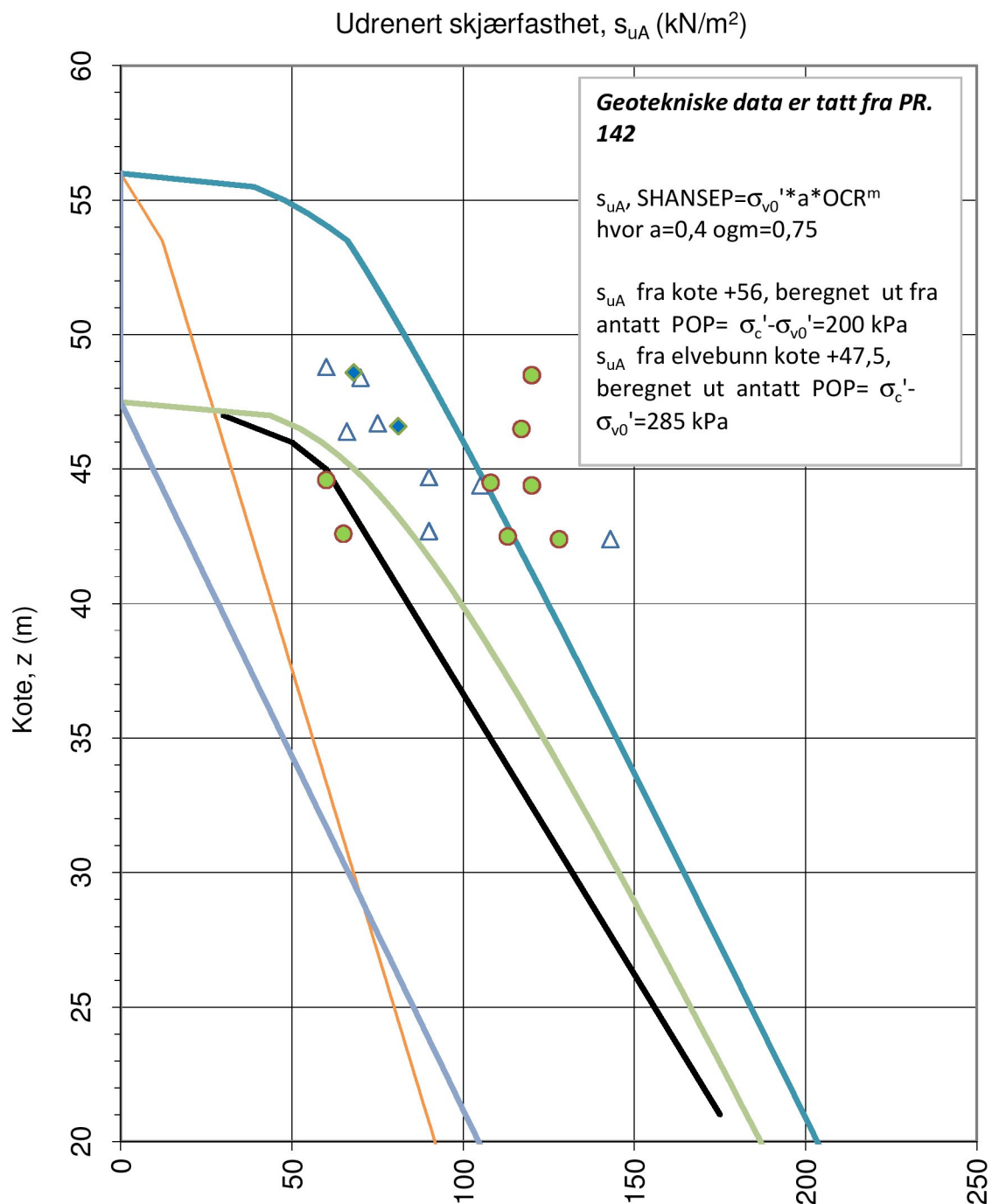




|                                                             |                        |                                    |                        |                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Oppdragsgiver:<br><b>SVV region Midt</b>                    |                        | Oppdrag:<br><b>E6 Hage Gylland</b> |                        | Tegningens filnavn:<br><br>414532_cptu-142                                            |
| Overkonsolideringsforhold, $OCR = \sigma_c'/\sigma_{vo}'$ . |                        |                                    |                        |  |
| CPTU id.:                                                   | 142                    | Sonde:                             | 4364                   |                                                                                       |
| <b>MULTICONSULT AS</b>                                      | Dato:<br>30.01.2012    | Tegnet:<br>arv                     | Kontrollert:<br>ros    | Godkjent:<br>oaa                                                                      |
|                                                             | Oppdrag nr.:<br>414532 | Tegning nr.:<br>41.10              | Versjon:<br>22.05.2011 | Revisjon:<br>0                                                                        |



|                                                           |                        |                                    |                        |                                                                                       |  |
|-----------------------------------------------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Oppdragsgiver:<br><b>SVV region Midt</b>                  |                        | Oppdrag:<br><b>E6 Hage Gylland</b> |                        | Tegningens filnavn:<br><br>414532_cptu-142                                            |  |
| Deformasjonsmoduler, M <sub>oc</sub> og M <sub>nc</sub> . |                        |                                    |                        |  |  |
| CPTU id.:                                                 | 142                    | Sonde:                             | 4364                   |                                                                                       |  |
| <b>MULTICONSULT AS</b>                                    | Dato:<br>30.01.2012    | Tegnet:<br>arv                     | Kontrollert:<br>ros    | Godkjent:<br>oaa                                                                      |  |
|                                                           | Oppdrag nr.:<br>414532 | Tegning nr.:<br>41.11              | Versjon:<br>22.05.2011 | Revisjon:<br>0                                                                        |  |



Valgte SHANSEP-faktorer

$\alpha$  valgt: 0.4

$m$  valgt: 0.75

$\alpha_c$  valgt: **0.25**

Oppdragsgiver:

**Statens Vegvesen**

Oppdrag:

**E6 Hage-Gylland**

Tegningens filnavn:

SHANSEP PR 490 Rev A.xlsx

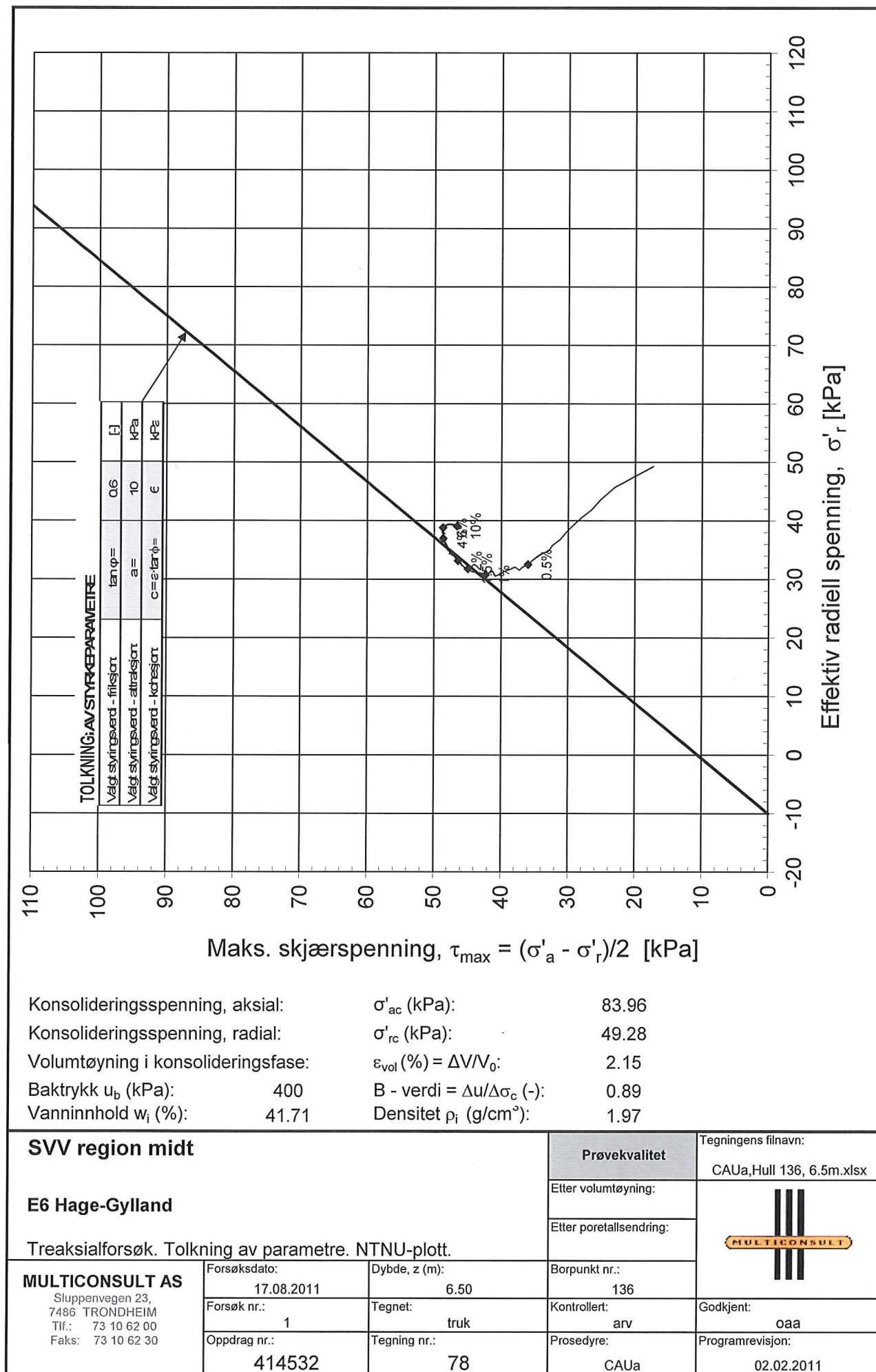
PROFIL 850

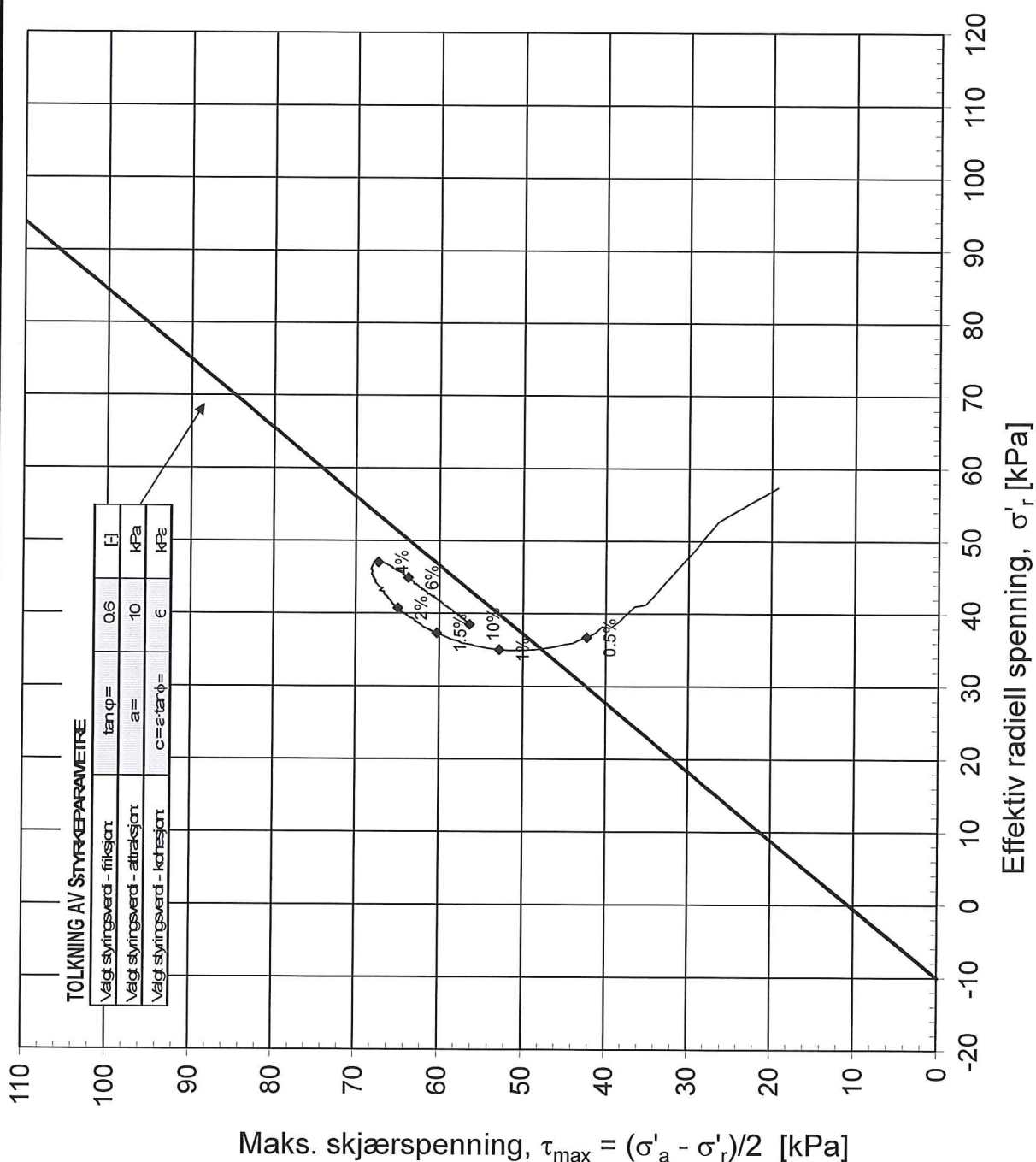
Aktiv udrenert skjærfasthet  $s_{uA}$ , verdier fra SHANSEP-analyse.



|                 |                        |                    |                     |                  |
|-----------------|------------------------|--------------------|---------------------|------------------|
| MULTICONSULT AS | Dato:<br>30.01.2012    | Tegnet:<br>ARV     | Kontrollert:<br>ROS | Godkjent:<br>OAA |
|                 | Oppdrag nr.:<br>414532 | Tegning nr.:<br>42 | Version:            | Revisjon:        |







|                                    |                                        |                                                   |
|------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Konsolideringsspenning, aksial:    | $\sigma'_{ac}$ (kPa):                  | 95.93                                             |
| Konsolideringsspenning, radial:    | $\sigma'_{rc}$ (kPa):                  | 57.39                                             |
| Volumtøyning i konsolideringsfase: | $\epsilon_{vol} (\%) = \Delta V/V_0$ : | 2.65                                              |
| Baktrykk $u_b$ (kPa):              | 400                                    | B - verdi $= \Delta u/\Delta \sigma_c (-)$ : 0.86 |
| Vanninnhold $w_i$ (%):             | 29.57                                  | Densitet $\rho_i$ (g/cm <sup>3</sup> ): 2.00      |

### SVV region midt

### E6 Hage-Gylland

Treaksialforsøk. Tolkning av parametre. NTNU-plott.

#### MULTICONSULT AS

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

Forsøksdato:  
19.08.2011

Forsøk nr.:  
2

Oppdrag nr.:  
414532

Dybde,  $z$  (m):  
7.40

Tegnet:  
truk

Tegning nr.:  
82

#### Prøvekvalitet

Etter volumtøyning:

Etter poreallsending:

Borpunkt nr.:

142

Kontrollert:

arv

Prosedyre:

CAUa

Tegningens filnavn:

CAUa,Hull 142, 7.4m

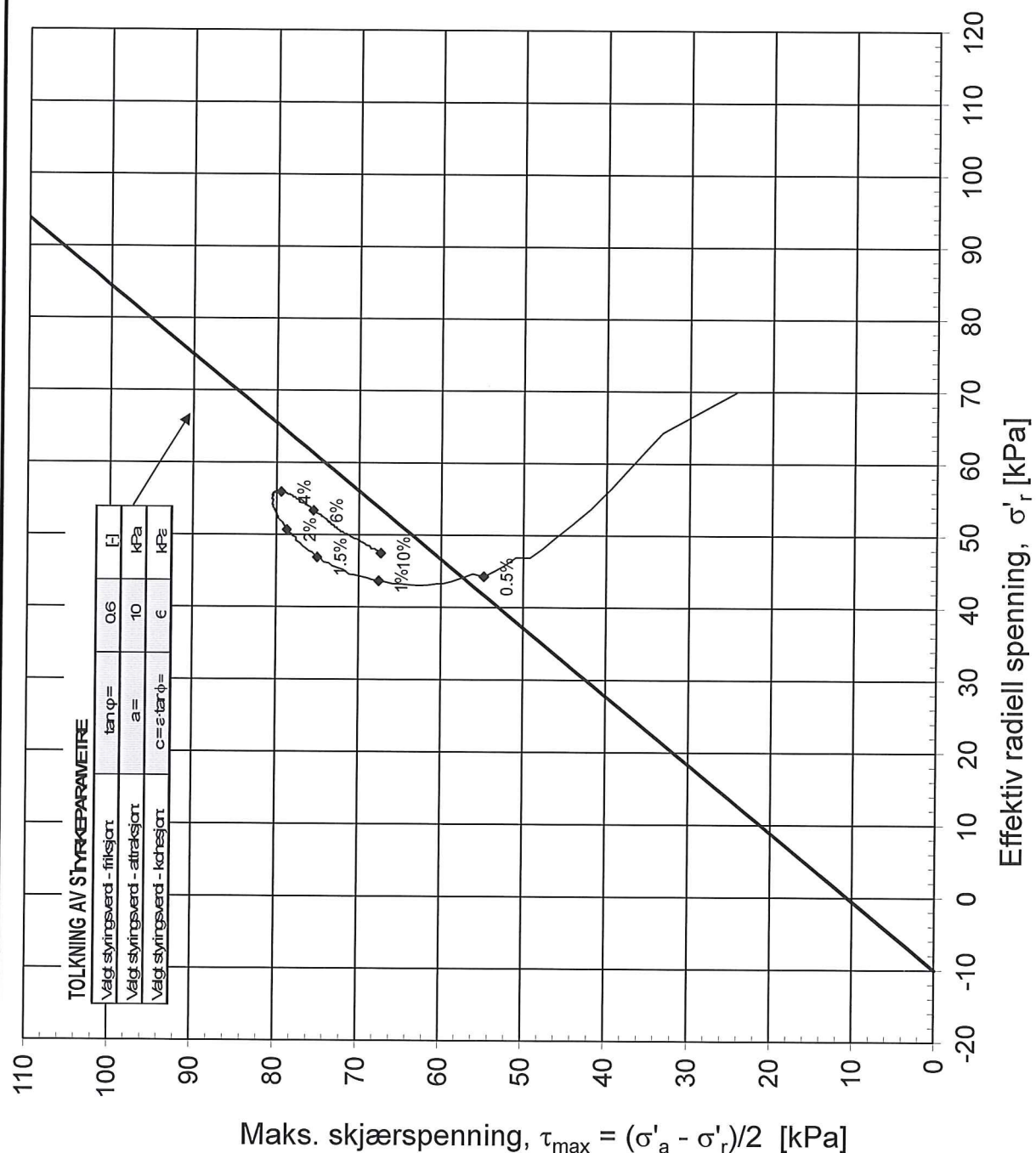


Godkjent:

oaa

Programrevisjon:

02.02.2011



|                                    |                                        |                                                     |
|------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Konsolideringsspenning, aksial:    | $\sigma'_{ac}$ (kPa):                  | 118.70                                              |
| Konsolideringsspenning, radial:    | $\sigma'_{rc}$ (kPa):                  | 69.96                                               |
| Volumtøyning i konsolideringsfase: | $\epsilon_{vol} (\%) = \Delta V/V_0$ : | 3.57                                                |
| Baktrykk $u_b$ (kPa):              | 400                                    | B - verdi $= \Delta u / \Delta \sigma_c (-)$ : 0.83 |
| Vanninnhold $w_i$ (%):             | 30.47                                  | Densitet $\rho_i$ (g/cm <sup>3</sup> ): 2.00        |

### SVV region midt

### E6 Hage-Gylland

Treaksialforsøk. Tolkning av parametre. NTNU-plott.

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

Forsøksdato:  
22.08.2011

Dybde, z (m):  
9.40

Forsøk nr.:  
3

Tegnet:  
truk

Oppdrag nr.:  
414532

Tegning nr.:  
86

### Prøvekvalitet

Etter volumtøyning:

Etter poreallsending:

Borpunkt nr.:

142

Kontrollert:

arv

Prosedyre:

CAUa

Tegningens filnavn:

CAUa,Hull 142, 9.4m.xlsx



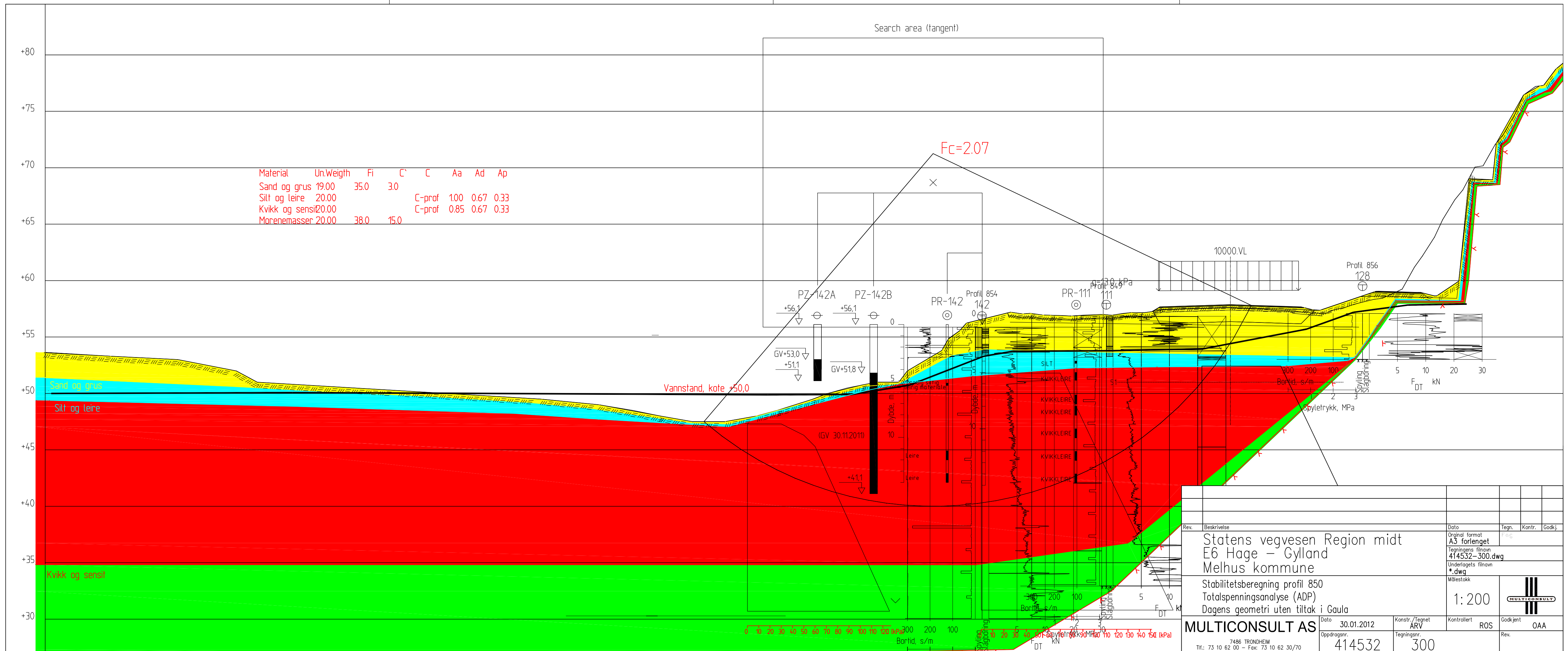
Godkjent:

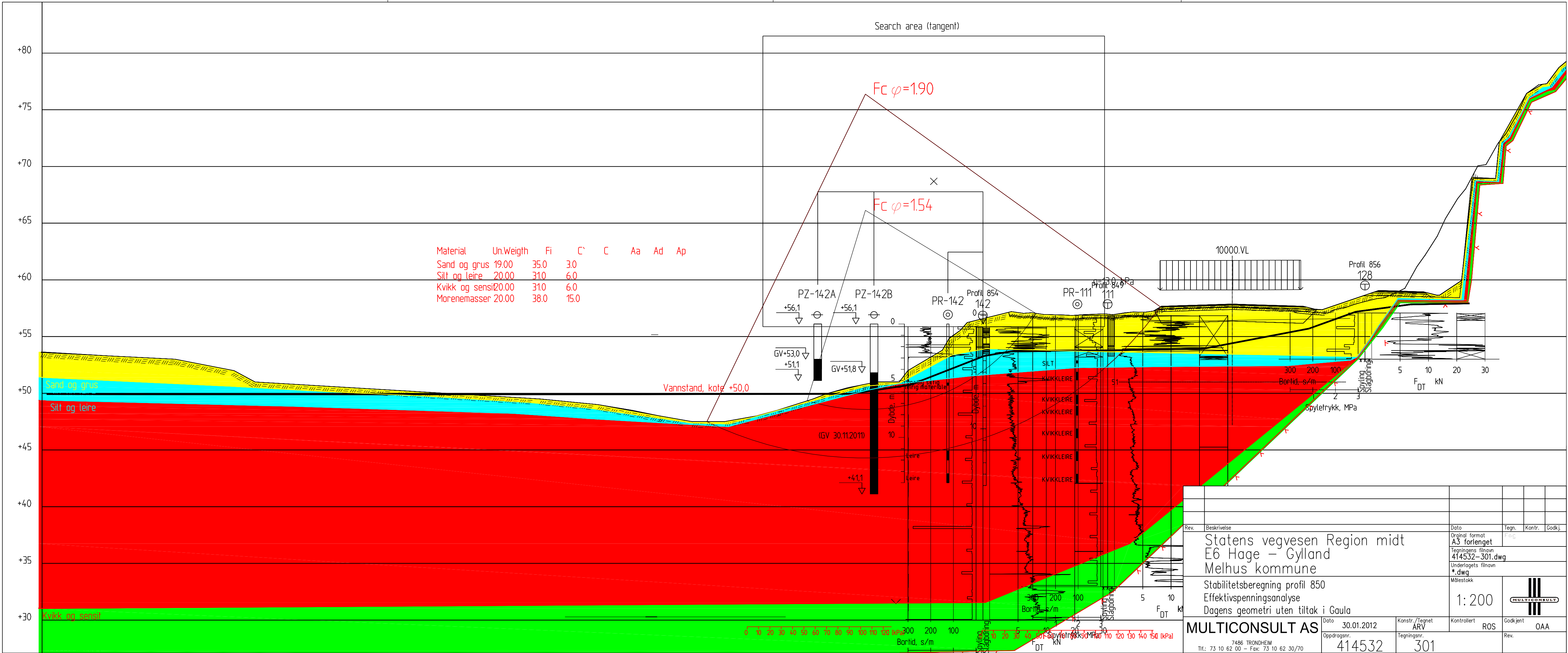
oaa

Programrevisjon:

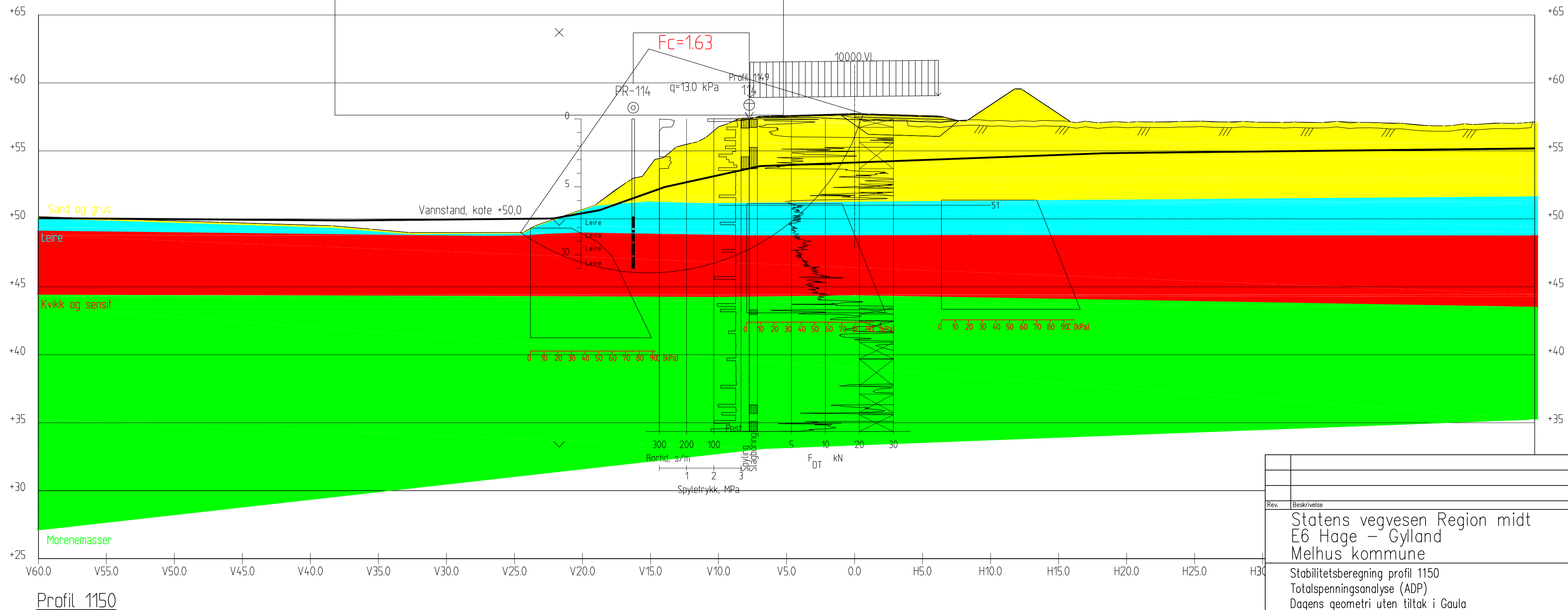
02.02.2011







| Material     | Un.Weight | Fi   | C'   | C      | Aa   | Ad   | Ap   |
|--------------|-----------|------|------|--------|------|------|------|
| Sand og grus | 19.00     | 35.0 | 3.0  |        |      |      |      |
| Leire        | 20.00     |      |      | C-prof | 1.00 | 0.67 | 0.33 |
| Kvikkløst    | 20.00     |      |      | C-prof | 0.85 | 0.67 | 0.33 |
| Morenemasser | 20.00     | 38.0 | 10.0 |        |      |      |      |

[illegible]

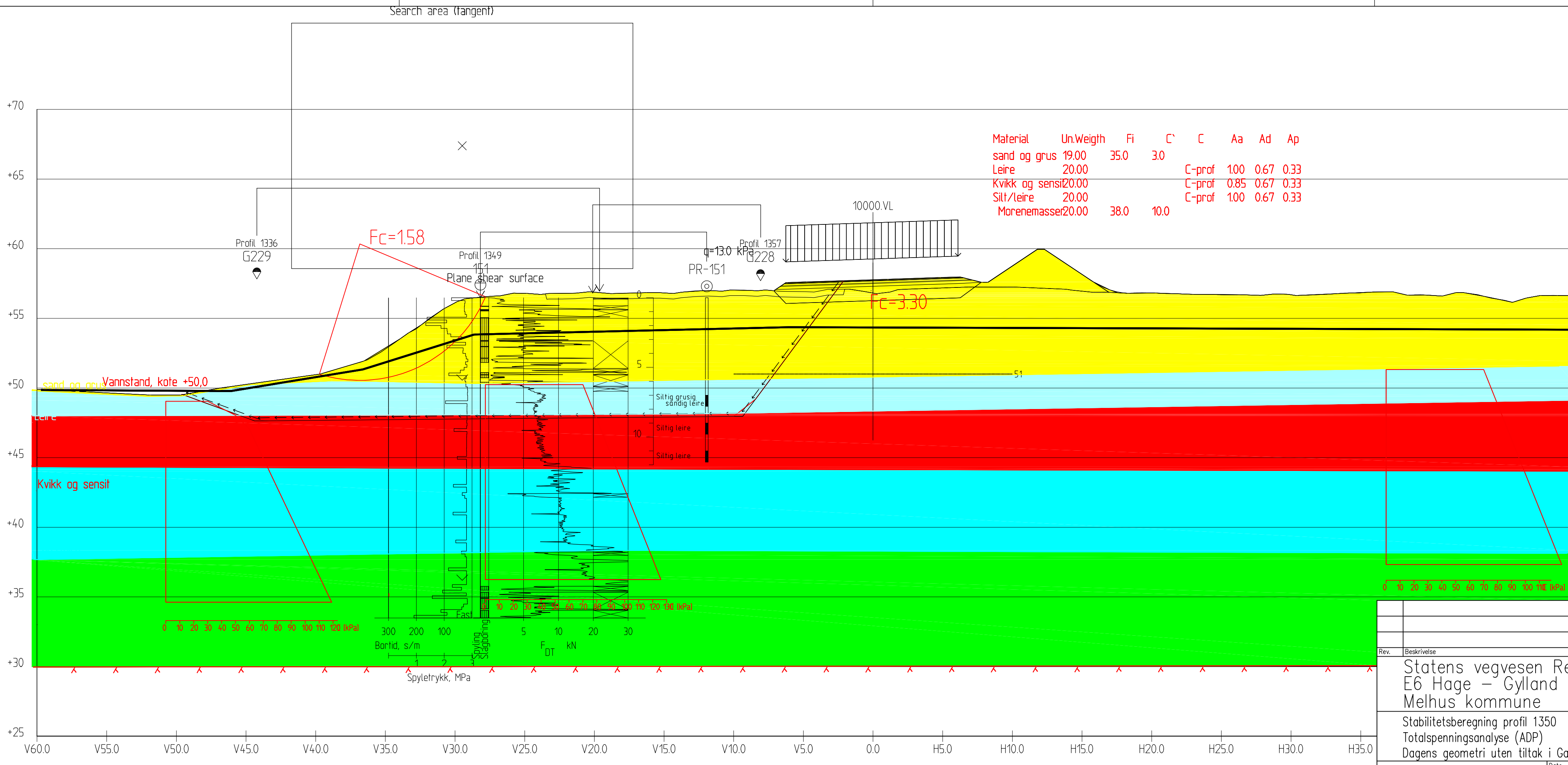


Search area (tangent)

[illegible]

Search area (tangent)

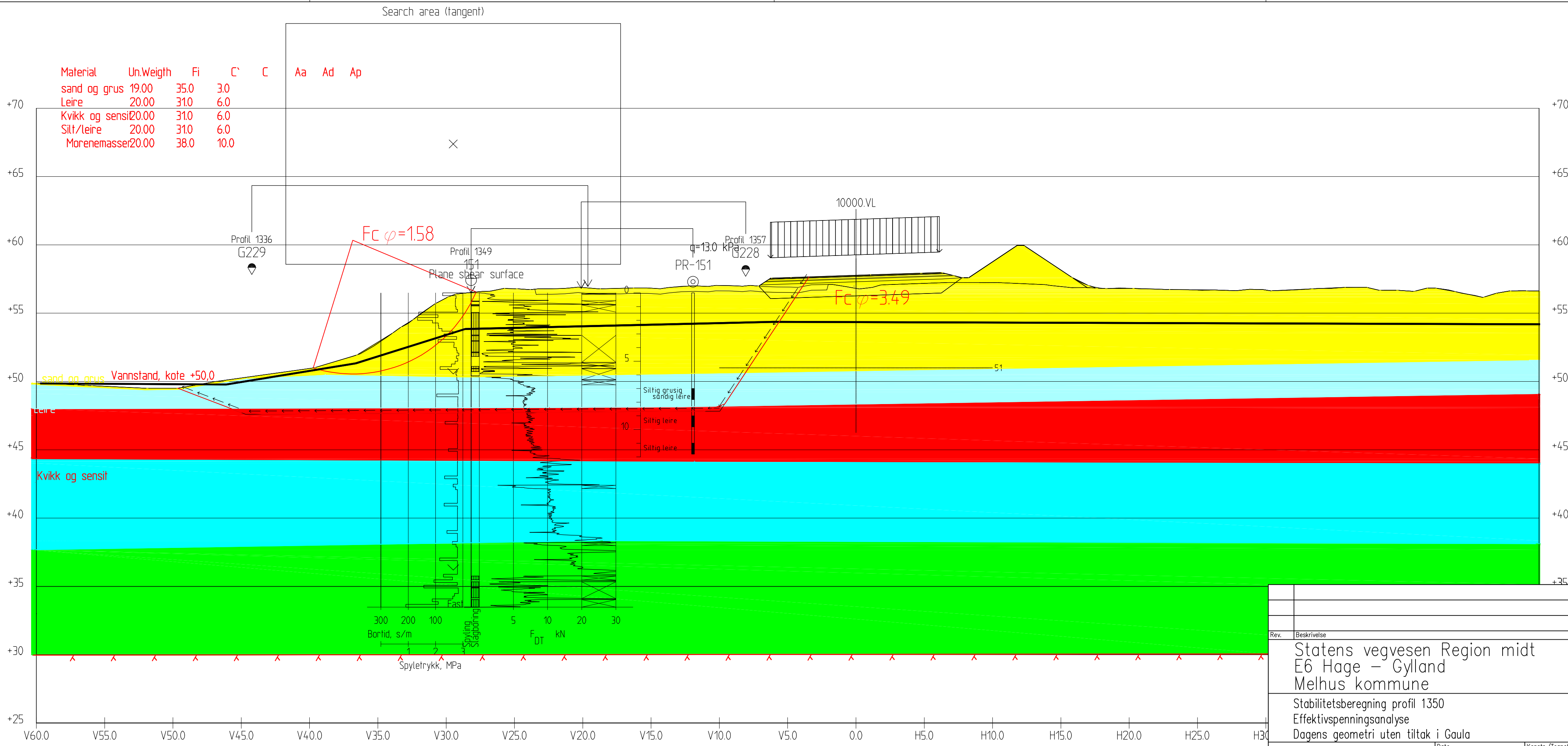
[illegible]



| Material        | Un.Weigth | Fi   | C'   | C      | Aa   | Ad   | Ap   |
|-----------------|-----------|------|------|--------|------|------|------|
| sand og grus    | 19.00     | 35.0 | 3.0  |        |      |      |      |
| Leire           | 20.00     |      |      | C-prof | 1.00 | 0.67 | 0.33 |
| Kvikk og sensit | 20.00     |      |      | C-prof | 0.85 | 0.67 | 0.33 |
| Silt/leire      | 20.00     |      |      | C-prof | 1.00 | 0.67 | 0.33 |
| Morenemasser    | 20.00     | 38.0 | 10.0 |        |      |      |      |

|      |                                                                                                        |                                       |                       |                    |                 |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|--------------------|-----------------|
| Rev. | Beskrivelse                                                                                            | Dato                                  | Tegn.                 | Kontr.             | Godkj.          |
|      | Statens vegvesen Region midt<br>E6 Hage – Gylland<br>Melhus kommune                                    | Original format<br>A3 forlengt        |                       |                    |                 |
|      |                                                                                                        | Tegningsens filnavn<br>414532-308.dwg |                       |                    |                 |
|      |                                                                                                        | Underlagets filnavn<br>*.dwg          |                       |                    |                 |
|      |                                                                                                        | Målestokk<br>1:200                    |                       |                    |                 |
|      | Stabilitetsberegning profil 1350<br>Totalspenningsanalyse (ADP)<br>Dagens geometri uten tiltak i Gaula |                                       |                       |                    |                 |
|      | MULTICONSULT AS                                                                                        | Dato<br>30.01.2012                    | Konstr./Tegnet<br>ARV | Kontrollert<br>ROS | Godkjent<br>OAA |
|      | 7486 TRONDHEIM<br>Tlf.: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70                                              | Oppdragsnr.<br>414532                 | Tegningsnr.<br>305    |                    | Rev.            |





|      |                                         |                     |                |             |          |
|------|-----------------------------------------|---------------------|----------------|-------------|----------|
| Rev. | Beskrivelse                             | Dato                | Tegn.          | Kontr.      | Godkj.   |
|      | Statens vegvesen Region midt            |                     |                |             |          |
|      | E6 Hage – Gylland                       | Original format     |                |             |          |
|      | Melhus kommune                          | A3 forlenget        |                |             |          |
|      |                                         | Tegningens filnavn  |                |             |          |
|      |                                         | 414532-309.dwg      |                |             |          |
|      |                                         | Underlagets filnavn |                |             |          |
|      |                                         | *.dwg               |                |             |          |
|      | Stabilitetsberegning profil 1350        | Målestokk           |                |             |          |
|      | Effektivspenningsanalyse                | 1:200               |                |             |          |
|      | Dagens geometri uten tiltak i Gaula     |                     |                |             |          |
|      | MULTICONSULT AS                         | Dato                | Konstr./Tegnet | Kontrollert | Godkjent |
|      | 7486 TRONDHEIM                          | 30.01.2012          | ARV            | ROS         | OAA      |
|      | Tlf.: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70 | Oppdragsnr.         | Tegningsnr.    | Rev.        |          |
|      |                                         | 414532              | 306            |             |          |

### Faregradsevaluering av ny son ved Hage

Det er utført faregradsevaluering for den antatt mest ugunstige delen av sonen før og etter gjennomføring av planlagt utbygging.

Faregradsevalueringa er utført iht. retningslinjer i NGI-rapport 20001008-2, rev. 3 datert 08.10.2008 "Vurdering av risiko for skred. Metode for klassifisering av faresoner, kvikkleire" /11/.

Evalueringa er utført iht. tabell 1 under.

Tabell 1 Grunnlag for evaluering av faregrad, hentet fra /11/.

| Faktorer                                       | Vekt-tall | 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/<br>glidning | Noe                    | Lite                 | Ingen        |
| Inngrep    Forverring<br>Forbedring            | +3<br>-3  | Stor<br>Stor       | Noe<br>Noe             | Liten<br>Liten       | Ingen        |
| <b>Sum poeng</b>                               |           | <b>51</b>          | <b>34</b>              | <b>16</b>            | <b>0</b>     |
| <b>% av maksimal poengsum</b>                  |           | <b>100 %</b>       | <b>67 %</b>            | <b>33 %</b>          | <b>0 %</b>   |

Faregradsklassene er inndelt i tre faresoner iht. /11/:

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

I tabell 2 er den antatt mest kritiske delen av sonen vurdert iht. kriteriene fra tabell 1.

Tabell 2 Faregradsevaluering av antatt mest kritisk del av faresonen

| Faktorer             | Vekttall | Score    | Produkt            | Merknad/vurdering                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------|----------|----------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tidl. skredaktivitet | 1        | 0        | 0                  | Vi er ikke kjent med tidligere skredaktivitet i og nær sonen                                                                                                                                                                              |
| Skråningshøyde       | 2        | 1        | 2                  | Total høydeforskjell fra øverst i sonen mot øst (ca. kote +65) til bunnen av Gaula (ca kote +47) er 18 m.                                                                                                                                 |
| OCR                  | 2        | 0        | 0                  | Både ødometerforsøk og CPTU-sonderinger indikerer at leira er overkonsolidert, med $OCR > 2$ .                                                                                                                                            |
| Poretrykk            | 3/-3     | 0        | 0                  | Poretrykksmålerene viser tilnærmet svakt lavere poretrykk i dybden i forhold til hydrostatisk trykk. I denne sammenheng settes poretrykket til hydrostatisk.                                                                              |
| Kvikkleiremektighet  | 2        | 3        | 6                  | I sonderingspunktene er antatt mektighet av kvikke/sensitive masser ut mot Gaula vurdert å være inntil 15 m, dvs. $> H/2$ .                                                                                                               |
| Sensitivitet         | 1        | 3        | 3                  | Største målte sensitiviteten er $S_t = 114$ i punkt 111.                                                                                                                                                                                  |
| Erosjon              | 3        | 2        | 6                  | Erosjonsforholdene er ikke kartlagt i detalj av Multiconsult, men det må påregnes at sensitiv leire er blottlagt i elveskråningene og at elveforbygning/plastring er mangelfull eller fraværende. Skjønnsmessig antas <i>noe</i> erosjon. |
| Inngrep              | 3/-3     | 0<br>(2) | 0<br>(-6)          | Vegprosjektet innebærer ingen tiltak som forverrer stabiliteten innenfor sonen. Dvs. inngrep uten påvirkning på områdestabiliteten.<br><br>I rapporten foreslås plastring og sikring av elva. Dette vurderes å gi "noe" forbedring.       |
| Poengverdi           |          |          | <b>17<br/>(11)</b> | <b>Gir faregradsklasse "lav" før tiltak</b><br><b>Faregradsklasse "lav" også etter sikring i elva</b>                                                                                                                                     |