

---

# Rapport

## Svalia boligfelt

---

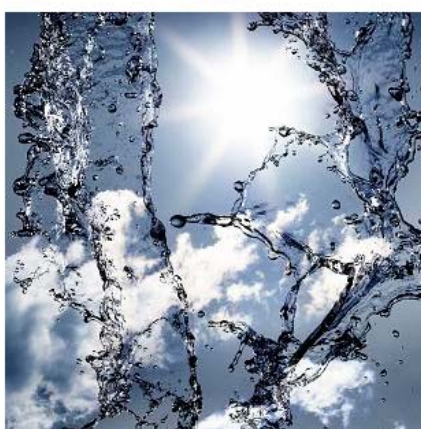
OPPDRAGSGIVER  
Overhalla Kommune

EMNE  
Geoteknisk vurderingsrapport

DATO: 12. FEBRUAR 2015

DOKUMENTKODE: 416260-RIG-RAP-002\_rev01

---



Multiconsult

Med mindre annet er skriftlig avtalt, tilhører alle rettigheter til dette dokument Multiconsult.

Innholdet – eller deler av det – må ikke benyttes til andre formål eller av andre enn det som fremgår av avtalen. Multiconsult har intet ansvar hvis dokumentet benyttes i strid med forutsetningene. Med mindre det er avtalt at dokumentet kan kopieres, kan dokumentet ikke kopieres uten tillatelse fra Multiconsult.

## RAPPORT

|                |                              |                 |                           |
|----------------|------------------------------|-----------------|---------------------------|
| OPPDRAAG       | <b>Svalia boligfelt</b>      | DOKUMENTKODE    | 416260-RIG-RAP-002-rev01  |
| EMNE           | Geoteknisk vurderingsrapport | TILJENGELIGHET  | Åpen                      |
| OPPDRAAGSGIVER | <b>Overhalla Kommune</b>     | OPPDRAAGSLEDER  | Arne Vik                  |
| KONTAKTPERSON  | Åse Ferstad                  | SAKSBEH         | Arne Vik                  |
|                |                              | ANSVARLIG ENHET | 3012 Trondheim Geoteknikk |

## SAMMENDRAG

Overhalla kommune planlegger utvidelse av Svalia boligfelt i området mellom Svalivegen og Krabbstuvegen. Multiconsult AS har utført grunnundersøkelser for å vurdere fundamenteringsforholdene og stabiliteten i området.

Grunnundersøkelsene i planområdet viser at original grunn består av leire med tynne silt- og sandlag og noe grovere og mer lagdelte masser mot antatt berg.

Leira er fra middels fast til fast og er generelt lite til middels sensitiv, men det er påvist kvikkleire i den vestre og sørlige delen av planområdet. Kvikkleira ligger fra ca. 10 m dybde under terreng og har en mektighet på inntil ca. 5m. Deler av tomteområdet ligger innenfor kvikkleiresone 167 Svalo. Sonen er klassifisert i faregrad "lav" iht. NVEs faresonekart.

Stabilitetsvurderinger og utredning av kvikkleiresonen er utført iht. NVEs retningslinjer. Med grunnlag i utførte undersøkelser, beregninger og vurderinger oppsummeres følgende konklusjoner:

- Det er foreslått en ny avgrensning av kvikkleiresonen i forbindelse med vurdering av planområdet. Sonen er plassert i faregradsklasse "lav".
- Beregnede sikkerhetsfaktorer i valgte representative profiler innenfor den nye soneavgrensningen med kvikkleire, viser tilfredsstillende sikkerhet mot utglidning som tilfredsstiller NVEs sikkerhetskrav.
- I den nordøstre delen av planområdet, hvor det er størst høydeforskjeller mellom planlagte boliger og Svalibekken, er beregnet sikkerhet mot utglidning noe lav. Det er ikke påvist kvikk eller sensitiv leire i dette området, men stabiliteten må forbedres før det kan tillates utbygging av tomtene på toppen av skråningen. Stabilitetsforbedring kan enten utføres ved å nedplanere terrenget ved de planlagte tomtene, eller at Svalibekken heves på et parti nedenfor de aktuelle tomtene.
- Det vurderes at det ikke er fare for at boligfeltet skal bli rammet av skredmasser som kommer fra ovenforliggende områder.

I rapporten gis det generelle føringer knyttet til gjennomføring av bolig- og infrastrukturbyggingen. Det forutsettes at endelige planer for vegger, ledningsanlegg og opparbeidelse av tomtene forelegges geotekniker for kontroll.

|      |            |  |                    |                |              |
|------|------------|--|--------------------|----------------|--------------|
|      |            |  |                    |                |              |
| 01   | 12.02.15   | Revidert rapport etter tredjepartskontroll | Arne Vik           | Olav Årbogen   | Olav Årbogen |
| 00   | 20.05.2014 | Geoteknisk vurderingsrapport               | Tesfaye K. Tilahun | Arne Vik       | Olav Årbogen |
| REV. | DATO       | BESKRIVELSE                                | UTARBEIDET AV      | KONTROLLERT AV | GODKJENT AV  |

## INNHOLDSFORTEGNELSE

|                      |  |           |
|----------------------|--|-----------|
| <b>1</b>             | <b>Innledning .....</b>  | <b>6</b>  |
| 1.1                  | Bakgrunn.....  | 6         |
| <b>2</b>             | <b>Grunnlag.....</b>   | <b>6</b>  |
| 2.1                  | Kort omtale av planlagt utvidelse av boligfelt .....                 | 7         |
| 2.2                  | Myndighetskrav .....   | 7         |
| <b>3</b>             | <b>Topografi og grunnforhold .....</b>                               | <b>8</b>  |
| 3.1                  | Topografi.....   | 8         |
| 3.2                  | Grunnforhold .....   | 8         |
| <b>4</b>             | <b>Avgrensning og faregradsevaluering av kvikkleiresone .....</b>    | <b>9</b>  |
| 4.1                  | Generelt.....  | 9         |
| 4.2                  | Avgrensning av kvikkleiresone.....                                   | 9         |
| 4.3                  | Faregradsevaluering .....  | 10        |
| <b>5</b>             | <b>Skredteknisk vurdering .....</b>                                  | <b>10</b> |
| 5.1                  | Generelt.....  | 10        |
| 5.2                  | Skredtype.....   | 11        |
| <b>6</b>             | <b>Sikkerhetsprinsipper .....</b>                                    | <b>11</b> |
| <b>7</b>             | <b>Materialparametre .....</b>                                       | <b>11</b> |
| <b>8</b>             | <b>Stabilitet.....</b>   | <b>11</b> |
| 8.1                  | Beregningsverktøy .....  | 11        |
| 8.2                  | Stabilitetskritiske profiler.....                                    | 12        |
| 8.2.1                | Profil A-A.....  | 12        |
| 8.2.2                | Profil B-B .....   | 12        |
| 8.2.3                | Profil E-E.....  | 12        |
| 8.2.4                | Profil F-F.....  | 12        |
| 8.2.5                | Profil G-G .....   | 13        |
| 8.3                  | Beregningsresultater .....   | 13        |
| 8.4                  | Vurdering av stabilitet .....  | 13        |
| <b>9</b>             | <b>Geoteknisk vurdering av bolig- og infrastrukturutbygging.....</b> | <b>14</b> |
| 9.1                  | Lokalveger .....   | 14        |
| 9.2                  | Boligtomter.....   | 14        |
| 9.3                  | Ledningsanlegg .....   | 15        |
| <b>10</b>            | <b>Sluttkommentar .....</b>  | <b>15</b> |
| <b>11</b>            | <b>Referanser .....</b>  | <b>15</b> |
| <b>VEDLEGG .....</b> |  | <b>17</b> |

## Tegninger

|                       |               |   |
|-----------------------|---------------|---|
| <b>416260-RIG-TEG</b> | -000          | Oversiktskart   |
|                       | -002 rev 01   | Borplan med klassifisering av grunnundersøkelser og avgrensning av kvikkleiresone                 |
|                       | -010          | Geotekniske data, BP 3  |
|                       | -011          | Geotekniske data, BP 5  |
|                       | -012          | Geotekniske data, BP 7  |
|                       | -013          | Geotekniske data, BP 8  |
|                       | -040.6 rev 01 | CPTU BP.7, udrenert skjærstyrke, $c_{u0}$ , korrelert Bq  |
|                       | -040.7 rev 01 | CPTU BP.7, udrenert skjærstyrke, $c_{u0}$ , korrelert mot St, OCR og Ip                           |
|                       | -040.8 rev 01 | CPTU BP.7, prekonsolideringspenning, $pc'$  |
|                       | -040.9 rev 01 | CPTU BP.7, overkonsolideringsgrad, OCR  |
|                       | -075.1        | Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine, plott A: $\sigma_{av}' - \epsilon_a$ , M og $C_v$        |
|                       | -075.2        | Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine, plott B: $\sigma_{av}' - \epsilon_a$ , k og $U_b/\sigma$ |
|                       | -090.4        | Treaksialforsøk, poretrykks og mobiliseringsforløp  |
|                       | -090.6        | Treaksialforsøk tolkning av parametere (NTNU-plott)   |
|                       | -100          | Tolket lagdeling profil A-A   |
|                       | -101          | Tolket lagdeling profil B-B   |

|            |  |
|------------|--|
| -102       | Tolket lagdeling profil C-C                  |
| -103       | Tolket lagdeling profil D-D                  |
| -104       | Tolket lagdeling profil E-E                  |
| -105       | Tolket lagdeling profil F-F                  |
| -106       | <i>Tolket lagdeling profil G-G</i>           |
| -300       | ADP-analyse Profil A-A                       |
| -301 rev01 | <i>ADP-analyse Profil B-B</i>                |
| -302       | ADP-analyse profil E-E                       |
| -303       | ADP-analyse profil F-F                       |
| -304       | <i>ADP-analyse profil G-G</i>                |
| -310       | a $\phi$ -analyse profil A-A                 |
| -311       | a $\phi$ -analyse profil B-B                 |
| -312       | a $\phi$ -analyse profil E-E                 |
| -313       | a $\phi$ -analyse profil F-F                 |
| -314       | <i>a<math>\phi</math>-analyse profil G-G</i> |

## Vedlegg

|           |   |
|-----------|---|
| Vedlegg A | Faregradsevaluering                                       |
| Vedlegg B | Sikkerhetsprinsipper                                      |
| Vedlegg C | Materialparametre   |
| Vedlegg D | Tolkning av CPTU, MC2-CPTU19_rapport 413539-1 rev 2(2010) |
| Vedlegg E | Tolkning av CPTU, MC1-CPTU 102_rapport 414737-1 (2011)    |

## 1 Innledning

### 1.1 Bakgrunn

Overhalla kommune planlegger utvidelse av Svalia boligfelt i området mellom Svalivegen og Krabbstuvegen. Multiconsult AS er engasjert for å utføre grunnundersøkelser samt vurdere områdestabiliteten og fundamenteringsforhold for planlagte boliger og infrastruktur.

Utførte grunnundersøkelser er presentert i rapport nr. 416260-RIG-RAP-001 [1]

Deler av boligfeltet ligger innenfor kvikkleiresone 167 Svalo, som er klassifisert i faregrad *lav*. Utførte grunnundersøkelser har påvist kvikkleire i vestre og søndre del av boligfeltet.

Iht. NVEs retningslinjer nr. 2/2011 «*Flaum- og skredfare i arealplanar*» [4] må skredfaren utredes.

Utredning av skredfaren utføres stegvis iht. følgende punkter:

1. **Faregradsevaluering**  
Faregradsevaluering omfatter å identifisere fareutsatt areal (utstrekning av faresone) samt å vurdere sannsynlighet for skred.
2. **Vurdering av bruddtype og maksimal utbredelse av skred**  
Vurdering av skredtype og utløsende skredfaktor (for eksempel initialskred og retrogressivt skred eller flakskred utløst ved progressiv bruddutvikling i sprøbruddsmateriale). Utredninga omfatter videre vurdering av både løsneområder og utløpsområder for skredmasser.
3. **Stabilitetsanalyser**  
Beregning av sikkerheten mot utglidning, både for dagens situasjon og for tiltak/ utbygging.
4. **Evt. utredning av stabilitetsforbedrende tiltak**  
Utredning av stabiliserende tiltak som eventuelt må gjennomføres i og utenfor planområdet for å oppnå tilfredsstillende sikkerhet.

Foreliggende rapport inneholder faregradsevaluering av området iht. NVEs retningslinjer. Videre inneholder rapporten grunnlag for geotekniske beregninger samt resultater fra stabilitetsberegninger og – vurderinger. Det gis også en orienterende geoteknisk vurdering av planlagt bolig- og infrastrukturutbygging.

*Denne rapportens revisjon 01 omfatter tilleggsvurderinger og justeringer iht. utført tredjepartskontroll av NGI, gjengitt i notat nr. 2010346-00-TN. Revidert tekst er skrevet i kursiv, og omfatter i hovedsak en ny vurdering av skråningen sørvest for Svalivegen utenfor planområdet. I tillegg til revisjoner av teksten, er enkelte tegninger revidert. Dette framgår av revisjonsfeltet på tegningenes tittelfelt og på tegningslista på side 4-5.*

## 2 Grunnlag

Det er tidligere utført grunnundersøkelser i området og disse fremgår i følgende rapporter:

- Kummenje (1975) rapport nr. O.2019. Boligfelt i Krabbstumarka, Overhalla kommune
- Geoteam AS (1987) rapport nr. 31074.01. Svalia boligfelt, Overhalla kommune
- Multiconsult AS (2010) rapport nr. 413539-1-rev2. Barnehage Svalia, Overhalla kommune
- Multiconsult AS (2011) rapport nr. 414737-1. Gangveg langs Svalivegen, Overhalla kommune
- Multiconsult AS (2012) notat nr. 415149- 2. Reguleringsplan Svalia, Overhalla kommune. (Resultater fra utførte prøvegravinger i nordre del av planområdet)



Resultatene fra disse er delvis innarbeidet i rapport nr. 416260-RIG-RAP-001 og foreliggende rapport.

I forbindelse med bygging av Svalia barnehage ble områdestabiliteten utredet, og det ble utført en delutredning av ei kvikkleiresone som hadde relevans for barnehagen som ligger øst for Krabbstuvegen. Det ble ikke vurdert nødvendig med sikringstiltak i forbindelse med bygging av barnehagen, med unntak av mindre terrengtiltak i umiddelbar nærhet til barnehagetomta.

I forbindelse med bygging av ny gang- og sykkelveg langs Svalivegen, ble det utført sikringstiltak på et parti i Svalibekken ved heving og plastring av bekkeløpet. Disse sikringstiltakene er hensyntatt i denne rapporten, og omfanget av tiltakene framgår av tegning -002.

## 2.1 Kort omtale av planlagt utvidelse av boligfeltet

Utvidelsen av boligfeltet planlegges mellom Svalivegen og Krabbstuvegen, og omfatter totalt 9 nye tomter med tilhørende infrastruktur i form av lokalveger og ledningsanlegg. Området er vist på figur 2-1 under. Beliggenhet av de ulike tomtene og lokalveger framgår av tegning 416260-RIG-TEG-002.

Figur 2-1 viser det aktuelle området.



Figur 2-1: Kart over Svalia i Overhalla Kommune (<http://kart.finn.no>)

## 2.2 Myndighetskrav

Oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Multiconsults styringssystem. Systemet er bygget opp med prosedyrer og beskrivelser som er dekkende i for kvalitetsstandard NS-EN ISO 9001:2008 [2]. Oppdraget er også gjennomført i henhold til Eurokode 7 – Del 2 [4] og tilhørende tilgjengelige metodestandarder. I tillegg er NS 8000-serien benyttet ved utførelse av laboratorieundersøkelsene, mens feltundersøkelsene er utført i henhold til Norsk Geoteknisk Forenings meldinger. Se for øvrig bilag 3[1] for samlet oversikt over utvalgte metodestandarder.

### 3 Topografi og grunnforhold

#### 3.1 Topografi

Terrenget faller generelt mot sør i planområdet. Sentralt mellom Svalivegen og Krabbstuvegen renner Svalibekken. Sideterrenget til bekken er ravinert og flere mindre bekkedrag skjærer gjennom området i ulike retninger. Skråningene ned mot bekken har høydeforskjeller på inntil 8 m og helning mellom 1:1,5 og 1:2,5. Ut fra terrengkotene kan det være flere tidligere skredgroper i området.

Høyeste punkt i nordre del av eksisterende boligfelt i Skogvegen ligger på ca. kote +65 – 70. Området som nå planlegges utbygd ligger mellom ca. kote +50 og +20.

#### 3.2 Grunnforhold

Grunnundersøkelsene i planområdet viser at original grunn består av leire med noe grovere og mer lagdelte masser mot antatt berg. Sonderingene er avsluttet mellom 3 og 24m dybde under terreng i faste masser/antatt berg.

Laboratorieresultatene fra opptatte prøver viser leire med tynne silt- og sandlag. Leira er fra middels fast til fast og er generelt lite til middels sensitiv. Men det er påvist et lag med kvikkleire i den vestre og sørlige delen av planområdet. Kvikkleira ligger fra ca. 10 m dybde under terreng og har en mektighet på inntil ca. 5m.

Det er påvist berg i liten dybde ved sjaktgravinger i nordre del av planområdet ved tomtene 43-47, jf tegning - 002. I nordre del av Svalibekken er det stedvis registrert berg i bekkeløpet, og dreietrykksonderinger i punkt 2 og 6 er avsluttet mot antatt berg i små dybder. Sentralt og sørover i planområdet viser grunnundersøkelsene større løsmassemektheter og det er heller ikke registrert berg ved eller i bekkeløpet videre nedstrøms.

#### Rutinedata

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

Tabell 3.1 Oppsummering rutinedata

| Materiale               | w [%]   | $\rho$ [g/cm <sup>3</sup> ] | $c_{uD}$ [kPa] | $c_{urfc}$ [kPa] | $I_p$ [%] |
|-------------------------|---------|-----------------------------|----------------|------------------|-----------|
| Tørrskorpe              |         |                             |                | >50              |           |
| Leire m/silt og sandlag | 22 – 35 | 1,96 – 2,10                 | 30 – 150       | 4 - 27           | 13-19     |
| Kvikkleire              | 22-26   | 2,04-2,10                   | 19-37          | 0,2-0,5          |           |

w naturlig vanninnhold

$\rho$  densitet

$c_{uD}$  udrenert skjærfasthet (fra konus og enaks)

$c_{urfc}$  omrørt skjærfasthet

$I_p$  plastisitetsindeks

#### Grunnvann

Det er satt ned to hydrauliske poretrykksmålere i borpunkt nr. 7 og 8. Målerne er avlest ca, 2,5 måned etter installasjon. Tabell 3.2 viser målt poretrykk og tilsvarende grunnvannsnivå.



Tabell 3.2 Poretrykksavlesning

| Borpunkt | Kote terreng | Kote piezometers piss | Løsmasser ved pz-spiss | Høyeste avleste poretrykk [kPa] | Grunnvannsnivå fra poretrykk [kote]* |
|----------|--------------|-----------------------|------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| 7        | +48,3        | +40,3                 | Leire m/noe sandkorn   | 28,5                            | +43,2                                |
| 8        | +35,7        | +27,7                 | Leire m/finsandlag     | 34,5                            | +31,2                                |

\* Hydrostatisk poretrykksfordeling

Grunnvannstanden varierer normalt med årstider og nedbør. Erfaringsmessig kan grunnvannsnivået stå vesentlig høyere i perioder med nedbør og/eller snøsmelting.

Poretrykksmålingene bør videreføres for å dokumentere poretrykksvariasjoner over tid.

## 4 Avgrensning og faregradsevaluering av kvikkleiresone

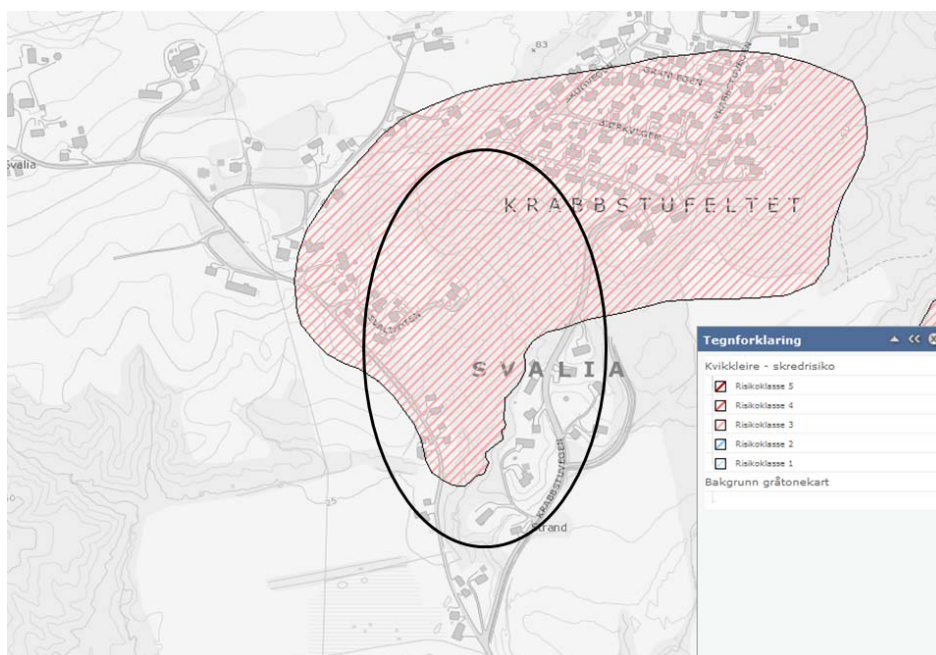
### 4.1 Generelt

I henhold til NVEs retningslinjer 2/2011 [5] stilles det ulike krav til sikkerhetsmessig vurdering avhengig av hvilken faregradsklasse kvikkleiresonen faller innenfor, samt hvilken tiltakskategori planlagt tiltak faller inn under. Kravet til sikkerhetsnivå, og eventuell forbedring av dagens sikkerhetsnivå, er avhengig av matrisen i tabell 3.1 i vedlegg 1 til NVEs retningslinjer [5].

### 4.2 Avgrensning av kvikkleiresone

Utførte grunnundersøkelser og vurdering i foreliggende rapport gir grunnlag for å endre eksisterende avgrensning for kvikkleiresone 167 Svalo. Som nevnt tidligere er sona tidligere klassifisert i faregrad *lav*.

Figur 4-1 viser utbredelse av kvikkleiresonen før gjennomføringen av grunnundersøkelsene på Svalia boligfelt.



Figur 4-1: Utbredelse av kvikkleiresonen før gjennomføringen av grunnundersøkelsene. ([www.skrednett.no](http://www.skrednett.no))

På tegning RIG-TEG-416260-002, framgår også justert sonegrense i kjølvannet av grunnundersøkelser og geoteknisk vurdering for ny barnehage i Svalia, jf. rapport nr. 413539-1-rev2. Barnehage Svalia, Overhalla kommune (Multiconsult, 2010). Denne rapporten er tidligere tredjepartskontrollert av NGI.

Basert på utførte grunnundersøkelser i og utenfor planområdet, er det gjort en vurdering av avgrensning av kvikkleiresonen som vurderes relevant i forhold til planlagt boligutbygging. Forslag til ny kvikkleireavgrensning er vist på tegning nr. 416260-RIG-TEG-002. Følgende vurderinger ligger til grunn for grenselinjene:

- Alle kjente grunnundersøkelser i og utenfor planområdet er tatt med i vurderingen. Plassering av borpunkt er vist på tegning 416260-RIG-TEG-002. Boringer hvor det er påvist kvikkleire eller sprøbruddsmateriale er markert med rød farge, boringer hvor det kan antas at det er kvikkleire eller sprøbruddsmateriale er markert med gul farge og boringer uten kvikkleire eller sprøbruddsmateriale er markert med grønn farge.
- Sonen er trukket ut i fra de registrerte boringene med kvikkleire/sprøbruddsmateriale.
- Videre er sonene avgrenset mot området med oppstikkende berg eller områder hvor løsmasseoverdekningen er liten.
- Mot vest langs Svalivegen er det ikke utført supplerende grunnundersøkelser, og opprinnelig grense for sone Svalo er beholdt uendret i vest langs Svalivegen. Dette begrunnes med at Svalivegen ligger langs toppen av en terrengrygg. Vest for terrengryggen faller terrenget av med helning 1:5 eller slakere, før terrenget er tilnærmet flatt på et langt parti nord for elva Reina. Planlagt utvidelse av boligfeltet i Svalia ligger på motsatt side av terrengryggen og på et lavere nivå enn toppen av ryggen. Det er derfor vurdert at det ikke er nødvendig å avgrense kvikkleiresonen mer detaljert vest for Svalivegen i denne rapporten. *I revidert rapport er det likevel etablert et profil i skråningen som grunnlag for vurdering av stabilitet.*

### 4.3 Faregradsevaluering

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

Faregradsevalueringen er utført i henhold til retningslinjer i NGI-rapport 20001008-2, rev. 3 datert 08.10.2008 «Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire».

Evalueringa er utført i henhold til tabell 3 og 4 gitt i Vedlegg A.

Faregradsevalueringa gir poengverdi på 12 og medfører at sonen plasserer i faregradsklasse «Lav», som omfatter soner med poengverdi fra 0 - 17 poeng jfr. [6]. På grunnlag av de oppsatte kriteriene vil dermed sonen, relativt sett, ha liten sannsynlighet for at skred skal inntreffe.

Sonen vil ikke endre faregrad etter utbygging, da det forutsettes at utbyggingstiltakene ikke skal medføre en forverring av stabiliteten i området.

## 5 Skredteknisk vurdering

### 5.1 Generelt

Formålet med å vurdere skredtype og utbredelse av skred er å belyse hvilken utstrekning et eventuelt skred utløst i sonen kan få, og hvilken følgerisiko for skader på bebyggelse nedstrøms sonen et skred kan medføre.

## 5.2 Skredtype

Terrenget i området er ravinert med terrenghelninger i flere retninger. Det er størst lokale høydeforskjeller og bratteste skråningen ned mot Svalibekken. I den søndre og vestre delen av planområdet hvor det er påvist kvikkleire, vurderes at mest sannsynlig skredtype er et monolittisk rotasjonsskred i skråningen ned mot bekken forårsaket av byggetekniske inngrep eller utløst av naturkrefter/erosjon. Dette kan igjen medføre et retrogressivt skred. Et retrogressivt skred karakteriseres ved serie av hurtig bakovergripende skred. Det vil si at raset forplanter seg bakover gradvis med påfølgende delras.

Det påpekes imidlertid at etter utførte sikringstiltak med heving av Svalibekken i nedre del av planområdet, vurderes at det ikke er sannsynlig at et kvikkleireskred kan utløses på grunn av erosjon langs vassdrag. For øvrig er det påvist kvikkleire i nivå flere meter under bekkenivået, slik at ev. erosjon ikke skjer i kvikkleire.

Det vurderes at området ikke er utsatt for skred fra ovenforliggende områder. Dette begrunnes med at det er registrert små løsmassemektheter i forbindelse med vurdering av tomtene 43-47 nord i området, og at flere av de tidligere boligene er opplyst å være fundamentert på berg. Selv om tidligere grunnundersøkelser og prøvegravinger har indikert sensitiv leire i dette området, er dybden til berg liten og det er ikke potensiale for dyperegående utglidning. Dessuten vil eventuelle glidninger i denne skråningen nord for Svalibekken ikke kunne ramme de øvrige planlagte boliger som ligger på et høydedrag på sørsiden av Svalibekken.

*Det er foretatt en vurdering av mulig skredfare i skråningen sørvest for Svalivegen, der også eventuell erosjon i vassdrag langs foten av skråningen betraktes som grunnlag for vurdering av risiko for initialras.*

## 6 Sikkerhetsprinsipper

Prosjektet er vurdert iht. NVEs retningslinjer nr. 2/2011 [4], Eurokode 0 [3] og Eurokode 7 [4] til:

- Geoteknisk kategori 3
- Pålitelighetsklasse (CC/RC) 3
- Kontrollklasse «Utvidet» for prosjektering og utførelse
- Tiltakskategori K3 iht. NVEs retningslinjer nr. 2/2011

Nærmere begrunnelse for klassifisering av prosjektet er gitt i vedlegg B.

Det bemerkes at etter at områdestabiliteten er dokumentert, vil det være aktuelt å vurdere geoteknisk kategori på nytt for den planlagte boligutbygginga.

## 7 Materialparametre

Vurdering av kvalitet på undersøkelser, opptatte prøver samt tolkning av materialparametere er vist i vedlegg c.

## 8 Stabilitet

### 8.1 Beregningsverktøy

Stabilitetsberegningene er utført med beregningsprogrammet «GeoSuite Stability» versjon 5.0.8 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.

I denne fasen er det utført beregninger for:

- Områdestabilitet
- Lokalstabilitet ned mot Svalibekken

Dagens geometri er beregnet ved udrenert totalspenningsanalyse, ADP-analyse, og drenert effektivspenningsanalyse,  $\alpha\phi$ -analyse.

Stabiliteten i permanenttilstanden er beregnet ved udrenert totalspenningsanalyse samt drenert  $\alpha\phi$ -analyse.

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

Plassering av beregningsprofilene er vist på tegning nr. 41260-RIG-TEG-002.

Der beregningsmessig sikkerhet er for lav, er det vist tiltak som gir prosentvis forbedring av stabiliteten ved vurdering av områdestabilitet (jfr. krav i NVEs retningslinjer nr. 2/2011). For lokalstabilitet av hver boligtomt må tiltakene utformes slik at kravene til absolutte sikkerhetsfaktorer i Eurokode 7 blir tilfredsstillt.

Da vi ikke er forelagt konkrete planer for utbygging av hver enkelt tomt, er stabilitetsvurderinger av lokal stabilitet i forbindelse med utbygging foreløpig av generell karakter.

## 8.2 Stabilitetskritiske profiler

Stabilitetsberegningene omfatter analyse av fire kritiske beregningsprofiler i planområdet.

For oversikt over og plassering av valgte profiler vises det til tegning 416260-RIG-TEG-002.

### 8.2.1 Profil A-A

Profilet ligger i vestre del av planområdet og er trukket langs et dalsøkk med retning fra nord-vest mot sør-øst. Profilet anses som kritisk beregningsprofil for globalstabilitet, da det er registrert kvikkleire ved både øvre og nedre del av profilet. Tegning 416260-RIG-TEG-100 viser profil med tolket lagdeling.

### 8.2.2 Profil B-B

Profilet ligger i nordre del av planområdet og er trukket fra toppen av høydedraget ved tomt 27 og 28 og ned til Svalibekken. Profilet anses å være representativt for å vurdere sikkerhet mot dyperegående utglidninger ned mot Svalibekken. Det er ikke påvist sensitiv eller kvikk leire i dette området i området. Tegning 416260-RIG-TEG-101 viser profil med tolket lagdeling.

### 8.2.3 Profil E-E

Profilet ligger noe øst for profil A-A. Øvre del av profil E-E har et noe annen geometri enn profil A-A, da det er trukket gjennom et høydedrag/platå ovenfor Svalibekken. Grunnundersøkelsene har påvist at det ikke er kvikkleire i øvre del av profilet. Det er utført stabilitetsberegning i dette profilet som en sammenligning mot profil A-A, for ev. vurdering av 3D-effekter. Tegning 416260-RIG-TEG-104 viser profil med tolket lagdeling.

### 8.2.4 Profil F-F

Profilet er trukket fra Svalivegen og ned mot Svalibekken i søndre del av planområdet. I forbindelse med breddeutvidelse av Svalivegen for etablering av gang- og sykkelveg, ble det i 2011 utført grunnundersøkelser og geoteknisk vurdering av vegutvidelsen, jf. geoteknisk rapport nr. 414737 fra Multiconsult. I den forbindelse ble bekken hevet med ca. 3 m for å sikre tilstrekkelig stabilitet. Tegning 416260-RIG-TEG-105 viser profil med tolket lagdeling.

### 8.2.5 Profil G-G

Profilen er trukket fra Svalivegen og ned mot sørvest. Dette profilen er etablert som grunnlag for en vurdering av skredfaren i skråningen utenfor planområdet. Det bemerkes at det ikke er utført grunnundersøkelser i nedre del av denne skråningen, slik at kun borpunkt nr. 3 i øvre del av profilen danner grunnlag for beregningen. Som støtte i vurderingen har Multiconsult vært på befaring for å vurdere eventuell erosjon i et bekkedrag som er angitt på kartgrunnlaget vest for Svalivegen. På befaringen ble det imidlertid avdekket at dette ikke er en bekk med vannføring i normalsituasjonen, men heller kan ses på som en grøft/jordbruksdrenering på partiet hvor denne har retning øst-vest langs skråningsfoten. Det ble ikke avdekket noen form for erosjon i bekken/grøfta.

Basert på ovennevnte grunnlag er det antatt en konservativ lagdeling for profilen som legges til grunn for en stabilitetsberegning. Tegning 416260-RIG-TEG-106 viser profil med antatt/tolket lagdeling.

## 8.3 Beregningsresultater

Tabell 8-1 inneholder en oversikt over beregningsmessig partialfaktor for kritiske glideflater i utførte beregninger. Valgte profiler forutsettes å være representativt for stabiliteten i skråningen, med tanke på global stabilitet. Sammensatte flater er i hovedsak benyttet for å vurdere glidning i lag av sprøbruddsmateriale. For fullstendig oversikt vises det til tegning -300 til -303 og -310 til -313.

| Tegning nr.              | Beregning   | Analyse | Sikkerhetsfaktor[-] |
|--------------------------|---|---------|---------------------|
| 416260-RIG-TEG-300       | Profil A-A: eksisterende terreng  | ADP     | 1,68                |
| 416260-RIG-TEG-310       | Profil A-A: eksisterende terreng  | aφ      | 3,01                |
| 416260-RIG-TEG-301-rev01 | Profil B-B: eksisterende terreng /etter nedplanning   | ADP     | 1,20/1,40           |
| 416260-RIG-TEG-311       | Profil B-B: eksisterende terreng/etter nedplanning  | aφ      | 1,48/1,59           |
| 416260-RIG-TEG-302       | Profil E-E: eksisterende terreng  | ADP     | 2,74                |
| 416260-RIG-TEG-312       | Profil E-E: eksisterende terreng  | aφ      | 4,35                |
| 416260-RIG-TEG-303       | Profil F-F: eksisterende terreng / etter oppfylling utenfor skråningsfot og oppover Svalibekken | ADP     | 1,08 / 1,28         |
| 416260-RIG-TEG-313       | Profil F-F: Etter oppfylling utenfor skråningsfot og oppover Svalibekken                        | aφ      | 1,62                |
| 416260-RIG-TEG-304       | Profil G-G: eksisterende terreng mot sørvest(antatt lagdeling nedre del)                        | ADP     | 1,6                 |
| 416260-RIG-TEG-314       | Profil G-G: eksisterende terreng mot sørvest (antatt lagdeling nedre del)                       | aφ      | 2,3                 |

Tabell 8-1: Inneholder en oversikt over beregningsmessig partialfaktor (sikkerhetsfaktor) for kritiske glideflater i utførte beregninger.

## 8.4 Vurdering av stabilitet

Utførte beregninger oppsummert i Tabell 8-1 viser at beregningsmessig sikkerhet tilfredsstillende kravene iht. NVEs retningslinjer [5] i de områder som ligger innenfor den justerte kvikkleiresonen. Samtidig viser beregningene at stabiliteten i profil A-A, hvor det er påvist sammenhengende kvikkleire, er helt på grensen til sikkerhetskravet. Selv om profilen er tegnet langs dypålen i et dalsøkk, og at det må forventes 3D-effekter som gjør at reell sikkerhet er noe høyere, tilrås at bygging av lokalveger og boliger utføres slik at stabiliteten ikke forverres i forhold til dagens situasjon. Dette gjelder også for nedre del av profil E-E.

I profil B-B i den nordøstre delen av planområdet med størst høydeforskjeller mellom planlagte boliger og Svalibekken, er beregnet sikkerhet mot utglidning noe lav. Det er ikke påvist kvikk eller sensitiv leire

i dette området, men stabiliteten må forbedres før det kan tillates utbygging av tomtene på toppen av skråningen. Stabilitetsforbedring kan enten utføres ved å nedplanere terrenget ved de planlagte tomtene, eller at Svalibekken heves på et parti nedenfor de aktuelle tomtene. Beregningene viser at sikkerheten mot rotasjonsskred er lavest i ADP-analysen. *I ADP-beregningen er det innlagt en konservativ udrenert skjærfasthet ved skråningsfoten, tilsvarende styrke som ved toppen av skråningsprofilen.*

Det er utført beregninger av sammensatte (plane) glideflater. Disse er ikke kritiske og får lavest sikkerhet ved tilnærmet lik form som de sirkulærsylindriske glideflatene.

*Overslagsberegning av stabiliteten i skråningen i profil G sørvest for Svalivegen viser god beregningsmessig sikkerhet mot utglidning med tolket og antatt lagdeling og styrke. Med bakgrunn i beregningsresultatet og at det ikke pågår noe erosjon i foten av skråningen, vurderes ut fra foreliggende grunnlag at det ikke er skredfare i denne skråningen som kan true planlagt utbygging i Svalia boligfelt. På grunn av usikkerhet knyttet til lagdeling og styrkeparametere i nedre del av skråningen, kan stabilitetsberegningen i profil G kun anses som en overslagsberegning. For eventuelle utbyggings- eller terrengtiltak i denne skråningen, bør det derfor utføres grunnundersøkelser for sikrere vurdering av stabiliteten.*

Foreliggende beregninger er dekkende for dagens situasjon, og benyttes også som grunnlag for å gi en orienterende geoteknisk vurdering av planlagt utbygging.

## 9 Geoteknisk vurdering av bolig- og infrastrukturutbygging.

Vi er ikke forelagt utbyggingsplaner som detaljert viser hvilke terrenginngrep som planlegges utført for de ulike lokalveger og boligtomter. I tillegg vil utbyggingen trolig medføre nye ledningsanlegg.

Basert på utførte stabilitetsanalyser og – vurderinger, gis det derfor en orienterende vurdering av bebyggbarhet som kan benyttes som føringer i forbindelse med planlagt bygging i området.

### 9.1 Lokalveger

Bygging av lokalveg nr. 9 og 10 tilrås utført slik at stabiliteten ikke forverres i forhold til dagens situasjon. For veg nr. 9 innebærer dette at det ikke bør foretas oppfylling ut mot Svalibekken, men at det vegen heller bør legges i skjæring langs toppen av skråningen langs bekken.

Veg 10 tilrås lagt så lett som mulig i terrenget, der det spesielt bør forsøkes å unngå vesentlig oppfylling.

Det er ikke utført grunnundersøkelser for veg nr. 14 lengst i nordvest, og denne vegen er følgelig ikke vurdert i denne rapporten. Basert på prøvegravinger i forbindelse med utbygging av tomtene 43-47, ble vegen vurdert å være stabilitetsmessig krevende å bygge ut, da prøvegravinger indikerte bløt sensitiv leire. Dette gjaldt for øvrig også tomt nr. 42.

### 9.2 Boligtomter

Alle planlagte tomter vurderes å være bebyggbare, men det vil være krav om noe stabiliserende terrengtiltak før utbygging på enkelte tomter.

Tomt 4 lengst i sør krever trolig noe supplering av sikringstiltakene langs Svalibekken. Dette må i så fall detaljprosjekteres.

Stabiliteten på tomtene 16-18, 25, 26 og 30 vurderes som akseptabel. Forutsatt at det ikke foretas oppfylling for boligutbygging på tomtene, vurderes at det ikke er nødvendig med ytterligere geotekniske vurderinger. Ettersom terrenget på alle disse tomtene ligger med noe helning, ser



tomtene ut til å være godt egnet for utbygging av hus med kjeller- eller sokkeletasje for å unngå vesentlig oppfylling. Det utelukkes imidlertid ikke at det kan være akseptabelt med noe oppfylling på de nevnte tomtene, men dette må i så fall kontrolleres av geotekniker.

For tomtene 27 og 28 er det påvist at sikkerheten er noe lav. Dette innebærer at stabiliteten må bedres før utbygging. Dette kan utføres ved nedplanning av terrenget til ca. kote +45/+46 i forbindelse med opparbeidelse av tomtene. Dette kan være utfordrende med tanke på å etablere adkomstveg til boligene. Et alternativt kan være å heve Svalibekken på et parti nedenfor tomt 27 og 28. Det er ikke utført stabilitetsanalyser for et slikt tiltak, men det kan foreløpig antydes at en heving av bekken på ca. 2 m vil være tilstrekkelig. Dette må i såfall prosjekteres.

Grunnundersøkelse i punkt 1 ved tomt 42 har nå påvist liten dybde til antatt berg, slik at tomta nå kan være bebyggbar. Dette forutsetter imidlertid at det foretas masseutskifting ned til fast grunn/berg og tilbakefylling med kvalitetsfylling. Dersom tomt nr. 42 skal bygges ut tilrås at det foretas ytterligere grunnundersøkelser slik at omfanget at masseutskiftingen blir avklart på forhånd.

### 9.3 Ledningsanlegg

Vi er ikke blitt forelagt ledningsplaner i forbindelse med utvidelse av boligfeltet.

Generelt vurderes at det vil være akseptabel lokalstabilitet for graving av ledninger i området, da grunnen i øvre løsmasselag består av fast tørrskorpeleire og det er stor overdekning ned til kvikkleira. Dype langsgående ledningsgrøfter langs foten av skråningene i området bør likevel unngås.

Konkrete planer for ledningstraseene bør forelegges geotekniker for kontroll og utarbeidelse av retningslinjer for grøftegravingen.

## 10 Sluttcommentar

Foreliggende rapport må godkjennes av uavhengig tredjepartskontrollør iht krav i NVEs retningslinjer 2/2011.

Områdestabiliteten i den delen av kvikkleiresone 167 Svalo som er relevant for planlagt utbygging i Svalia boligfelt, vurderes som tilstrekkelig god i henhold til krav i NVEs retningslinjer [5].

Endelige planer for utbygging av veg og ledningsanlegg må forelegges geotekniker for kontroll. Boligutbygging som medfører terrenngrep i forhold til de generelle anbefalingene i denne rapporten, må også forelegges geotekniker for kontroll.

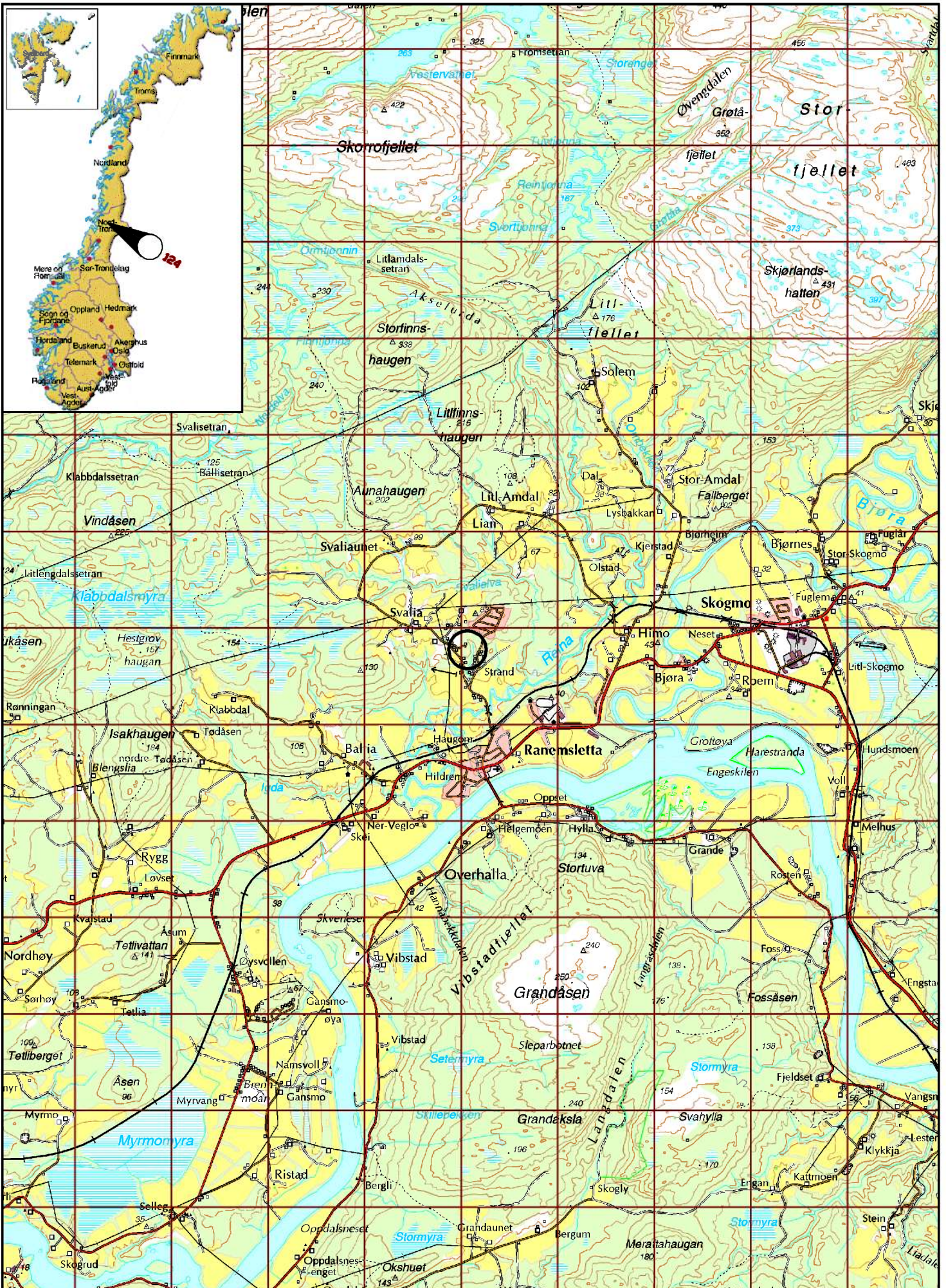
## 11 Referanser

- [1] Multiconsult AS, "Svalia boligfelt – Grunnundersøkelser, «Datarapport 416260-RIG-RAP-001, februar, 2014
- [2] Standard Norge, "Systemer for kvalitetsstyring. Krav (ISO 9001:2008)," Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN ISO 9001:2008.
- [3] Standard Norge, "Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner- Del 2: Diverse standard og regelverk," Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN 1990-:2002+NA:2008, april. 2002.
- [4] Standard Norge, "Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering - Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver," Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN 1997- 2:2007+NA:2008, Jul. 2008.
- [5] NVE 2/2011. "Flaum- og skredfare i arealplanar", 2011.

- [6] NGI, "Vurdering av risiko for skred. Metode for klassifisering av faresoner, kvikkleire.," NGI, Oslo, Geoteknisk rapport 20001008-2 Rev. 3, Oct. 2012.
- [7] Skrednett, "Skrednett - kartutsnitt faresonekart," [www.skrednett.no](http://www.skrednett.no), Sval, 20-Feb-2012
- [8] C. C. Ladd and R. Foott, "New design procedure for stability of soft clays," *J. Geotech. Eng. Div.*, vol. 100, no. 7, pp. 763–786, Jul. 1974.
- [9] K. Karlsrud, "Tolkning og fastlegging av jordparametere. Karakteristisk jordprofil NGF-kirs. Stabilitetsanalyser av skråninger, skjæringer og fyllinger.," presented at the NGF-kurs, Hell, 22-May-2003.



Z:\04.16\4.16260-03 ARBEIDSRÅDE\4.16260-01 RIG\4.16260-04 TEGNINGER\4.16260-RIG-RAP-001\DWG\4.16260-RIG-TEG-000\_OVERSIKTSKART.dwg - Layout: [A4 Stående skjema] - Plottet av: lkt, Dato: 2014.03.02 kl 13:4



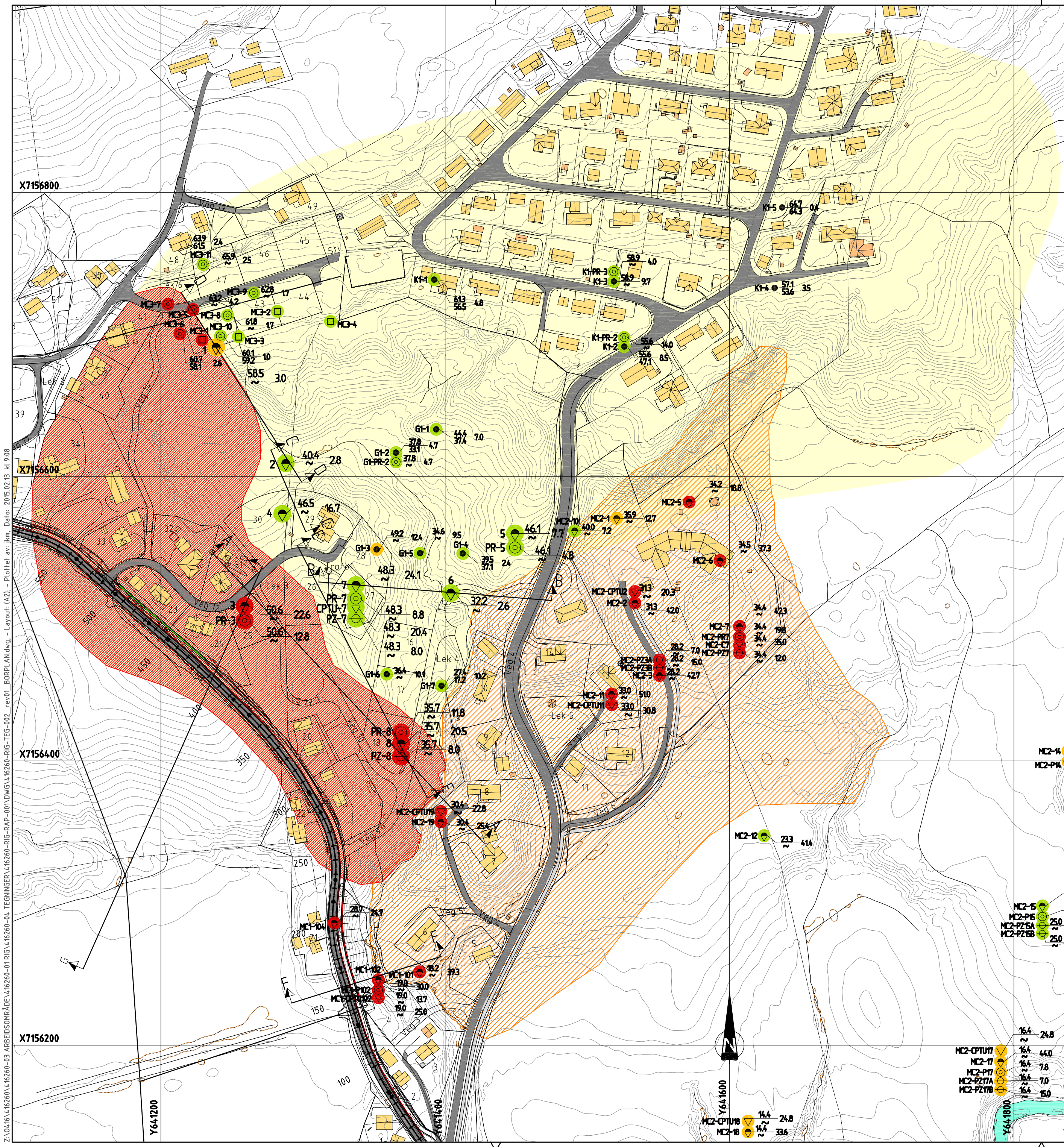
**Multiconsult**

www.multiconsult.no

Overhalla kommune, Svalia boligfelt  
Oversiktskart

|                |             |                 |           |
|----------------|-------------|-----------------|-----------|
| Status         | Fag         | Original format | Dato      |
| Konstr./Tegnet | Kontrollert | Godkjent        | Målestokk |
| Oppdragsnr.    | Tegningsnr. |                 | Rev.      |
| 416260         | RIG-TEG-000 |                 | 00        |





Z:\06\16\416260\03 ARBEIDSDOKUMENTER\16260-01 RIG\416260-04 TEGNINGER\16260-RIG-RAP-001\VDVG\416260-RIG-TEG-002\_rev01\_BDRPLAN.dwg - Layout (A2) - Plottet av: ikm. Dato: 2015.02.13 kl.9:08

**TEGNFORKLARING:**

- DREI SONDERING
- ENKEL SONDERING
- ▼ RAMSONDERING
- ▽ TRYKKSONDERING
- ⊕ TOTALSONDERING
- ⊙ PRØVESERIE
- PRØVEGROP
- ◆ DREI TRYKSONDERING
- ⊗ SKRUPLETFORSØK
- + VINGEBORING
- ⊕ PORETRYK MÅLING
- ⊕ KJERNEBORING
- ⊗ FJELLKONTROLLBORING
- ⊗ BERG I DAGEN

KARTGRUNNLAG: Digitalt kart fra sosi-fil NN1954  
 KOORDINATSYSTEM: UTM Sone 32V  
 HØYDEREFERANSE: NN1954  
 UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMENT: GPS  
 BORBOK NR: Digital 3036  
 LAB.BOK NR: 3036

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

**KLASSIFISERING AV BORPUNKT:**

- PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
  - MULIG KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
  - IKKE PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- KVIKKLEIRESONE 167 SVALO FRA WWW.SKREDNETT.NO
  - ▨ FORSLAG TIL NY AVGRENSNING AV KVIKKLEIRESONE
  - ▨ AVGRENSNING AV KVIKKLEIRESONE IHT. RAPPORT 413539-1 rev.2 (SVALIA BARNEHAGE)

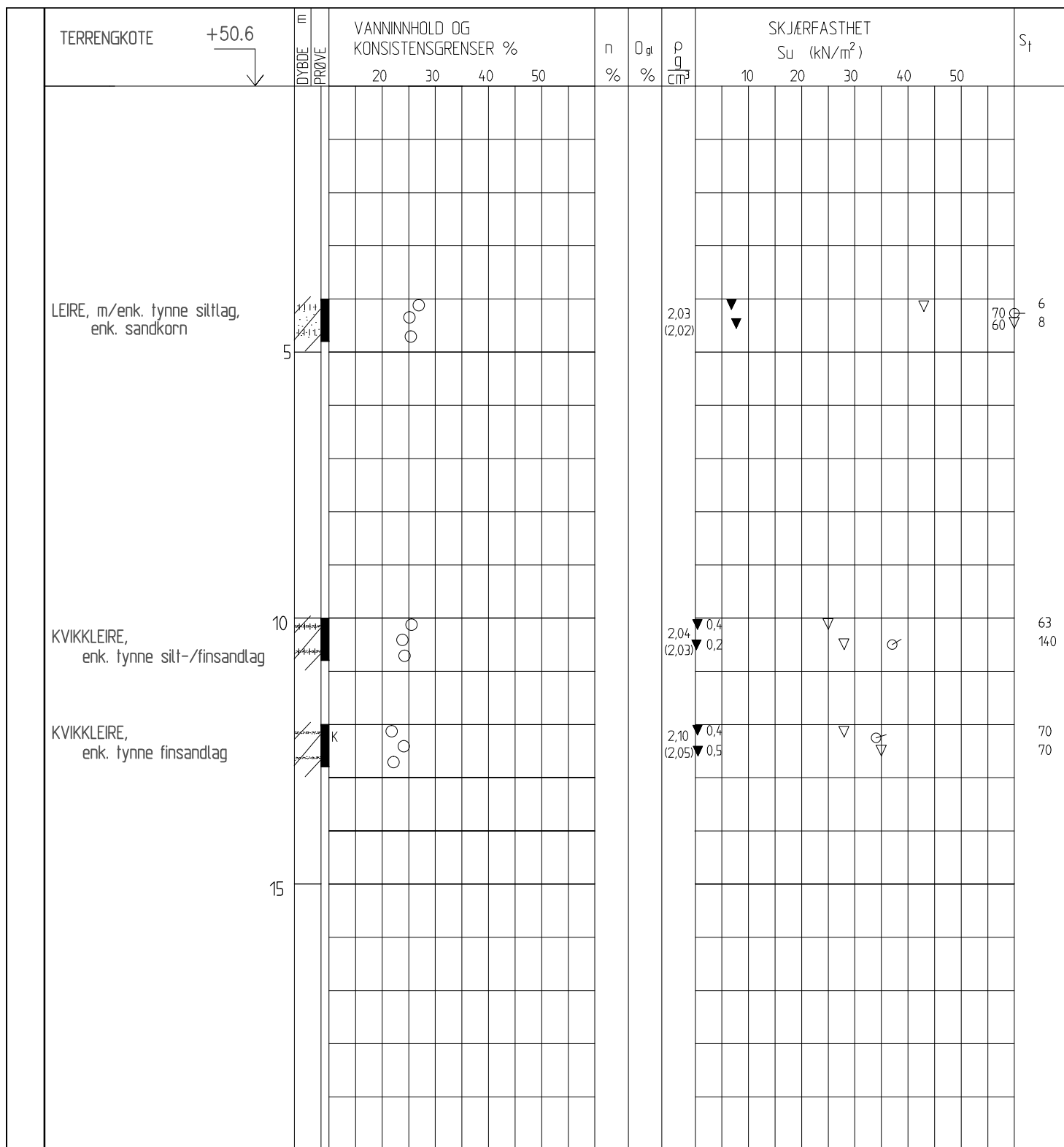
**TIDLIGERE BORINGER:**

Tidligere boringer er angitt med indekser foran borhullsnr:

MC1-X BORINGER FRA MULTICONSULT RAPPORT NR. 414737-1 (2011) -GANGVEG LANGS SVALIVEGEN, OVERHALLA  
 MC2-X BORINGER FRA MULTICONSULT RAPPORT NR. 413539-1-rev\_2 (2010) -BARNEHAGE OVERHALLA  
 MC3-X BORINGER FRA MULTICONSULT NOTAT 1 OG 2 NR. 415149 (2012) -REGULERINGSPLAN SVALIA (Plassering er tatt fra skannet kart. Høyder er tatt fra terrengmodellen og det kan medfølge noe avvik fra tidligere kartgrunnlag.)  
 G1-X BORINGER FRA GEOTEAM RAPPORT NR. 31074.01 (1987) -SVALIA BOLIGFELT (Plassering, høyder og dybder er tatt fra skannet kart. Det kan medfølge noe avvik fra opprinnelig rapport.)  
 K1-X BORINGER FRA KUMMENEJE RAPPORT NR. 0.2019 (1975) -BOLIGFELT I KRABBSTUMARKA (Plassering, høyder og dybder er tatt fra skannet kart. Det kan medfølge noe avvik fra opprinnelig rapport.)

|      |  |                   |              |          |        |
|------|--|-------------------|--------------|----------|--------|
| 01   | Nytt profil G-G  | 12.02.2015        | JKM          | ARV      | OAA    |
| Rev. | Beskrivelse  | Dato              | Tegn.        | Kontr.   | Godkj. |
|      | Overhalla kommune  |                   | Fag          | Format   |        |
|      | Svalia boligfelt   |                   | Geoteknikk   | A2       |        |
|      | Borplan med klassifisering av grunnundersøkelser og avgrensning av kvikkleiresone. | Dato              |              |          |        |
|      |  | 07.05.2014        |              |          |        |
|      |  | Format/Målestokk: |              |          |        |
|      |  | 1:2000            |              |          |        |
|      | Status   | Konstr./Tegnet    | Kontrolleret | Godkjent |        |
|      |  | JKM               | ARV          | OAA      |        |
|      | Oppdragsnr:  | Tegningsnr.       |              |          |        |
|      | 416260   | RIG-TEG-002       |              |          |        |
|      | www.multiconsult.no  |                   |              |          |        |





PR = PRØVESERIE  
SK = SKOVLEBORING  
PG = PRØVEGRUPP  
VB = VINGEBORING

○ NATURLIG VANNINHOLD  
— W<sub>L</sub> FLYTEGRENSE  
W<sub>f</sub> — " — KONJUSMETODE  
— W<sub>p</sub> PLASTISITETSGRENSE

n = PORØSITET  
O<sub>Na</sub> = HUMUSINHOLD  
O<sub>gl</sub> = GLØDETAP  
ρ = DENSITET

▽ KONUSFORSØK  
▼ OMRØRT SKJÆRFESTHET  
○ TRYKKFORSØK  
⊕ 5 % DEFORMASJON VED BRUDD  
+ VINGEBORING  
S<sub>t</sub> SENSITIVITET

LAB.BOK NR.: 3036

Ø = ØDOMETERFORSØK P = PERMEABILITETSFORSØK K = KORNGRADERING T = TREAKSIALFORSØK

## GEOTEKNISKE DATA

Overhalla kommune  
Svalia boligfelt  
Grunnundersøkelse

Boring nr.  
3

Tegningens filnavn  
416260-RIG-TEG-010-H3.dwg

Borplan nr.  
-001

Boret dato:  
13.12.2013

**Multi**  
**consult**

**Multiconsult**

Dato 05.02.2014

tegnef AMG

Kontrollert ARV

Godkjent OAA

7486 TRONDHEIM  
Tlf.: 73 10 62 00 – Fax: 73 10 62 30/70

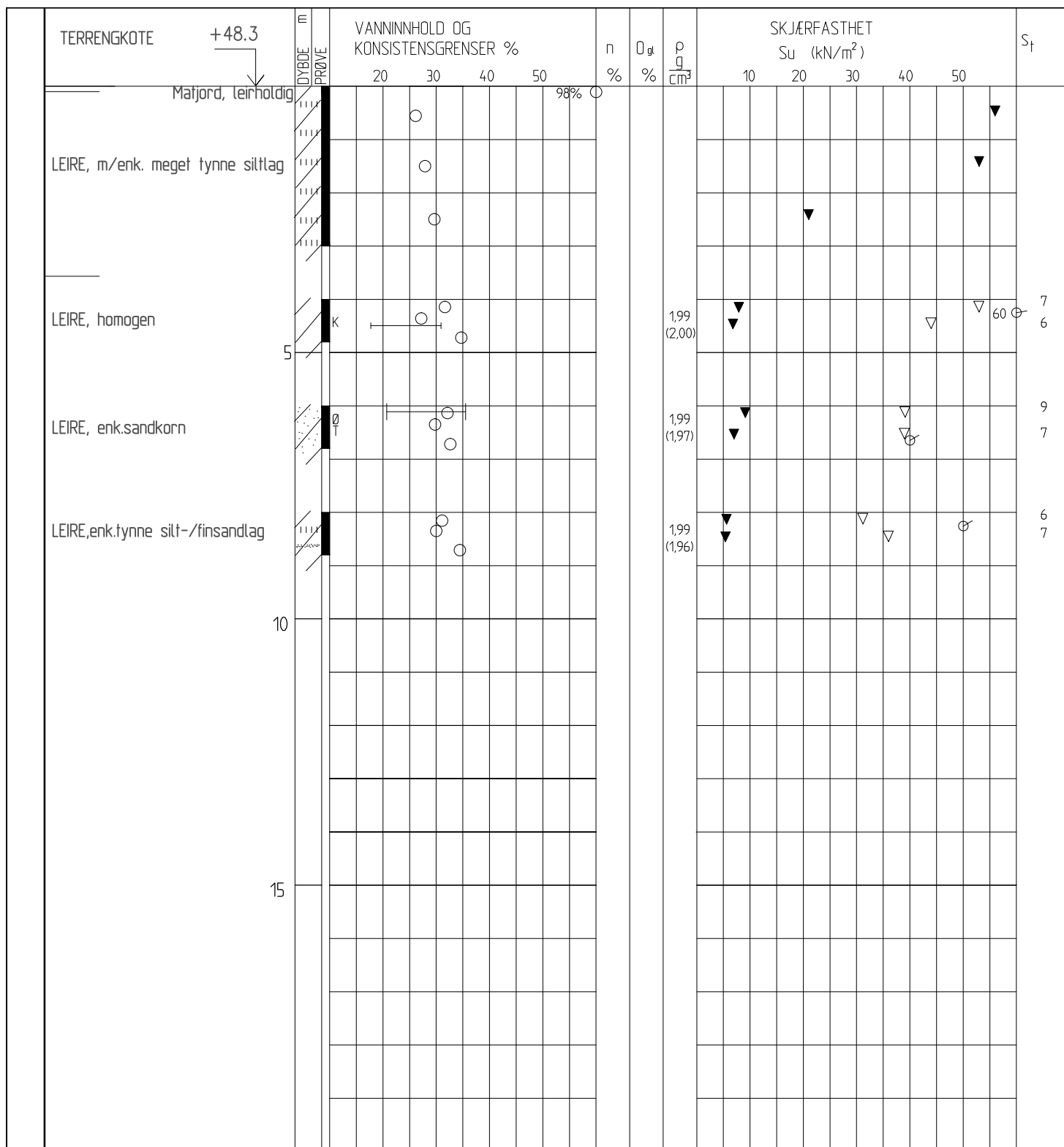
Oppdragsnr.  
416260

tegningsnr.  
RIG-TEG-010

Rev.  
00







PR = PRØVESERIE  
SK = SKOVLEBORING  
PG = PRØVEGRUPP  
VB = VINGEBORING  
BORBOK NR.: —  
LAB.BOK NR.: 3036

○ NATURLIG VANNINNHOOLD  
— W<sub>L</sub> FLYTEGRENSE  
W<sub>f</sub> — " — KONJUSMETODE  
— W<sub>p</sub> PLASTISITETSGRENSE

n = PORØSITET  
O<sub>Na</sub> = HUMUSINNHOOLD  
O<sub>gl</sub> = GLØDETAP  
ρ = DENSITET

▽ KONUSFORSØK  
▼ OMRØRT SKJÆRFASTHET  
○ TRYKKFORSØK  
⊕ 5% DEFORMASJON VED BRUDD  
+ VINGEBORING  
S<sub>t</sub> SENSITIVITET

Ø = ØDOMETERFORSØK P = PERMEABILITETSFORSØK K = KORNGRADERING T = TREAKSIALFORSØK

## GEOTEKNISKE DATA

Overhalla kommune  
Svalia boligfelt  
Grunnundersøkelse

Boring nr.  
7

Tegningens filnavn  
416260-RIG-TEG-012-H7.dwg

Borplan nr.  
-001

Boret dato:  
16.12.2013

**Multi**  
**consult**

**Multi**  
**consult**

Dato 05.02.2014

tegnef  
AMG

Kontrollert  
ARV

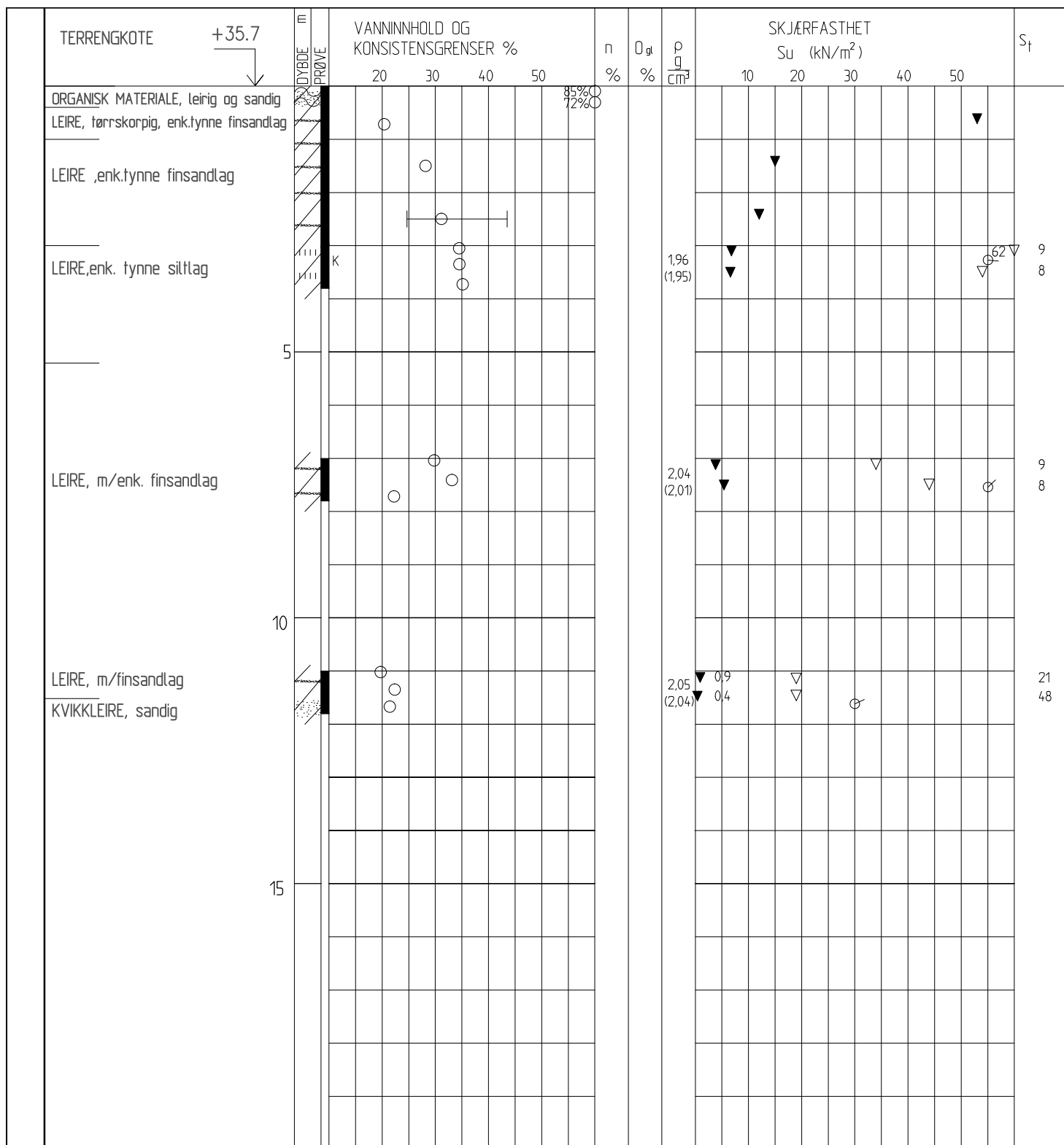
Godkjent  
OAA

7486 TRONDHEIM  
Tlf.: 73 10 62 00 – Fax: 73 10 62 30/70

Oppdragsnr.  
416260

tegningsnr.  
RIG-TEG-012

Rev.  
00



PR = PRØVESERIE  
SK = SKOVLEBORING  
PG = PRØVEGRUPP  
VB = VINGEBORING

○ NATURLIG VANNINNHold  
— W<sub>L</sub> FLYTEGRENSER  
W<sub>f</sub> — " — KONJUSMETODE  
— W<sub>p</sub> PLASTISITETSGRENSER

n = PORØSITET  
O<sub>Na</sub> = HUMUSINNHold  
O<sub>gl</sub> = GLØDETAP  
ρ = DENSITET

▽ KONUSFORSØK  
▼ OMRØRT SKJÆRFASHTHET  
○ TRYKKFORSØK  
⊕ 5 % DEFORMASJON VED BRUDD  
+ VINGEBORING  
S<sub>t</sub> SENSITIVITET

LAB.BOK NR.: 3036

Ø = ØDOMETERFORSØK P = PERMEABILITETSFORSØK K = KORNGRADERING T = TREAKSIALFORSØK

## GEOTEKNISKE DATA

Overhalla kommune  
Svalia boligfelt  
Grunnundersøkelse

Boring nr.  
8

Tegningens filnavn  
416260-RIG-TEG-013-H8.dwg

Borplan nr.  
-001

Boret dato:  
12.12.2013

**Multi**  
**consult**

**Multi**  
**consult**

Dato 05.02.2014

tegnf AMG

Kontrollert ARV

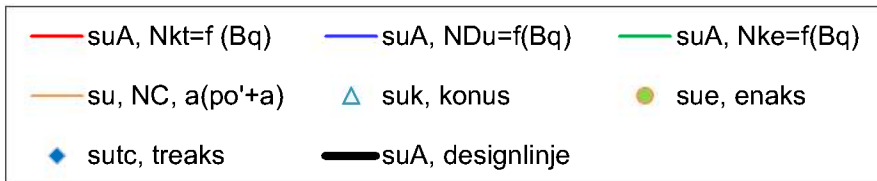
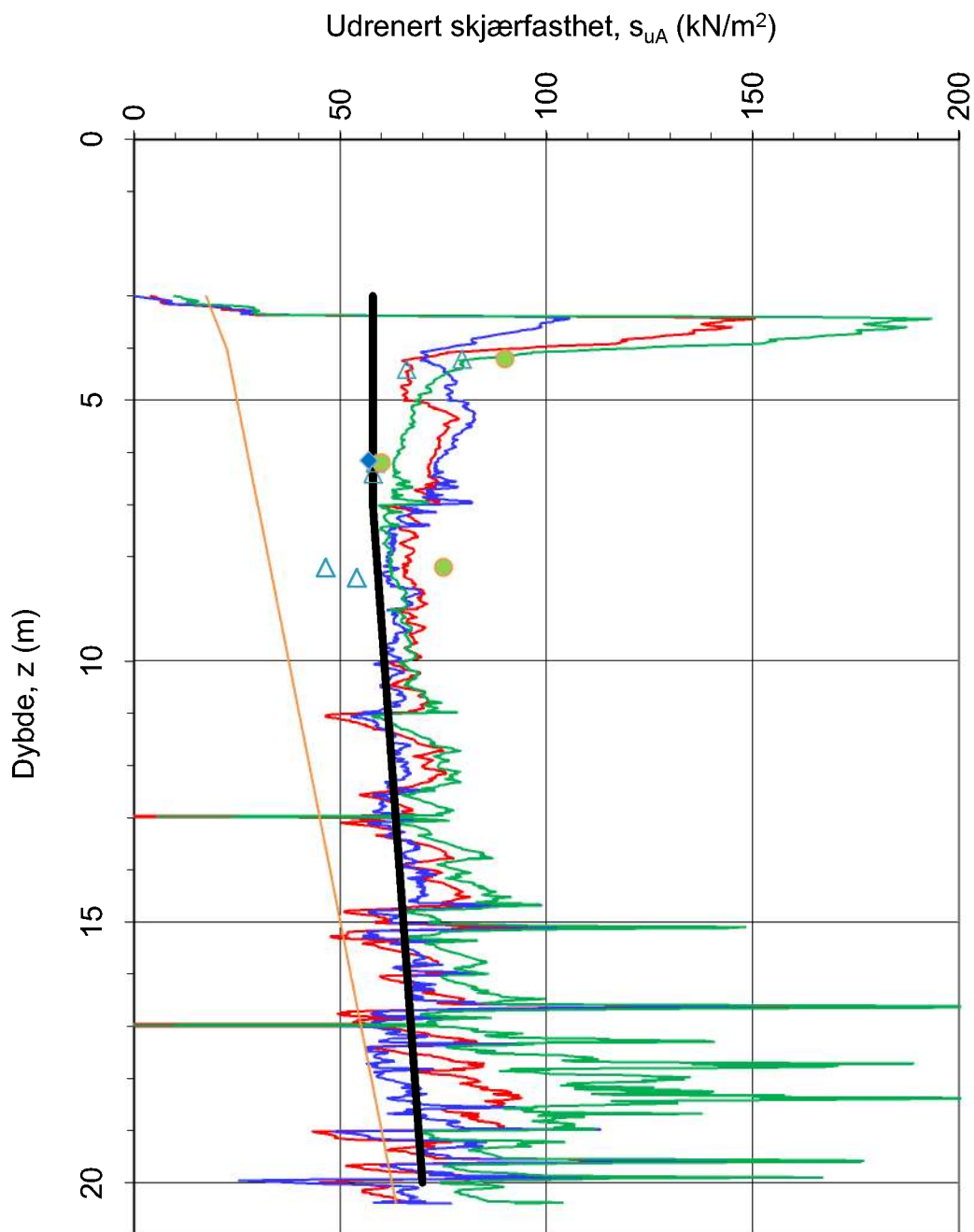
Godkjent OAA

7486 TRONDHEIM  
Tlf.: 73 10 62 00 – Fax: 73 10 62 30/70

Oppdragsnr.  
416260

tegningsnr.  
RIG-TEG-013

Rev.  
00



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

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

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

$$\alpha_c \text{ valgt: } \mathbf{0.25}$$

Referansem metode: Karlsrud et al (1996)

Oppdragsgiver:

**Overhalla kommune**

Oppdrag:

**Svalia boligfelt**

Tegningens filnavn:

416260\_cptu7

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

**Multiconsult**

CPTU id.:

7

Sonde:

4446

**MULTICONSULT AS**

Dato:

03.07.2014

Tegnet:

ARV

Kontrollert:

ROS

Godkjent:

OAA

Oppdrag nr.:

416260

Tegning nr.:

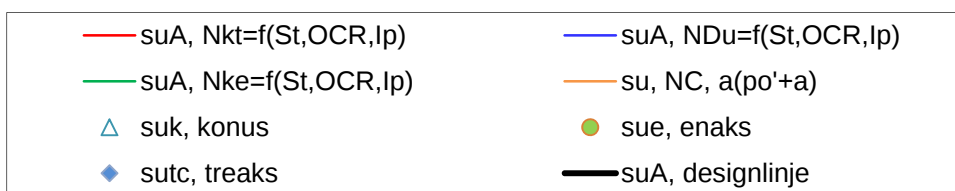
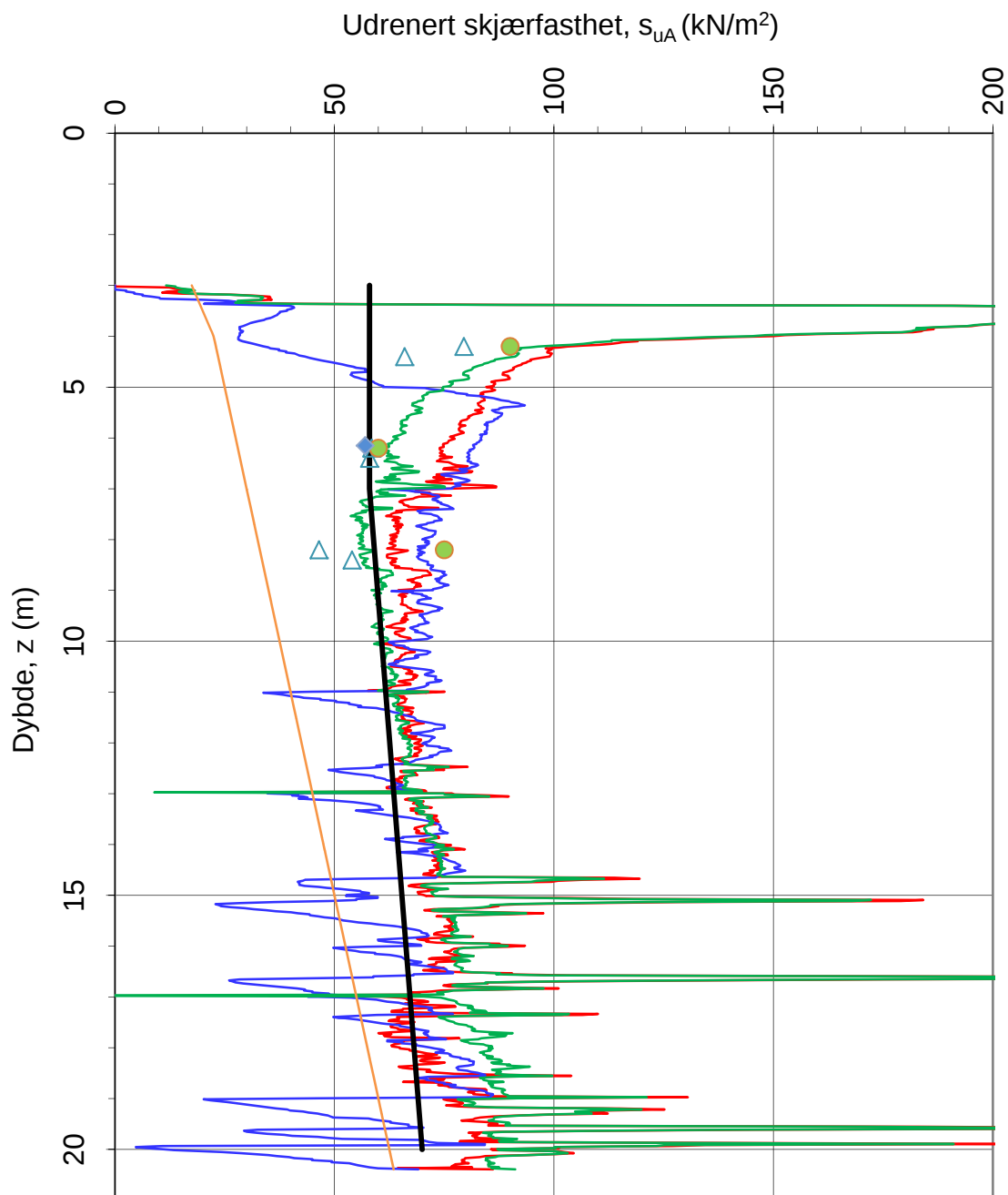
40.6

Versjon:

28.11.2013

Revisjon:

1



Sensitivitetsvalg:

**St < 15**

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

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

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

$\alpha_c$  valgt:

**0.25**

Referansemetode: Karlsrud et al (2005)

Oppdragsgiver:

**Overhalla kommune**

Oppdrag:

**Svalia boligfelt**

Tegningens filnavn:

416260\_cptu7

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

**Multiconsult**

CPTU id.:

7

Sonde:

4446

**MULTICONSULT AS**

Dato:

03.07.2014

Tegnet:

ARV

Kontrollert:

ROS

Godkjent:

OAA

Oppdrag nr.:

416260

Tegning nr.:

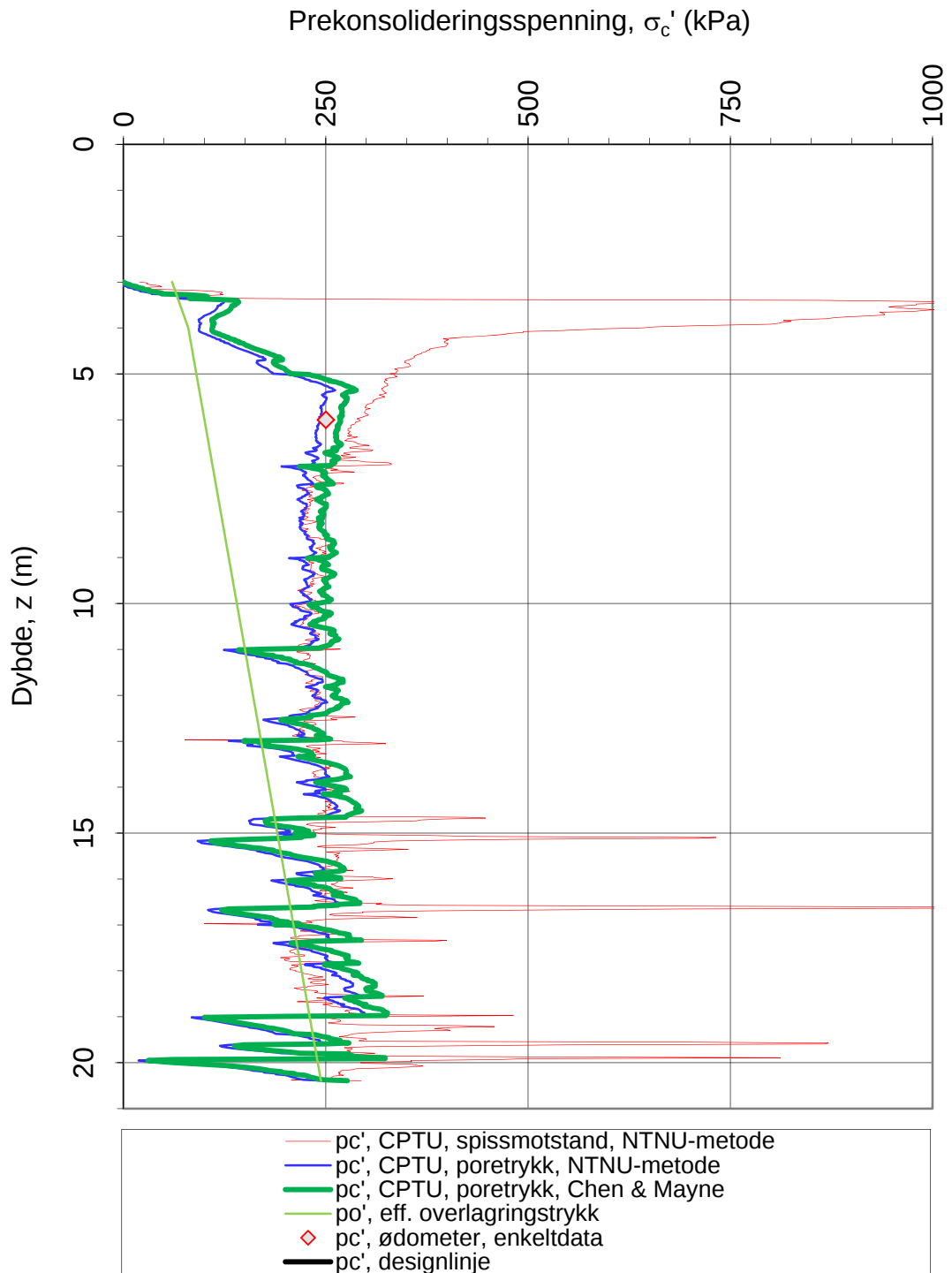
40.7

Versjon:

28.11.2013

Revisjon:

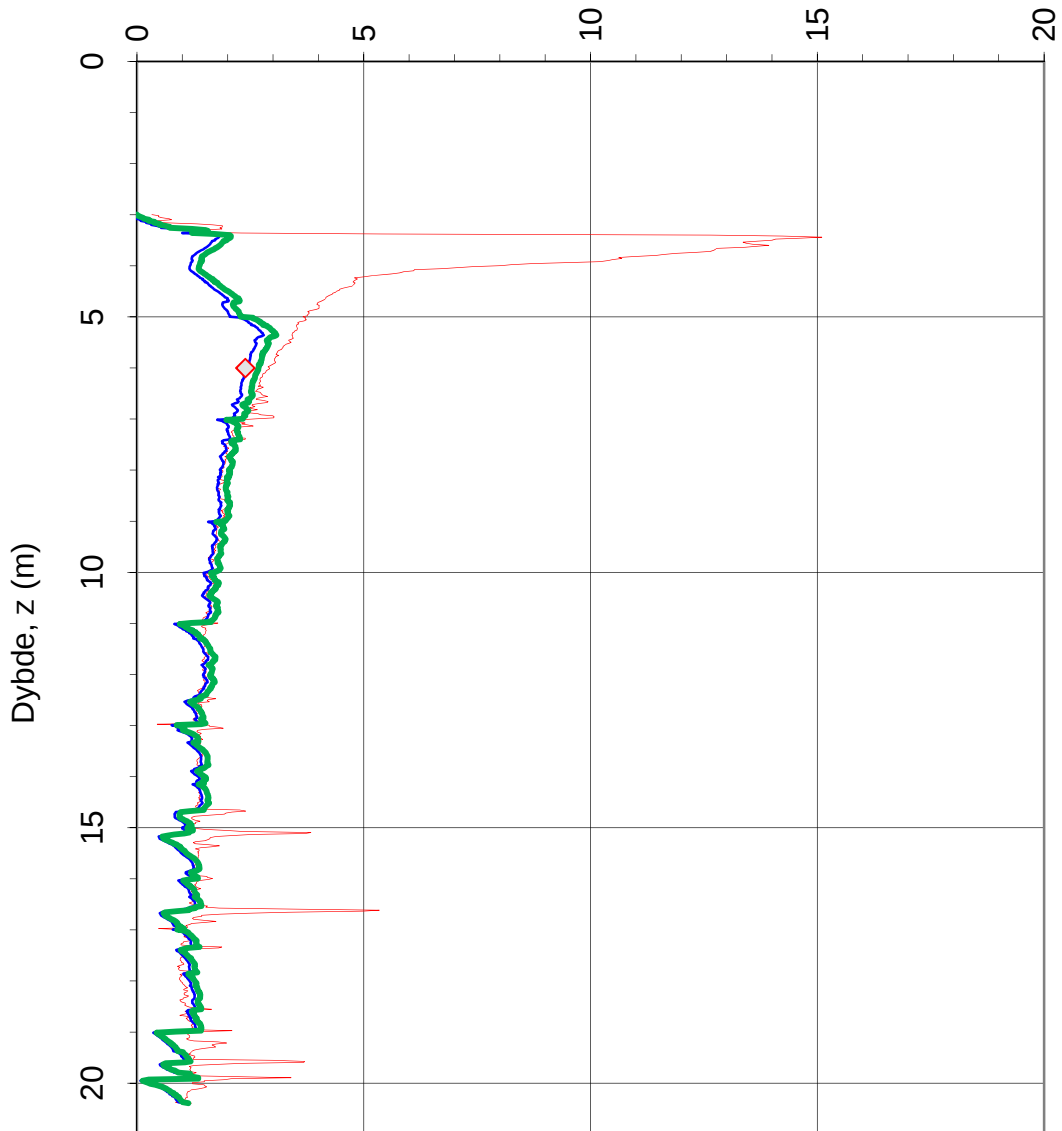
1



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

|  |                        |                                     |                        |                                     |
|--|------------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|
| Oppdragsgiver:<br><b>Overhalla kommune</b> |                        | Oppdrag:<br><b>Svalia boligfelt</b> |                        | Tegningens filnavn:<br>416260_cptu7 |
| Prekonsolideringsspenning $\sigma_c'$ .    |                        |                                     |                        | <b>Multiconsult</b>                 |
| CPTU id.:                                  | 7                      | Sonde:                              | 4446                   |                                     |
| <b>MULTICONSULT AS</b>                     | Dato:<br>03.07.2014    | Tegnet:<br>ARV                      | Kontrollert:<br>ROS    | Godkjent:<br>OAA                    |
|  | Oppdrag nr.:<br>416260 | Tegning nr.:<br>40.8                | Versjon:<br>28.11.2013 | Revisjon:<br>1                      |

Prekonsolideringsforhold,  $OCR = \sigma_c' / \sigma_{v0}' (-)$

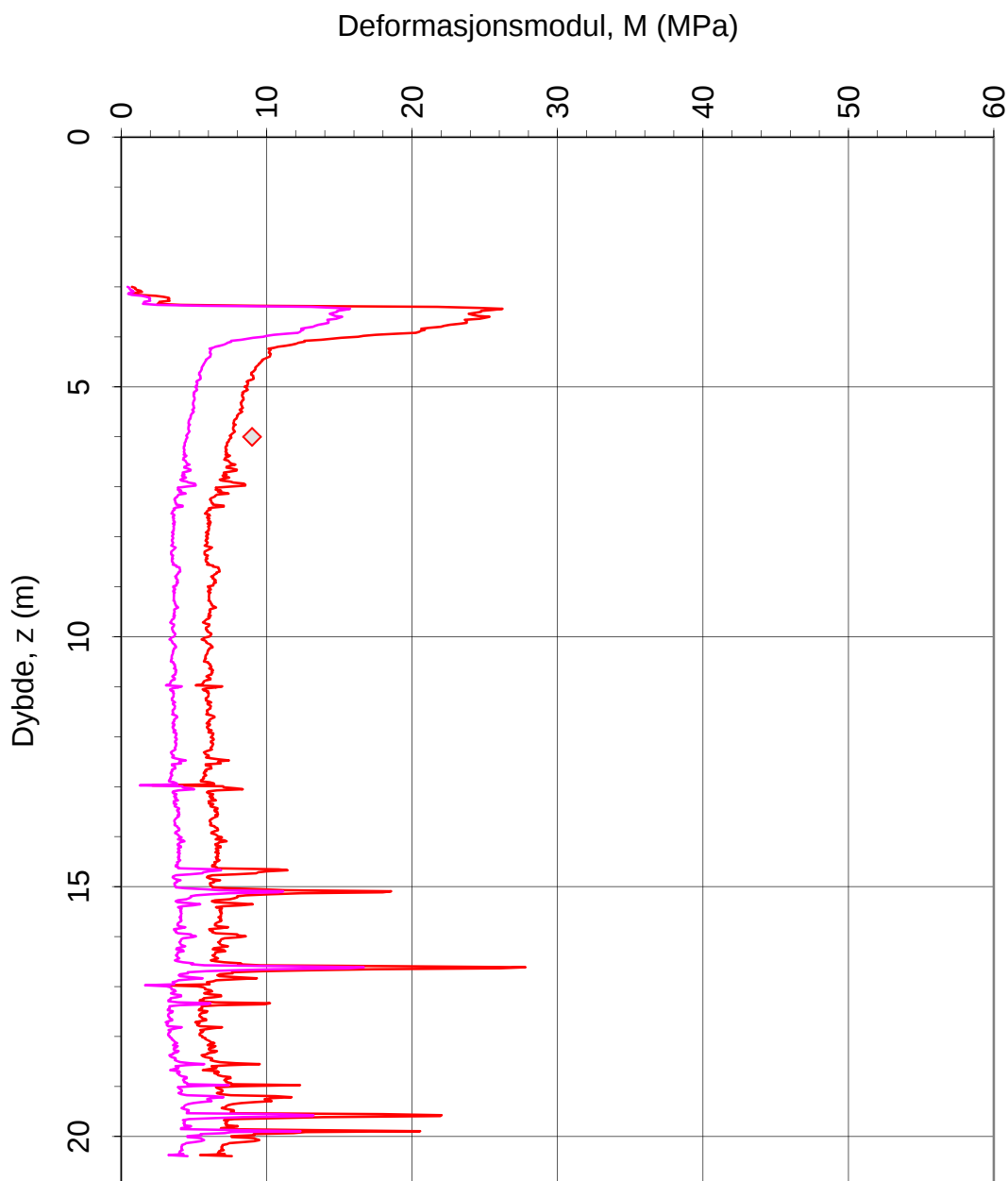


- OCR, CPTU, spissmotstand, NTNU-metode
- OCR, CPTU, poretrykk, NTNU-metode
- OCR, CPTU, poretrykk, Chen & Mayne
- ◊ OCR, ødometer, enkeltdata
- OCR, ødometer, funksjon
- OCR, designlinje

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

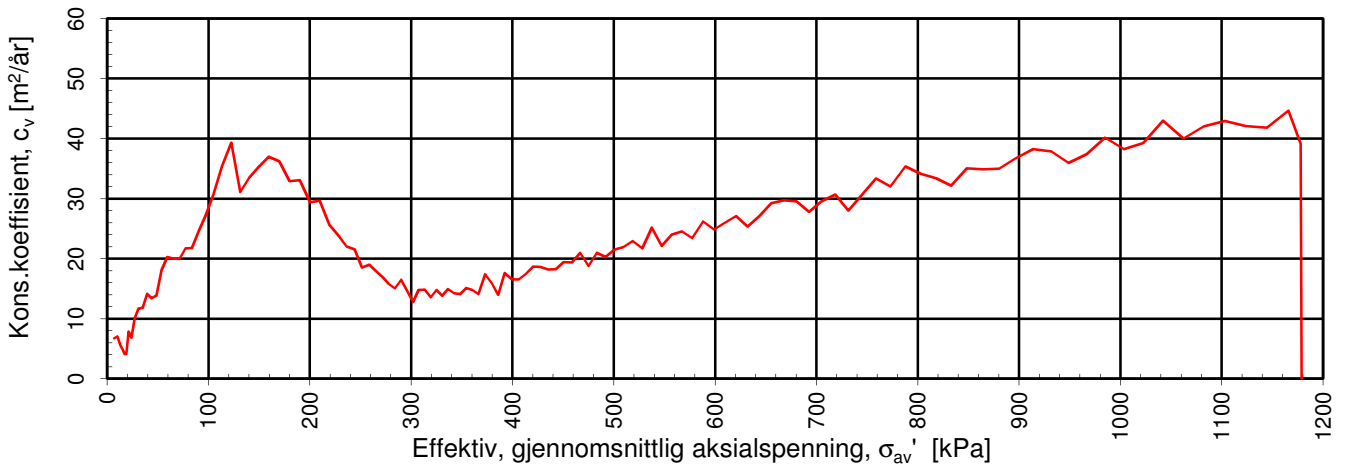
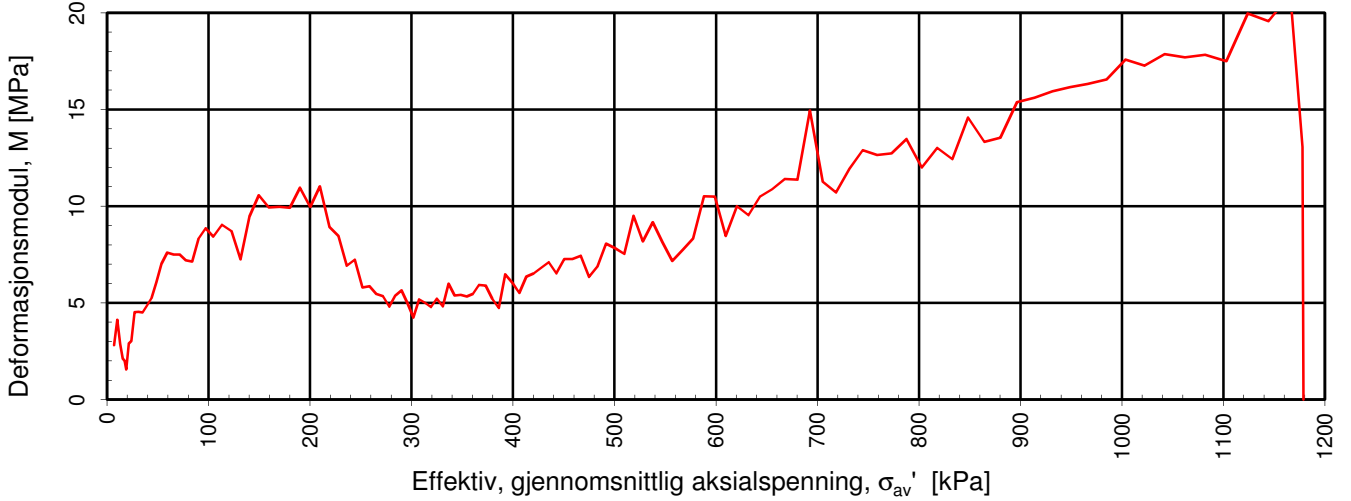
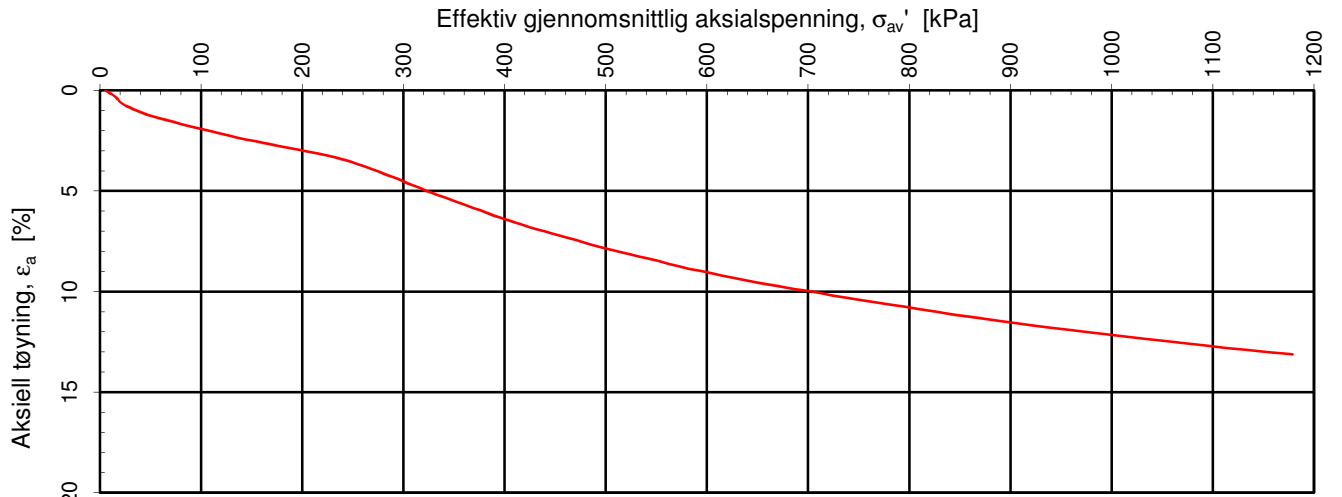
|   |                        |                                     |                        |                                     |
|---|------------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|
| Oppdragsgiver:<br><b>Overhalla kommune</b>                    |                        | Oppdrag:<br><b>Svalia boligfelt</b> |                        | Tegningens filnavn:<br>416260_cptu7 |
| Overkonsolideringsforhold, $OCR = \sigma_c' / \sigma_{v0}'$ . |                        |                                     |                        | <b>Multiconsult</b>                 |
| CPTU id.:   | 7                      | Sonde:                              | 4446                   |                                     |
| <b>MULTICONSULT AS</b>  | Dato:<br>03.07.2014    | Tegnet:<br>ARV                      | Kontrollert:<br>ROS    | Godkjent:<br>OAA                    |
|   | Oppdrag nr.:<br>416260 | Tegning nr.:<br>40.9                | Versjon:<br>28.11.2013 | Revisjon:<br>1                      |





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

|   |                        |                                     |                        |                                     |  |
|---|------------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|--|
| Oppdragsgiver:<br><b>Overhalla kommune</b>  |                        | Oppdrag:<br><b>Svalia boligfelt</b> |                        | Tegningens filnavn:<br>416260_cptu7 |  |
| Deformasjonsmoduler, $M_{oc}$ og $M_{nc}$ . |                        |                                     |                        | <b>Multiconsult</b>                 |  |
| CPTU id.:                                   | 7                      | Sonde:                              | 4446                   |                                     |  |
| <b>MULTICONSULT AS</b>                      | Dato:<br>03.07.2014    | Tegnet:<br>ARV                      | Kontrollert:<br>ROS    | Godkjent:<br>OAA                    |  |
|   | Oppdrag nr.:<br>416260 | Tegning nr.:<br>40.10               | Versjon:<br>28.11.2013 | Revisjon:<br>1                      |  |



Densitet  $\rho$  (g/cm<sup>3</sup>): **1,98**  
 Vanninnhold  $w$  (%): **30,94**

Effektivt overlagingstrykk,  $\sigma_{vo}'$  (kPa): **79,38**

**Overhalla Kommune**  
**Svalia boligfelt**

Tegningens filnavn:  
 416260-RIG-TEG-075-h7-d6,25.xlsx

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Plott A:  $\sigma_{av}' - \epsilon_a$ ,  $M$  og  $c_v$ .

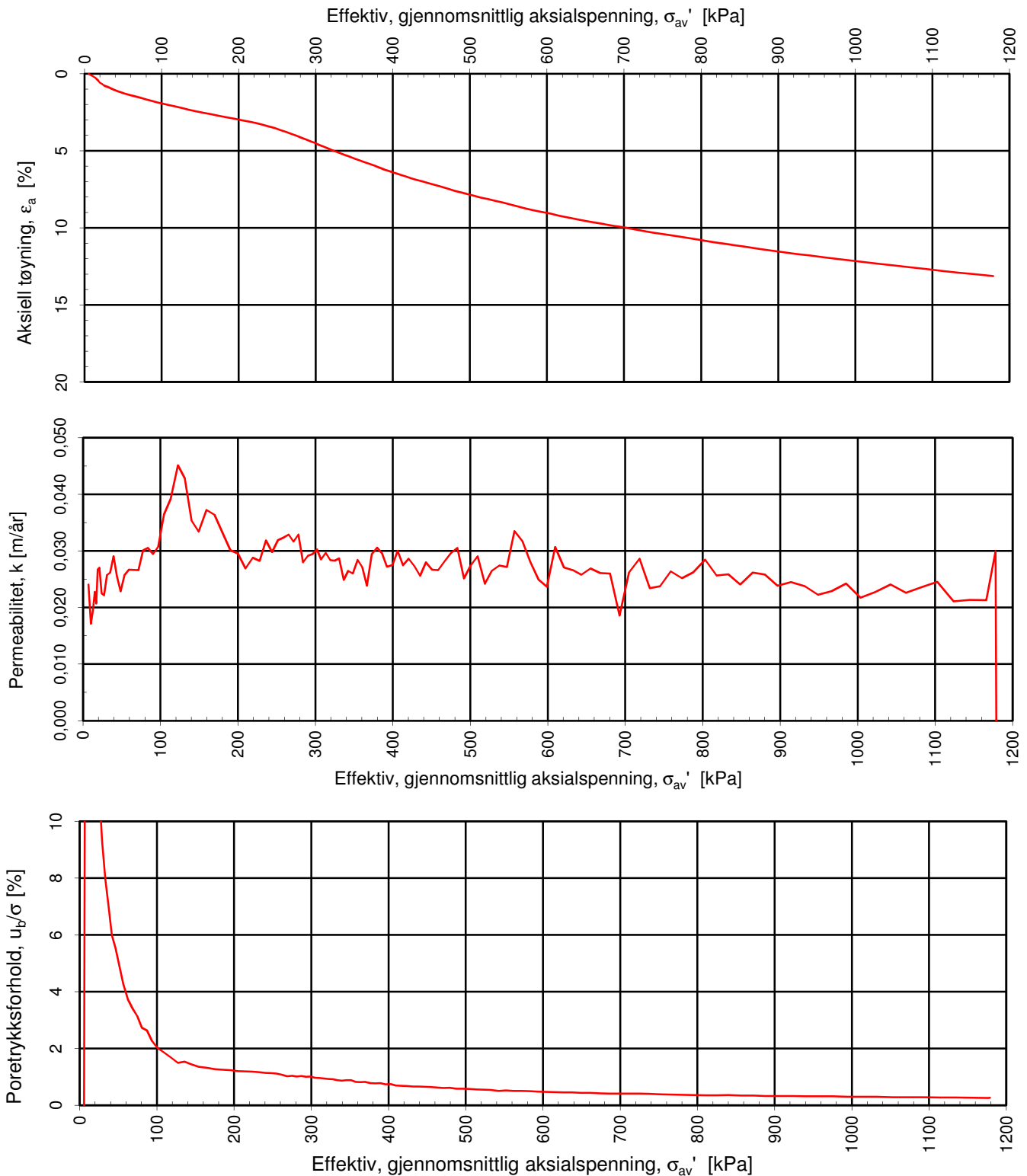
**Multiconsult**  
 Sluppenvegen 23,  
 7486 TRONDHEIM  
 Tlf.: 73 10 62 00

|                            |                               |                     |
|----------------------------|-------------------------------|---------------------|
| Forsøksdato:<br>28.01.2014 | Dybde, $z$ (m):<br>6,25       | Borpunkt nr.:<br>7  |
| Forsøknr.:<br>1            | Tegnet av:<br>kjt             | Kontrollert:<br>ARV |
| Oppdrag nr.:<br>416260     | Tegning nr.:<br>RIG-TEG-075.1 | Prosedyre:<br>CRS   |

**Multi  
consult**

Godkjent:  
OAA

Programrevisjon:  
07.01.2014



Densitet  $\rho$  (g/cm<sup>3</sup>):

1,98

Vanninnhold  $w$  (%):

30,94

Effektivt overlagingstrykk,  $\sigma_{vo}'$  (kPa):

79,38

## Overhalla Kommune

### Svalia boligfelt

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Plott B:  $\sigma_{av}' - \epsilon_a$ ,  $k$  og  $u_b/\sigma$ .

Tegningens filnavn:

416260-RIG-TEG-075-h7-d6,25.xlsx

**Multiconsult**

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

Forsøksdato:

28.01.2014

Dybde,  $z$  (m):

6,25

Borpunkt nr.:

7

Forsøknr.:

1

Tegnet av:

kjt

Kontrollert:

ARV

Oppdrag nr.:

416260

Tegning nr.:

RIG-TEG-075.2

Prosedyre:

CRS

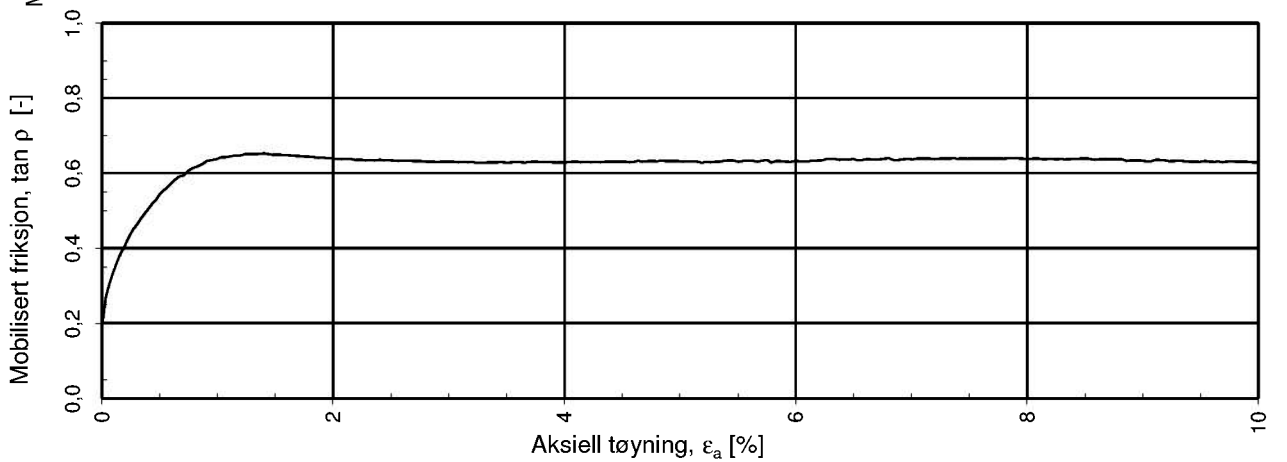
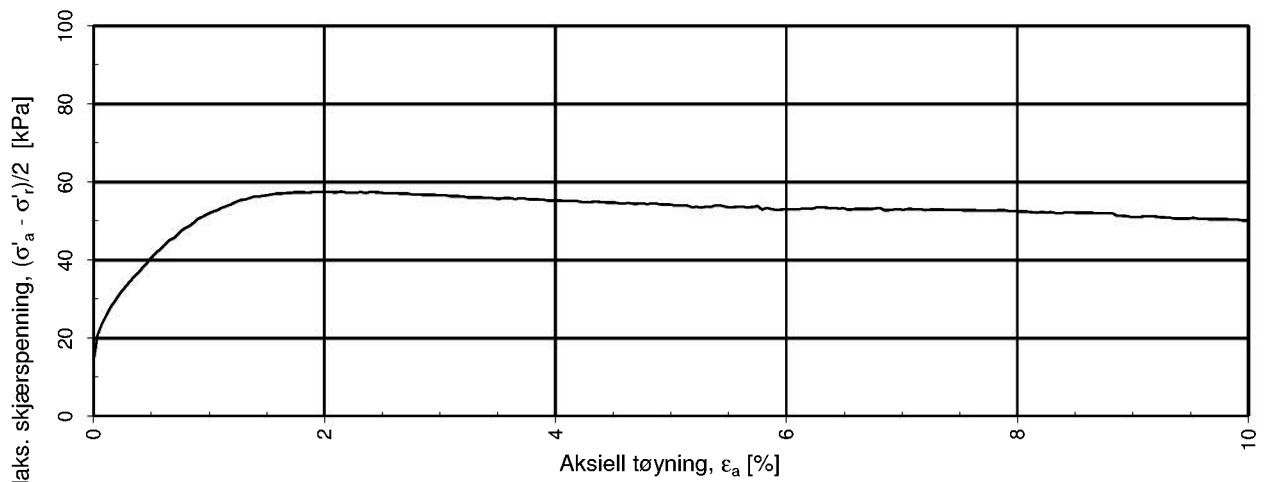
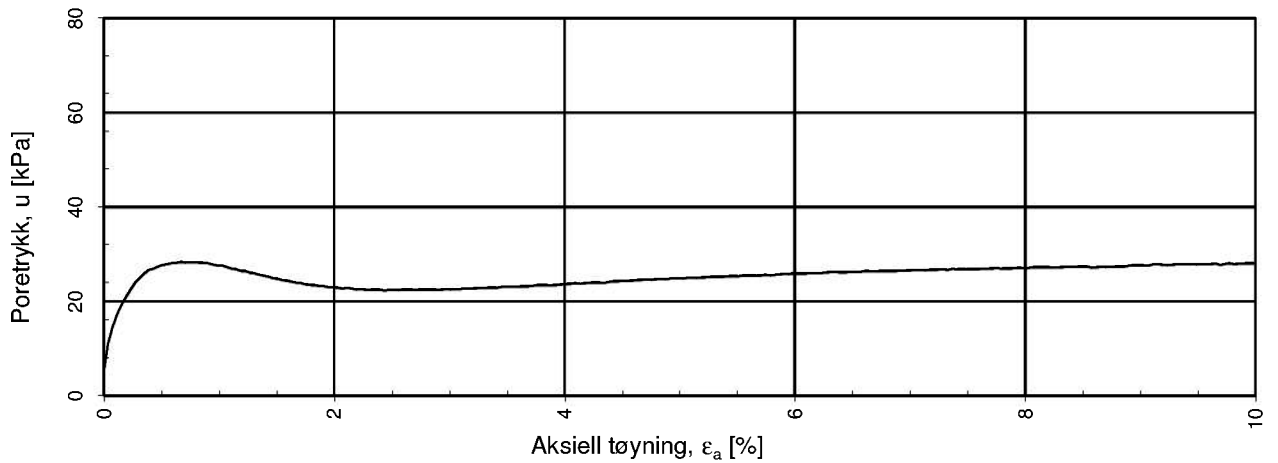
Godkjent:

OAA

Programrevisjon:

07.01.2014

**Multi  
consult**



$a = 10 \text{ kPa}$  benyttet for tolkning av  $\tan \rho$

## Overhalla Kommune

### Svalia boligfelt

Treaksialforsøk. Poretrykks- og mobiliseringsforløp.

Tegningens filnavn:

416260-RIG-TEG-090-h7-d6,15.xlsx

**Multi**  
consult

**Multi**  
consult

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

Forsøksdato:  
28.01.2014

Dybde,  $z$  (m):  
6,15

Borpunkt nr.:  
7

Forsøk nr.:  
1

Tegnet:  
kjt

Kontrollert:  
ARV

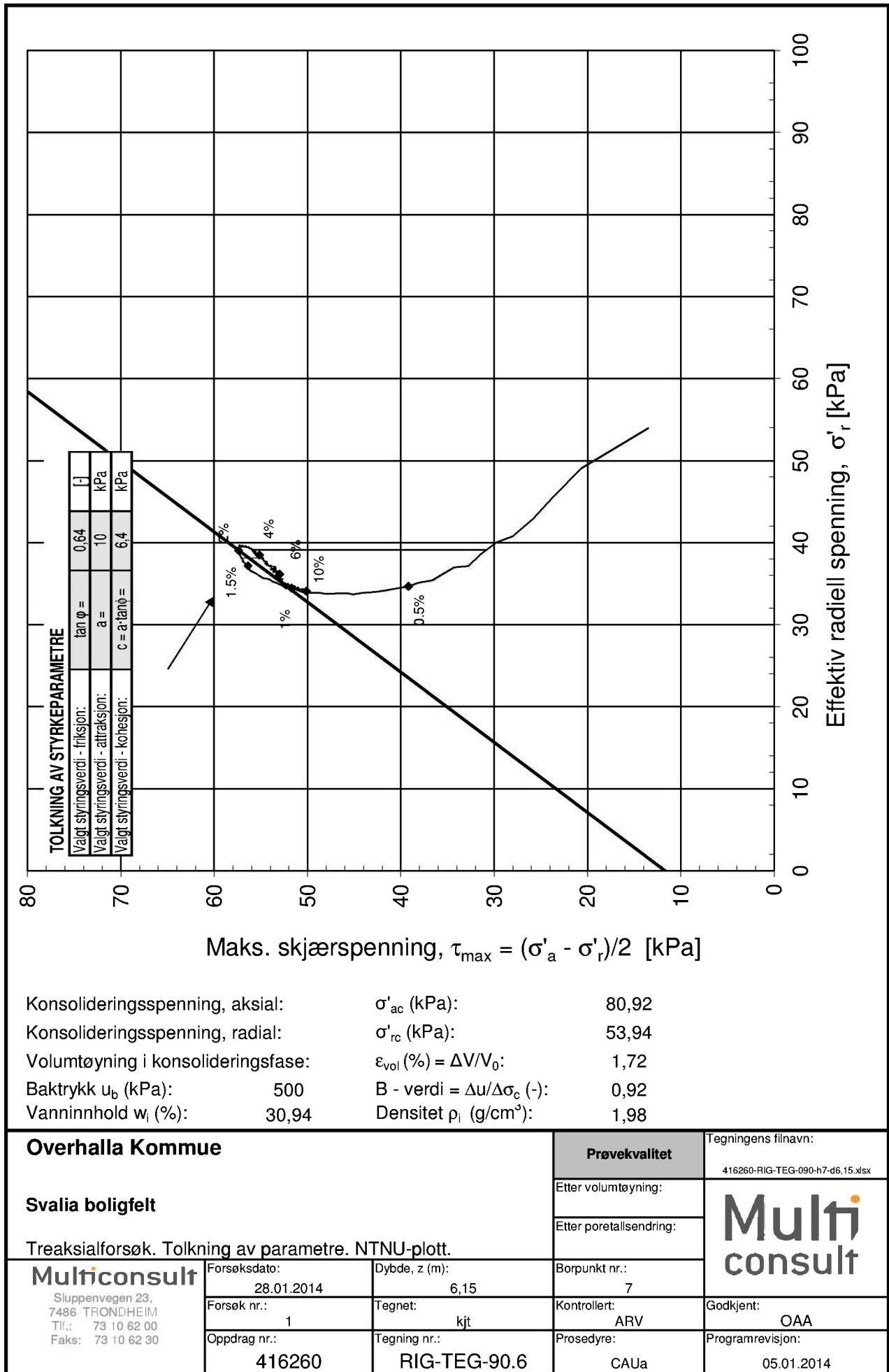
Godkjent:  
OAA

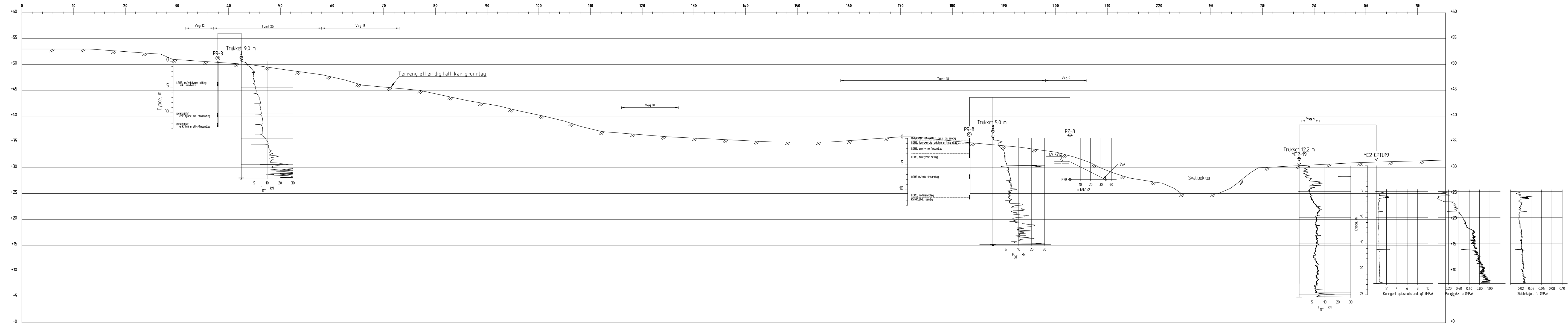
Oppdrag nr.:  
416260

Tegning nr.:  
RIG-TEG-90.4

Prosedyre:  
CAUa

Programrevisjon:  
05.01.2014

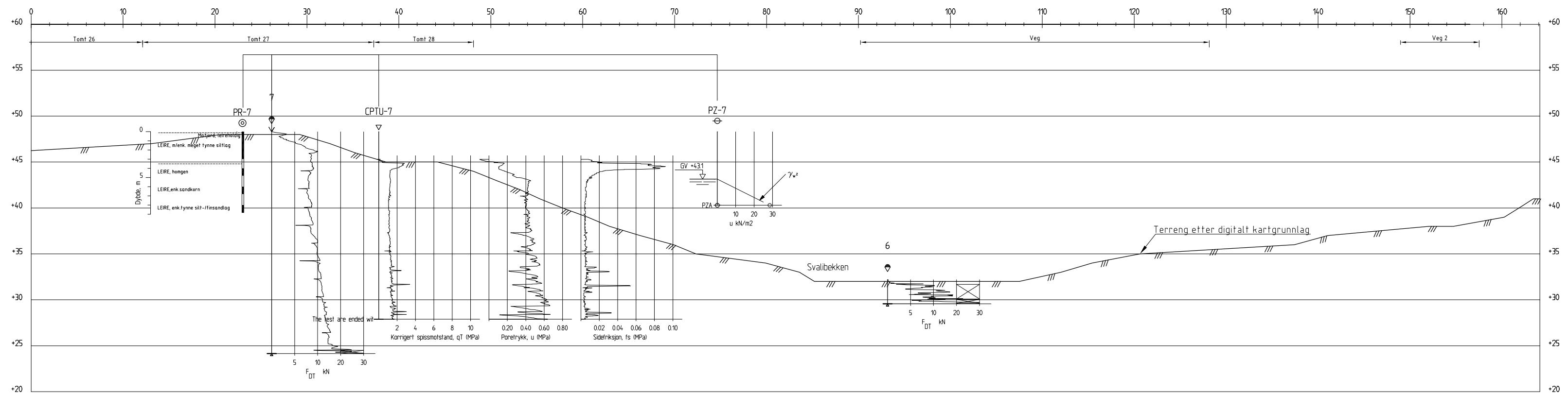




Profil A-A

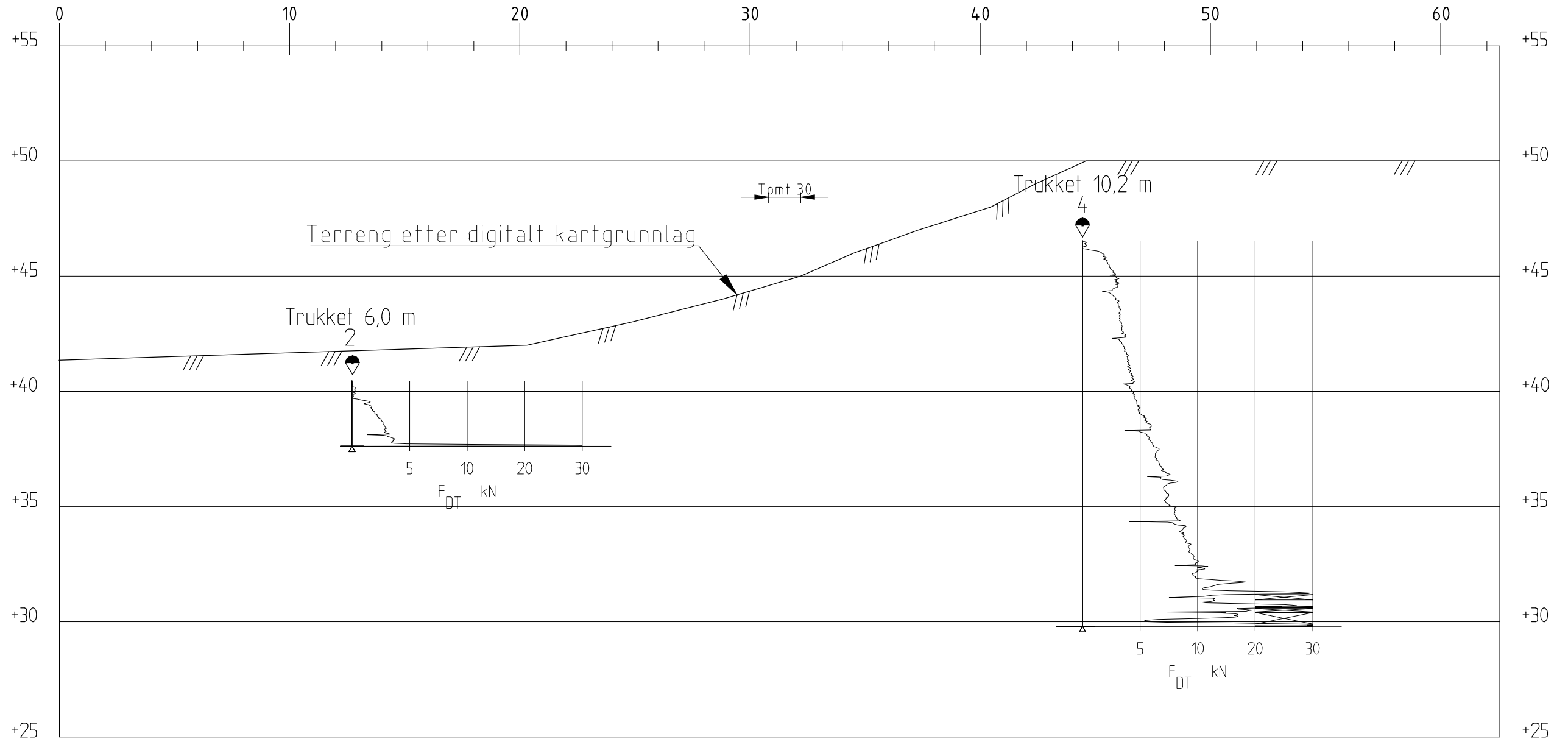
| 01                  | Justert prøver og borpunkt med feil høyde. (Borpunkt 3 og 8) MC2-C7 er byttet ut med MC2-19 | 07.05.2014  | JKM               | ARV         | OAA      |
|---------------------|---|-------------|-------------------|-------------|----------|
| Rev.                | Beskrivelse   | Dato        | Tegn.             | Kontr.      | Godkj.   |
| Overhalla kommune   |   |             | Fag               | Kontr.      | Format   |
| Svalia boligfelt    |   |             | Geoteknikk        | ARV         | A3L      |
|                     |   |             | Dato              | 18.02.2014  |          |
| Profil A-A          |   |             | Format/Målestokk: | 1:400       |          |
| Multiconsult        |   | Status      | Konstr./Tegnet    | Kontrollert | Godkjent |
| www.multiconsult.no |   | Oppdragsnr. | TKT               | ARV         | OAA      |
|                     |   | 416260      | Tegningsnr.       |             | Rev.     |
|                     |   |             | RIG-TEG-100       |             | 01       |



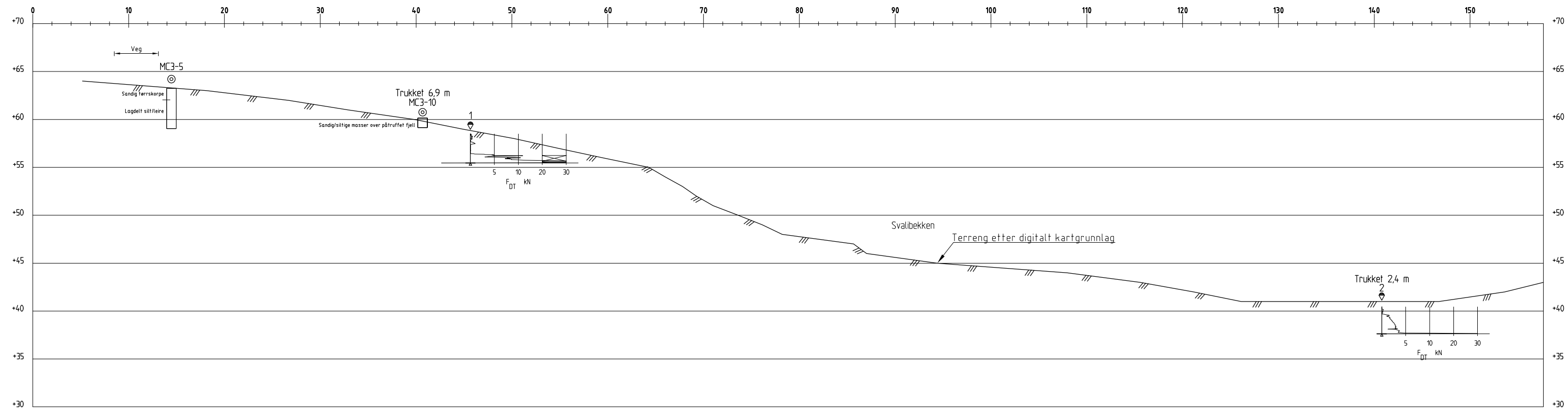


| 01                  | Justert prøve og borpunkt med feil høyde. ( Borpunkt 7) Profil F-F er flyttet. | 07.05.2014  | JKM            | ARV         | OAA               |            |
|---------------------|--|-------------|----------------|-------------|-------------------|------------|
| Rev.                | Beskrivelse  | Dato        | Tegn.          | Kontr.      | Godkj.            |            |
| Overhalla kommune   |  |             |                |             | Fag               | Format     |
| Svalia boligfelt    |  |             |                |             | Geoteknikk        | A3L        |
| Profil B-B          |  |             |                |             | Dato              | 18.02.2014 |
|                     |  |             |                |             | Format/Målestokk: | 1:400      |
| Multiconsult        |  | Status      | Konstr./Tegnet | Kontrollert | Godkjent          |            |
| www.multiconsult.no |  | Oppdragsnr. | TKT            | ARV         | OAA               |            |
| 416260              |  | Tegningsnr. | RIG-TEG-101    |             | Rev.              |            |
|                     |  |             |                | 01          |                   |            |

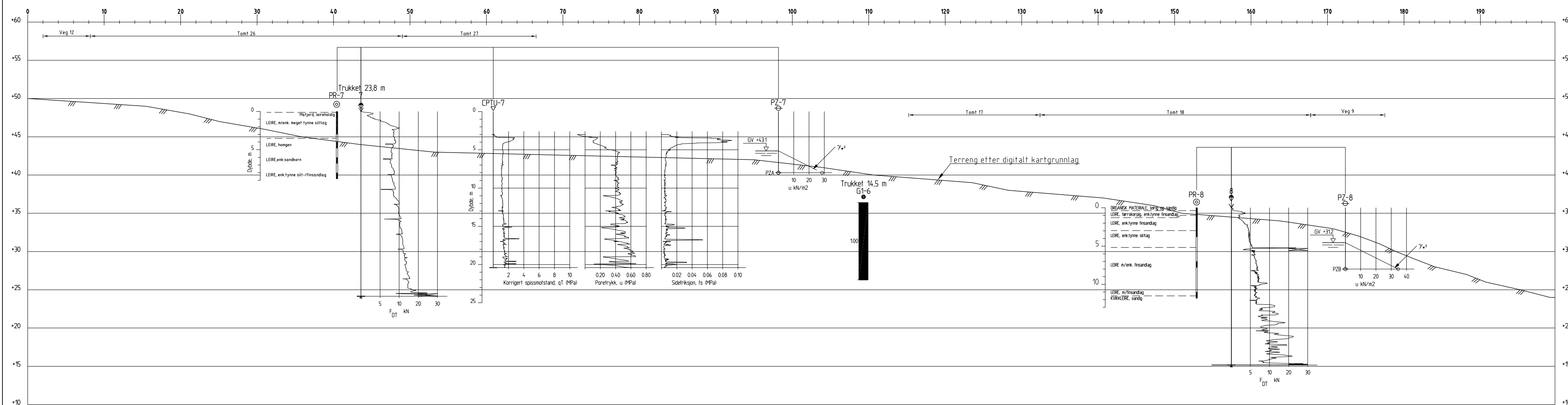
Z:\04\16\4\16260\4\16260-03 ARBEIDSSOMRÅDE\4\16260-01 RIG\4\16260-04 TEGNINGER\4\16260-RIG-RAP-001\DWG\4\16260-RIG-TEG-102\_Profil C-C.dwg, - Layout: (A3), - Plottet av: fkt, - Dato: 2014.05.15 kl 15:19



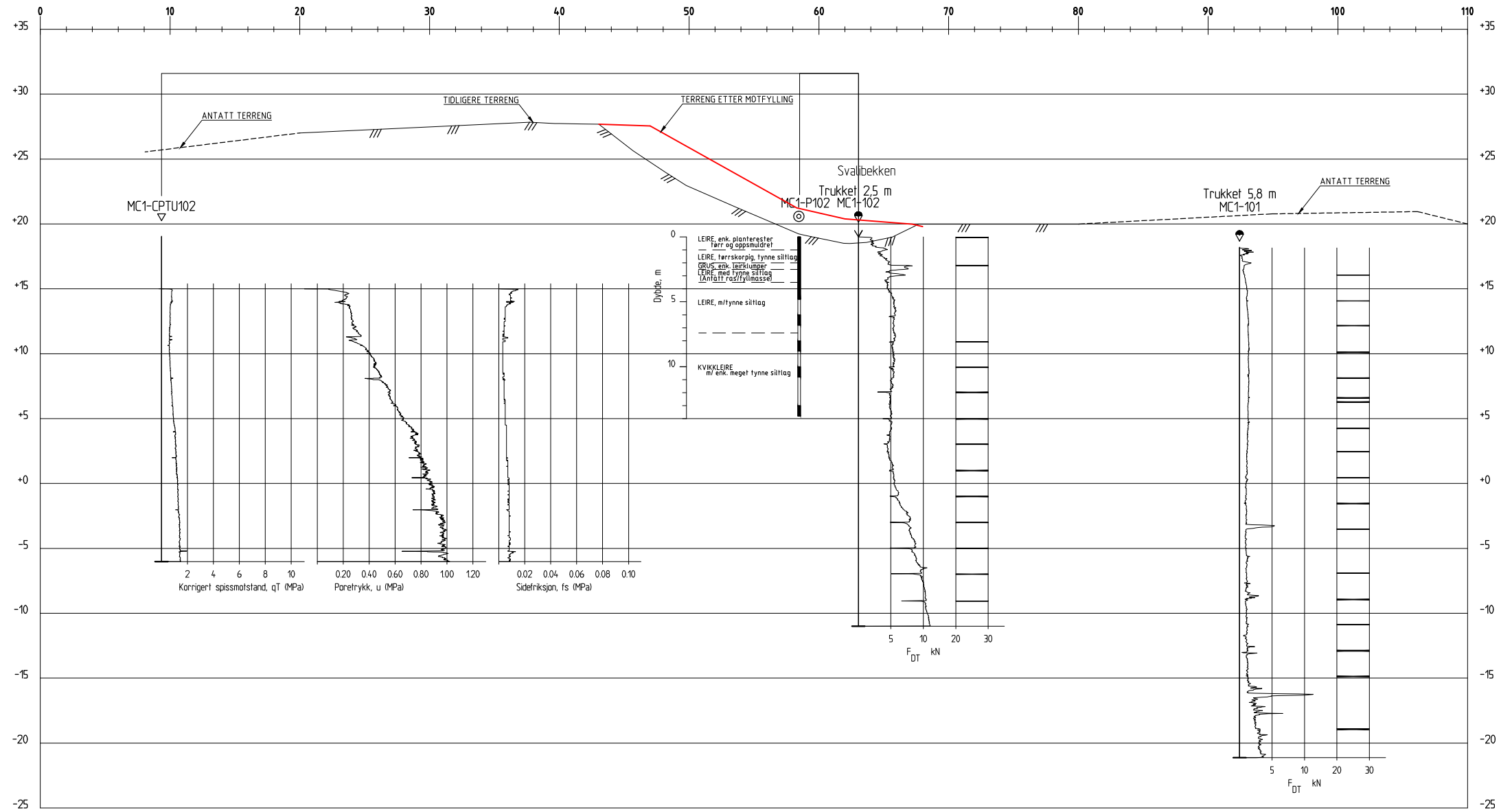
|                     |  |            |                   |             |          |
|---------------------|--|------------|-------------------|-------------|----------|
| 01                  | Justert borpunkt med feil høyde. (Borpunkt 2 og 4) | 07.05.2014 | JKM               | ARV         | OAA      |
| Rev.                | Beskrivelse  | Dato       | Tegn.             | Kontr.      | Godkj.   |
| Overhalla kommune   |  |            | Fag               | Format      |          |
| Svalia boligfelt    |  |            | Geoteknikk        | A3          |          |
| Profil C-C          |  |            | Dato              | 18.02.2014  |          |
|                     |  |            | Format/Målestokk: | 1:200       |          |
| <b>Multiconsult</b> |  | Status     | Konstr./Tegnet    | Kontrollert | Godkjent |
| www.multiconsult.no |  | TKT        | ARV               | OAA         |          |
| Oppdragsnr.         | Tegningsnr.  | Rev.       |                   |             |          |
| 416260              | RIG-TEG-102  | 01         |                   |             |          |

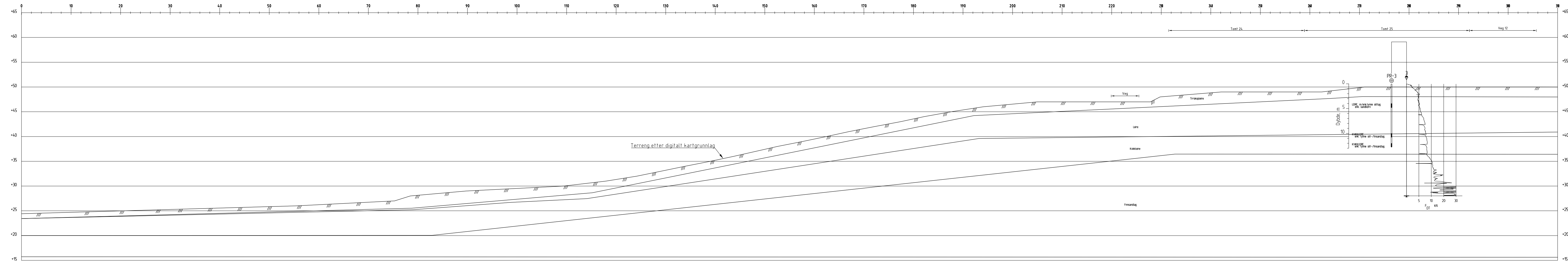


| 01                  | Justert borpunkt med feil høyde. (Borpunkt 1 og 2) | 07.05.2014  | JKM                        | ARV         | OAA      |
|---------------------|--|-------------|----------------------------|-------------|----------|
| Rev.                | Beskrivelse  | Dato        | Tegn.                      | Kontr.      | Godkj.   |
| Overhalla Kommune   |  |             | Fag                        | Format      |          |
| Svalia boligfelt    |  |             | Geoteknikk                 | A3L         |          |
| Profil D-D          |  |             | Dato                       | 18.02.2014  |          |
|                     |  |             | Format/Målestokk:<br>1:400 |             |          |
| Multiconsult        |  | Status      | Konstr./Tegnet             | Kontrollert | Godkjent |
| www.multiconsult.no |  | Oppdragsnr. | TKT                        | ARV         | OAA      |
|                     |  | 416260      | RIG-TEG-103                |             | Rev.     |
|                     |  |             |                            |             | 01       |



| 01   | Justert prøver og borpunkt med feil høyde. (Borpunkt 7, G1-6 og 8) | 07.05.2014            | JKM                        | ARV                | OAA             |
|--|--|-----------------------|----------------------------|--------------------|-----------------|
| Rev.                                       | Beskrivelse  | Dato                  | Tegn.                      | Kontr.             | Godkj.          |
|  | Overhalla kommune  |                       | Fag                        | Format             |                 |
|  | Svalia boligfelt   |                       | Geoteknikk                 | A3L                |                 |
|  | Profil E-E   |                       | Dato                       | 18.02.2014         |                 |
|  |  |                       | Format/Målestokk:          | 1:400              |                 |
| <b>Multiconsult</b><br>www.multiconsult.no |  | Status                | Konstr./Tegnet<br>TKT      | Kontrollert<br>ARV | Godkjent<br>OAA |
|  |  | Oppdragsnr.<br>416260 | Tegningsnr.<br>RIG-TEG-104 | Rev.<br>01         |                 |





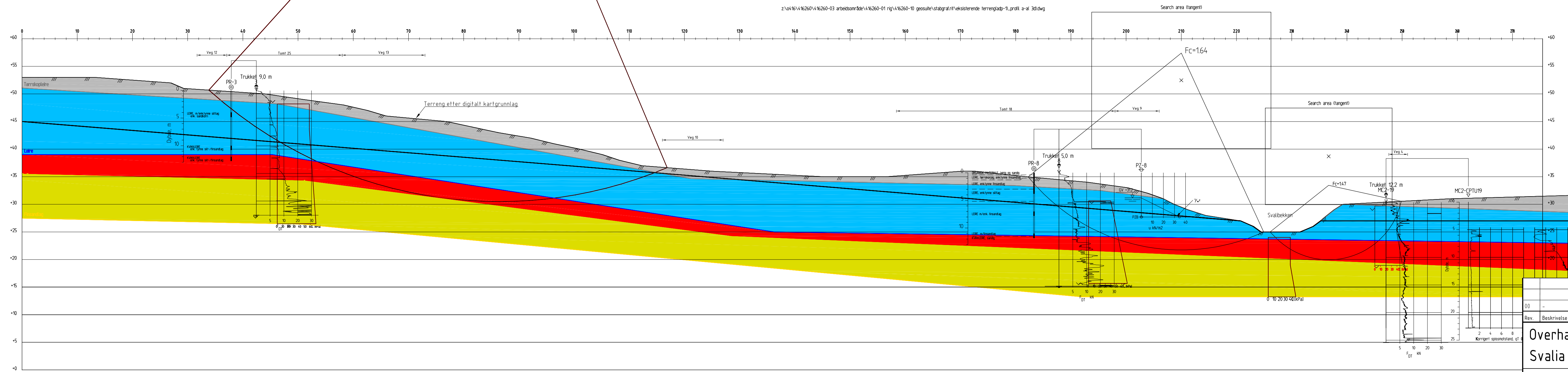
Profil G-G

|                     |             |             |                   |             |          |
|---------------------|-------------|-------------|-------------------|-------------|----------|
| Rev.                | Beskrivelse | Dato        | Tegn.             | Kontr.      | Godkj.   |
| -                   | -           | -           | -                 | -           | -        |
| Overhalla kommune   |             |             | Fag               | Kontr.      | Format   |
| Svalia boligfelt    |             |             | Geoteknikk        | ARV         | A3L      |
| Profil G-G          |             |             | Dato              | 12.02.2015  |          |
|                     |             |             | Format/Målestokk: | 1:400       |          |
| Multiconsult        |             | Status      | Konstr./Tegnet    | Kontrollert | Godkjent |
| www.multiconsult.no |             | Oppdragsnr. | JKM               | ARV         | OAA      |
|                     |             | 416260      | RIG-TEG-106       |             | 00       |

Fc=168

| Material      | Un.Weigh | Sub.Weigh | Fi   | C   | C      | Aa   | Ad   | Ap   |
|---------------|----------|-----------|------|-----|--------|------|------|------|
| Tørnskogleire | 19.00    | 9.00      | 310  | 6.0 |        |      |      |      |
| Leire         | 20.00    | 10.00     |      |     | C-prof | 1.00 | 0.70 | 0.40 |
| Kvikkleire    | 20.00    | 10.00     |      |     | C-prof | 0.85 | 0.60 | 0.30 |
| Finsandlag    | 18.00    | 8.00      | 33.0 | 3.2 |        |      |      |      |

Fc=168  
 Røtting  
 Result file : z:\04\6\4\6260\4\6260-03 arbeidsområde\4\6260-01 rig\4\6260-10 geosulle\stabgrat\ri\eksisterende terreng\adp-01.profil a-a\ 3d.R2  
 Fc=164  
 Røtting  
 Result file : z:\04\6\4\6260\4\6260-03 arbeidsområde\4\6260-01 rig\4\6260-10 geosulle\stabgrat\ri\eksisterende terreng\adp-01.profil a-a\ 3d.R1  
 Fc=147  
 Røtting  
 Result file : z:\04\6\4\6260\4\6260-03 arbeidsområde\4\6260-01 rig\4\6260-10 geosulle\stabgrat\ri\eksisterende terreng\adp-01.profil a-a\ 3d.R5  
 z:\04\6\4\6260\4\6260-03 arbeidsområde\4\6260-01 rig\4\6260-10 geosulle\stabgrat\ri\eksisterende terreng\adp-01.profil a-a\ 3d.dwg

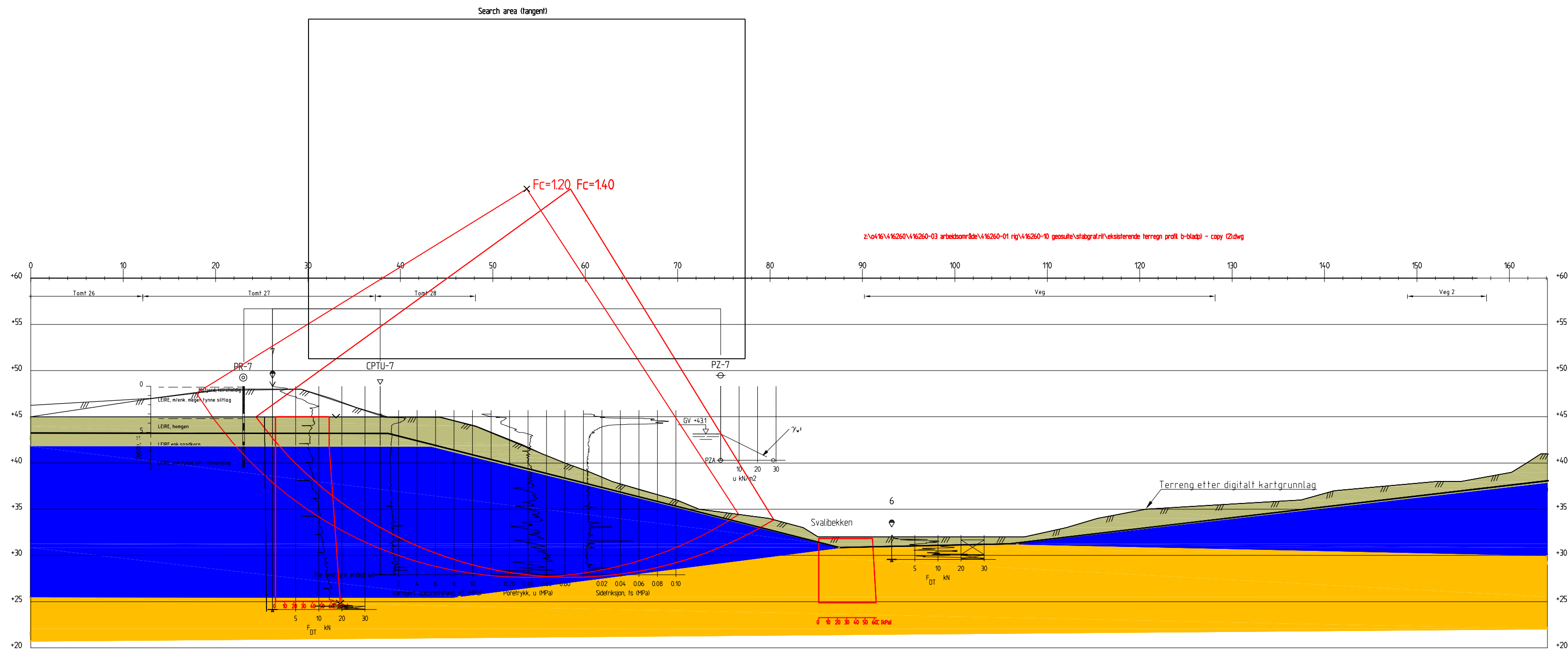


Profil A-A

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

|                   |  |  |  |                  |            |
|-------------------|--|--|--|------------------|------------|
| Overhalla kommune |  |  |  | Fag              | Format     |
| Svalia boligfelt  |  |  |  | Geoteknikk       | A3L        |
|                   |  |  |  | Dato             | 15.05.2014 |
| Profil A-A        |  |  |  | Format/Målestokk | 1:400      |
| ADP-analyse       |  |  |  | Godkjent         | OAA        |

|                                     |                         |                |             |          |
|-------------------------------------|-------------------------|----------------|-------------|----------|
| Multiconsult<br>www.multiconsult.no | Status                  | Konstr./Tegnet | Kontrollert | Godkjent |
|                                     | Oppdragsnr. 416260      | TKT            | ARV         | OAA      |
|                                     | Tegningsnr. RIG-TEG-300 |                |             | Rev. 00  |



| Material       | Un.Weigth | Sub.Weigth | Fi   | C'  | C      | Aa   | Ad   | Ap   |
|----------------|-----------|------------|------|-----|--------|------|------|------|
| Tørnskorpeleir | 20.00     | 10.00      | 31.0 | 3.0 |        |      |      |      |
| Leire          | 20.00     | 10.00      |      |     | C-prof | 1.00 | 0.70 | 0.40 |
| Morene         | 18.00     | 8.00       | 32.0 | 4.0 |        |      |      |      |

|                     |  |             |                   |             |          |
|---------------------|--|-------------|-------------------|-------------|----------|
| 01                  | Revidert beregning med innlagt styrkeprofil ved skråningsfot | 12.02.2015  | ARV               | OAA         | OAA      |
| Rev.                | Beskrivelse  | Dato        | Tegn.             | Kontr.      | Godkj.   |
| Overhalla kommune   |  |             | Fag               | Format      |          |
| Svalia boligfelt    |  |             | Geoteknikk        | A3L         |          |
|                     |  |             | Dato              | 15.05.2014  |          |
| Profil B-B          |  |             | Format/Målestokk: |             |          |
| ADP-analyse         |  |             | 1:400             |             |          |
| Multiconsult        |  | Status      | Konstr./Tegnet    | Kontrollert | Godkjent |
| www.multiconsult.no |  | Oppdragsnr. | TKT               | ARV         | OAA      |
|                     |  | 416260      | Tegningsnr.       | RIG-TEG-301 | Rev.     |
|                     |  |             |                   |             | 01       |



Fc=2.74

| Material      | Un.Weigth | Sub.Weigth | Fi  | C'  | C      | Aa   | Ad   | Ap   |
|---------------|-----------|------------|-----|-----|--------|------|------|------|
| Tørnskogleire | 19.00     | 9.00       | 310 | 6.0 |        |      |      |      |
| Leire         | 20.00     | 10.00      |     |     | C-prof | 1.00 | 0.70 | 0.40 |
| Kvikkleire    | 20.00     | 10.00      |     |     | C-prof | 0.85 | 0.60 | 0.30 |

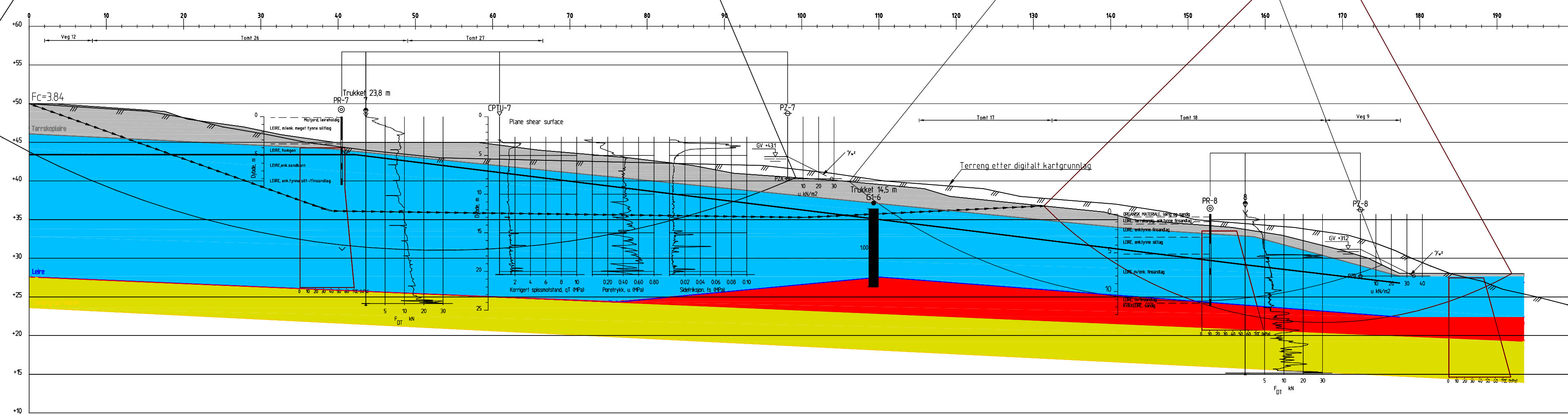
Fc=2.74  
 Rf tangent  
 Result file : z:\04\6\4\6260\4\6260-03 arbeidsområde\4\6260-01 rig\4\6260-10 geosuite\stabgraf\ri\veksisterende terrengradp-10.profil e-e - copyR1

Fc=2.61  
 Radius  
 Result file : z:\04\6\4\6260\4\6260-03 arbeidsområde\4\6260-01 rig\4\6260-10 geosuite\stabgraf\ri\veksisterende terrengradp-10.profil e-eR2  
 Fc=2.27  
 Radius  
 Result file : z:\04\6\4\6260\4\6260-03 arbeidsområde\4\6260-01 rig\4\6260-10 geosuite\stabgraf\ri\veksisterende terrengradp-10.profil e-e - copyR3

Fc=3.84  
 Plane  
 Result file : z:\04\6\4\6260\4\6260-03 arbeidsområde\4\6260-01 rig\4\6260-10 geosuite\stabgraf\ri\veksisterende terrengradp-10.profil e-e - copyR4

Single Surface  
 Fc=2.61

Single Surface  
 Fc=2.27



Profil E-E

|      |                   |      |                   |        |        |
|------|-------------------|------|-------------------|--------|--------|
| 00   | -                 |      |                   |        |        |
| Rev. | Beskrivelse       | Dato | Tegn.             | Kontr. | Godkj. |
|      | Overhalla kommune |      | Fag               | Kontr. | Godkj. |
|      | Svalia boligfelt  |      | Geoteknikk        |        | Format |
|      |                   |      |                   |        | A3L    |
|      |                   |      | Dato              |        |        |
|      |                   |      | 04.03.2014        |        |        |
|      |                   |      | Format/Målestokk: |        |        |
|      |                   |      | 1:400             |        |        |

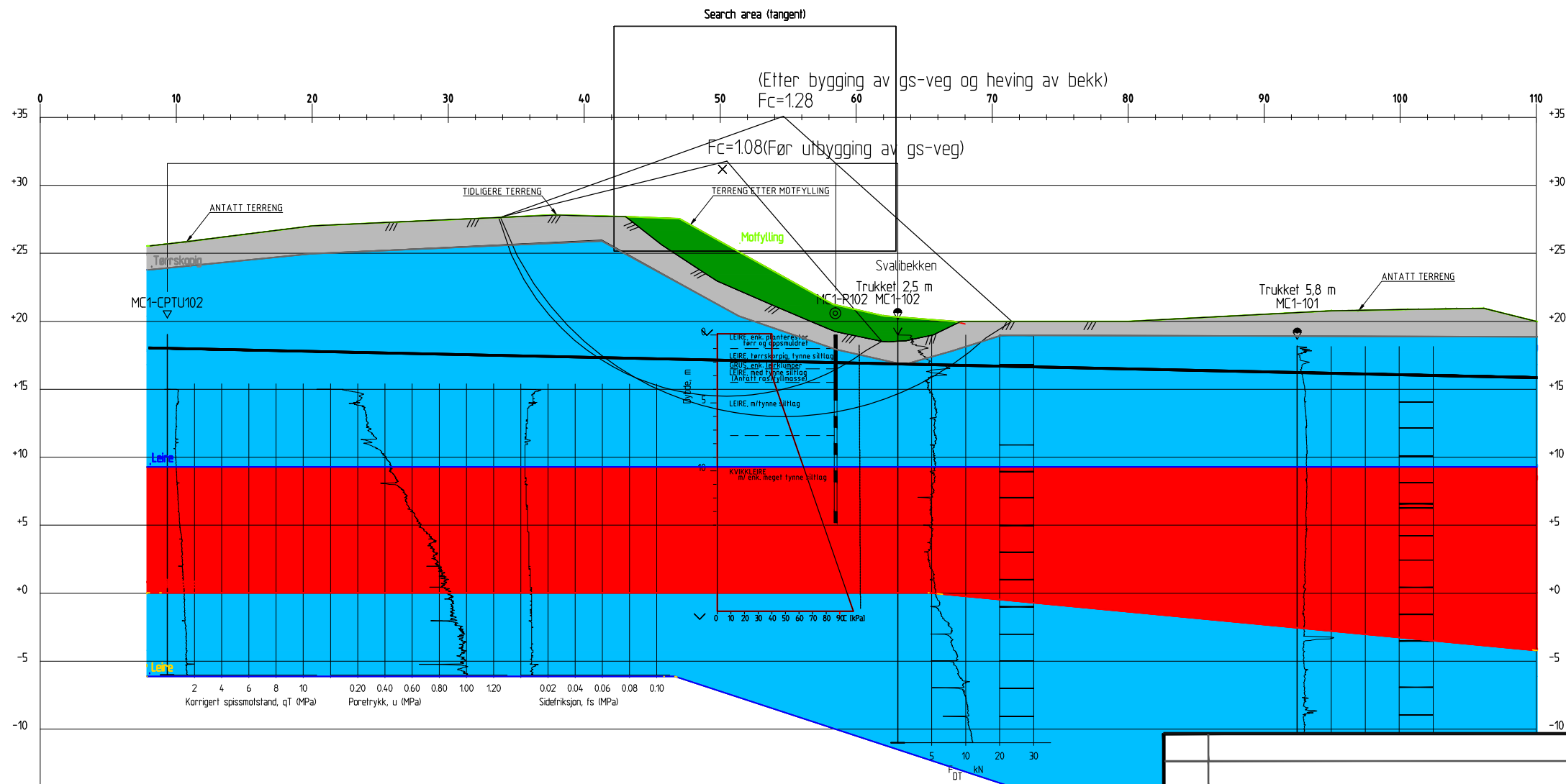
|                                     |                         |                |             |          |
|-------------------------------------|-------------------------|----------------|-------------|----------|
| Multiconsult<br>www.multiconsult.no | Status                  | Konstr./Tegnet | Kontrollert | Godkjent |
|                                     | Oppdragsnr. 416260      | TKT            | ARV         | OAA      |
|                                     | Tegningsnr. RIG-TEG-302 |                |             | Rev. 00  |

Z:\0416\416260\416260-03 ARBEIDSSOMRÅDE\416260-01 RIG-416260-04 TEGNINGER\416260-RIG-RAP-001\DWG\416260-RIG-TEG-303\_ADP ProfilF-F.dwg, - Layout: (A3); - Plottet av: tkt, Dato: 2014.05.20 kl 12:23

| Material    | Un.Weigth | Sub.Weigth | Fi   | C'  | C      | Aa   | Ad   | Ap   |
|-------------|-----------|------------|------|-----|--------|------|------|------|
| Motfylling  | 18.00     | 8.00       | 32.0 | 5.0 |        |      |      |      |
| Tørreskopig | 18.00     | 8.00       | 31.0 | 5.0 |        |      |      |      |
| Leire       | 19.00     | 9.00       |      |     | C-prof | 1.00 | 0.70 | 0.40 |
| Kvikkleire  | 20.00     | 10.00      |      |     | C-prof | 0.85 | 0.60 | 0.30 |
| Leire       | 19.00     | 9.00       |      |     | C-prof | 1.00 | 0.70 | 0.40 |

Fc=1.08  
 Rtangent(eksisterende)  
 Result file : Z:\0416\416260\416260-03 arbeidsområde\416260-01 rig\416260-10 geosuite\stabgraf.rtf\eksisterende+nymotfylling (adp)\_profil f-f.R1

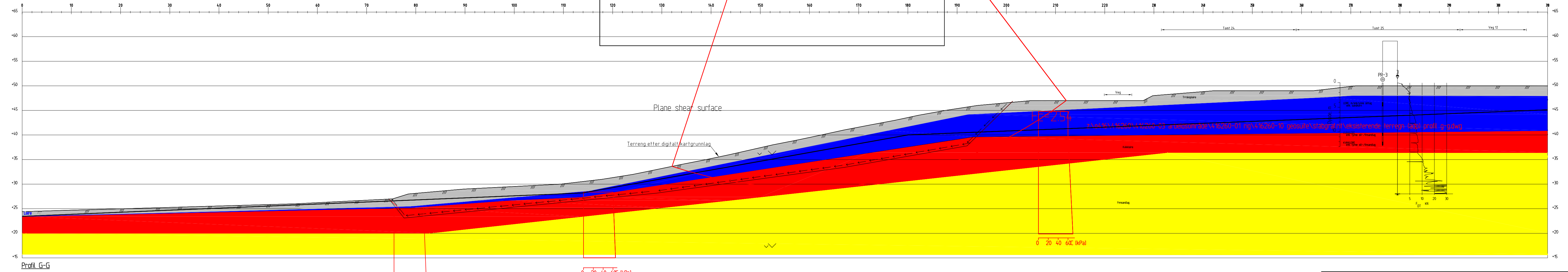
Fc=1.28  
 Rtangent med motfylling  
 Result file : Z:\0416\416260\416260-03 arbeidsområde\416260-01 rig\416260-10 geosuite\stabgraf.rtf\eksisterende+nymotfylling (adp)\_profil f-f.R2



|                     |                   |             |                   |             |          |
|---------------------|-------------------|-------------|-------------------|-------------|----------|
| 00                  | -                 |             |                   |             |          |
| Rev.                | Beskrivelse       | Dato        | Tegn.             | Kontr.      | Godkj.   |
|                     | Overhalla kommune |             | Fag               |             | Format   |
|                     | Svalia boligfelt  |             | Geoteknikk        |             | A3       |
|                     | Profil F-F        |             | Dato              |             |          |
|                     | ADP-analyse       |             | 15.05.2014        |             |          |
|                     |                   |             | Format/Målestokk: |             |          |
|                     |                   |             | 1:400             |             |          |
| Multiconsult        |                   | Status      | Konstr./Tegnet    | Kontrollert | Godkjent |
| www.multiconsult.no |                   | Oppdragsnr. | TKT               | ARV         | OAA      |
|                     |                   | 416260      | RIG-TEG-303       |             | 00       |

$$F_c = 1.62$$

| Material     | Un.Weigth | Sub.Weigth | Fi  | C   | C      | Aa   | Ad   | Ap   |
|--------------|-----------|------------|-----|-----|--------|------|------|------|
| Tørreskleire | 19.00     | 9.00       | 310 | 6.0 |        |      |      |      |
| Leire        | 20.00     | 10.00      |     |     | C-prof | 1.00 | 0.70 | 0.40 |
| Kvikkleire   | 20.00     | 10.00      |     |     | C-prof | 0.85 | 0.60 | 0.30 |
| Morene       | 18.00     | 8.00       | 330 | 3.2 |        |      |      |      |



Profil G-G

[Empty rectangular box for notes or comments]

| 00                  | -                 |                         |                |             |          |     |                   |       |  |
|---------------------|-------------------|-------------------------|----------------|-------------|----------|-----|-------------------|-------|--|
| Rev.                | Beskrivelse       | Dato                    | Tegn.          | Kontr.      | Godkj.   | Fag | Format            |       |  |
|                     | Overhalla kommune |                         | Geoteknikk     |             |          | A3L |                   |       |  |
|                     | Svalia boligfelt  | 12.02.2015              |                |             |          |     |                   |       |  |
|                     | Profil G-G        |                         |                |             |          |     |                   |       |  |
|                     | ADP-analyse       |                         |                |             |          |     | Format/Målestokk: | 1:400 |  |
| <b>Multiconsult</b> |                   | Status                  | Konstr./Tegnet | Kontrollert | Godkjent |     |                   |       |  |
| www.multiconsult.no |                   | Oppdragsnr. 416260      | ARV            | OAA         | OAA      |     |                   |       |  |
|                     |                   | Tegningsnr. RIG-TEG-304 |                |             | Rev. 00  |     |                   |       |  |

Fc = 301

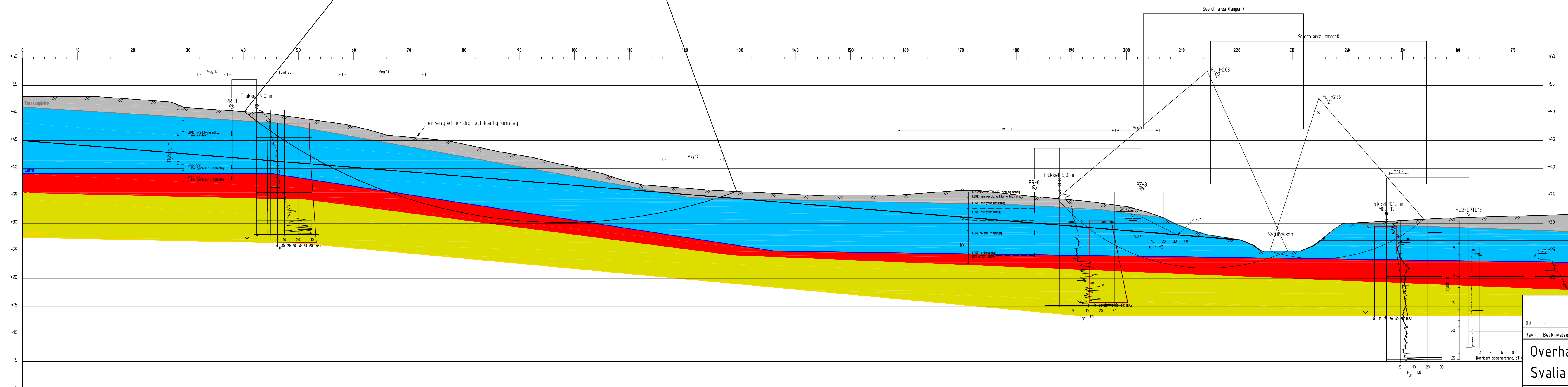
| Material     | UnWeight | SubWeight | Fi  | C   | C | Aa | Ad | Ap |
|--------------|----------|-----------|-----|-----|---|----|----|----|
| Tærskopleire | 19.00    | 9.00      | 310 | 6.0 |   |    |    |    |
| Leire        | 20.00    | 10.00     | 290 | 6.0 |   |    |    |    |
| Kvikkleire   | 20.00    | 10.00     | 290 | 6.0 |   |    |    |    |
| Finsandlag   | 18.00    | 8.00      | 330 | 3.2 |   |    |    |    |

Fc1=301  
Rtangen1  
Result file : Z:\04\16\4\16260\4\16260-01\arbedsområde\4\16260-01\rig\4\16260-10\geosuite\stabgraf\rit\eksisterende\terrenga-01\profil a-a--R1

Fc1=208  
Rtangen1  
Result file : Z:\04\16\4\16260\4\16260-03\ARBEIDSRÅDE\4\16260-01\rig\4\16260-10\GEOSUITE\STABGRAF\rit\EKSSISTERENDE\TERRENGA-01\PROFIL A-A--R2

Fc1=236  
Rtangen1  
Result file : Z:\04\16\4\16260\4\16260-03\ARBEIDSRÅDE\4\16260-01\rig\4\16260-10\GEOSUITE\STABGRAF\rit\EKSSISTERENDE\TERRENGA-01\PROFIL A-A--R3

Z:\04\16\4\16260\4\16260-03\arbedsområde\4\16260-01\rig\4\16260-10\geosuite\stabgraf\rit\eksisterende\terrenga-01\profil a-a--.dwg



Profil A-A

|                     |             |                         |                   |             |          |  |  |  |  |
|---------------------|-------------|-------------------------|-------------------|-------------|----------|--|--|--|--|
| 00                  | -           |                         |                   |             |          |  |  |  |  |
| Rev.                | Beskrivelse | Dato                    | Tegn.             | Kontr.      | Godkj.   |  |  |  |  |
|                     |             |                         | Fag               |             | Format   |  |  |  |  |
|                     |             |                         | Geoteknikk        |             | A3L      |  |  |  |  |
|                     |             |                         | Dato              |             |          |  |  |  |  |
|                     |             |                         | 04.03.2014        |             |          |  |  |  |  |
|                     |             |                         | Format/Målestokk: |             |          |  |  |  |  |
|                     |             |                         | 1:400             |             |          |  |  |  |  |
| Multiconsult        |             | Status                  | Konstr./Tegnet    | Kontrollert | Godkjent |  |  |  |  |
| www.multiconsult.no |             | Oppdragsnr. 416260      | TKT               | ARV         | OAA      |  |  |  |  |
|                     |             | Tegningsnr. RIG-TEG-310 |                   |             | Rev. 00  |  |  |  |  |

Overhalla kommune  
Svalia boligfelt

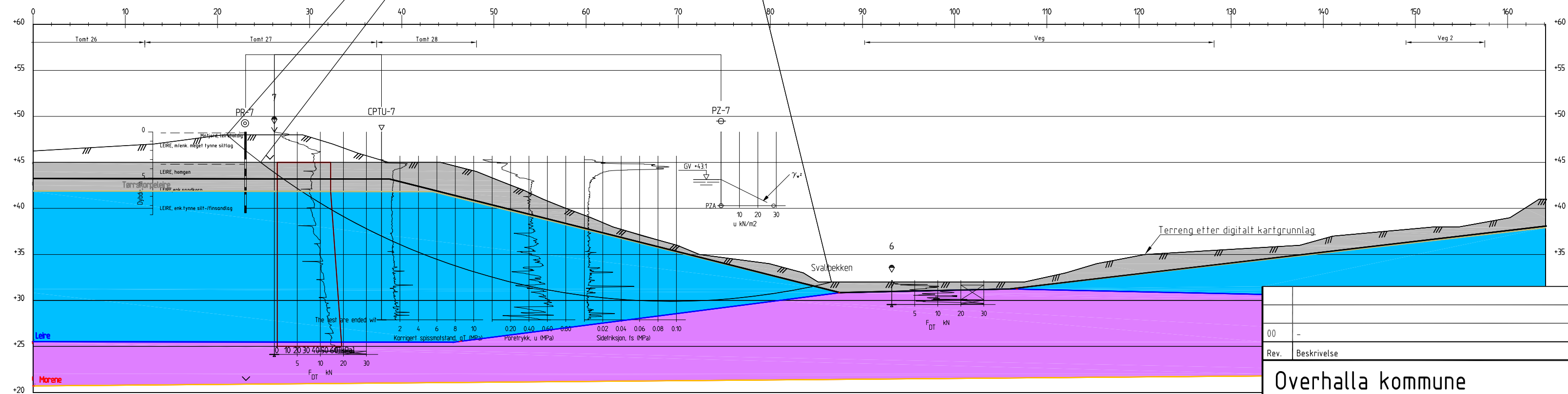
Profil A-A  
a-ø analyse

$F_c \varphi = 1.48$  (Eksisterende terreng)  
 $F_c \varphi = 1.59$  (Nedplannert terreng til kote 45)

| Material        | Un    | Wegh  | Sub  | Wegh | F <sub>i</sub> | C | C | A <sub>a</sub> | A <sub>d</sub> | A <sub>p</sub> |
|-----------------|-------|-------|------|------|----------------|---|---|----------------|----------------|----------------|
| Tannskorpeløire | 20.00 | 10.00 | 31.0 | 3.0  |                |   |   |                |                |                |
| Leire           | 20.00 | 10.00 | 28.0 | 3.0  |                |   |   |                |                |                |
| Morene          | 18.00 | 8.00  | 32.0 | 4.0  |                |   |   |                |                |                |

F<sub>ci</sub>=1.48  
 R<sub>fangen</sub>(Eksisterende)  
 Result file : Z:\0416\416260\416260-03 ARBEIDSMRÅDE\416260-01 RIG\416260-10 GEOSUITE\STABGRAF.RIT\EKSISTERENDE TERREGN PROFIL B-B(AØ).R2

F<sub>ci</sub>=1.59  
 R<sub>fangen</sub>(neplanering)  
 Result file : Z:\0416\416260\416260-03 ARBEIDSMRÅDE\416260-01 RIG\416260-10 GEOSUITE\STABGRAF.RIT\EKSISTERENDE TERREGN PROFIL B-B(AØ).R1

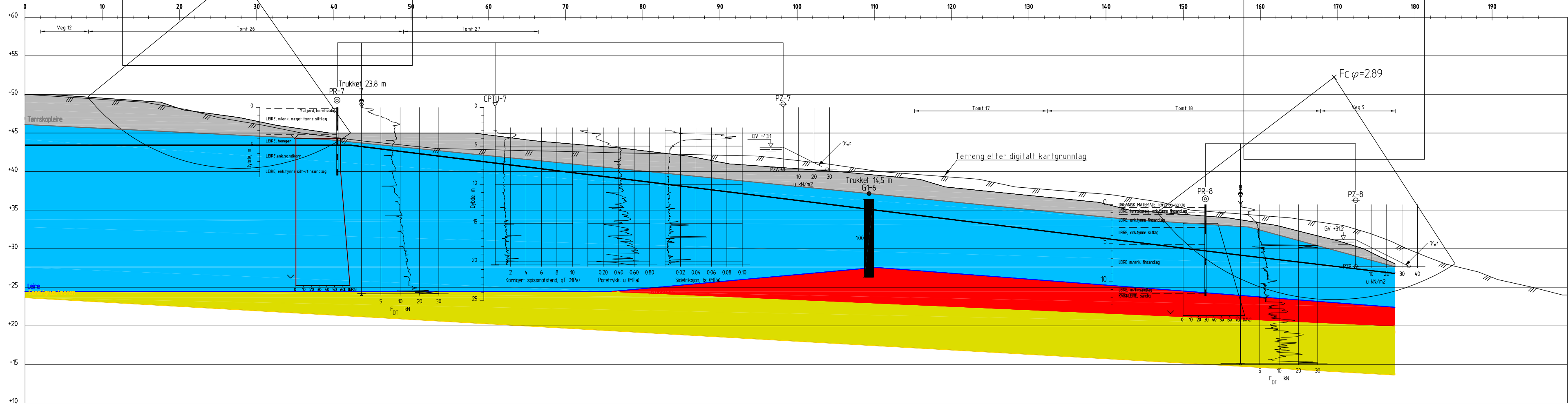


|  |                   |                   |                |             |          |
|--|-------------------|-------------------|----------------|-------------|----------|
| 00   | -                 |                   |                |             |          |
| Rev.                                       | Beskrivelse       | Dato              | Tegn.          | Kontr.      | Godkj.   |
|  | Overhalla kommune |                   | Fag            | Format      |          |
|  | Svalia boligfelt  |                   | Geoteknikk     | A3L         |          |
|  | Profil B-B        | Dato              | 15.05.2014     |             |          |
|  | a-ø analyse       | Format/Målestokk: | 1:400          |             |          |
| <b>Multiconsult</b><br>www.multiconsult.no |                   | Status            | Konstr./Tegnet | Kontrollert | Godkjent |
|  |                   | Oppdragsnr.       | TKT            | ARV         | OAA      |
|  |                   | 416260            | RIG-TEG-311    |             | 00       |

Search area (tangent)

| Material       | Un.Weight | Sub.Weight | Fi   | C'  | C | Aa | Ad | Ap |
|----------------|-----------|------------|------|-----|---|----|----|----|
| Tørskogleire   | 19.00     | 9.00       | 31.0 | 6.0 |   |    |    |    |
| Leire          | 20.00     | 10.00      | 29.0 | 6.0 |   |    |    |    |
| Kvikkleire     | 20.00     | 10.00      | 29.0 | 6.0 |   |    |    |    |
| Sand/grus/morf | 16.00     | 8.00       | 31.0 | 5.0 |   |    |    |    |

F<sub>ci</sub>=4.35  
 Rtangent  
 Result file : z:\0416\416260\416260-03 arbeidsråde\416260-01 rig\416260-10 geosuite\stabgraf.nit\eksisterende terrennga-øL.profil e-e -R1  
 F<sub>ci</sub>=2.89  
 Rtangent  
 Result file : z:\0416\416260\416260-03 arbeidsråde\416260-01 rig\416260-10 geosuite\stabgraf.nit\eksisterende terrengradp-1L.profil e-eR2



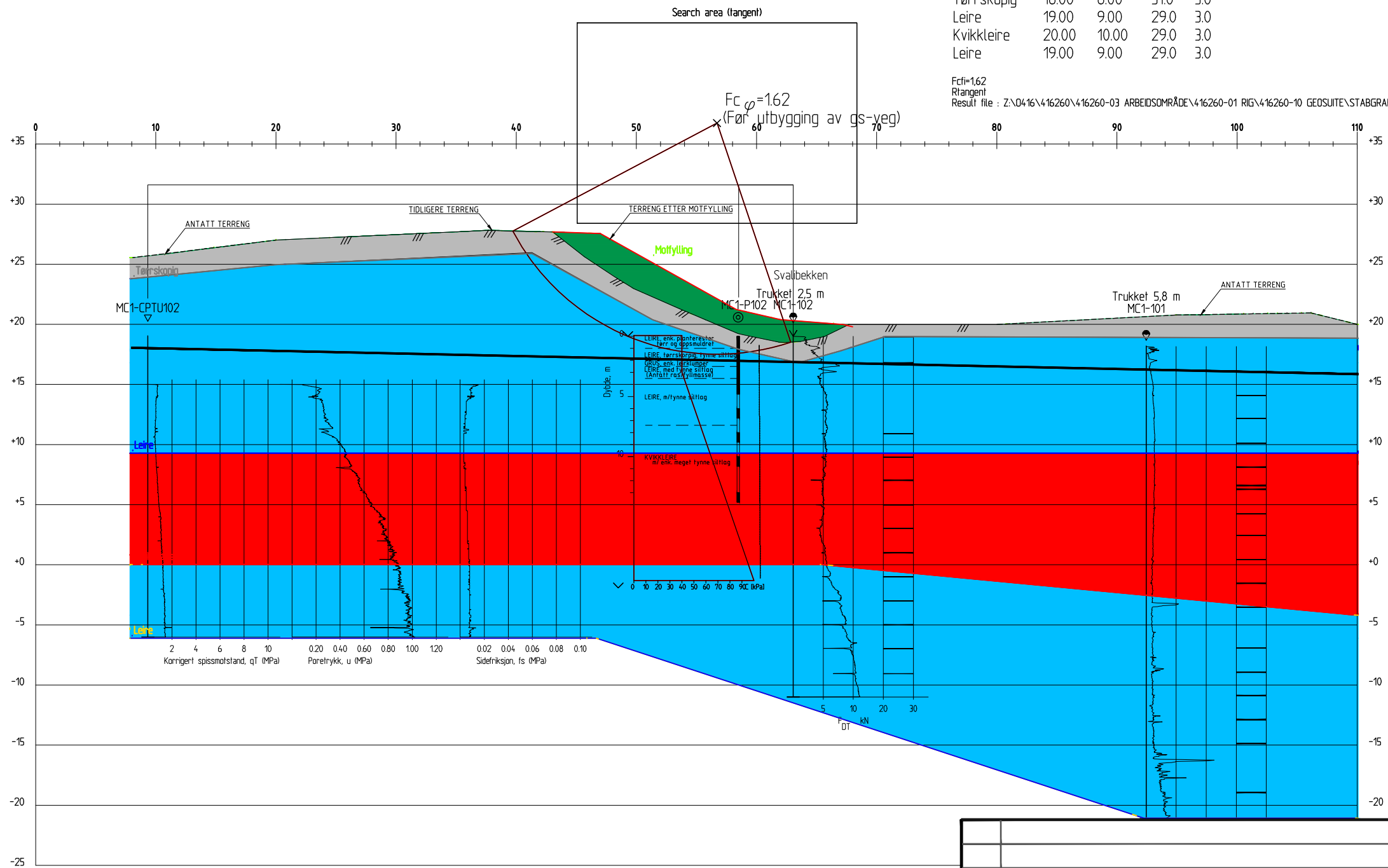
| 00   | -                                     |                            |                       |                    |                 |
|--|---------------------------------------|----------------------------|-----------------------|--------------------|-----------------|
| Rev.                                       | Beskrivelse                           | Dato                       | Tegn.                 | Kontr.             | Godkj.          |
|  | Overhalla kommune<br>Svalia boligfelt |                            | Fag<br>Geoteknikk     |                    | Format<br>A3L   |
|  | Profil E-E<br>a-ø analyse             |                            | Dato                  | 03.04.2014         |                 |
|  |                                       |                            | Format/Målestokk:     | 1:400              |                 |
| <b>Multiconsult</b><br>www.multiconsult.no |                                       | Status                     | Konstr./Tegnet<br>TKT | Kontrollert<br>ARV | Godkjent<br>OAA |
| Oppdragsnr.<br>416260                      |                                       | Tegningsnr.<br>RIG-TEG-312 |                       | Rev.<br>00         |                 |



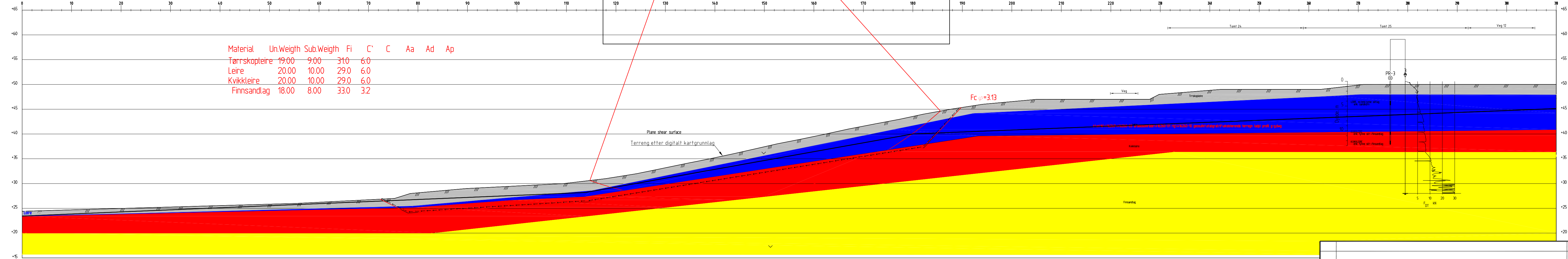
Z:\0416\416260\416260-03 ARBEIDSRÅDE\416260-01 RIG\416260-04 TEGNINGER\416260-RIG-TEG-313\_a-Ø Profil-F.dwg, - Layout: (A3), - Plottet av: tkt, Dato: 2014.05.20 kl.12:32

| Material     | Un.Weigth | Sub.Weigth | Fi   | C'  | C | Aa | Ad | Ap |
|--------------|-----------|------------|------|-----|---|----|----|----|
| Motfylling   | 18.00     | 8.00       | 32.0 | 5.0 |   |    |    |    |
| Tørreskoppig | 18.00     | 8.00       | 31.0 | 5.0 |   |    |    |    |
| Leire        | 19.00     | 9.00       | 29.0 | 3.0 |   |    |    |    |
| Kvikkleire   | 20.00     | 10.00      | 29.0 | 3.0 |   |    |    |    |
| Leire        | 19.00     | 9.00       | 29.0 | 3.0 |   |    |    |    |

Fc=1.62  
 Rtangent  
 Result file : Z:\0416\416260\416260-03 ARBEIDSRÅDE\416260-01 RIG\416260-10 GEOSUITE\STABGRAF.RIT\EKSISTERENDE+NYMOTFYLLING (A-Ø)\_PROFIL F-F.R1



|                     |                   |                   |                |             |          |
|---------------------|-------------------|-------------------|----------------|-------------|----------|
| 00                  | -                 |                   |                |             |          |
| Rev.                | Beskrivelse       | Dato              | Tegn.          | Kontr.      | Godkj.   |
|                     | Overhalla kommune |                   | Fag            |             | Format   |
|                     | Svalia boligfelt  |                   | Geoteknikk     |             | A3       |
|                     |                   | Dato              | 15.05.2014     |             |          |
|                     | Profil F-F        | Format/Målestokk: |                |             |          |
|                     | a-Ø analyse       | 1:400             |                |             |          |
| Multiconsult        |                   | Status            | Konstr./Tegnet | Kontrollert | Godkjent |
| www.multiconsult.no |                   | TKT               | ARV            | OAA         |          |
| Oppdragsnr.         | 416260            | Tegningsnr.       | RIG-TEG-313    |             | Rev.     |
|                     |                   |                   |                |             | 00       |



Profil G-G

|                     |                   |             |                |             |          |                   |            |  |  |
|---------------------|-------------------|-------------|----------------|-------------|----------|-------------------|------------|--|--|
| 00                  | -                 |             |                |             |          |                   |            |  |  |
| Rev.                | Beskrivelse       | Dato        | Tegn.          | Kontr.      | Godkj.   | Fag               | Format     |  |  |
|                     | Overhalla kommune |             |                |             |          | Geoteknikk        | A3L        |  |  |
|                     | Svalia boligfelt  |             |                |             |          | Dato              | 12.02.2015 |  |  |
|                     | Profil G-G        |             |                |             |          | Format/Målestokk: | 1:400      |  |  |
|                     | a-Ø analyse       |             |                |             |          | Godkjent          | OAA        |  |  |
| Multiconsult        |                   | Status      | Konstr./Tegnet | Kontrollert | Godkjent |                   |            |  |  |
| www.multiconsult.no |                   | Oppdragsnr. | ARV            | OAA         | OAA      |                   |            |  |  |
|                     |                   | 416260      | Tegningsnr.    | RIG-TEG-314 | Rev.     | 00                |            |  |  |



## VEDLEGG

### Vedlegg A Faregradsevaluering

#### A.1. Faregradsevaluering

Faregradsevaluering skal gjennomføres for alle kvikkleiresoner. Grunnlaget for faregradsevaluering baseres på området topografi, data fra grunnundersøkelser, beregningsresultater og generell metode for klassifisering av faresoner gitt i NGI-rapport 20001008-2 rev. 03 [6]. Kvikkleiresone 167 Svalo er fra tidligere klassifisert med lav faregrad. Faregradsevaluering av kvikkleiresonen er utført for dagens tilstand. Vurdering av dagens situasjon gir faregradsklasse lav.

| 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              | +3        | > +30           | 10-30       | 0-10       | Hydrostatisk |
| Undertrykk, kPa                       | -3        | > -50           | -(20-50)    | -(0-20)    |              |
| Kvikkleiremektighet                   | 2         | >H/2            | H/2-H4      | <H/4       | Tynt lag     |
| Sensitivitet                          | 1         | >100            | 30-100      | 20-30      | <20          |
| Erosjon                               | 3         | Aktig/glidning  | Noe         | Lite       | Ingen        |
| Inngrep Forverring                    | +3        | Stor            | Noe         | Liten      | Ingen        |
| Forbedring                            | -3        | Stor            | Noe         | Liten      |              |
| <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>    |

Tabell A-1:Grunnlag for evaluering av faregrad, hentet fra[6].

| Faktorer                              | Vekttall | Score | Produkt   | Merknad/vurdering   |
|---------------------------------------|----------|-------|-----------|---|
| Tidl. Skredaktivitet                  | 1        | 3     | 3         | Ut fra kartgrunnlag, kan det ikke utelukkes skredgroper etter tidligere skred i området.  |
| Skråningshøyde, meter                 | 2        | 2     | 4         | Ca. 28 m høydeforskjell mellom øvre del av «relevant» høydedrag og bekkebunn.   |
| Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR) | 2        | 0     | 0         | <i>Basert på tolking av CPTU- gjennomsnittlig over-konsolideringsgrad i dybden OCR ca.=3 og ødometerforsøk av prøve i 6,25 m dybde i hull 7 indikerer OCR=ca. 3,1</i>   |
| Poretrykk Overtrykk                   | +3       | 0     | 0         | Antatt hydrostatisk   |
| Undertrykk                            | -3       |       |           |   |
| Kvikkleiremektighet                   | 2        | 1     | 2         | Mektighet av kvikkleireforekomsten er antatt å være ca. 5m sentralt i området, dvs. < H/4.  |
| Sensitivitet                          | 1        | 3     | 3         | Noen prøver viste $St > 100$ , velger derfor konservativ tolkning   |
| Erosjon                               | 3        | 0     | 0         | Erosjonsaktivitet er ikke kartlagt i detalj. Imidlertid ligger påvist kvikkleire under nivået for bekken samt at det er foretatt sikringstiltak i form av plastring og heving av bekken i forbindelse med bygging av ny gang- og sykkelveg i søndre del av planområdet. I forhold til skredfare settes derfor score for erosjon til «ingen» i dagens situasjon. |
| Inngrep Forverring                    | +3       |       |           | Det forutsettes at utbyggingen utføres slik at stabiliteten ikke forverres i forhold til dagens situasjon   |
| Forbedring                            | -3       | 0     | 0         |   |
| <b>Poengverdi</b>                     |          |       | <b>12</b> | <b>Gir faregradklasse «lav»</b>   |

Tabell A-2:Faregradsevaluering av antatt mest kritisk del av faresonen, utført iht. [5]

## Vedlegg B Sikkerhetsprinsipper

### B.1. Normativt grunnlag for geoteknisk vurdering

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

Teknisk forskrift, TEK 10 § 7 og § 10

NVEs retningslinjer nr. 2/2011 [5]

NS-EN 1990-1:2002 + NA:2008 (Eurokode 0) [3] (Generelle regler)

NS-EN 1997-1:2004 + NA:2008 (Eurokode 7) [4] (Geoteknikk)

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

Statens vegvesen (SVV), Håndbok 016 Geoteknikk i vegbygging, 6. utgave, juni 2010

Statens vegvesen (SVV), Håndbok 274 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger, april 2012

Eventuelle erfaringsparametere vil bli hentet fra Statens vegvesen (SVV), Håndbok 016 Geoteknikk i vegbygging.

### B.2. Geotekniske problemstillinger

Geotekniske problemstillinger for utbygginga er relatert til:

- Stabilitet lokalt for planlagt bolig- og infrastrukturutbygging både i anleggsfasen og permanent fase samt områdestabilitet i kvikkleiresonen
- Fundamenteringsløsninger
- Setninger
- Erosjonsforhold i bekkeløp

### B.3. TEK 10 § 7, Sikkerhet mot naturpåkjenninger

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

### B.4. TEK 10 § 10, Konstruksjonssikkerhet

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

TEK 10 § 10.2 angir følgende:

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

I veiledningen til TEK 10 står det:

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

Ved å benytte standarder (Eurokoder) som angitt i pkt. A.2, vil TEK 10 § 10 dermed være ivaretatt.

### B.5. Geoteknisk kategori

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

Prosjektet omfatter bolig- og infrastrukturbygging innenfor ei kvikkleiresone. Dette medfører at tilstrekkelig områdestabilitet for bestemmelse av sikkerhetssone må dokumenteres. Med dette som grunnlag velges overordnet krav til prosjektering iht. Geoteknisk kategori 3.

Etter at områdestabilitet er utredet, og eventuelle sikringstiltak er gjennomført, kan geoteknisk kategori vurderes på nytt for den planlagte boligutbygginga.

### B.6. Konsekvensklasse/pålitelighetsklasse (CC/CR)

NS-EN 1990:2002+NA:2008 [3] definerer byggverks plassering med hensyn til konsekvensklasse og pålitelighetsklasse (CC/CR). Konsekvensklasser er behandlet i standardens tillegg B (informativt), mens veiledende eksempler på klassifisering av byggverk i pålitelighetsklasser er vist i nasjonalt tillegg NA (informativt), tabell NA. A1 (901).

Vurdering av stabilitetsforhold med tilhørende stabiliserende tiltak vurderes å falle under kategorien: *”Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg i kompliserte tilfeller.”* i Tabell NA.A1 (901). Prosjektet plasseres derfor i Pålitelighetsklasse CC/RC 3, som ut fra Tabell B1 [3] beskriver *”stor konsekvens i form av tap av menneskeliv eller svært store økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser”*.

Når stabilitetsforholdene er utredet og eventuelle sikringstiltak er utført, vil det trolig være mulig å plassere grunnarbeidene for selve boligutbyggingen av småhus i Pålitelighetsklasse CC/RC1.

### B.7. Kvalitetssystem

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

### B.8. Prosjekterings- og utførelseskontroll

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

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

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

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

### B.9. Tiltakskategori

NVEs retningslinjer [5] definerer tre tiltakskategorier (K1-K3). Krav til sikkerhetsnivå, vurderinger, beregninger og kontroller avhenger av tiltakskategori og områdets faregradklasse.

Planlagt boligutbygging plasseres i tiltakskategori K3 (*tiltak som innebærer tilflytting av mennesker og tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner*).

For alle faregradsklasser før utbygging kreves det følgende vurderinger i denne kategorien:

- Faregradsevaluering
- Stabilitetsanalyse med  $\gamma_M \geq 1,4$  eller prosentvis forbedring
- Utvidet kontroll tilsvarende pålitelighetsklasse 3 i Eurokode 0 [3]
- I arbeidet er det nødvendig å dokumentere tilstrekkelig  $\gamma_M$  eller foreta en forbedring av stabiliteten i sonen dersom det er lav sikkerhet mot kvikkleireskred.

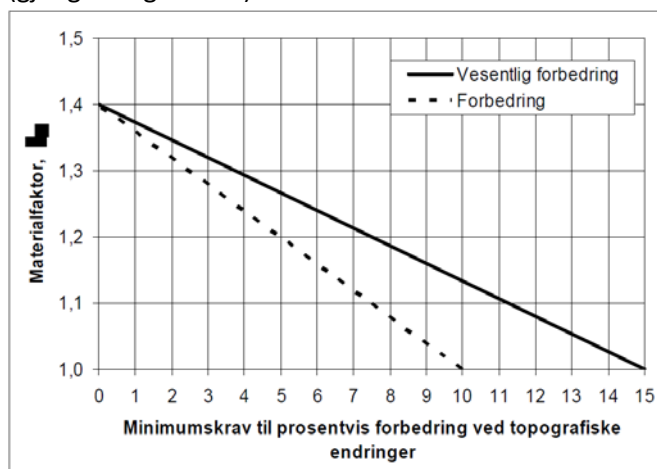
### B.10. Bruddmekanisme

Løsmassene i kvikkleiresonen består i hovedsak av leire med enkelte tynne lag med silt. Enkelte steder er det også lag med friksjonsmasser i form av sand/grus. Leira er stedvis kvikk og mektigheten av kvikkleirelaget er inntil 5 m. Basert på en totalvurdering vurderes bruddmekanismen å være sprø, kontraktant brudd.

### B.11. Krav til sikkerhetsnivå

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

NVEs retningslinjer [5] stiller krav om en beregningsmessig partialkoeffisient  $\gamma_M \geq 1,4$  for både effektivspenningsanalyser og totalspenningsanalyser eller en prosentvis forbedring av den beregningsmessige partialkoeffisienten  $\gamma_M$  for eksisterende terreng. Krav til prosentvis forbedring er avhengig av sikkerhetsnivået i utgangspunktet og må følge figur 3.1 i retningslinjenes vedlegg 1 (gjengitt i figur V2.1).



Figur B.1: Krav til prosentvis forbedring av materialkoeffisient som funksjon av materialkoeffisient for dagens situasjon [5]

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

## Vedlegg C Material parametere

### C.1. Udrenerte parametere (ADP-analyse)

#### $S_u$ fra enaksiale trykkforsøk og kunusforsøk:

Verdier for  $S_u$  fra rutineundersøkelser på opptatte prøver (enaks og konus) er i våre vurderinger benyttet som verdier for direkte skjærstyrke,  $s_{uD}$ . Udrenert skjærstyrke fra rutineundersøkelsene er vist på tegning 416260-RIG-TEG-010 m.o.t -013.

#### $S_{uA}$ fra treaksialforsøk:

Udrenert skjærstyrke er nært relatert til in-situ effektivspenninger og leiras overkonsolideringsgrad. Udrenert skjærstyrke øker med økning i effektivspenning. Denne økningen er avhengig av overkonsolideringsgraden.

#### $S_{uA}$ fra CPTU-sonderinger:

For bestemmelse av udrenert skjærstyrke er CPTU-sonderingene korrelert mot resultatene fra utførte CAU<sub>a</sub> treaksialforsøk. For finkornige masser med relativt homogene forhold betraktes tolkning av CPTU på poretrykksbasis som den mest egnede metoden.

Poretrykket er i tolkningene korrigeret i henhold til målt poreovertrykk i dybden.

Metode basert på Poretrykk,  $\Delta u$ :

$$S_{uA} = \frac{\Delta u}{N_{\Delta u}}$$

der,  $\Delta u = u_2 - u_0$ , registrert poreovertrykk i CPTU

$N_{\Delta u}$  = tolkningsfaktor på poretrykksbasis

Tolkning av CPTU er basert på  $N_{\Delta u}$  bestemt ut fra korrelasjoner mot  $B_q$  samt korrelasjoner mot OCR,  $S_t$  og  $I_p$  basert på erfaringsverdier korrelert mot aktive treaksialforsøk.

For sensitiv og kvikk leire er følgende korrelasjon benyttet iht. [4] og [5].

| Empirisk middelvariasjon i $B_q$      | Empirisk middelvariasjon i OCR, $S_t$ og $I_p$            |
|---------------------------------------|---|
| $N_{\Delta u} = 1,8 + 7,25 \cdot B_q$ | $N_{\Delta u} = 9,4 + 4,5 \cdot \log OCR + 0,0 \cdot I_p$ |

$$B_q = \frac{\Delta u}{q_n}$$

der,  $q_n$  = netto spissmotstand

Metode basert på spissmotstand,  $q_t$  :

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

$$S_{uA} = \frac{q_t - \sigma_{v0}}{N_{kt}} = \frac{q_n}{N_{kt}}$$

der,  $q_t$  = korrigeret spissmotstand

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

$$N_{kt} = \text{bæreevnfaktor/konfaktor}$$

$N_{kt}$  er bestemt ut i fra følgende prosedyrer:

| Empirisk middelvariasjon i $B_q$ | Empirisk middelvariasjon i OCR, $S_t$ og $I_p$      |
|----------------------------------|---|
| $N_{kt} = 18,7 - 12,5 \cdot B_q$ | $N_{kt} = 8,5 + 2,5 \cdot \log OCR + 0,0 \cdot I_p$ |

Tegning nr. -40.6 t.o.m -40.8 viser de tolkede skjærstyrkeprofilene med valgt karakteristisk designverdi. Det er valgt å ikke redusere "peak" verdien på  $s_{uA}$  for uttak av karakteristisk styrke. Designverdiene er i stedet redusert med 15 % i stabilitetsberegningene ihht. NVEs retningslinjer. For CPTU-sonderinger i punkt 7 på boligfelt, tegning 416260-RIG-TEG-40.6 er designverdier vist på plott av aktiv udrenert skærstyrke  $S_{uA}$ .

### C.2. Anisotropi:

Det er ikke utført passive treaksialforsøk eller direkte skjærforsøk for bestemmelse av anisotropiforhold. For bestemmelse av direkte og passiv skjærstyrke er det valgt erfaringsbaserte verdier ut fra målt plastisitetsindeks på opptatte prøver, se resultater fra laboratorieforsøk på tegning 416260-RIG-TEG-10 t.o.m -13.

### C.3. Effektivspenningsbaserte parametre (a $\phi$ -analyse)

Effektivspenningsparametre er vurdert med bakgrunn i erfaringstall, og aktive treaksialforsøk. For mer inngående detaljer vises det til 416260-RIG-RAP-001 [1].

For effektivspenningsanalysene i kvikkleira er det tatt ut a- $\phi$ - parametre fra treaksialforsøkene.

Ved beregninger på effektivspenningsbasis er valgt styrke tatt ut ved lavt tøyingsnivå, 1,0 % deformasjon. For sand, tørrskorpeleira og den middels sensitive leira er det benyttet erfaringsverdier.

Følgende effektivspennings parametre er benyttet i beregningene:

| Materiale(-)    | Tyngdetetthet, $\gamma$<br>(KN/m <sup>3</sup> ) | Kohesjon,<br>$c'$ (kpa) | Friksjon, $\tan\phi$ (-) | Attraksjon, $a$ (kpa) |
|-----------------|---|-------------------------|--------------------------|-----------------------|
| Tørrskorpeleire | 19  | 6                       | 0,60                     | 10                    |
| Leire           | 20  | 3-6                     | 0,55                     | 5-10                  |
| Kvikkleire      | 20  | 3-6                     | 0,55                     | 5-10                  |
| Finsandlag      | 18  | 3                       | 0,65                     | 5                     |

Tabell 0-1: Effektivspenningsbaserte parametre

### C.4. 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. Se tegning 416260-RIG-TEG-010 t.o.m-013 for geotekniske data.

$$s_{uA} = \frac{\Delta u}{N_{\Delta u}}$$

hvor,  $\Delta u = u_2 - u_0$ , registrert poreovertrykk i CPTU

$N_{\Delta u}$  = tolkningsfaktor på poretrykksbasis

Tolkning av CPTU er basert på  $N_{\Delta u}$  bestemt ut fra korrelasjoner mot  $B_q$  samt korrelasjoner mot OCR,  $S_t$  og  $I_p$  basert på erfaringsverdier korrelert mot aktive treaksialforsøk.

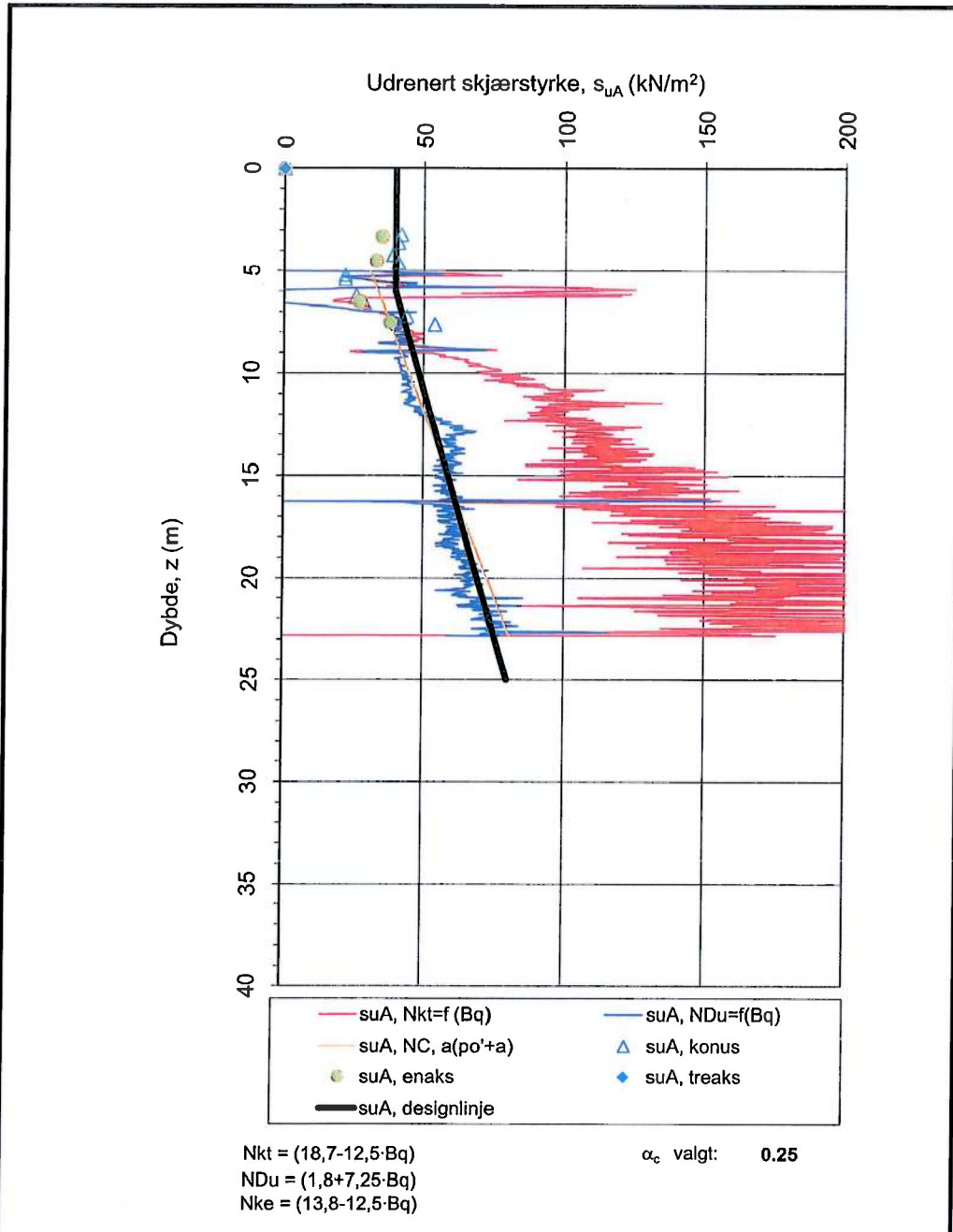
#### **C.5. Deformasjonsparametre**



Ødometerforsøk på opptatte prøver i punkt 7 indikerer at massene er noe overkonsoliderte og deformasjonsmodulen i aktuelt spenningsområde ligger på ca.  $M=7000\text{kPa}$  i den faste og middels faste leira og  $M= \text{ca. } 3000\text{ kPa}$  i kvikkleira. Konsolideringskoeffisienten,  $C_v$ , som gir et uttrykk for setningshastigheten, er målt til ca.  $20\text{ m}^2/\text{år}$  i aktuelt spenningsområde i den middels sensitive leira.



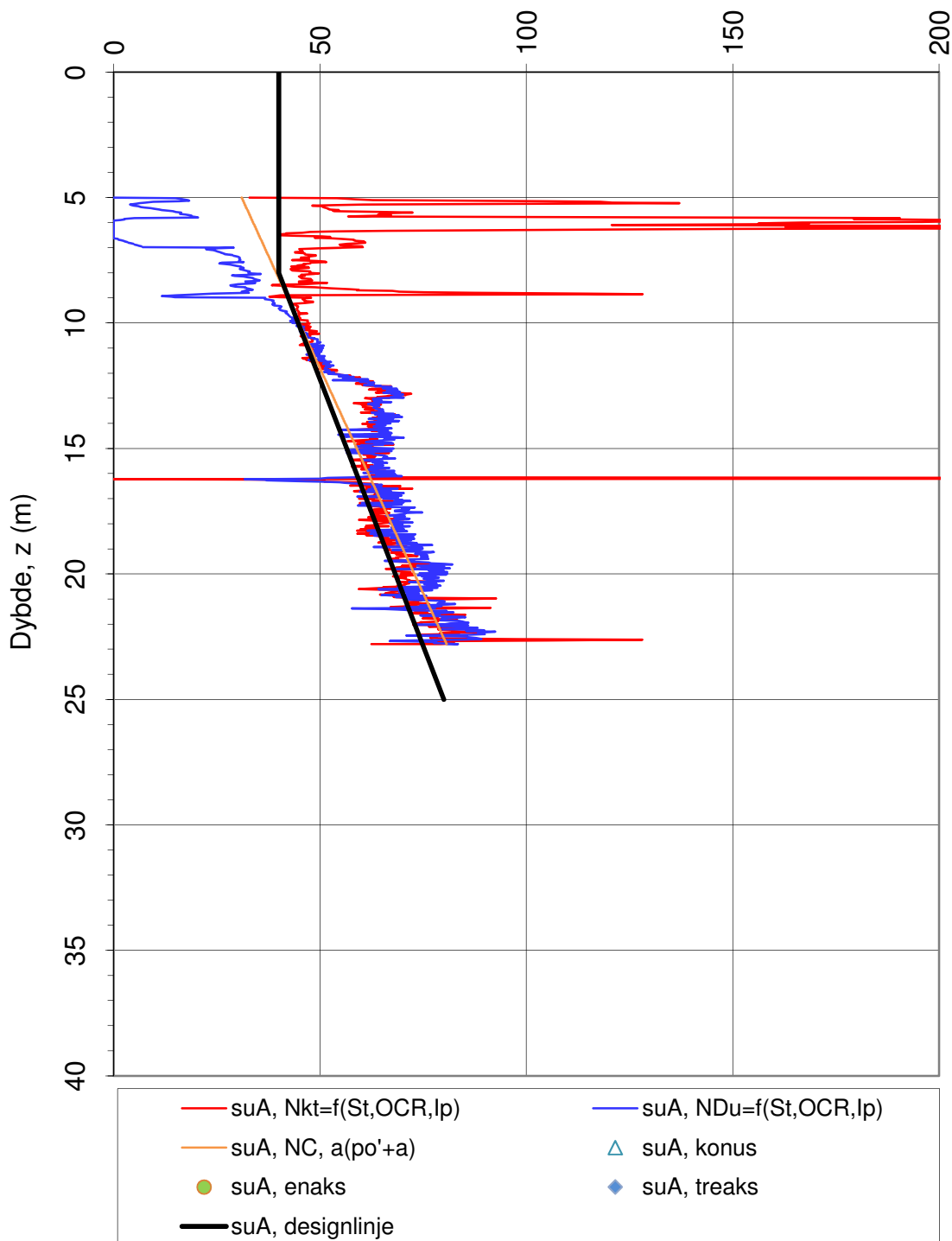
Vedlegg D

Tolkning av CPTU, MC2-CPTU19 fra rapport 413539-1 rev 2(2010)



|   |    |   |      |   |  |
|---|----|---|------|---|--|
| Oppdragsgiver:<br><b>Overhalla kommune</b>                  |    | Oppdrag:<br><b>Ny barnehage</b>   |      | Tegningens filnavn:<br>cptu_19.xlsx   |  |
| Aktiv udrenert skjærstyrke $s_{uA}$ , korrelert mot $B_q$ . |    |   |      |   |  |
| CPTU Id.:   | 19 | Sonde:  | 3829 |  |  |
| Dato:<br>cptu_19.xlsx                                       |    | Tegnet:<br>arv  |      |   |  |
| Oppdrag nr.:<br>413539                                      |    | Tegning nr.:<br>25.5  |      | Versjon:<br>09.09.2009  |  |
| MULTICONSULT AS   |    | Godkjent:<br>oå  |      | Revisjon:<br>0  |  |

Udrenert skjærstyrke,  $s_{uA}$  (kN/m<sup>2</sup>)



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:

**Overhalla kommune**

Oppdrag:

**Ny barnehage**

Tegningens filnavn:

cptu\_19.xlsx

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

CPTU id.:

19

Sonde:

3829



**MULTICONSULT AS**

Dato:

08.01.2010

Tegnet:

arv

Kontrollert:

err

Godkjent:

oå

Oppdrag nr.:

413539

Tegning nr.:

25,6

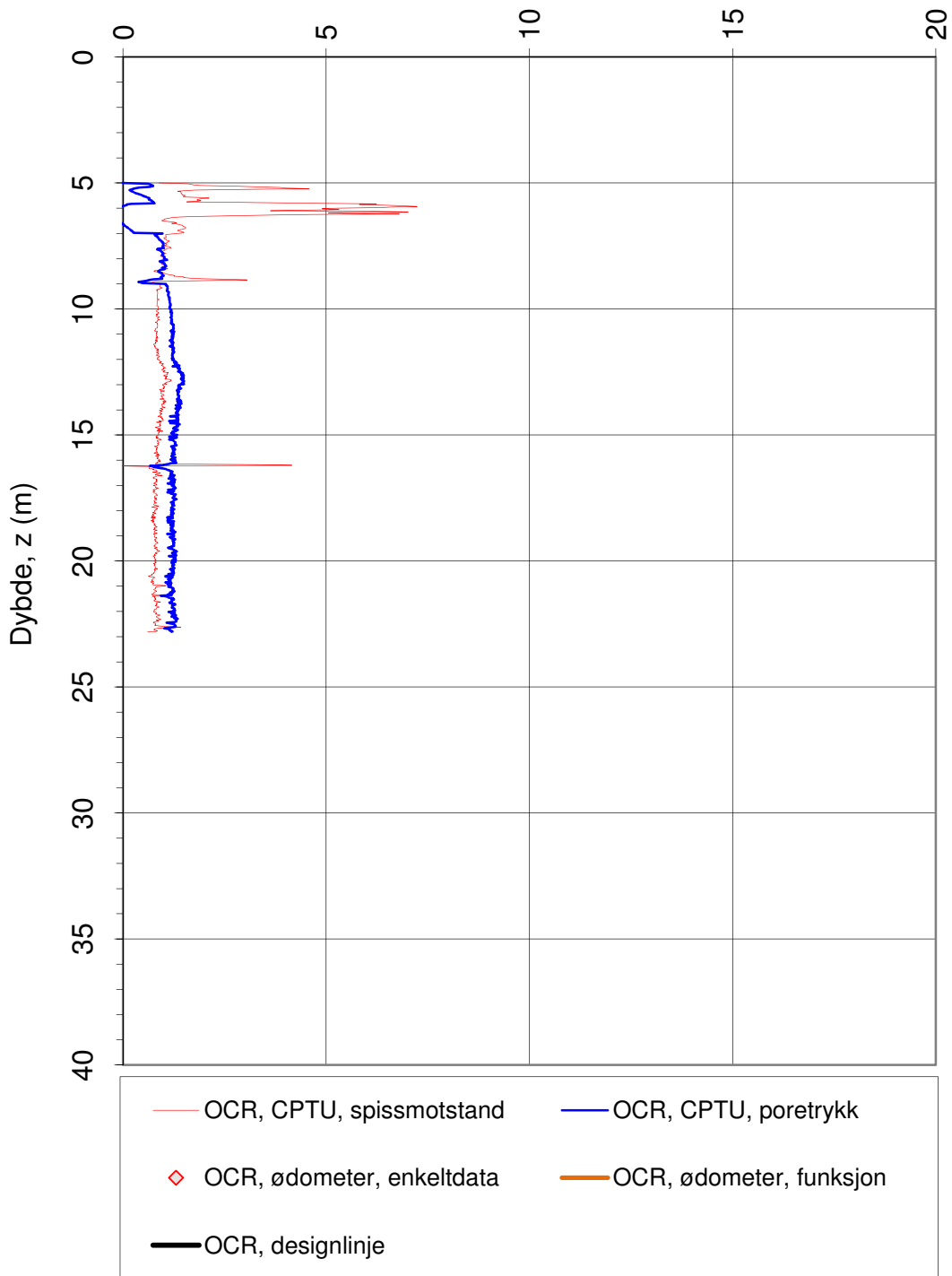
Versjon:


09.09.2009

Revisjon:

A

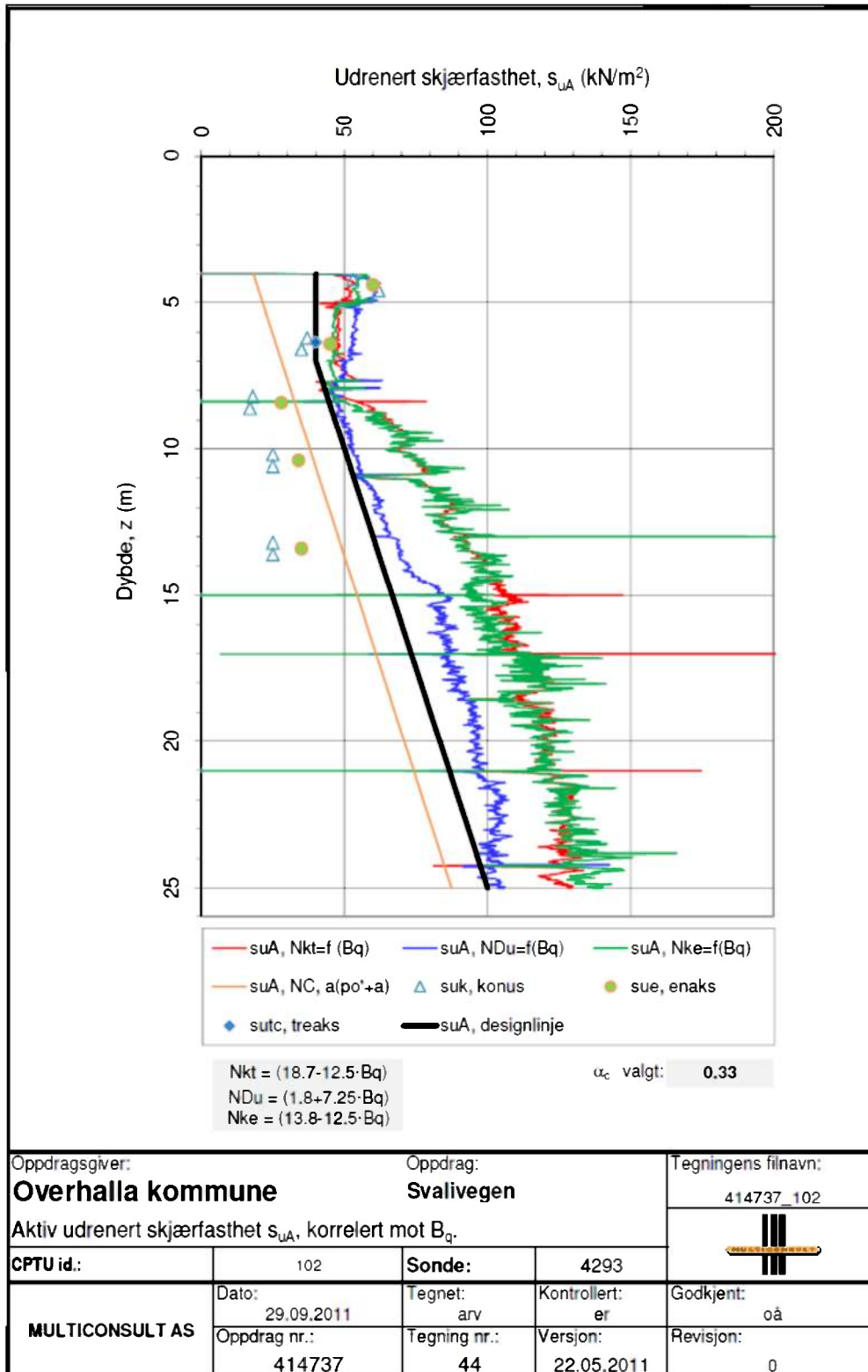
Prekonsolideringsforhold,  $OCR = \sigma_c' / \sigma_{vo}' (-)$

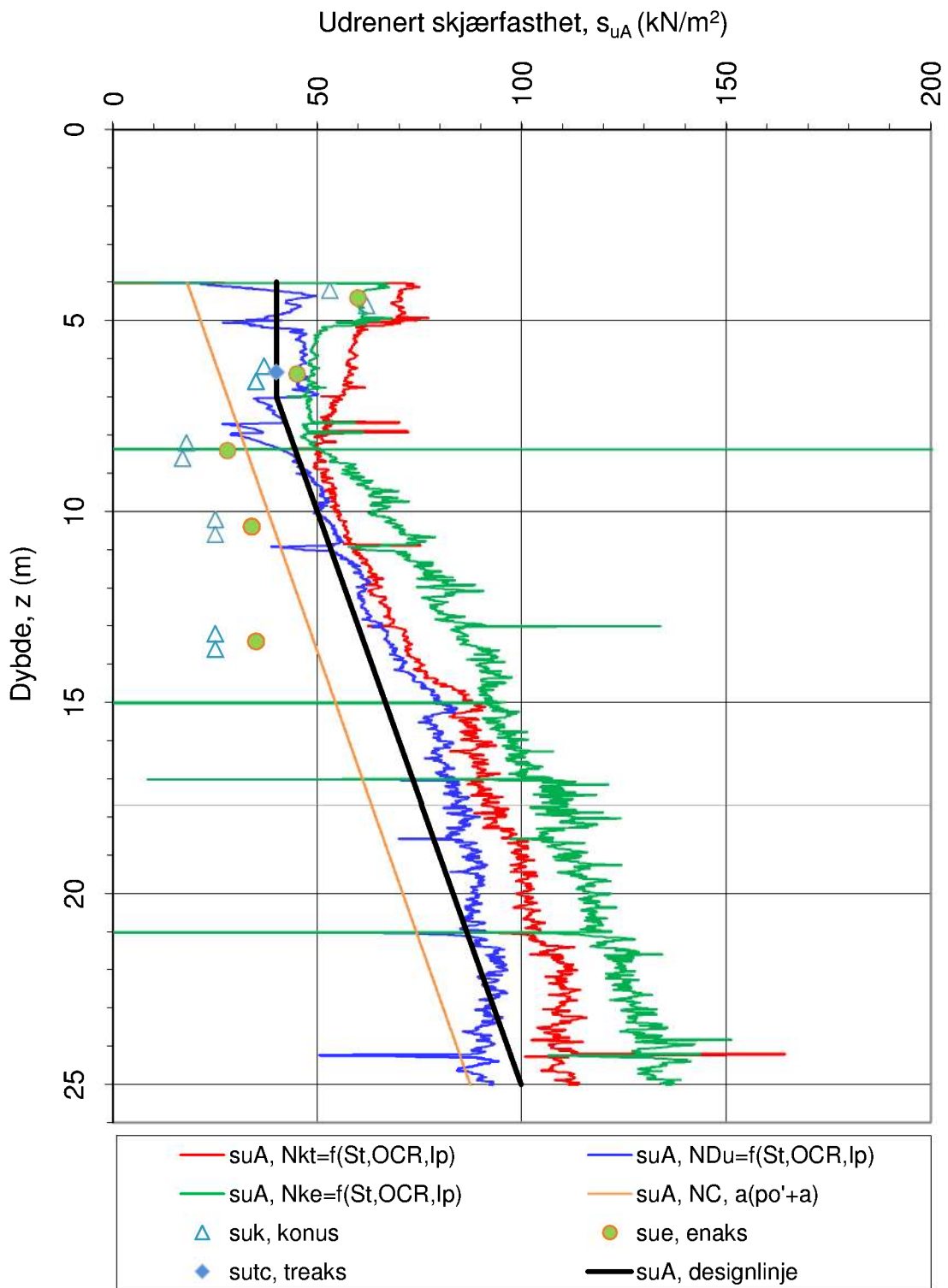


|   |                       |                                 |                     |   |                        |
|---|-----------------------|---------------------------------|---------------------|---|------------------------|
| Oppdragsgiver:<br><b>Overhalla kommune</b>                    |                       | Oppdrag:<br><b>Ny barnehage</b> |                     | Tegningens filnavn:<br>cptu_19.xlsx   |                        |
| Overkonsolideringsforhold, $OCR = \sigma_c' / \sigma_{vo}'$ . |                       |                                 |                     |  |                        |
| CPTU id.:   | 19                    | Sonde:                          | 3829                |   |                        |
| <b>MULTICONSULT AS</b>  | Dato:<br>cptu_19.xlsx | Tegnet:<br>arv                  | Kontrollert:<br>err | Godkjent:<br>oå   |                        |
|   | Oppdrag nr.:          | 413539                          | Tegning nr.:        | 25,7  | Versjon:<br>09.09.2009 |

Vedlegg E

Tolkning av CPTU, MC1-CPTU 102 fra rapport 414737-1 (2011)





Sensitivitetsvalg:

**St > 15**

$\alpha_c$  valgt:

**0.33**

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

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

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

Oppdragsgiver:

**Overhalla kommune**

Oppdrag:

**Svalivegen**

Tegningens filnavn:

414737\_102

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

CPTU id.:

102

Sonde:

4293

**MULTICONSULT AS**

Dato:

29.09.2011

Tegnet:

arv

Kontrollert:

er

Godkjent:

oå

Oppdrag nr.:

414737

Tegning nr.:

45

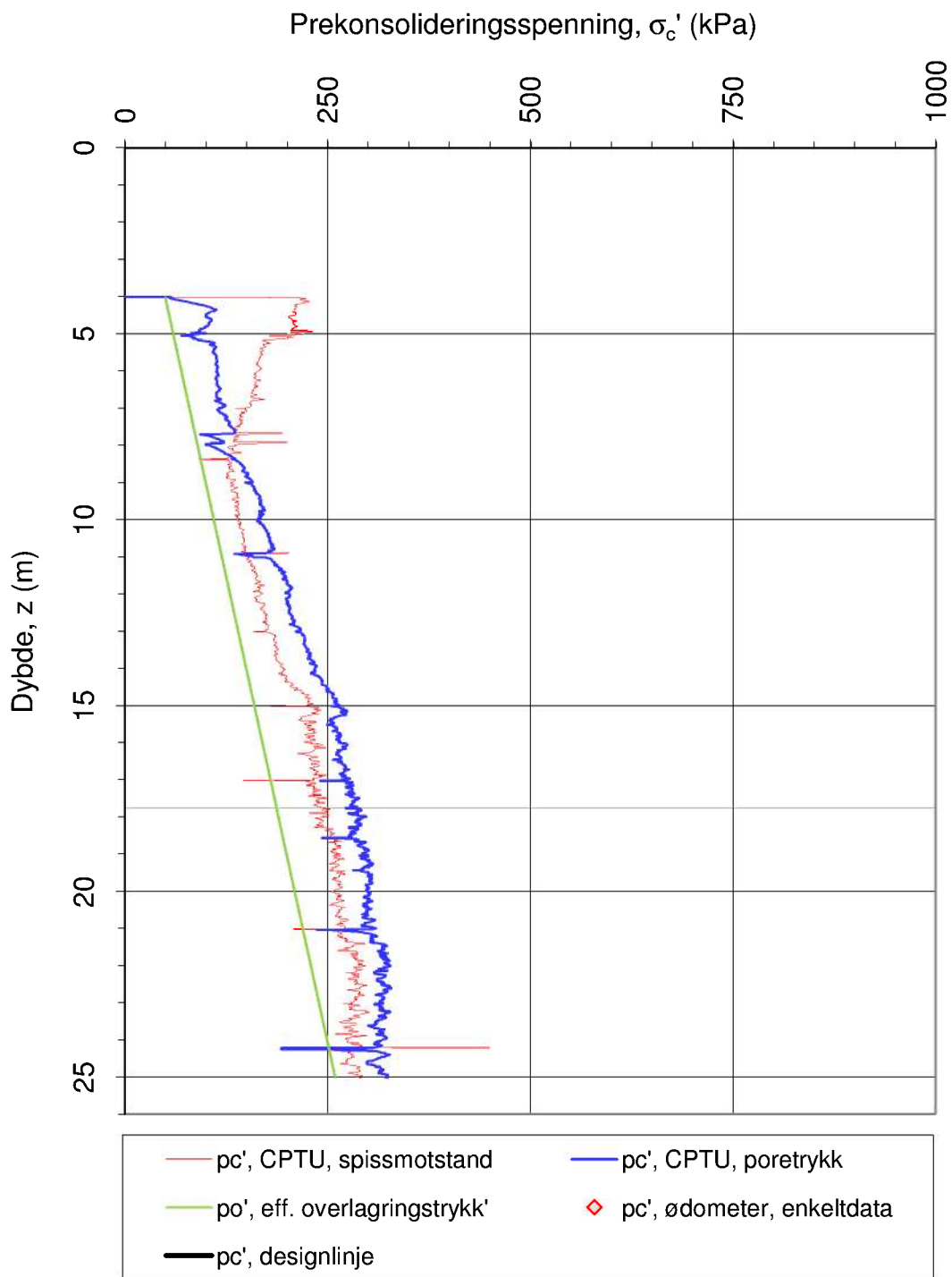
Versjon:


22.05.2011

Revisjon:

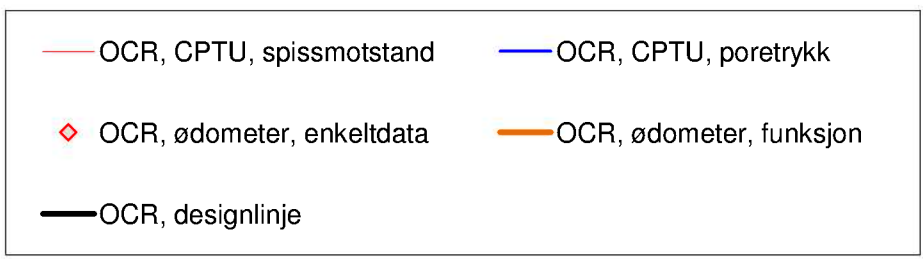
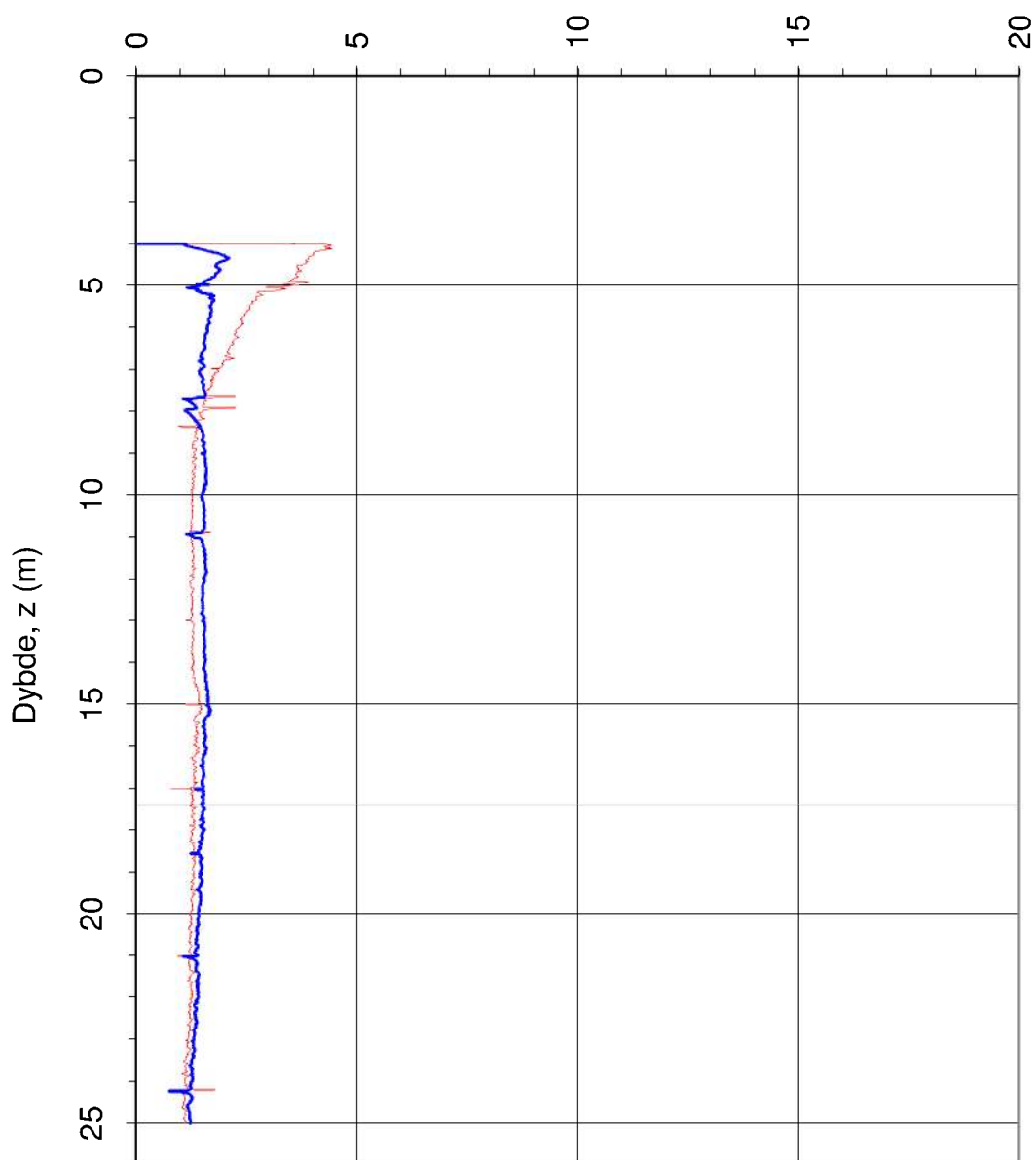
0



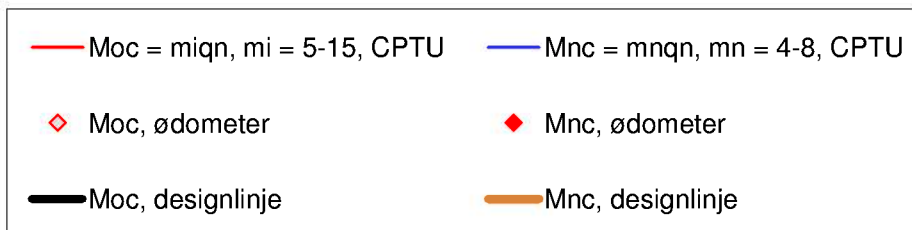
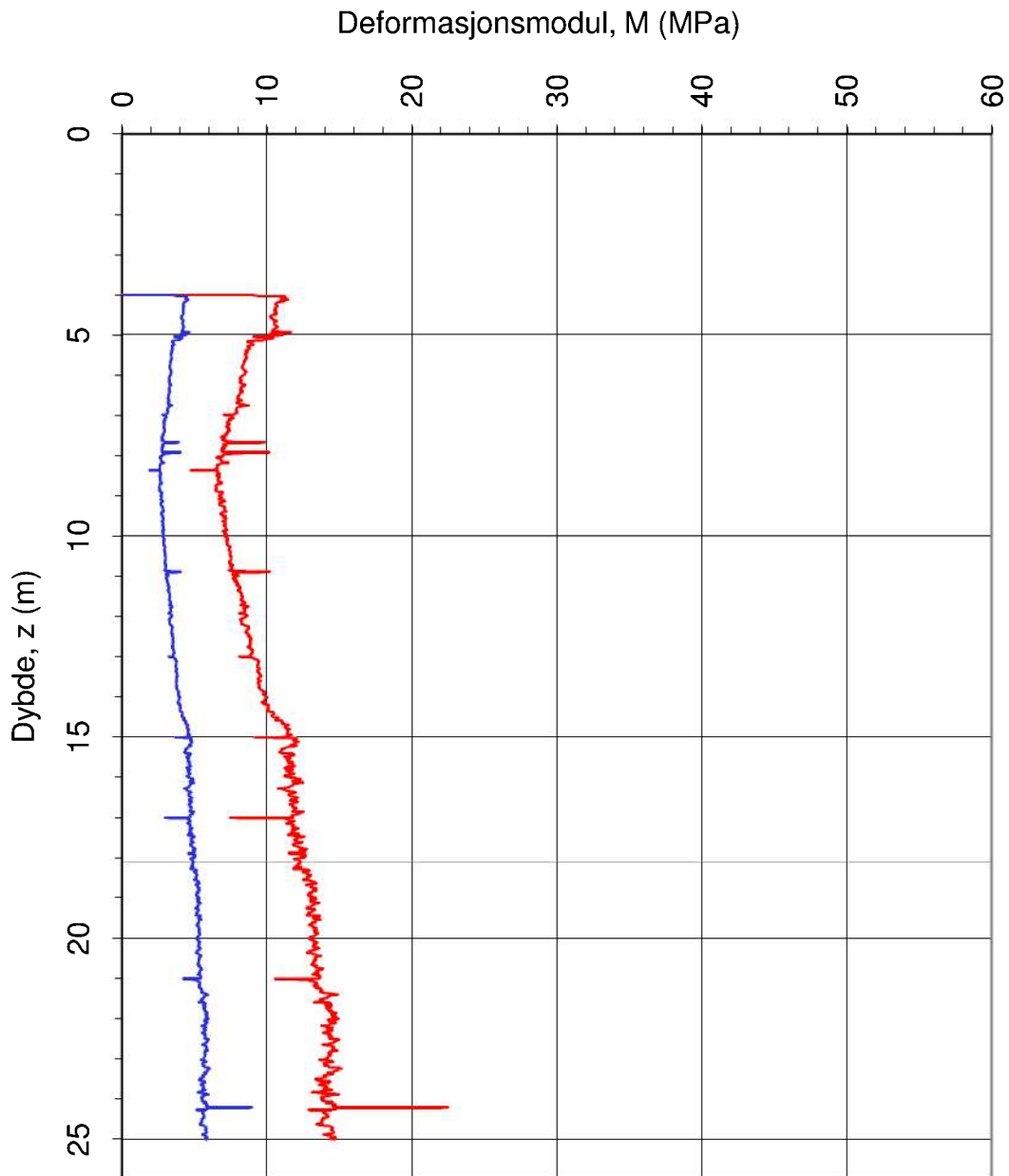



|  |                        |                               |                        |   |
|--|------------------------|-------------------------------|------------------------|---|
| Oppdragsgiver:<br><b>Overhalla kommune</b> |                        | Oppdrag:<br><b>Svalivegen</b> |                        | Tegningens filnavn:<br>414737_102   |
| Prekonsolideringsspenning $\sigma_c'$ .    |                        |                               |                        |  |
| CPTU id.:                                  | 102                    | Sonde:                        | 4293                   |   |
| <b>MULTICONSULT AS</b>                     | Dato:<br>29.09.2011    | Tegnet:<br>arv                | Kontrollert:<br>er     | Godkjent:<br>oå   |
|  | Oppdrag nr.:<br>414737 | Tegning nr.:<br>46            | Versjon:<br>22.05.2011 | Revisjon:<br>0  |

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



|   |                        |                               |                        |                                   |  |
|---|------------------------|-------------------------------|------------------------|-----------------------------------|--|
| Oppdragsgiver:<br><b>Overhalla kommune</b>                    |                        | Oppdrag:<br><b>Svalivegen</b> |                        | Tegningens filnavn:<br>414737_102 |  |
| Overkonsolideringsforhold, $OCR = \sigma'_c / \sigma'_{vo}$ . |                        |                               |                        |                                   |  |
| CPTU id.:   | 102                    | Sonde:                        | 4293                   |                                   |  |
| <b>MULTICONSULT AS</b>  | Dato:<br>29.09.2011    | Tegnet:<br>arv                | Kontrollert:<br>er     | Godkjent:<br>oå                   |  |
|   | Oppdrag nr.:<br>414737 | Tegning nr.:<br>47            | Versjon:<br>22.05.2011 | Revisjon:<br>0                    |  |



|   |                        |                               |                        |   |  |
|---|------------------------|-------------------------------|------------------------|---|--|
| Oppdragsgiver:<br><b>Overhalla kommune</b>  |                        | Oppdrag:<br><b>Svalivegen</b> |                        | Tegningens filnavn:<br>414737_102   |  |
| Deformasjonsmoduler, $M_{oc}$ og $M_{nc}$ . |                        |                               |                        |  |  |
| CPTU id.:                                   | 102                    | Sonde:                        | 4293                   |   |  |
| <b>MULTICONSULT AS</b>                      | Dato:<br>29.09.2011    | Tegnet:<br>arv                | Kontrollert:<br>er     | Godkjent:<br>oå   |  |
|   | Oppdrag nr.:<br>414737 | Tegning nr.:<br>48            | Versjon:<br>22.05.2011 | Revisjon:<br>0  |  |