

Beregnet til

**Malvik kommune**

Dokument type

**Rapport, geoteknikk**

Dato

**16.1.2015**

# **MALVIK KOMMUNE**

# **LIA HOMMELVIK**

# **GEOTEKNISK VURDERING**

# **AV KVIKKLEIREOMRÅDE**

# Malvik kommune

## Lia Hommelvik

Geoteknisk vurdering av kvikkleireområde  
Stabilitetsvurdering

Oppdrag nr.: 1350004692

Rapport nr.: 2

|                |                                 |
|----------------|---------------------------------|
| Revisjon       | 1                               |
| Dato           | 16.1.2015                       |
| Utført av      | Erlend Hundal<br>Kåre Eggereide |
| Kontrollert av | Per Arne Wangen                 |
| Godkjent av    | Per Arne Wangen                 |
| Beskrivelse    | Revisjon iht. 3. partskontroll  |

Rambøll  
Mellomila 79

NO-7493 TRONDHEIM  
T +47 73 84 10 00  
F +47 73 84 10 60  
www.ramboll.no



## INNHOLD

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 0   | SAMMENDRAG .....                                      | 5  |
| 1   | INNLEDNING.....                                       | 5  |
| 2   | GRUNNLAG .....  | 5  |
| 2.1 | Tidligere grunnundersøkelser .....                    | 5  |
| 2.2 | Befaring .....  | 6  |
| 3   | TERRENG OG GRUNNFORHOLD .....                         | 6  |
| 3.1 | Terreng .....   | 6  |
| 3.2 | Grunnforhold .....                                    | 6  |
| 4   | SONEAVGRENSING OG KLASSIFISERING. ....                | 6  |
| 4.1 | Soner.....  | 6  |
| 4.2 | Klassifisering .....                                  | 7  |
| 5   | SIKKERHETSKRAV FOR PLANLAGTE TILTAK. ....             | 7  |
| 6   | GRUNNLAG FOR STABILITETSVURDERINGER .....             | 7  |
| 6.1 | Generelt.....   | 7  |
| 6.2 | Udrenert skjærfasthet .....                           | 8  |
| 6.3 | Effektivspenningsparametere .....                     | 8  |
| 6.4 | Profil A.....   | 9  |
| 6.5 | Profil B.....   | 9  |
| 6.6 | Profil B2 .....                                       | 10 |
| 6.7 | Profil C.....   | 10 |
| 7   | STABILITETSVURDERINGER.....                           | 10 |
| 7.1 | Profil A.....   | 10 |
| 7.2 | Profil B / B2 .....                                   | 10 |
| 7.3 | Profil C.....   | 10 |
| 7.4 | Profil ved kryss E6, nordover langs Sandanvegen ..... | 10 |
| 7.5 | Beregningsresultater.....                             | 11 |
| 8   | AVGRENSING AV UTLØPSOMRÅDET .....                     | 11 |
| 9   | KONKLUSJON .....                                      | 11 |
| 10  | REFERANSER .....                                      | 12 |

## BILAG

| Bilag nr. | Tittel   |
|-----------|--|
| 1         | NGU LØSMASSEKART   |
| 2 - 3     | FOTO FRA BEFARING  |
| 4 - 6     | FAREGRADSKLASSIFISERING PROFIL A, B OG C.                            |
| 7 - 10    | DOKUMENTASJON MÅLEDATA CPTU PKT 1, 2, 4 OG 8.                        |
| 11 - 14   | AKTIV UDRENERT SKJÆRFASTHET FRA CPTU, 1350004692 PUNKT 1, 2, 4 OG 8. |
| 15        | RAPPORT 5776-3, E6-ØST, BORPROFIL 17250 - 15V                        |

|    |                                |
|----|--------------------------------|
| 16 | TREKSIALFORSØK PUNKT 2 LAB 3   |
| 17 | TREKSIALFORSØK PUNKT 2 LAB 5   |
| 18 | PROFIL A, SKJÆRFASHTHETSPROFIL |
| 19 | PROFIL B, SKJÆRFASHTHETSPROFIL |
| 20 | PROFIL C, SKJÆRFASHTHETSPROFIL |

## TEGNINGER

| Tegn. nr. | Rev. nr. | Tittel  | Målestokk |
|-----------|----------|---|-----------|
| 201       | 1        | SITUASJONSPLAN MED BORPUNKTER   | 1 : 2 000 |
| 202       |          | SITUASJONSPLAN MED BEFARINGSMERKNADER OG<br>PROFILER FOR STABILITETSBEREGNING | 1 : 2 000 |
| 203       |          | SITUASJONSPLAN MED FORSLAG TIL KVIKKLEIRESONER                                | 1 : 2 000 |
| 204       |          | STABILITET PROFIL A, TOTALSPENNINGSANALYSE                                    | 1 : 500   |
| 205       |          | STABILITET PROFIL A, EFFEKTIVSPENNINGSANALYSE                                 | 1 : 500   |
| 206       |          | STABILITET PROFIL B, TOTALSPENNINGSANALYSE                                    | 1 : 500   |
| 207       |          | STABILITET PROFIL B, EFFEKTIVSPENNINGSANALYSE                                 | 1 : 500   |
| 208       |          | STABILITET PROFIL B2, TOTALSPENNINGSANALYSE                                   | 1 : 500   |
| 209       |          | STABILITET PROFIL B2, EFFEKTIVSPENNINGSANALYSE                                | 1 : 500   |
| 210       |          | STABILITET PROFIL C, TOTALSPENNINGSANALYSE                                    | 1 : 500   |
| 211       |          | STABILITET PROFIL C, EFFEKTIVSPENNINGSANALYSE                                 | 1 : 500   |



- |                   |   |                       |
|-------------------|---|-----------------------|
| • Ud450E nr. 7    | Grunnundersøkelse E6 øst Hommelvik,<br>Pr 16700-17450     | Statens vegvesen 1992 |
| • Ud450E nr. 8    | Trykksonderinger med poretrykkmåling,<br>E6 øst Hommelvik | Statens vegvesen 1993 |
| • O.5776 nr 12    | E6 Hommelvik, Kryss Korntrøberget                         | Kummeneje 1993        |
| • Gk4440.18       | Meråkerbanen Hommelvik-Hell,<br>Gevingåsen tunnel         | NSB bane 1994         |
| • 414087          | Sandmarkvegen 25 og 27                                    | Multiconsult 2010     |
| • 6100799, rev. 2 | Malvik kommune, VA-anlegg Liavegen                        | Rambøll 2013          |
| • 135004692       | Malvik kommune, Lia Hommelvik                             | Rambøll 2014          |

## 2.2 Befaring

For vurdering av terrenget i området, er det i tillegg utført en befaring den 24.10.2014.

Ved inngangen til kulvert i nord er bekkesidene plastret med steinmurer. Det er ingen erosjon i elveløp, men litt sig i skråningene som vises på trær i området.

Langs bekken, i foten av skråningen ved borpunkt 4 er det et bløtt parti i terrenget nærmest bekken. Området er drenert med drenerør. Poretrykkmålere som er plassert i leirlaget viser høy grunnvannstand i dypere lag i området. Ved borpunkt 2 er det nylig utført drenering i foten av skråningen opp mot øst.

Langs søndre kant av området, er det observert berg i dagen i skråningsfoten mot E6. Det er også registrert berg i dagen i åkerkanten mot Korntrøberget.

## 3 TERRENG OG GRUNNFORHOLD

### 3.1 Terreng

Terrenget ligger på nivå ca. kote +10 i vestre del av området til ca. kote +30 i østre hjørne. Området har generelt stigning mot øst og fall mot Sandmarkbekken som går i øst – vestlig retning.

Terrenget stiger mot nordøst, øst og sørøst på sørlige delen av området, med terrenghelning 1:13/16 og høydeforskjeller i størrelse 8 – 12 m.

### 3.2 Grunnforhold

Hele området ligger under marin grense som er på ca. kote +180 i området. Det er antatt marine avsetninger på hele området. I NGU løsmassekart er avsetningene på området beskrevet som marin strandavsetning, som vist i kopi i bilag 1.

Sonderingene kan indikere siltig sandig materiale i øverste 5 – 10 m, og antatt sensitivt / kvikt materiale videre i dybden til dybde 22 m til 38 m under terreng. I midtre og søndre del av området er det stor løsmassemekthet, med total boreddybde fra 28 m til 38 m under terreng.

Sonderingene nordvest for området viser lagdelt grunn, med tynnere kvikkleirelag.

For mer detaljert beskrivelse av grunnforholdene vises til datarapportene fra grunnundersøkelsene.

## 4 SONEAVGRENSING OG KLASSIFISERING.

### 4.1 Soner

Det er ingen tidligere kartlagte kvikkleiresoner i området, og det er ingen rapporterte skredhendelser i forbindelse med kvikkleire i området.

I forbindelse med byggeprosjekt Hommelvik Sjøside, har NGI tidligere utført en vurdering av området mht. inndeling i mulige skredsoner. I den forbindelse er det ikke utført stabilitetsvurdering av områdene, men potensielt skredvolum og utstrekning av utløpssonen er vurdert, ref. /5/.

I ny vurdering av området er det regnet med 2 soner, med en på østsiden av Sandmarkbekken og en på vestsiden sør for Korntrøberget.

Avgrensning av faresonene med antatt maksimale løsneområder er vurdert iht. NVE veileder, med soneavgrensinger som vist på kart i tegning 203.

I den østre sonen, er det ikke registrert kvikkleire i boringene langs Liavegen, og nord-vestre grense er flyttet sørøst for Liavegen. Den siste grunnundersøkelsen viser stor kvikkleiremektighet sør og østover for Sandmarkbekken, og området på nordøstsiden av Sandmarkbekken er regnet som en egen sone. Sonegrensene på østsiden og sørsiden er lagt langs naturlig grense med boring uten kvikkleire og mot berg.

Borpunkt 5 og 10 er angitt som kvikkleirepunkter i tegning 203. Punktene er likevel vurdert til å holdes utenfor faresonene, med bakgrunn i den slake terrenghelningen.

På vestsiden av Sandmarkvegen, sør for Korntrøberget er det antatt en potensiell faresone fra bekken og med utstrekning vestover til høyeste punkt av åkeren på vestsiden tilsvarende ca. utstrekning av beregnet sirkelflate, og videre sørover til E6.

## 4.2 Klassifisering

Faregradsklassifisering for områdene er utført for samme 3 snitt som er brukt for stabilitetsberegningene. Resultatene fra ROS-analysene er vist i bilag 4 - 6.

Profil A, mindre alvorlig skadekonsekvens, middels faregradsklasse og risikoklasse 3.

Profil B, alvorlig skadekonsekvens, middels faregradsklasse og risikoklasse 3.

Profil C, mindre alvorlig skadekonsekvens, middels faregradsklasse og risikoklasse 3.

## 5 SIKKERHETSKRAV FOR PLANLAGTE TILTAK.

Stabilitetsvurderingene er utført for områdestabilitet i dagens situasjon. Det er ikke vurdert tiltak som vil påvirke stabiliteten på området.

Krav til sikkerhetsfaktor for områdestabilitet er  $F \geq 1,4$ , eller prosentvis forbedring hvis  $F < 1,4$ , som vist i figur 5.1, i NVE – veileder referanse /1/.

Alle nye tiltak i området må vurderes i forhold til gjeldende NVE – veileder på tiltakstidspunktet, for lokal stabilitet og innvirkning på områdestabilitet. Tiltak utenfor området vil ikke påvirke vurderingene for området.

## 6 GRUNNLAG FOR STABILITETSVURDERINGER

### 6.1 Generelt

Stabilitetsberegningene er utført for 4 terrengsnitt som er vurdert som representative for området, basert på grunnundersøkelsene og topografi. To av profilene er plassert i østre del av området, ett profil er plassert i vestre del. Plassering av profilene er vist i tegning 202.

Terreng, lagdeling og fasthetsparametere er basert på kart og på resultater fra felt- og laboratorieundersøkelsene fra siste og tidligere grunnundersøkelser. Lagdeling og fasthetsprofil er tilpasset i hvert enkelt profil.

I siste grunnundersøkelse er prøvetakingen utført med 54 mm prøvetaker med plastsyylinder, og CPTU-sonderingene utført med Geotech Nova-sonde. Dokumentasjon av måldata for CPTU-sondering er vist i bilag 7 – 10.

*Overkonsolideringsgrad OCR og tidligere terrengnivå er tolket på grunnlag av CPTU og SHANSEP-metoden. OCR og styrkeprofiler i andre punkter er beregnet på grunnlag av antatt tidligere terrengnivå og SHANSEP-metoden.*

## 6.2 Udrenert skjærfasthet

Udrenert skjærfasthet i laboratoriet er målt på alle laboratorieprøvene med konus- og enaksialforsøk. Resultatene viser udrenert direkte skjærfasthet hovedsakelig i område  $c_{uK} / c_{uE} = 10 - 35$  kPa, med minste verdi i øverste del av kvikkleirelaget og generelt økende fasthet med dybden.

Tolking av udrenert skjærfasthet fra CPTU-sonderingene er utført på grunnlag av Lunne et al. (1997), ref. /3/, og Karlsrud et al. (2005), ref. /4/. Fasthetsprofilene er tolket på grunnlag av spissmotstand og poreovertrykk, med koeffisienter  $N_{kt}$  og  $N_{\Delta u}$  basert på  $B_q$ , OCR og  $I_p$ , for sensitive og ikke-sensitive materiale. Profiler med udrenert aktiv skjærfasthet,  $c_{uCr}$ , er vist i bilag 12 - 17.

Stabilitetsberegninger med totalspenningsanalyse er utført med anisotrop skjærfasthet, der følgende anisotropiforhold er benyttet, med bakgrunn i  $I_p \leq 10$ , ref. /2/.

$$c_{uD}/c_{uC} = 0,63$$

$$c_{uE}/c_{uC} = 0,35$$

I lag med kvikkleire er aktiv udrenert skjærfasthet redusert med 15 %. Udrenert direkte skjærfasthet fra laboratorieforsøk er korrigert i forhold til anisotropiforholdet.

## 6.3 Effektivspenningsparametere

Effektivspenningsparametere er valgt på grunnlag av treaksialforsøk og erfaringsverdier. Resultat fra treaksialforsøkene i punkt 2 er vist i bilag 16 - 17. Evaluering av prøve kvalitet basert på endring i poretrykk i treaksforsøk er vist i tabell nedenfor. Evalueringen er utført for OCR i størrelse 1 - 2. Kvaliteten på forsøk utført for konsolidering til in-situspenning er god til brukbar.

Tabell 1 viser resultat av kvalitetsvurdering av treaksialforsøkene.

**Tabell 1: Treaksialforsøk, kvalitet**

| Prøve         | D [m] | Konsolidering | $\Delta e$ | $\Delta e/e_o$ | Prøvekvalitet   |
|---------------|-------|---------------|------------|----------------|-----------------|
| Pkt. 2/lab. 3 | 9,55  | $p_0'$        | 0,034      | 0,048          | God til brukbar |
| Pkt. 2/lab. 3 | 9,65  | 1,2 $p_0'$    | 0,155      | 0,152          | Veldig dårlig   |
| Pkt. 2/lab. 5 | 14,50 | $p_0'$        | 0,067      | 0,066          | God til brukbar |
| Pkt. 2/lab. 5 | 14,60 | 1,2 $p_0'$    | 0,079      | 0,077          | Dårlig          |

Effektivspenningsparametere er valgt på grunnlag av treaksialforsøk i punkt 2 og erfaringsverdier, Statens vegvesen håndbok V220, ref. /6/ og NVE veileder, ref. /1/.

Parameterne er vist i tabell 2.

**Tabell 2: Effektivspenningsparametere**

| Lag | $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ] | $\phi'$ [°] | a [kPa] |
|-----|-------------------------------|-------------|---------|
|     |                               |             |         |

|                 |    |    |   |
|-----------------|----|----|---|
| Tørrskorpeleire | 20 | 30 | 0 |
| Sand            | 18 | 33 | 0 |
| Silt            | 20 | 31 | 0 |
| Kvikkleire      | 19 | 22 | 0 |
| Leire           | 19 | 26 | 0 |
| Grus            | 18 | 36 | 5 |

Målt sensitivitet i kvikkleirelaget er i størrelse  $S_t = 110 - 300$ , og vanninnhold  $w = 20 \% - 40 \%$ .

#### 6.4 Profil A

Lagdelling og fasthetsparametere i profilet er basert på sonderinger i borpunkt 3 og 4 rapport 1350004692\_Geo\_R01, borpunkt 8 og 11 rapport 6100799 rev. 2, og tidligere grunnundersøkelser av NSB bane ingeniørtjenesten i forbindelse med utredning for Gevingåsen tunnel. Lagdelingen i beregningsprofilen består av et øvre tørrskorpelag over silt- og sandlag, derunder kvikkleire og leire over grus ned til antatt berg.

I alt 11 punkt med totalsondering er lagt til grunn for lagdelingen i beregningsprofilen, hvorav 2 punkt er supplert med CPTU-sondering og 2 punkt med prøveserier. I borpunkt 4 rapport 1350004692\_Geo\_R01 er det utført poretrykkmåling i 2 nivå; 8 m og 16 m under terreng.

Sonderingene viser varierende mektigheter i lagdelingen. Kvikkleiras mektighet varierer fra 3 – 15 meter i undersøkelsespunktene, med størst mektighet ned mot Sandmarkbekken.

Ved tolkning av udrenert skjærfasthet fra CPTU-sondering i punkt 4, er tidligere terreng antatt til kote +26. SHANSEP-normalisering mot designlinje gir en udrenert skjærfasthet  $c_{uc} = 0,28 \cdot p'_0 \cdot OCR^{0,65}$  i beregningsprofilen. Tolking av udrenert skjærfasthet fra CPTU punkt 4 er vist i bilag 13. Skjærfasthetsprofiler benyttet i beregningen er vist i beregningsprofil i tegning 204 og i bilag 18.

Poretrykksmålinger i punkt 4 viser poreovertrykk. Her er det regnet med 115 % hydrostatisk poretrykk fra 1 – 17 meter under terreng, derunder 100 % hydrostatisk. Lenger opp i beregningsprofilen er det regnet med 100 % hydrostatisk poretrykk fra 1 meter under terreng.

#### 6.5 Profil B

Lagdelling og fasthetsparametere i profilet er basert på sonderingene i punkt 1 og 2 og tidligere grunnundersøkelse for E6 i vegprofil 17350 og 17400. Lagdelingen i beregningsprofilen består av et tørrskorpelag over siltig materiale, med bløt leire over grus ned mot avsluttet boringer ved fast grunn eller antatt berg.

Det er utført totalsonderinger og CPTU-sonderinger i pkt. 1 og 2. I SVV-boringer i profil 17350 og 17400 er det utført dreiestrykksonderinger. I punkt 2 og profil 17400 er det utført prøvetaking med laboratorieresultat.

Sonderingen i punkt 1 viser at øverste lag med antatt tørrskorpe og siltig materiale går til dybde 11 m under terreng, med antatt leire videre til dybde 34 m. I punkt 2 går øverste lag til dybde 8 m under terreng, med bløt leire videre til dybde 31 m under terreng.

På grunnlag av OCR fra CPTU og beregning av skjærfasthet etter SHANSEP-metoden, er tidligere terrengnivå antatt til kote +20 og +26 i henholdsvis pkt. 1 og 2.

Udrenert skjærfasthet i skråningen mellom punkt 2 og E6 er basert på SHANSEP der  $c_{uc} = 0,28 \cdot p'_0 \cdot OCR^{0,65}$ . Tolking av udrenert skjærfasthet fra CPTU-forsøk er vist i bilag 11 og 12.

Det er ikke utført måling av poretrykk i skråningen i profil B. I leirlaget under silten er det antatt poreovertrykk, tilsvarende som målt i punkt 4 i profil A. Det er regnet med 2 m poreovertrykk i dybden fra overgangen til leire. Fra 2 m dybde og opp til terreng er det regnet lineær trykkfordeling mot 0 kPa i terrengnivå.

I foten av skråningen ned mot bekken ved punkt 2 er det nylig lagt drenering.

## 6.6 Profil B2

Profilen er plassert nord for profil B i øvre del av skråningen. Lagdeling og fasthetsparametere i profilen er basert på samme grunnlag som profil B, med sonderingene i punkt 1 og 2 og tidligere grunnundersøkelser for E6 i vegprofil ca. 17390 (gammelt profil 17350) og ca. 17400.

Terrenget er litt brattere enn i profil B, men nedre del av profilen går ned i en senking i terrenget, som kan gi romvirkning. Dette er ikke regnet med i stabilitetsberegningene.

Resultatene i borpunkt 1 er overført med lagdeling til ca. samme kotenivå i profil B2. Lagdeling mellom punkt 1 og 17350 er antatt, med beregning av c-profil på grunnlag av overlagingstrykk. I forbindelse med bygging av E6, er terrenget ved profil 17350 – 17400 på E6 senket med opptil 5 m.

## 6.7 Profil C

Profilen er plassert på nordre del av området nærmest Korntrøberget. Dette er minst gunstige plassering i forhold til terreng høyde.

Profilen er tegnet på grunnlag av kart. Lagdeling og fasthetsparametere i profilen er basert på CPTU-sondering i punkt 8 og 2, og sondering i punkt MC1. Lagdeling og løsmassemekting kan være forsiktig antatt i øverste del av profilen, pga. at det er grunt til berg/berg i dagen i kanten av området Korntrøberget.

Designkurven for udrenert skjærfasthet er tolket fra CPTU-profil 8, vist i bilag 14.

Sammenligning mellom designkurve og Shansep – tilpassing, viser lavere parametere  $\alpha$  og  $\beta$  enn minimumsverdiene som vanligvis brukes. Verdiene er likevel brukt i valg av designkurve for skjærfasthet øverst i skråningen. Lagdeling og fasthetsprofil øverst i skråningen er derfor forsiktig valgt.

## 7 STABILITETSVURDERINGER

Stabiliteten i området er beregnet for dagens terreng med en drenert jordoppførsel og med udrenert jordoppførsel og bruddutvikling. Beregningene er utført med drenert effektivspenningsanalyse og udrenert totalspenningsanalyse med anisotrop skjærfasthetsforhold.

Stabilitetsberegningene er utført med beregningsprogram *GeoSuite Stability*, som er basert på grenselikevektmetoden. Beregningene er utført for plan tilstand, uten evt. romvirkning.

### 7.1 Profil A

Resultater fra stabilitetsberegningene er vist i tegning 204 – 205.

Beregnet sikkerhetsfaktor for profil A er over 1,4.

### 7.2 Profil B / B2

Resultater fra stabilitetsberegningene er vist i tegning 206 – 209.

Beregnet sikkerhetsfaktor for profil B og B2 er over 1,4.

### 7.3 Profil C.

Resultater fra stabilitetsberegningene er vist i tegning 210 – 211.

Stabilitet på sirkelflate øvre del av skråningen har lavest sikkerhetsfaktor.

Beregnet sikkerhetsfaktor for profil C er over 1,4.

### 7.4 Profil ved kryss E6, nordover langs Sandanvegen

Det er registrert kvikkleire ved utbygging av krysset på E6.



Mellom Sandmarkbekken og E6 – krysset er det er høydedrag i terrenget. Det er antatt at utløpsretning for evt. skred fra kryssområdet går nordover langs Sandanvegen øst for Korntrøberget.

Ved krysset er det bygd undergang med fyllinger. Stabiliteten er oppnådd ved bruk av avlastning og fyllinger med lette masser.

Stabilitet nordover langs Sandanvegen er undersøkt med resultat gitt i rapport 5776 nr. 12.

Terrenghelning langs Sandanvegen fra vestsiden av Korntrøberget og opp til krysset er 1: 20 målt på dagens kart.

## 7.5 Beregningsresultater.

Resultater fra stabilitetsberegningene er vist i tabell 3.

**Tabell 3: Beregnet materialfaktor  $\gamma_m$  fra stabilitetsberegninger**

| Profil | Totalspennings-analyse | Effektivspennings-analyse | Krav |
|--------|------------------------|---------------------------|------|
| A      | 2,05                   | 2,71                      | 1,4  |
| B      | 1,83                   | 1,95                      | 1,4  |
| B2     | 1,42                   | 2,26                      | 1,4  |
| C      | 1,66                   | 3,41                      | 1,4  |

## 8 AVGRENSING AV UTLØPSOMRÅDET

Der er ikke utført ny vurdering av utløpssonen. Vi viser til vurdering utført av NGI, ref. /5/.

I den østre delen av området er det ikke registrert kvikkleire i boringene langs Liavegen, og nord-vestre grense er flyttet sørøst for Liavegen. Den siste grunnundersøkelsen viser stor kvikkleiremektighet sør og østover for Sandmarkbekken, og området på nordøstsiden av Sandmarkbekken er foreslått som en sone. Sonegrensene på østsiden og sørsiden er lagt langs naturlig grense med boring uten kvikkleire og mot berg.

Sørvestre del av området er foreslått som en sone mellom Korntrøberget og E6, fra Sandmarkbekken til høyeste terrengrygg i vest.

Skredmassens volum er endret på grunn av endret utstrekningen av kvikkleiresonen. Det er regnet med 2 soner, med en på østsiden av Sandmarkbekken og en på vestsiden sør for Korntrøberget.

Skredvolum er regnet som all masse over nivå ved foten av skråningene, dvs. nivå langs bekken.

For østre område er det regnet med et areal på 93 000 m<sup>2</sup> og volum på 650 000 m<sup>3</sup>. For det vestre området er det regnet med areal 42 000 m<sup>2</sup> og volum 350 000 m<sup>3</sup>.

## 9 KONKLUSJON

Det er foreslått inndeling i 2 faresoner med en sone øst for Sandmarkbekken og en sone vest for bekken. Avgrensingen i øst er lagt i forhold til boringer uten kvikkleire, og avgrensing vestover er lagt langs høyde i terrenget.

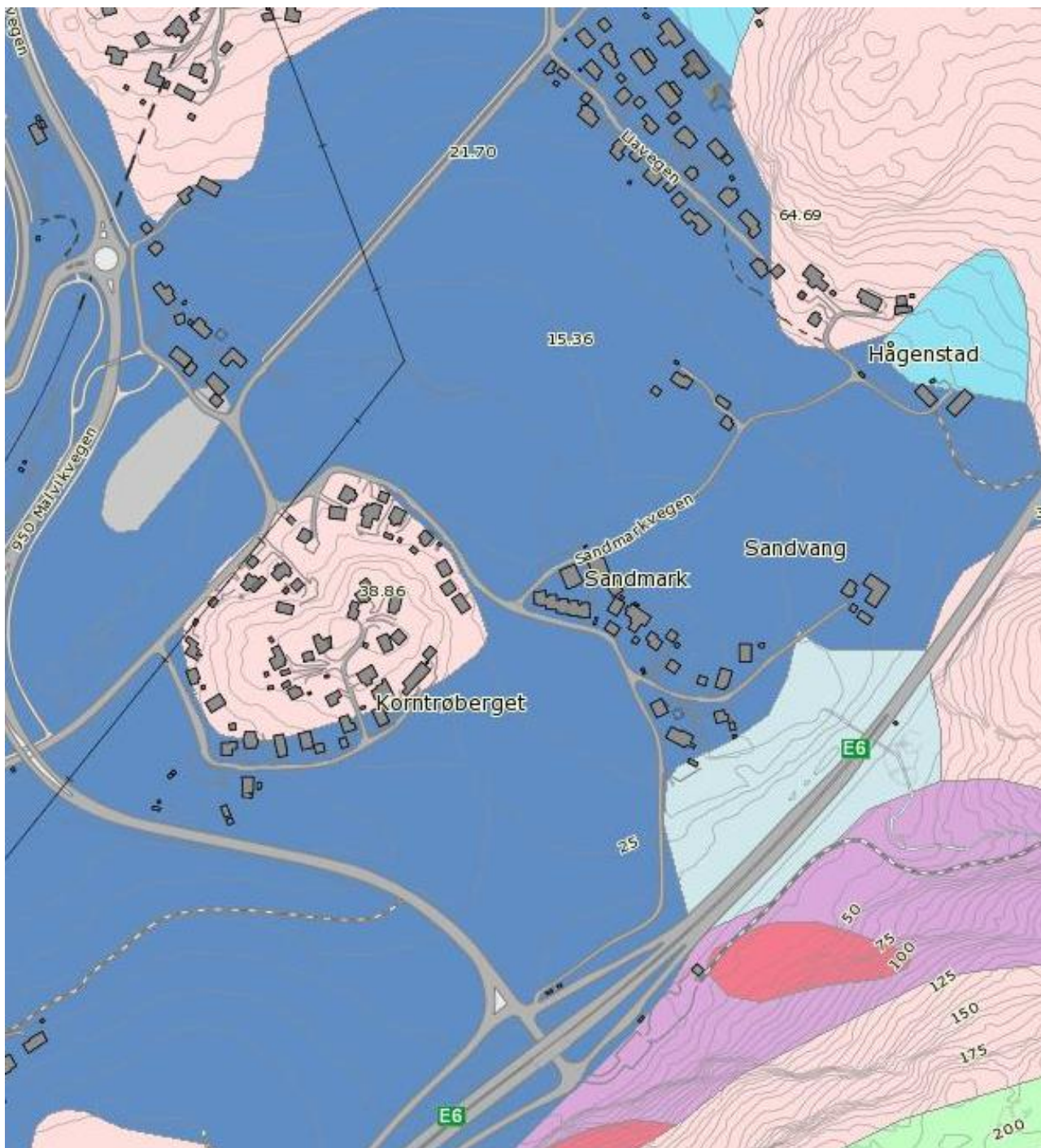
Faregradsklassifisering i sonene er utført for 3 terrengsnitt som er vurdert som representative for området, basert på grunnundersøkelsene og topografi. To av profilene er plassert i østre del av området, ett profil er plassert i vestre del. Klassifiseringen viser middels faregradsklasse for alle profilene.

Stabilitetsberegningene er utført for samme terrengprofiler som klassifiseringen.

Stabilitetsberegningene av området i dagens situasjon gir sikkerhetsfaktor  $F > 1,4$ , som er over kravet gitt i NVE-veileder 7/2014.

**10 REFERANSER**

- /1/ NVE, Veileder 7/2014. «Sikkerhet mot kvikkleireskred – Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper»
- /2/ NVE, JBV og SVV, NIFS-rapport 14/2014. «En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer»
- /3/ Lunne, T, Robertson, P.K. & Powell, J.J.M. (1997). «Cone Penetration Testing in geotechnical practice»
- /4/ Karlsrud, K., Lunne, T., Kort, D.A. & Strandvik, S. (2005). «CPTU correlations for clays»
- /5/ NGI, Notat 20091622-00-28-TN (2011). «Hommelvik Sjøside AS – Skredmassers utløp ved eventuelt kvikkleireskred i området Lia – Skjeldbreda (Liavegen)»
- /6/ SVV, Håndbok V220 (2010/2014). «Geoteknikk i vegbygging»
- /7/ Rambøll, Notat 1350004692\_Geo\_N01 (2014). «Lia Hommelvik. Samling av data fra felt og laboratorieforsøk»
- /8/ NGF, Melding nr. 11 (2013). «Veiledning for prøvetaking»



Malvik kommune  
Lia Hommelvik

NGU, løsmassekart.  
Marin strandavsetning.

MÅLESTOKK

TEGNET  
KEg

DATO  
15.10.2014

OPPDRAG  
1350004692

BILAG  
1

TEGN.NR.






Sør for Sandmarkbekken. Fjell i dagen.



Profil B. Borpunkt 2. Drenering i foten av skråningen.

|   |                                 |                    |                      |
|---|---------------------------------|--------------------|----------------------|
|  | Malvik kommune<br>Lia Hommelvik | MÅLESTOKK          | OPPDRA<br>1350004692 |
|   | Befaring 24/10 2014             | TEGNET<br>KEg      | BILAG<br>2           |
|   |                                 | DATO<br>15.10.2014 | TEGN.NR.             |






Vestre elvekant nord. Sig i skråning?



Borpunkt 4. Bløtt område, høy vannstand.

|   |                                 |                    |                       |
|---|---------------------------------|--------------------|-----------------------|
|  | Malvik kommune<br>Lia Hommelvik | MÅLESTOKK          | OPPDRAG<br>1350004692 |
|   | Befaring 24/10 2014             | TEGNET<br>KEg      | BILAG<br>3            |
|   |                                 | DATO<br>15.10.2014 | TEGN.NR.              |

ref: "Program for økt sikkerhet mot leirskred, Metode for kartlegging og klassifisering av faresone, kvikkleire"  
 20001008-2 datert 31 august 2001. Revisjon 3 datert 8 oktober 2008

## Skadekonsekvens

## Forklaring

| vurdering:              |         |              |                      |           |
|-------------------------|---------|--------------|----------------------|-----------|
| Faktor                  | vektall | Analyse 2014 | Korrigert analyse ?? | kommentar |
| Boligheter              | 4       | 1            |                      |           |
| Næringsbygg, personer   | 3       | 1            |                      |           |
| Annen Bebyggelse, verdi | 1       | 1            |                      |           |
| Vei                     | 2       | 0            |                      |           |
| Toglinje                | 2       | 0            |                      |           |
| Kraftnett               | 1       | 0            |                      |           |
| Oppdemming/flo          | 2       | 1            |                      |           |

| Faktor                  | vektall | Konsekvens, score |           |              |       |
|-------------------------|---------|-------------------|-----------|--------------|-------|
|                         |         | 3                 | 2         | 1            | 0     |
| Boligheter, antall      | 4       | Tett>5            | Spredt >5 | Spredt <5    | Ingen |
| Næringsbygg, personer   | 3       | >50               | 10-50     | <10          | Ingen |
| Annen Bebyggelse, verdi | 1       | Stor              | Betydelig | Begrenset    | Ingen |
| Vei, ÅDT                | 2       | >5000             | 1001-5000 | 100-1000     | <100  |
| Toglinje, baneprioritet | 2       | 1-2               | 3-4       | 5            | Ingen |
| Kraftnett               | 1       | Sentral           | Regional  | Distribusjon | Lokal |
| Oppdemming/flo          | 2       | Alvorlig          | Middels   | Liten        | Ingen |

Poeng (score x vektall): 10 0

Beregnet skadekonsekvensklasse: **Mindre alvorlig** Mindre alvorlig  
 Skadekonsekvens 0.22 0.00

## Faregradsklasser (sannsynlighet)

## Forklaring

| vurdering:                      |         |              |                      |           |
|---------------------------------|---------|--------------|----------------------|-----------|
| Faktor                          | vektall | Analyse 2014 | Korrigert analyse ?? | kommentar |
| Tidligere skredaktivitet        | 1       | 0            |                      |           |
| Skråningshøyde                  | 2       | 0            |                      |           |
| Tidligere/nåværende terrengnivå | 2       | 3            |                      |           |
| Poretrykk, overtrykk            | 3       | 2            |                      |           |
| Poretrykk, undertrykk           | -3      | 0            |                      |           |
| Kvikkleiremektighet             | 2       | 3            |                      |           |
| Sensitivitet                    | 1       | 3            |                      |           |
| Erosjon                         | 3       | 1            |                      |           |
| Inngrep, forverring             | 3       | 0            |                      |           |
| Inngrep, forbedring             | -3      | 0            |                      |           |

| Faktor                                | vektall | Faregrad, score |          |         |              |
|---------------------------------------|---------|-----------------|----------|---------|--------------|
|                                       |         | 3               | 2        | 1       | 0            |
| Tidligere skredaktivitet              | 1       | Høy             | Noe      | Lav     | Ingen        |
| Skråningshøyde, m                     | 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 |
| Poretrykk, undertrykk (kPa)           | -3      | >-50            | -(20-50) | -(0-20) | Hydrostatisk |
| Kvikkleiremektighet                   | 2       | >H/2            | H/2-H/4  | <H/4    | Tynt lag     |
| Sensitivitet                          | 1       | >100            | 30-100   | 20-30   | <20          |
| Erosjon                               | 3       | Aktiv/Glidning  | Noe      | Lite    | Ingen        |
| Inngrep, forverring                   | 3       | Stor            | Noe      | Liten   | Ingen        |
| Inngrep, forbedring                   | -3      | Stor            | Noe      | Liten   | Ingen        |

Poeng (score x vektall): 24 0

Beregnet faregradklasse: **Middels** Lav  
 Faregrad 0.47 0.00

Risiko (skadekonsekvens x faregrad) 1046 0  
**Risikoklasse: 3 1**

ref: "Program for økt sikkerhet mot leirskred, Metode for kartlegging og klassifisering av faresone, kvikkleire"  
 20001008-2 datert 31 august 2001. Revisjon 3 datert 8 oktober 2008

## Skadekonsekvens

## Forklaring

| vurdering:              |         |              |                      |           |
|-------------------------|---------|--------------|----------------------|-----------|
| Faktor                  | vektall | Analyse 2014 | Korrigert analyse ?? | kommentar |
| Boligheter              | 4       | 2            |                      |           |
| Næringsbygg, personer   | 3       | 0            |                      |           |
| Annen Bebyggelse, verdi | 1       | 1            |                      |           |
| Vei                     | 2       | 3            |                      |           |
| Toglinje                | 2       | 0            |                      |           |
| Kraftnett               | 1       | 0            |                      |           |
| Oppdemming/floam        | 2       | 1            |                      |           |

| Faktor                  | vektall | Konsekvens, score |           |              |       |
|-------------------------|---------|-------------------|-----------|--------------|-------|
|                         |         | 3                 | 2         | 1            | 0     |
| Boligheter, antall      | 4       | Tett>5            | Spredt >5 | Spredt <5    | Ingen |
| Næringsbygg, personer   | 3       | >50               | 10-50     | <10          | Ingen |
| Annen Bebyggelse, verdi | 1       | Stor              | Betydelig | Begrenset    | Ingen |
| Vei, ÅDT                | 2       | >5000             | 1001-5000 | 100-1000     | <100  |
| Toglinje, baneprioritet | 2       | 1-2               | 3-4       | 5            | Ingen |
| Kraftnett               | 1       | Sentral           | Regional  | Distribusjon | Lokal |
| Oppdemming/floam        | 2       | Alvorlig          | Middels   | Liten        | Ingen |

Poeng (score x vektall): 17 0

Beregnet skadekonsekvensklasse: **Alvorlig** Mindre alvorlig  
 Skadekonsekvens 0.38 0.00

## Faregradsklasser (sannsynlighet)

## Forklaring

| vurdering:                      |         |              |                      |           |
|---------------------------------|---------|--------------|----------------------|-----------|
| Faktor                          | vektall | Analyse 2014 | Korrigert analyse ?? | kommentar |
| Tidligere skredaktivitet        | 1       | 0            |                      |           |
| Skråningshøyde                  | 2       | 1            |                      |           |
| Tidligere/nåværende terrengnivå | 2       | 3            |                      |           |
| Poretrykk, overtrykk            | 3       | 1            |                      |           |
| Poretrykk, undertrykk           | -3      | 0            |                      |           |
| Kvikkleiremektighet             | 2       | 3            |                      |           |
| Sensitivitet                    | 1       | 3            |                      |           |
| Erosjon                         | 3       | 1            |                      |           |
| Inngrep, forverring             | 3       | 0            |                      |           |
| Inngrep, forbedring             | -3      | 0            |                      |           |

| Faktor                                | vektall | Faregrad, score |          |         |              |
|---------------------------------------|---------|-----------------|----------|---------|--------------|
|                                       |         | 3               | 2        | 1       | 0            |
| Tidligere skredaktivitet              | 1       | Høy             | Noe      | Lav     | Ingen        |
| Skråningshøyde, m                     | 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 |
| Poretrykk, undertrykk (kPa)           | -3      | >-50            | -(20-50) | -(0-20) | Hydrostatisk |
| Kvikkleiremektighet                   | 2       | >H/2            | H/2-H/4  | <H/4    | Tynt lag     |
| Sensitivitet                          | 1       | >100            | 30-100   | 20-30   | <20          |
| Erosjon                               | 3       | Aktiv/Glidning  | Noe      | Lite    | Ingen        |
| Inngrep, forverring                   | 3       | Stor            | Noe      | Liten   | Ingen        |
| Inngrep, forbedring                   | -3      | Stor            | Noe      | Liten   | Ingen        |

Poeng (score x vektall): 23 0

Beregnet faregradsklasse: **Middels** Lav  
 Faregrad 0.45 0.00

Risiko (skadekonsekvens x faregrad) 1704 0  
**Risikoklasse: 3 1**



ref: "Program for økt sikkerhet mot leirskred, Metode for kartlegging og klassifisering av faresone, kvikkleire"  
 20001008-2 datert 31 august 2001. Revisjon 3 datert 8 oktober 2008

## Skadekonsekvens

## Forklaring

| vurdering:              |         |              |                      |           |
|-------------------------|---------|--------------|----------------------|-----------|
| Faktor                  | vektall | Analyse 2014 | Korrigert analyse ?? | kommentar |
| Boligheter              | 4       | 2            |                      |           |
| Næringsbygg, personer   | 3       | 0            |                      |           |
| Annen Bebyggelse, verdi | 1       | 0            |                      |           |
| Vei                     | 2       | 0            |                      |           |
| Toglinje                | 2       | 0            |                      |           |
| Kraftnett               | 1       | 0            |                      |           |
| Oppdemming/flo          | 2       | 1            |                      |           |

| Faktor                  | vektall | Konsekvens, score |           |              |       |
|-------------------------|---------|-------------------|-----------|--------------|-------|
|                         |         | 3                 | 2         | 1            | 0     |
| Boligheter, antall      | 4       | Tett>5            | Spredt >5 | Spredt <5    | Ingen |
| Næringsbygg, personer   | 3       | >50               | 10-50     | <10          | Ingen |
| Annen Bebyggelse, verdi | 1       | Stor              | Betydelig | Begrenset    | Ingen |
| Vei, ÅDT                | 2       | >5000             | 1001-5000 | 100-1000     | <100  |
| Toglinje, baneprioritet | 2       | 1-2               | 3-4       | 5            | Ingen |
| Kraftnett               | 1       | Sentral           | Regional  | Distribusjon | Lokal |
| Oppdemming/flo          | 2       | Alvorlig          | Middels   | Liten        | Ingen |

Poeng (score x vektall): 10 0

Beregnet skadekonsekvensklasse: **Mindre alvorlig** Mindre alvorlig  
 Skadekonsekvens 0.22 0.00

## Faregradsklasser (sannsynlighet)

## Forklaring

| vurdering:                      |         |              |                      |           |
|---------------------------------|---------|--------------|----------------------|-----------|
| Faktor                          | vektall | Analyse 2014 | Korrigert analyse ?? | kommentar |
| Tidligere skredaktivitet        | 1       | 0            |                      |           |
| Skråningshøyde                  | 2       | 1            |                      |           |
| Tidligere/nåværende terrengnivå | 2       | 3            |                      |           |
| Poretrykk, overtrykk            | 3       | 1            |                      |           |
| Poretrykk, undertrykk           | -3      | 0            |                      |           |
| Kvikkleiremektighet             | 2       | 3            |                      |           |
| Sensitivitet                    | 1       | 3            |                      |           |
| Erosjon                         | 3       | 1            |                      |           |
| Inngrep, forverring             | 3       | 0            |                      |           |
| Inngrep, forbedring             | -3      | 0            |                      |           |

| Faktor                                | vektall | Faregrad, score |          |         |              |
|---------------------------------------|---------|-----------------|----------|---------|--------------|
|                                       |         | 3               | 2        | 1       | 0            |
| Tidligere skredaktivitet              | 1       | Høy             | Noe      | Lav     | Ingen        |
| Skråningshøyde, m                     | 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 |
| Poretrykk, undertrykk (kPa)           | -3      | >-50            | -(20-50) | -(0-20) | Hydrostatisk |
| Kvikkleiremektighet                   | 2       | >H/2            | H/2-H/4  | <H/4    | Tynt lag     |
| Sensitivitet                          | 1       | >100            | 30-100   | 20-30   | <20          |
| Erosjon                               | 3       | Aktiv/Glidning  | Noe      | Lite    | Ingen        |
| Inngrep, forverring                   | 3       | Stor            | Noe      | Liten   | Ingen        |
| Inngrep, forbedring                   | -3      | Stor            | Noe      | Liten   | Ingen        |


Poeng (score x vektall): 23 0

Beregnet faregradklasse: **Middels** Lav  
 Faregrad 0.45 0.00


Risiko (skadekonsekvens x faregrad) 1002 0  
**Risikoklasse: 3 1**




# DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

| Sonde nr.:  | 4353                              | Oppløsning:                    | 18-bit                 |
|---|-----------------------------------|--------------------------------|------------------------|
| SONDEDATA   |                                   |                                |                        |
| Arealforhold, a:  | 0,831                             | Arealforhold, b:               | 0                      |
| Kalibreringsdato:   | 03.04.2013                        | Utførende:                     | Geotech AB             |
| EGENSKAP (fra kalibreringsark)  | SPISSMOTSTAND                     | SIDEFRIKSJON                   | PORETRYKK              |
| Maksimum spenning [MPa]   | 50                                | 0,5                            | 2                      |
| Måleområde [MPa]:   | 50                                | 0,5                            | 2                      |
| Oppløsning 12-bit [kPa]:  | -                                 | -                              | -                      |
| Oppløsning 18-bit [kPa]:  | 0,5723                            | 0,0102                         | 0,0194                 |
| Max. temp. effekt, ubelastet [kPa]:   | 21,1751                           | 0,459                          | 0,5044                 |
| Temperaturområde [°C]:  | 0-40                              | 0-40                           | 0-40                   |
| Merknad:  |                                   |                                |                        |
| UTFØRELSE   |                                   |                                |                        |
| Borpunkt nr.:   | 1                                 | Dato:                          | 04.07.2014             |
| Borleder:   | Husby, Allan                      | Assistent:                     | Ingen                  |
| Filtertype:   | Spaltefilter                      | Mettningsmedium:               | Silikonfett/frostvæske |
| Forankring:   | Ja                                | Sondetemperatur start [°C]:    | 22,5                   |
| Forboring [m]:  | 4                                 | Sondetemperatur slutt [°C]:    | 6,7                    |
| Sum boring [m]:   | 30,09                             | Kontroll skriver [m]:          | 30,09                  |
| Avstand mellom målinger [mm]:   | 20                                | Max. helning [°]:              | 6,7                    |
| Merknad:  |                                   |                                |                        |
| MÅLEVARIALE   |                                   |                                |                        |
| EGENSKAP  | SPISSMOTSTAND                     | SIDEFRIKSJON                   | PORETRYKK              |
| Maksimal temperatureffekt [kPa]:  | 8,3642                            | 0,1813                         | 0,1992                 |
| NULLPUNKTKONTROLL   |                                   |                                |                        |
| FAKTOR  | NA (q)                            | NB (f)                         | NC (u)                 |
| Før sondering:  |                                   |                                |                        |
| Etter sondering:  |                                   |                                |                        |
| Avvik [MPa/kPa/kPa]:  | 0,0046                            | 0,3                            | 1,5                    |
| NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE                        |                                   |                                |                        |
| MÅLESTØRRELSE   | SPISSMOTSTAND                     | SIDEFRIKSJON                   | PORETRYKK              |
| Samlet nøyaktighet, $\Delta_{TOT}$ [kPa]:   | 13,5365                           | 0,4915                         | 1,7186                 |
| Tillatt nøyaktighet A1, $\Delta_k$ [kPa]:   | 35                                | 5                              | 10                     |
| Tillatt nøyaktighet A2, $\Delta_k$ [kPa]:   | 100                               | 15                             | 25                     |
| Tillatt nøyaktighet A3, $\Delta_k$ [kPa]:   | 200                               | 25                             | 50                     |
| ANVENDELSESKLASSE:  | 1                                 | 1                              | 1                      |
| Vurdering profil:   |                                   |                                |                        |
| Oppdragsgiver:<br><b>Malvik kommune</b><br>Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet | Oppdrag:<br><b>Lia, Hommelvik</b> |                                |                        |
| Borpunkt nr.:   | 1                                 | Sonde:                         | 4353                   |
|    | Dato:<br><b>04.07.2014</b>        | Tegnet:<br><b>Husby, Allan</b> | Kontrollert:           |
|   | Oppdragsnr.:<br><b>1350004692</b> | Bilag nr.:<br><b>7</b>         |                        |


# DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

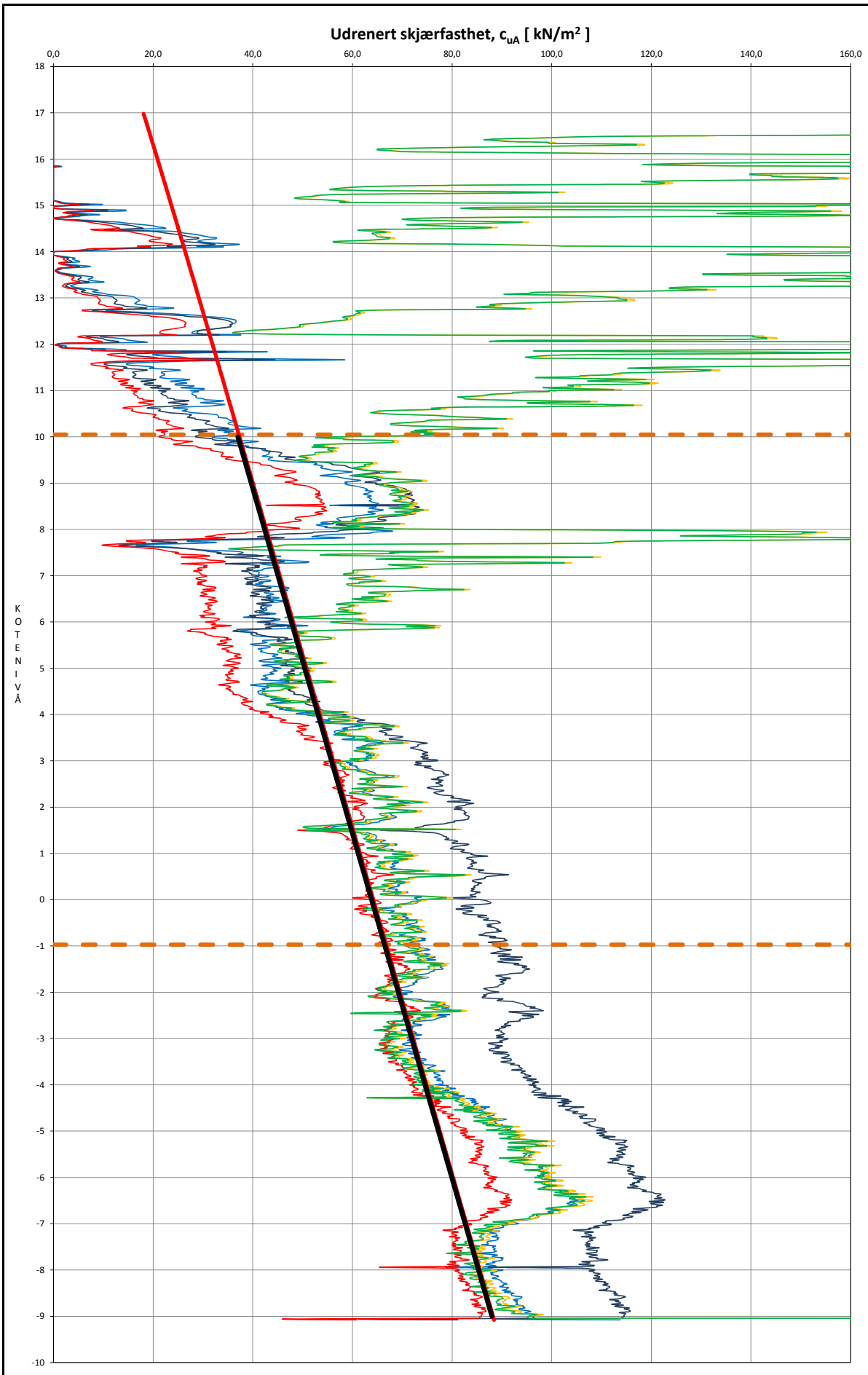
| Sonde nr.:  | 4353                           | Opplysning:                 | 18-bit                 |              |
|---|--------------------------------|-----------------------------|------------------------|--------------|
| SONDEDATA   |                                |                             |                        |              |
| Arealforhold, a:  | 0,831                          | Arealforhold, b:            | 0                      |              |
| Kalibreringsdato:   | 03.04.2013                     | Utførende:                  | Geotech AB             |              |
| EGENSKAP (fra kalibreringsark)  | SPISSMOTSTAND                  | SIDEFRIKSJON                | PORETRYKK              |              |
| Maksimum spenning [MPa]   | 50                             | 0,5                         | 2                      |              |
| Måleområde [MPa]:   | 50                             | 0,5                         | 2                      |              |
| Opplysning 12-bit [kPa]:  | -                              | -                           | -                      |              |
| Opplysning 18-bit [kPa]:  | 0,5723                         | 0,0102                      | 0,0194                 |              |
| Max. temp. effekt, ubelastet [kPa]:   | 21,1751                        | 0,459                       | 0,5044                 |              |
| Temperaturområde [°C]:  | 0-40                           | 0-40                        | 0-40                   |              |
| Merknad:  |                                |                             |                        |              |
| UTFØRELSE   |                                |                             |                        |              |
| Borpunkt nr.:   | 2                              | Dato:                       | 01.06.2014             |              |
| Borleder:   | Husby, Allan                   | Assistent:                  | Ingen                  |              |
| Filtertype:   | Spaltefilter                   | Mettningsmedium:            | Silikonfett/frostvæske |              |
| Forankring:   | Ja                             | Sondetemperatur start [°C]: | 17,1                   |              |
| Forboring [m]:  | 3                              | Sondetemperatur slutt [°C]: | 7                      |              |
| Sum boring [m]:   | 30,74                          | Kontroll skriver [m]:       | 30,74                  |              |
| Avstand mellom målinger [mm]:   | 20                             | Max. helning [°]:           | 5,9                    |              |
| Merknad:  |                                |                             |                        |              |
| MÅLEVARIALE   |                                |                             |                        |              |
| EGENSKAP  | SPISSMOTSTAND                  | SIDEFRIKSJON                | PORETRYKK              |              |
| Maksimal temperatureffekt [kPa]:  | 5,3467                         | 0,1159                      | 0,1274                 |              |
| NULLPUNKTKONTROLL   |                                |                             |                        |              |
| FAKTOR  | NA (q)                         | NB (f)                      | NC (u)                 |              |
| Før sondering:  |                                |                             |                        |              |
| Etter sondering:  |                                |                             |                        |              |
| Avvik [MPa/kPa/kPa]:  | 0,0075                         | 0                           | 0,1                    |              |
| NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE                      |                                |                             |                        |              |
| MÅLESTØRRELSE   | SPISSMOTSTAND                  | SIDEFRIKSJON                | PORETRYKK              |              |
| Samlet nøyaktighet, $\Delta_{TOT}$ [kPa]:   | 13,4190                        | 0,1261                      | 0,2468                 |              |
| Tillatt nøyaktighet A1, $\Delta_k$ [kPa]:   | 35                             | 5                           | 10                     |              |
| Tillatt nøyaktighet A2, $\Delta_k$ [kPa]:   | 100                            | 15                          | 25                     |              |
| Tillatt nøyaktighet A3, $\Delta_k$ [kPa]:   | 200                            | 25                          | 50                     |              |
| ANVENDELSESKLASSE:  | 1                              | 1                           | 1                      |              |
| Vurdering profil:   |                                |                             |                        |              |
| Oppdragsgiver:  | Oppdrag: <b>1350004692 LIA</b> |                             |                        |              |
| Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet  |                                |                             |                        |              |
| Borpunkt nr.:   | 2                              | Sonde:                      | 4353                   |              |
|  | Dato:                          | 01.06.2014                  | Tegnet:                | Husby, Allan |
|   | Oppdragsnr.:                   | 1350004692                  | Bilag nr.:             | 8            |
|   |                                | Kontrollert:                |                        |              |

# DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

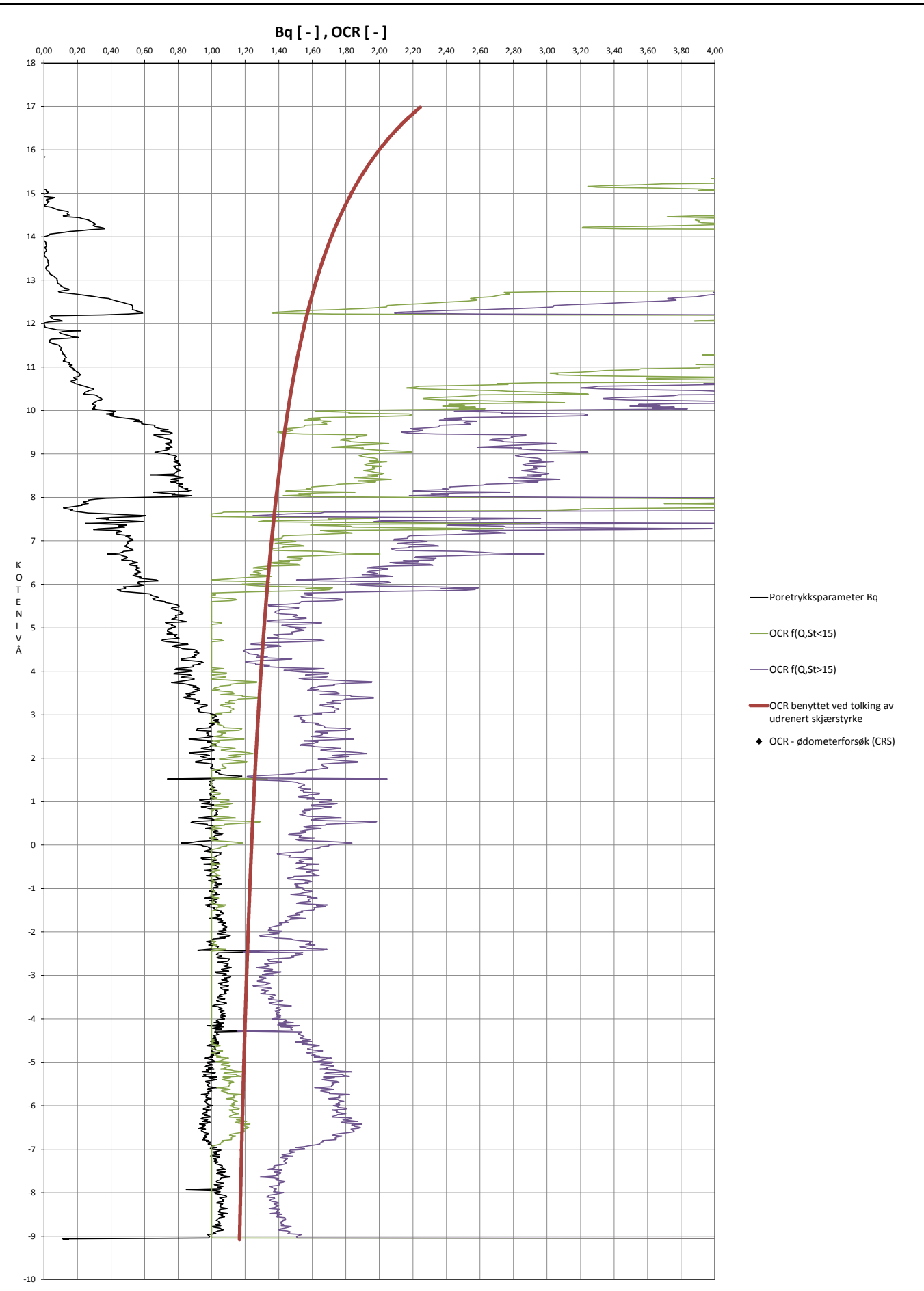
| Sonde nr.:  | 4353                           | Oppløsning:                 | 18-bit                      |
|---|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| SONDEDATA   |                                |                             |                             |
| Arealforhold, a:  | 0,831                          | Arealforhold, b:            | 0                           |
| Kalibreringsdato:   | 03.04.2013                     | Utførende:                  | Geotech AB                  |
| EGENSKAP (fra kalibreringsark)  | SPISSMOTSTAND                  | SIDEFRIKSJON                | PORETRYKK                   |
| Maksimum spenning [MPa]   | 50                             | 0,5                         | 2                           |
| Måleområde [MPa]:   | 50                             | 0,5                         | 2                           |
| Oppløsning 12-bit [kPa]:  | -                              | -                           | -                           |
| Oppløsning 18-bit [kPa]:  | 0,5723                         | 0,0102                      | 0,0194                      |
| Max. temp. effekt, ubelastet [kPa]:   | 21,1751                        | 0,459                       | 0,5044                      |
| Temperaturområde [°C]:  | 0-40                           | 0-40                        | 0-40                        |
| Merknad:  |                                |                             |                             |
| UTFØRELSE   |                                |                             |                             |
| Borpunkt nr.:   | 4                              | Dato:                       | 03.07.2014                  |
| Borleder:   | Husby, Allan                   | Assistent:                  | Ingen                       |
| Filtertype:   | Spaltefilter                   | Mettningsmedium:            | Silikonfett/frostvæske      |
| Forankring:   | Ja                             | Sondetemperatur start [°C]: | 16,5                        |
| Forboring [m]:  | 6                              | Sondetemperatur slutt [°C]: | 7,1                         |
| Sum boring [m]:   | 24,02                          | Kontroll skriver [m]:       | 24,02                       |
| Avstand mellom målinger [mm]:   | 20                             | Max. helning [°]:           | 2,1                         |
| Merknad:  |                                |                             |                             |
| MÅLEVARIALE   |                                |                             |                             |
| EGENSKAP  | SPISSMOTSTAND                  | SIDEFRIKSJON                | PORETRYKK                   |
| Maksimal temperatureffekt [kPa]:  | 4,9761                         | 0,1079                      | 0,1185                      |
| NULLPUNKTKONTROLL   |                                |                             |                             |
| FAKTOR  | NA (q)                         | NB (f)                      | NC (u)                      |
| Før sondering:  |                                |                             |                             |
| Etter sondering:  |                                |                             |                             |
| Avvik [MPa/kPa/kPa]:  | 0,0046                         | -1,8                        | 4,7                         |
| NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE                      |                                |                             |                             |
| MÅLESTØRRELSE   | SPISSMOTSTAND                  | SIDEFRIKSJON                | PORETRYKK                   |
| Samlet nøyaktighet, $\Delta_{TOT}$ [kPa]:   | 10,1484                        | 1,9181                      | 4,8379                      |
| Tillatt nøyaktighet A1, $\Delta_k$ [kPa]:   | 35                             | 5                           | 10                          |
| Tillatt nøyaktighet A2, $\Delta_k$ [kPa]:   | 100                            | 15                          | 25                          |
| Tillatt nøyaktighet A3, $\Delta_k$ [kPa]:   | 200                            | 25                          | 50                          |
| ANVENDELSESKLASSE:  | 1                              | 1                           | 1                           |
| Vurdering profil:   |                                |                             |                             |
| Oppdragsgiver:  | Oppdrag: <b>1350004692 LIA</b> |                             |                             |
| Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet  |                                |                             |                             |
| Borpunkt nr.:   | 4                              | Sonde:                      | 4353                        |
|  | Dato:                          | 03.07.2014                  | Tegnet: <b>Husby, Allan</b> |
|   | Oppdragsnr.:                   | 1350004692                  | Bilag nr.: <b>9</b>         |
|   |                                | Kontrollert:                |                             |

# DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

| Sonde nr.:  | 4505                    | Oppløsning:                 | 18-bit              |
|---|-------------------------|-----------------------------|---------------------|
| SONDEDATA   |                         |                             |                     |
| Arealforhold, a:  | 0,851                   | Arealforhold, b:            | 0                   |
| Kalibreringsdato:   | 11.10.2012              | Utførende:                  | Geotech AB          |
| EGENSKAP (fra kalibreringsark)  |                         | SPISSMOTSTAND               | SIDEFRIKSJON        |
| Maksimum spenning [MPa]   | 50                      | 0,5                         | 2                   |
| Måleområde [MPa]:   | 50                      | 0,5                         | 2                   |
| Oppløsning 12-bit [kPa]:  | -                       | -                           | -                   |
| Oppløsning 18-bit [kPa]:  | 0,5741                  | 0,0104                      | 0,0222              |
| Max. temp. effekt, ubelastet [kPa]:   | 26,9827                 | 0,6968                      | 0,7104              |
| Temperaturområde [°C]:  | 0-40                    | 0-40                        | 0-40                |
| Merknad:  |                         |                             |                     |
| UTFØRELSE   |                         |                             |                     |
| Borpunkt nr.:   | 8                       | Dato:                       | 04.09.2014          |
| Borleder:   | Foss, Johan             | Assistent:                  | Krokstad, Jon Løvås |
| Filtertype:   | Ferdigmettet porøfilter | Mettningsmedium:            | Frostvæske          |
| Forankring:   | Ja                      | Sondetemperatur start [°C]: | 13                  |
| Forboring [m]:  | 2                       | Sondetemperatur slutt [°C]: | 6,4                 |
| Sum boring [m]:   | 22                      | Kontroll skriver [m]:       | 22,03               |
| Avstand mellom målinger [mm]:   | 20                      | Max. helning [°]:           | 5                   |
| Merknad:  |                         |                             |                     |
| MÅLEVARIABLE  |                         |                             |                     |
| EGENSKAP  |                         | SPISSMOTSTAND               | SIDEFRIKSJON        |
| Maksimal temperatureffekt [kPa]:  | 4,4521                  | 0,1150                      | 0,1172              |
| NULLPUNKTKONTROLL   |                         |                             |                     |
| FAKTOR  |                         | NA (q)                      | NB (f)              |
| Før sondering:  |                         |                             |                     |
| Etter sondering:  |                         |                             |                     |
| Avvik [MPa/kPa/kPa]:  | -0,008                  | 1,1                         | 0,1                 |
| NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE                      |                         |                             |                     |
| MÅLESTØRRELSE   |                         | SPISSMOTSTAND               | SIDEFRIKSJON        |
| Samlet nøyaktighet, $\Delta_{TOT}$ [kPa]:   | 13,0262                 | 1,2254                      | 0,2394              |
| Tillatt nøyaktighet A1, $\Delta_k$ [kPa]:   | 35                      | 5                           | 10                  |
| Tillatt nøyaktighet A2, $\Delta_k$ [kPa]:   | 100                     | 15                          | 25                  |
| Tillatt nøyaktighet A3, $\Delta_k$ [kPa]:   | 200                     | 25                          | 50                  |
| ANVENDELSESKLASSE:  | 1                       | 1                           | 1                   |
| Vurdering profil:   |                         |                             |                     |
| Oppdragsgiver:  | <b>Lia Hommelvik</b>    |                             | Oppdrag:            |
| Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet  |                         |                             |                     |
| Borpunkt nr.:   | 8                       | Sonde:                      | 4505                |
|  | Dato:                   | 04.09.2014                  | Tegnet:             |
|   |                         | <b>Foss, Johan</b>          | Kontrollert:        |
|   | Oppdragsnr.:            | 1350004692                  | Bilag nr.:          |
|   |                         | 10                          | PAW                 |



- $N_{du}=4.5 \cdot B_q$
- $N_{du}=6.9-4.0 \cdot \log(OCR)+0.07 \cdot I_p$  -  $St < 15$
- $N_{kt}=7.8+2.5 \cdot \log(OCR)+0.082 \cdot I_p$  -  $St < 15$
- $N_{du}=9.8-4.5 \cdot \log(OCR)$  -  $St > 15$
- $N_{kt}=8.5+2.5 \cdot \log(OCR)$  -  $St > 15$
- CAUA - treaksialforsøk
- KL - øvre grense
- KL - nedre grense
- ◆  $Konus \cdot cuC/cuD$
- $Enaks \cdot cuC/cuD$
- SHANSEP
- Designlinje



- Poretrykksparameter  $B_q$
- $OCR f(Q, St < 15)$
- $OCR f(Q, St > 15)$
- OCR benyttet ved tolking av udrenert skjærstyrke
- ◆ OCR - ødometerforsøk (CRS)

**Tolkningsgrunnlag**

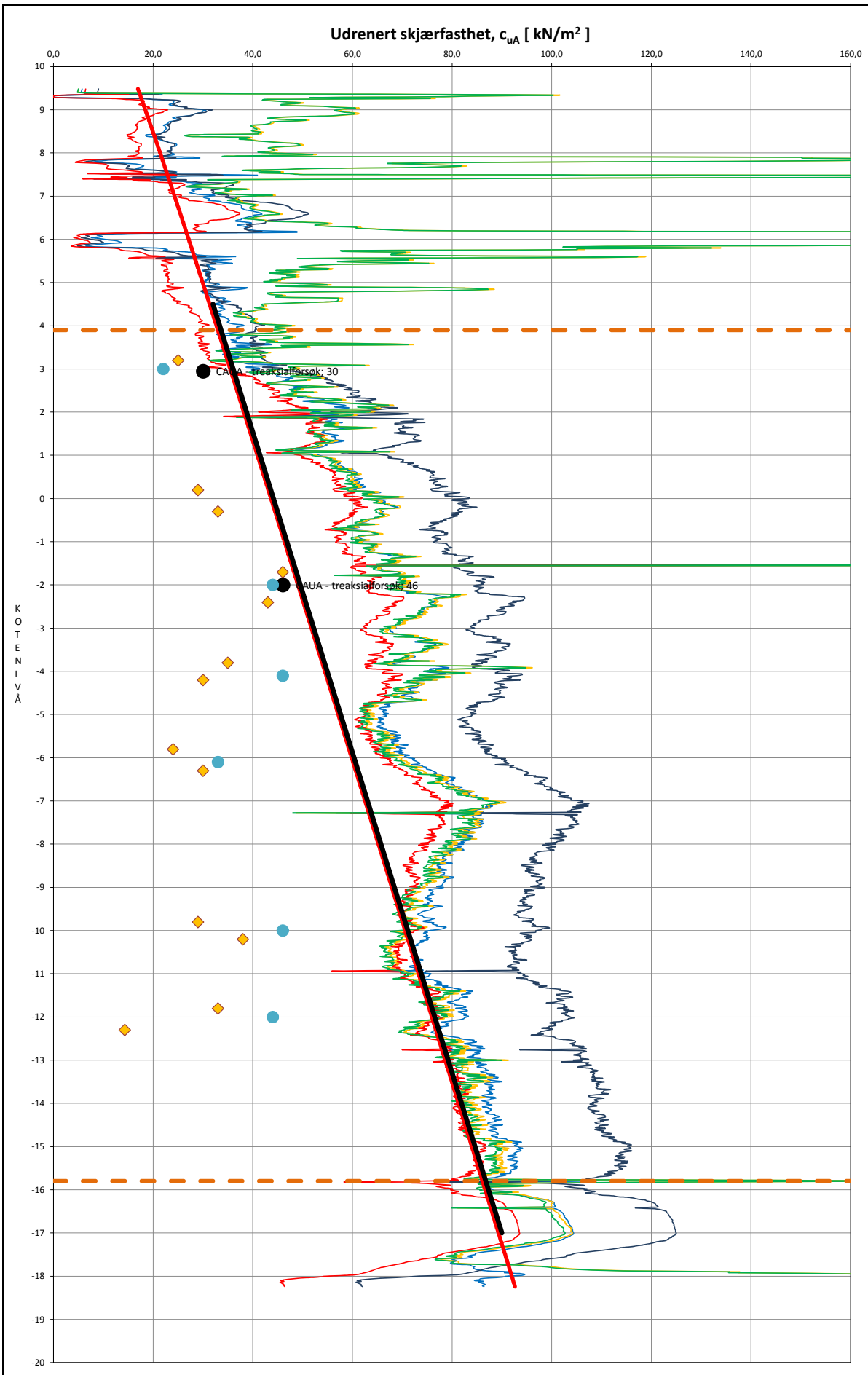
In-situ poretrykk: **Hydrostatisk**      Romvekt: **Konstant, 19,5 kN/m<sup>3</sup>**  
 Grunnvannstand [Z]: **0 m**      Romvekt tidligere terreng: **Konstant, 19,5 kN/m<sup>3</sup>**  
 Overkonsolidering: **Tidligere terreng kote 26**      SHANSEP-normalisering:  **$\alpha = 0,28$     $\beta = 0,65$**   
 Plastisitetsindeks,  $I_p$ : **Konstant,  $I_p = 7$**

| Designlinje, $c_{uA}$ : |          |
|-------------------------|----------|
| Kote                    | $c_{uA}$ |
| 10,0                    | 37,0     |
| -9,0                    | 88,0     |
| 0,0                     | 0,0      |
| 0,0                     | 0,0      |
| 0,0                     | 0,0      |
| 0,0                     | 0,0      |
| 0,0                     | 0,0      |

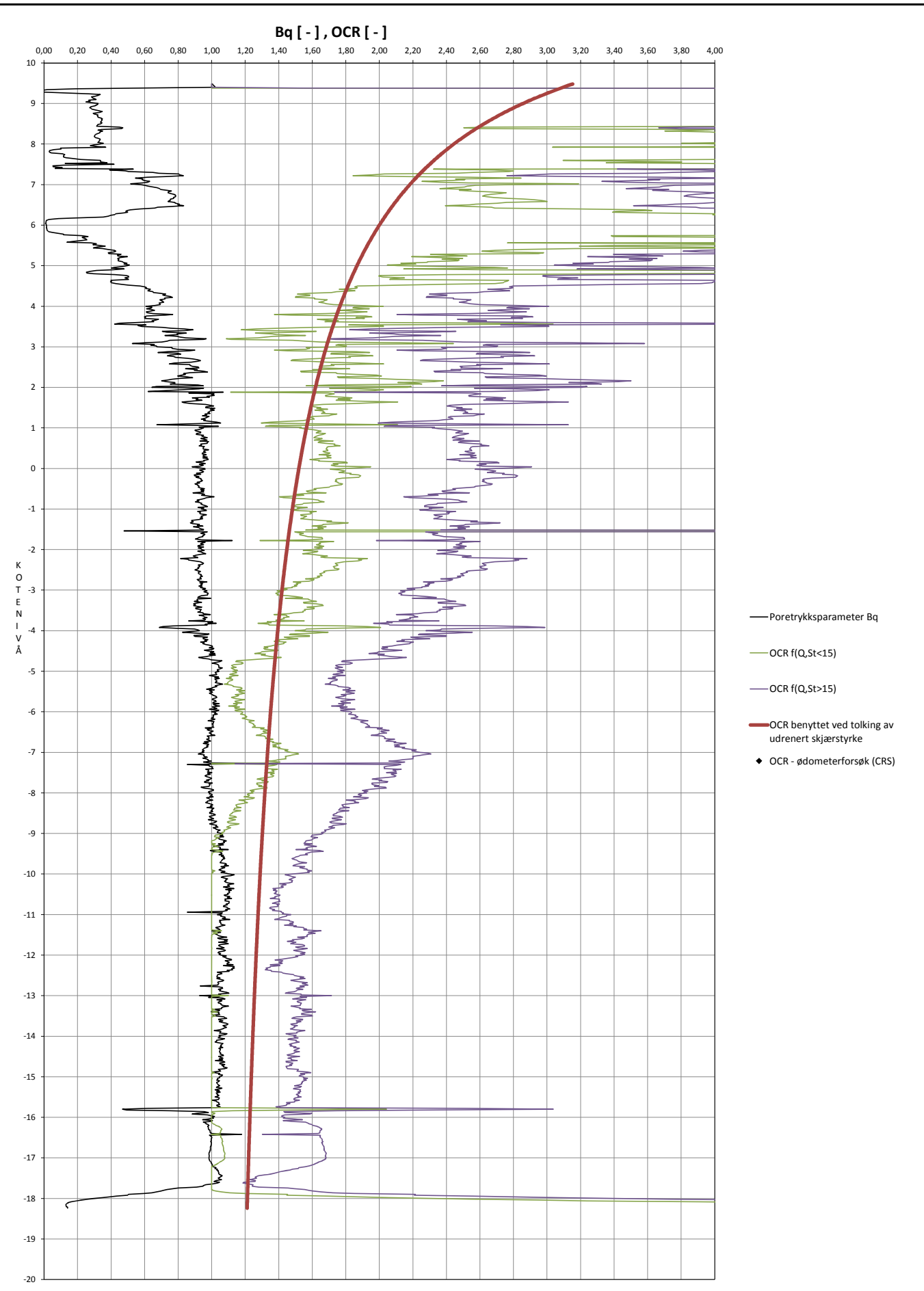


|  |                  |                         |
|--|------------------|-------------------------|
| Malvik kommune   |                  | Oppdrag<br>1350004692   |
| Lia Hommelvik  |                  |                         |
| Borpunkt: 1  | Terrengekote: 21 | Tegn./kontr.<br>EHU/KEG |
| Tolking/presentasjon av CPTU<br>Udrenert skjærfasthet og OCR |                  |                         |
| Dato<br>29.10.2014   |                  | Tegn. Nr.<br>-          |

Bilag  
11



- Ndu=4\*4.5\*Bq
- Ndu=6.9-4.0\*logOCR+0.07\*Ip - St<15
- Nkt=7.8+2.5\*logOCR+0.082\*Ip - St<15
- Ndu=9.8-4.5\*(OCR) - St>15
- Nkt=8.5+2.5\*logOCR - St>15
- CAUA - treksialforsøk
- KL - øvre grense
- KL - nedre grense
- ◆ Korus\*cuC/cuD
- Enaks\*cuC/cuD
- SHANSEP
- Designlinje



- Poretrykksparameter Bq
- OCR f(Q,St<15)
- OCR f(Q,St>15)
- OCR benyttet ved tolking av udrenert skjærstyrke
- ◆ OCR - ødometerforsøk (CRS)

**Tolkningsgrunnlag**

|                         |                                  |                            |                             |
|-------------------------|----------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| In-situ poretrykk:      | <b>Hydrostatisk</b>              | Romvekt:                   | <b>Konstant, 19,5 kN/m3</b> |
| Grunnvannstand [Z]:     | <b>0 m</b>                       | Romvekt tidligere terreng: | <b>Konstant, 19,5 kN/m3</b> |
| Overkonsolidering:      | <b>Tidligere terreng kote 19</b> | SHANSEP-normalisering:     | <b>α = 0,28   β = 0,65</b>  |
| Plastisitetsindeks, Ip: | <b>Konstant, Ip = 7</b>          |                            |                             |

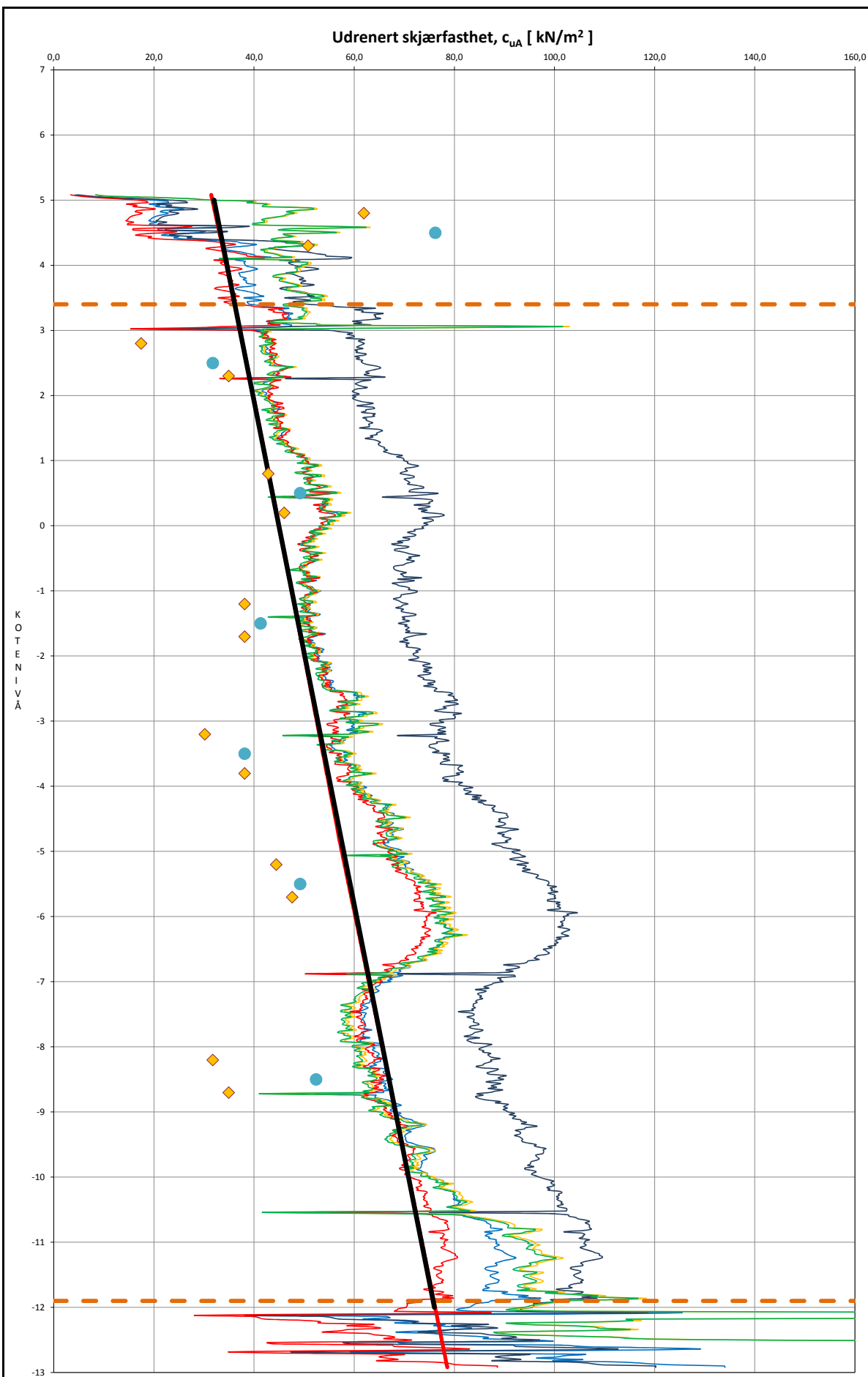
| Designlinje, c <sub>uA</sub> : |                 |
|--------------------------------|-----------------|
| Kote                           | c <sub>uA</sub> |
| 4,5                            | 32,0            |
| -17,0                          | 90,0            |
| 0,0                            | 0,0             |
| 0,0                            | 0,0             |
| 0,0                            | 0,0             |
| 0,0                            | 0,0             |
| 0,0                            | 0,0             |



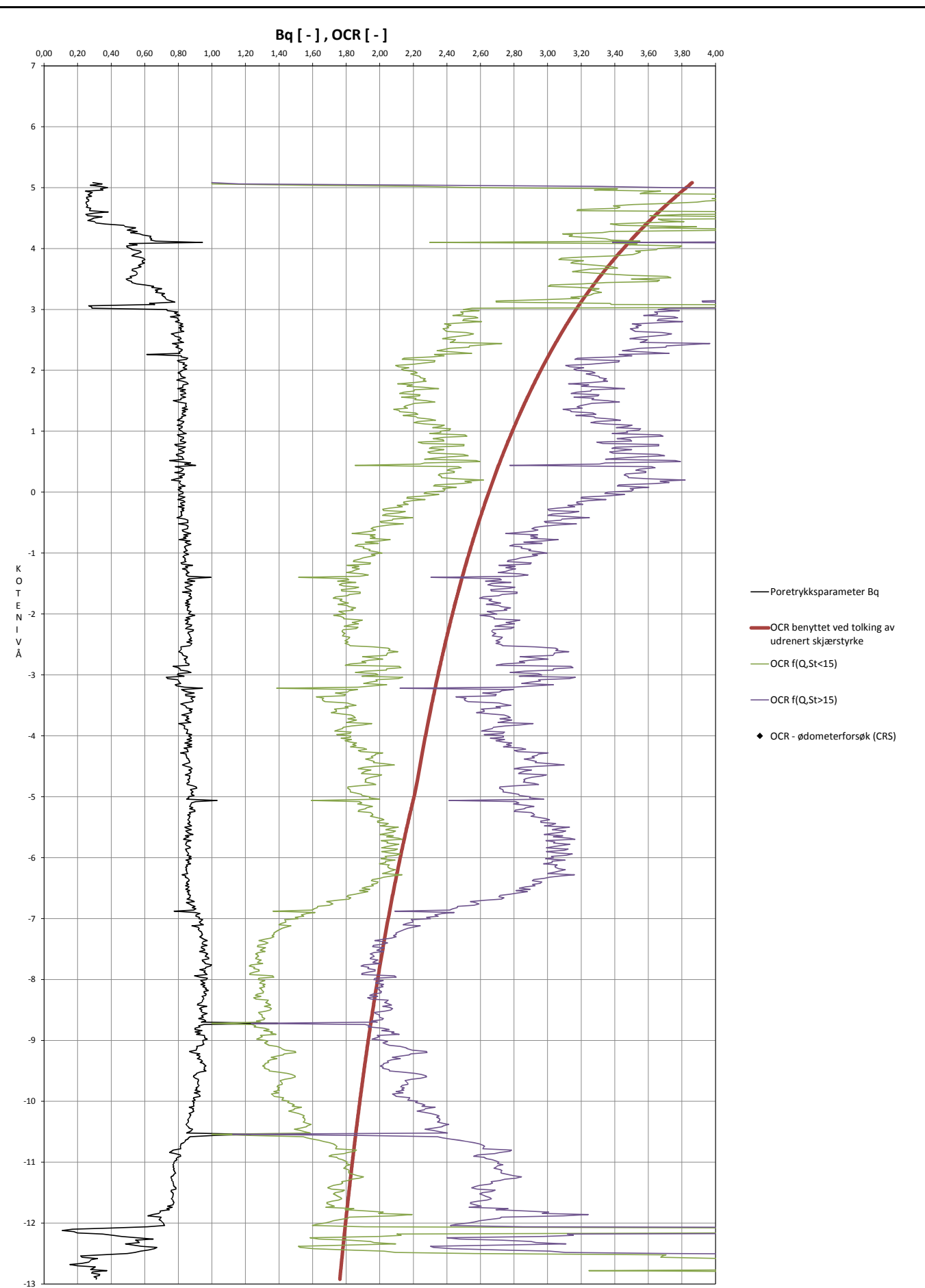
|  |                    |                         |
|--|--------------------|-------------------------|
| Malvik kommune   |                    | Oppdrag<br>1350004692   |
| Lia Hommelvik  |                    |                         |
| Borpunkt: 2  | Terrengekote: 12,5 | Tegn./kontr.<br>EHU/KEG |
| Tolking/presentasjon av CPTU<br>Udrenert skjærfasthet og OCR |                    |                         |
| Dato<br>28.10.2014   |                    | Tegn. Nr.<br>-          |

Bilag  
12





- Ndu=4.5\*Bq
- Ndu=6.9-4.0\*logOCR+0.07\*Ip - St<15
- Nkt=7.8+2.5\*logOCR+0.082\*Ip - St<15
- Ndu=9.8-4.5\*log(OCR) - St>15
- Nkt=8.5+2.5\*logOCR - St>15
- CAUA - treksialforsøk
- ◆ KL - øvre grense
- ◆ KL - nedre grense
- ◆ Konus\*cuC/cuD
- Enaks\*cuC/cuD
- SHANSEP
- Designlinje



- Poretrykksparameter Bq
- OCR benyttet ved tolking av udrenert skjærstyrke
- OCR f(Q, St<15)
- OCR f(Q, St>15)
- ◆ OCR - ødometerforsøk (CRS)

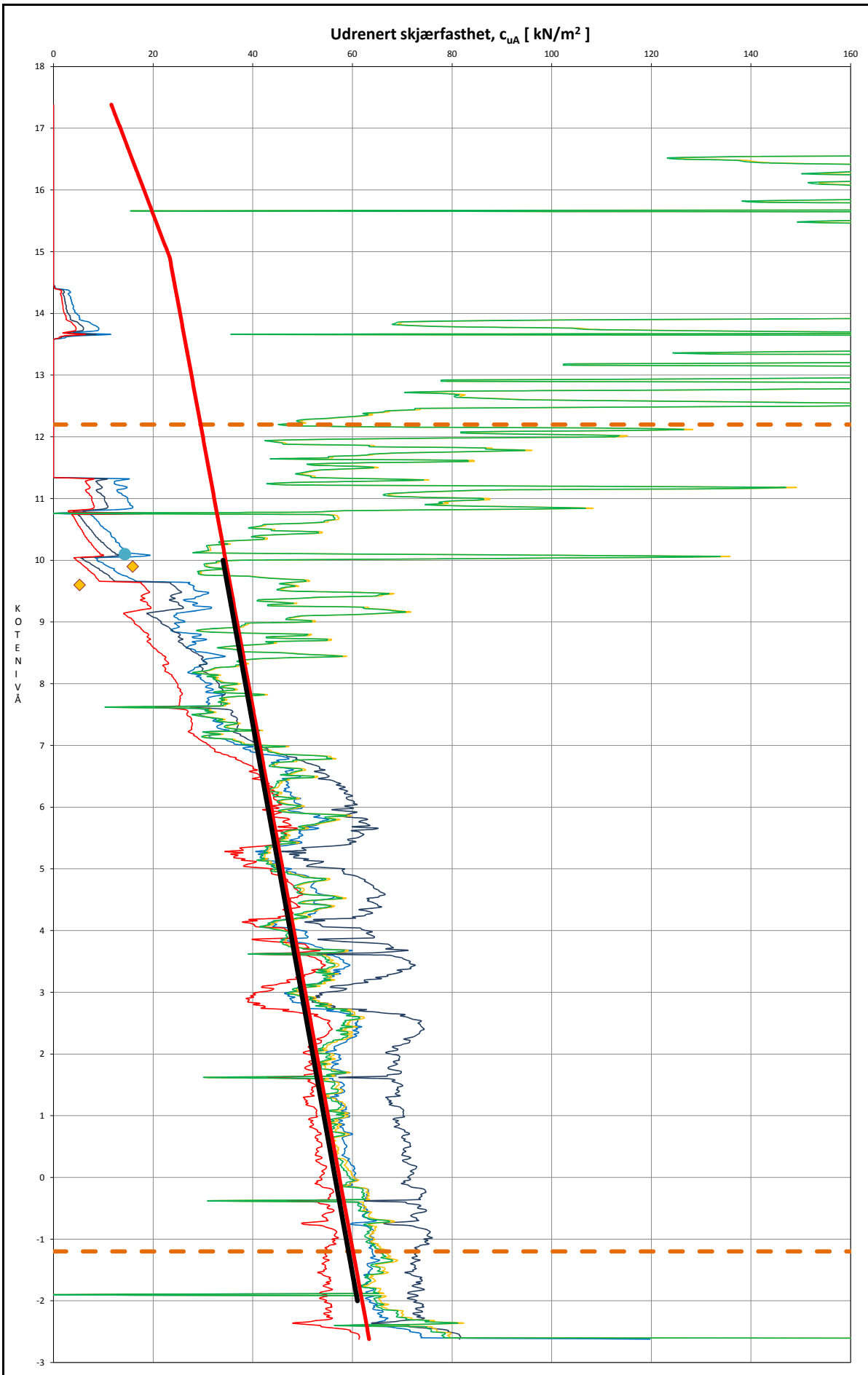
**Tolkningsgrunnlag**

|                         |                                    |                            |                            |
|-------------------------|------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| In-situ poretrykk:      | <b>Manuell fordeling</b>           | Romvekt:                   | <b>Konstant, 19 kN/m3</b>  |
| Grunnvannstand [Z]:     | <b>0 m</b>                         | Romvekt tidligere terreng: | <b>Konstant, 19 kN/m3</b>  |
| Overkonsolidering:      | <b>Tidligere terreng kote 25,1</b> | SHANSEP-normalisering:     | <b>α = 0,28   β = 0,65</b> |
| Plastisitetsindeks, Ip: | <b>Konstant, Ip = 7</b>            |                            |                            |

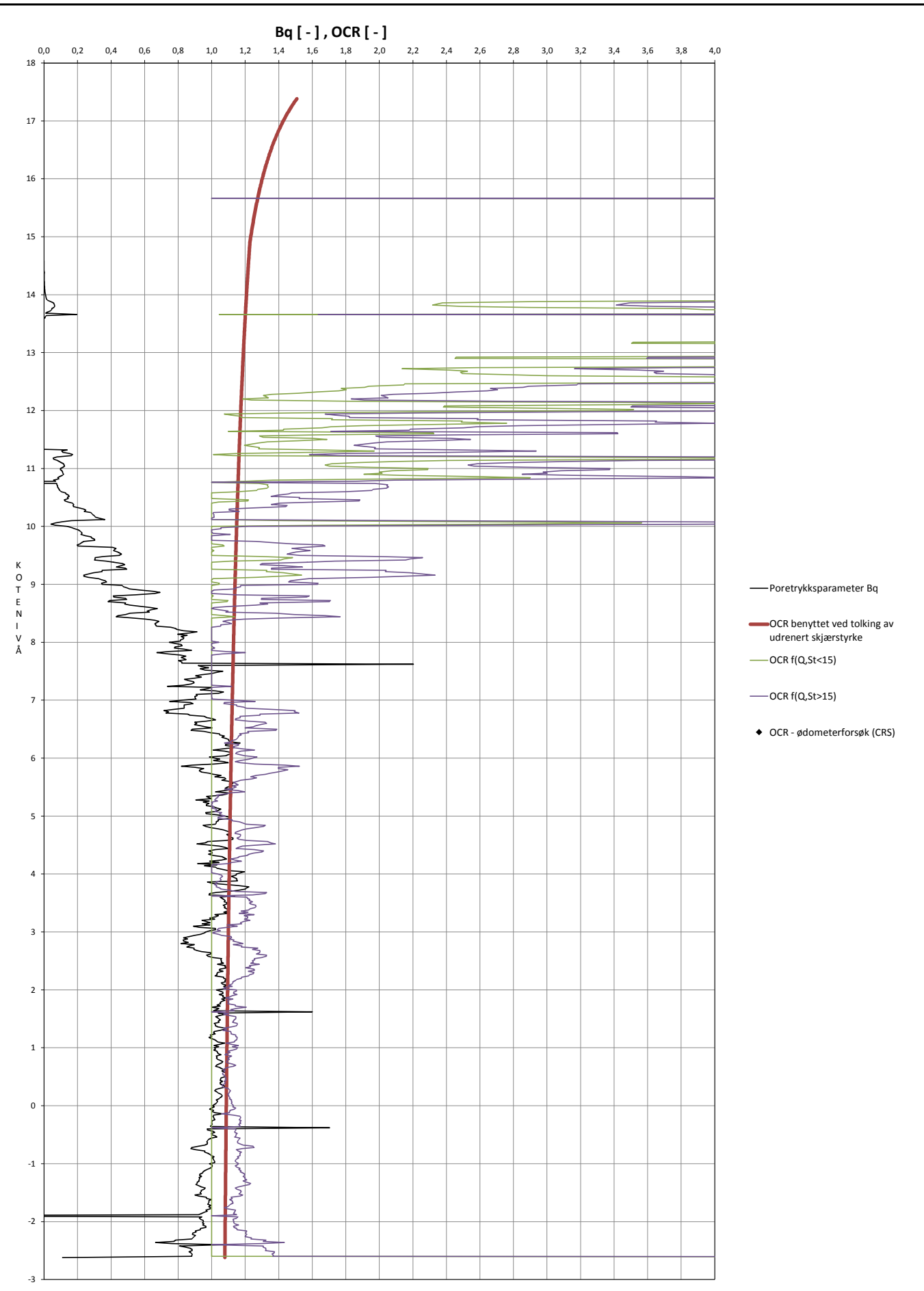
| Designlinje, c <sub>uA</sub> : |                 |
|--------------------------------|-----------------|
| Kote                           | c <sub>uA</sub> |
| 5,0                            | 32,0            |
| -12,0                          | 76,0            |
| 0,0                            | 0,0             |
| 0,0                            | 0,0             |
| 0,0                            | 0,0             |
| 0,0                            | 0,0             |
| 0,0                            | 0,0             |



|  |                    |                         |
|--|--------------------|-------------------------|
| Malvik kommune   |                    | Oppdrag<br>1350004692   |
| Lia Hommelvik  |                    |                         |
| Borpunkt: 4  | Terrengekote: 11,1 | Tegn./kontr.<br>EHU/KEG |
| Tolking/presentasjon av CPTU<br>Udrenert skjærfasthet og OCR |                    |                         |
| Dato<br>29.10.2014   |                    | Tegn. Nr.<br>-          |



- $N_{du}=4.5 \cdot B_q$
- $N_{du}=6.9-4.0 \cdot \log(OCR)+0.07 \cdot I_p - St < 15$
- $N_{kt}=7.8+2.5 \cdot \log(OCR)+0.082 \cdot I_p - St < 15$
- $N_{du}=9.8-4.5 \cdot \log(OCR) - St > 15$
- $N_{kt}=8.5+2.5 \cdot \log(OCR) - St > 15$
- CAUA - treaksialforsøk
- KL - øvre grense
- KL - nedre grense
- ◆ Korus\*cuC/cuD
- Enaks\*cuC/cuD
- SHANSEP
- Designlinje



- Poretrykksparameter  $B_q$
- OCR benyttet ved tolking av udrenert skjærstyrke
- OCR  $f(Q, St < 15)$
- OCR  $f(Q, St > 15)$
- ◆ OCR - ødometerforsøk (CRS)

**Tolkningsgrunnlag**

|                           |                      |                            |                                   |
|---------------------------|----------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| In-situ poretrykk:        | Hydrostatisk         | Romvekt:                   | Konstant, 19,5 kN/m <sup>3</sup>  |
| Grunnvannstand [Z]:       | 4,5 m                | Romvekt tidligere terreng: | Konstant, 19,5 kN/m <sup>3</sup>  |
| Overkonsolidering:        | $\Delta p' = 20$ kPa | SHANSEP-normalisering:     | $\alpha = 0,24 \quad \beta = 0,5$ |
| Plastisetsindeks, $I_p$ : | Konstant, $I_p = 7$  |                            |                                   |

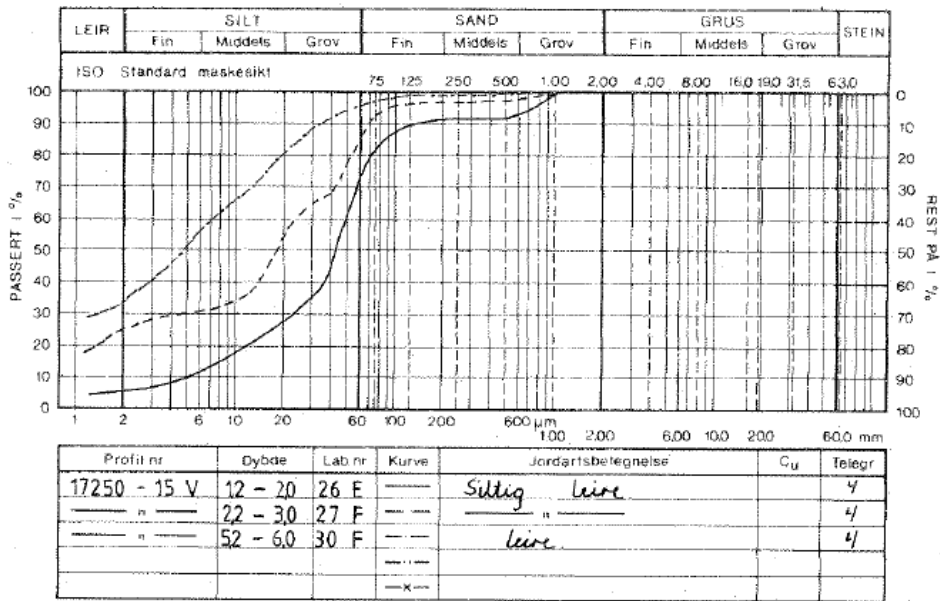
| Designlinje, $c_{uA}$ : |          |
|-------------------------|----------|
| Kote                    | $c_{uA}$ |
| 10,0                    | 34,0     |
| -2,0                    | 61,0     |
| 0,0                     | 0,0      |
| 0,0                     | 0,0      |
| 0,0                     | 0,0      |
| 0,0                     | 0,0      |
| 0,0                     | 0,0      |



|   |                   |              |
|---|-------------------|--------------|
| Malvik kommune  |                   | Oppdrag      |
| Lia Hommelvik   |                   | 1350004692   |
| Borpunkt: 8   | Terrengkote: 19,4 | Tegn./kontr. |
| Tolking/presentasjon av CPTU Udrenert skjærfasthet og OCR |                   | EHU/KEG      |
|   |                   | Dato         |
|   |                   | 29.10.2014   |
|   |                   | Bilag        |
|   |                   | 14           |
|   |                   | Tegn. Nr.    |
|   |                   | -            |



| Profilserie 17250 - 15V |               | Prøvetaker 54 MM |       | Vanninnhold % |    |    | $\gamma$<br>kN/m <sup>3</sup> | $S_r$ | Skjærfasthet kN/m <sup>2</sup> |    |    |    |
|-------------------------|---------------|------------------|-------|---------------|----|----|-------------------------------|-------|--------------------------------|----|----|----|
| Dybde i m.              | Materiale     | Sign.            | Prove | 20            | 40 | 60 |                               |       | 10                             | 20 | 30 | 40 |
| 1.                      | SAND, siltig  |                  | 25    | .             | .  | .  | 20,2                          | 13    | 13                             | 13 | 13 |    |
| 2.                      | SILT, leirig  |                  | 26    | .             | .  | .  | 20,2                          | 11    | 11                             | 11 | 11 |    |
| 3.                      | LEIRE, siltig |                  | 27    | .             | .  | .  | 20,3                          | 17    | 17                             | 17 | 17 |    |
| 4.                      |               |                  | 28    | .             | .  | .  |                               |       |                                |    |    |    |
| 5.                      |               |                  | 29    | .             | .  | .  |                               |       |                                |    |    |    |
| 6.                      |               |                  | 30    | .             | .  | .  |                               | 12    | 12                             | 12 | 12 |    |
| 7.                      |               |                  |       |               |    |    |                               | 13    | 13                             | 13 | 13 |    |
| 8.                      |               |                  |       |               |    |    |                               |       |                                |    |    |    |
| 9.                      |               |                  |       |               |    |    |                               |       |                                |    |    |    |
| 10.                     |               |                  |       |               |    |    |                               |       |                                |    |    |    |
| 11.                     |               |                  |       |               |    |    |                               |       |                                |    |    |    |



STATENS VEGVESEN - Blankett nr 437A

**Kommuneje**

Rådgivende ingeniører i  
Geoteknikk og Ingeniørgeologi

E6 ØST  
NESBAKKEN - HOMMELVIK

BORPROFIL OG KORNFORDDELING

Profil 17250-15V

MÅLESTOKK

TEGNET AV

DATO

22.09.86

OPPDRAG

5776

BILAG

20

TEGN. NR

39

**RAMBOLL**

Malvik kommune  
Lia Hommelvik

Rapport o.5776-3, 17250 - 15V  
Nytt profilnr 17290 - 25V

MÅLESTOKK

TEGNET  
KEg

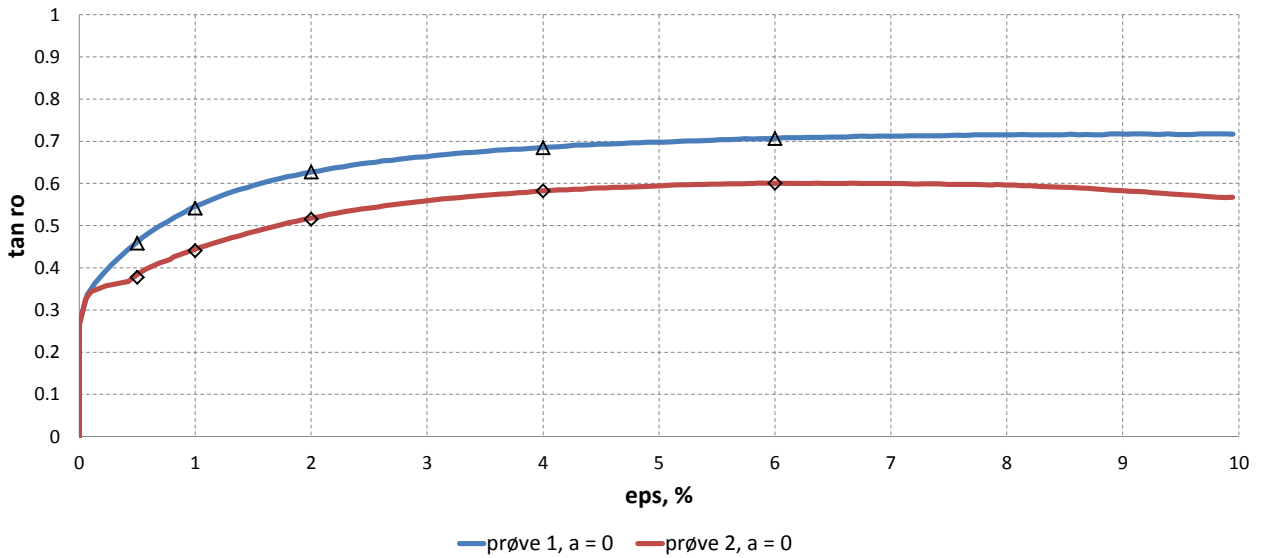
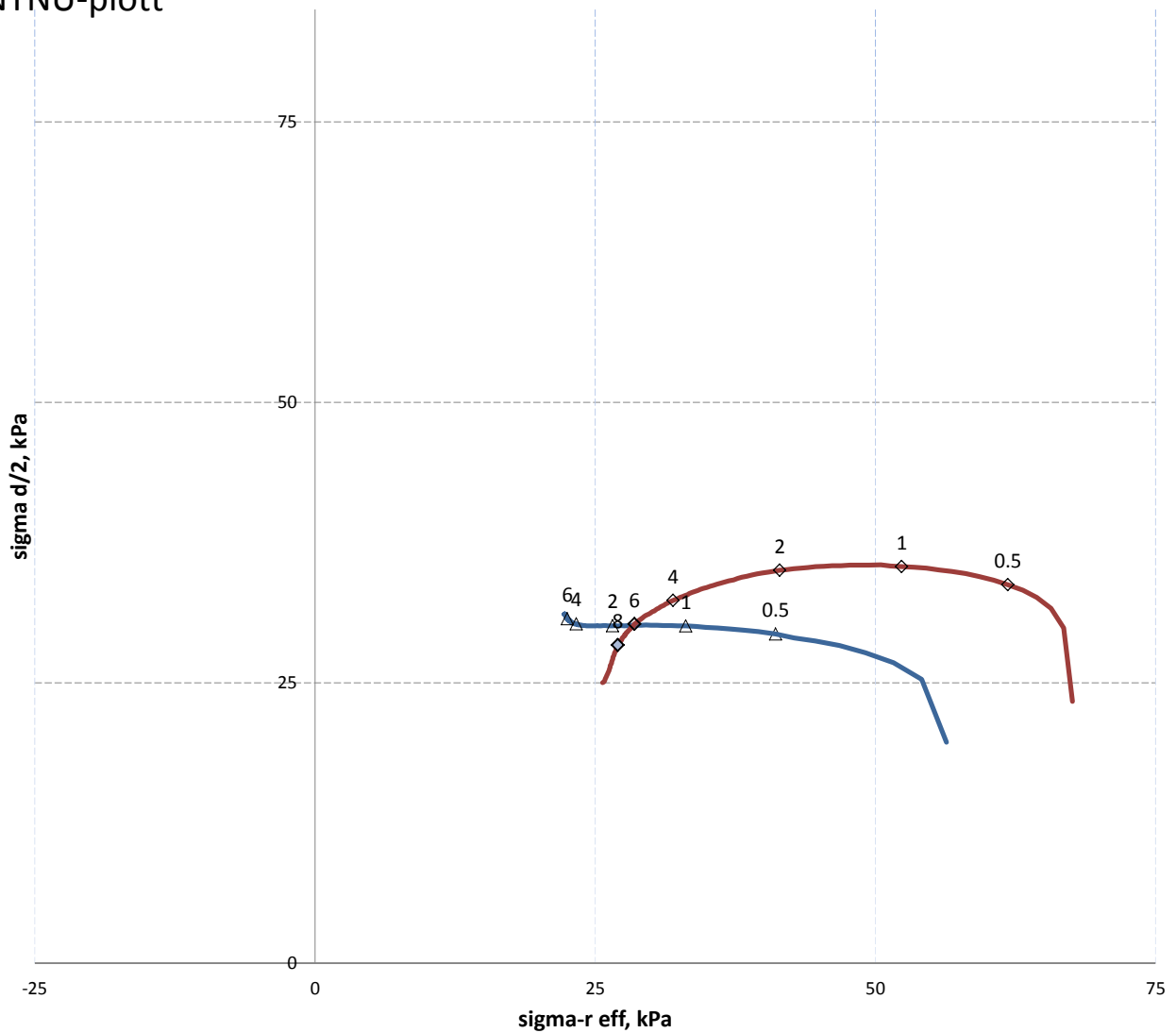
DATO  
15.10.2014

OPPDRAG  
1350004692

BILAG  
15

TEGN.NR.

# NTNU-plott



| PRØVE | SYMBOL     | PUNKT | LAB | DYBDE | TYPE | $\Delta e$ | $\Delta e/e_0$ | KOMMENTAR          |
|-------|------------|-------|-----|-------|------|------------|----------------|--------------------|
| 1     | $\Delta$   | 2     | 3   | 9,55m | CAUc | 0.034      | 0.048          | Kvikkleire, siltig |
| 2     | $\diamond$ | 2     | 3   | 9,65m | CAUc | 0.155      | 0.152          | Kvikkleire, siltig |



Lia, Hommelvik

Malvik kommune

TREKSIALFORSØK

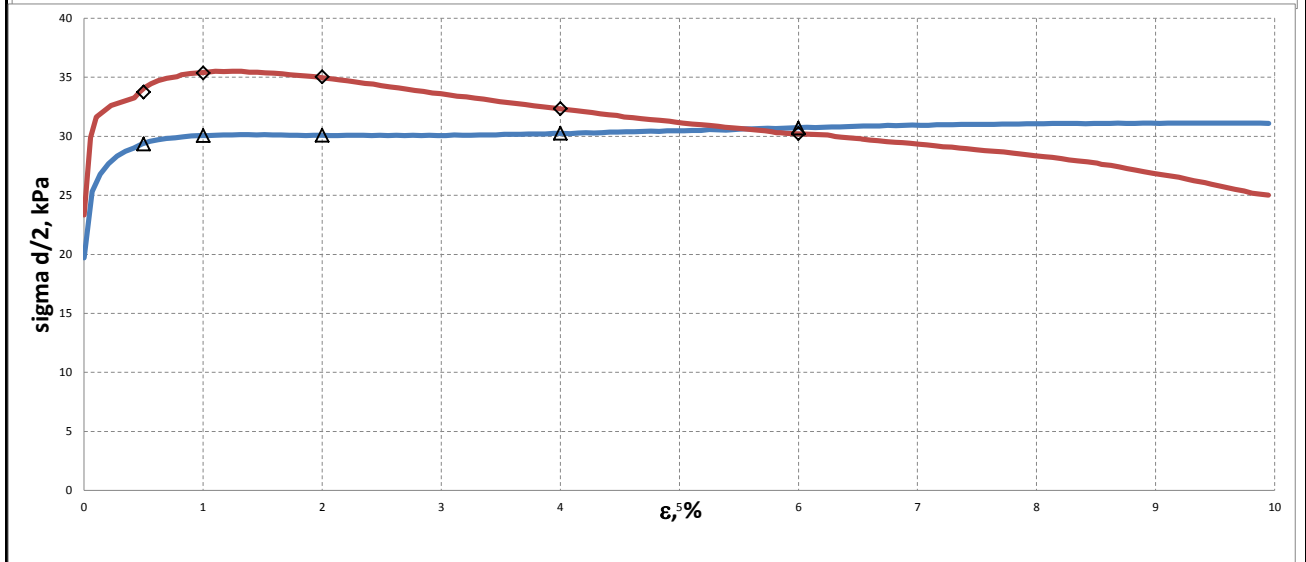
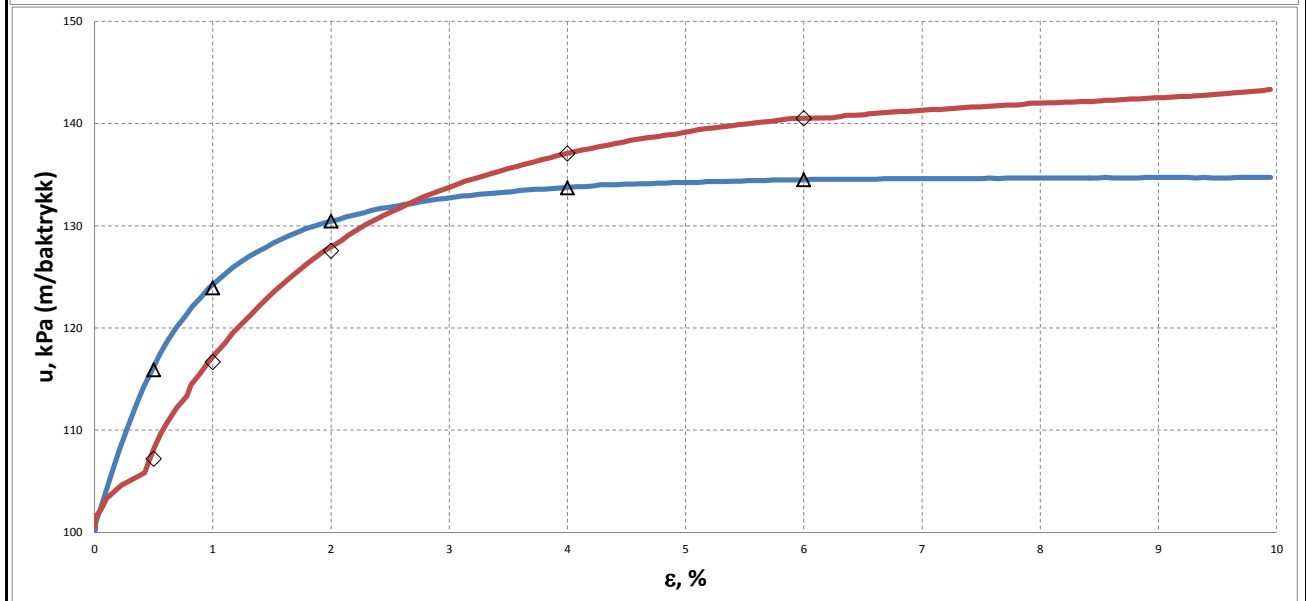
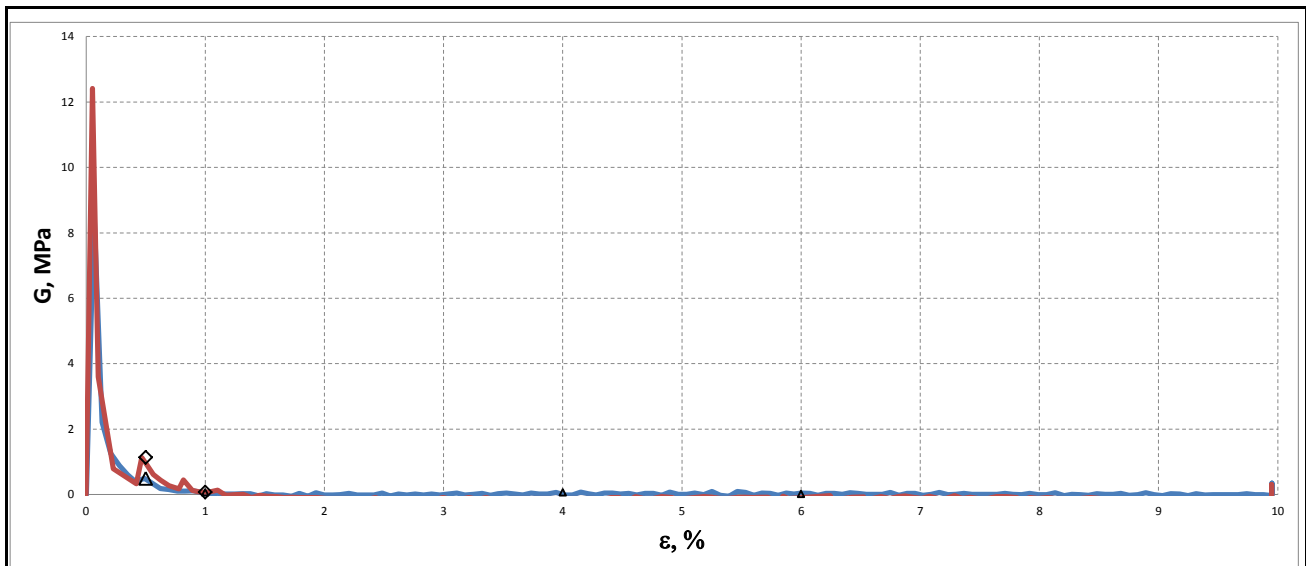
Oppdrag  
1350004692

Tegn./kontr.  
KEg /

Bilag  
16A

Dato  
23.07.2014

Tegn. Nr.  
119A



| PRØVE | SYMBOL | PUNKT | LAB | DYBDE | TYPE | $\Delta e$ | $\Delta e/e_0$ | KOMMENTAR          |
|-------|--------|-------|-----|-------|------|------------|----------------|--------------------|
| 1     | ▲      | 2     | 3   | 9,55m | CAUc | 0.034      | 0.048          | Kvikkleire, siltig |
| 2     | ◆      | 2     | 3   | 9,65m | CAUc | 0.155      | 0.152          | Kvikkleire, siltig |



Lia, Hommelvik

Malvik kommune

TREKSIALFORSØK

Oppdrag  
1350004692

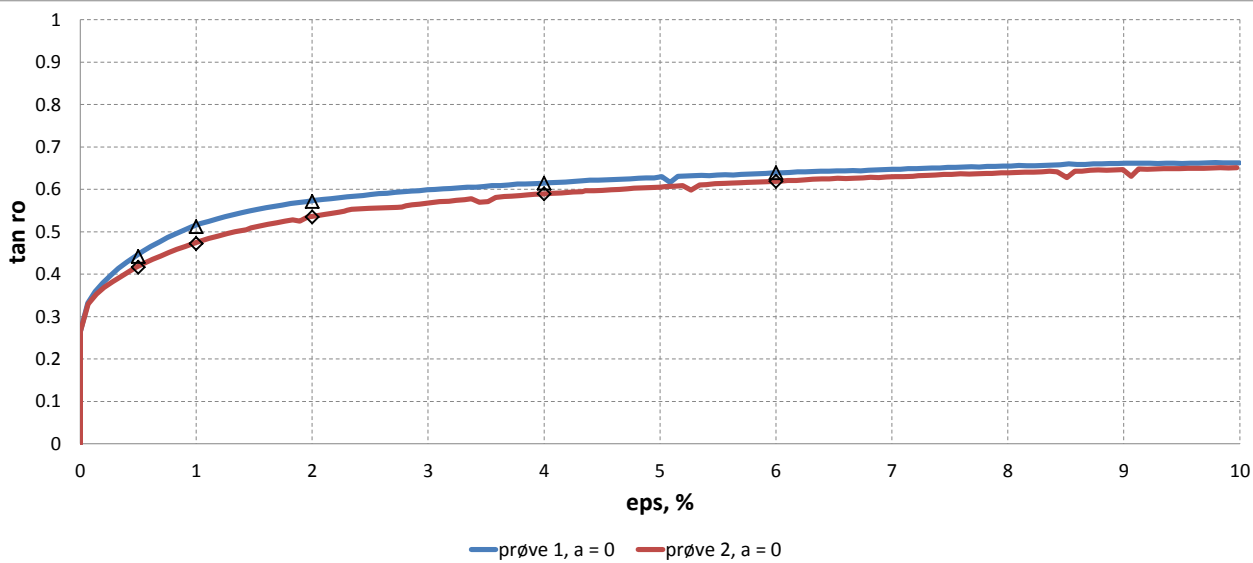
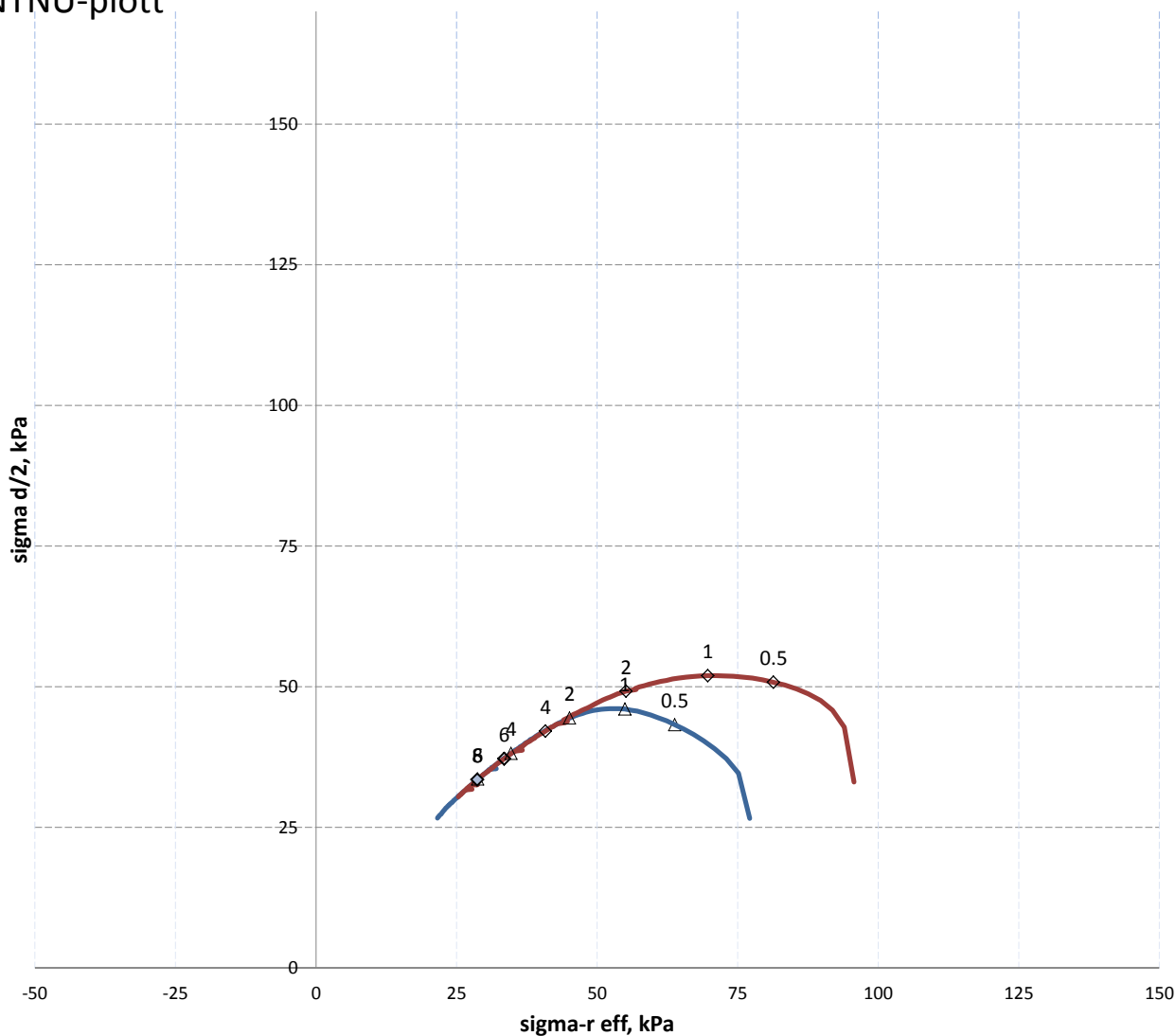
Tegn./kontr.  
KEg /

Dato  
23.07.2014

Bilag  
16B

Tegn. Nr.  
119B

# NTNU-plott



| PRØVE | SYMBOL | PUNKT | LAB | DYBDE  | TYPE | $\Delta e$ | $\Delta e/e_0$ | KOMMENTAR  |
|-------|--------|-------|-----|--------|------|------------|----------------|------------|
| 1     | △      | 2     | 5   | 14,50m | CAUc | 0.067      | 0.066          | Kvikkleire |
| 2     | ◇      | 2     | 5   | 14,60m | CAUc | 0.079      | 0.077          | Kvikkleire |



Lia, Hommelvik

Malvik kommune

TREKSIALFORSØK

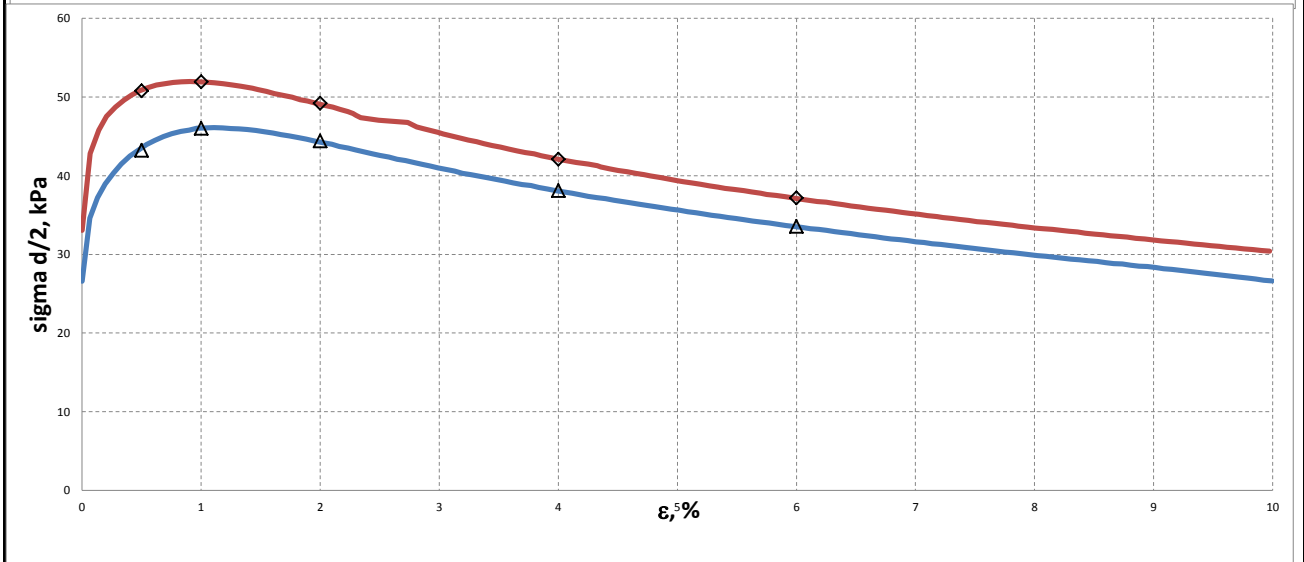
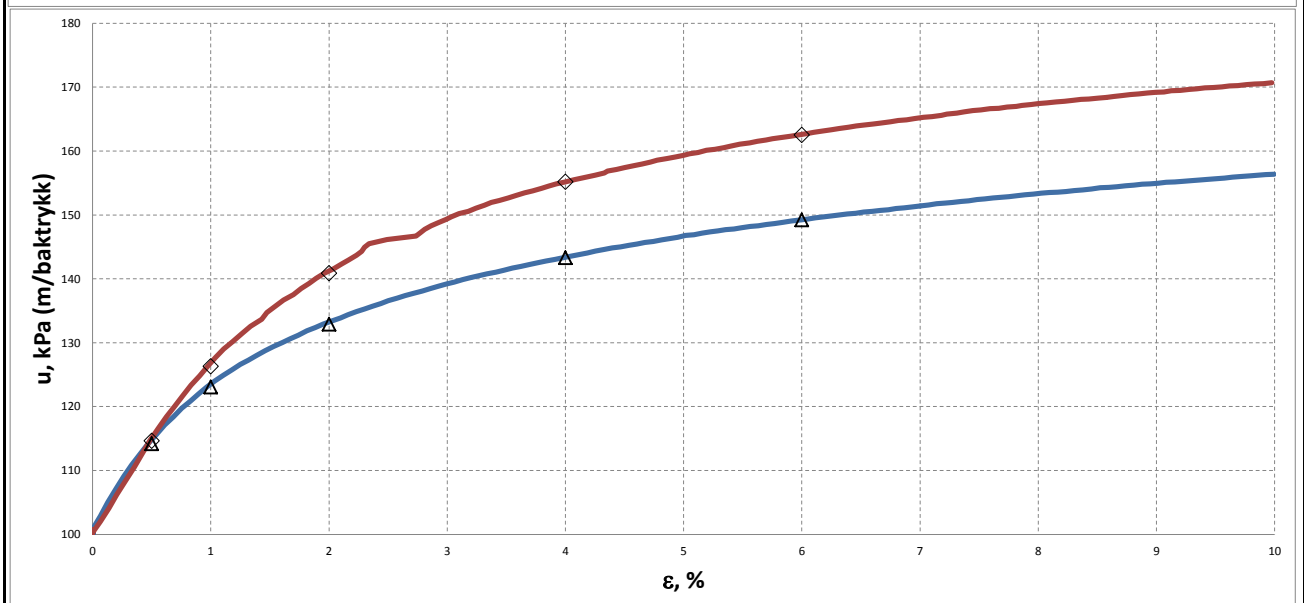
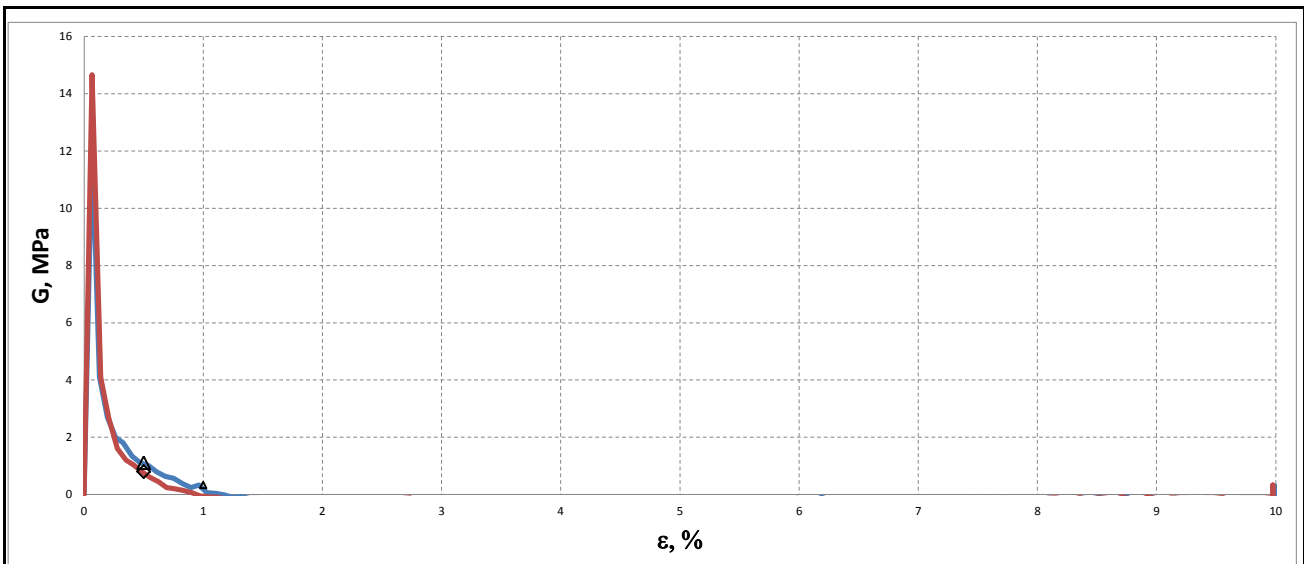
Oppdrag  
1350004692

Tegn./kontr.  
ESK/AKM

Bilag  
17A

Dato  
27.08.2014

Tegn. Nr.  
120A



| PRØVE | SYMBOL | PUNKT | LAB | DYBDE  | TYPE | $\Delta e$ | $\Delta e/e_0$ | KOMMENTAR  |
|-------|--------|-------|-----|--------|------|------------|----------------|------------|
| 1     | △      | 2     | 5   | 14,50m | CAUc | 0.067      | 0.066          | Kvikkleire |
| 2     | ◇      | 2     | 5   | 14,60m | CAUc | 0.079      | 0.077          | Kvikkleire |



Lia, Hommelvik

Malvik kommune

TREKSIALFORSØK

Oppdrag  
1350004692

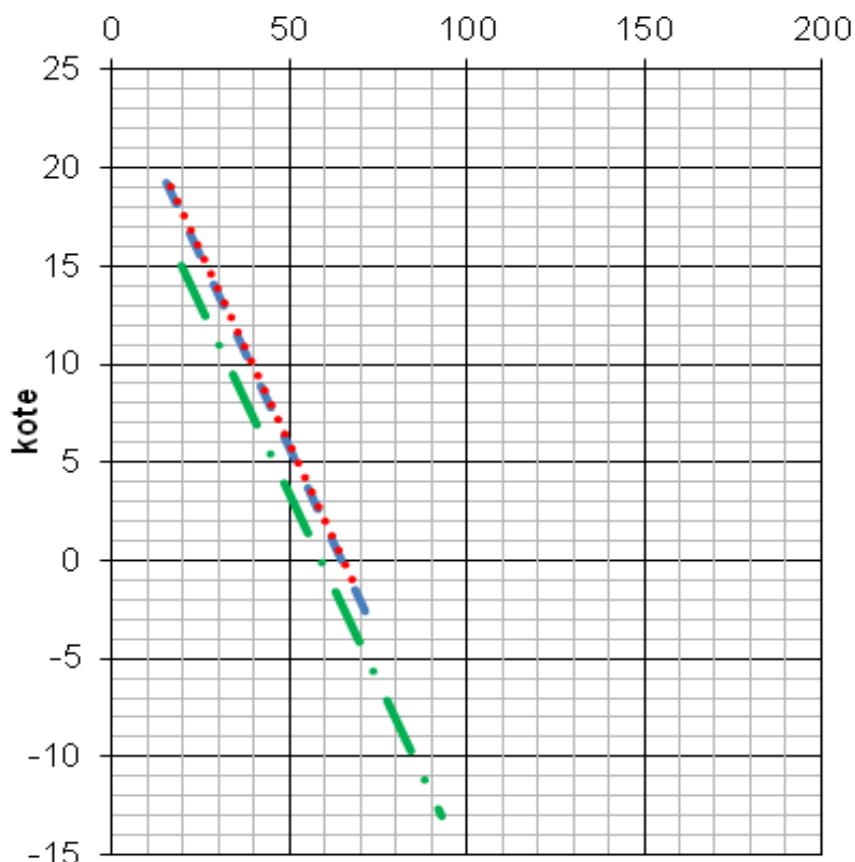
Tegn./kontr.  
ESK/AKM

Dato  
27.08.2014

Bilag  
17B

Tegn. Nr.  
120B

1350004692 Lia Hommelvik  
profil A



Udrenert skjærfasthet  $c_{UC}$  [kPa]

- CPTU 4, Shansep 1, kote +17,0
- CPTU 4, Shansep 2, kote +20,3
- CPTU 4, Shansep 3, kote +21,8

Profil A

Skjærfasthetsprofil for forskjellig terrengpunkt i skråningen beregnet med Shansep. Shanseparametere  $\alpha$  og  $\beta$  tolket fra CPTU - sondering i punkt 4.

| dagens terr | tidl terr | g v   | $\alpha$ | $\beta$ |
|-------------|-----------|-------|----------|---------|
| +17         | +27       | +16   | 0,28     | 0,65    |
| +20,3       | +28,3     | +19,3 | 0,28     | 0,65    |
| +21,8       | +27,8     | +20,8 | 0,28     | 0,65    |



Malvik kommune  
Lia Hommelvik

Profil A, skjærfasthetsprofil  $c_{UC}$

MÅLESTOKK

TEGNET  
KEg

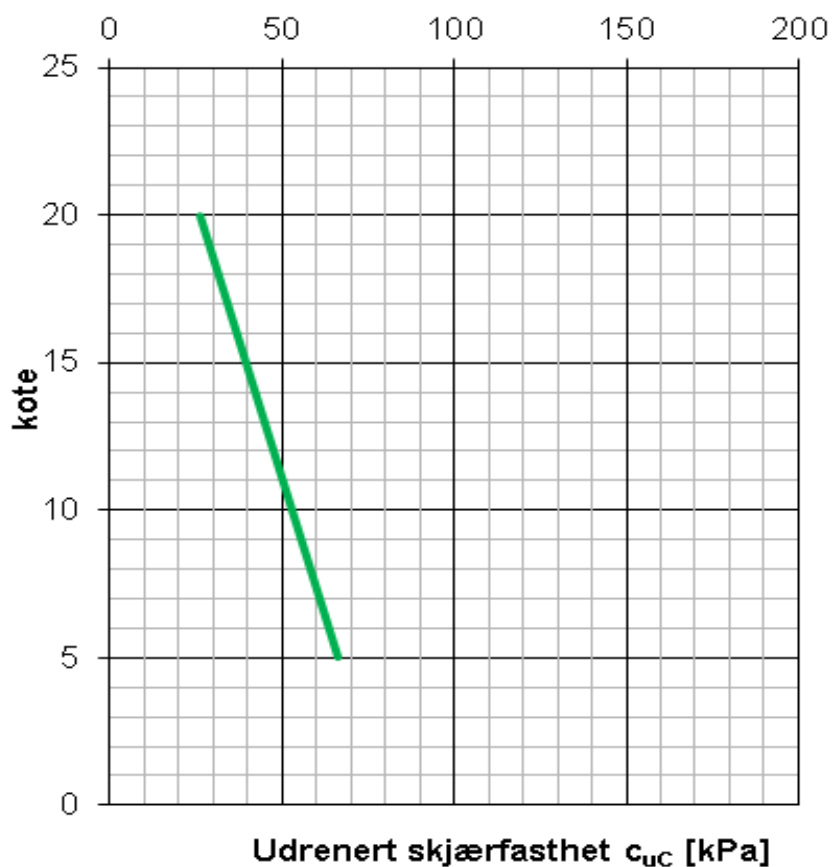
DATO  
5.11.2014

OPPDRAG  
1350004692

BILAG  
18

TEGN.NR.

1350004692 Lia Hommelvik  
profil B



— CPTU 1, Shansep, kote +127,2

Profil B

Skjærfasthetsprofil for forskjellig terrengpunkt i skråningen beregnet med Shansep. Shanseparametere  $\alpha$  og  $\beta$  tolket fra CPTU – sondering i punkt 4.

| dagens terr | tidl terr | g v   | $\alpha$ | $\beta$ |
|-------------|-----------|-------|----------|---------|
| +27,2       | +31,2     | +27,2 | 0,28     | 0,65    |
|             |           |       |          |         |
|             |           |       |          |         |

**RAMBOLL**

Malvik kommune  
Lia Hommelvik

Profil B, skjærfasthetsprofil  $c_{uC}$

MÅLESTOKK

TEGNET  
KEg

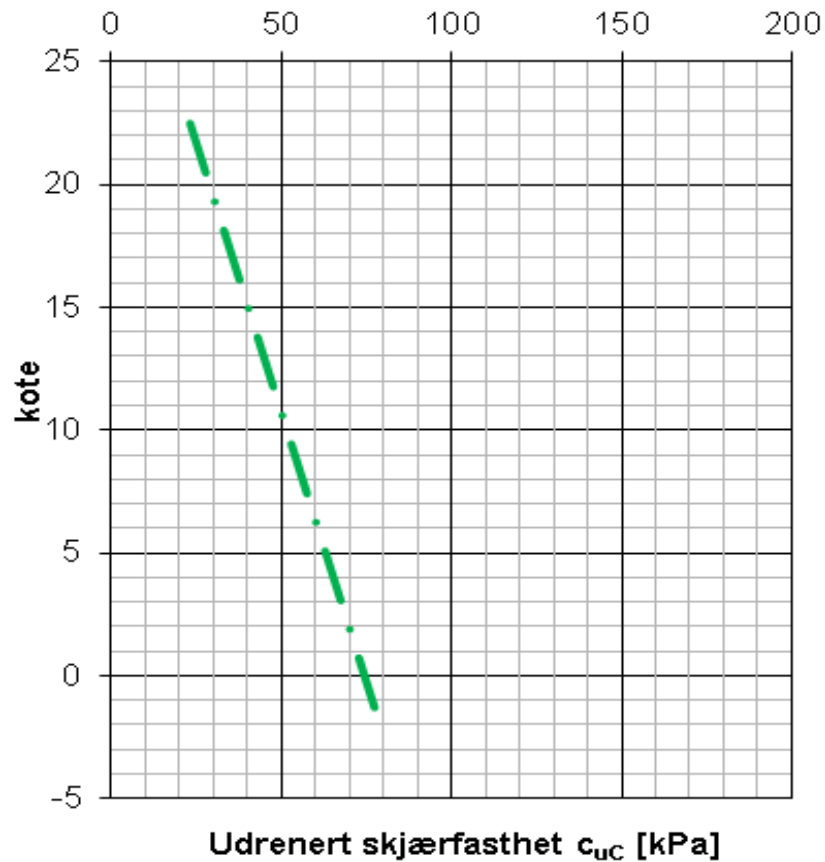
DATO  
5.11.2014

OPPDRAG  
1350004692

BILAG  
19

TEGN.NR.

1350004692 Lia Hommelvik  
profil C



— • CPTU 8, Shansep, kote +27,0

Profil C

Skjærfasthetsprofil for forskjellig terrengpunkt i skråningen beregnet med Shansep. Shansepparametere  $\alpha$  og  $\beta$  tolket fra CPTU - sondering i punkt 8.

| dagens terr | tidl terr | g v | $\alpha$ | $\beta$ |
|-------------|-----------|-----|----------|---------|
| +27         | +28       | +17 | 0,24     | 0,5     |
|             |           |     |          |         |
|             |           |     |          |         |

**RAMBOLL**

Malvik kommune  
Lia Hommelvik

Profil C, skjærfasthetsprofil  $c_{UC}$

MÅLESTOKK

TEGNET  
KEg

DATO  
5.11.2014

OPPDRAG  
1350004692

BILAG  
20

TEGN.NR.





|      |            |                                      |      |       |       |
|------|------------|--------------------------------------|------|-------|-------|
| 1    | 12.11.2014 | Nye borpunkter, korrigering symboler | EHU  | KEG   | KEG   |
| 0    | 9.10.2014  |                                      | EHU  | KEG   | KEG   |
| REV. | DATE       | ENDING                               | TEGN | KONTR | GODKJ |

**RAMBOLL**  
 Ramboll AS - Region Midt-Norge  
 P.b. 9420 Sluppen  
 Mellomila 79, N-7493 Trondheim  
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
 www.ramboll.no

OPPDRA  
**Lia, Hommelvik**  
 OPPDRAGSGIVER  
**Malvik kommune**

INNHO  
**SITUASJONSPLAN**  
 Oversikt over boringer  
 ⊕ Totalsondering ⊗ Fjellkontrollboring  
 ⊙ Prøvetaking ● Dreietrykkssondering ▽ CPTU

|                          |                          |                 |         |
|--------------------------|--------------------------|-----------------|---------|
| OPPDRA NR.<br>1350004692 | MÅLESTOKK<br>1:2000 (A2) | BLAD NR.<br>201 | AV<br>1 |
| TEGNING NR.              |                          | REV.            |         |

590400  
 590500  
 590600





|                |            |         |       |       |     |
|----------------|------------|---------|-------|-------|-----|
| REV.           | 12.11.2014 | ENDRING | EHU   | KEG   | KEG |
| TEGN           |            |         | KONTR | GODKJ |     |
| TEGNINGSSTATUS |            |         |       |       |     |

**RAMBOLL**  
 Ramboll AS - Region Midt-Norge  
 P.b. 9420 Sluppen  
 Mellomila 79, N-7493 Trondheim  
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
 www.ramboll.no

OPPDRAG  
**Lia, Hommelvik**  
 OPPDRAGSGIVER  
**Malvik kommune**

INNHOOLD  
**SITUASJONSPLAN**  
 Profiler for stabilitetsberegning  
 Befaringsmerknader

|                           |                          |                 |      |
|---------------------------|--------------------------|-----------------|------|
| OPPDRAG NR.<br>1350004692 | MÅLESTOKK<br>1:2000 (A2) | BLAD NR.<br>202 | AV   |
|                           |                          | TEGNING NR.     | REV. |

590400

590500

590600

590700

590800

590900

591000

591100




591200

591300

591400






Kvikkleire -  
Faregrad  
 Høy  
 Middels  
 Lav

|                |            |         |        |        |     |
|----------------|------------|---------|--------|--------|-----|
| REV.           | 12.11.2014 | ENDRING | EHU    | KEG    | KEG |
| TEGN.          |            |         | KONTR. | GODKJ. |     |
| TEGNINGSSTATUS |            |         |        |        |     |

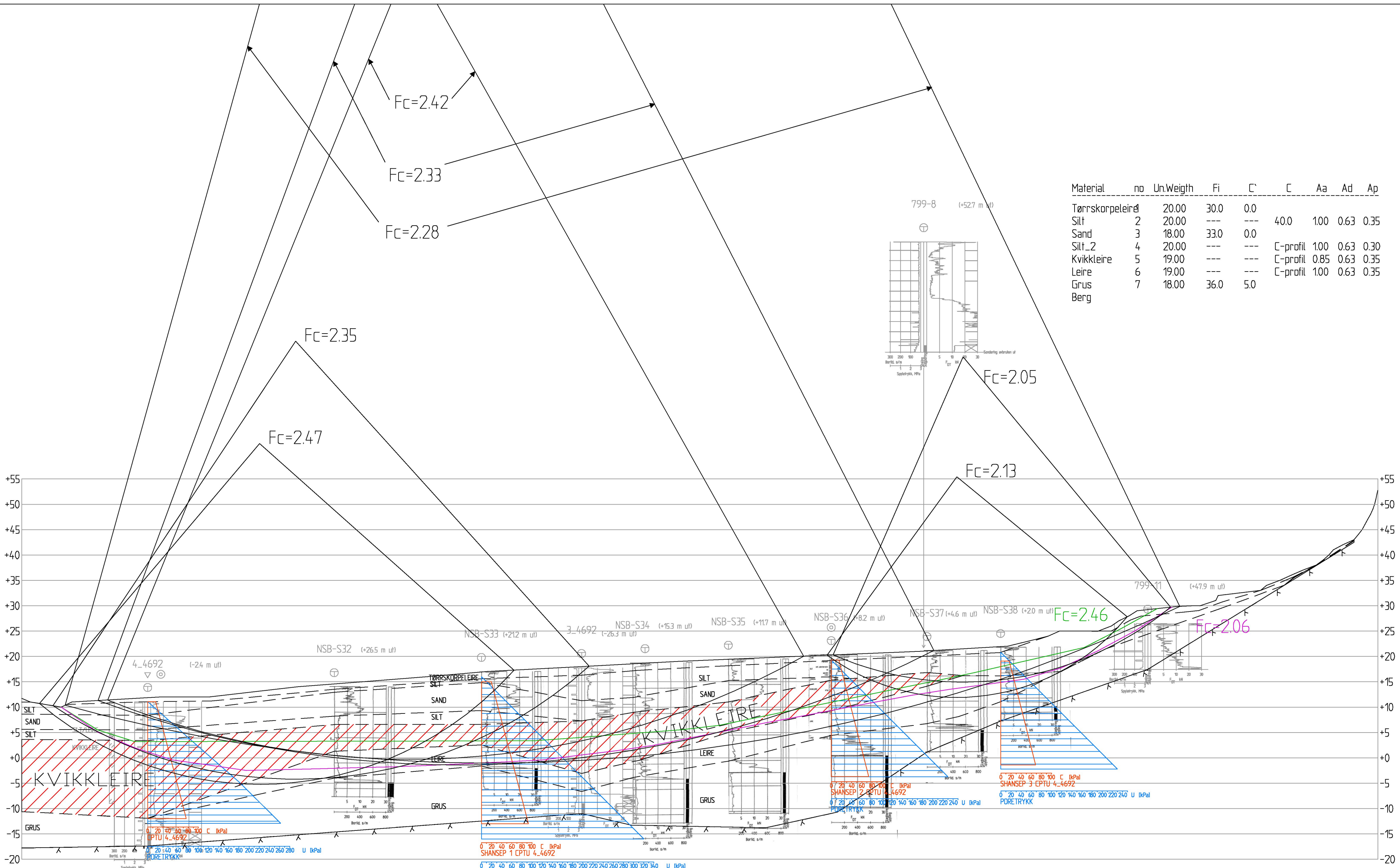
**RAMBOLL**  
 Ramboll AS - Region Midt-Norge  
 P.b. 9420 Sluppen  
 Mellomila 79, N-7493 Trondheim  
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
 www.ramboll.no

OPPDRA  
**Lia, Hommelvik**  
 OPPDRAGSGIVER  
**Malvik kommune**

INNHO  
**SITUASJONSPLAN**  
 Forslag til kvikkleiresoner  
 Kvikkleirepunkt

|             |             |          |    |
|-------------|-------------|----------|----|
| OPPDRA NR.  | MÅLESTOKK   | BLAD NR. | AV |
| 1350004692  | 1:2000 (A2) |          |    |
| TEGNING NR. |             | REV.     |    |
| 203         |             |          |    |





Profil A-A  
1 : 500

|                |           |         |      |       |       |
|----------------|-----------|---------|------|-------|-------|
| REV.           | 3.11.2014 | ENDRING | EHU  | KEG   | KEG   |
| TEGNINGSSTATUS |           |         | TEGN | KONTR | GOOKJ |

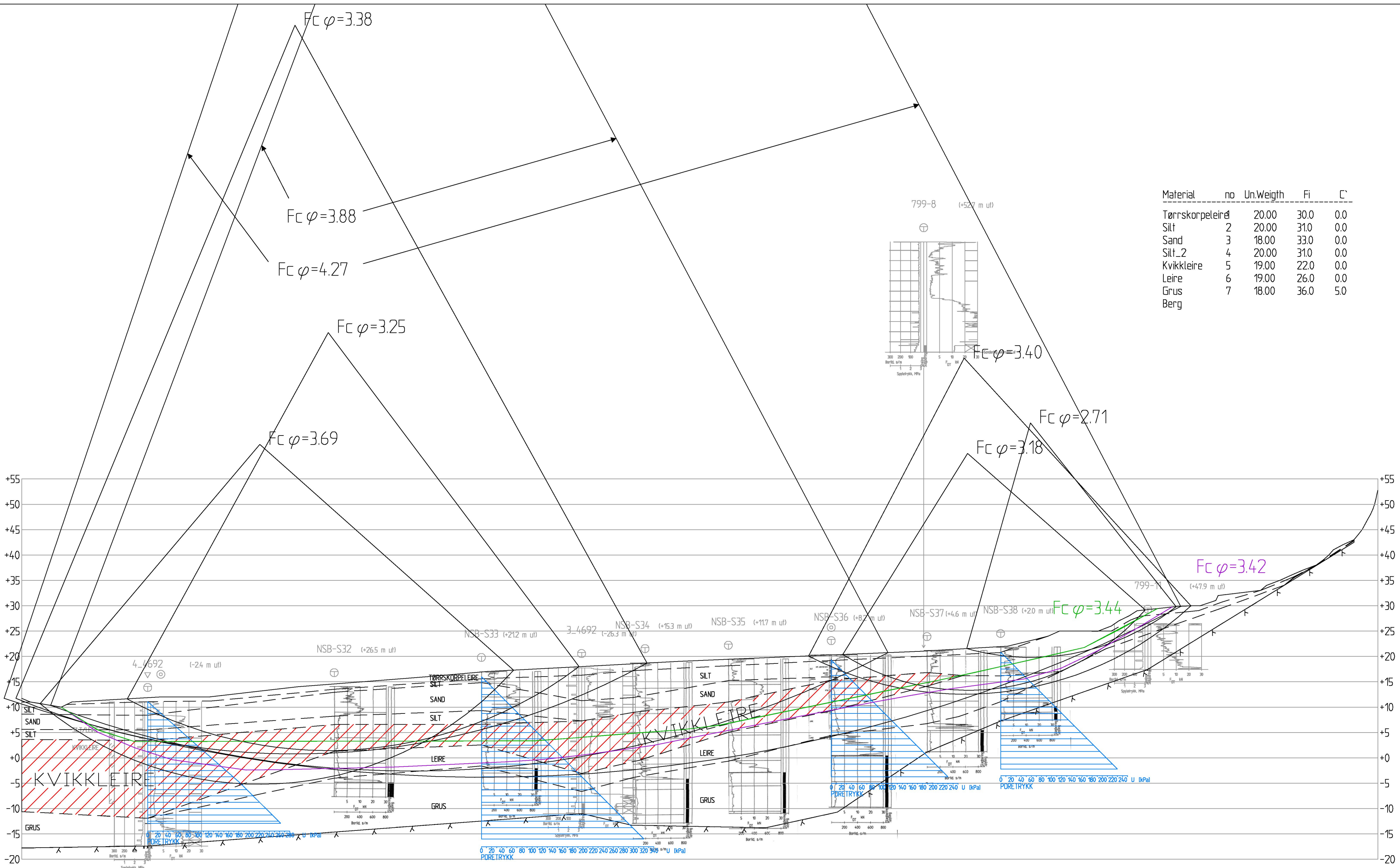
**RAMBOLL**  
Ramboll AS - Region Midt-Norge  
P.b. 9420 Sluppen  
Mellomila 79, N-7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
www.ramboll.no

OPPDRA  
**Lia, Hommelvik**  
OPPDRA GIVER  
**Malvik kommune**

INNHO  
**STABILITETSBEREGNING**  
Profil A  
Totalspenningsanalyse

|                          |                         |                           |      |
|--------------------------|-------------------------|---------------------------|------|
| OPPDRA NR.<br>1350004692 | MÅLESTOKK<br>1:500 (A2) | BLAD NR.                  | AV   |
|                          |                         | TEGNING NR.<br><b>204</b> | REV. |





| Material        | no | Un.Weigth | Fi   | C'  |
|-----------------|----|-----------|------|-----|
| Tørrskorpeleire | 1  | 20.00     | 30.0 | 0.0 |
| Silt            | 2  | 20.00     | 31.0 | 0.0 |
| Sand            | 3  | 18.00     | 33.0 | 0.0 |
| Silt_2          | 4  | 20.00     | 31.0 | 0.0 |
| Kvikkleire      | 5  | 19.00     | 22.0 | 0.0 |
| Leire           | 6  | 19.00     | 26.0 | 0.0 |
| Grus            | 7  | 18.00     | 36.0 | 5.0 |
| Berg            |    |           |      |     |

Profil A-A  
1 : 500

|                |           |         |      |       |       |
|----------------|-----------|---------|------|-------|-------|
| REV.           | 3.11.2014 | ENDRING | EHU  | KEG   | KEG   |
| TEGNINGSSTATUS |           |         | TEGN | KONTR | GOOKJ |

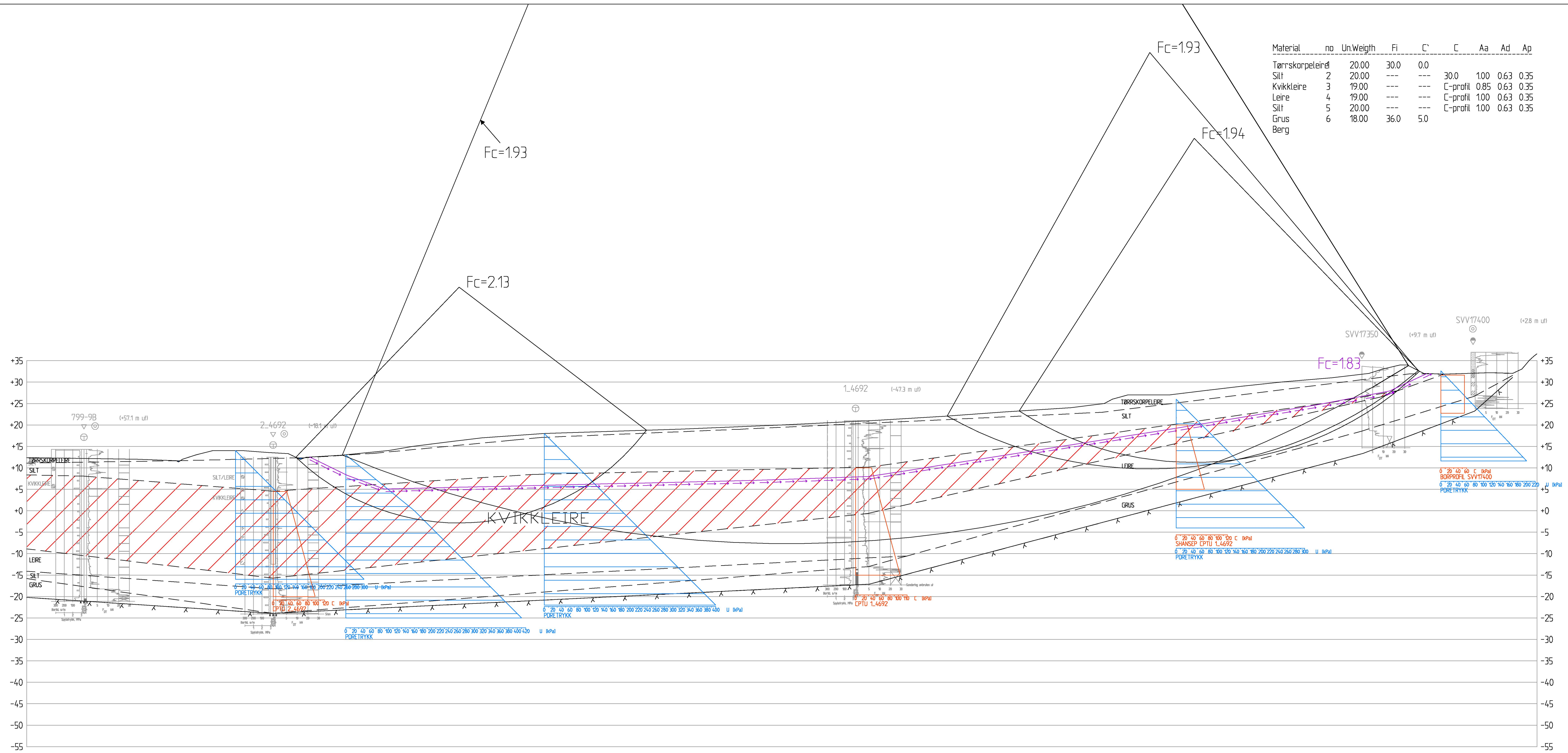
**RAMBOLL**  
Ramboll AS - Region Midt-Norge  
P.b. 9420 Sluppen  
Mellomlia 79, N-7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
www.ramboll.no

OPPDRAG  
**Lia, Hommelvik**  
OPPDRAGSGIVER  
**Malvik kommune**

INNHOOLD  
**STABILITETSBEREGNING**  
Profil A  
Effektivspenningsanalyse

|                           |                         |          |    |
|---------------------------|-------------------------|----------|----|
| OPPDRAG NR.<br>1350004692 | MÅLESTOKK<br>1:500 (A2) | BLAD NR. | AV |
| TEGNING NR.<br><b>205</b> |                         | REV.     |    |



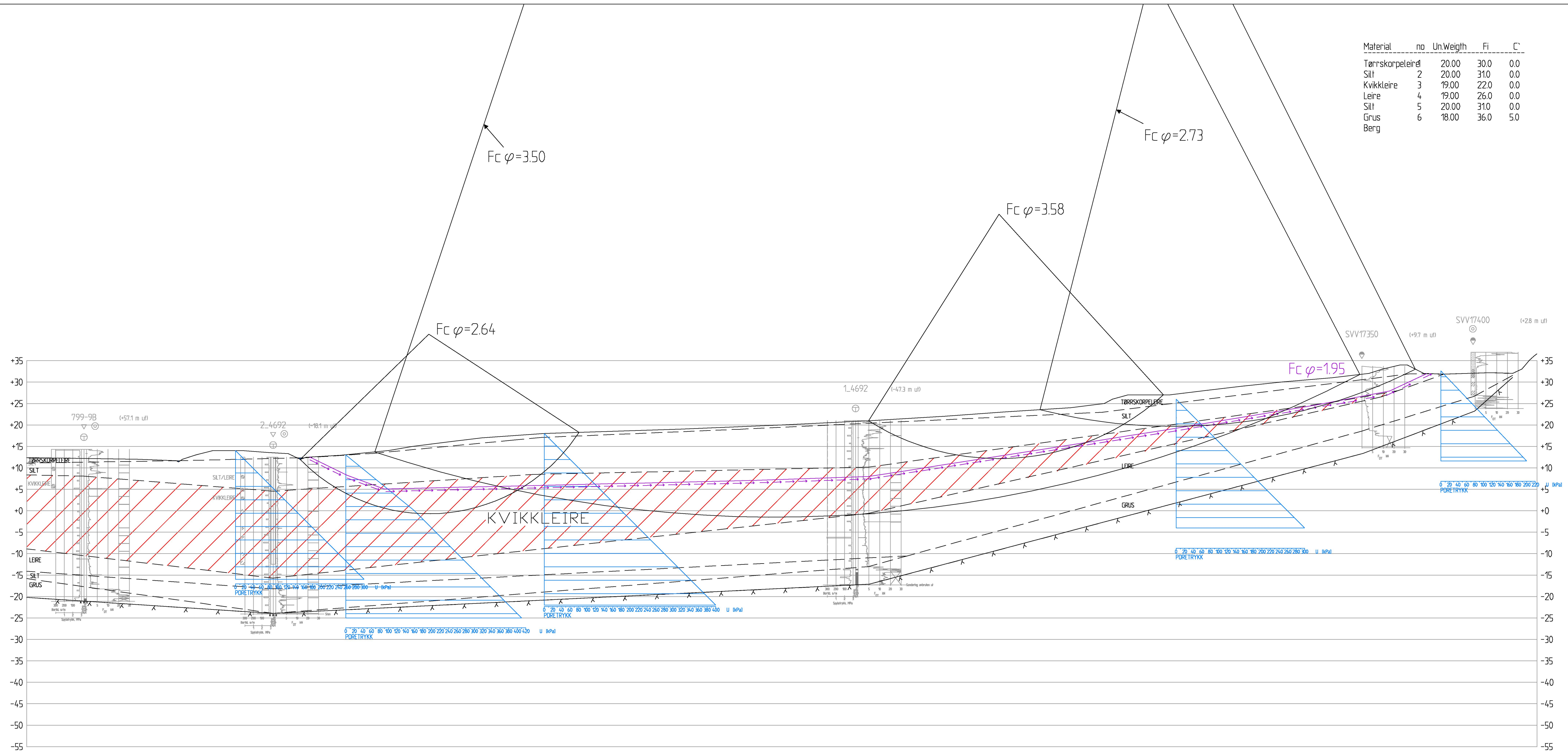


| Material       | no | Un.Weight | Fi   | C'  | C        | Aa   | Ad   | Ap   |
|----------------|----|-----------|------|-----|----------|------|------|------|
| Tørrskorpelære | 2  | 20.00     | 30.0 | 0.0 | ---      | ---  | ---  | ---  |
| Silt           | 2  | 20.00     | ---  | --- | 30.0     | 1.00 | 0.63 | 0.35 |
| Kvikkleire     | 3  | 19.00     | ---  | --- | C-profil | 0.85 | 0.63 | 0.35 |
| Leire          | 4  | 19.00     | ---  | --- | C-profil | 1.00 | 0.63 | 0.35 |
| Silt           | 5  | 20.00     | ---  | --- | C-profil | 1.00 | 0.63 | 0.35 |
| Grus           | 6  | 18.00     | 36.0 | 5.0 | ---      | ---  | ---  | ---  |
| Berg           |    |           |      |     |          |      |      |      |

Profil B-B  
1 : 500

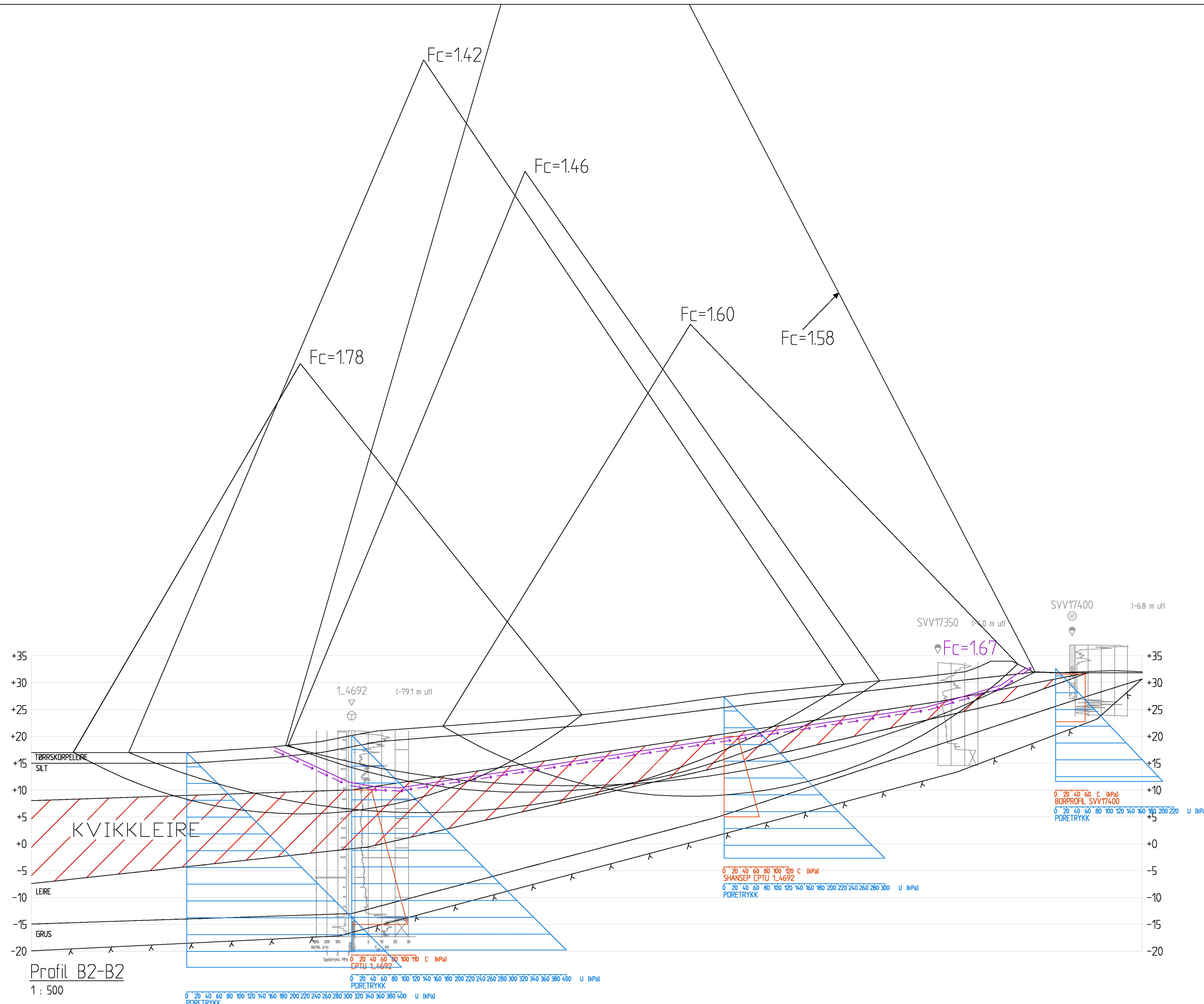


| Material        | no | Un.Weigth | Fi   | C'  |
|-----------------|----|-----------|------|-----|
| Tørrskorpeleire | 2  | 20.00     | 30.0 | 0.0 |
| Silt            | 2  | 20.00     | 31.0 | 0.0 |
| Kvikkleire      | 3  | 19.00     | 22.0 | 0.0 |
| Leire           | 4  | 19.00     | 26.0 | 0.0 |
| Silt            | 5  | 20.00     | 31.0 | 0.0 |
| Grus            | 6  | 18.00     | 36.0 | 5.0 |
| Berg            |    |           |      |     |



Profil B-B  
1 : 500





Profil B2-B2  
1 : 500

|                |           |  |      |       |       |
|----------------|-----------|--|------|-------|-------|
| REV.           | 3.11.2014 |  | EHU  | KEG   | KEG   |
|                | ENDRING   |  | TEGN | KONTR | GODKJ |
| TEGNINGSSTATUS |           |  |      |       |       |

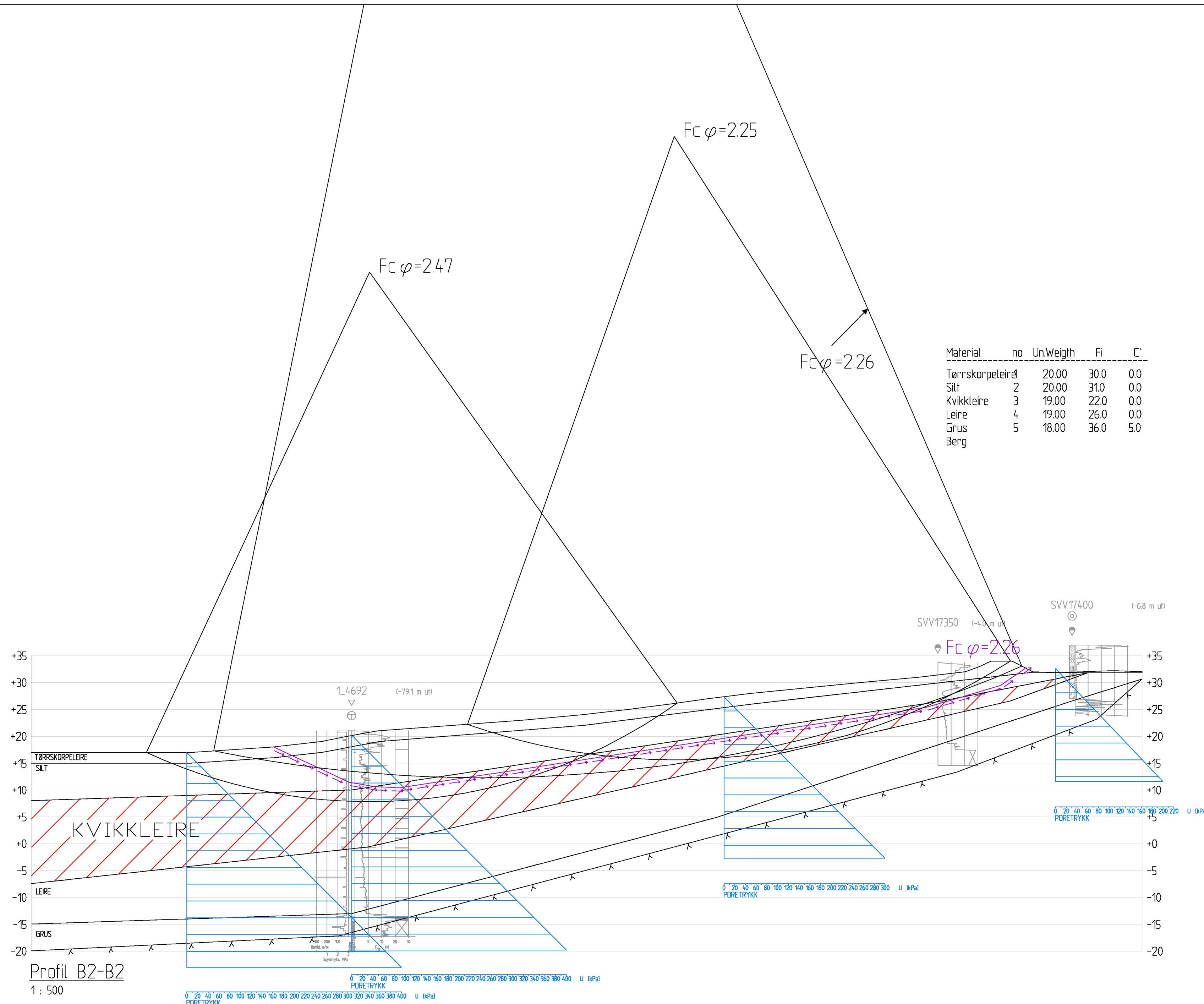
**RAMBOLL**  
Ramboll AS - Region Midt-Norge  
P.b. 9420 Sluppen  
Mellomlia 79, N-7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
www.ramboll.no

OPPDRAG  
**Lia, Hommelvik**  
OPPDRAGSGIVER  
**Malvik kommune**

INNHOLD  
**STABILITETSBEREGNING**  
Profil B2  
Totalspenningsanalyse

|                           |                         |             |      |
|---------------------------|-------------------------|-------------|------|
| OPPDRAG NR.<br>1350004692 | MÅLESTOKK<br>1:500 (A2) | BLAD NR.    | AV   |
|                           |                         | TEGNING NR. | REV. |
|                           |                         | 208         |      |





| Material        | no | Un.Weighth | Fi   | C   |
|-----------------|----|------------|------|-----|
| Tørrskorpeleire | 1  | 20.00      | 30.0 | 0.0 |
| Silt            | 2  | 20.00      | 31.0 | 0.0 |
| Kvikkleire      | 3  | 19.00      | 22.0 | 0.0 |
| Leire           | 4  | 19.00      | 26.0 | 0.0 |
| Grus            | 5  | 18.00      | 36.0 | 5.0 |
| Berg            |    |            |      |     |

Profil B2-B2  
1 : 500

|                |           |         |      |       |       |
|----------------|-----------|---------|------|-------|-------|
| REV.           | 3.11.2014 | ENDRING | EHU  | KEG   | KEG   |
| TEGNINGSSTATUS |           |         | TEGN | KONTR | GODKJ |

**RAMBOLL**  
Ramboll AS - Region Midt-Norge  
P.b. 9420 Sluppen  
Mellomila 79, N-7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
www.ramboll.no

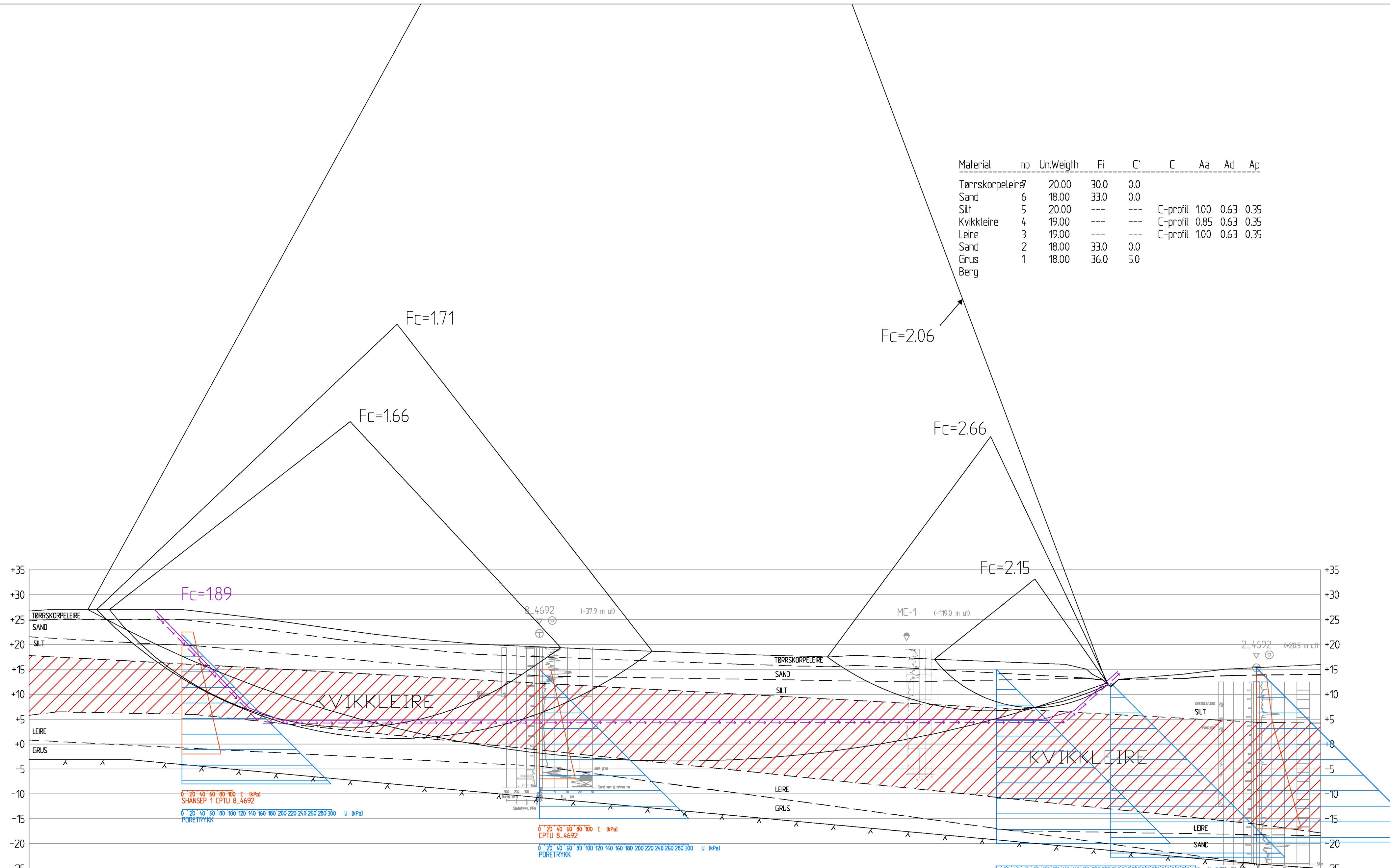
OPPDRAG  
**Lia, Hommelvik**  
OPPDRAGSGIVER  
**Malvik kommune**

INNHOOLD  
**STABILITETSBEREGNING**  
Profil B2  
Effektivspenningsanalyse

|                           |                         |                    |      |
|---------------------------|-------------------------|--------------------|------|
| OPPDRAG NR.<br>1350004692 | MÅLESTOKK<br>1:500 (A2) | BLAD NR.           | AV   |
|                           |                         | TEGNING NR.<br>209 | REV. |



| Material        | no | Un.Weigth | Fi   | C'  | C        | Aa   | Ad   | Ap   |
|-----------------|----|-----------|------|-----|----------|------|------|------|
| Tørrskorpeleire | 7  | 20.00     | 30.0 | 0.0 |          |      |      |      |
| Sand            | 6  | 18.00     | 33.0 | 0.0 |          |      |      |      |
| Silt            | 5  | 20.00     | ---  | --- | C-profil | 1.00 | 0.63 | 0.35 |
| Kvikkleire      | 4  | 19.00     | ---  | --- | C-profil | 0.85 | 0.63 | 0.35 |
| Leire           | 3  | 19.00     | ---  | --- | C-profil | 1.00 | 0.63 | 0.35 |
| Sand            | 2  | 18.00     | 33.0 | 0.0 |          |      |      |      |
| Grus            | 1  | 18.00     | 36.0 | 5.0 |          |      |      |      |
| Berg            |    |           |      |     |          |      |      |      |



Profil C-C  
1 : 500

|                |           |         |      |       |       |
|----------------|-----------|---------|------|-------|-------|
| REV.           | 3.11.2014 | ENDRING | EHU  | KEG   | KEG   |
| TEGNINGSSTATUS |           |         | TEGN | KONTR | GODKJ |

**RAMBOLL**  
Ramboll AS - Region Midt-Norge  
P.b. 9420 Sluppen  
Mellomila 79, N-7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
www.ramboll.no

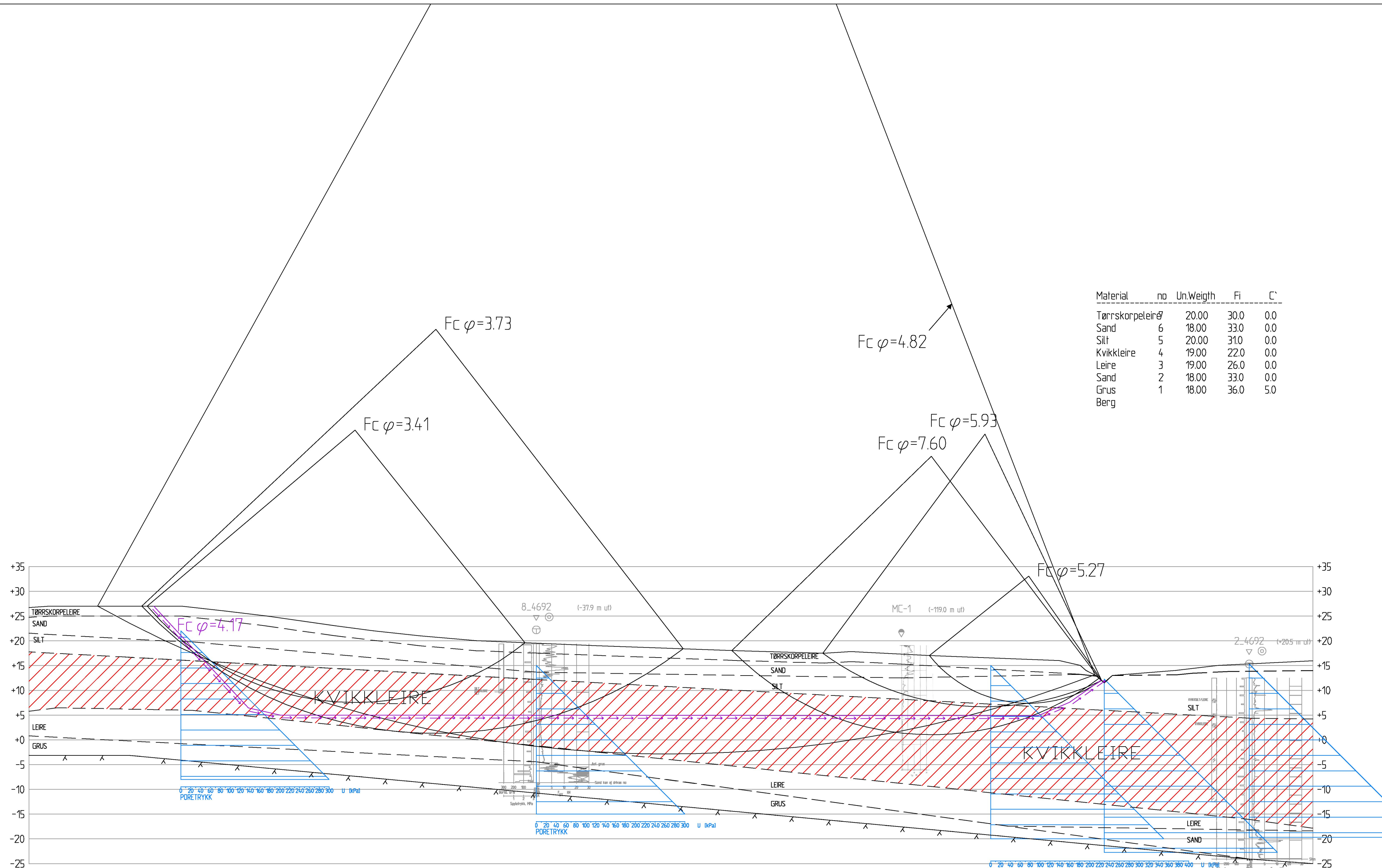
OPPDRAG  
**Lia, Hommelvik**  
OPPDRAGSGIVER  
**Malvik kommune**

INNHOOLD  
**STABILITETSBEREGNING**  
Profil C  
Totalspenningsanalyse

|                           |                         |          |    |
|---------------------------|-------------------------|----------|----|
| OPPDRAG NR.<br>1350004692 | MÅLESTOKK<br>1:500 (A2) | BLAD NR. | AV |
| TEGNINGS NR.              |                         | REV.     |    |
| 210                       |                         |          |    |



| Material        | no | Un.Weigth | Fi   | C'  |
|-----------------|----|-----------|------|-----|
| Tørrskorpeleire | 7  | 20.00     | 30.0 | 0.0 |
| Sand            | 6  | 18.00     | 33.0 | 0.0 |
| Silt            | 5  | 20.00     | 31.0 | 0.0 |
| Kvikkleire      | 4  | 19.00     | 22.0 | 0.0 |
| Leire           | 3  | 19.00     | 26.0 | 0.0 |
| Sand            | 2  | 18.00     | 33.0 | 0.0 |
| Grus            | 1  | 18.00     | 36.0 | 5.0 |
| Berg            |    |           |      |     |



Profil C-C  
1 : 500

|                |           |         |      |       |       |
|----------------|-----------|---------|------|-------|-------|
| REV.           | 3.11.2014 | ENDRING | EHU  | KEG   | KEG   |
| TEGNINGSSTATUS |           |         | TEGN | KONTR | GODKJ |

**RAMBOLL**  
Ramboll AS - Region Midt-Norge  
P.b. 9420 Sluppen  
Mellomila 79, N-7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
www.ramboll.no

OPPDRAAG  
**Lia, Hommelvik**  
OPPDRAAGSGIVER  
**Malvik kommune**

INNHOOLD  
**STABILITETSBEREGNING**  
Profil C  
Effektivspenninganalyse

|                            |                         |          |    |
|----------------------------|-------------------------|----------|----|
| OPPDRAAG NR.<br>1350004692 | MÅLESTOKK<br>1:500 (A2) | BLAD NR. | AV |
| TEGNING NR.<br><b>211</b>  |                         | REV.     |    |