

Oppdragsgiver  
**Melhus kommune**

Rapporttype  
**Geoteknisk vurderingsrapport**

Dato  
**04.11.2015**

# **FLÅ BARNESKOLE - TILBYGG GEOTEKNISK VURDERING FOR TILTAK I KVIKKLEIREOMRÅDE**

## FLÅ BARNESKOLE - TILBYGG

Oppdragsnr.: **1350009657**  
Oppdragsnavn: **Flå Barneskole - Tilbygg**  
Dokumentnr.: **G-rap-002 rev-01**  
Filnavn: **G-rap-002 rev-01 1350009657.docx**

Revisjon **01**  
Dato **04.11.2015**  
Utført av **Jørn Hetland**  
Kontrollert av **Erlend Hundal**  
Godkjent av **Rolf H. Røsand**  
Beskrivelse **Geoteknisk vurdering av tiltak i kvikkleireområde**

Rambøll  
Mellomila 79  
PB 9420 Sluppen  
N-7493 Trondheim  
T +47 73 84 10 00  
F +47 73 84 10 60  
www.ramboll.no

M:\2015-Oppdrag\1350009657 Flå Barneskole - Tilbygg\7-PROD\G-Geoteknikk\DOK\G-rap-002 rev-01\G-rap-002 rev-01 1350009657.docx

## INNHALDSFORTEGNELSE

<b>1.</b>	<b>INNLEDNING</b>	<b>5</b>
<b>2.</b>	<b>GRUNNLAG</b>	<b>5</b>
2.1	Grunnundersøkelser	5
2.2	Sikkerhetskrav for aktuelle tiltak	5
2.3	Områdestabilitet	6
<b>3.</b>	<b>TERRENG OG GRUNNFORHOLD</b>	<b>6</b>
3.1	Kvartærgeologisk kart	6
3.2	Topografi	6
3.3	Grunnforhold	6
<b>4.</b>	<b>GRUNNLAG FOR STABILITETSVURDERINGER</b>	<b>7</b>
4.1	Generelt	7
4.2	Profil og analyser	7
4.3	Grunnvann	7
4.4	Lagdeling	7
4.5	Laster	8
4.6	Materialparametere	8
4.6.1	Tyngdetetthet	8
4.6.2	Udrenert skjærfasthet	8
4.6.3	Effektivspenningsparametere	9
4.6.4	Antatt tidligere terreng	9
4.6.5	Kvalitet av grunnundersøkelser	9
4.6.6	Oppsummering av materialparametere	9
<b>5.</b>	<b>STABILITETSVURDERINGER</b>	<b>10</b>
5.1	Totalspenningsbasis	10
5.2	Effektivspenningsbasis	10
5.3	<i>Erosjon i vassdrag</i>	11
<b>6.</b>	<b>OPPSUMMERING/KONKLUSJON</b>	<b>12</b>
<b>7.</b>	<b>REFERANSER</b>	<b>13</b>

## FIGURER

Figur 1. Kvartærgeologisk kart over området.....	6
--	---

## TABELLER

Tabell 1: Utførte relevante grunnundersøkelser i området .....	5
Tabell 2. Anisotropifaktorer for udrenert skjærfasthetsprofil. ....	9
Tabell 3. Effektivspenningsparametere. ....	9
Tabell 4. Evaluering av prøve kvalitet. ....	9
Tabell 5. Benyttede materialparametere i beregningene.....	10
Tabell 6. Minste beregnede materialfaktor for kritiske glideflater på totalspenningbasis.....	10
Tabell 7. Stabilitetsberegninger iht. krav om prosentvis forbedring (effektivspenningsbasis). ....	11

## TEGNINGER

Tegn. nr.	Rev.	Tittel	Målestokk	Format
301		Oversiktskart	1:50 000	A4
302		Situasjonsplan	1:1000	A3
303		Profil A – før tiltak – totalspenningsanalyse ADP	1:400	A3 (lang)
304		Profil A – anleggssituasjon – totalspenningsanalyse ADP	1:400	A3 (lang)
305		Profil A – etter tiltak og utgraving – totalspenningsanalyse ADP	1:400	A3 (lang)
306		Profil A – før tiltak – effektivspenningsanalyse	1:400	A3 (lang)
307		Profil A – etter tiltak og bygg – effektivspenningsanalyse	1:400	A3 (lang)
308		Profil B – Vurdering av fare for retrogressivt skred	1:400	A3 (lang)

## VEDLEGG

Vedlegg nr.	Rev.	Tittel
1		Tolking av CPTU
2		SHANSEP-normalisering
3		Tolking av treksialforsøk
4		Kvalitetsskjema CPTU
5		Bilder fra befaring
6		Bilder fra befaring
7		Bilder fra befaring

## 1. INNLEDNING

Melhus kommune planlegger tilbygg til Flå barneskole på Ler i Melhus kommune. Den aktuelle eiendommen er gnr./bnr. 135/61. Se tegning 301 for områdets geografiske plassering. Tilbygget er planlagt sør for eksisterende skole, og vil i byggeperioden medføre senkning av dagens terreng, noe som vil få negativ påvirkning på stabilitetsforholdene i området. Tilbygget er planlagt med sokkel med brutto areal på ca. 900 m<sup>2</sup>, og ferdig gulv for sokkel er planlagt på kote +49.

Tiltaket ligger i sin helhet innenfor kvikkleiresone 450 «Bortn», som medfører at tiltaket må vurderes iht. NVEs veileder 7/2014, ref. /1/. Rambøll har tidligere utført en utredning av den aktuelle kvikkleiresonen i notat "G-not-002 6090686, ref. /2/, og det er i den forbindelse utført sikringstiltak mot kvikkleireskred.

Denne rapporten inneholder en geoteknisk vurdering av tiltaket mhp. stabilitetsforhold, med beregninger i ett profil. Rapporten har vært gjennom uavhengig kontroll iht. ref. /1/ og er revidert etter anmerkninger fra den uavhengige kontrollen utført av Sweco (notat 16961001, ref. /10/). Alle endringer av tekst i denne rapporten er skrevet med kursiv. Tegning 303-307 er også revidert og viser nå også de plane glideflatene som er beregnet. Det forutsettes at den reviderte rapporten godkjennes av uavhengig kontrollør.

## 2. GRUNNLAG

### 2.1 Grunnundersøkelser

Utbyggingsområdet ligger i en kartlagt kvikkleiresone (sone 450 «Bortn»). Det er utført geotekniske grunnundersøkelser i forbindelse med oppdraget som grunnlag for geoteknisk vurdering av tiltaket. Undersøkelsesomfanget består av 4 totalsonderinger, 1 CPTU og prøvetaking i 2 pkt.

Det er også utført grunnundersøkelser i området ved tidligere anledninger. Tabell 1 gir oversikt over relevante grunnundersøkelser.

**Tabell 1: Utførte relevante grunnundersøkelser i området**

Rapportnummer	Navn	Utført av	Dato
G-rap-001-1350009657	Flå Barneskole - Tilbygg	Rambøll	8.6.2015
G-rap-001 600167	Boligfelt Ler II	Scandiaconsult	4.8.2000
O.7789	Boligfelt Ler	Kummeneje	20.12.1989

### 2.2 Sikkerhetskrav for aktuelle tiltak

Det aktuelle tiltaket ligger i sin helhet innenfor kvikkleiresone 450 «Bortn», som medfører at tiltaket må vurderes iht. NVEs veileder 7/2014. Geotekniske grunnundersøkelser har også påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale på utbyggingsområdet fra ca. 8-19 m dybde. Det er vurdert som tilstrekkelig å regne lokalstabilitet i ett profil, som strekker seg fra utbyggingsområdet og retning øst/sørøst. Se situasjonsplan på tegning 302 for profilets plassering.

Gjeldende tiltak er, etter NVEs veileder 7/2014 tabell 5.2, plassert i tiltakskategori K4. Kvikleiresone 450 «Bortn» er klassifisert med faregradsklasse middels, og det stilles dermed krav til stabilitetsanalyse for det aktuelle tiltaket som dokumenterer enten:

- a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet  $F \geq 1,4$  eller
- b) Forbedring etter figur 5.1 i NVEs veileder 7/2014 dersom  $F \leq 1,4$

Det stilles også krav til kvalitetssikring av uavhengig foretak.

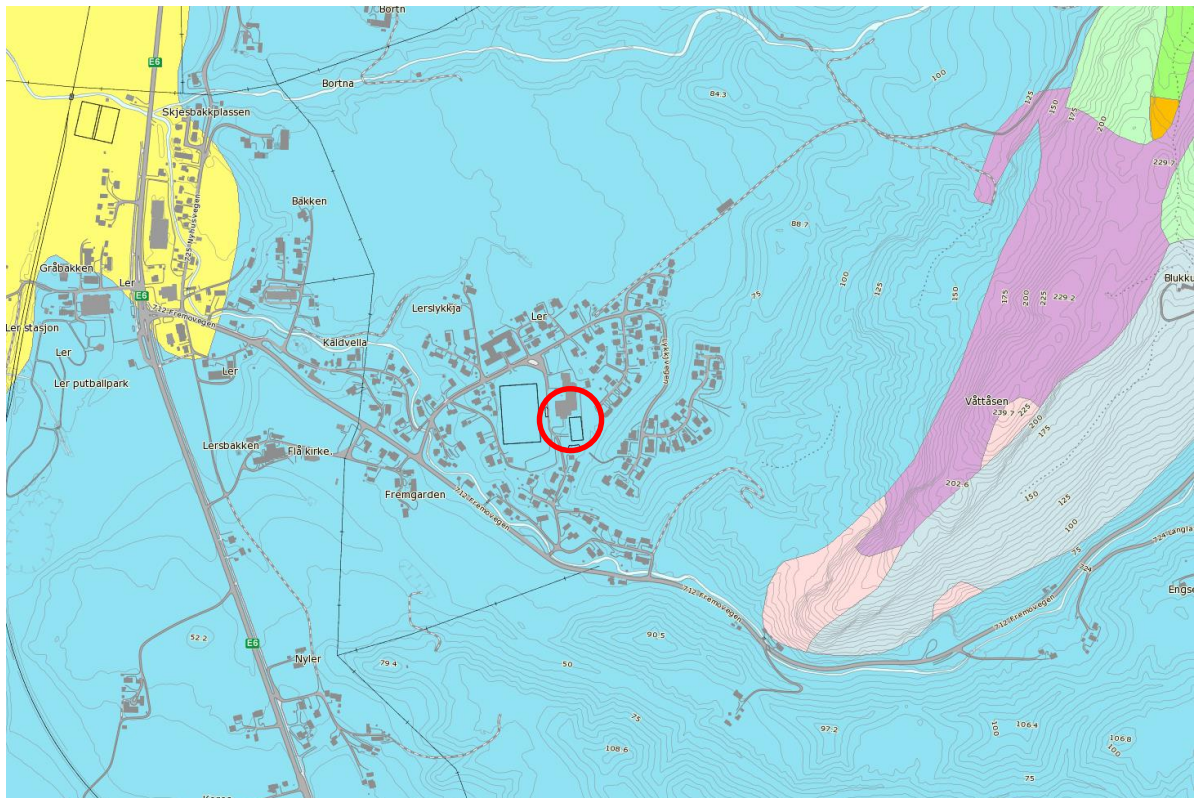
### 2.3 Områdestabilitet

Det er tidligere regnet områdestabilitet i forbindelse med utbygging av Flå barnehage. Det ble i den forbindelse beregnet 3 profiler, og sikringstiltak er utført for å forbedre stabiliteten i området. Det henvises til ref. /2/ for detaljer rundt områdevurderingen.

## 3. TERRENG OG GRUNNFORHOLD

### 3.1 Kvantærgeologisk kart

Kvantærgeologisk kart over området, fig. 1, angir i all hovedsak tykk havavsetning i og omkring tiltaksområdet. Nordvest for tiltaksområdet ligger en elvavsetning som strekker seg langs Gaula retning nord og sør. Øst for utbyggingsområdet er det registrert forvitningsmateriale og tynn hav-/strandavsetning i tillegg til enkelte områder med bart fjell.



Figur 1. Kvantærgeologisk kart over området.

### 3.2 Topografi

Terrenget på utbyggingsområdet heller i retning vest med gjennomsnittlig helning på ca. 1:10. Planlagt vestre ytterkant av tilbygget ligger på ca. kote +49 og planlagt østre ytterkant ligger på ca. kote +52.

Øst for utbyggingsområdet går det en terrenngrygg som ligger på ca. kote +75. Terrenngryggen heller bratt nedover mot utbyggingsområdet med en helning på ca. 1:2 i bratteste det bratteste partiet.

### 3.3 Grunnforhold

Grunnen i området består generelt av middels fast/fast leire med enkelte sand- og siltlag. Utførte sonderinger indikerer mektige lag med sensitiv leire, og det er gjennom prøvetaking i 2 punkter påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale på området. Prøvetaking viser at leira er overkonsolidert, og tidligere terreng er antatt å ha ligget fra ca. kote +90 til kote +105.

Det er utført sonderinger i området til 35 meter uten at berg er påtruffet. Bergoverflaten antas å ligge dypt og at denne er uten relevans for prosjektet.

For nærmere beskrivelse av grunnforhold vises det til "G-rap-001 1350009657 (2015)", ref. /3/, "G-rap-001 600167 (2000)", ref. /4/ og "O.7789 (1989)", ref. /5/. Relevante boringer er vist på tegning 302.

## 4. GRUNNLAG FOR STABILITETSVURDERINGER

### 4.1 Generelt

Stabilitetsberegninger er utført med beregningsprogrammet GeoSuite Stabilitet, som er en del av GeoSuites programpakke. GeoSuite Stabilitet baserer seg på en likevektsbetraktning av potensielle bruddflater. *For beregning av stabilitet er de ulike skredtyper som kan tenkes å inntreffe vurdert. Både flakskred og skalkskred er aktuelle mekanismer og et retrogressivt skred kan tenkes å forplante seg bakover. Det er på bakgrunn av dette utført beregninger av sikkerhet mot initialskred som kan utløse et eventuelt retrogressivt skred i området.* Beregningene er utført for sirkulære- og plane skjærflater, og en plan spenningstilstand for profilet.

### 4.2 Profil og analyser

Profilen er valgt med hensyn til den mest kritiske helning for skråningen øst for utbyggingsområdet for vurdering av lokalstabilitet. Se tegning 302 for plassering av profil A. Terrenget i profilen er generert fra digitalt kartgrunnlag, og høydereferanse er NN2000.

Følgende stabilitetsanalyser er utført:

- Totalspenningsanalyse (korttidstilstand) for dagens situasjon, anleggssituasjon og anleggssituasjon med tiltak (tegning 303, 304 og 305)
- Effektivspenningsanalyse (langtidstilstand) for dagens situasjon og situasjon med sikringstiltak og last fra bygg (tegning 306 og 307).

Totalspenningsanalysen vurderes som kritisk for anleggssituasjon inntil last fra skolebygg er påført.

Effektivspenningstilstand vurderes som representativ for dagens situasjon, og det er også utført beregninger på effektivspenningsbasis for situasjon med last fra bygg og fylling. Utgraving for bygg er vurdert som korttidstilstand og er dermed ikke relevant for effektivspenningsanalyse.

### 4.3 Grunnvann

Grunnvann er undersøkt i forbindelse med tidligere grunnundersøkelser i området. Undersøkelsespunktene plassering er vist på situasjonsplanen på tegning 302.

Tidligere undersøkelser i pkt. D (G-rap-001 600167, ref. /4/) antyder at grunnvannstand ligger ca. 9 m under terreng for terrenngryggen like øst for utbyggingsområdet. I pkt. F (O.7789, ref. /5/) er grunnvannstanden målt til 4,3 m dybde under terreng.

Grunnvannstand er antatt ca. 5 og 8 m under terreng for henholdsvis utbyggingsområdet og terrenngryggen øst for utbyggingsområdet. Det er for samtlige beregninger antatt hydrostatisk poretrykksfordeling, og antatt grunnvannstand er tegnet inn i terrenngprofil på tegning 303-307.

### 4.4 Lagdeling

Lagdeling i beregningsprofiler er tolket fra totalsonderinger i 4 punkter, CPTU i 1 punkt, samt prøvetaking i 2 punkter. Berg er ikke påtruffet i noen av undersøkelsespunktene, og bergoverflaten er antatt å ligge dypt under terreng. Tolket lagdeling er som følger:

- Topplag på ca. 2-4 m antatt bestående av silt/sand.
- Derunder er det antatt et fast leirlag med mektighet på ca. 2-4 m.
- Kvikkleire under leirlaget med mektighet på opptil 19 m, adskilt av et lag med sand/grus ved pkt. 4.
- Under kvikkleira er det et lag med fastere masser antatt bestående av sand/grus.

#### 4.5 Laster

Tiltaket gjelder tilbygg til Flå skole, og er planlagt med én etasje i tillegg til sokkeletasje. Det er antatt en last på 20 kPa fra bygget. Lasten fra bygget vil virke positivt på områdestabiliteten og kritisk situasjon er antatt å være ved utgraving for tilbygget.

#### 4.6 Materialparametere

##### 4.6.1 Tyngdetetthet

Tyngdetetthet (romvekt) brukt i stabilitetsberegninger er bestemt utfra utførte laboratorieundersøkelser. For topplaget bestående av silt/sand er erfaringstall fra Statens vegvesen, Håndbok V220, ref. /6/ brukt. Benyttede verdier for tyngdetetthet er vist på tegning 303 – 307 og i tabell 5.

##### 4.6.2 Udrenert skjærfasthet

Udrenert skjærfasthet modelleres i GeoSuite Stabilitet ved interpolering mellom angitte skjærfasthetsprofiler. Det er for profil A angitt 3 ulike skjærfasthetsprofiler (pkt. 1, 3 og 4). Skjærfasthetsprofil i pkt. 4 er bestemt på følgende, og er vist i vedlegg 1:

- Tolkning av utført CPTU i pkt. 4.
- Tolkning av utført treaksialt trykkforsøk i pkt. 4.
- Vurdering av utførte enaks- og konusforsøk.

Tolkning av udrenert skjærfasthet fra CPTU er utført på grunnlag av empiriske korrelasjoner fra Karlsrud et al. (2005), ref. /7/, og er bestemt ut fra poreovertrykk med koeffisient  $N_{\Delta u}$ , basert på følgende formel:

$$- N_{\Delta u} = 9,8 - 4,5 \cdot \log(OCR)$$

Overkonsolideringsgraden  $OCR$  er tolket på grunnlag av utførte ødometerforsøk og  $OCR$  fra CPTU, og det er antatt tidligere terreng ved ca. kote +105 på toppen av terrengryggen ved pkt. 4.

Skjærfasthetsprofil i pkt. 1 og 3 er beregnet basert på SHANSEP-normalisering og antakelse om tidligere terrengnivå på henholdsvis kote +90 og +95 ved pkt. 1 og 3. Karakteristisk aktiv skjærfasthet er iht. SHANSEP bestemt utfra følgende sammenheng:

$$- c_{uA} = 0,28 \cdot p_0' \cdot OCR^{0,8},$$

hvor  $p_0'$  er effektiv vertikalspenning og  $OCR$  er overkonsolideringsgraden.

Det vises til vedlegg 2 for SHANSEP-normalisering av skjærfasthetsprofil.

Stabilitetsberegninger med totalspenningsanalyse er utført med anisotrop skjærfasthet. Anisotropiforhold er valgt med bakgrunn i  $I_p < 10 \%$ , iht. ref. /8/, og er gjengitt i tabell 2.

I lag med kvikkleire/sprøbruddmateriale er den aktive skjærfastheten redusert med 15 %, ref. /1/. I beregningene er reduksjonen inkludert i anisotropifaktorer, og ikke i skjærfasthetsprofiler.



**Tabell 2. Anisotropifaktorer for udrenert skjærfasthetsprofil.**

<b>Materiale</b>	<b>Anisotropifaktor, aktiv</b>	<b>Anisotropifaktor, direkte</b>	<b>Anisotropifaktor, passiv</b>
Leire	1,0	0,63	0,35
Kvikkleire	0,85	0,63	0,35

## 4.6.3 Effektivspenningsparametere

Parametere for effektiv skjærfasthet for kvikkleire og leire er basert på utførte treaksialforsøk i pkt. 4. Effektiv skjærfasthetsparametere for silt/sand og sand/grus er basert på erfaringsverdier iht. Statens vegvesen, håndbok V220. Vedlegg 3 viser tolkning av treaksialforsøk. Tabell 3 viser parametere benyttet for de ulike materialer i beregningene.

**Tabell 3. Effektivspenningsparametere.**

<b>Materiale</b>	<b>Attraksjon, <math>a</math> [kPa]</b>	<b><math>\tan \varphi</math> [°]</b>
Silt/sand	0	0,6
Leire	10	0,53
Kvikkleire/sprøbruddmateriale	10	0,45
Sand/grus	3	0,65

Det er for kvikkleire/sprøbruddmateriale benyttet en maksimalt tillatt tøyning på ca. 1 %, mens det for leire er benyttet en maksimalt tillatt tøyning på ca. 1,75 % ved tolkning av treaksialforsøk.

## 4.6.4 Antatt tidligere terreng

For området ved Flå skole og barnehage er det antatt tidligere terreng på ca. kote +90. I skråningstoppen er tidligere terreng antatt ved kote +105. Dette er basert på ødometerforsøk og CPTU.

## 4.6.5 Kvalitet av grunnundersøkelser

Prøvekvalitet for utførte treaksialforsøk er vurdert iht. NGFs veiledning nr. 11/1997 (rev. 2013), ref. /9/. Etter tabell 6 i NGFs veiledning nr. 11/2013, er prøvene klassifisert som i tabell 4.

**Tabell 4. Evaluering av prøvekvalitet.**

<b>Punkt</b>	<b>Dybde [m]</b>	<b>Treaksialforsøk</b>	<b>OCR [-]</b>	<b><math>\Delta e/e_0</math> [-]</b>	<b>Kvalitet</b>
4	11,50	CAUc	2,1	0,047	God til brukbar
4	11,60	CAUc	2,1	0,028	Veldig god til utmerket

Det bemerkes at dype prøver av bløt og sensitiv leire er erfaringsvis ofte noe forstyrret, og gir lavere fasthet enn hva tolkning av skjærfasthet fra CPTU gir. Dette er tatt til betraktning ved tolkning av udrenert skjærfasthet basert på CPTU.

Utført CPTU er definert i anvendelsesklasse 1, og det er utført forboring ned til ca. 2 m og gjennom et fast lag fra ca. 14-17 m dybde. Kvalitetsskjema for CPTU er vist i vedlegg 4.

## 4.6.6 Oppsummering av materialparametere

I tabellen under er det vist en sammenstilling av parametere som er benyttet i stabilitetsberegningene.

**Tabell 5. Benyttede materialparametere i beregningene.**

<b>Profil A</b>	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	$c'$ [kPa]	$c_{uA}$ [kPa]
Silt/sand	19,0	31	0	-
Leire	19,5	28	5,3	C-profil
Sprøbruddmateriale	20	24	4,5	C-profil*
Sand/Grus	20	33	3	-

\*Aktiv udrenert skjærfasthet er redusert med 15 % fra designlinje i lag med kvikkleire/sprøbruddmateriale, ref. /1/.

## 5. STABILITETSVURDERINGER

Stabilitetsberegninger er utført på total- og effektivspenningsbasis. Totalspenningsanalysen tar hensyn til en potensiell situasjon med udrenerte spenningsendringer i grunnen, mens effektivspenningsanalysen er representativ for langtidssituasjon. Effektivspenningsbasis er funnet å være dimensjonerende.

På bakgrunn av områdets topografi er det vurdert å ikke være sidefriksjon av betydning for aktuelle skredmekanisme. Sidefriksjonsfaktor er derfor satt til 0.

Kritiske bruddsirkler er funnet å være i øverste del av skråningen med størst helning.

### 5.1 Totalspenningsbasis

Det er utført beregninger for dagens situasjon på totalspenningsbasis. Beregninger viser at lokalstabiliteten i profil A er tilstrekkelig iht. NVEs veileder 7/2014. Det er også utført beregninger med utgraving for planlagt tilbygg til kote +48,5. Beregningene viser tilstrekkelig sikkerhet mot utglidning, og det er funnet at utgravinga ikke vil påvirke kritiske glideflater.

Minste beregnede materialfaktor,  $\gamma_m$ , for dagens situasjon, utgraving og situasjon med stabiliserende tiltak er vist i tabell 6. Se tegning 303 – 305 for beregninger. Det er ikke utført beregninger på totalspenningsbasis med last fra bygg ettersom last fra bygg vil virke positivt på stabiliteten i profil A.

**Tabell 6. Minste beregnede materialfaktor for kritiske glideflater på totalspenningsbasis.**

<b>Dagens situasjon, <math>\gamma_m</math> [-]</b>	<b>Utgraving for tilbygg, <math>\gamma_m</math> [-]</b>	<b>Utgraving for tilbygg og tiltak, <math>\gamma_m</math> [-]</b>
1,41	1,41	1,46

Stabiliteten er funnet å være tilfredsstillende iht. punkt a) i kapittel 2.2 for samtlige beregninger på totalspenningsbasis. Tabell 6 viser at mest kritiske glideflate er upåvirket av utgraving for tilbygg.

### 5.2 Effektivspenningsbasis

Det er utført beregninger for dagens situasjon og situasjon med fylling og ferdig tilbygg på effektivspenningsbasis. Utførte effektivspenningsanalyser viser at det ikke oppnås en tilstrekkelig sikkerhet for skråningen iht. NVEs veileder, ref. /1/. Der hvor det oppnås materialfaktor  $\gamma_m < 1,4$ , vil det være krav om sikringstiltak som gir prosentvis forbedring av stabilitet etter figur 5.1 i ref. /1/. Som et tiltak for å oppnå tilstrekkelig prosentvis forbedring er det foreslått motfylling i skråningsfoten ovenfor tiltaksområdet. Det er utført beregninger med motfylling, og resultater, samt krav til forbedring, er vist i tabell 7. Profil med kritiske glideflater er vist på tegning 306 og 307.

**Tabell 7. Stabilitetsberegninger iht. krav om prosentvis forbedring (effektivspenningsbasis).**

<b>Dagens situasjon uten tiltak, <math>\gamma_m</math> [-]</b>	<b>Krav til forbedring [%]</b>	<b>Situasjon med tiltak, <math>\gamma_m</math> [-]</b>	<b>Situasjon med tiltak, <math>\gamma_m</math> [-]</b>
1,25	3,8	1,30	1,31
1,31	2,3	1,34	1,48
1,45	-	-	1,50

Det anslås at nødvendig motfylling vil ha et volum på ca. 600 m<sup>3</sup> for å oppnå tilfredsstillende stabilitet på effektivspenningsbasis. Fyllingen er planlagt i skråningsfoten, og det anbefales å mure opp ca. 1,5 m før det fylles opp med drenerende masser i bakkant av muren. Ettersom stabiliteten for utgraving mht. korttidstilstand (totalspenningbasis) er tilfredsstillende, og mest kritiske glideflate er upåvirket av utgraving, argumenteres det for at utgraving for tilbygg kan utføres før sikringstiltak. Dermed er det mulig å bruke masser fra utgravinga som fyllmasse for sikringstiltaket. Det bemerkes at det må brukes drenerende masser i bakkant av muren. Det forutsettes at det renskes ned til mineralske masser under motfyllingen for å unngå potensielle glidesjikt mellom motfylling og dagens terreng. Torvlag som renskes bort kan legges på toppen av motfyllingen.

Det forutsettes at fyllingen detaljprosjekteres, og beskrivelse ovenfor er kun å betrakte som orienterende.

### **5.3 Erosjon i vassdrag**

*Det er i ref. /2/ forutsatt at Bortna og Kaldvella sikres mot erosjon i løpet av 5-10 år. For profil A er det i hovedsak Kaldvella som er relevant ettersom erosjon forårsaket av Kaldvella kan utløse initialskred som igjen kan føre til et retrogressivt skred som forplanter seg bakover mot skrånningen. I denne rapporten er det vurdert om det foregår aktiv erosjon langs Kaldvella i området fra Skolebakken til Lykkjevegen. I tillegg er det vurdert om et evt. initialskred i dette området kan utløse et retrogressivt skred som forplanter seg bakover til tiltaksområdet.*

*Tiltakshaver (Melhus kommune) har opplyst at det ble gjennomført et hastetiltak for sikring av Kaldvella på nyåret 2012 etter utglidninger året før. I den forbindelse ble 160 meter av bekkeløpet nedstrøms fra brua ved gnr/bnr 131/10 erosjonssikret. Dette er omtrent 1 km oppstrøms Flå skole. Videre opplyser tiltakshaver at de ikke kjenner til en detaljplan fra NVE vedrørende erosjonssikring av resten av Kaldvella. Det er utført befarings langs Kaldvella ved strekningen fra Lykkjevegen til Skolebakken. Det er antydning til sig to ulike steder langs strekningen, men det er ikke oppdaget aktiv erosjon i området. Enkelte steder er det lagt ut steinfylling, trolig for å sikre skjæringene. Vedlegg 5-7 viser bilder fra befaringen.*

*Kaldvella ligger i grensen mellom kvikkleiresone 450 "Bortna" og 451 "Flå Krk.". Rambøll har ikke utført geotekniske grunnundersøkelser ved denne strekningen av Kaldvella. Fare for et eventuelt retrogressivt skred er vurdert ved å anta en dybde for uk. skredgrop ved et evt. initialskred og en erfaringsmessig helning av skredgropa (ref. /1/). Det er, basert på tegning 308, funnet at et eventuelt initialskred utløst av erosjon i dette området må gå ca. 10 m dypt for å kunne forplante seg bakover og gripe inn på tiltaksområdet. Dette anses som lite sannsynlig da et potensielt initialskred antas å gå betydelig grunnere. Det er under befarings ikke oppdaget aktiv erosjon i området, men det forutsettes at området holdes under oppsikt og erosjonssikres iht. beskrivelse i ref. /2/. Dette vil si innen år 2019.*

*Tiltakshaver har også opplyst at det foreligger en detaljplan utarbeidet av NVE angående erosjonssikring av Bortna. Denne er i skrivende stund ute på høring til berørte parter og antatt tidspunkt for vedtak er opplyst å være januar/februar 2016. Det forutsettes fra Rambøll at detaljplaner vedtas og sikringstiltak gjennomføres innen tidsfrist beskrevet i ref. /2/.*

## 6. OPPSUMMERING/KONKLUSJON

Det er utført en vurdering for tiltak i kvikkleiresone 450 «Bortn». Utførte stabilitetsberegninger viser at korttidstilstand for utgraving og fylling har tilfredsstillende sikkerhet mot skred iht. NVEs veileder 7/2014, med  $\gamma_m > 1,4$  for samtlige sirkler.

Dimensjonerende situasjon er dagens situasjon på effektivspenningsbasis med minste beregnede materialfaktor på  $\gamma_m = 1,25$ . Iht. ref. /1/ stilles det dermed krav til prosentvis forbedring av stabilitet i profil A. Det er foreslått sikringstiltak i form av motfylling i skråningsfot, hvor det i beregningsprofil er vist minste nødvendig motfylling for å oppnå nødvendig prosentvis forbedring.

Det anslås et totalt fyllingsvolum på ca. 600 m<sup>3</sup> for å oppnå tilstrekkelig prosentvis forbedring. Omtrentlig plassering og utstrekning av fyllingen er vist på vedlagte tegninger (tegning 302, 305 og 307). Fyllingens omfang og utstrekning må detaljprosjekteres og tegninger og beskrivelse er kun å betrakte som orienterende.

*Det er under befaring ved Kaldvella ikke oppdaget aktiv erosjon, og det er vurdert at et retrogressivt skred fra området ved Kaldvella er lite sannsynlig å forplante seg nordover til tiltaksområdet. Området må likevel holdes under oppsikt og erosjonssikres innen tidsfrist beskrevet i ref. /2/ (år 2019).*

*Iht. NVEs veileder, ref. /1/, er geotekniske stabilitetsvurderinger kontrollert. Rapporten er deretter endret etter anmerkninger i ref. /10/ og forutsettes godkjent.*

Med vennlig hilsen

Rambøll Norge AS

Dokumentet er utarbeidet av:



**Jørn Hetland**

Sivilingeniør geoteknikk

Dokumentet er kontrollert av:

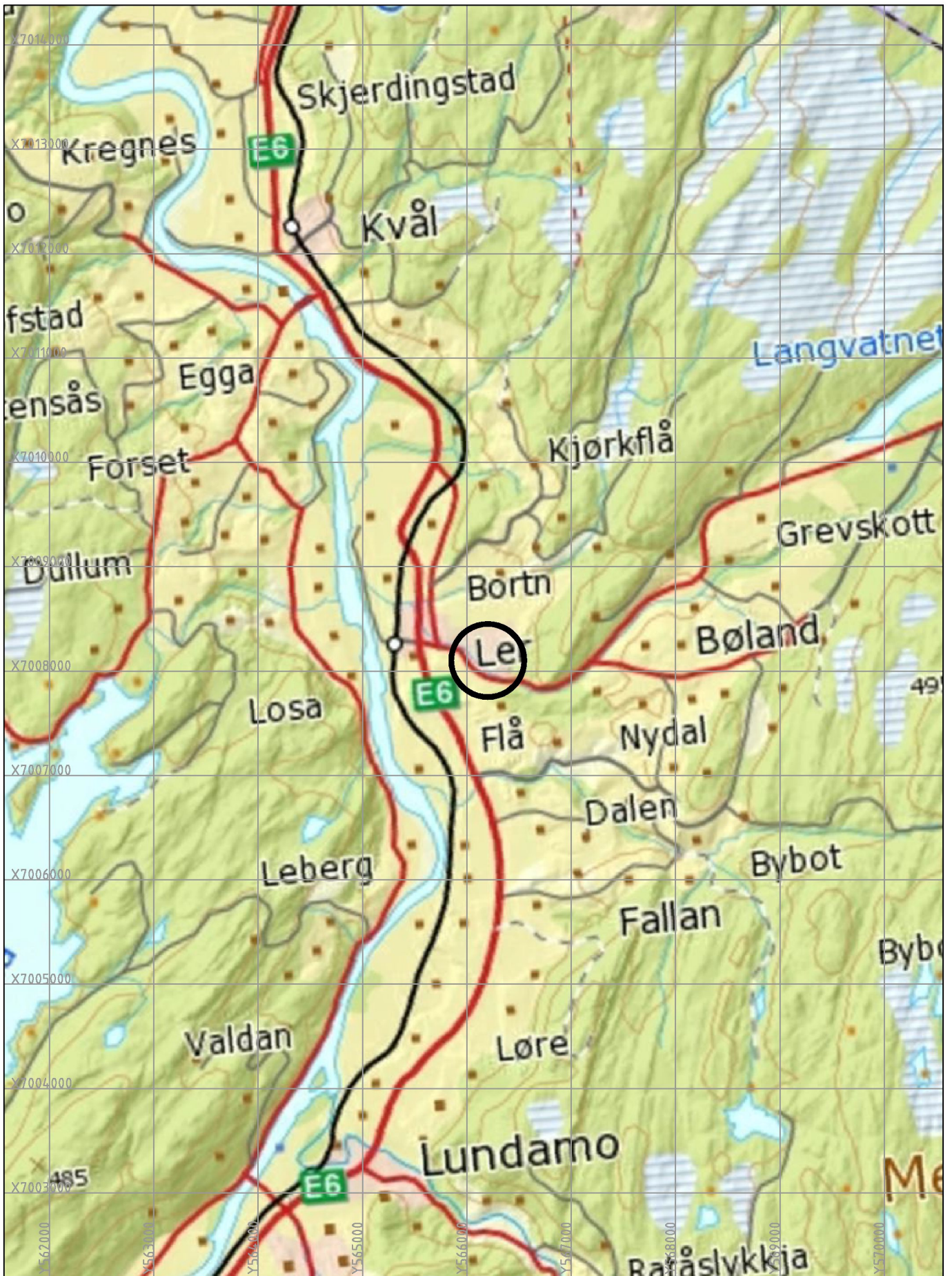


**Erlend Hundal**

Sivilingeniør geoteknikk

## 7. 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/ Rambøll, G-not-002 6090686 (2009). "Utbygging Flå Barnehage. Vurdering av stabilitet iht. NVEs retningslinjer 1/2008."
- /3/ Rambøll, G-rap-001 1350009657 (2015). "Datarapport fra grunnundersøkelse. Flå barneskole – Tilbygg."
- /4/ Scandiaconsult, G-rap-001 600167 (2000). "Datarapport fra grunnundersøkelse. Boligfelt Ler II."
- /5/ Kummeneje, O.7789 (1989). "Datarapport fra grunnundersøkelse. Boligfelt Ler."
- /6/ Statens Vegvesen, Håndbok V220. "Geoteknikk i vegbygging."
- /7/ Karlsrud, K., Lunne, T., Kort, D.A. & Strandvik, S. (2005). "CPTU correlations for clays"
- /8/ NVE, JBV og SVV, NIFS-rapport 14/2014. "En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer."
- /9/ NGF, melding nr. 11 (1997), revidert 2013. "Veiledning for prøvetaking"
- /10/ Sweco, notat 16961001 (2015), "RIG uavhengig kontroll Flå BS – Melhus Kommune"



0	2015-06-16		JHET	EHU	EHU
Rev	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr: 1350009657    Målestokk: 1:50 000    Status:

---

Flå Barneskole - Tilbygg  
Melhus kommune

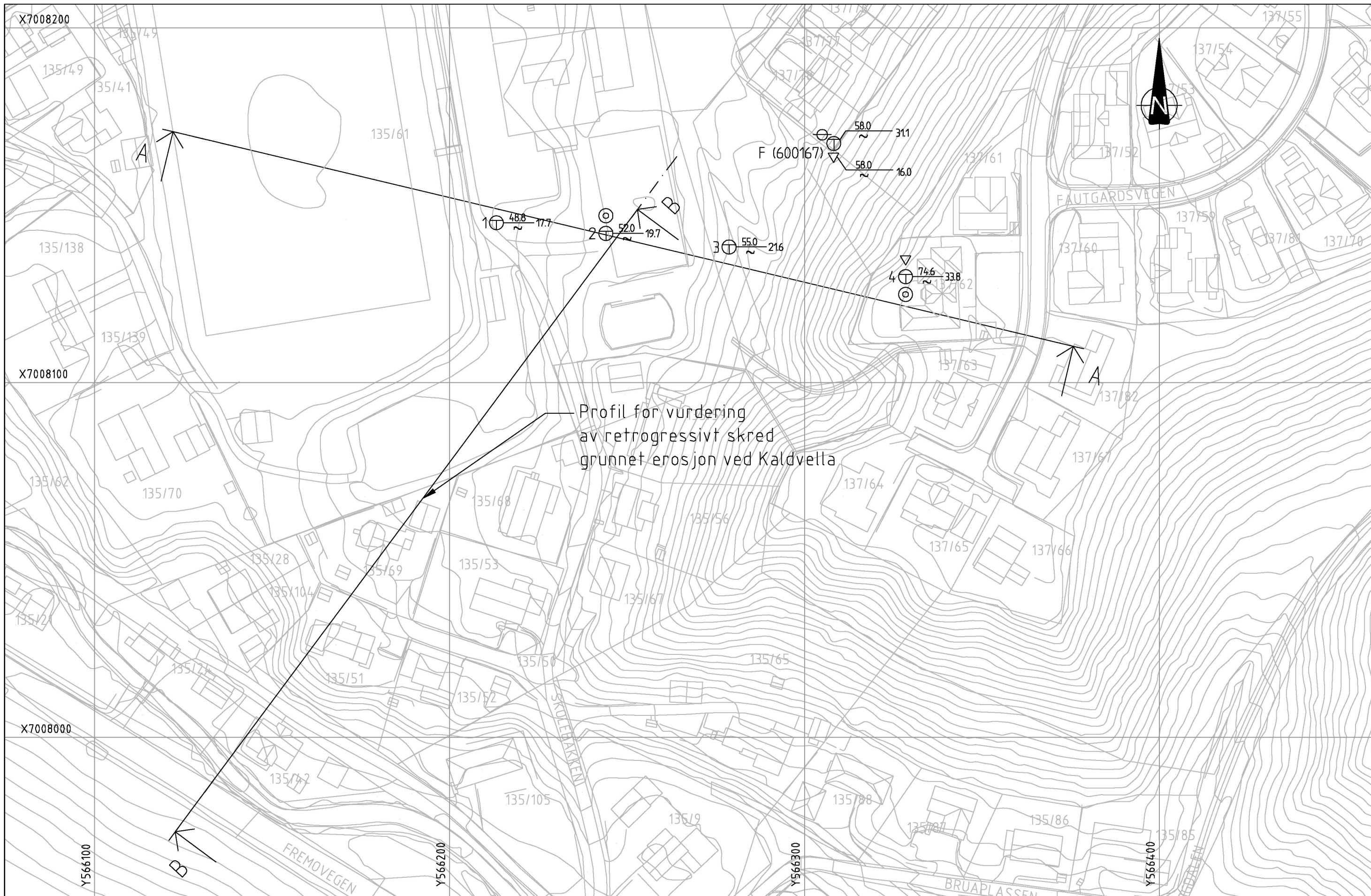
---

OVERSIKTSKART  
UTM-ref (sone32) 05662 70081

**RAMBOLL**

Rambøll AS - Region Midt-Norge  
P.b. 9420 Sluppen  
Mellomila 79, N-7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

Tegning nr: 301    Rev: 0



Profil for vurdering av retrogressivt skred grunnet erosjon ved Kaldvella

1	03.11.2015	Tilført profil B	JHET	EHU	EHU
0	16.06.2015		JHET	EHU	RHR
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

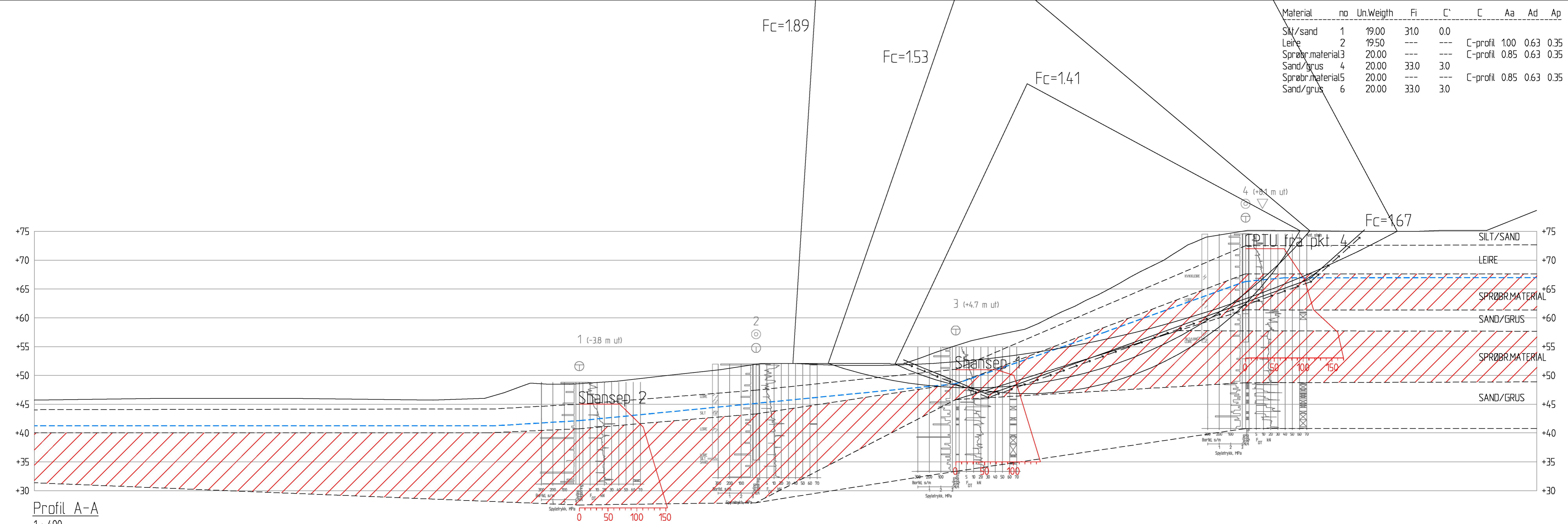
**RAMBOLL**  
 Rambøll AS - Region Midt-Norge  
 P.b. 9420 Sluppen  
 Mellomila 79, N-7493 Trondheim  
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
 www.ramboll.no

OPPDRAG  
**Flå Barneskole - Tilbygg**  
 OPPDRAGSGIVER  
**Melhus kommune**

INNHOOLD  
**SITUASJONSPLAN**  
 ⊕ Totalsondering    ⊖ Poretrykksmåling  
 ⊙ Prøvetaking      ● Driesondering  
 ▽ CPTU

OPPDRAG NR. 1350009657	MÅLESTOKK 1:1000	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 302		REV. 1	

Material	no	Un.Weighth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Silt/sand	1	19.00	31.0	0.0				
Leire	2	19.50	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Sprøbr.material	3	20.00	---	---	C-profil	0.85	0.63	0.35
Sand/grus	4	20.00	33.0	3.0				
Sprøbr.material	5	20.00	---	---	C-profil	0.85	0.63	0.35
Sand/grus	6	20.00	33.0	3.0				



Profil A-A  
1 : 400

1	14.10.2015	Tilført plane glideflater	JHET	EHU	EHU
0	10.06.2015		JHET	EHU	RHR
REV.	DATO	ENDRING	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

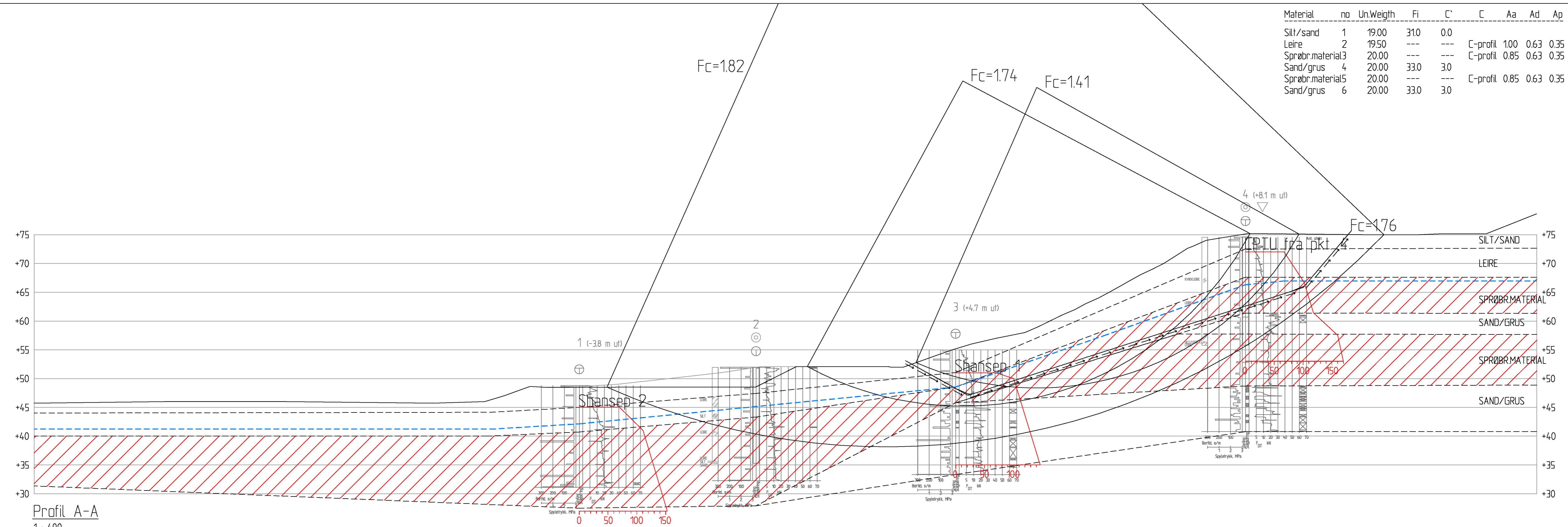
OPPDRAG  
**Flå Barneskole - Tilbygg**  
OPPDRAGSGIVER  
**Melhus kommune**

INNHOOLD  
**BEREGNINGSPROFIL**  
Totalspenningsanalyse  
Profil A  
Dagens situasjon

OPPDRAG NR. 1350009657	MÅLESTOKK 1:400	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 303			REV. 1



Material	no	Un.Weighth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Silt/sand	1	19.00	310	0.0				
Leire	2	19.50	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Sprøbr.material	3	20.00	---	---	C-profil	0.85	0.63	0.35
Sand/grus	4	20.00	33.0	3.0				
Sprøbr.material	5	20.00	---	---	C-profil	0.85	0.63	0.35
Sand/grus	6	20.00	33.0	3.0				



Profil A-A  
1 : 400

1	14.10.2015	Tilført plane glideflater	JHET	EHU	EHU
0	10.06.2015		JHET	EHU	RHR
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

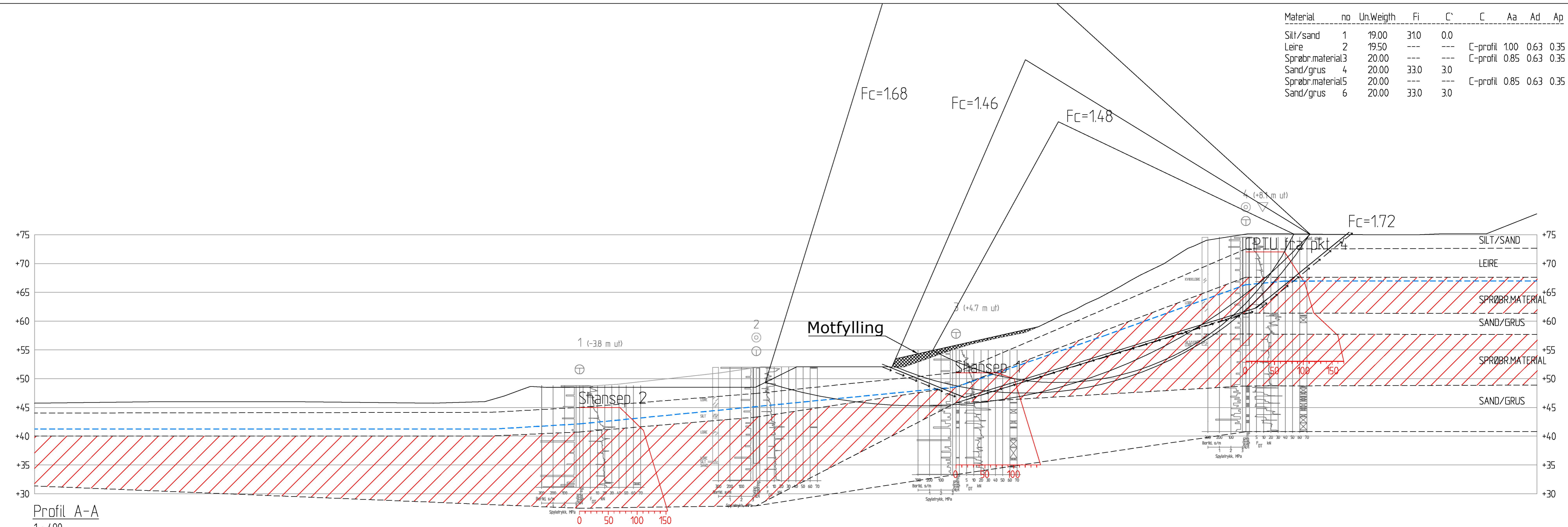
**RAMBOLL**  
Ramboll AS - Region Midt-Norge  
P.b. 9420 Sluppen  
Mellomila 79, N-7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
www.ramboll.no

OPPDRAG  
**Flå Barneskole - Tilbygg**  
OPPDRAGSGIVER  
**Melhus kommune**

INNHOLD  
**BEREGNINGSPROFIL**  
Totalspenningsanalyse  
Profil A  
Utgraving for tilbygg

OPPDRAG NR. 1350009657	MÅLESTOKK 1:400	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 304			REV. 1

Material	no	Un.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Silt/sand	1	19.00	310	0.0				
Leire	2	19.50	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Sprøbr.material	3	20.00	---	---	C-profil	0.85	0.63	0.35
Sand/grus	4	20.00	33.0	3.0				
Sprøbr.material	5	20.00	---	---	C-profil	0.85	0.63	0.35
Sand/grus	6	20.00	33.0	3.0				



Profil A-A  
1 : 400

REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
1	14.10.2015	Tilført plane glideflater	JHET	EHU	EHU
0	10.06.2015		JHET	EHU	RHR

TEGNINGSSTATUS

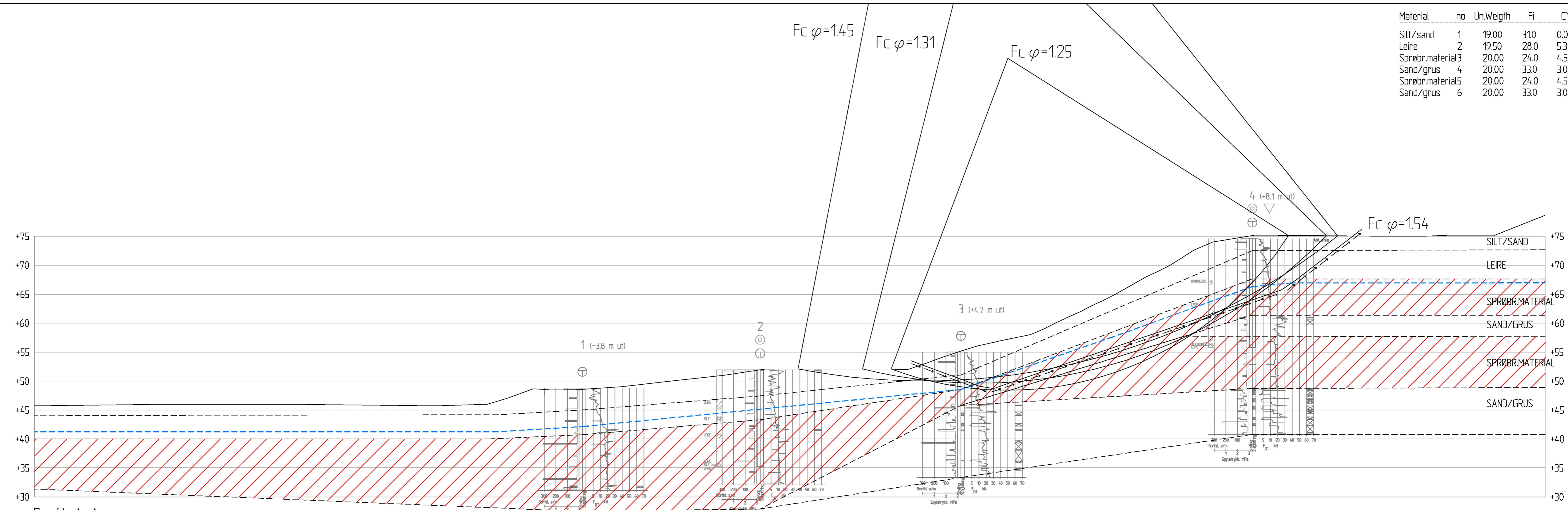
**RAMBOLL**  
Ramboll AS - Region Midt-Norge  
P.b. 9420 Sluppen  
Mellomila 79, N-7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
www.ramboll.no

OPPDRAG  
**Flå Barneskole - Tilbygg**  
OPPDRAGSGIVER  
**Melhus kommune**

INNHOLD  
**BEREGNINGSPROFIL**  
Totalspenningsanalyse  
Profil A  
Anleggssituasjon m/tiltak

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350009657	1:400	01	01
TEGNING NR.			REV.
305			1

Material	no	Un.Weigth	Fi	C'
Silt/sand	1	19.00	31.0	0.0
Leire	2	19.50	28.0	5.3
Sprøbr.material3	3	20.00	24.0	4.5
Sand/grus	4	20.00	33.0	3.0
Sprøbr.material5	5	20.00	24.0	4.5
Sand/grus	6	20.00	33.0	3.0



Profil A-A  
1 : 400

1	14.10.2015	Tilført plane glideflater	JHET	EHU	EHU
0	10.06.2015		JHET	EHU	RHR
REV.	DATE	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

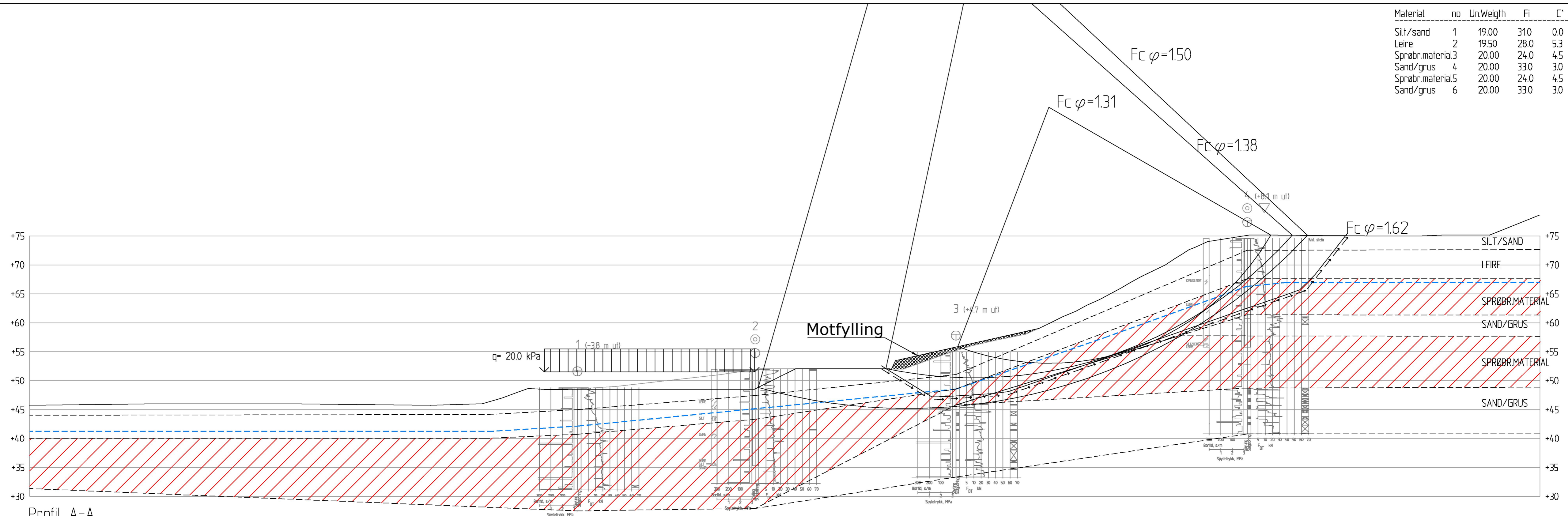
**RAMBOLL**  
Ramboll AS - Region Midt-Norge  
P.b. 9420 Sluppen  
Mellomila 79, N-7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
www.ramboll.no

OPPDAG  
**Flå Barneskole - Tilbygg**  
OPPDAGSGIVER  
**Melhus kommune**

INNHOOLD  
**BEREGNINGSPROFIL**  
Effektivspenningsanalyse  
Profil A  
Dagens situasjon

OPPDAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350009657	1:400	01	01
TEGNING NR.			REV.
306			1

Material	no	Un.Weigth	Fi	C'
Silt/sand	1	19.00	310	0.0
Leire	2	19.50	28.0	5.3
Sprøbr.material3	3	20.00	24.0	4.5
Sand/grus	4	20.00	33.0	3.0
Sprøbr.material5	5	20.00	24.0	4.5
Sand/grus	6	20.00	33.0	3.0



Profil A-A  
1 : 400

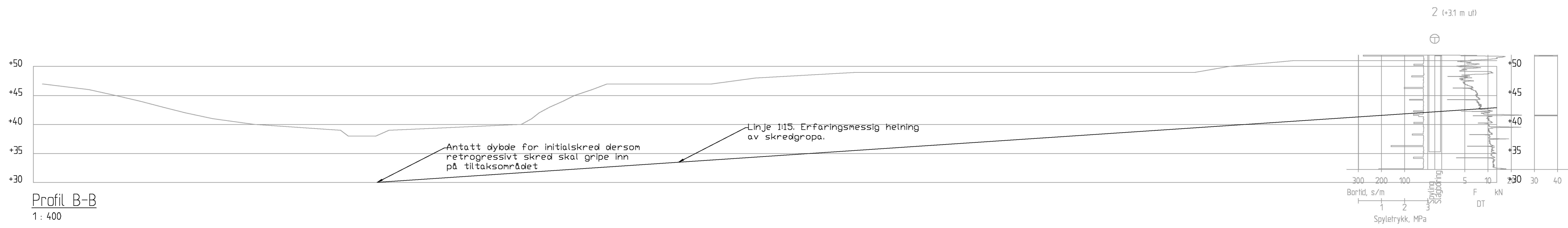
1	14.10.2015	Tilført plane glideflater	JHET	EHU	EHU
0	10.06.2015		JHET	EHU	RHR
REV.	DATE	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

**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  
**Flå Barneskole - Tilbygg**  
OPPDRAGSGIVER  
**Melhus kommune**

INNHOLD  
**BEREGNINGSPROFIL**  
Effektivspenningsanalyse  
Profil A  
Situasjon m/tiltak og last fra bygg

OPPDRAG NR. 1350009657	MÅLESTOKK 1:400	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 307			REV. 1



Profil B-B  
1 : 400

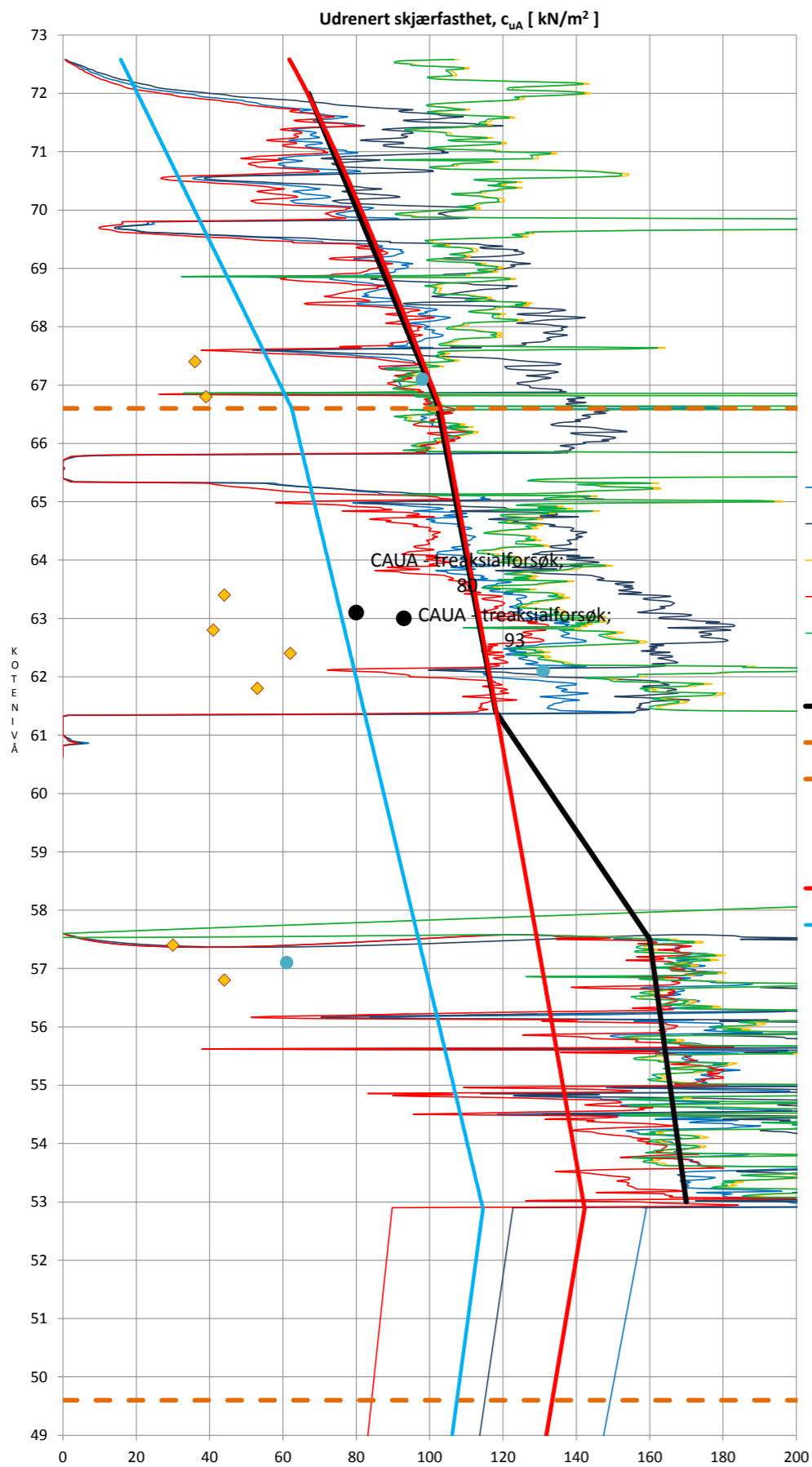
0	03.11.2015		JHET	EHU	EHU
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

**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

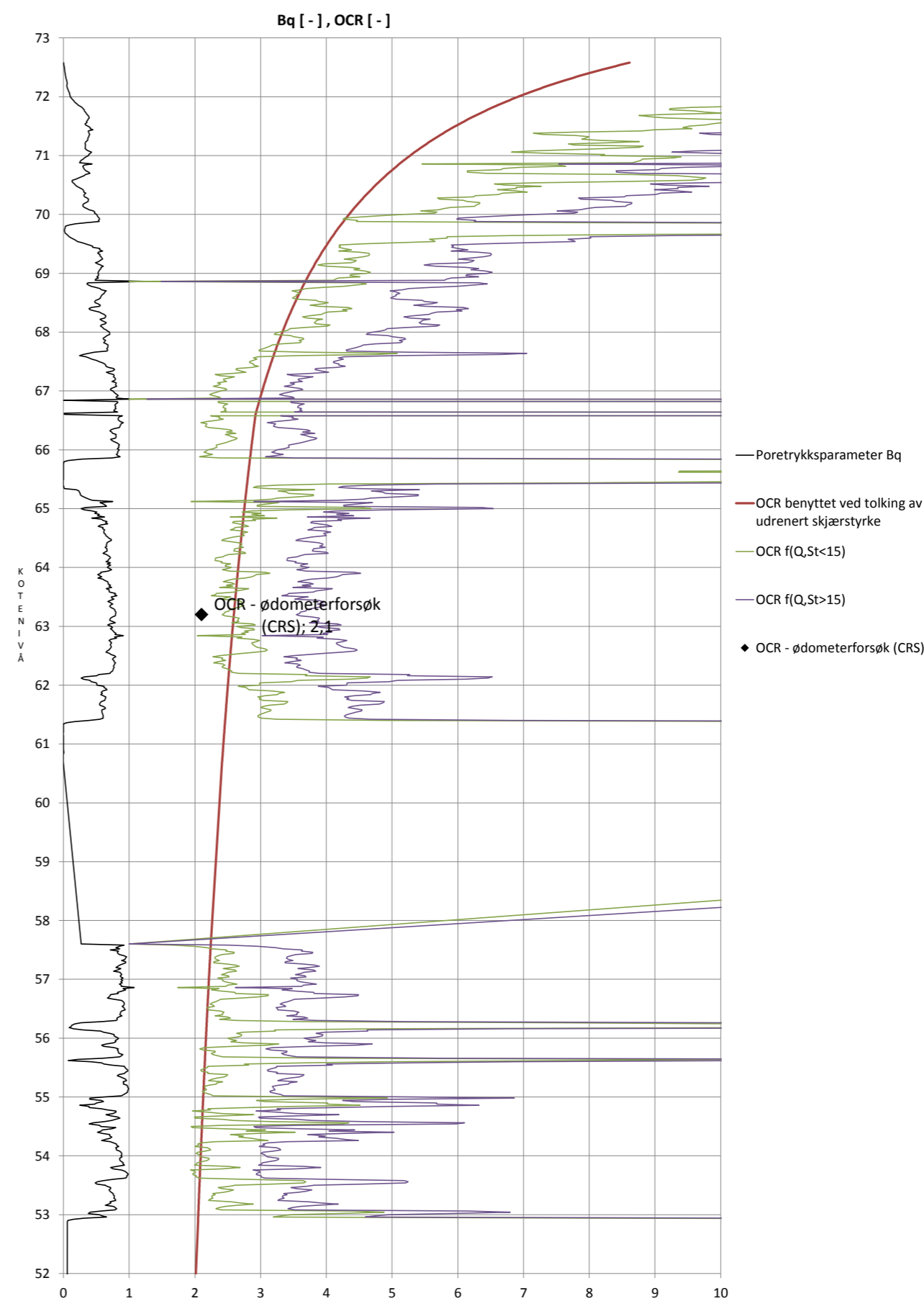
OPPDRAG  
**Flå Barneskole - Tilbygg**  
OPPDRAGSGIVER  
**Melhus kommune**

INNHOLD  
**PROFIL - RETROGRESSIVT SKRED**  
Vurdering av fare for retrogressivt skred  
Antatt linje på 1:15  
Dagens situasjon

OPPDRAG NR. 1350009657	MÅLESTOKK 1:400	BLAD NR. 01	AV 01
		TEGNING NR. 308	REV. 0



- 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\*log(OCR) - St>15
- Nkt=8.5+2.5\*logOCR - St>15
- CAUA - treksialforsøk
- Designlinje
- Sprøbruddsmateriale - øvre grense
- Sprøbruddsmateriale - nedre grense
- ◆ Konus
- Enaks
- SHANSEP
- SuA=0.40\*po'



- 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: Hydrostatisk  
 Grunnvannstand [Z]: 8 m  
 Overkonsolidering: Δp=300 kPa  
 Plastisitetsindeks, Ip: Konstant, Ip=7

Romvekt: Konstant, 19,5 kN/m3  
 Romvekt, tidligere terreng: Konstant, 19,5 kN/m3  
 SHANSEP-normalisering: α=0,28 β=0,8

Designlinje, c <sub>u</sub> '	
Kote	c <sub>u</sub> '
72,0	67,0
66,7	102,0
61,4	118,0
57,5	160,0
53,0	170,0



Melhus kommune  
 Flå Barneskole - Tilbygg  
 Borpunkt: 4 Terrengekote: 74,6  
 Tolking/presentasjon av CPTU  
 Udrenert skjærfasthet og OCR

Oppdrag 1350009657  
 Tegn./kontr. JHET/EHU  
 Dato 29.05.2015  
 Vedlegg 1  
 Tegn. Nr. -

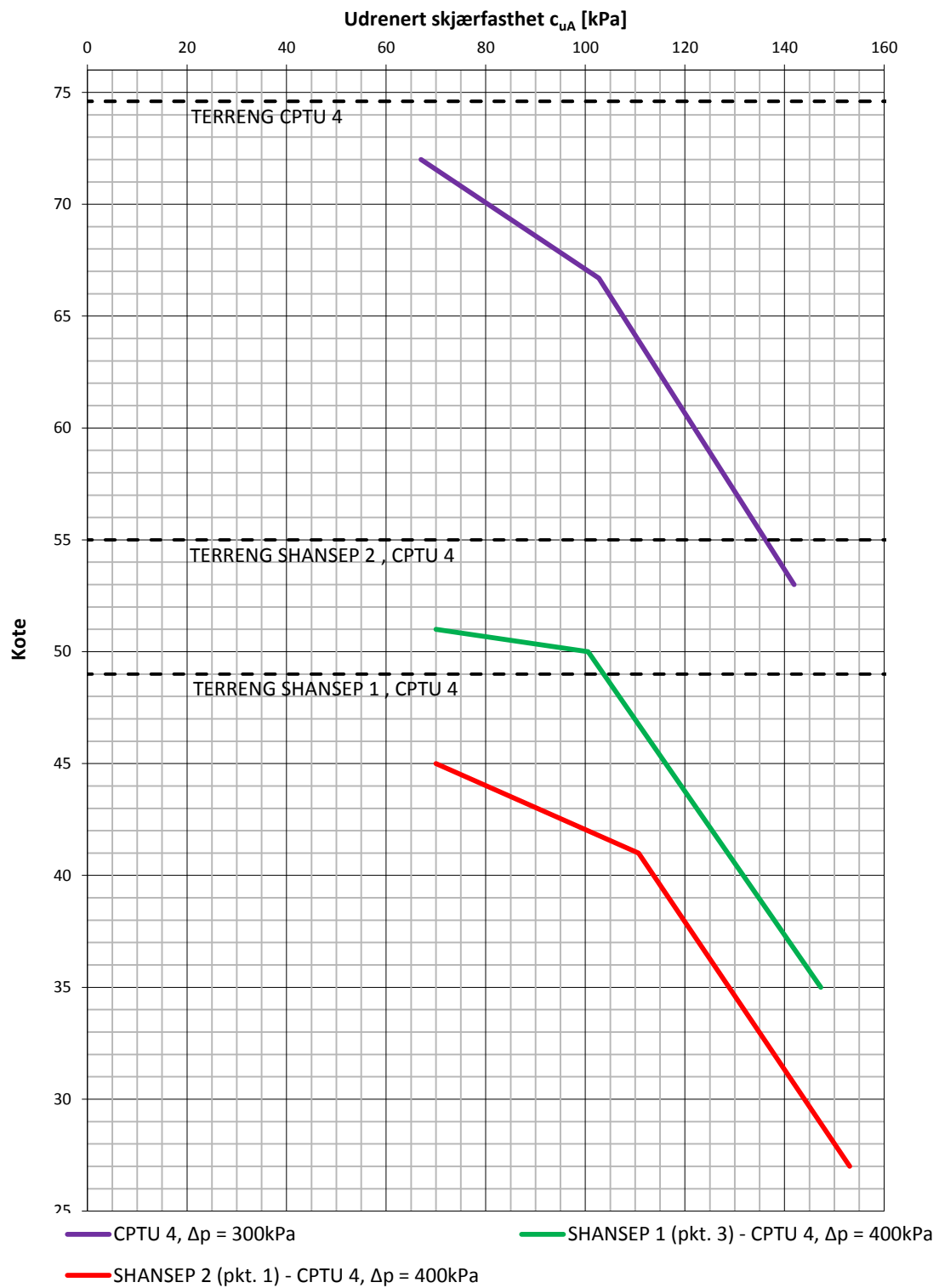
1350009657 Flå Barneskole - Tilbygg  
SHANSEP-tolkning av udrenert skjærfasthet

	Pkt.1	Pkt.3	
<b>Profil A</b>	$\alpha = 0,28$	$\alpha = 0,28$	
	$\beta = 0,8$	$\beta = 0,80$	

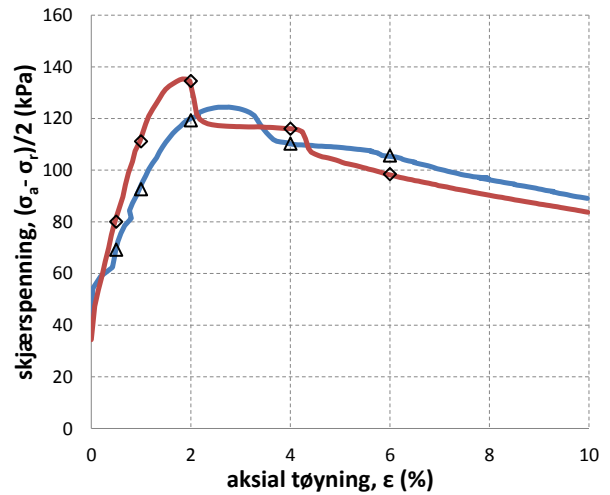
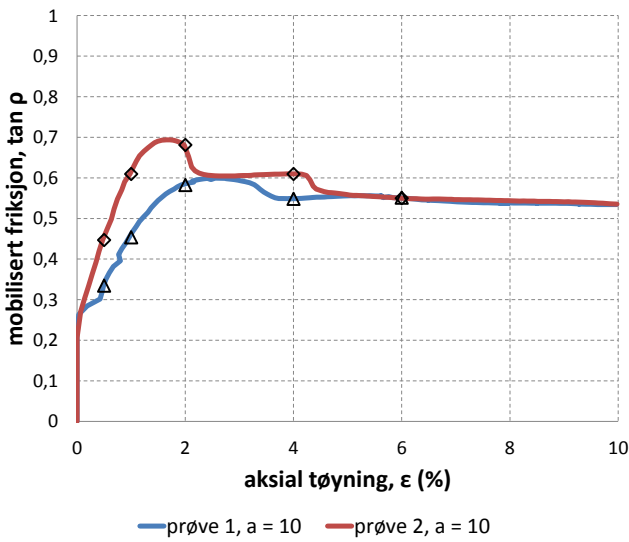
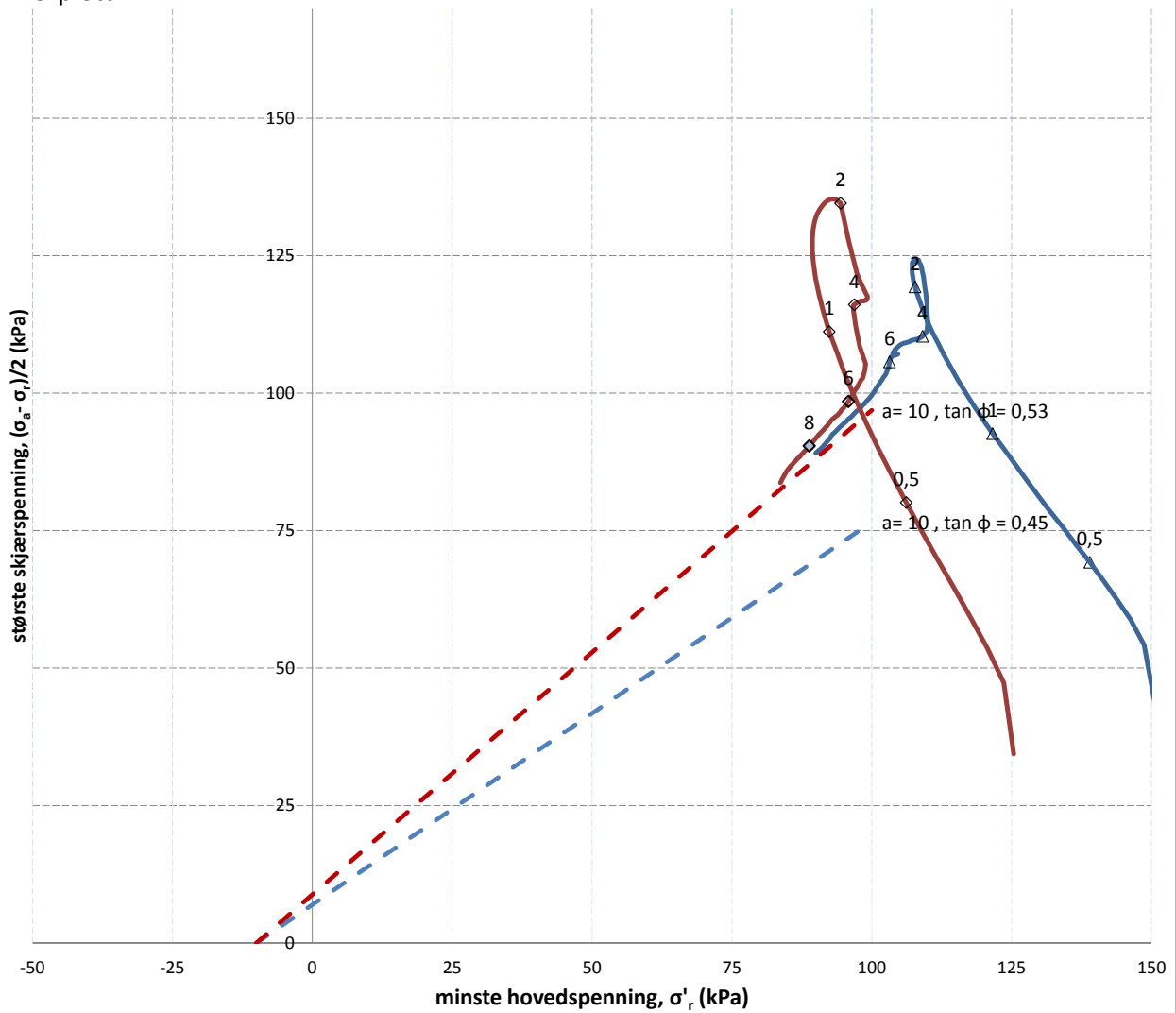
<b>CPTU 4</b> $\Delta p = 300$ kPa Dagens terreng: 74,6 (Kote) gv: 8 m $\gamma = 19,5$ kN/m <sup>3</sup>	<b>SHANSEP 1 (pkt. 3) - CPTU 4</b> $\Delta p = 400$ kPa Dagens terreng: 55 (Kote) gv: 5 m $\gamma = 19,5$ kN/m <sup>3</sup>																																																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th><i>z</i></th> <th><i>d</i></th> <th><i>p<sub>o</sub>'</i></th> <th><i>p<sub>c</sub>'</i></th> <th><i>OCR</i></th> <th><i>c<sub>uA</sub></i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>72</td> <td>2,6</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>67,00</td> </tr> <tr> <td>66,7</td> <td>7,9</td> <td>155,1</td> <td>455,05</td> <td>2,9</td> <td>102,73</td> </tr> <tr> <td>61,4</td> <td>13,2</td> <td>205,4</td> <td>505,4</td> <td>2,5</td> <td>118,19</td> </tr> <tr> <td>57,5</td> <td>17,1</td> <td>242,5</td> <td>542,45</td> <td>2,2</td> <td>160,00</td> </tr> <tr> <td>53</td> <td>21,6</td> <td>285,2</td> <td>585,2</td> <td>2,1</td> <td>170,00</td> </tr> </tbody> </table>	<i>z</i>	<i>d</i>	<i>p<sub>o</sub>'</i>	<i>p<sub>c</sub>'</i>	<i>OCR</i>	<i>c<sub>uA</sub></i>	72	2,6				67,00	66,7	7,9	155,1	455,05	2,9	102,73	61,4	13,2	205,4	505,4	2,5	118,19	57,5	17,1	242,5	542,45	2,2	160,00	53	21,6	285,2	585,2	2,1	170,00	<table border="1"> <thead> <tr> <th><i>z</i></th> <th><i>d</i></th> <th><i>p<sub>o</sub>'</i></th> <th><i>p<sub>c</sub>'</i></th> <th><i>OCR</i></th> <th><i>c<sub>uA</sub></i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>51</td> <td>4</td> <td>88</td> <td>488</td> <td></td> <td>70,00</td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>5</td> <td>97,5</td> <td>497,5</td> <td>5,1</td> <td>100,55</td> </tr> <tr> <td>35</td> <td>20</td> <td>240</td> <td>640</td> <td>2,7</td> <td>147,28</td> </tr> </tbody> </table>	<i>z</i>	<i>d</i>	<i>p<sub>o</sub>'</i>	<i>p<sub>c</sub>'</i>	<i>OCR</i>	<i>c<sub>uA</sub></i>	51	4	88	488		70,00	50	5	97,5	497,5	5,1	100,55	35	20	240	640	2,7	147,28
<i>z</i>	<i>d</i>	<i>p<sub>o</sub>'</i>	<i>p<sub>c</sub>'</i>	<i>OCR</i>	<i>c<sub>uA</sub></i>																																																								
72	2,6				67,00																																																								
66,7	7,9	155,1	455,05	2,9	102,73																																																								
61,4	13,2	205,4	505,4	2,5	118,19																																																								
57,5	17,1	242,5	542,45	2,2	160,00																																																								
53	21,6	285,2	585,2	2,1	170,00																																																								
<i>z</i>	<i>d</i>	<i>p<sub>o</sub>'</i>	<i>p<sub>c</sub>'</i>	<i>OCR</i>	<i>c<sub>uA</sub></i>																																																								
51	4	88	488		70,00																																																								
50	5	97,5	497,5	5,1	100,55																																																								
35	20	240	640	2,7	147,28																																																								
<b>CPTU 4</b> $\Delta p = 300$ kPa Dagens terreng: 74,6 (Kote) gv: 8 m $\gamma = 19,5$ kN/m <sup>3</sup>	<b>SHANSEP 2 (pkt. 1) - CPTU 4</b> $\Delta p = 400$ kPa Dagens terreng: 49 (Kote) gv: 5 m $\gamma = 19,5$ kN/m <sup>3</sup>																																																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th><i>z</i></th> <th><i>d</i></th> <th><i>p<sub>o</sub>'</i></th> <th><i>p<sub>c</sub>'</i></th> <th><i>OCR</i></th> <th><i>c<sub>uA</sub></i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>72</td> <td>2,6</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>67,00</td> </tr> <tr> <td>66,7</td> <td>7,9</td> <td>155,1</td> <td>455,05</td> <td>2,9</td> <td>102,73</td> </tr> <tr> <td>53</td> <td>21,6</td> <td>285,2</td> <td>585,2</td> <td>2,1</td> <td>141,92</td> </tr> </tbody> </table>	<i>z</i>	<i>d</i>	<i>p<sub>o</sub>'</i>	<i>p<sub>c</sub>'</i>	<i>OCR</i>	<i>c<sub>uA</sub></i>	72	2,6				67,00	66,7	7,9	155,1	455,05	2,9	102,73	53	21,6	285,2	585,2	2,1	141,92	<table border="1"> <thead> <tr> <th><i>z</i></th> <th><i>d</i></th> <th><i>p<sub>o</sub>'</i></th> <th><i>p<sub>c</sub>'</i></th> <th><i>OCR</i></th> <th><i>c<sub>uA</sub></i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>45</td> <td>4</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>70,00</td> </tr> <tr> <td>41</td> <td>8</td> <td>126</td> <td>526</td> <td>4,2</td> <td>110,67</td> </tr> <tr> <td>27</td> <td>22</td> <td>259</td> <td>659</td> <td>2,5</td> <td>153,08</td> </tr> </tbody> </table>	<i>z</i>	<i>d</i>	<i>p<sub>o</sub>'</i>	<i>p<sub>c</sub>'</i>	<i>OCR</i>	<i>c<sub>uA</sub></i>	45	4				70,00	41	8	126	526	4,2	110,67	27	22	259	659	2,5	153,08												
<i>z</i>	<i>d</i>	<i>p<sub>o</sub>'</i>	<i>p<sub>c</sub>'</i>	<i>OCR</i>	<i>c<sub>uA</sub></i>																																																								
72	2,6				67,00																																																								
66,7	7,9	155,1	455,05	2,9	102,73																																																								
53	21,6	285,2	585,2	2,1	141,92																																																								
<i>z</i>	<i>d</i>	<i>p<sub>o</sub>'</i>	<i>p<sub>c</sub>'</i>	<i>OCR</i>	<i>c<sub>uA</sub></i>																																																								
45	4				70,00																																																								
41	8	126	526	4,2	110,67																																																								
27	22	259	659	2,5	153,08																																																								

### 1350009657 Flå Barneskole - Tilbygg Profil A





# NTNU-plott



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e <sub>0</sub>	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p <sub>0</sub> ' (kPa)	p <sub>a</sub> ' (kPa)	p <sub>r</sub> ' (kPa)	
1	△	4	7	11,50m	CAUc	32,9	2,3	0,047	65	233	151	Leire
2	◇	4	7	11,60m	CAUc	29,1	1,2	0,028	66	194	126	Leire



Flå Barneskole - Tilbygg

TREAKSIALFORSØK

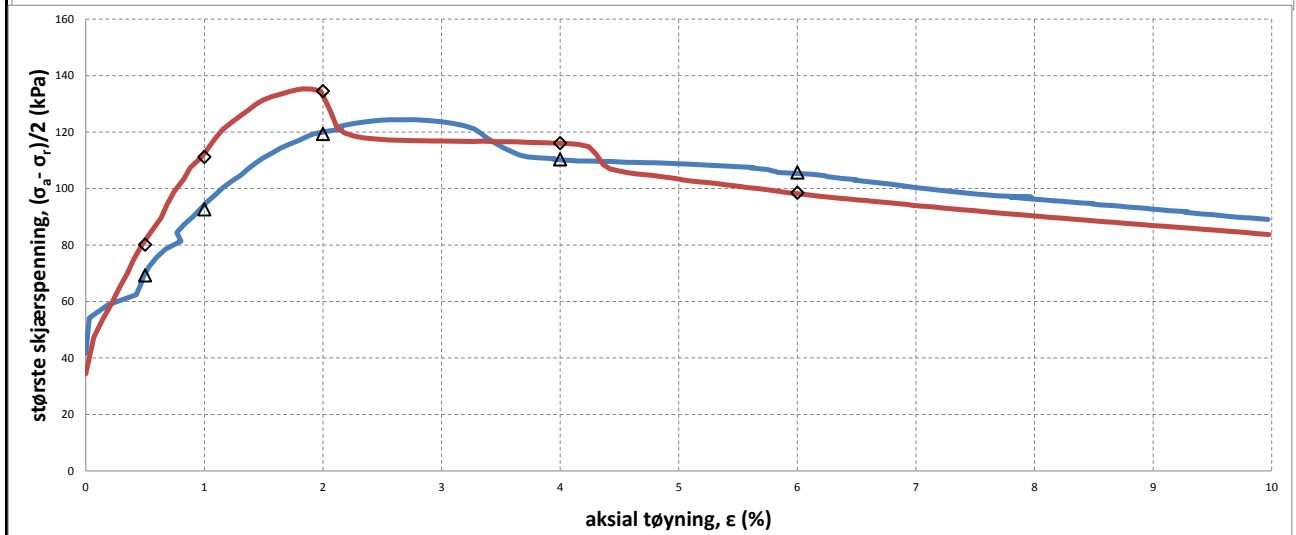
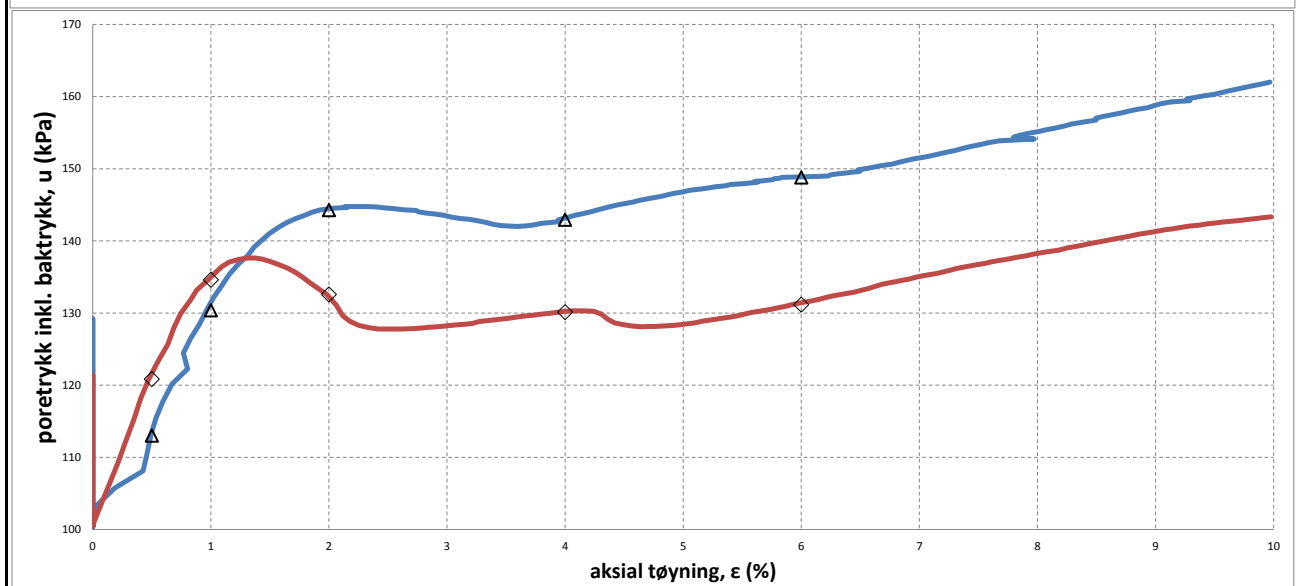
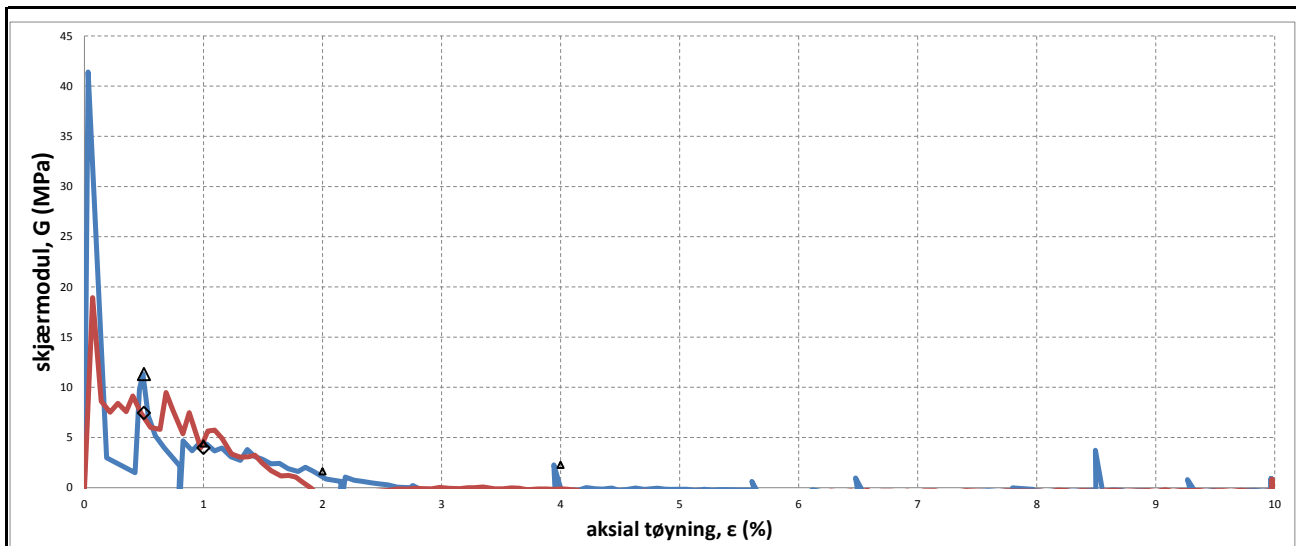
Oppdrag  
1350009657

Tegn./kontr.  
KBH/JHET

Vedlegg  
3A

Dato  
16.06.2015

Tegn. Nr.



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e <sub>0</sub>	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p <sub>0</sub> ' (kPa)	p <sub>a</sub> ' (kPa)	p <sub>i</sub> ' (kPa)	
1	Δ	4	7	11,50m	CAUc	32,9	2,3	0,047	65	233	151	Leire
2	◇	4	7	11,60m	CAUc	29,1	1,2	0,028	66	194	126	Leire



Flå Barneskole - Tilbygg

Melhus kommune

TREAKSIALFORSØK

Oppdrag  
1350009657


Tegn./kontr.  
KBH/JHET

Dato  
16.06.2015


Vedlegg  
3B

Tegn. Nr.

# DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

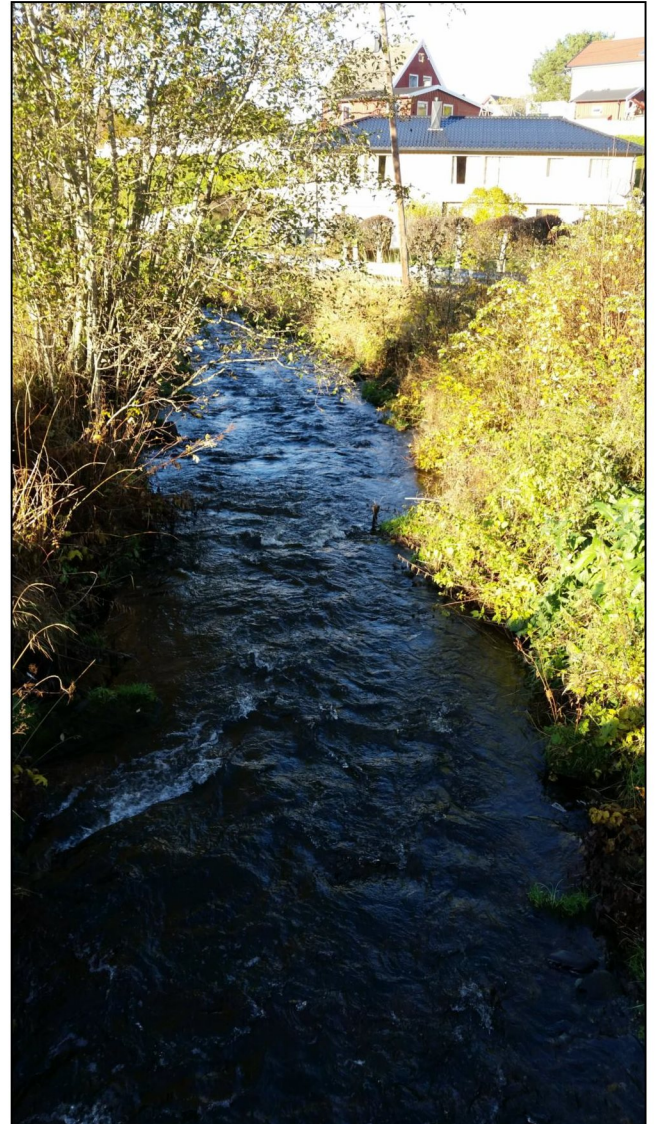
Sonde nr.:	4505	Oppløsning:	18-bit
SONDEDATA			
Arealforhold, a:	0,851	Arealforhold, b:	0
Kalibreringsdato:	11.10.2012	Utførende:	Geotech AB
EGENSKAP (fra kalibreringsark)	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimum spenning [MPa]	50	0,5	2
Måleområde [MPa]:	50	0,5	2
Oppløsning 12-bit [kPa]:	-	-	-
Oppløsning 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.:	4	Dato:	19.05.2015
Borleder:	Foss, Johan	Assistent:	Krokstad, Jon Løvås
Filtertype:	Ferdigmettet porøfilter	Mettningsmedium:	Frostvæske
Forankring:	Ja	Sondetemperatur start [°C]:	9,7
Forboring [m]:	2	Sondetemperatur slutt [°C]:	7,8
Sum boring [m]:	13,9	Kontroll skriver [m]:	13,9
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	1,9
Merknad:			
MÅLEVARIALE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt [kPa]:	1,2817	0,0331	0,0337
NULLPUNKTKONTROLL			
FAKTOR	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering:			
Etter sondering:			
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	0,0046	-1	-0,9
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
MÅLESTØRRELSE	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Samlet nøyaktighet, $\Delta_{TOT}$ [kPa]:	6,4558	1,0435	0,9559
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>Melhus kommune</b>	<b>Flå Barneskole - Tilbygg</b>		
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet			
Borpunkt nr.:	4	Sonde:	4505
	Dato:	Tegnet:	Kontrollert:
	<b>28.05.2015</b>	<b>Foss, Johan</b>	<b>JHET</b>
	Oppdragsnr.:	Vedlegg nr.:	
	<b>1350009657</b>	<b>4A</b>	

# 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	PORETRYKK
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.:	4a	Dato:	19.05.2015
Borleder:	Foss, Johan	Assistent:	Krokstad, Jon Løvås
Filtertype:	Spaltefilter	Mettningsmedium:	Frostvæske
Forankring:	Ja	Sondetemperatur start [°C]:	9,2
Forboring [m]:	17	Sondetemperatur slutt [°C]:	6,9
Sum boring [m]:	21,7	Kontroll skriver [m]:	21,7
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	3,8
Merknad:			
MÅLEVARIALE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt [kPa]:	1,5515	0,0401	0,0408
NULLPUNKTKONTROLL			
FAKTOR	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering:			
Etter sondering:			
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	0,0057	-0,7	3,5
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
MÅLESTØRRELSE	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Samlet nøyaktighet, $\Delta_{TOT}$ [kPa]:	7,8256	0,7505	3,5630
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>Melhus kommune</b> Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet	Oppdrag: <b>Flå Barneskole - Tilbygg</b>		
Borpunkt nr.:	4a	Sonde:	4505
	Dato: 28.05.2015	Tegnet: Foss, Johan	Kontrollert: JHET
	Oppdragsnr.: 1350009657	Vedlegg nr.: 4B	



Kaldvella retning østover fra Skolebakken



Kaldvella retning vestover fra Skolebakken

0	03.11.2015		JHET	EHU	EHU
Rev	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr: 1350009657 Målestokk: -

Status:

Flå Barneskole - Tilbygg  
Melhus kommune

VEDLEGG 5 - Kaldvella

Vurdering av erosjonsfare for Kaldvella



Rambøll AS - Region Midt-Norge  
P.b. 9420 Sluppen  
Mellomila 79, N-7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

Tegning nr:

Rev:

-

0



Kaldvella retning vestover fra Skolebakken. Antydning til sig i terrenget

0	03.11.2015		JHET	EHU	EHU
Rev	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr: 1350009657 Målestokk: - Status:

Flå Barneskole - Tilbygg  
Melhus kommune

VEDLEGG 6 - Kaldvella

Vurdering av erosjonsfare for Kaldvella



Rambøll AS - Region Midt-Norge  
P.b. 9420 Sluppen  
Mellomila 79, N-7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

Tegning nr: - Rev: 0



Kaldvella i området ved Lykkjvegen. Antydning til sig i skrånningen. Fylt opp med stein(?)



Kaldvella i området ved Lykkjvegen. Fylt opp med stein(?)

0	03.11.2015		JHET	EHU	EHU
Rev	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr: 1350009657 Målestokk: - Status:

Flå Barneskole - Tilbygg  
Melhus kommune

VEDLEGG 7 - Kaldvella  
Vurdering av erosjonsfare for Kaldvella

**RAMBOLL**

Rambøll AS - Region Midt-Norge  
P.b. 9420 Sluppen  
Mellomila 79, N-7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

Tegning nr: - Rev: 0