

**Mellomila 79 - 81
Skredfarevurdering for
reguleringsplan**

Mellomila 79 - 81 AS

Mellomila 79 - 81

Oppdrag nr: 1350017722

Rapport nr. 1

Dato: 18.11.2016

Fylke Sør-Trøndelag	Kommune Trondheim	Sted Ila	UTM 05676 70344
Byggherre			
Oppdragsgiver Mellomila 79 - 81 AS			
Oppdrag formidlet av			
Oppdragsreferanse Tilbud av 6.7.2016. Oppdragsbekreftelser 06.09. og 25.10.2016			
Antall sider 10	Tegn. nr. 101 - 109	Vedlegg nr. 1 - 3	Antall tillegg -

Prosjekt - tittel

Mellomila 79 - 81

Rapport - tittel

Skredfarevurdering for reguleringsplan

Oppdrag 1350017722	Rapport nr: 1	Rev:	Dato 18.11.2016	Kontr: JHE/ELY
Oppdragsleder: Trond Gilde		Utarbeidet av: Trond Gilde		
<p>SAMMENDRAG</p> <p>Mellomila 79 - 81 AS skal omregulere Mellomila 79 og 81 fra næringsformål til boligformål. Planområdet ligger delvis innenfor kvikkleiresone 180 Ilsvika, og omreguleringen må vurderes mhp. skredfare iht. NVEs veileder 7-2014.</p> <p>Kvikkleiresone 180 Ilsvika er klassifisert med faregrad Høy. Ut fra de stabiliserende tiltak som er utført i forbindelse med tidligere utbygging innenfor sonen, mener vi at faregraden for sonen i dag kan nedklassifiseres til Middels.</p> <p>Det er utført stabilitetsberegninger i to profiler som viser at stabiliteten mot skred i områder med kvikkleire til side for Mellomila 79 - 81 er tilstrekkelig forbedret iht krav i NVE 7-2014.</p> <p>Stabiliteten av kvikkleiresonen videre vestover er vurdert i forbindelse med utbyggingen i dette området (Ilsvika Vest). Det er gjennomført stabiliserende tiltak, og stabiliteten etter dette er tilfredsstillende.</p> <p>I området mellom Mellomila 79 - 81 og sjøen er det ikke påvist kvikkleire ved prøvetaking, og det er neppe mektige eller sammenhengende områder med kvikkleire her. Vi mener at stabiliteten av dette området i dag kan vurderes ut fra en drenert situasjon, og at stabiliteten da er tilfredsstillende. Det er ikke planlagt tiltak i dette området som kan generere en udrenert situasjon.</p> <p>Alle framtidige tiltak som kan påvirke stabiliteten i området må vurderes geoteknisk, og det må dokumenteres at tiltak ikke forverrer verken lokalstabilitet eller områdestabilitet.</p> <p><u>På dette grunnlag mener vi områdestabiliteten/skredsikkerheten er tilfredsstillende for å gjennomføre den planlagte reguleringsendring.</u></p>				

INNHOOLD

1	ORIENTERING	- 4 -
1.1	Generelt	- 4 -
1.2	Oppdrag	- 4 -
1.3	Forutsetning.....	- 4 -
1.4	Innhold	- 4 -
2	GRUNNFORHOLD	- 4 -
2.1	Generelt	- 4 -
2.2	Grunnundersøkelser	- 4 -
2.3	Terreng/topografi og grunnforhold	- 5 -
3	MATERIALPARAMETRE	- 5 -
3.1	Tyngdetetthet	- 5 -
3.2	Udrenert skjærfasthet	- 5 -
3.3	Effektiv skjærfasthet	- 6 -
3.4	Anisotropi og tøyingskompatibilitet.....	- 6 -
3.5	Poretrykksforhold	- 6 -
4	STABILITET	- 7 -
4.1	Klassifisering av kvikkleiresone 180 Ilsvika	- 7 -
4.2	Krav til sikkerhet for områdestabilitet.....	- 7 -
4.3	Beregningsprofiler.....	- 7 -
4.4	Laster	- 7 -
4.5	Stabilitetsberegninger Profil A	- 8 -
4.6	Stabilitetsberegninger Profil B	- 8 -
4.7	Stabilitet videre vestover i kvikkleiresone 180	- 8 -
4.8	Stabilitet ved Mellomila 79 - 81	- 9 -
5	OPPSUMMERING/KONKLUSJON	- 9 -
6	REFERANSER.....	- 9 -

TEGNINGER

Tegn. Rev:	Tittel	Målestokk
101	Oversiktskart	1:50 000
102	Situasjonsplan. Profiler, kvikkleiresone 180 og reguleringsområde	1:2 000
103	Situasjonsplan. Grunnboringer.	1:1 000
104	Profil A: Totalspenningsanalyse (ADP) – Før utbygging Mellomila 73 - 77	1:1 000
105	Profil A: Totalspenningsanalyse (ADP) – Dagens situasjon	1:1 000
106	Profil A: Effektivspenningsanalyse – Dagens situasjon	1:1 000
107	Profil B: Totalspenningsanalyse (ADP) – Før utbygging Mellomila 83 - 87 og 92 - 94	1:1 000
108	Profil B: Totalspenningsanalyse (ADP) – Dagens situasjon	1:1 000
109	Profil B: Effektivspenningsanalyse – Dagens situasjon	1:1 000

VEDLEGG

1	Tolking av CPTU hull 1 (6080497)
2	Tolking av CPTU hull 201 (6060120)
3	ROS-analyse 2016, Kvikkleiresone 180 Ilsvika.

1 ORIENTERING

1.1 Generelt

Mellomila 79 - 81 AS skal omregulere Mellomila 79 og 81 fra næringsformål til boligformål.

Planområdet ligger delvis innenfor kvikkleiresone 180 IIsvika, og tiltaket må vurderes mhp. skredfare iht. NVEs veileder 7-2014, ref /1/. Planområdet og kvikkleiresone 180 er vist på tegning 102.

Kvikkleiresonen er klassifisert av NGI med Høy faregrad. I forbindelse med tidligere utbyggingsprosjekter innenfor sonen er det utført stabilitetsforbedring ved avlastning av terrenget inne på land. Faregraden er derfor nå redusert til Middels.

1.2 Oppdrag

Rambøll har utført vurdering av områdestabiliteten i forbindelse med omreguleringen. Vurderingene er delvis basert på tidligere utredninger, og delvis på supplerende stabilitetsberegninger i to profiler.

1.3 Forutsetning

Stabilitetsvurderingene er utført som grunnlag for skredfarevurdering for reguleringsplan.

Alle nye tiltak i området må vurderes geoteknisk, og det må kontrolleres at de ikke forverrer verken lokalstabilitet eller områdestabilitet.

1.4 Innhold

Rapporten inneholder resultatet av stabilitetsberegningene og en vurdering av områdestabilitet/skredfare i og omkring planområdet.

2 GRUNNFORHOLD

2.1 Generelt

Vurdering av grunnforhold er basert på tidligere grunnundersøkelser i området. De fleste av disse er utført i forbindelse med utbyggingen som har foregått i området de siste 20 år, men en del tidligere grunnundersøkelser er også tatt inn for vurdering av lagdeling og omfang av kvikkleire.

2.2 Grunnundersøkelser

Grunnundersøkelser som er benyttet ved stabilitetsberegninger i denne rapporten er vist på situasjonsplanen på tegning 103, og er presentert i følgende rapporter:

- NGI 0.156 av januar 1955, ref. /2/
- NGI 0.156.2 av januar 1958, ref. /3/
- Multiconsult 57354-4 av 21.10.1997, ref. /4/
- Rambøll 620141A av 13.9.2002, ref. /5/
- Rambøll 6060120 av 31.1.2007, ref. /6/
- Rambøll 6080497 av 25.8.2008, ref. /7/

Sonderinger og prøvetakinger som danner grunnlag for vurdering av lagdeling ved stabilitetsberegningene er vist i beregningsprofilene. Her er også anvendt skjærfasthet og grunnvannsstand vist.

Skjærfasthetstolkning i de enkelte lag er basert på trykksonderinger og uforstyrrede prøver. For dokumentasjon av styrkeparametere henvises det til trykksonderinger i vedlegg 1 og 2, og til datarapportene fra grunnundersøkelsene.

2.3 Terreng/topografi og grunnforhold

Terreng i kvikkleiresone 180 Ilsvika faller generelt slakt av mot Trondheimsfjorden i retning nord/nordøst.

Grunn- og terrengforhold er vurdert i 2 profiler, profil A øst for Mellomila 79 - 81, profil B vest for Mellomila 79 - 81, og i området mellom Mellomila 79 - 81 og strandsonen.

Ved profil A er det en gjennomsnittlig helning på ca. 1:14 fra Ilsvikveien ned mot Trondheimsfjorden, og med en høydeforskjell på ca. 10 - 12 m på land. Utenfor strandsonen faller sjøbunnen videre av med en gjennomsnittlig helning på ca. 1:4.

Ved profil B er det en gjennomsnittlig helning på ca. 1:10 fra Ilsvikveien ned mot strandsonen, også her med høydeforskjell på ca 10 - 12 m. Utenfor strandsonen faller sjøbunnen videre av med en gjennomsnittlig helning på ca. 1:6.

Grunnforholdene består i hovedsak av sand og silt i de øvre lag, med overgang til leire og kvikkleire i dybden.

Ved profil A ligger kvikkleira dypt, med overgang til kvikkleire ca. 40 m under terreng ved Mellomila. Boringer ute i sjøen indikerer at kvikkleira ikke fortsetter under sjøbunnen. Raset i Ilsvika i 1950 stanset ute i sjøen i dette området, og dette gir også grunnlag for å anta at det ikke er kvikkleire her. Sør for Mellomila følger kvikkleira berget og stiger på bakover.

Ved profil B ligger kvikkleira grunnere i søndre del av området, med overgang til kvikkleire ca. 5 - 20 m dybde under terreng. Også i dette profilet viser boringer ute i sjøen at det ikke er kvikkleire under sjøbunnen her.

Ved boringer mellom Mellomila 79 - 81 og strandsonen er det ikke påvist kvikk eller sensitiv leire ved prøvetaking. Det er heller ikke klart indikert kvikkleire ved de sonderingene som er utført i dette området. Det vurderes derfor som lite sannsynlig at det er sammenhengende sprøbruddmateriale i dette området.

For nærmere detaljer vedrørende grunnforholdene vises til rapportens tegninger og vedlegg, og til de enkelte grunnundersøkelserapporter.

3 MATERIALPARAMETRE

3.1 Tyngdetetthet

Tyngdetetthet (romvekt) for bruk i stabilitetsberegningene er for de stedlige massene bestemt ut fra laboratorieundersøkelser og/eller erfaringsverdier. Benyttede verdier er vist i beregningsprofilene.

3.2 Udrenert skjærfasthet

Tolking – grunnlag

Udrenert skjærfasthet i kvikk/sensitiv leire som benyttes i stabilitetsberegningene er valgt på grunnlag av tolkede trykksønderinger CPTU med støtte i skjærfasthetsmålinger utført på uforstyrrede 54 mm prøver i laboratoriet.

Tolkning av CPTU er utført på grunnlag av poretrykksfaktoren $N_{\Delta u}$ og spissmotstandsfaktoren N_{kt} , uttrykt på følgende måte:

$$c_{uA} = \Delta u / N_{\Delta u}$$

$$c_{uA} = q_n / N_{kt}$$

Generelt er $N_{\Delta u}$ benyttet ved B_q (poretrykksrespons) høyere enn 0,5 - 0,6, og N_{kt} er benyttet ved B_q lavere enn 0,5 - 0,6.

For bestemmelse av faktorene $N_{\Delta u}$ og N_{kt} er korrelasjoner basert på CAUC – treaksialforsøk på blokkprøver av høy kvalitet benyttet, kfr Lunne et al. /10/ og Karlsrud /11/ og /12/. For de valgte korrelasjonene for $N_{\Delta u}$ og N_{kt} er det skilt mellom leire med sensitivitet (S_t) lavere og høyere enn 15. Følgende faktorer er benyttet:

$$N_{kt} = 7,8 + 2,5 \cdot \log OCR + 0,082 \cdot I_p \quad N_{\Delta u} = 6,9 - 4,0 \cdot \log OCR + 0,07 \cdot I_p \quad \text{for } S_t < 15$$

$$N_{kt} = 8,5 + 2,5 \cdot \log OCR \quad N_{\Delta u} = 9,8 - 4,5 \cdot \log OCR \quad \text{for } S_t > 15$$

Det er i tillegg til de ovennevnte faktorene valgt å benytte korrelasjon mellom $N_{\Delta u}$ og B_q , $N_{\Delta u} = 4,0 + 4,5 B_q$ for sammenligning. Denne er en kurvetilpasning (Eggereide) basert på korrelasjoner mellom blokkprøver og målt poretrykksrespons (B_q) presentert i ref. /12/.

Ved tolking av CPTU er det benyttet en romvekt på $18,5 \text{ kN/m}^3$, og plastisitetsindeks $I_p = 10 \%$.

Vurdering av poretrykk ved tolking av trykksonderinger er basert på poretrykksmålinger. Det er antatt hydrostatisk poretrykksfordeling i dybden.

OCR (overkonsolideringsgrad) er vurdert ut fra ødometerforsøk. Grunnen i området er tilnærmet normalkonsolidert, og det er benyttet $OCR = 1,0 - 1,2$.

Designverdi

Designverdier for udrenert skjærfasthet er basert på CPTU i pkt. 1 /7/ og i pkt. 201 /6/. Shansep-verdier fra disse trykksonderingene er tolket til henholdsvis $\alpha_A = 0,28$ og $\alpha_A = 0,30$. Anvendt skjærfasthet er vist i beregningsprofilene.

3.3 Effektiv skjærfasthet

Valg av effektivspenningsparametere er gjort på grunnlag av utførte treaksialforsøk på kvikkleire fra rapport 6080497 /7/, og erfaringsverdier for de øvrige jordlag.

I beregningsprofilene A og B er følgende verdier benyttet for attraksjon og friksjonskoeffisient:

Sand	$a = 0 \text{ kN/m}^2$	$\tan\phi = 0,73$
Silt	$a = 0 \text{ kN/m}^2$	$\tan\phi = 0,65$
Leire, ikke kvikk/sensitiv	$a = 10 \text{ kN/m}^2$	$\tan\phi = 0,40$
Kvikk/sensitiv leire	$a = 20 \text{ kN/m}^2$	$\tan\phi = 0,32$

For de øvre lag av sand og silt vurderes antakelsen å være på den forsiktige siden. For kvikkleire og leire ligger verdiene innenfor et "normalområde".

3.4 Anisotropi og tøyingskompatibilitet

I beregningene tas det hensyn til spenningsanisotropi i leira, dvs. at udrenert skjærfasthet varierer med hovedspenningsretningene (ADP-analyse). Utgangspunktet er udrenert aktiv skjærfasthet c_{uA} .

Direkte og passiv skjærfasthet er beregnet ut fra følgende sammenheng:

- $c_{uD} = 0,63 c_{uA}$ (styrke for den tilnærmet horisontale delen av glideflaten)
- $c_{uP} = 0,35 c_{uA}$ (styrke der glideflaten ligger i passiv sone)

De anvendte anisotropifaktorer er iht. NVE rapport 14-2014 /13/. I sprøbruddmateriale er aktiv udrenert skjærfasthet c_{uA} redusert med 15 %.

Det er tatt hensyn til tøyingskompatibilitet ved at så vel effektive skjærfasthetsparametere som udrenert skjærfasthet tolket fra treaksialforsøk er tatt ut ved små og tilnærmet like deformasjoner (1 - 2 %).

3.5 Poretrykksforhold

Ved stabilitetsberegninger er antatt grunnvannstand basert på poretrykksmålinger. Det er benyttet hydrostatisk poretrykksfordeling med dybden. I sjøen er det regnet med laveste lavvann på kt. -2,0.

4 STABILITET

Det er utført stabilitetsberegningene i to profiler, et på hver side av Mellomila 79 - 81. Det er forutsatt at reguleringsendringen ikke medfører noen form for videre utbygging i området. I tillegg er det gjort en oppsummering av tidligere vurderinger av stabiliteten videre vestover i kvikkleiresone 180.

Alle framtidige tiltak som kan påvirke stabiliteten i området må vurderes geoteknisk, og det må dokumenteres at tiltak ikke forverrer verken lokalstabilitet eller områdestabilitet.

4.1 Klassifisering av kvikkleiresone 180 Ilsvika

Sonen har hittil vært klassifisert med faregrad Høy.

Det er gjennomført en ny ROS-analyse for vurdering av skadekonsekvens og faregrad. Ved analysen er det tatt hensyn til at det er utført stabilitetsforbedring innenfor kvikkleiresone 180 både i forbindelse med utbyggingen i Mellomila 83 - 87 og 92 - 94 i 2004 - 2005, og i området videre vestover (Ilsvika Vest 2011 - 2012).

ROS-analysen viser at kvikkleiresonen nå kan nedklassifiseres til faregrad Middels. Analysen er dokumentert i vedlegg 3.

4.2 Krav til sikkerhet for områdestabilitet

Den planlagte omregulering fra næringsformål til boligformål, gjør at tiltak i området havner i tiltakskategori K4 «Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold...» iht tabell 5.2 i NVEs veileder /1/. Dette medfører krav til sikkerhet ved totalspenningsanalysen $F_c \geq 1,4$ - eller «Forbedring» (inntil 10 %) av områdestabiliteten dersom sikkerheten før utbygging er mindre enn $F_c = 1,4$.

4.3 Beregningsprofiler

Det er utført stabilitetsberegninger i to profiler, profil A ved Mellomila 73 - 77/Ilsvikveien 18 øst for Mellomila 79 - 81, og profil B ved Mellomila 83 - 87 og 92 - 94 vest for Mellomila 79 - 81. Beliggenhet av profilene er vist på situasjonsplanen, tegning 102.

Beregningene er utført for følgende situasjoner:

- Profil A.
Situasjonen før nybygg på nedre del av Mellomila 73 - 77 (tegning 104) og dagens situasjon (tegning 105 og 106)
- Profil B.
Situasjon før utbygging ved Mellomila 83 - 87 og 92 - 94 (tegning 107) og dagens situasjon (tegning 108 og 109).

Tidligere terreng er tegnet fra situasjonsplanen (tegning 102A) i rapport 620141 /5/.

Terrenget for dagens situasjon er basert på dagens kommunale kart.

Beregningene er utført både ved totalspenningsanalyse ADP (udrenert korttidstilstand) og effektivspenningsanalyse (drenert langtidssituasjon).

Det er utført beregninger med både sirkulære og plane glideflater.

4.4 Laster

Bebyggelse i profilene er modellert med påføring av anslåtte bygningslaster der hele tomte er bebygget i full høyde. Der bare en del av tomte har bygg over terreng mens det er kjeller under hele tomte, er bebyggelsen modellert som et ekvivalent terrengnivå. Direkte fundamenterte bygg er modellert med dimensjonerende last 13 kN/m^2 pr. etasje.

Det er antatt at ombyggingen av Mellomila 79 - 81 ikke medfører tilleggslast ut over dagens lastsituasjon. Deler av Mellomila 81 er planlagt revet.

I profil A er det før utbyggingen av Mellomila 73 - 77 regnet med terreng på kt. +6,3. På dette området sto det tidligere flere store transformatorer, som er modellert med last 10 kN/m^2 . Etter utbygging er det antatt kjeller i dette bygget på kt. +2,7, og last fra et bygg med 5 etasjer. Mellomila 86 er modellert med ekvivalent terreng på kt. +5,2.

I profil B er Mellomila 83 – 87 fundamentert på peler til berg. Det er derfor ikke regnet nyttelast fra disse byggene. Mellomila 92 – 94 er fundamentert direkte. Her er det parkeringskjeller under hele tomte. I tillegg er det foretatt masseutskifting under golv på grunn ned til kt. +0,6. Originale masser er fjernet og erstattet med ca. 0,8 – 1,5 m skumglass (Hasopor). Hele bygget er modellert med ekvivalent terreng på kt. +3,3.

4.5 Stabilitetsberegninger Profil A

Totalspenningsanalysen (ADP) for en udrenert situasjon før utbygging i Mellomila 73 – 77 viser en beregnet minste sikkerhet $F_{c \min}=1,33$ for glideflater som berører kvikkleire. Etter utbygging er beregningsmessig sikkerhet $F_{c \min}=1,35$, dvs en økning på 1,5 %. Kravet i NVEs veileder /1/ er en økning på 1,75 %. Etersom området i utgangspunktet ligger utenfor kvikkleiresonen og den planlagte omregulering ikke vil medføre noen inngrep i området som kan generere en udrenert belastningssituasjon, vurderes en stabilitetsforbedring på 1,5 % som tilstrekkelig.

Beregnet sikkerhet av skråningen i marbakken viser $F_{c \min}=1,37$. I dette området er det neppe kvikkleire, og skredet i 1950 stoppet i dette området. Den beregnede sikkerhet for dette området vurderes derfor som tilfredsstillende.

Effektivspenningsanalysen for en drenert situasjon viser en beregnet minste sikkerhet $F_{c\phi \min} > 2,0$ for glideflater som berører kvikkleire. Sikkerheten av selve marbakken er beregnet til $F_{c \min}=1,84$.

Beregningene er vist på tegning 104 – 106.

Stabiliteten øst for Mellomila 79 – 81 vurderes som tilfredsstillende i forhold til den planlagte omregulering.

4.6 Stabilitetsberegninger Profil B

Totalspenningsanalysen (ADP) av situasjonen før utbygging gir beregnet sikkerhet $F_{c \min}=1,23$. Det er også utført beregninger av dagens situasjon med ekvivalent terreng som beskrevet i avsnitt 4.4. Beregnet sikkerhet etter at området er bygget ut er $F_{c \min}=1,30$. Dette gir en forbedring av sikkerheten med 5,7 % for glideflaten med lavest sikkerhet før utbygging, og 4 % for en glideflate som berører byggene nord for Mellomila. Kravene til forbedring er hhv. 4,25 % og 3,75 %. Begge disse kravene er tilfredsstillt.

Effektivspenningsanalysen av dagens situasjon gir beregnet minste sikkerhet $F_{c\phi \min}=2,17$ for glideflater som går ned i kvikkleire.

Beregningsresultater for profil B er vist på tegning 107 – 109.

På dette grunnlag vurderes stabiliteten også i dette området som tilfredsstillende.

4.7 Stabilitet videre vestover i kvikkleiresone 180

Stabiliteten av kvikkleiresone 180 vest for Mellomila 79 - 81 har vært gjenstand for omfattende vurderinger i forbindelse med utbyggingen i vestre del av dette området (MAJA Utvikling AS: Ilsvikveien 30 m.fl.). Vurderingene av områdestabilitet for reguleringsplan er utført av Rambøll iht. den gang gjeldende NVE Retningslinjer for utbygging i kvikkleireområder /14/. Rambølls vurderinger er oppsummert i notat 6060120 GM-08-R1A av 16.11.2007 /8/. I kapittel 4 i notatet er det angitt at det er dårligst sikkerhet i skråningen ut mot marbakken. Ut fra de beregninger som er utført, er det videre angitt at "Den beregnede sikkerhet mot skred i marbakkeskråningen, og dermed globalt for området (sonen) er funnet tilfredsstillende".

Obligatorisk uavhengig kontroll (3. parts kontroll) av Rambølls vurderinger for denne reguleringsplanen (2007) er utført av Multiconsult AS.

I forbindelse med vurderingene for denne reguleringsplanen er det stilt krav om at det også skal utføres uavhengig kontroll (3. parts kontroll) av at prinsipper for å ivareta områdestabiliteten er videreført i detaljprosjekteringen. Grunnlaget for denne kontrollen er gitt i Rambølls notat 6110022 GM-10 av 1.2.2011 /9/. Denne er basert på reviderte retningslinjer fra NVE /15/. I kapittel 4 i dette notatet er det angitt at "Prosjektet er tilstrekkelig prosjektert med hensyn til å sikre områdestabiliteten...". Obligatorisk uavhengig kontroll (3. parts kontroll) av disse vurderingene er også utført av Multiconsult AS.

4.8 Stabilitet ved Mellomila 79 - 81

Ved boringer mellom Mellomila 79 - 81 og strandsonen er det ikke påvist kvikk eller sensitiv leire ved prøvetaking. Det er heller ikke klart indikert kvikkleire ved de sonderingene som er utført i dette området. Det vurderes derfor at det er lite sannsynlig at det er sammenhengende sprøbruddmateriale i dette området. Vi mener derfor at stabiliteten av disse byggene kan vurderes ut fra en effektivspenningsbetraktning (drenert situasjon).

I forbindelse med planer for omreguleringen, er det skissert at det kan bli aktuelt å rive en del av Mellomila 81. Dette vil medføre en avlastning av området og slik gi en liten forbedring av stabiliteten, og avlastningen vil ikke medføre en udrenert poretryksoppbygging.

Det har også vært skissert en mulig parkeringskjeller nedenfor (nord for) østre del av Mellomila 79. En utgraving for parkeringskjeller vil også i utgangspunktet medføre en avlastning med mindre det påføres tilleggslast over dagens terrengnivå.

Det er ikke gjort detaljerte stabilitetsberegninger av dette området. Effektivspenningsanalysene i profil A og B til side for området viser imidlertid tilstrekkelig sikkerhet med god margin, med $F_{cp \text{ min}} > 2,0$. Stabiliteten av dette området vurderes derfor som tilfredsstillende.

Alle framtidige tiltak både i dette området og generelt i kvikkleiresone 180 må vurderes geoteknisk, og det må dokumenteres at tiltak ikke forverrer verken lokalstabilitet eller områdestabilitet.

5 OPPSUMMERING/KONKLUSJON

Kvikkleiresone 180 Ilsvika er klassifisert med faregrad Høy. Ut fra de stabiliserende tiltak som er utført i forbindelse med tidligere utbygging innenfor sonen, mener vi at faregraden for sonen i dag kan nedklassifiseres til Middels.

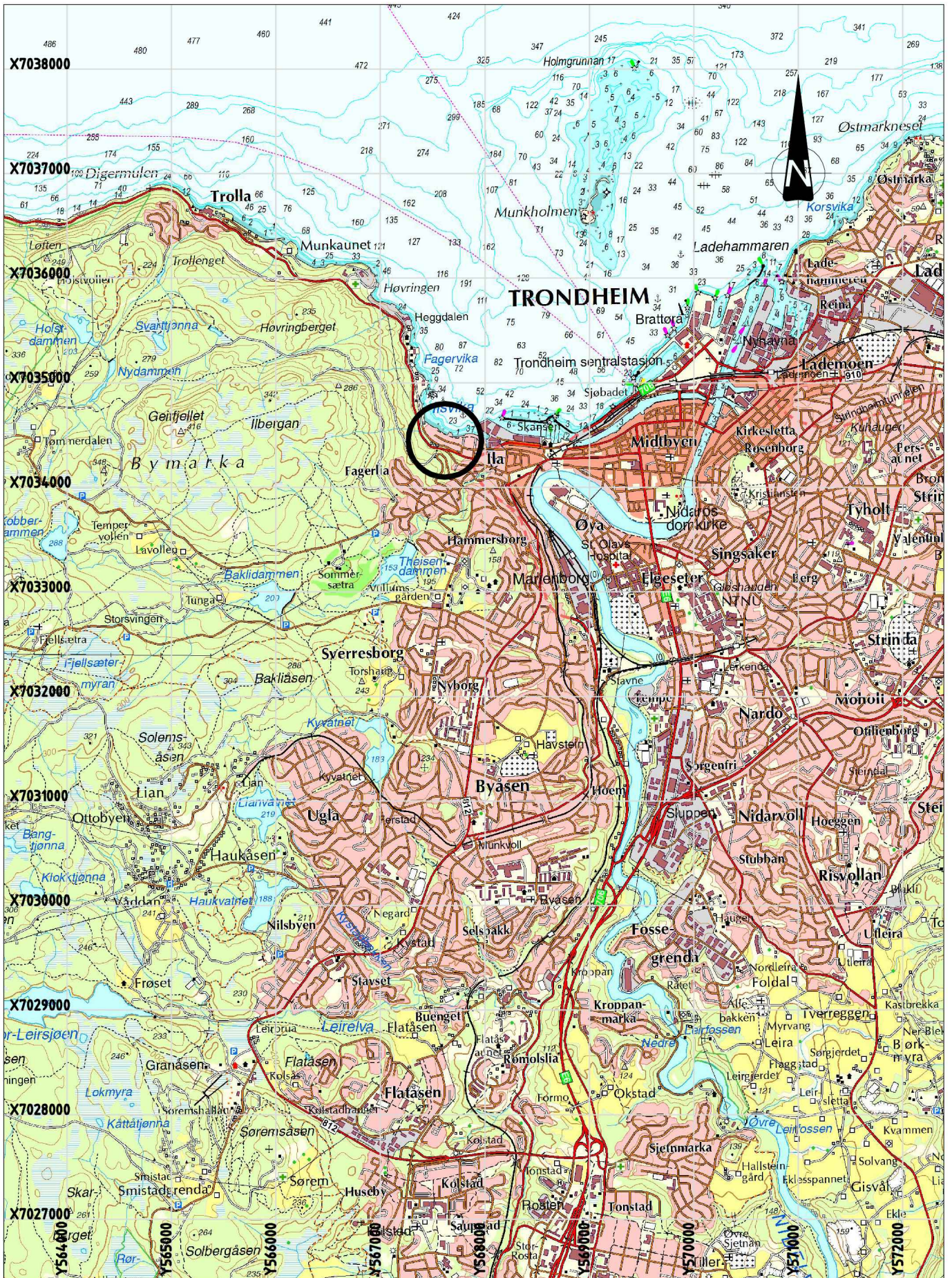
Det er utført stabilitetsberegninger i to profiler som viser at stabiliteten i områder med kvikkleire til side for Mellomila 79 - 81 er tilstrekkelig forbedret iht krav i NVE 7-2014. Tidligere stabilitetsvurderinger for kvikkleiresonen videre vestover viser også tilfredsstillende stabilitet. Videre vurderer vi at stabiliteten av området mellom Mellomila 79 - 81 og sjøen i dag har tilstrekkelig stabilitet for en drenert situasjon. Det er ikke planlagt tiltak i dette området som kan generere en udrenert situasjon. Alle framtidige tiltak både i dette området og i kvikkleiresone 180 generelt må vurderes geoteknisk, og stabiliteten av tiltak må dokumenteres.

På dette grunnlag mener vi områdestabiliteten/skredssikkerheten er tilstrekkelig ivaretatt for å gjennomføre den planlagte reguleringsendring.

6 REFERANSER

1. NVE Veileder 7-2014: "Sikkerhet mot kvikkleireskred".
2. Kummeneje: "Bilag til NGI-rapport o.156 NKL Ilsvika, Trondheim. Januar 1955".
3. NGI: o.156-2 "Grunnundersøkelser for lagerbygning for NKL, Ilsvikveien 24, Trondheim". April 1958.
4. Multiconsult AS: 57354-4. "Utbyggingsområde Ila Jern, Ilsvikøra. Grunnundersøkelser. Geotekniske vurderinger". 21.10.1997.
5. Rambøll: 620141A Maja Eiendom. "Prosjekt Ilsvika. Grunnundersøkelse. Datarapport". 13.9.2002.
6. Rambøll: 6060120 nr 1 Maja Utvikling. "Ilsvikveien 30 m.fl. Supplerende grunnundersøkelser på land". 31.1.2007.
7. Rambøll Norge AS: 6080497 nr 1 Trondheim Energi Eiendom AS. "Datarapport fra grunnundersøkelser". 25.8.2008.
8. Rambøll. Notat 6060120 GM-08-R1A "Ilsvikveien 30 m.fl. Reguleringsplan. Oppsummering av geotekniske og miljøtekniske forhold". 16.11.2007.
9. Rambøll. Notat 6110022 GM-10 "Ilsvikveien 30 m.fl. Oppsummering av geoteknisk detaljprosjektering vurdert i forhold til områdestabilitet". 1.2.2011.

10. Lunne et al, 1997. "Cone penetration test in geotechnical practice".
11. Karlsrud et al, 2005. "CPTU correlations for clays". ICSMGE 2005, Osaka, Japan
12. Karlsrud et al, 1996. "Improved CPTU correlations based on block samples". Nordisk Geoteknikermøte, Reykjavik, Island.
13. NVE Rapport 14-2014: "En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer".
14. NVE Retningslinjer nr 1 2007: "Planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag – foreløpig utgave".
15. NVE Retningslinjer 1-2008: "Planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag".



0	09.11.2016		JHET	TGE	TGE
Rev	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr: 1350017722 Målestokk: 1:50 000 Status:

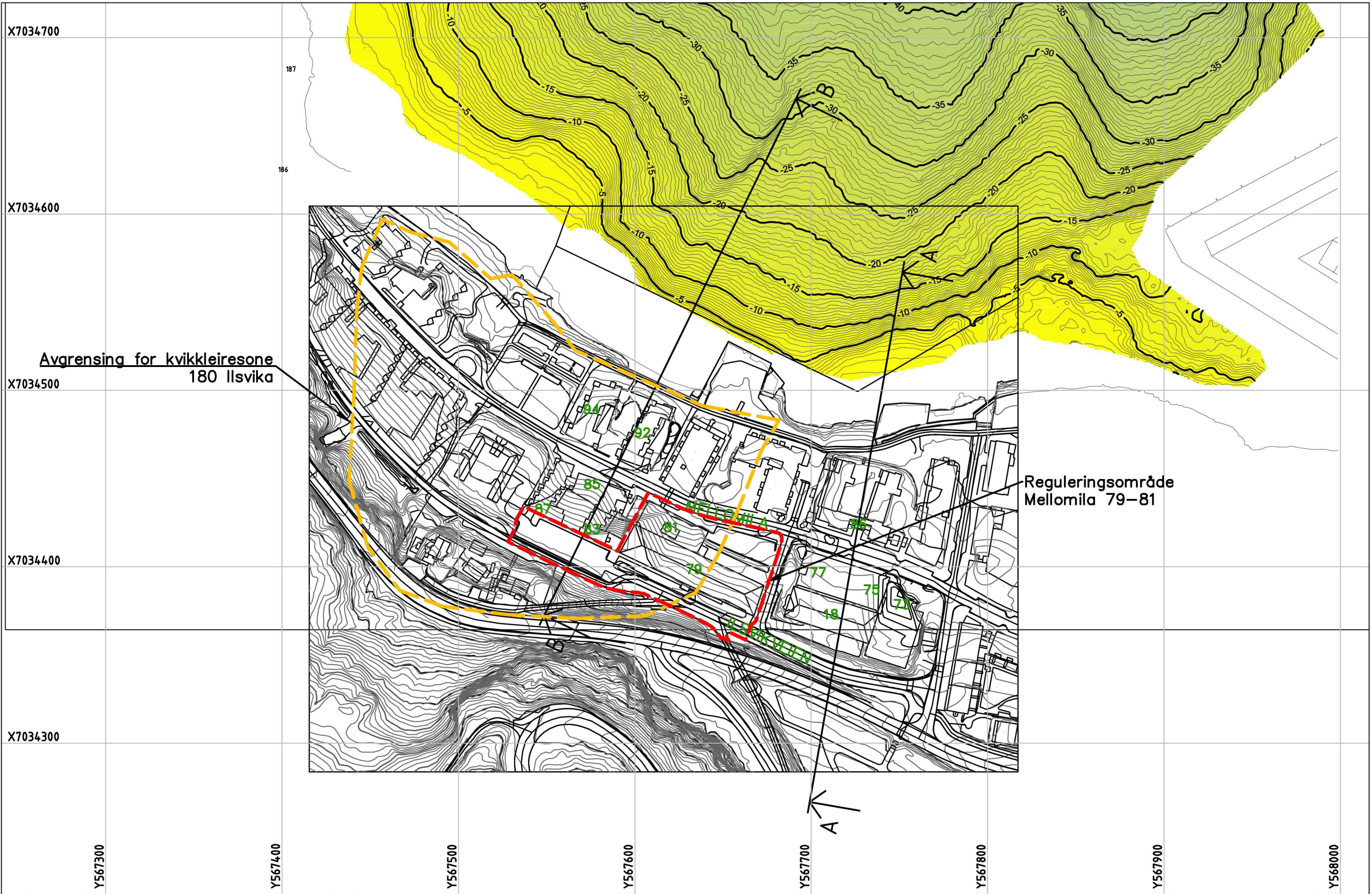
Mellomila 79-81
Mellomila 79-81 AS

Oversiktskart
EUREF89 UTM 32 (05677 70344)

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

Tegning nr: 101 Rev: 0



Avgrensning for kvikkleiresone
180 IIsvika

Reguleringsområde
Mellomila 79-81

0			17.11.2016			JHET			TGE			TGE						OPPDRAG Mellomila 79-81			INNHOLD SITUASJONSPLAN			OPPDRAG NR. 1350017722			MÅLESTOKK 1:2000			BLAD NR. 01			AV 01		
REV.			DATO			ENDRING			TEGN			KONTR			GODKJ			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			OPPDRAGSGIVER Mellomila 79-81 AS			Profiler, kvikkleiresone 180 og reguleringsområdet			TEGNING NR. 102			REV. 0					
TEGNINGSSTATUS																																			



0	17.11.2016		JHET	TGE	TGE
REV.	DATA	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

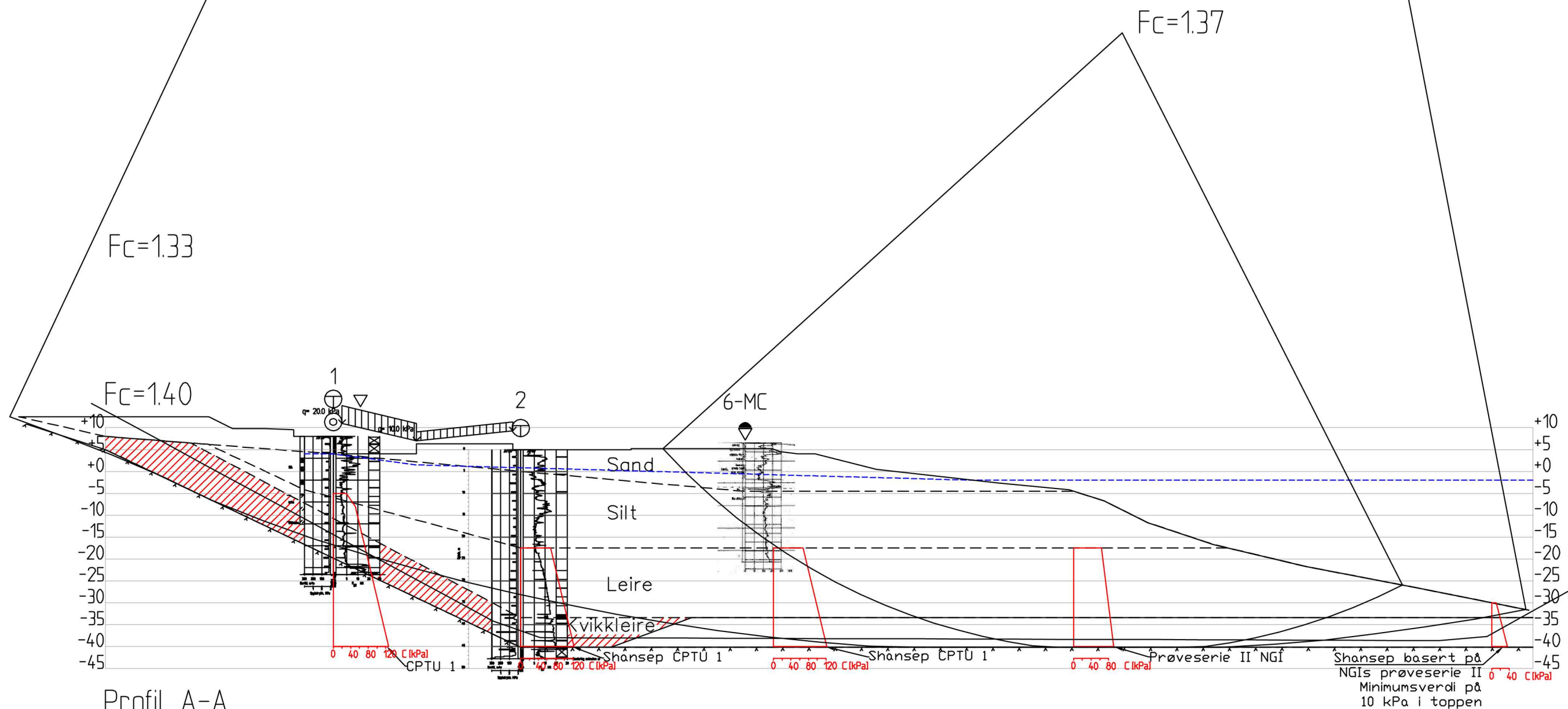
RAMBOLL
 Rambøll AS - Region Midt-Norge
 P.b. 9420 Sluppen
 Mellomila 79, N-7493 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
 www.ramboll.no

OPPDRAG
Mellomila 79-81
 OPPDRAGSGIVER
Mellomila 79-81 AS

INNHOOLD
SITUASJONSPLAN - GRUNNBORINGER
 ⊕ Totalsondering ⊖ Piezometer
 ⊙ Prøvetaking ● Dreiesondering
 ▽ CPTU

OPPDRAG NR. 1350017722	MÅLESTOKK 1:1000	BLAD NR. 01	AV 01
		TEGNING NR. 103	REV. 0

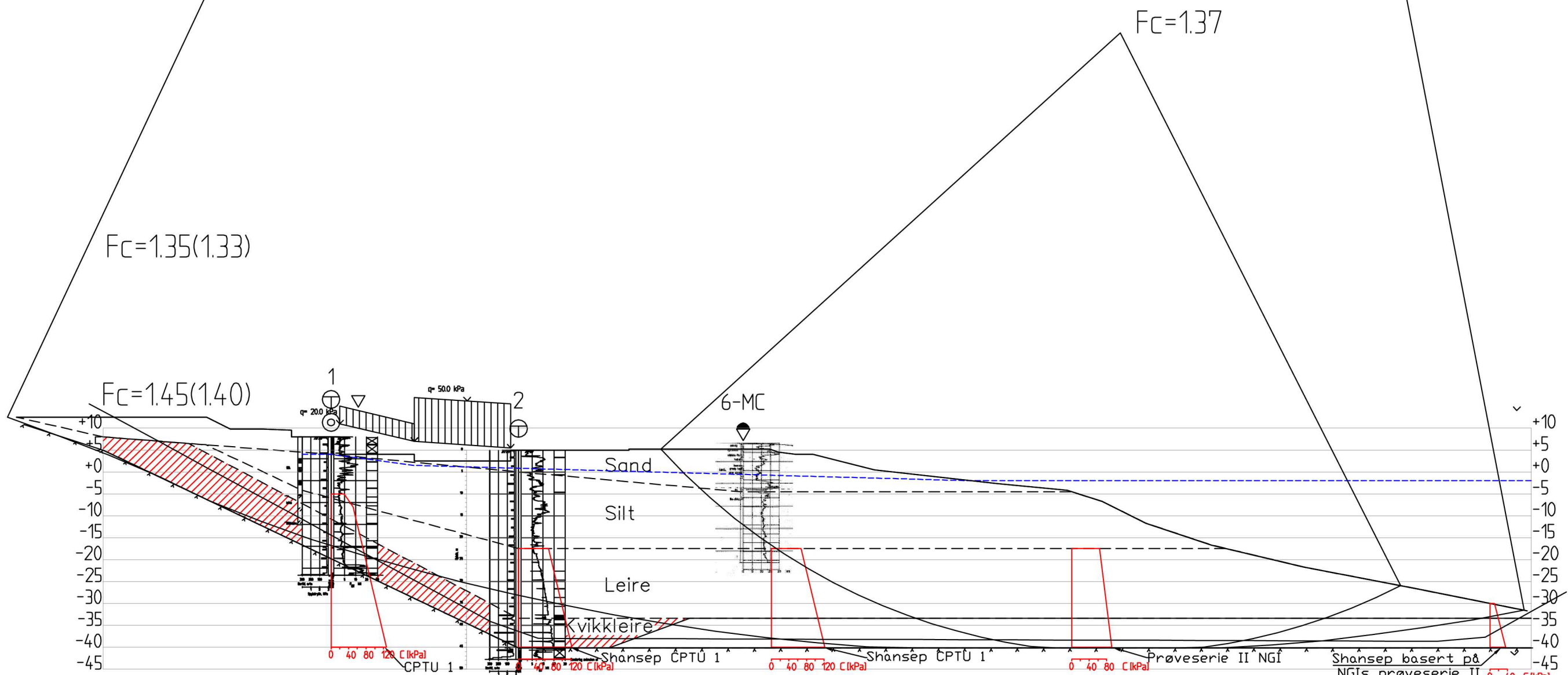
Material	no	Un.Weighth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sand	1	19.00	36.0	0.0				
Silt	2	19.00	33.0	0.0				
Leire	3	18.50	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Kvikkleire	4	18.50	---	---	C-profil	0.85	0.63	0.35
Leire	5	18.50	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Berg								



Profil A-A
1 : 1000

<table border="1"> <tr> <td>0</td> <td>10.11.2016</td> <td></td> <td>JHET</td> <td>TGE</td> <td>TGE</td> </tr> <tr> <td>REV.</td> <td>DATO</td> <td>ENDRING</td> <td>TEGN</td> <td>KONTR</td> <td>GODKJ</td> </tr> </table>			0	10.11.2016		JHET	TGE	TGE	REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ	<p>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</p>		<p>OPPDRAG Mellomila 79-81</p> <p>OPPDRAGSGIVER Mellomila 79-81 AS</p>		<p>INNHOOLD STABILITETSBEREGNINGER PROFIL A</p> <p>Totalspenningsanalyse Før utbygging Mellomila 73-77</p>		<p>OPPDRAG NR. 1350017722</p>		<p>MÅLESTOKK 1:1000</p>		<p>BLAD NR. 01</p>		<p>AV 01</p>	
0	10.11.2016		JHET	TGE	TGE																							
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ																							
TEGNINGSSTATUS										<p>TEGNING NR. 104</p>		<p>REV. 0</p>																

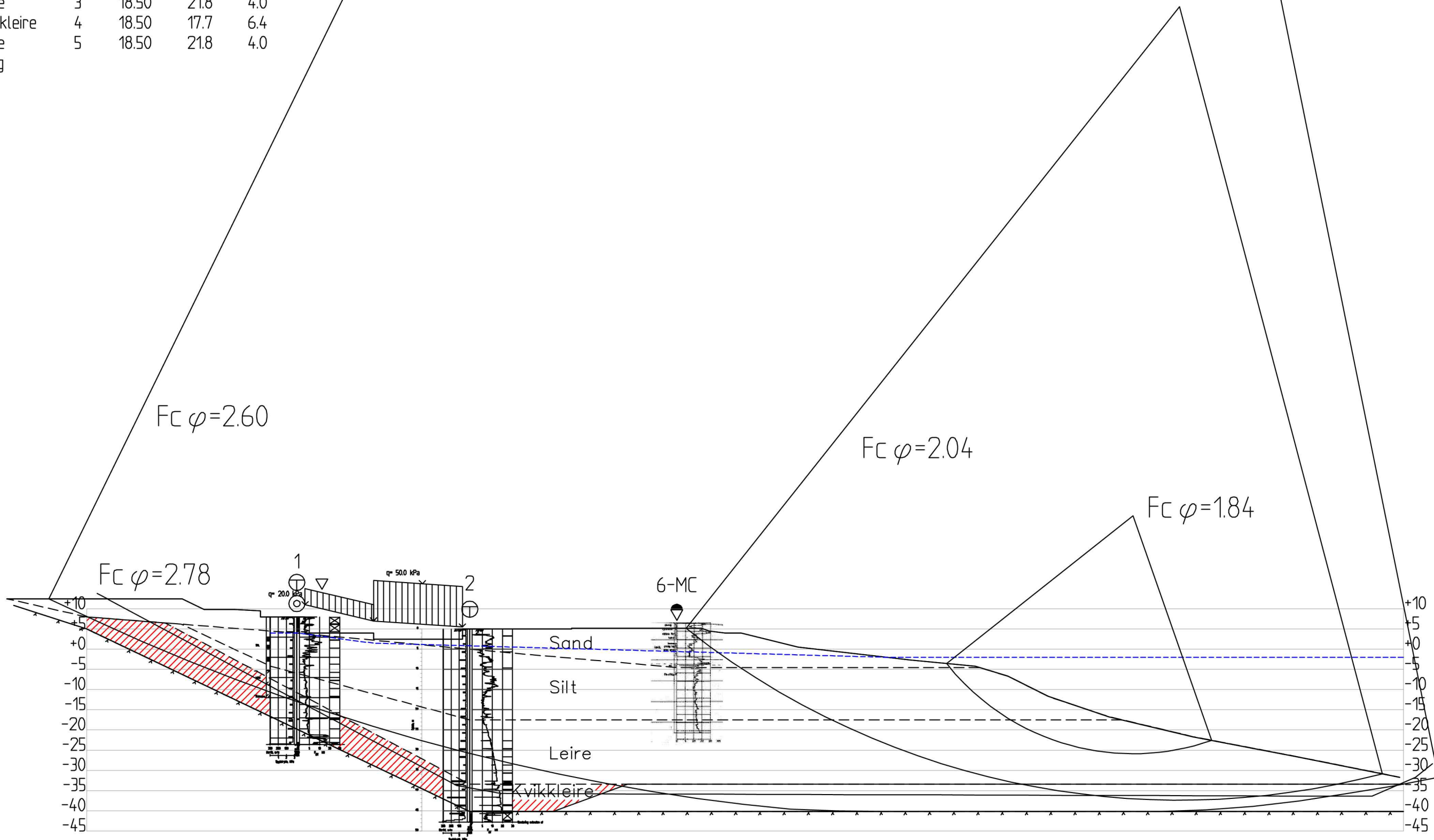
Material	no	Un.Weighth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sand	1	19.00	36.0	0.0				
Silt	2	19.00	33.0	0.0				
Leire	3	18.50	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Kvikkleire	4	18.50	---	---	C-profil	0.85	0.63	0.35
Leire	5	18.50	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Berg								



Profil A-A
1 : 1000

<table border="1"> <tr> <td>0</td> <td>10.11.2016</td> <td></td> <td>JHET</td> <td>TGE</td> <td>TGE</td> </tr> <tr> <td>REV.</td> <td>DATO</td> <td>ENDRING</td> <td>TEGN</td> <td>KONTR</td> <td>GODKJ</td> </tr> </table>			0	10.11.2016		JHET	TGE	TGE	REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ	<p>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</p>	<p>OPPDRAG Mellomila 79-81</p> <p>OPPDRAGSGIVER Mellomila 79-81 AS</p>	<p>INNHOOLD STABILITETSBEREGNINGER PROFIL A</p> <p>Totalspenningsanalyse Dagens situasjon</p>	<p>OPPDRAG NR. 1350017722</p> <p>MÅLESTOKK 1:1000</p>	<p>BLAD NR. 01</p> <p>TEGNING NR. 105</p>	<p>AV 01</p> <p>REV. 0</p>
0	10.11.2016		JHET	TGE	TGE															
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ															
TEGNINGSSTATUS																				

Material	no	Un.Weigth	Fi	C'
Sand	1	19.00	36.0	0.0
Silt	2	18.00	33.0	0.0
Leire	3	18.50	21.8	4.0
Kvikkleire	4	18.50	17.7	6.4
Leire	5	18.50	21.8	4.0
Berg				

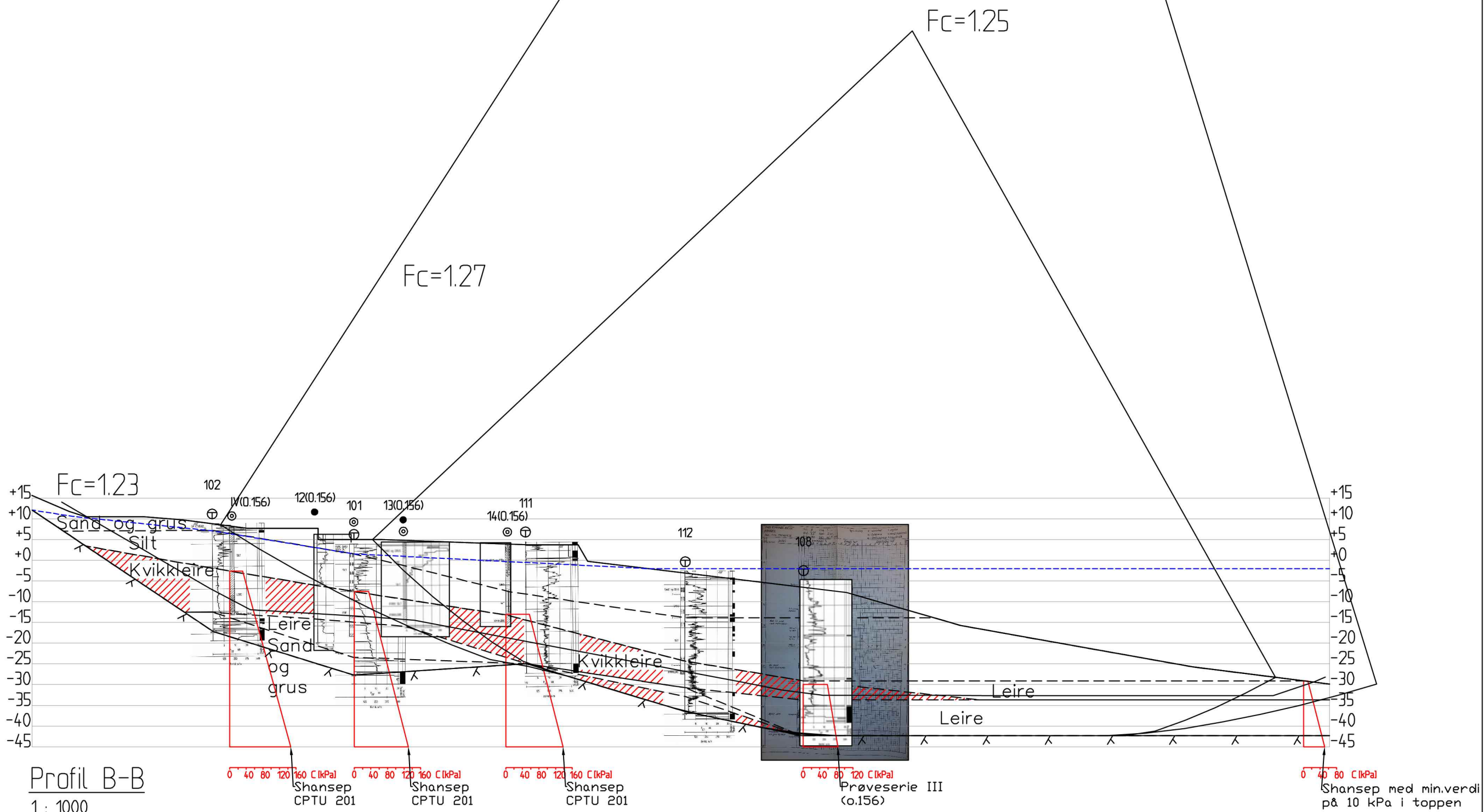


Profil A-A
1 : 1000

<table border="1"> <tr> <td>0</td> <td>10.11.2016</td> <td>JHET</td> <td>TGE</td> <td>TGE</td> </tr> <tr> <td>REV.</td> <td>DATO</td> <td>ENDRING</td> <td>TEGN</td> <td>KONTR</td> <td>GODKJ</td> </tr> </table>			0	10.11.2016	JHET	TGE	TGE	REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ	<p>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</p>	<p>OPPDRAG Mellomila 79-81</p> <p>OPPDRAGSGIVER Mellomila 79-81 AS</p>	<p>INNHOOLD STABILITETSBEREGNINGER PROFIL A</p> <p>Effektivspenningsanalyse Dagens situasjon</p>	<p>OPPDRAG NR. 1350017722</p> <p>MÅLESTOKK 1:1000</p>	<p>BLAD NR. 01</p> <p>TEGNING NR. 106</p>	<p>AV 01</p> <p>REV. 0</p>
0	10.11.2016	JHET	TGE	TGE															
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ														

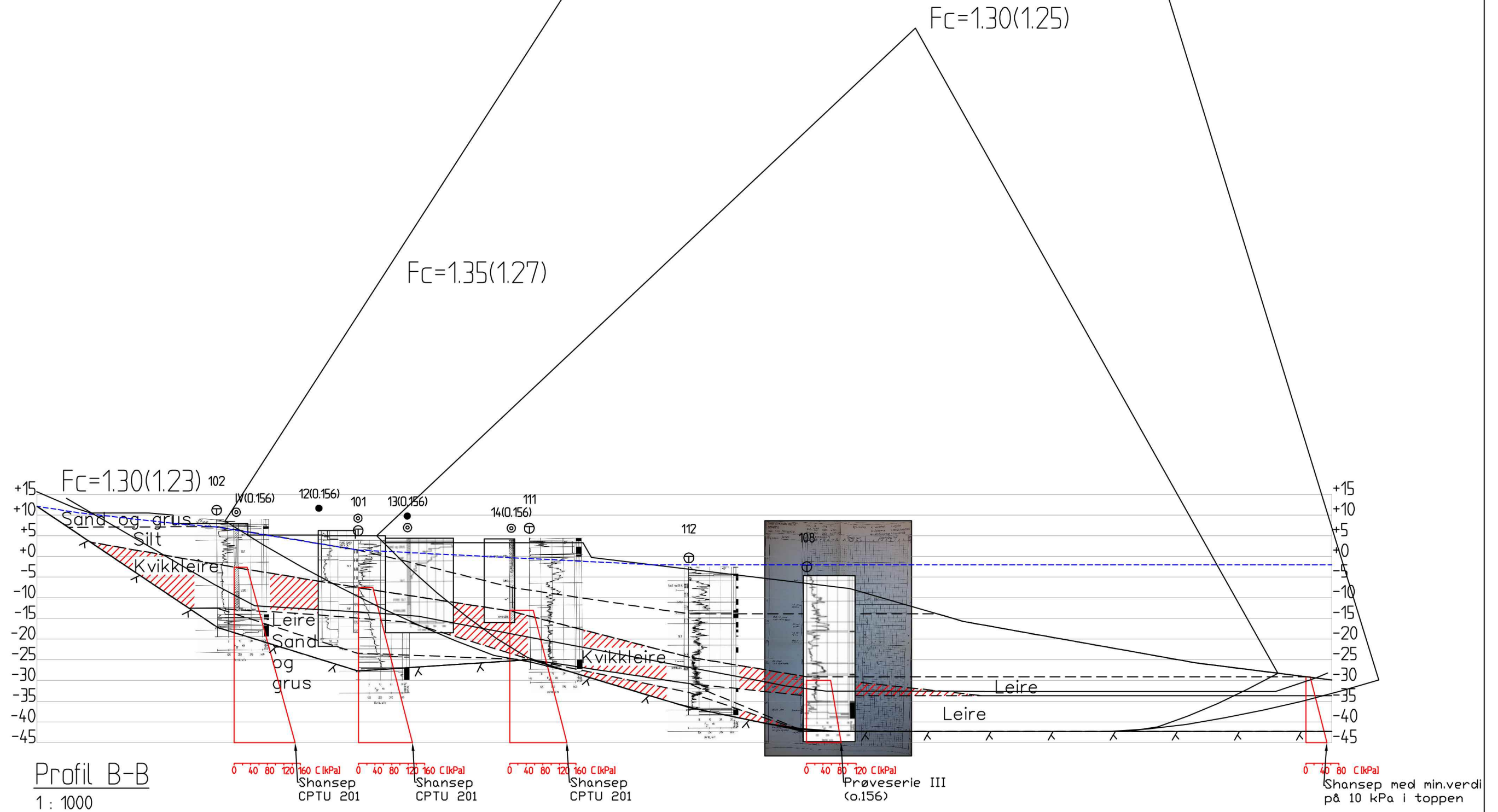
TEGNINGSSTATUS

Material	no	Un.Weighth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sand	1	19.00	36.0	0.0				
Silt/finsand	2	19.00	33.0	0.0				
Leire	3	18.50	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Kvikkleire	4	18.50	---	---	C-profil	0.85	0.63	0.35
Leire2	5	18.50	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Sand/grus	6	19.00	36.0	0.0				
Kvikkleire2	7	18.50	---	---	C-profil	0.85	0.63	0.35
Berg								



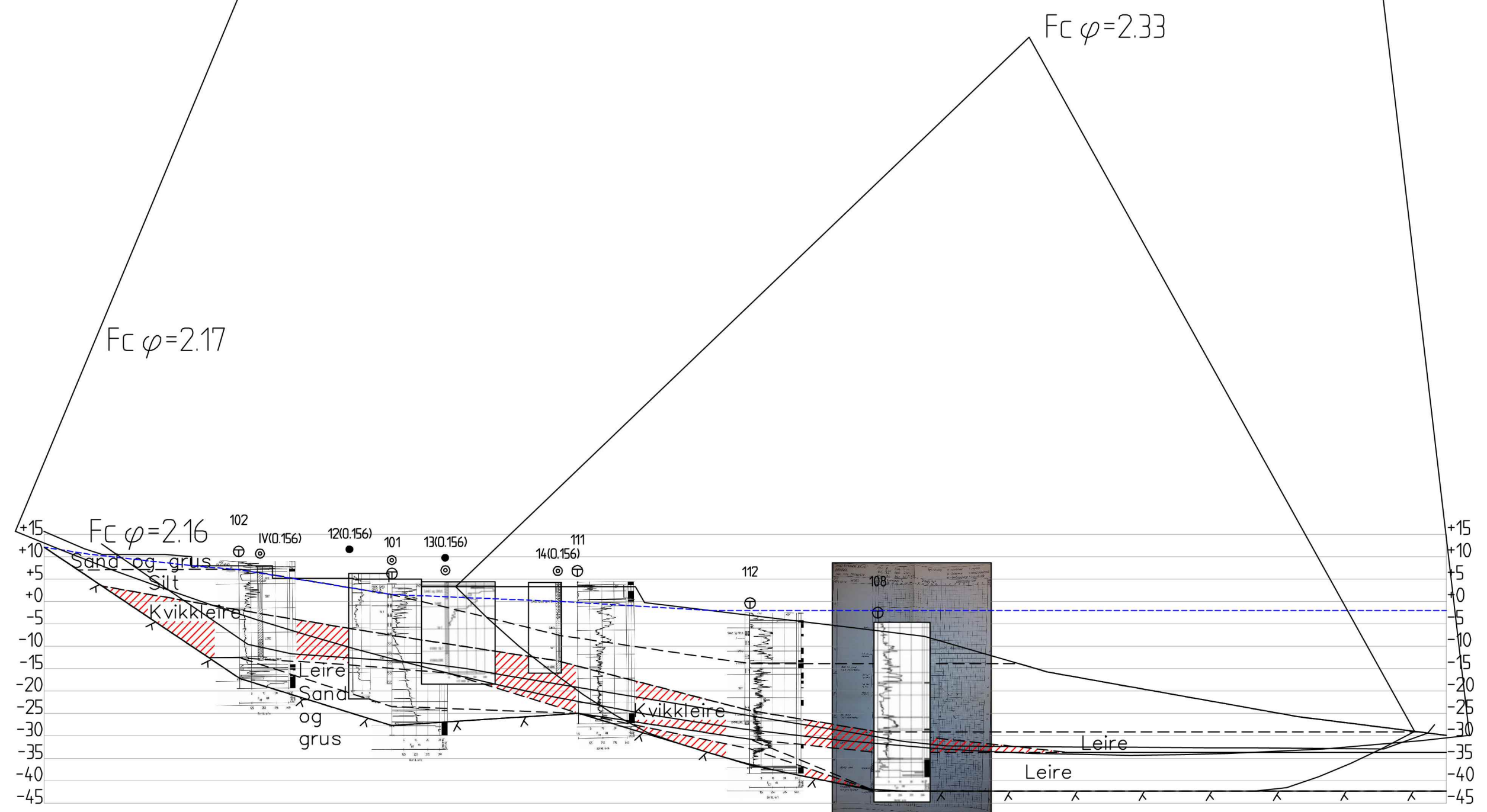
0			10.11.2016			JHET			TGE			TGE						OPPDRAG Mellomila 79-81			INNHOLD STABILITETSBEREGNINGER PROFIL B			OPPDRAG NR. 1350017722		MÅLESTOKK 1:1000		BLAD NR. 01		AV 01		
REV.			DATO			ENDRING			TEGN			KONTR			GODKJ			Rambøll AS - Region Midt-Norge P.b. 9420 Sluppen Mellomila 79, N-7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60 www.ramboll.no			OPPDRAGSGIVER Mellomila 79-81 AS			Totalspenningsanalyse Før utbygging Mellomila 83-87 og 92-94			TEGNING NR. 107				REV. 0	
TEGNINGSSTATUS																																

Material	no	Un.Weighth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sand	1	19.00	36.0	0.0				
Silt/finsand	2	19.00	33.0	0.0				
Leire	3	18.50	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Kvikkleire	4	18.50	---	---	C-profil	0.85	0.63	0.35
Leire2	5	18.50	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Sand/grus	6	19.00	36.0	0.0				
Kvikkleire2	7	18.50	---	---	C-profil	0.85	0.63	0.35
Berg								



0			10.11.2016	JHET	TGE	TGE		OPPDRAG	Mellomila 79-81	INNHOLD STABILITETSBEREGNINGER PROFIL B Totalspenningsanalyse Dagens situasjon	OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ	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		OPPDRAGSGIVER	Mellomila 79-81 AS		1350017722	1:1000	01	01
TEGNINGSSTATUS											TEGNING NR.		REV.	
											108		0	

Material	no	Un.Weigth	Fi	C'
Sand	1	19.00	36.0	0.0
Silt/finsand	2	19.00	33.0	0.0
Leire	3	18.50	21.8	4.0
Kvikkleire	4	18.50	17.7	6.4
Leire2	5	18.50	21.8	4.0
Sand/grus	6	19.00	36.0	0.0
Kvikkleire2	7	18.50	17.7	6.4
Berg				

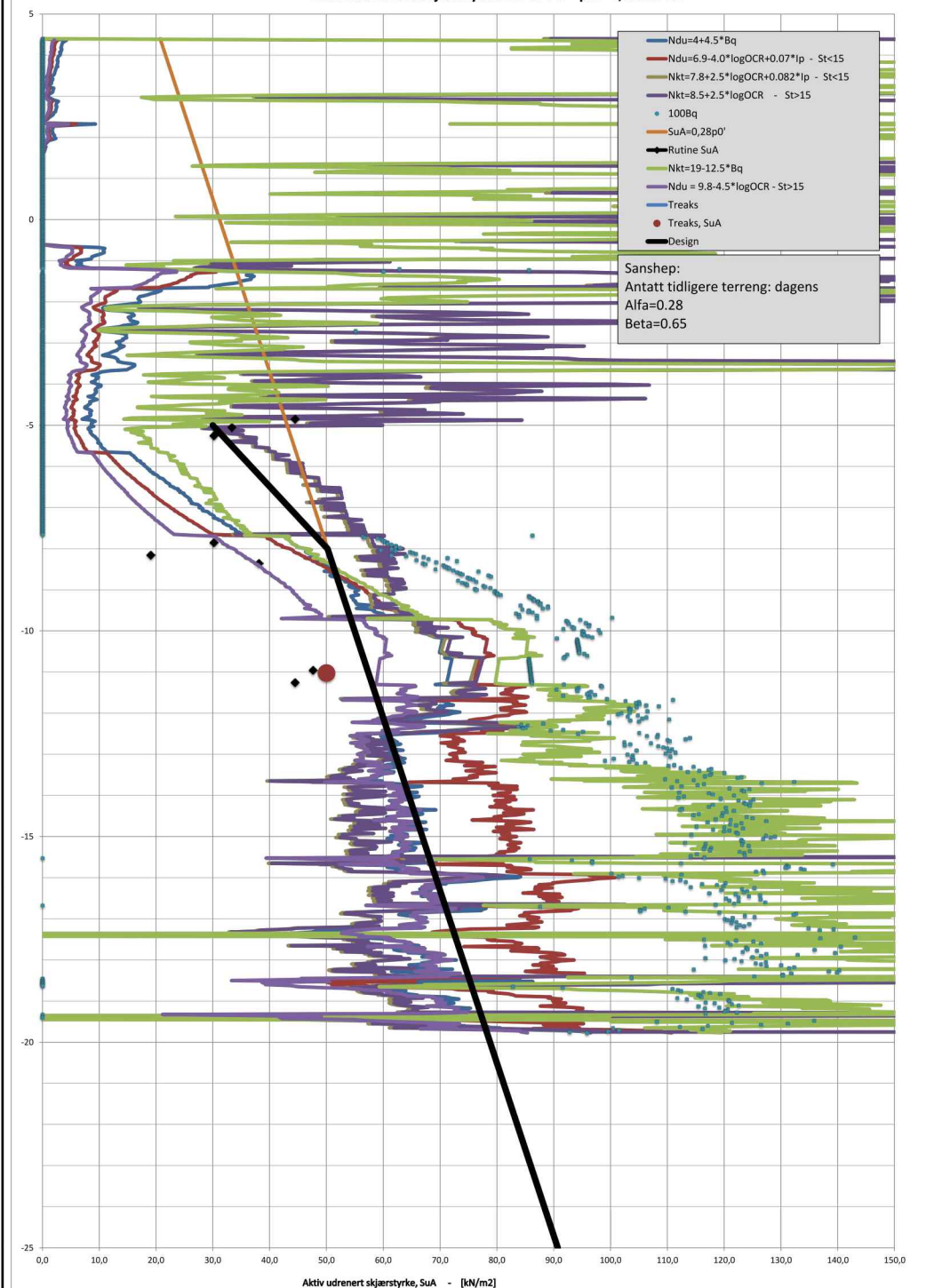


Profil B-B
1 : 1000

			RAMBOLL			OPPDRAG Mellomila 79-81		INNHOOLD STABILITETSBEREGNINGER PROFIL B		OPPDRAG NR. 1350017722	MÅLESTOKK 1:1000	BLAD NR. 01	AV 01
0	10.11.2016		JHET	TGE	TGE	OPPDRAGSGIVER Mellomila 79-81 AS		Effektivspenningsanalyse Dagens situasjon		TEGNING NR. 109		REV. 0	
TEGNINGSSTATUS			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										

Vedlegg 1 - 3

Aktiv udrenert skjærstyrke fra CPTU - pkt 1, 6080497



	Trondheim Energi Eiendom AS		Oppdrag
	Ilsvikveien 18		6080497
	Borpunkt 1	Terrenghøyde: + 8.4	Tegn./kontr.
	Aktiv udrenert skjærstyrke, Su _A		MBP/
Tolket fra CPTU		Dato	Tegn. Nr.
		23.03.09	

0	17.11.2016		JHET	TGE	TGE
Rev	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

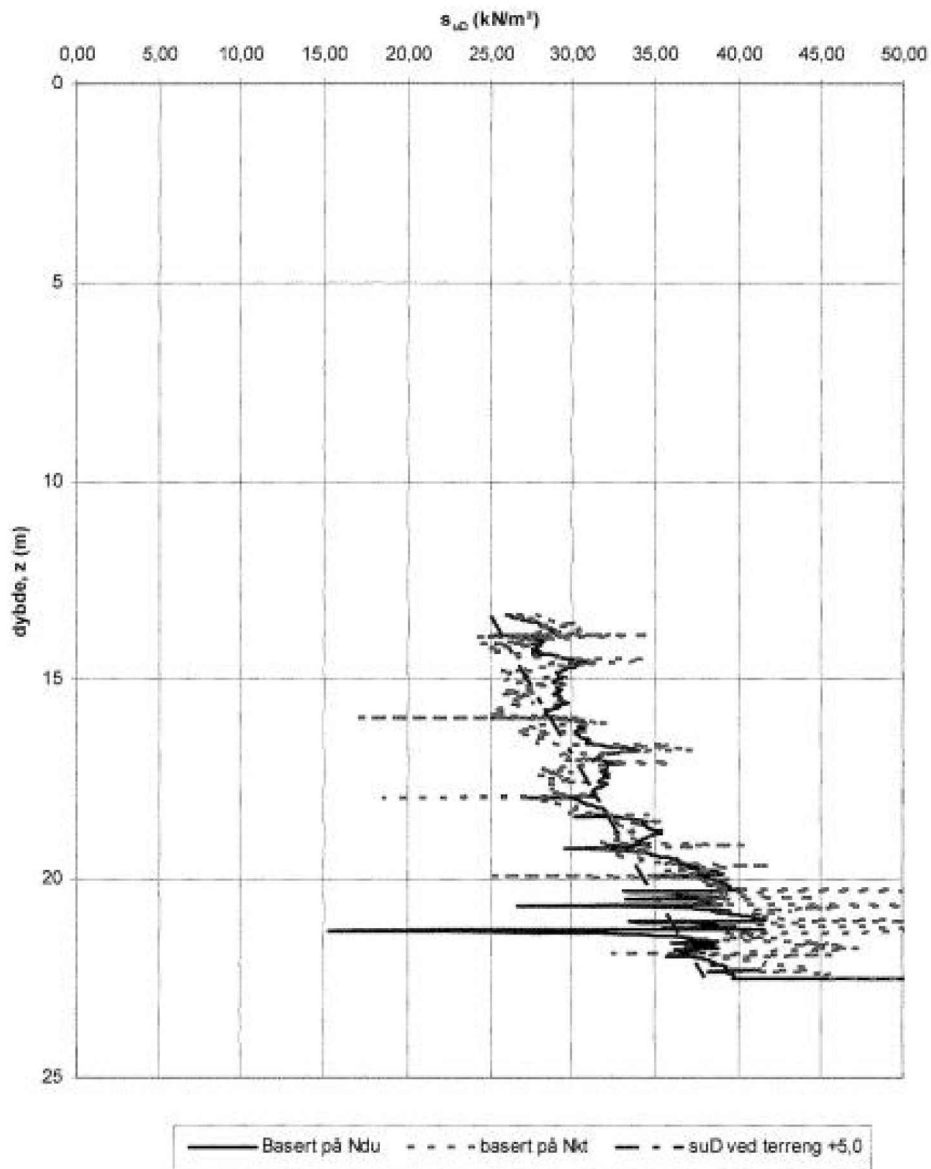
Oppdrag nr: 1350017722 Målestokk: -- Status:

Mellomila 79-81
Mellomila 79-81 AS

VEDLEGG 1
CPTU-tolkning pkt. 1 (6080497) - ny designlinje

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



$N_{kt} = 15$ Terrengekote : ca. + 5,0
 $N_{\Delta u} = 9,5 * 1,1 = 10,5$ Grunnvannstand : 2,5 m under terreng

RAMBOLL	MAJA Utvikling AS Ilsvikveien 30 m.fl.	OPPDRAG 6060120
	Resultater fra CPT 201	DATO 30.01.07
	Skjærstyrke tolket fra spissmotstand og poretrykksrespons	TEGM. NR. 107

0	17.11.2016		JHET	TGE	TGE
Rev	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr: 1350017722 Målestokk: -- Status: _____

Mellomila 79-81
Mellomila 79-81 AS

VEDLEGG 2
CPTU-tolkning pkt. 201 (6060120)

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



ROS-ANALYSE

Oppdrag: Mellomila 79-81

Oppdragsnummer: 1350017722

Saksbehandler: Trond Gilde

Dato: 07.11.2016

Kontrollert:

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 2016	kommentar
Boligheter	4	3	0
Næringsbygg, personer	3	3	0
Annen Bebyggelse, verdi	1	1	0
Vei	2	1	0
Toglinje	2	0	0
Kraftnett	1	0	0
Oppdemming/floem	2	0	0

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/floem	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen

Poeng (score x vektall): 24 0

Beregnet skadekonsekvensklasse: **Meget Alvorlig** **Mindre alvorlig**
Skadekonsekvens 0,53 0,00

Faregradsklasser (sannsynlighet)

Forklaring

vurdering:			
Faktor	vektall	Analyse 2016	kommentar
Tidligere skredaktivitet	1	3	0
Skråningshøyde	2	3	0
Tidligere/nåværende terrengnivå	2	3	0
Poretrykk, overtrykk	3	2	0
Poretrykk, undertrykk	-3	0	0
Kvikkleiremektighet	2	2	0
Sensitivitet	1	3	0
Erosjon	3	0	0
Inngrep, forverring	3	0	0
Inngrep, forbedring	-3	1	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): 25 0

Beregnet faregradklasse: **Middels** **Lav**
Faregrad 0,49 0,00

Risiko (skadekonsekvens x faregrad) 2614 0
Risikoklasse: 4 1