

---

RAPPORT

# Gang- og sykkelveg Kambrua-Lia

---

OPPDRAUGSGIVER

Trondheim kommune, Kommunalteknikk

EMNE

Geoteknisk vurderingsrapport

DATO / REVISJON: 17. juni 2019 / 00

DOKUMENTKODE: 418563-RIG-RAP-001

---



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Hvis kunden i samsvar med oppdragsavtalen gir tredjepart tilgang til rapporten, har ikke tredjepart andre eller større rettigheter enn det han kan utlede fra kunden. Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

## RAPPORT

OPPDRAG	<b>Gang- og sykkelveg Kambrua-Lia</b>	DOKUMENTKODE	418563-RIG-RAP-001
EMNE	Geoteknisk vurderingsrapport	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	<b>Trondheim kommune</b>	OPPDRAGSLEDER	Lars Petter Risholt
KONTAKTPERSON	Håkon Hofstad Hojem	UTARBEIDET AV	Anne Mestvedt Olaussen
KOORDINATER	SONE: 32 ØST: 572200 NORD: 7027000	ANSVARLIG ENHET	10234011 Geoteknikk Midt
GNR./BNR./SNR.	/ / / Trondheim		

## SAMMENDRAG

Multiconsult er engasjert til å gjøre geotekniske vurderinger i forbindelse med regulering av gang- og sykkelveg mellom Lia og Kambrua i Trondheim kommune. GS-vegen går på vestre side av Amunddalsvegen og Bratsbergvegen.

Grunnforholdene består i hovedsak av lagdelt leire, sand og silt over leire/silt til stor dybde. 6-12 m er det i enkelte områder påvist lag av kvikkleire. Mellom Tillerbrua og Eklestrøa ligger kvikkleirelaget med ca. 4-5 m overdekning.

Gang- og sykkelvegen går gjennom kvikkleiresonene 219 Eklesplassen og 220 Randli med middels faregrad og sone 218 Ekle med høy faregrad. Tiltaket er i hovedsak plassert i tiltakskategori K1 «ikke forverring», med unntak av de tre fyllingene i nordre del av området.

Fyllinger og skjæringer er vist med helning 1:2. Det er planlagt fyllinger med høyde inntil ca. 3,5 m og skjæringer inntil ca. 2 m. Skjæringer kommer ikke i konflikt med eksisterende bebyggelse eller infrastruktur. Mellom Eklestrøa og Eklesplassen er det aktuelt med seksjonsvis utgraving i anleggsfasen der etablering av traubunn medfører graving i bunnen av skråninger med kvikkleire.

Det er utført stabilitetsberegninger for fyllinger i Eklesplassen og Ekle kvikkleiresoner. Beregningene viser at to av fyllingene må utføres med lette masser og med stabiliserende motfylling for å oppnå krav til områdestabilitet. Det er satt av tilstrekkelig areal til stabiliserende tiltak i reguleringsplanen. Stabilitetsberegningene for fyllingene i Ekle kvikkleiresone skal kontrolleres av uavhengig foretak iht. NVEs retningslinjer 7/2014.

Det er utført befaring av Liabekken i juni 2018, og det vurderes at det ikke er behov for erosjonssikring av bekken i forbindelse med gs-vegen.

			AMO	arv	arv
00	17.06.2019	Geoteknisk vurderingsrapport for reguleringsplan	Anne M. Olaussen	Arne Vik	Arne Vik
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

**INNHOLDSFORTEGNELSE**

<b>1</b>	<b>Innledning .....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Grunnlag.....</b>	<b>7</b>
2.1	Grunnundersøkelser .....	7
2.2	Befaring.....	7
2.3	Grunnlagsdokumenter.....	8
<b>3</b>	<b>Topografi og grunnforhold .....</b>	<b>9</b>
3.1	Generelt .....	9
3.2	Kvartærgeologisk kart .....	10
3.3	Kvikkleiresoner.....	10
3.4	Grunnforhold .....	11
3.5	Grunnvann .....	11
<b>4</b>	<b>Sikkerhetsprinsipper .....</b>	<b>12</b>
4.1	Geotekniske problemstillinger .....	12
4.2	Klassifisering .....	12
<b>5</b>	<b>Materialparametere .....</b>	<b>13</b>
<b>6</b>	<b>Stabilitetsberegninger .....</b>	<b>13</b>
<b>7</b>	<b>Geotekniske vurderinger .....</b>	<b>14</b>
7.1	Generelt .....	14
7.2	Områdestabilitet .....	14
7.2.1	Generelt .....	14
7.2.2	Erosjon Liabekken .....	14
7.2.3	Planlagt gang- og sykkelveg .....	15
7.3	Gang- og sykkelveg .....	16
7.3.1	Profil 70-1280, Kambrua-Tillerbrua .....	16
7.3.2	Profil 1280-2270, Tillerbrua-Eklesbakken .....	16
7.3.3	Profil 2270-3180, Eklesbakken-Lia .....	16
7.4	Generelle retningslinjer for graving og fylling.....	18
<b>8</b>	<b>Kritiske momenter / videre arbeider .....</b>	<b>20</b>
<b>9</b>	<b>Referanseliste .....</b>	<b>21</b>



## TEGNINGER

418563-03-RIG-TEG	-000	Oversiktskart
	-001.1	Borplan, profil 0-600
	-001.2	Borplan, 600-1200
	-001.3	Borplan, 1200-1800
	-001.4	Borplan, 1800-2500
	-001.5	Borplan, 2500-3100
	-040.1	CPTU R.1733 BP.5, udrenert skjærfasthet, $s_{uA}$ , korrelert mot $B_q$
	-040.2	CPTU R.1733 BP.5, udrenert skjærfasthet, $s_{uA}$ , korrelert mot $S_t$ , OCR og $I_p$
	-041.1	CPTU R.1733 BP.9, udrenert skjærfasthet, $s_{uA}$ , korrelert mot $B_q$
	-041.2	CPTU R.1733 BP.9, udrenert skjærfasthet, $s_{uA}$ , korrelert mot $S_t$ , OCR og $I_p$
	-042.1	CPTU R.1733 BP.11, udrenert skjærfasthet, $s_{uA}$ , korrelert mot $B_q$
	-042.2	CPTU R.1733 BP.11, udrenert skjærfasthet, $s_{uA}$ , korrelert mot $S_t$ , OCR og $I_p$
	-800.1	Profil A-A, Stabilitetsberegning, eksisterende terreng, ADP-analyse
	-800.2	Profil A-A, Stabilitetsberegning, eksisterende terreng, $a\phi$ -analyse
	-800.3	Profil A-A, Stabilitetsberegning, planlagt terreng, ADP-analyse
	-800.4	Profil A-A, Stabilitetsberegning, stabiliserende tiltak, ADP-analyse
	-800.5	Profil A-A, Stabilitetsberegning, stabiliserende tiltak, $a\phi$ -analyse
	-801.1	Profil B-B, Stabilitetsberegning, planlagt terreng, ADP-analyse
	-801.2	Profil B-B, Stabilitetsberegning, planlagt terreng, $a\phi$ -analyse
	-802.1	Profil C-C, Stabilitetsberegning, eksisterende terreng, ADP-analyse
	-802.2	Profil C-C, Stabilitetsberegning, eksisterende terreng, $a\phi$ -analyse
	-802.3	Profil C-C, Stabilitetsberegning, planlagt terreng, ADP-analyse
	-802.4	Profil C-C, Stabilitetsberegning, planlagt terreng, $a\phi$ -analyse
	-802.5	Profil C-C, Stabilitetsberegning, stabiliserende tiltak, ADP-analyse
	-802.6	Profil C-C, Stabilitetsberegning, stabiliserende tiltak, $a\phi$ -analyse

## VEDLEGG

- A. Sikkerhetsprinsipper
- B. Materialparamentere
- C. Stabilitetsberegninger
- D. Befaring Liabekken



## 2 Grunnlag

### 2.1 Grunnundersøkelser

Tabell 2-1: Relevante tidligere grunnundersøkelsesrapporter.

Rapport nr.	Utførende / Oppdragsgiver	År	Rapportnavn	Rettighet	Ref.
O.1385	Kummeneje / Noteby	1972	Kvartærgeologi i området Stamsåsen - Øvre Leirfoss. Sammenstilling av utførte boringer.	Begrenset	1385-x
O.1525-2	Kummeneje / Trondheim Elektrisitetsverk	1973	Bratsberg kraftverk. Stabilitetsundersøkelse for veistrekningen Eklesbakken - Eklestrøa	Begrenset	15252-x
O.1525-3	Kummeneje / Trondheim Elektrisitetsverk	1974	Bratsberg kraftverk. Stabilitetsundersøkelse av vei ved Eklesbakken	Begrenset	15253-x
O.1910-2	Kummeneje / Trondheim Elektrisitetsverk	1974	Bratsberg kraftverk. Tipp 2 Ekle. Grunnundersøkelse og stabilitetsvurdering	Begrenset	19102-x
O.1672-3	Kummeneje / Trondheim kommune	1975	Hovedveg Leira off.skole - Tiller bru - Kambru. Oversikt over boringer og grunnforhold, Ekle - Kambru	Begrenset	16723-x
R.0427	Trondheim kommune	1976	Bratsbergvegen. Parsell Haugli-Eklesbakken	Offentlig	0427-x
32305.01	Geoteam / Torkel Haugen	1990	Boligområde Eklesbakken. Orienterende grunnundersøkelse. Geoteknisk vurdering	Begrenset	32305-x
6100116-01	Rambøll / Franzefoss Pukk AS	2011	GSV Bratsbergveien. Datarapport fra grunnundersøkelse	Offentlig	Ikke vist i borplan
R.1604	Trondheim kommune	2014	Amundsbekken - Tillerbrua. Rapport fra geoteknisk avdeling	Offentlig	T1-x
R.1605	Trondheim kommune	2014	Tillerbrua - Kvetabekken. Rapport fra geoteknisk avdeling	Offentlig	T2-x
R.1667	Trondheim kommune	2016	Rannlia TBK VA-ledninger	Offentlig	T4-x
R.1673	Trondheim kommune	2016	Kambrua. Avløpspumpestasjon	Offentlig	T5-x
R.1685	Trondheim kommune	2017	Tillerbrua-Kambrua. Trase langs veg	Offentlig	T3-x
R.1733	Trondheim kommune	2018	GS-veg Lia – Kambrua	Offentlig	T7-x
R.1769	Trondheim kommune	2019	Kambrua-Lia, GS-veg	Offentlig	T8-x

Undersøkelser merket med «begrenset» i Tabell 2-1 er kun tillatt brukt i dette prosjektet.

### 2.2 Befaring

Multiconsult utførte befaring langs Liabekken 25. juni 2018. Det ble registrert ingen eller lite erosjon i søndre del av området, unntatt enkelte lokale overflateglidninger. I nordre del av området foregår det aktiv erosjon i yttersvinger av bekken langs en ca. 250 m lang strekning. Bilder og observasjoner

er beskrevet i Vedlegg D – Befaring Liabekken. Behov for erosjonssikring i forbindelse med utbygging er vurdert i avsnitt 7.2.2 Erosjon Liabekken.

### 2.3 Grunnlagsdokumenter

I tillegg til geotekniske grunnundersøkelsesrapporter er tegninger/dokumenter vist i tabell 2-2 benyttet som grunnlag for våre vurderinger.

- T\_geom\_regplan.dwg, Multiconsult, gyldig per mai 2019.
- Plankart r20180023, kartblad 1-4, datert 06.05.2019.

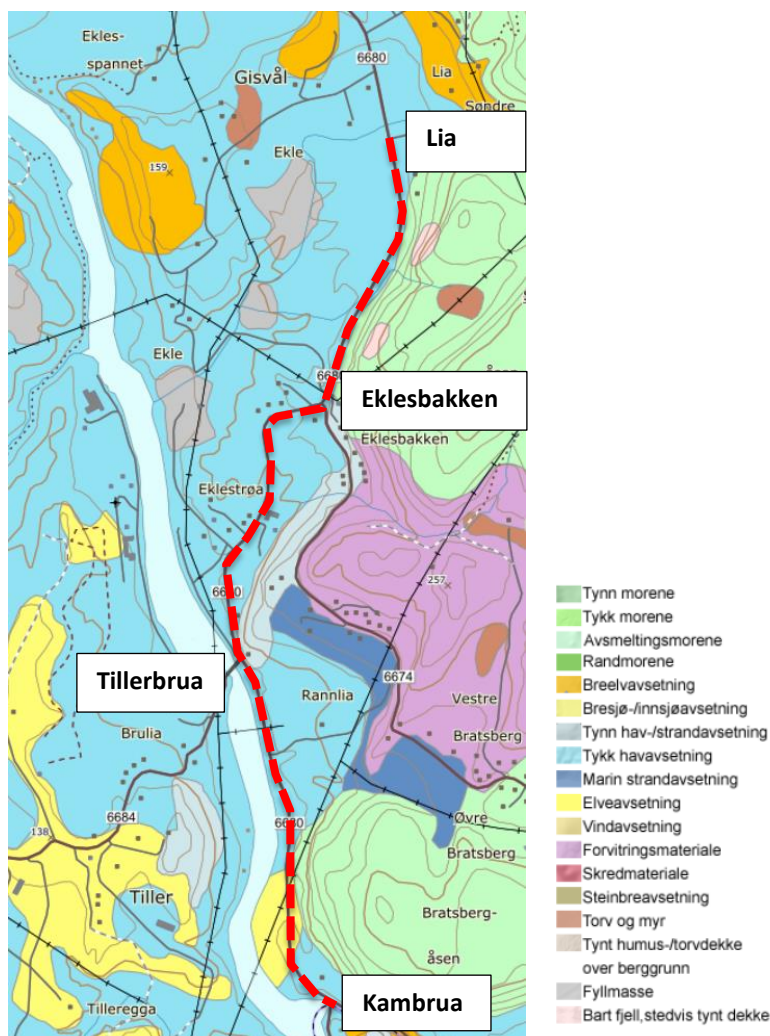
### 3 Topografi og grunnforhold

#### 3.1 Generelt

Planlagt gang- og sykkelveg starter ved enden av eksisterende gang- og sykkelveg ved Lia og følger Bratsbergvegen fra Lia til Eklesbakken. Videre går GS-vegen på vestsiden av Amunddalsvegen frem til Kambrua i sør.

Mellom Kambrua og Rannlia ligger Amunddalsvegen på en flat elveslette, ca. 60-120 m øst for Nidelva. Øst for vegen stiger terrenget bratt opp mot Bratsbergåsen. Mellom Rannlia og Tillerbrua ligger vegen nærmere Nidelva, inntil ca. 10 m øst for elvebredden. Øst for vegen består terrenget av ravinerte skråninger med dyrket mark og beite.

Mellom Tillerbrua og Eklestrøa er det en flat slette med dyrket mark på begge sider av fylkesvegen. Øst og nord for Amunddalsvegen stiger terrenget bratt oppover mot henholdsvis Bratsbergvegen og Eklehaugen. Mellom Eklesbakken og Lia er det bratte skogkledde skråninger og berg i dagen øst for vegen, og svakt hellende dyrket mark vestover mot Liabekken. Øvre del av Liabekken ligger i ravinert terreng, mens søndre del er terrenget slakere. Det er fylt opp flere tidligere ravedaler i området mellom Ekle og Eklestrøa, og Liabekken er lagt i rør under fylling i deler av strekninga.



Figur 3-1: Kvartærgeologisk kart [1].



### 3.2 Kvartærgeologisk kart

Kvartærgeologisk kart (Figur 3-1) viser at planlagt GS-veg ligger under marin grense i områder med marine avsetninger, dvs. leire/silt. Nord for Kambrua er det et mindre parti med elveavsetninger, dvs. sand/grus. Under elveavsetninger finnes det ofte marine avsetninger.

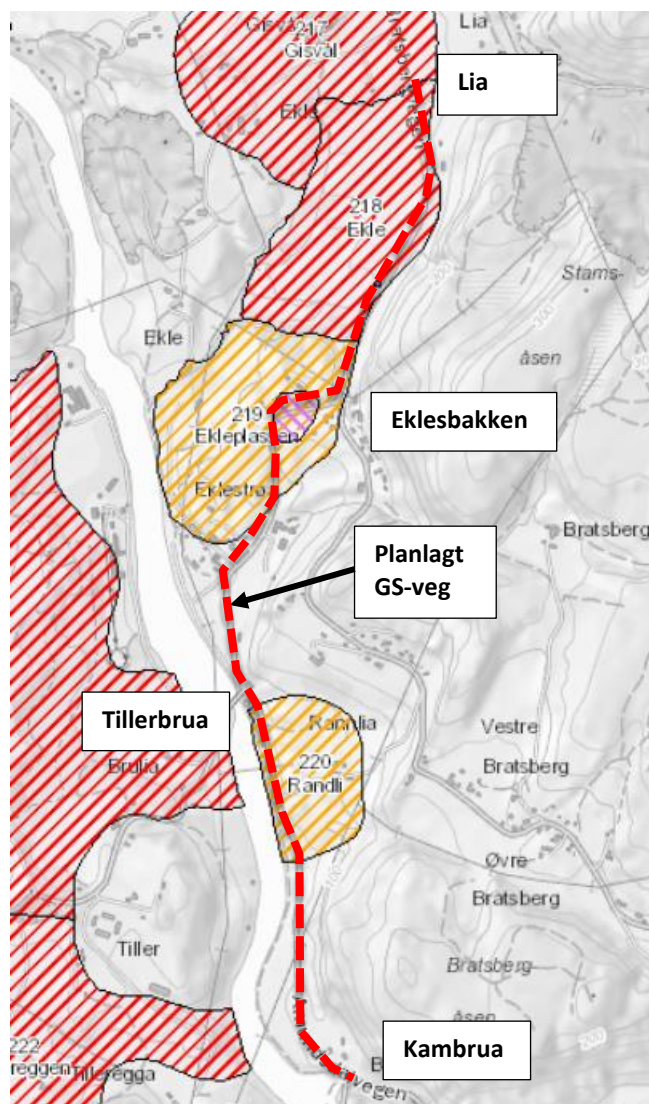
Det bemerkes at løsmassekart er basert på grunne prøver av løsmassene. Løsmassene i dybden kan dermed avvike fra kartet.

### 3.3 Kvikkleiresoner

Planlagt gang- og sykkelveg går gjennom tre kvikkleiresoner. Sonene 219 Eklesplassen og 220 Randli har middels faregrad, mens sone 218 Ekle har høy faregrad.

Tabell 3-1. Berørte NVE kvikkleiresoner.

Sonenr.	Kvikkleiresone	Faregrad	Konsekvens	Risikoklasse
218	Ekle	Høy	Alvorlig	4
219	Eklesplassen	Middels	Alvorlig	4
220	Randli	Middels	Alvorlig	3



Figur 3-2: Kvikkleiresoner langs planlagt gang- og sykkelveg [2].

### 3.4 Grunnforhold

Grunnforhold er beskrevet i detalj i datarapportene vist i Tabell 2-1. En kort oppsummering av grunnforhold er gitt under.

Løsmassemektighet langs planlagt trasé er minst 35 m, med unntak av området rundt Tillerbrua og øst for Bratsbergvegen hvor det er grunt til berg.

#### Kambrua-Tillerbrua

Mellom Kambrua og Tillerbrua består løsmassene i hovedsak sprengsteinfylling eller matjord over lagdelt sand, silt og leire.

Det er påvist eller antatt kvikkleire i deler av strekninga. Overdekning over kvikkleirelaget varierer mellom ca. 4-10 m. Sonderinger antyder mulige sensitive lag i skråningene øst for vegen mellom profil 400-800, mens mellom profil 800-1000 er det ikke påvist kvikkleire i skråningene øst for vegen.

#### Tillerbrua-Eklesbakken

Mellom profil 1800-2200 er det antatt kvikkleire i skråningene på begge sider av vegen. Under planlagt gang- og sykkelveg er tørrskorpeleire og middels fast leire over et kvikkleirelag fra ca. 6-7 m dybde.

#### Eklesbakken-Lia

Mellom profil 2200-3100 er det i hovedsak vegfylling eller tørrskorpeleire over middels fast til bløt leire, og kvikkleire fra ca. 9 m. I bunnen av ravinedalen hvor Eklesvegen går nedover mot Nidelva er det ikke påvist kvikkleire i de øvre 25 m.

I bunnen av bekkedalen langs Liabekken gir tidligere grunnundersøkelser ikke grunn til å anta at det er kvikkleire under nivå av bekken. I nordre del av Liabekken er det antatt kvikkleire i skråningene øst og vest for bekken.

### 3.5 Grunnvann

Trondheim kommune har utført poretrykksmålinger i juni 2018 langs Bratsbergvegen sør for Lia. Poretrykksmålerne er avlest hhv. 2 og 3 ganger i juni 2018, og antyder grunnvannsnivå 2,5 m og 4,5 m under terreng forutsatt hydrostatisk poretrykksfordeling med dybden.

For detaljerte resultater, se Trondheim kommunes rapport nr. 1733 [3].

## 4 Sikkerhetsprinsipper

### 4.1 Geotekniske problemstillinger

Geotekniske problemstillinger i forbindelse med tiltaket er hovedsakelig relatert til:

- Stabilitet av skjæringer og fyllinger
- Områdestabilitet for fyllinger langs Bratsbergvegen
- Etablering av fylling i bratt sideterreng

### 4.2 Klassifisering

I tabell 4-1 er foreløpig vurdering av geoteknisk kategori, pålitelighets- og konsekvensklasse, osv. for planlagt tiltak oppsummert. Nærmere begrunnelse for valg er gitt i vedlegg A – Sikkerhetsprinsipper.

Tabell 4-1. Oppsummering av valgte sikkerhetsprinsipper for tiltaket

Profiler (veglinje per mai 2019)	0-680 1160-1800	680-1160	1800-2300	2300-2450	2450-2600
Konsekvens- og pålitelighetsklasse	CC/RC 2				
Geoteknisk kategori	2				
Tiltaksklasse iht. PBL	2				
Prosjekteringskontrollklasse	PKK2				
Utførelseskontrollklasse	UKK2				
Påvist kvikkleire?	I enkelte punkter	Ja	Ja		Ja
Bruddmekanisme	Sprø	Sprø	Sprø		Sprø
NVE kvikkleiresone	Ingen	Rannli (middels faregrad)	Eklesplassen (middels faregrad)	Eklesplassen (middels faregrad)	Ekle (høy faregrad)
Tiltakskategori iht. NVE 7/2014	K1	K1	K1	K2	K2
Krav til beregnet sikkerhetsfaktor	-	-	-	Ikke forverring	Forbedring
Uavhengig kontroll iht. NVE 7/2014	Nei	Nei	Nei	Nei	Ja

Gang- og sykkelveger plasseres i utgangspunktet i tiltakskategori K1, forutsatt at tiltaket ikke påvirker områdestabiliteten negativt. Ved tvil om dette skal tiltaket flyttes til K2. For både tiltakskategori K1 og K2 er det krav om at erosjon som kan gi negativ påvirkning på stabiliteten i tiltaksområdet, skal stoppes ved erosjonssikring.

For tiltakskategori K2 i kvikkleiresone med høy fareklasse skal krav om områdestabilitet etter tiltak dokumenteres ved stabilitetsberegning, som skal kontrolleres av et uavhengig foretak. **Dette innebærer at stabilitetsanalyse for de to fyllingene i sone 218 Ekle skal kontrolleres av uavhengig foretak, mens det ikke er krav om dette for fyllingen i sone 219 Eklesplassen.**



## 5 Materialparametere

Grunnlag for materialparametere benyttet i stabilitetsberegninger er oppsummert i vedlegg B – Materialparametere.

## 6 Stabilitetsberegninger

Det er utført stabilitetsberegninger i tre profiler. Beregningsprofilene er valgt på grunnlag av topografi, grunnforhold og omfang av terrenginngrep, og er vurdert som de mest kritiske profilene for områdestabilitet langs den planlagte gang- og sykkelvegen. Plassering av profilene er vist i borplaner, tegning nr. -001.1 t.o.m. -001.5.

- PR. 1360, Profil A-A
- PR. 2540, Profil B-B
- PR. 2930, Profil C-C

Det er utført stabilitetsberegninger for eksisterende terreng og for planlagt veg med tilhørende fyllinger. Stabilitetsberegningene er utført på totalspenningsbasis (ADP-analyse) og effektivspenningsbasis ( $\alpha\phi$ -analyse).

Beskrivelse av stabilitetsberegningene og tilhørende resultater er vist i vedlegg C. Utskrift av stabilitetsberegningene er vist på tegning nr. -800.1 t.o.m. -802.6.

## 7 Geotekniske vurderinger

### 7.1 Generelt

Det er planlagt en ca. 3 km lang gang- og sykkelveg med bredde av kjørefelt på 3,5 m. Veglinja planlegges i hovedsak etablert på fylling eller i nivå med eksisterende terreng, med enkelte partier med løsmasseskjæringer. Både skjæringer og fyllinger planlegges etablert med helning 1:2.

### 7.2 Områdestabilitet

#### 7.2.1 Generelt

Områdestabiliteten langs nordre del av gang- og sykkelvegen i kvikkleiresonene Ekle og Eklesplassen er betydelig forbedret i forhold til opprinnelig situasjon pga. gjenfylling av bekkedal i forbindelse med massedeponi og betydelig terrengheving ved bygging av veg i ravinedal.

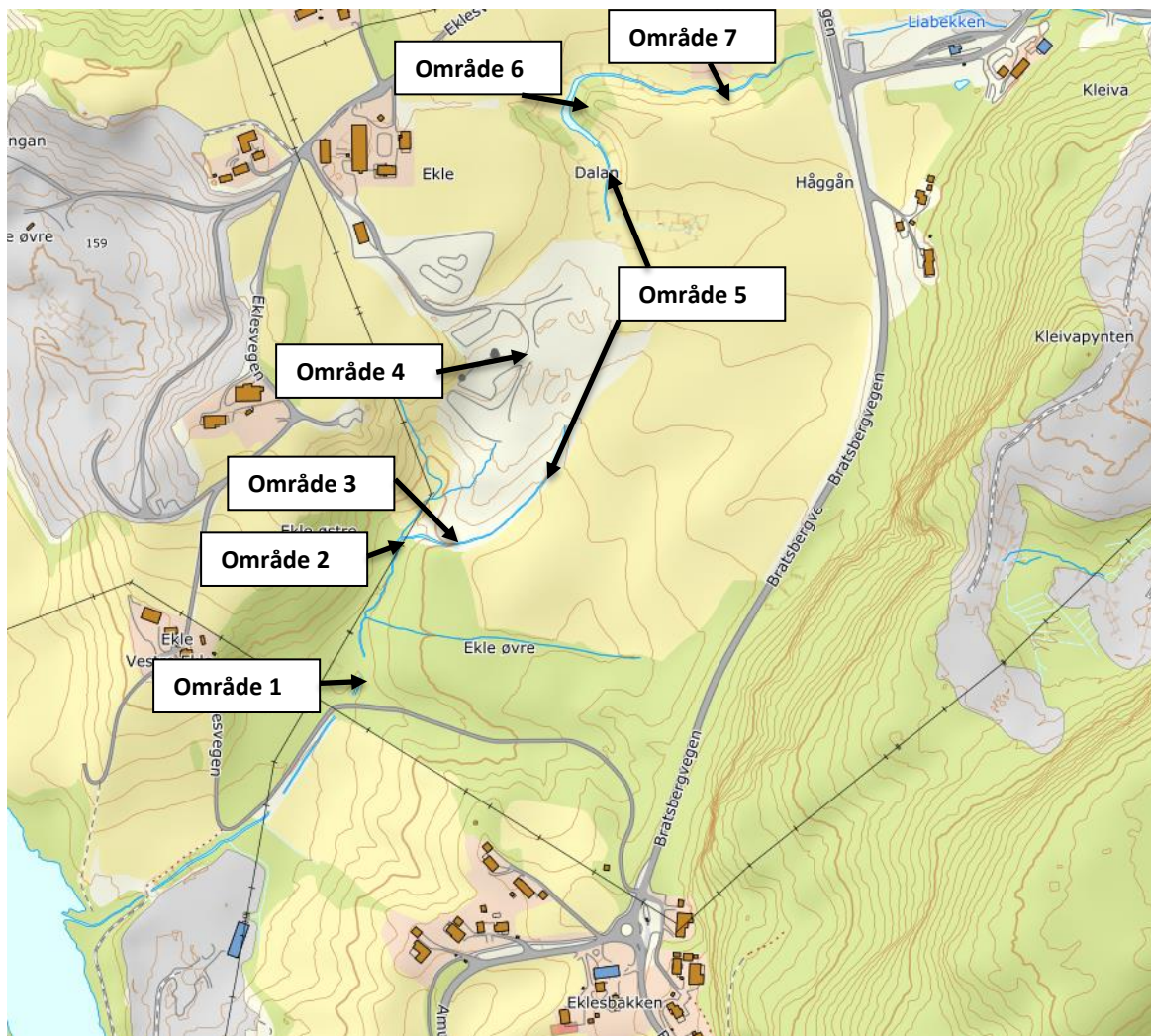
Langs østre bredde av Nidelva ble det på 80-tallet fylt ut steinmasser fra etablering av Bratsberg kraftverk. Fyllingshøyden varierer mellom ca. 0,5 til 3 m i forhold til eksisterende terreng. Steinfyllingen virker stabiliserende for Rannlia kvikkleiresone, og bedrer erosjonsforhold langs elva.

#### 7.2.2 Erosjon Liabekken

Eventuelle initialskred/utglidninger i søndre del av Liabekken vil ikke påvirke den planlagte gang- og sykkelvegen. Utbredelse av kvikkleireskred i jevnt hellende terreng avgrenses erfaringsmessig til 15 ganger skråningshøyde. Skredutbredelse vil for områdene hvor det pågår erosjon avgrenses enten pga. avstand mellom bekk og gs-veg, dybde og forløp av kvikkleirelaget, eller på grunn av terreng

- Område 1: Lave sidekanter, flatt sideterreng, ingen/begrenset erosjon.
- Område 2: Høye kanter og noe/aktiv erosjon. Avgrenses pga. flat og bred bekkedunn, relativt faste grunnforhold i bekkedunn og at den høye terrengryggen er smal.
- Område 3: Stedvis høye skråninger og tegn på nylig utglidning. Avgrenses pga. topografi på jordet mellom bekk og gs-veg.
- Område 4: Det er etablert et massedeponi i perioden 1990-2010, tidligere ravinedaler er fylt igjen og bekken er lagt i rør under fyllinga.
- Område 5: Slake sidekanter med godt vegetasjonsdekke og lite erosjon. Avgrenses pga. avstand og terrenghelning.
- Område 6: Høye kanter og noe/aktiv erosjon. Avgrenses pga. avstand og topografi. Avgrenses pga. flat og bred bekkedunn, relativt faste grunnforhold i bekkedunn og at den høye terrengryggen er smal.
- Område 7: Begrenset skråningshøyde. Prøvetaking ved Bratsbergvegen i forbindelse med Rambøll rapport 6100116-01 [4].

Det vurderes derfor at det ikke er nødvendig med erosjonssikring langs Liabekken i forbindelse med planlagt tiltak.



### 7.2.3 Planlagt gang- og sykkelveg

Det er utført beregninger av to fyllinger i kvikkleiresone Ekle, som viser at den tilfredsstillende områdestabiliteten opprettholdes etter at GS-vegen etableres. Dette forutsetter at fyllingen i området ved profil 2900 etableres med lette masser og at det etableres stabiliserende motfyllinger.

I sonene Rannlia og Eklesplassen medfører tiltaket ingen forverring av stabilitet, forutsatt at normale forsiktighetsregler for arbeid i kvikkleiresoner overholdes i anleggsfasen. Uttrauing i anleggsfasen kommer ikke ned i bløte/sensitive masser.

Det kan bli nødvendig å utføre en kortere strekning i sone Ekle seksjonsvis for å unngå forverring i anleggsfasen der etablering av traubunn medfører noe skjæring i bunnen av en ca. 13 m høy skråning.

Overslagsberegning av stabilitet i profil 830 der planlagt fylling ligger nærme elveskråninga viser at lokalstabilitet av fyllinga er tilstrekkelig. Tiltaket vil dermed ikke utløse initialskred som kan utløse et større skred i Rannlia kvikkleiresone. Fyllinga virker stabiliserende på områdestabiliteten i Rannlia kvikkleiresone.

Trondheim kommunes grunnundersøkelser viser antatt eller påvist kvikkleire i enkelte borpunkter utenfor kartlagte NVE soner. Etablering av GS-veg medfører ikke forverring i disse områdene, grunnet begrensede fyllinger/skjæringer og/eller flatt terreng.

### 7.3 Gang- og sykkelveg

Trådmodell og profilnummer for planlagt gs-veg er vist i borplaner, tegning nr. -001.1 t.o.m. -001.5.

#### 7.3.1 Profil 70-1280, Kambrua-Tillerbrua

Profil 0-70 av gang- og sykkelvegen inngår i prosjektet Kambrua avløpsspumpestasjon og er vurdert i forbindelse med prosjektering av avløpsspumpestasjonen.

Mellom profil 70-800 ligger vegen i nivå med opprinnelig terreng eller på inntil ca. 2,5 m fylling. Avstand til elvebredden vest for vegen er minst 15 m, og terrenget ved fyllingsfot er tilnærmet flatt. Fyllinga virker stabiliserende på skråningen øst for vegen.

Mellom profil 800-910 er fyllingshøyde inntil ca. 2,5 m, og fyllingsfot ligger i ca. 5-10 m avstand fra elvebredden. Overslagsberegning av stabilitet mot Nidelva i profil 830 viser at stabiliteten for planlagt fylling er tilstrekkelig uten behov for stabiliserende tiltak.

Mellom profil 860-1280 ligger vegen omtrent i nivå med opprinnelig terreng, eller med inntil 0,8 m fyllingshøyde i forhold til opprinnelig terreng.

#### 7.3.2 Profil 1280-2270, Tillerbrua-Eklesbakken

Mellom profil 1280- 1520 er fyllingshøyde inntil ca. 3,2 m. Sideterrenget er slakt, og det forventes dermed ikke stabilitetsmessige problemer med å etablere vegen som planlagt. Dybde til antatt kvikkleire er minst 5 m, og det er lagdelt sand og fast leire i de øvre 5 m.

Mellom profil 1520-1920 ligger vegen omtrent i nivå med eksisterende terreng, og sideterrenget er flatt. Mellom profil 1850-1920 medfører etablering av traubunn ca. 1 m skjæring i foten av en 15 m høy skråning i anleggsfasen. Lag av kvikkleire i skråninga kan ikke utelukkes på grunnlag av tidligere grunnundersøkelser. Ved behov kan arbeidene utføres seksjonsvis for å unngå forverring av skråningsstabiliteten.

Mellom profil 1920-2080 er fyllingshøyde inntil ca. 1,5 m over opprinnelig terreng. Fyllinga påvirker ikke områdestabiliteten negativt.

Mellom profil 2130-2270 ligger vegen med løsmasseskjæring mot bebyggelsen ved Eklesplassen, inntil ca. 2 m skjæringshøyde. Skjæringene kommer ikke i konflikt med bygninger/infrastruktur.

#### 7.3.3 Profil 2270-3180, Eklesbakken-Lia

Mellom profil 2270-2340, profil 2750-2820 og 2990-3180 ligger vegen omtrent i nivå med eksisterende terreng. Det forventes ikke stabilitetsmessige problemer med å etablere vegen som planlagt i disse strekningene.

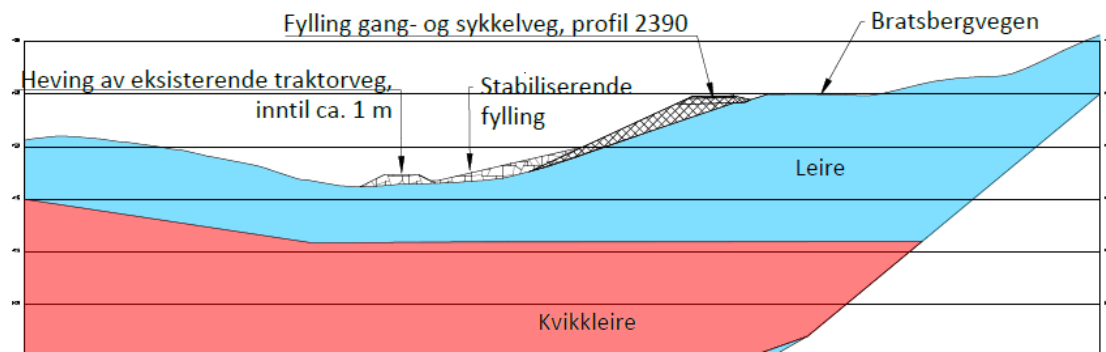
Det er planlagt tre fyllinger, ved hhv. profil 2340-2590, 2490-2590 og 2820-2990. Det er utført stabilitetsberegninger for å dokumentere områdestabilitet for disse fyllingene.

#### Fylling Eklesplassen kvikkleiresone, profil 2340-2590

Mellom profil 2340-2590 ligger vegen på fylling i bratt sideterreng. Fyllingshøyde er inntil ca. 1,7 m, og høydeforskjell mellom fyllingsfot og fyllingstopp er inntil ca. 6,5 m. Krav til stabilitet for tiltakskategori K2 i kvikkleiresone med middels faregrad er  $\gamma_M \geq 1,4$  eller «ikke forverring».

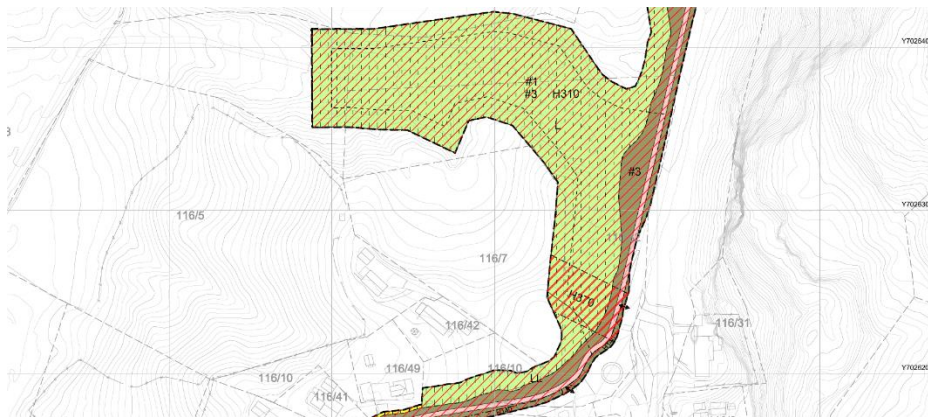
Stabilitetsberegninger viser at det er behov for å etablere motfylling, heve traktorvegen i bunnen av skråninga med ca. 0,5 m, og etablere vegfyllinga med lette masser. Ved disse tiltakene oppnås «ikke forverring». Prinsipp for utførelse av fyllinga er vist i Figur 7-1.

Lokal stabilitet for vegfyllinga er tilstrekkelig.



Figur 7-1: Prinsipsnitt for lette masser, motfylling og heving av eksisterende traktorveg, profil 2390.

Det er satt av tilstrekkelig areal til motfylling og heving av traktorveg i planforslaget, se Figur 7-2.



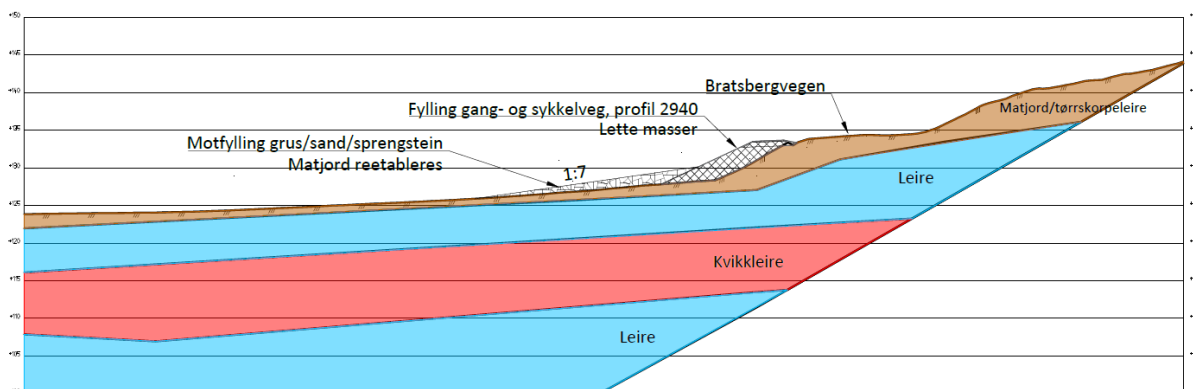
Figur 7-2: Areal til geotekniske sikringstiltak, profil 2340-2590. Utsnitt fra plankart r20180023, kartblad 3, datert 06.05.2019.

#### **Fylling Ekle kvikkleiresone, profil 2490-2590**

Mellom profil 2490-2590 ligger vegen på fylling med slakt hellende sideterreng. Fyllingshøyde er ca. 1,5 m. Stabilitetsberegninger viser at stabiliteten for planlagt tiltak oppfyller krav til sikkerhet  $\gamma_M \geq 1,4$  uten behov for lette masser eller motfylling.

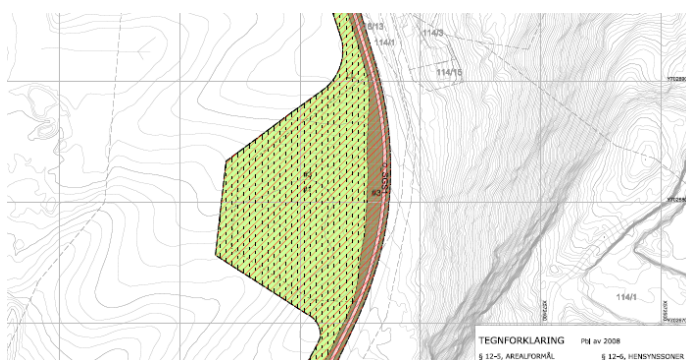
#### **Fylling Ekle kvikkleiresone, profil 2820-2990**

Mellom profil 2820- 2990 ligger vegen på fylling med slakt hellende sideterreng. Fyllingshøyde er ca. 2,9 m, og høydeforskjell mellom fyllingsfot og fyllingstopp er inntil ca. 5,6 m. Stabilitetsberegninger viser at det er behov for stabiliserende tiltak for å oppnå tilstrekkelig stabilitet. Tilstrekkelig forbedring oppnås ved bruk av lette masser i vegfyllinga, samt en motfylling ved fyllingsfot, se prinsipsnitt i Figur 7-3. Motfylling etableres med helning 1:7 og matjord reetableres.



Figur 7-3: Prinsipsnitt for lette masser og motfylling, profil 2940.

Det er satt av tilstrekkelig areal til motfylling i planforslaget, se Figur 7-4.



Figur 7-4: Areal til geotekniske sikringstiltak, profil 28020-2990. Utsnitt fra plankart r20180023, kartblad 4, datert 06.05.2019.

#### 7.4 Generelle retningslinjer for graving og fylling

Matjord, vegetasjon og humusholdige masser under vegfyllingene tilrås fjernet. Telelag bør fjernes, eller frostsikringslag i vegoverbygningen dimensjoneres for telefarlige masser. Videre tilrås det lagt separasjonsduk mellom naturlig grunn av finkornige masser (kohesjonsmasser) og sprengstein. Alle fyllinger må bygges opp lagvis og komprimeres.

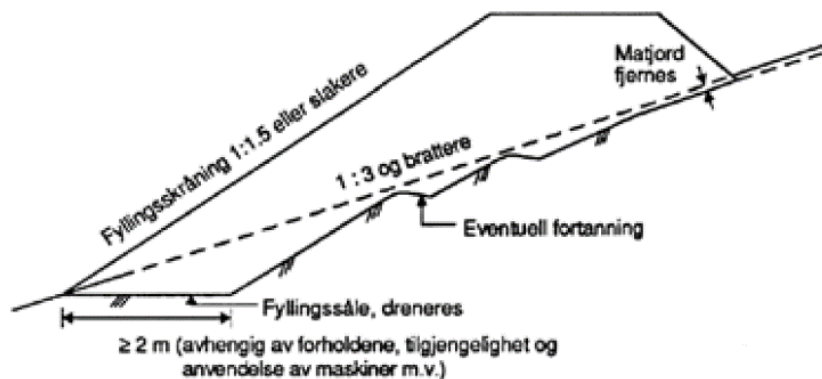
Vegfyllingene vil medføre en tilleggslast i underliggende løsmasser. Løsmassene består i hovedsak av siltige/leirige masser av stor mektighet, og det må dermed påregnes noe setninger. I tillegg må det i godt komprimerte sprengsteinsfyllinger påregnes egensetninger i fyllingene i størrelsesorden 1-2 % av fyllingshøyden. Fyllingshøyden er i hovedsak begrenset til 3 m.

Vegfyllingene under vegkroppen tilrås bygd opp med sprengstein. Dette pga. at det erfaringsmessig oppstår store og ujevne setninger i mektige fyllinger av leire og silt.

Når terrenget skråner 1:3 eller brattere i vegens tverretning ved fyllingens fot, må det tas ut en såle i foten av fyllinga i henhold til Figur 2-0-2 i Veiledning V221. Fyllingsfot må dreneres. Manglende fyllingsåle vil medføre dårlig kontakt med underliggende masser og gi dårlig støtte for komprimering



ved oppbygging av fylling. Prinsipp for masseutskifting under fyllingsfot er vist i Figur 7-5.



Figur 7-5: Prinsipp for masseutskifting under fyllingsfot i sidebratt terreng (kilde: Statens vegvesen håndbok V221)

Dersom det påtreffes spesielt bløt grunn må det påregnes seksjonsvis utgraving og tilbakefylling for etablering av traue i skjæring, eventuelt stabilisering av traubunn med innvisping av kalk.

I områder med kvikkleire/sprøbruddmateriale tillates generelt ikke mellomlagring av masser uten at dette på forhånd er avtalt med geotekniker. Plassering av utgravde masser avtales i forbindelse med detaljprosjektering.

## 8 Kritiske momenter / videre arbeider

De største geotekniske risikomomentene knyttet til utførelsen av arbeidene er:

- Unøyaktig grave- og fyllingsarbeid
- Utilsiktet mellomlagring av masser
- Lokale variasjoner i grunnforhold og grunnvannstand

Grave- og terrengarbeider i områder med kvikkleire/sprøbruddmateriale må utføres på en slik måte at stabilitetsforholdene i anleggsperioden og i permanent situasjon ikke forverres. Selv mindre utglidninger og initialras et eller annet sted i avsetninga kan utløse et større skred. Det er viktig at disse risikomomentene får høy fokus i byggeplanlegging og under anleggsarbeidene.

Dersom det i senere planfase gjøres endringer av veggeometri, og dermed endring av vegfyllinger og -skjæringer, må dette vurderes av geotekniker.

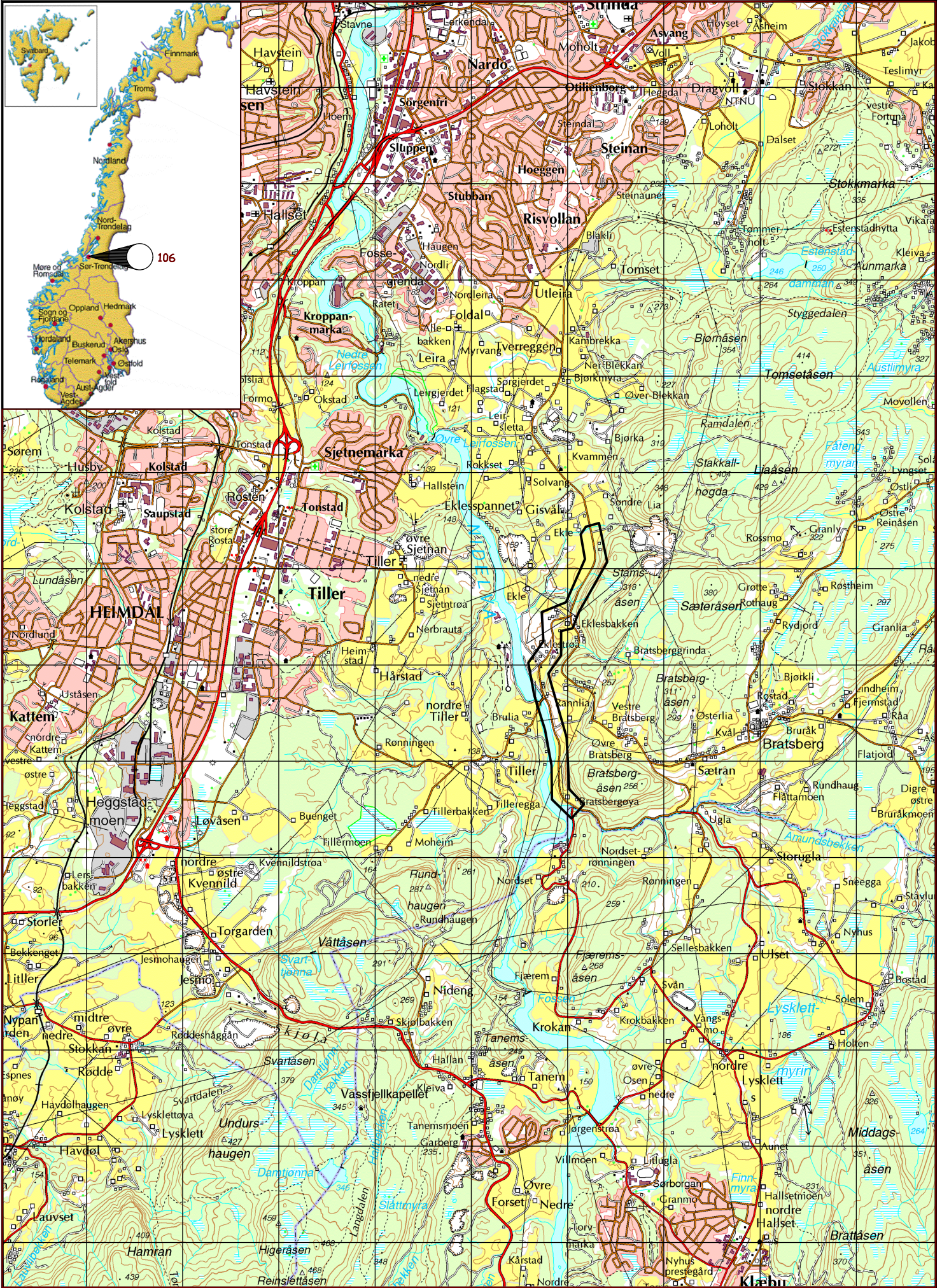
Det må utføres tredjepartskontroll av geoteknisk fagkyndig for stabilitetsberegninger av fyllinger i Ekle og Eklesplassen kvikkleiresone.



## 9 Referanseliste

- [1] Norges geologiske undersøkelse (NGU), «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase - kvartærgeologiske kart», <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>.
- [2] Norges Vassdrags- og energidirektorat (NVE), «NVE Atlas», [atlas.nve.no](http://atlas.nve.no).
- [3] Trondheim kommune, «R.1733 Kambrua-Lia. GS-veg», R.1733, jun. 2018.
- [4] Rambøll, «GSV Bratsbergveien. Grunnundersøkelser. Datarapport», 6100116–1, 2011.





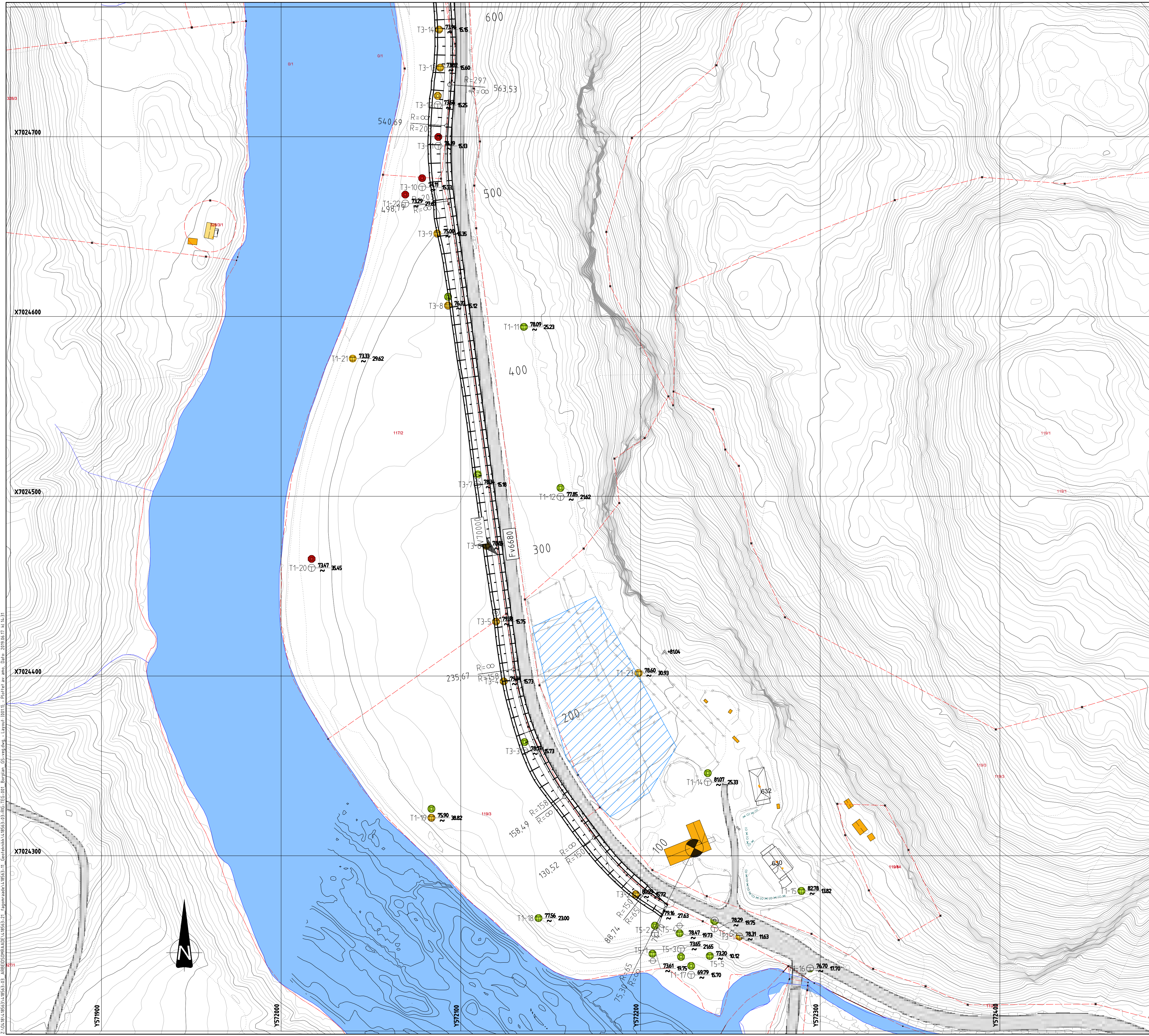
Z:\04\18\48\48\3\03 ARBEIDSSOMRÅDER\18\_4\3\_RIG-TEG-000\dwg\18\_06\_2019\_11\11\_21\_2mo\_Dato: 2019.06.17 kl. 10:17

**Multiconsult**  
www.multiconsult.no

Oversiktskart  
Trondheim kommune  
GS-veg Kambrua-Lia

Status	Geoteknikk	Original format	Dato
AMO	ARV	A4	02.06.2019
Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Godkjent	Målestokk
418563-03	RIG-TEG-000	ARV	1:50000
		Rev.	00





**FORKLARING:**

**TEGNFORKLARING:**

- DRIESONDERING
- ⊙ PRØVESERIE
- ⊕ PORETRYKKMÅLING
- ENKEL SONDERING
- PRØVEGROP
- ⊗ KJERNEBORING
- ▼ RAMSONDERING
- ⊕ DREIETRYKSONDERING
- ⊗ FJELLKONTROLLBORING
- ▽ TRYKKSONDERING
- ⊗ SKRULPLATEFORSØK
- ⊗ BERG I DAGEN
- ⊕ TOTALSONDERING
- + VINGEBORING

KARTGRUNNLAG: Digitalt kart fra xx  
 KOORDINATSYSTEM: UTM Sone 32V  
 HØYDEREFERANSE: NN 2000  
 UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMENT: GPS GLONAS CPDS  
 BORRØK NR: XXX  
 LABBOK NR: XXX

EKSEMPEL: TERRENGKOTE/SJØBNØKOTE  
 BP 1 ⊕ 430 282 14.8 +2.4 — BØRET DYBDE + BØRET I BERG  
 ANTATT BERGKOTE

**KLASSIFISERING AV BORPUNKT:**

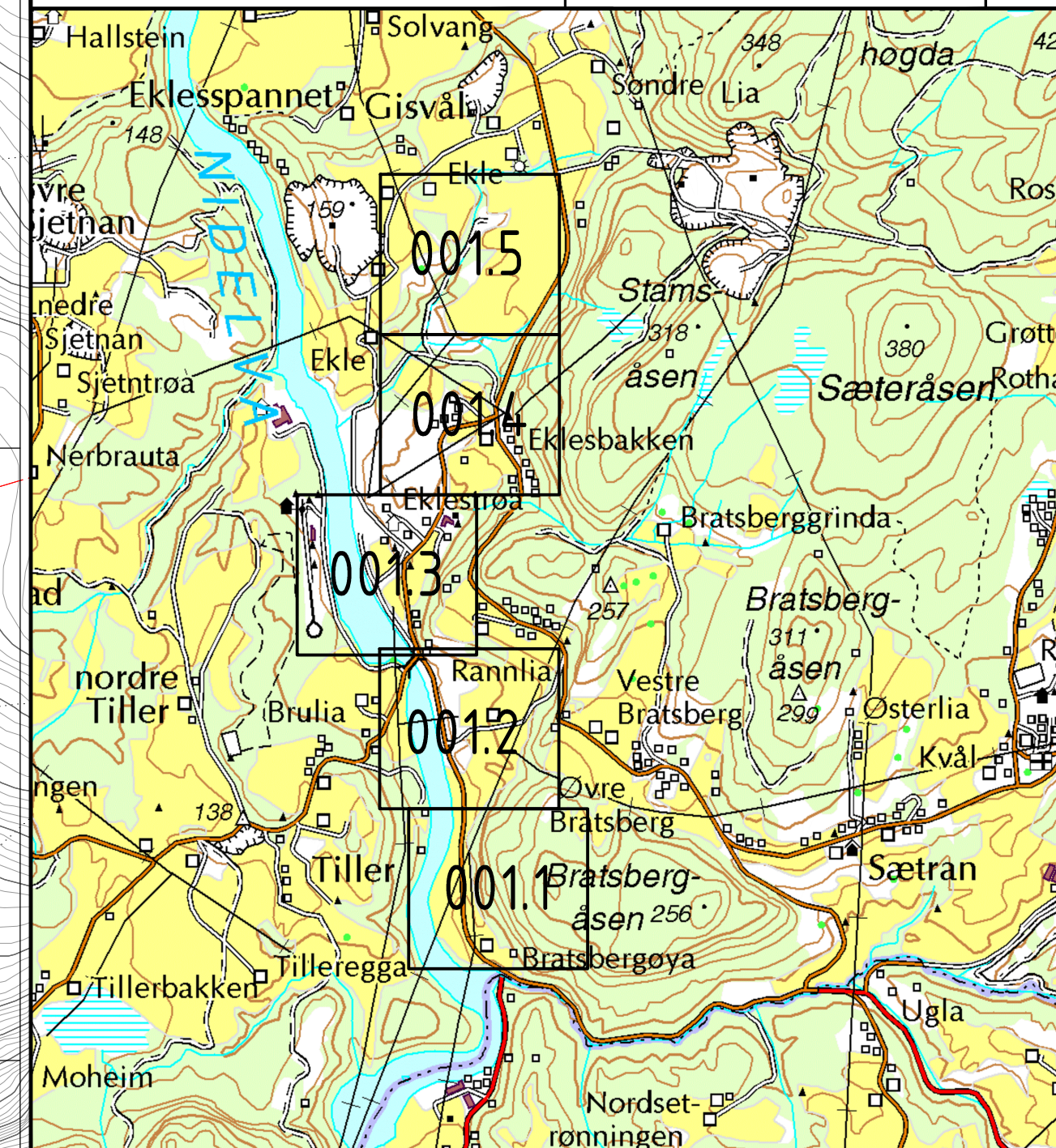
- PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- MULIG KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- IKKE PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE

▨ NVE kvikkleiresone, middels faregrad  
 ▨ NVE kvikkleiresone, høy faregrad

**HENVISNINGER:**

Rapport nr.	Utførende / Oppdragsgiver	År	Rapporttittel	Retthet	Ref.
R.1685	Trondheim kommune	2017	Tillerbrua - Kambua, Trase langs veg	Offentlig	T3-x
R.1604	Trondheim kommune	2014	Amundsbekken - Tillerbrua, Rapport fra geoteknikk avdeling	Offentlig	T1-x
R.1605	Trondheim kommune	2014	Tillerbrua - Kvetsbekken, Rapport fra geoteknikk avdeling	Offentlig	T2-x
R.1667	Trondheim kommune	2016	Banlig TBK VA-ledninger	Offentlig	T4-x
O.1385	Kommune / Noteby	1972	Kvartærgeologi i området Skosåsen - Øvre Leirfoss. Sammenstilling av utførte boringer.	Begrenset	R1-x
32305.01	Geoteam / Torleif Haugen	1990	Boligområde Eklesbakken. Orienterende grunnundersøkelse. Geoteknikk vurdering	Begrenset	M1-x
O.1525-2	Kommune / Trondheim Elektrisitetsverk	1975	Bratsberg kraftverk. Stabilitetsundersøkelse for vestrekinningen Eklesbakken - Eklestroa	Begrenset	15252-x
O.1525-3	Kommune / Trondheim Elektrisitetsverk	1974	Bratsberg kraftverk. Stabilitetsundersøkelse av vei ved Eklesbakken	Begrenset	15253-x
O.1672-3	Kommune / Trondheim kommune	1975	Hovedveg Leira og Sjøle - Tiller bru - Kambua. Oversikt over boringer og grunnforhold, Ekles - Kambua	Begrenset	R4-x
R.0427	Trondheim kommune	1976	Bratsbergvegen, Parsell Hauglin - Eklesbakken	Offentlig	0427-x
6100116-1	Rambøll / Franzfoss Pukk AS	2011	GSV Bratsbergvegen. Grunnundersøkelser, Daterapport	Offentlig	
R.1673	Trondheim kommune	2016	Kambua. Avløpspumpestasjon	Offentlig	T5-x
R.1753	Trondheim kommune	2018	GS-veg Lia - Kambua	Offentlig	T7-x

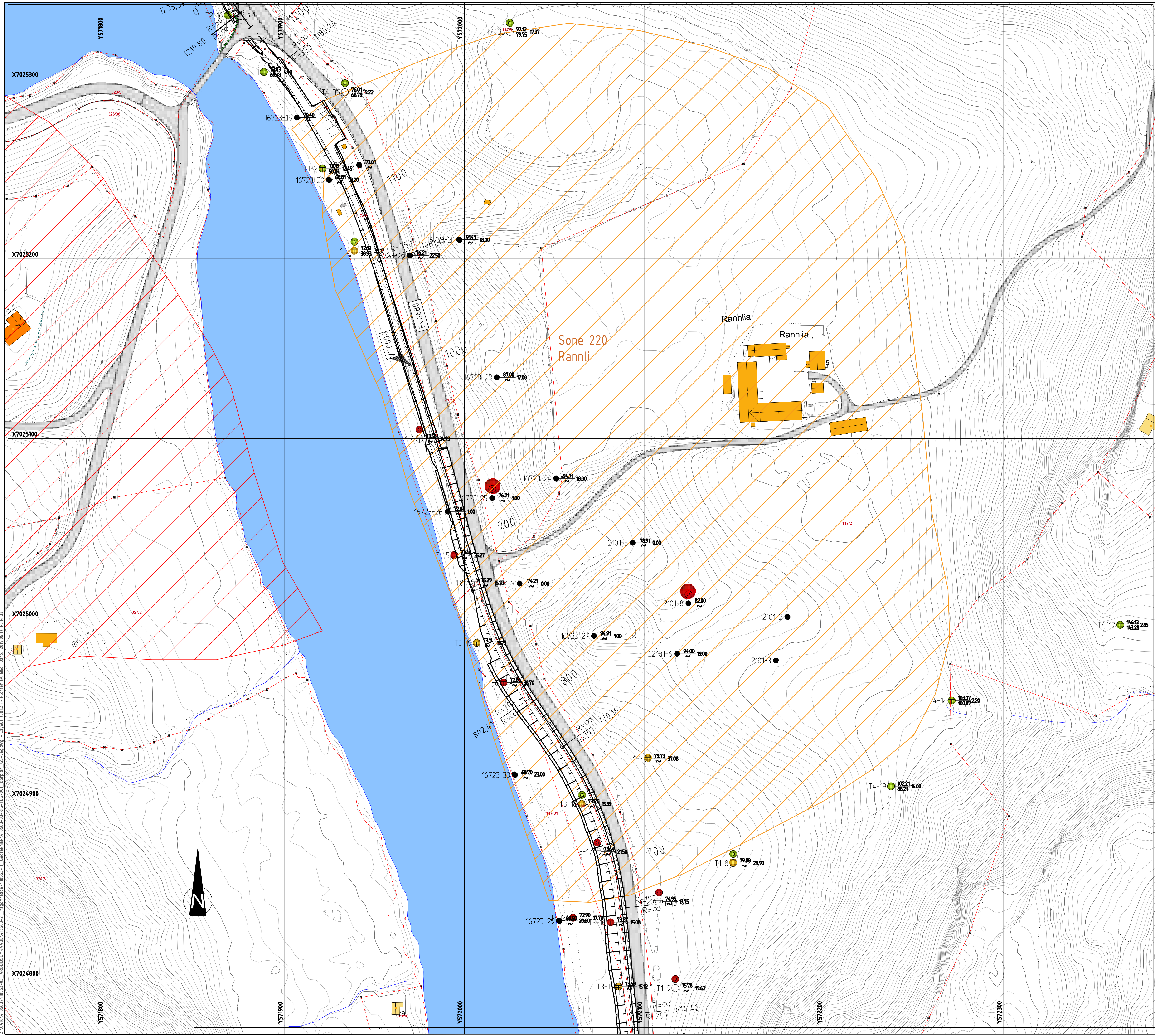
**BORPLAN** Tegningsnr. RIG-TEG-001.1 Rev. 00



Trondheim kommune		Geoteknikk		A1	
Gang- og sykkelveg Kambua-Lia		Dato		03.06.2019	
Borplan		Format/Blåstokk		1:1000	
Med klassifisering av borpunkter		Status		ARV	
Profil 0-600		Utstedt		ARV	
Multiconsult		Oppdragsnr.		418563-03	
www.multiconsult.no		Tegningsnr.		RIG-TEG-001.1	
		Kontrollert		ARV	
		Godkjent		ARV	

Z:\0418418563-03\_ARBEIDSMATERIALER\418563-03\_RIG-TEG-001\_Borplan\_GS-veg.dwg, 17.06.2019 14:12:25





**FORKLARING:**

**TEGNFORKLARING:**

- DRIESONDERING
- ⊙ PRØVESERIE
- ⊖ PORETRYKTMÅLING
- ENKEL SONDERING
- PRØVEGROP
- ⊗ KJERNEBORING
- ▼ RAMSONDERING
- ⊕ DREITRYKSONDERING
- ⊗ FJELLKONTROLLBORING
- ▽ TRYKKSONDERING
- ⊗ SKRUPLATEFORSØK
- ⊗ BERG I DAGEN
- ⊕ TOTALSONDERING
- + VINGEBORING

KARTGRUNNLAG:  
 KØRINGSYSTEM: UTM Zone 32N  
 HØYDEREFERANSE: NN 2000  
 UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMENT: GPS GLONASS CPDS  
 BØRSEL NR: XXX  
 LAB.BOK NR: XXX

Digitalt kart fra xx  
 UTM Zone 32N  
 NN 2000  
 GPS GLONASS CPDS  
 XXX  
 XXX

EKSEMPEL: TERRENGKOTE/SJUBUNNKOTE  
 BP 10 430 282 14.8 +2.4 — BØRET DYBDE + BØRET I BERG  
 ANTATT BERGKOTE

**KLASSIFISERING AV BØRPUNKT:**

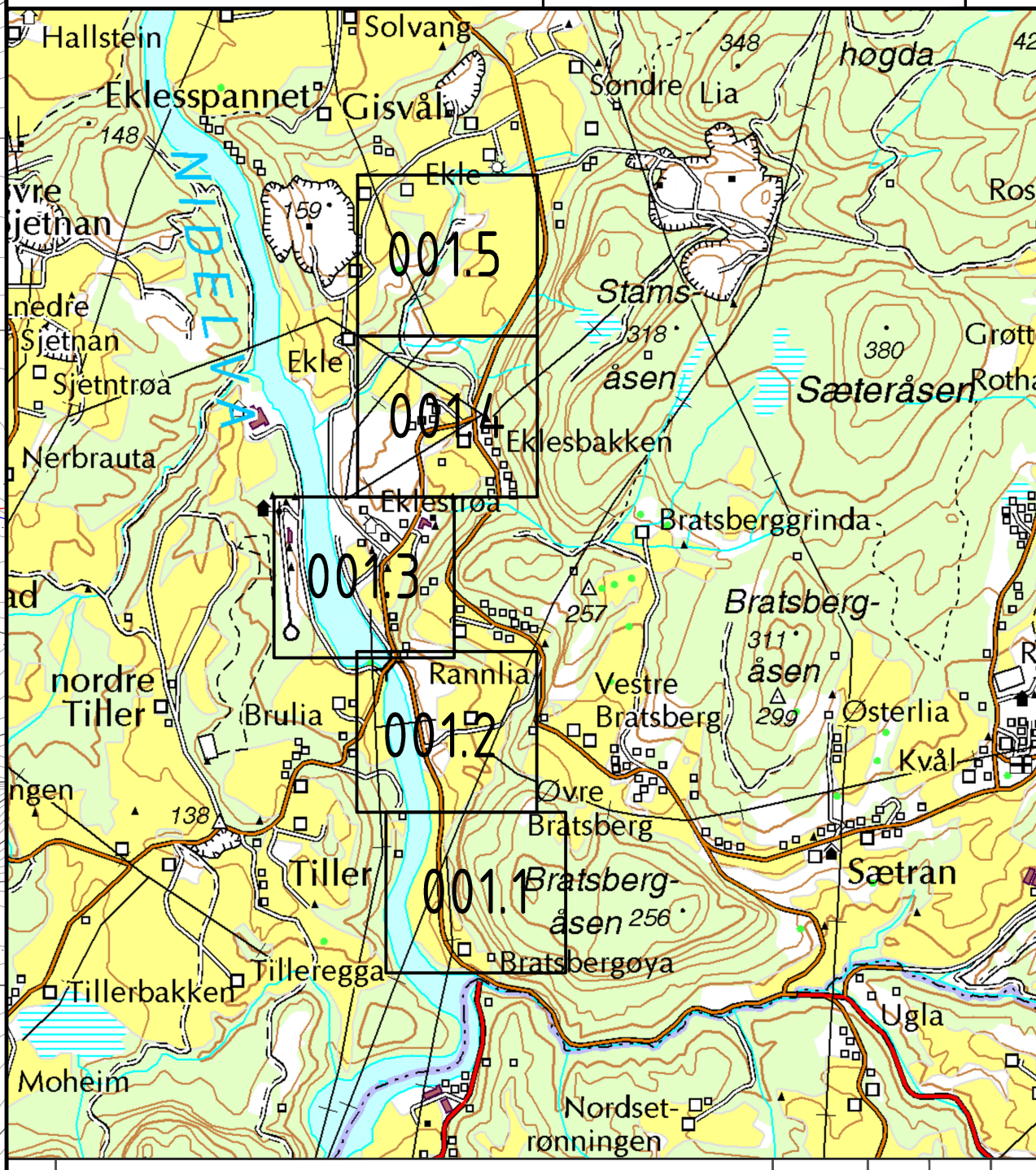
- PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- MULIG KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- IKKE PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE

NVE kvikkleiresone, middels faregrad  
 NVE kvikkleiresone, høy faregrad

**HENVISNINGER:**

Rapport nr.	Utførende / Oppdragsgiver	År	Rapporttittel	Retthet	Ref.
R.1685	Trondheim kommune	2017	Tillerbru - Kambua, Trase langs veg	Offentlig	T3-x
R.1604	Trondheim kommune	2014	Amundsbekken - Tillerbru, Rapport fra geoteknikk avdeling	Offentlig	T1-x
R.1605	Trondheim kommune	2014	Tillerbru - Kvetsbekken, Rapport fra geoteknikk avdeling	Offentlig	T2-x
R.1667	Trondheim kommune	2016	Banlig TBK VA-ledninger	Offentlig	T4-x
O.1385	Kommune / Noteby	1972	Kvartærgeologi i området Stamsåsen - Øvre Leirfoss. Sammenstilling av utførte boringer.	Begrenset	R1-x
32305.01	Geoteam / Torleif Haugen	1990	Boligområde Eklesbakken. Orienterende grunnundersøkelse. Geoteknikk vurdering	Begrenset	M1-x
O.1525-2	Kommune / Trondheim Elektrisitetsverk	1975	Bratsberg kraftverk. Stabilitetsundersøkelse for vestrekinning Eklesbakken - Eklestroa	Begrenset	15252-x
O.1525-3	Kommune / Trondheim Elektrisitetsverk	1974	Bratsberg kraftverk. Stabilitetsundersøkelse av vei ved Eklesbakken	Begrenset	15253-x
O.1672-3	Kommune / Trondheim kommune	1975	Hovedveg Leira og Sjøelva. Tiller bru - Kambua. Oversikt over boringer og grunnforhold, Eklesbakken	Begrenset	R4-x
R.0427	Trondheim kommune	1976	Bratsbergvegen, Parsell Haugli - Eklesbakken	Offentlig	0427-x
6100116-1	Rambøll / Franzefoss Pukk AS	2011	GSV Bratsbergvegen. Grunnundersøkelser. Daterapport	Offentlig	
R.1673	Trondheim kommune	2016	Kambua. Avløpspumpestasjon	Offentlig	T5-x
R.1753	Trondheim kommune	2018	GS-veg Lia - Kambua	Offentlig	T7-x

**BORPLAN** Tegningsnr. **RIG-TEG-001.2** Rev. **00**



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Code
01					
02					

Trondheim kommune  
 Gang- og sykkelveg Kambua-Lia

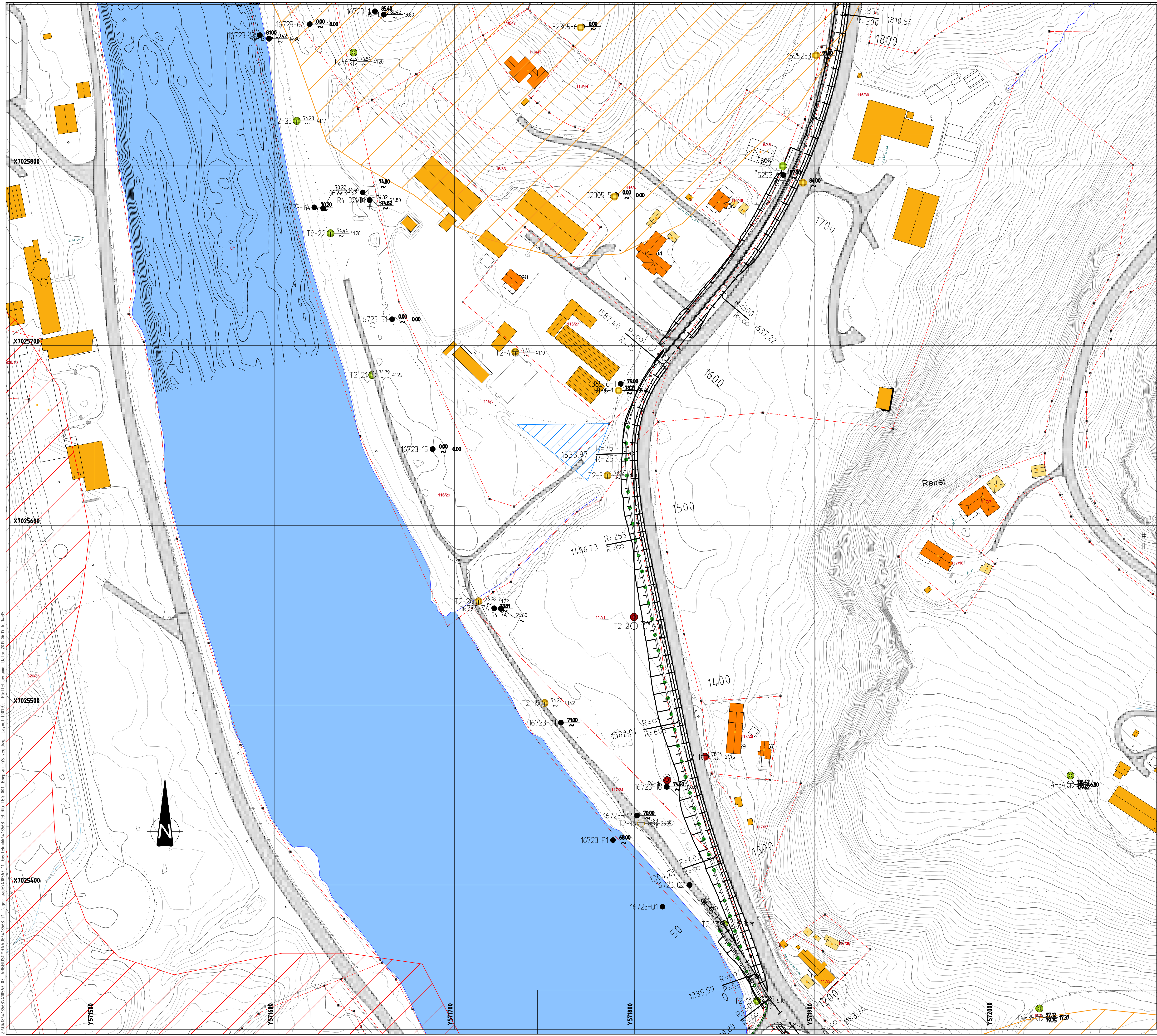
Borplan  
 Med klassifisering av borpunkter  
 Profil 600-1200

Format/Blåstokk: A1  
 Dato: 03.06.2019  
 Format/Blåstokk: 1:1000

Status/Utstedt/ Oppdragsgiver:	Konstr./Tegnet/ AMO	Kontrollert/ ARV	Godkjent/ ARV
Multiconsult	418563-03	RIG-TEG-001.2	00
www.multiconsult.no			

Z:\0418563\418563-03\_ARBEDDOMRÅDE\418563-03\_RIG-TEG-001\_Borplan\_GS-veg.dwg, 17.06.2019 14:32:05





**FORKLARING:**

**TEGNFORKLARING:**

- DRIESONDERING
- ⊙ PRØVESERIE
- ⊖ PORETRYKTMÅLING
- ENKEL SONDERING
- PRØVEGROP
- ⊗ KJERNEBORING
- ▽ RAMSONDERING
- ⊕ DREITRYKKSONDERING
- ⊗ FJELLKONTROLLBORING
- ▽ TRYKKSONDERING
- ⊕ SKRULPLATEFORSØK
- ⊗ BERG I DAGEN
- ⊕ TOTALSONDERING
- ⊕ VINGEBORING

KARTGRUNNLAG: Digitalt kart fra xx  
 KOORDINATSYSTEM: UTM Zone 32N  
 HØYDEREFERANSE: NN 2000  
 UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMT: GPS GLONAS CPDS  
 BØRBNR: XXX  
 LABBOK NR: XXX

EKSEMPEL: TERRENGKOTE/SJUBUNNKOTE  
 BP 10 430 282 14,8 +2,4 — BØRET DYBDE + BØRET I BERG  
 ANTATT BERGKOTE

**KLASSIFISERING AV BØRPUNKT:**

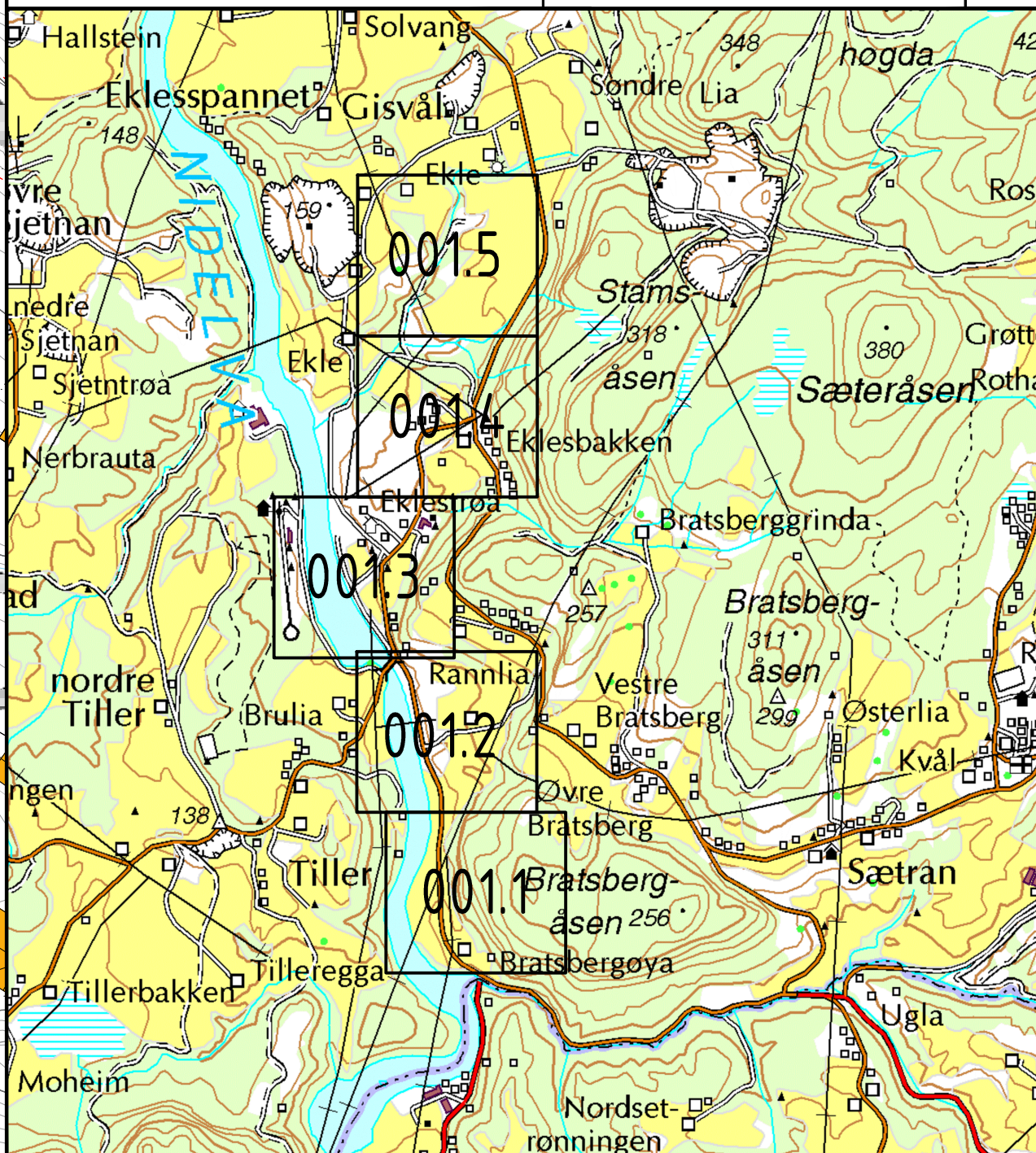
- PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- MULIG KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- IKKE PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE

▨ NVE kvikkleiresone, middels faregrad  
 ▨ NVE kvikkleiresone, høy faregrad

**HENVISNINGER:**

Rapport nr.	Utførende / Oppdragsgiver	År	Rapporttittel	Retthet	Ref.
R.1685	Trondheim kommune	2017	Tillerbru - Kambua, Trase langs veg	Offentlig	T3-x
R.1604	Trondheim kommune	2014	Amundsbekken - Tillerbru, Rapport fra geoteknisk avdeling	Offentlig	T1-x
R.1605	Trondheim kommune	2014	Tillerbru - Kvatsbakken, Rapport fra geoteknisk avdeling	Offentlig	T2-x
R.1667	Trondheim kommune	2016	Banlig TBK VA-ledninger	Offentlig	T4-x
O.1385	Kommune / Noteby	1972	Kvartargeologi i området Stasjons- Øvre Leirfoss. Sammenstilling av utførte borer.	Begrenset	R1-x
32305.01	Geoteam / Torleif Haugen	1990	Boligområde Eklesbakken. Orienterende grunnundersøkelse. Geoteknisk vurdering	Begrenset	M1-x
O.1525-2	Kommune / Trondheim Elektrisitetsverk	1973	Bratsberg kraftverk. Stabilitetsundersøkelse for vestrekkningen Eklesbakken - Eklestraa	Begrenset	15252-x
O.1525-3	Kommune / Trondheim Elektrisitetsverk	1974	Bratsberg kraftverk. Stabilitetsundersøkelse av vei ved Eklesbakken	Begrenset	15253-x
O.1672-3	Kommune / Trondheim kommune	1975	Hovedveg Leira og Kambua. Oversikt over borer og grunnforhold, Ekles - Kambua	Begrenset	R4-x
R.0427	Trondheim kommune	1976	Bratsbergvegen, Parsell Hauglin - Eklesbakken	Offentlig	0427-x
6100116-1	Rambøll / Franzfoss Pukk AS	2011	GSV Bratsbergvegen. Grunnundersøkelser. Daterapport	Offentlig	
R.1673	Trondheim kommune	2016	Kambua. Avleppsumpostasjon	Offentlig	T5-x
R.1733	Trondheim kommune	2018	GS-veg Lia - Kambua	Offentlig	T7-x

**BORPLAN** Tegningsnr. RIG-TEG-001.3 Rev. 00



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godk.
01					
02					

Trondheim kommune  
 Gang- og sykkelveg Kambua-Lia

Borplan  
 Med klassifisering av borpunkter  
 Profil 1200-1800

Multiconsult  
 Status: Utstedt  
 Oppdragsnr: 418563-03

Konstr./Tegnet: AMO  
 Kontrollert: ARV  
 Godkjent: ARV

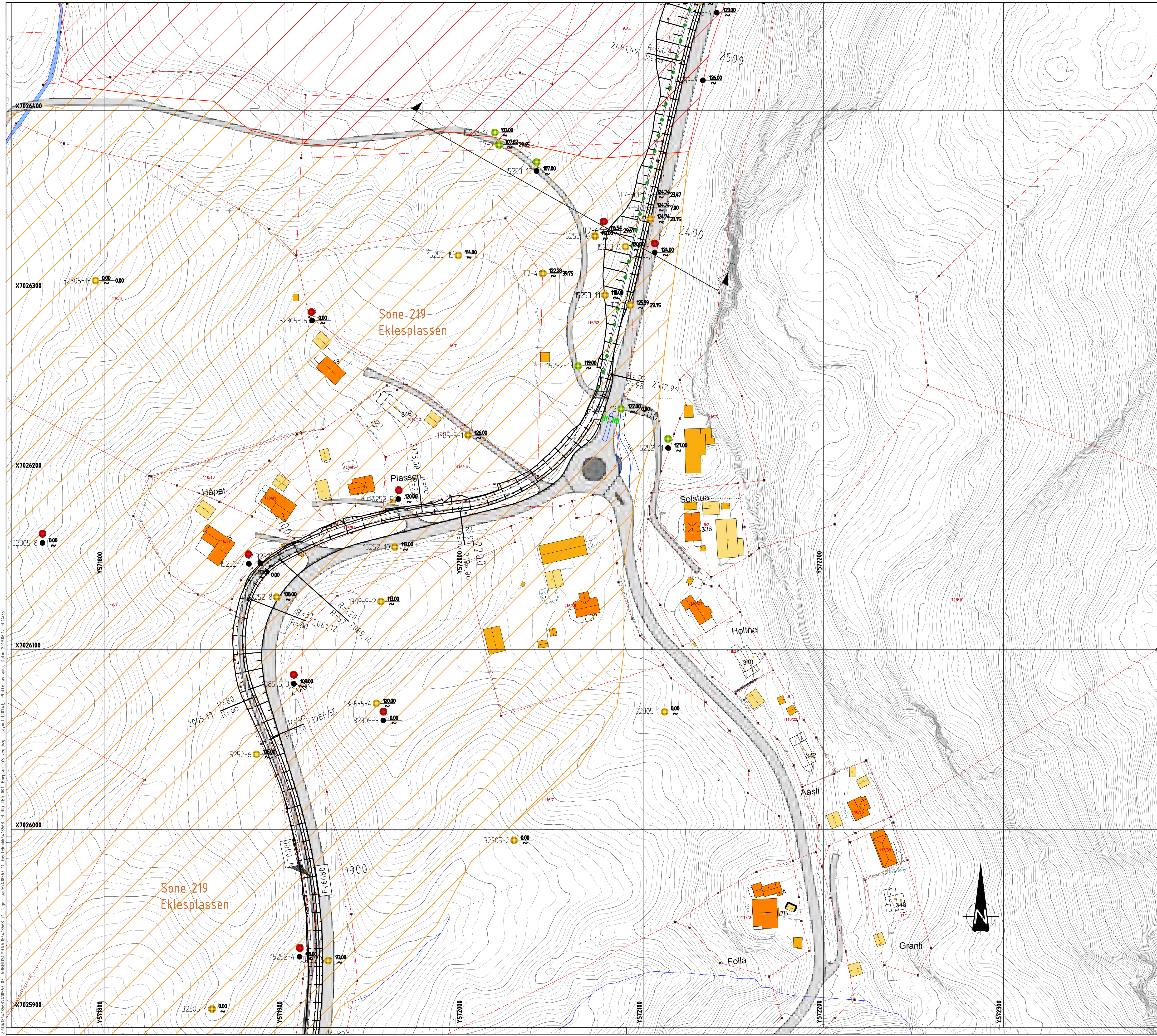
RIG-TEG-001.3 Rev. 00

Format/Blåstokk: A1  
 Dato: 03.06.2019  
 Format/Blåstokk: 1:1000

www.multiconsult.no

Z:\0418563\418563-03\_ARBEIDSDOMRADE\418563-03\_TEG-001\_Borplan\_GS-veg.dwg, 17.06.2019 14:34:43





**FORKLARING:**

**TEGNFORKLARING:**

- DRIESONDERING
- ⊙ PRØVESERIE
- ⊕ PORETRYKTMÅLING
- ▼ ENKEL SONDERING
- PRØVEGROP
- ⊗ KJERNEBORING
- ▽ RAMSONDERING
- ⊕ DREIETRYKKSONDERING
- ⊗ FJELLKONTROLLBORING
- ▽ TRYKKSONDERING
- ⊗ SKRULPLATEFORSØK
- ⊗ BERG I DAGEN
- ⊕ TOTALSONDERING
- + VINGEBORING

KARTGRUNNLAG: Digitalt kart fra xx  
 KOORDINATSYSTEM: UTM Zone 32V  
 HØYDEREFERANSE: NN 2000  
 UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMT: GPS GLONAS CPDS  
 BORBOK NR: XXX  
 LABBOK NR: XXX

EKSEMPEL: TERRENGKOTE/SJUBUNKNOTE  
 BP 10 430 282 14,8 +2,4 — BØRET DYBDE + BØRET I BERG  
 ANTATT BERGKOTE

**KLASSIFISERING AV BORPUNKT:**

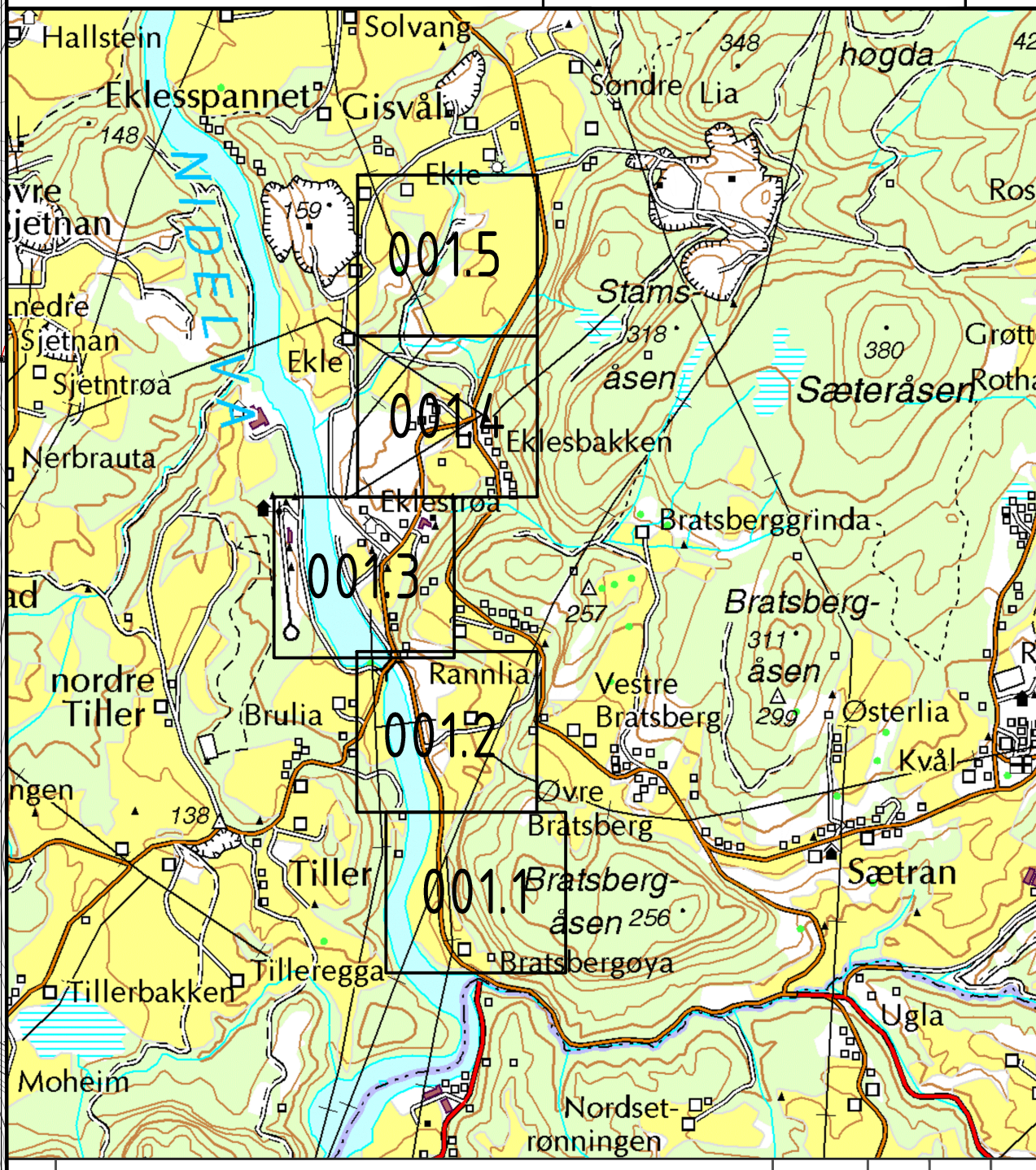
- PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- MULIG KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- IKKE PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE

- ▨ NVE kvikkleirezone, middels faregrad
- ▨ NVE kvikkleirezone, høy faregrad

**HENVISNINGER:**

Rapport nr.	Utførende / Oppdragsgiver	År	Rapporttittel	Retthet	Ref.
R.1685	Trondheim kommune	2017	Tillerbrua - Kambua, Trase langs veg	Offentlig	T3-x
R.1604	Trondheim kommune	2014	Amundsbekken - Tillerbrua, Rapport fra geoteknisk avdeling	Offentlig	T1-x
R.1605	Trondheim kommune	2014	Tillerbrua - Kvetsbekken, Rapport fra geoteknisk avdeling	Offentlig	T2-x
R.1667	Trondheim kommune	2016	Banlia TBK VA-ledninger	Offentlig	T4-x
O.1385	Kommune / Noteby	1972	Kvartærgeologi i området Sjøstua - Øvre Leirfoss. Sammenstilling av utførte boringer.	Begrenset	R1-x
32305.01	Geoteam / Torleif Haugen	1990	Boligområde Eklesbakken. Orienterende grunnundersøkelse. Geoteknisk vurdering	Begrenset	M1-x
O.1525-2	Kommune / Trondheim Elektrisitetsverk	1975	Bratsberg kraftverk. Stabilitetsundersøkelse for vestrekinningen Eklesbakken - Eklestroa	Begrenset	15252-x
O.1525-3	Kommune / Trondheim Elektrisitetsverk	1974	Bratsberg kraftverk. Stabilitetsundersøkelse av vei ved Eklesbakken	Begrenset	15253-x
O.1672-3	Kommune / Trondheim kommune	1975	Hovedveg Leira g2, Solli - Tiller bru - Kambua. Oversikt over boringer og grunnforhold, Eklesbakken	Begrenset	R4-x
R.0427	Trondheim kommune	1976	Bratsbergvegen, Parsell Hauglin - Eklesbakken	Offentlig	0427-x
6100116-1	Rambøll / Franzefoss Pukk AS	2011	GSV Bratsbergvegen. Daterapport. Grunnundersøkelser.	Offentlig	
R.1673	Trondheim kommune	2016	Kambua. Avløpspumpestasjon	Offentlig	T5-x
R.1755	Trondheim kommune	2018	GS-veg Lia - Kambua	Offentlig	T7-x

**BORPLAN** RIG-TEG-001.4 00



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godk.
01					
02					
03					
04					
05					
06					
07					
08					
09					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					
41					
42					
43					
44					
45					
46					
47					
48					
49					
50					
51					
52					
53					
54					
55					
56					
57					
58					
59					
60					
61					
62					
63					
64					
65					
66					
67					
68					
69					
70					
71					
72					
73					
74					
75					
76					
77					
78					
79					
80					
81					
82					
83					
84					
85					
86					
87					
88					
89					
90					
91					
92					
93					
94					
95					
96					
97					
98					
99					
100					

Trondheim kommune  
 Gang- og sykkelveg Kambua-Lia

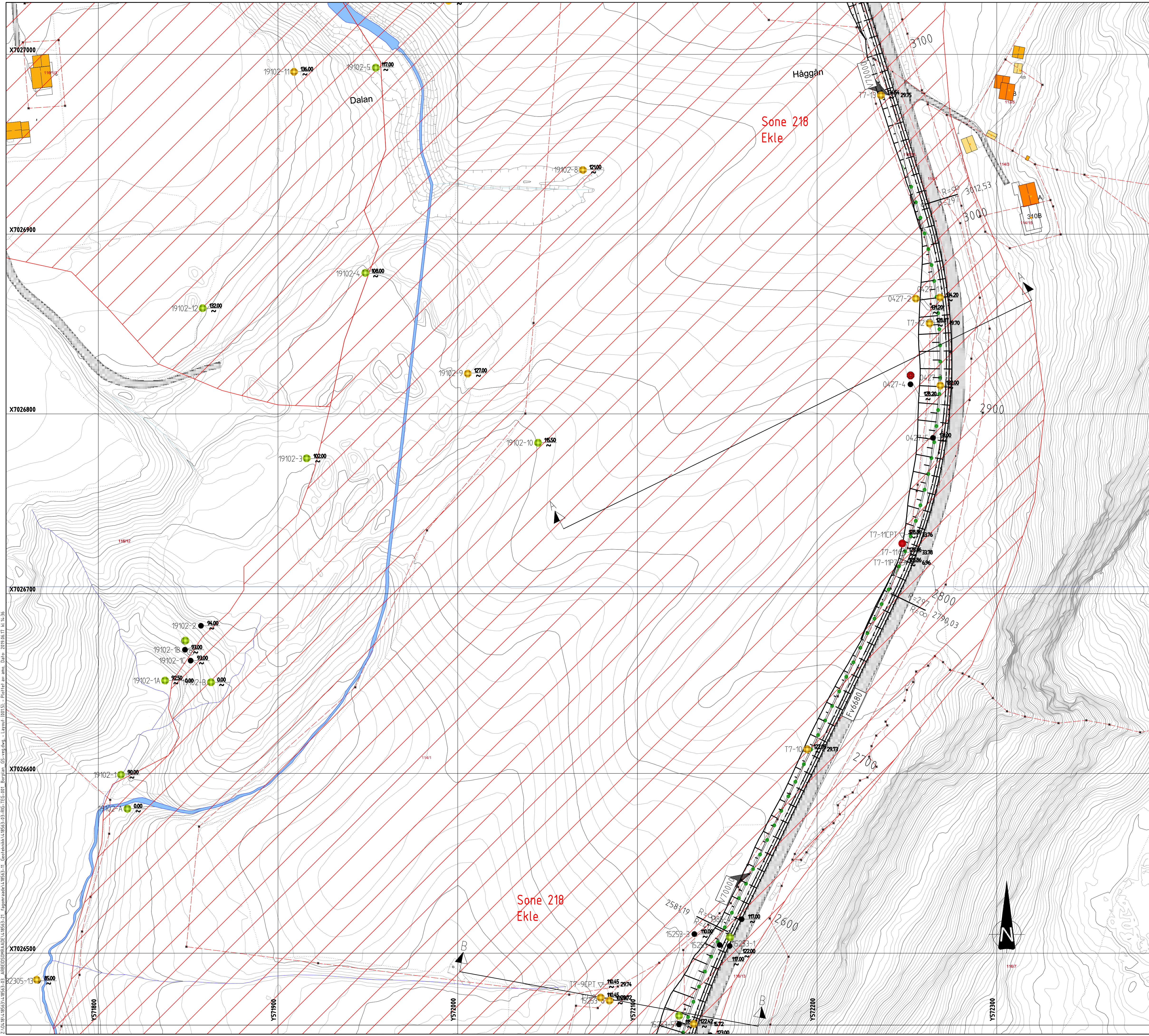
Borplan  
 Med klassifisering av borpunkter  
 Profil 1800-2500

Multiconsult  
 Status: Utstedt  
 Oppdragsnr: 418563-03  
 Tegningsnr: RIG-TEG-001.4

Dato: 03.06.2019  
 Formål: A1  
 Format: A1  
 Skala: 1:1000

Status: Utstedt  
 Oppdragsnr: 418563-03  
 Tegningsnr: RIG-TEG-001.4  
 Godkjent: ARV  
 Rev: 00





**FORKLARING:**

**TEGNFORKLARING:**

- DRIESONDERING
- ENKEL SONDERING
- ▼ RAMSONDERING
- ▽ TRYKKSONDERING
- ⊕ TOTALSONDERING
- ⊙ PRØVESERIE
- PRØVEGROP
- ⊕ DREITRYKKSONDERING
- ⊠ SKRULPATEFORSØK
- + VINGEBORING
- ⊕ PORETRYKKMÅLING
- ⊕ KJERNEBORING
- ⊕ FJELLKONTROLLBORING
- ⊕ BERG I DAGEN

KARTGRUNNLAG: Digitalt kart fra xx  
 KOORDINATSYSTEM: UTM Sone 32V  
 HØYDEREFERANSE: NN 2000  
 UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMT: GPS GLONAS CPDS  
 BORBOK NR: XXX  
 LABBOK NR: XXX

Eksempel: TERRENGKOTE/SJUBUNNKOTE  
 BP 1 430 282 14,8 +2,4 — BØRET DYBDE + BØRET I BERG  
 ANTATT BERGKOTE

**KLASSIFISERING AV BORPUNKT:**

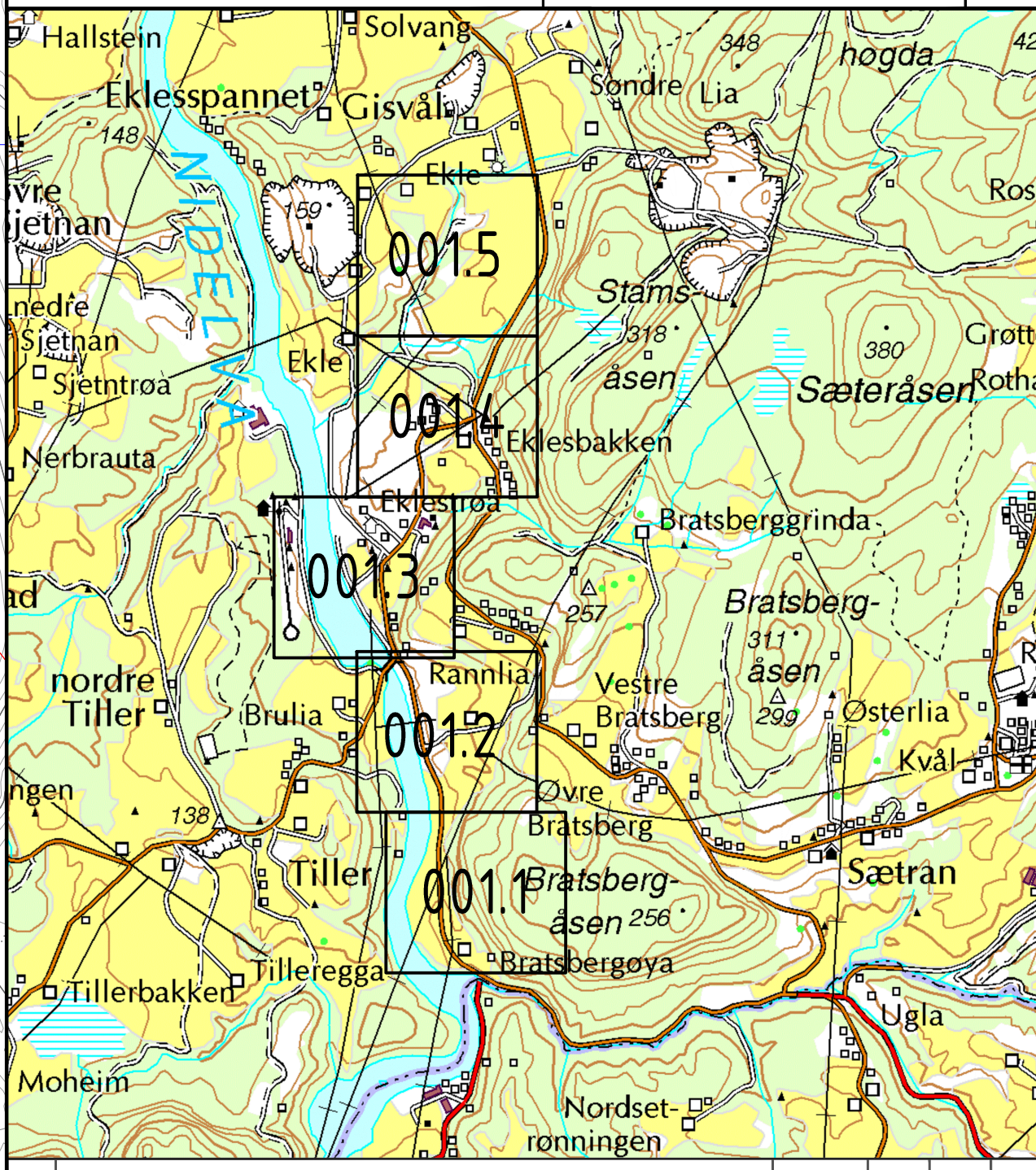
- PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- MULIG KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- IKKE PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE

▨ NVE kvikkleiresone, middels faregrad  
 ▨ NVE kvikkleiresone, høy faregrad

**HENVISNINGER:**

Rapport nr.	Utførende / Oppdragsgiver	År	Rapporttittel	Retthet	Ref.
R.1685	Trondheim kommune	2017	Tillerbru - Kambrua, Trase langs veg	Offentlig	T3-x
R.1604	Trondheim kommune	2014	Amundsbekken - Tillerbru, Rapport fra geoteknisk avdeling	Offentlig	T1-x
R.1605	Trondheim kommune	2014	Tillerbru - Kvestabekken, Rapport fra geoteknisk avdeling	Offentlig	T2-x
R.1667	Trondheim kommune	2016	Banlia TBK VA-ledninger	Offentlig	T4-x
O.1385	Kommune / Noteby	1972	Kvartærgeologi i området Skosåsen - Øvre Leirfoss. Sammenstilling av utførte boringer.	Begrenset	R1-x
32305.01	Geoteam / Torleif Haugen	1990	Boligområde Eklesbakken. Orienterende grunnundersøkelse. Geoteknisk vurdering	Begrenset	M1-x
O.1525-2	Kommune / Trondheim Elektrisitetsverk	1973	Bratsberg kraftverk. Stabilitetsundersøkelse for vestrekinningen Eklesbakken - Eklestroa	Begrenset	15252-x
O.1525-3	Kommune / Trondheim Elektrisitetsverk	1974	Bratsberg kraftverk. Stabilitetsundersøkelse av vei ved Eklesbakken.	Begrenset	15253-x
O.1672-3	Kommune / Trondheim kommune	1975	Hovedveg Leira g. 2. del. Tiller bru - Kambrua. Oversikt over boringer og grunnforhold, Ekle - Kambrua	Begrenset	R4-x
R.0427	Trondheim kommune	1976	Bratsbergvegen, Parsell Hauglin - Eklesbakken.	Offentlig	0427-x
6100116-1	Rambøll / Franzefoss Pukk AS	2011	GSV Bratsbergvegen. Grunnundersøkelser. Daterapport.	Offentlig	
R.1673	Trondheim kommune	2016	Kambrua. Avløpspumpestasjon	Offentlig	T5-x
R.1753	Trondheim kommune	2018	GS-veg Lia - Kambrua	Offentlig	T7-x

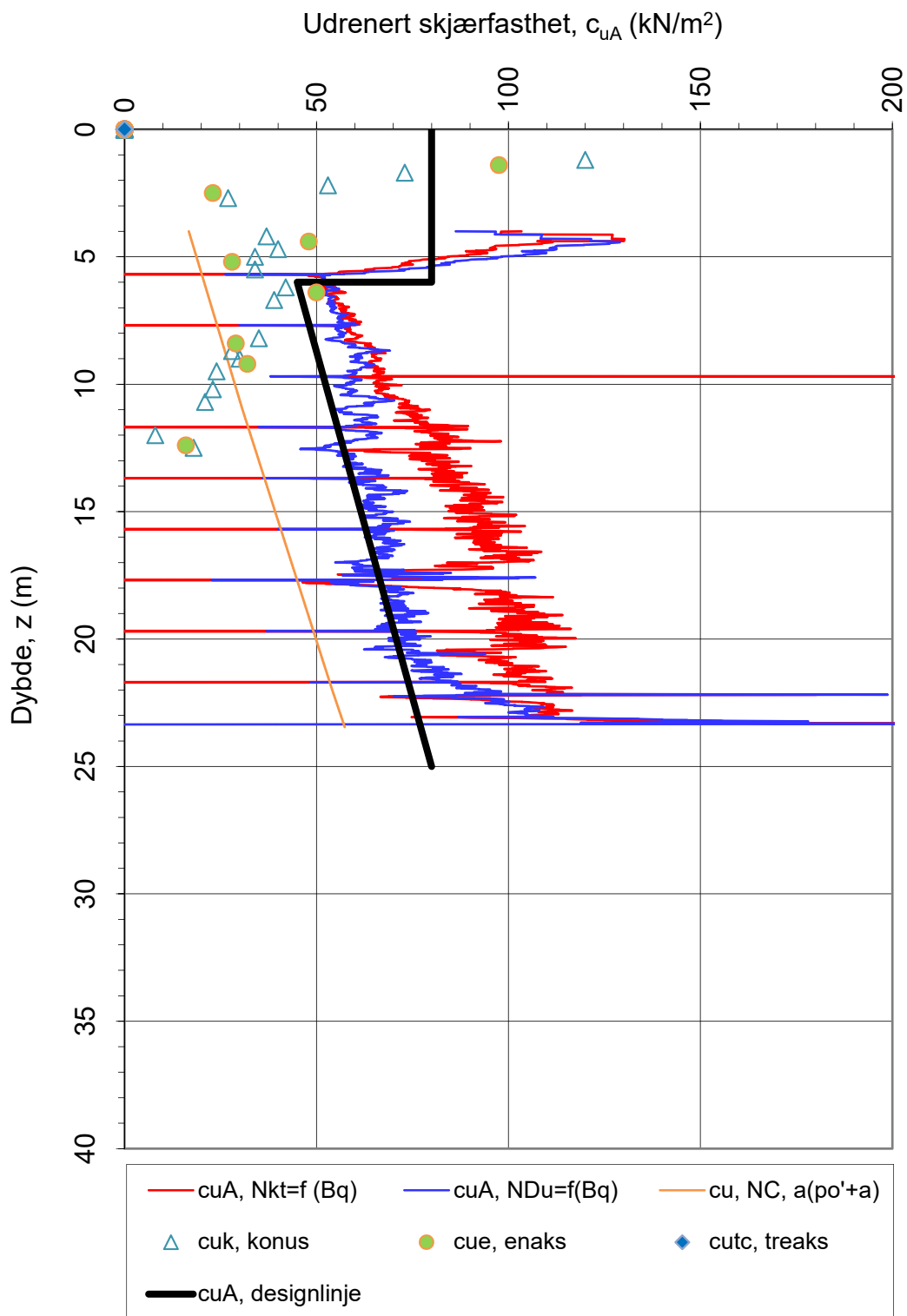
**BORPLAN** | Tegningsnr. RIG-TEG-001.5 | Rev. 00



Trondheim kommune		Geoteknikk		Form A1	
Gang- og sykkelveg Kambrua-Lia		Dato		03.06.2019	
Borplan		Format/Beskr.		1:1000	
Med klassifisering av borpunkter		Profil		2500-3100	
Multiconsult		Status/Utstedt/Oppdragsnr.	Konstr./Tegnet/AMO	Kontrollert/ARV	Godkjent/ARV
www.multiconsult.no		418563-03	RIG-TEG-001.5		00

Z:\0418563\418563-03\_ARBEIDSMÅL\418563-03\_RIG-TEG-001\_Borplan\_GS-veg.dwg, 17.06.2019 14:36:06





$$N_{kt} = (18,7 - 12,5 \cdot B_q)$$

$$N_{Du} = (1,8 + 7,25 \cdot B_q)$$

$$N_{ke} = (13,8 - 12,5 \cdot B_q)$$

$$\alpha_c \text{ valgt: } \mathbf{0,25}$$

Referansemetode: Karlsrud et al (1996)

Oppdragsgiver:

**Trondheim kommune**

Oppdrag:

**GS-veg Kambrua-Lia**

Tegningens filnavn:

18563-03-R1733-CPTU5.xsd

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

CPTU id.:

5-CPTU (R.1733)

Sonde:

4352

**Multiconsult**

**MULTICONSULT AS**

Dato:

03.06.2019

Tegnet:

AMO

Kontrollert:

ARV

Godkjent:

ARV

Oppdrag nr.:

418563-03

Tegning nr.:

RIG-TEG-040.1

Versjon:

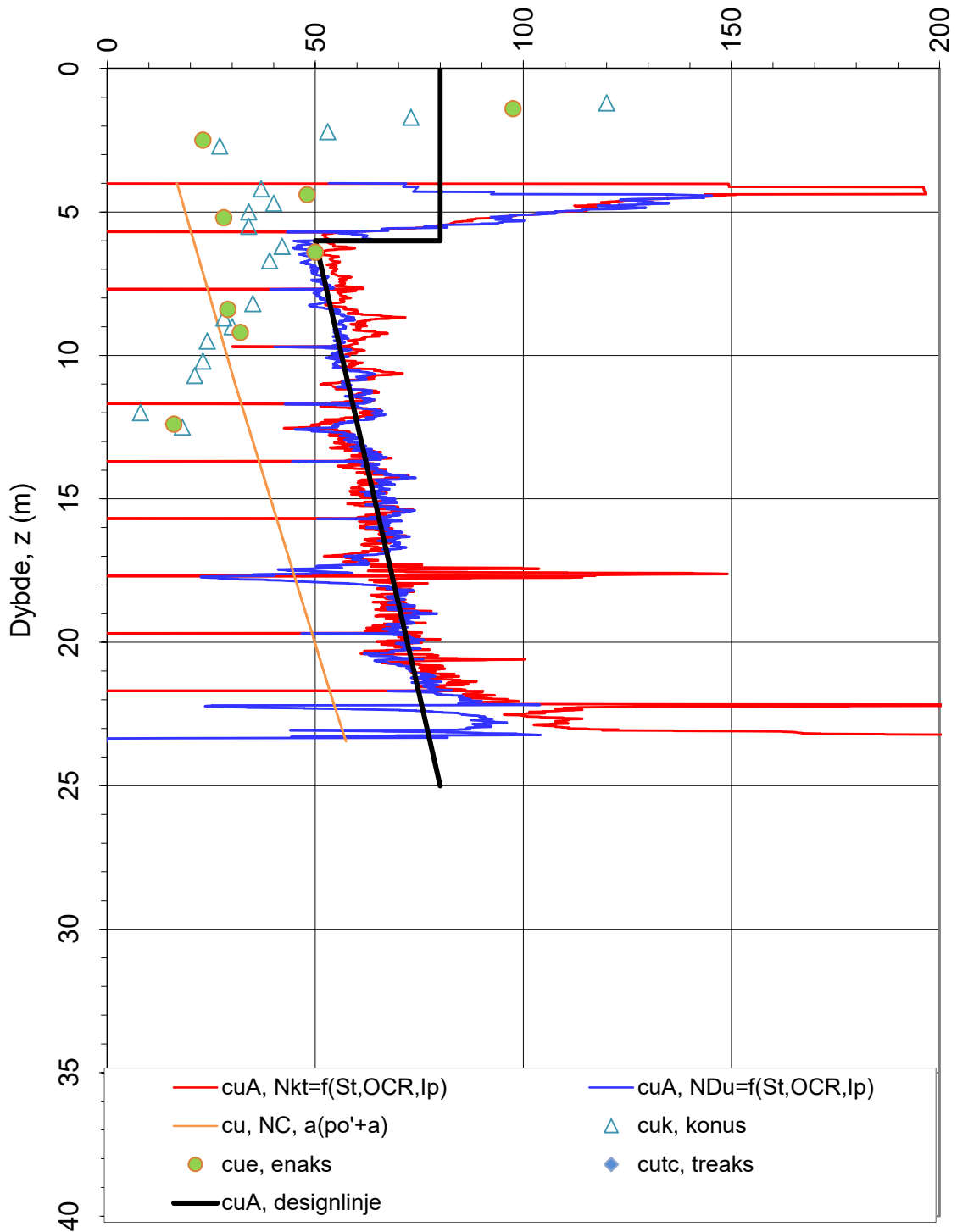
09.03.2016

Revisjon:

0



Udrenert skjærfasthet,  $c_{uA}$  (kN/m<sup>2</sup>)



Sensitivitetsvalg:

**St > 15 fra 6 m dybde**

$\alpha_c$  valgt:

**0,25**

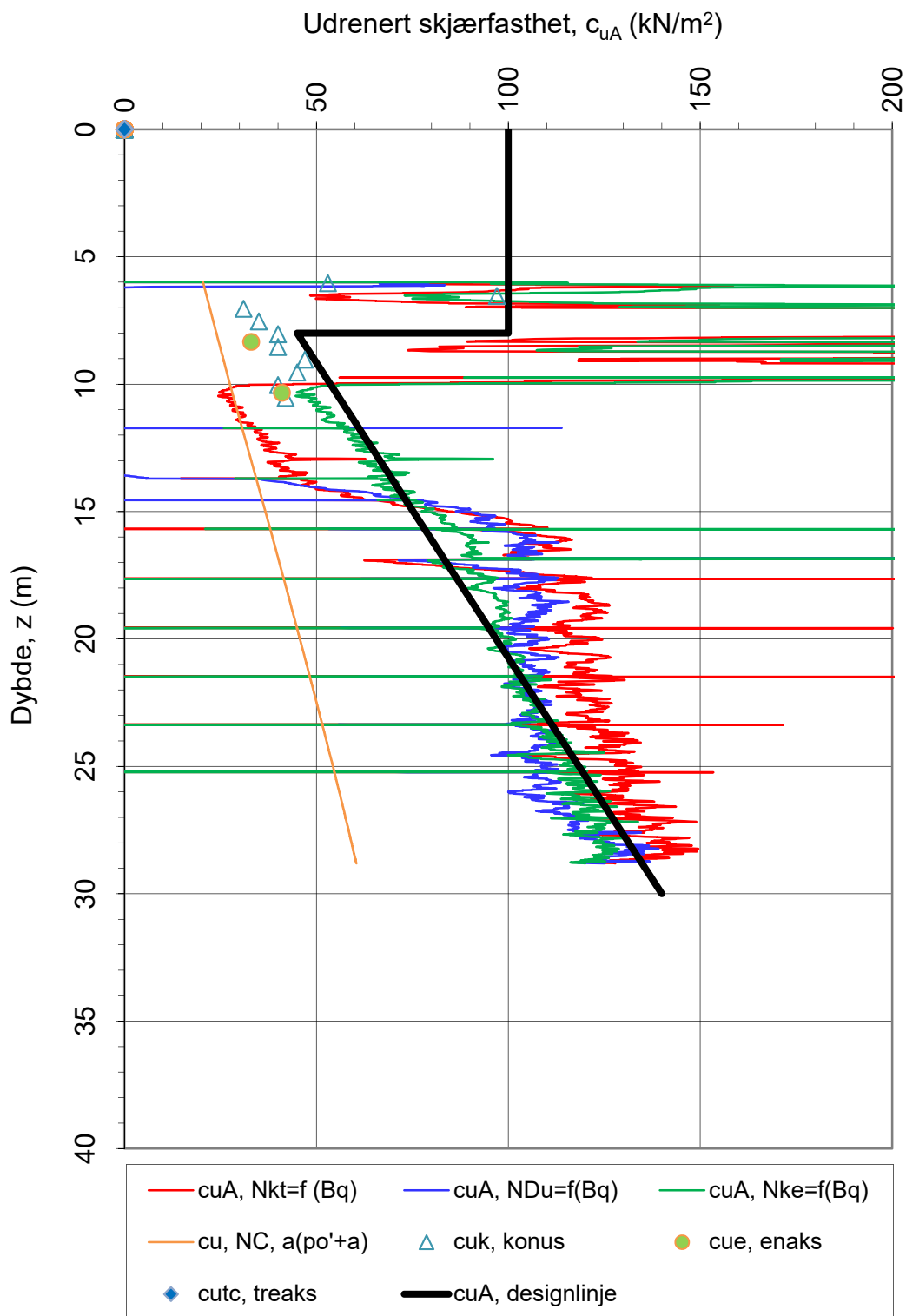
$$Nkt = (8,5 + 2,5 \log OCR + 0Ip)$$

$$Ndu = (9,8 - 4,5 \log OCR + 0Ip)$$

$$Nke = (12,5 - 11Bq)$$

Referansemetode: Karlsrud et al (2005)

Oppdragsgiver: <b>Trondheim kommune</b>		Oppdrag: <b>GS-veg Kambrua-Lia</b>		Tegningens filnavn: 418563-03-R1733-CPTU5.xslx	
Aktiv udrenert skjærfasthet $c_{uA}$ , korrelert mot $S_t$ , OCR og $I_p$ .				<b>Multiconsult</b>	
CPTU id.:	5-CPTU (R.1733)	Sonde:	4352		
<b>MULTICONSULT AS</b>	Dato: 03.06.2019	Tegnet: AMO	Kontrollert: ARV	Godkjent: ARV	
	Oppdrag nr.: 418563-03	Tegning nr.: RIG-TEG-040.2	Versjon: 09.03.2016	Revisjon: 0	



$N_{kt} = (18,7-12,5 \cdot B_q)$

$N_{Du} = (1,8+7,25 \cdot B_q)$

$N_{ke} = (13,8-12,5 \cdot B_q)$

$\alpha_c$  valgt: **0,25**

Referansem metode: Karlsrud et al (1996)

Oppdragsgiver:

**Trondheim kommune**

Oppdrag:

**GS-veg Kambrua-Lia**

Tegningens filnavn:

418563-03-R1733-CPTU9.xlsx

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

**Multiconsult**

CPTU id.:

9-CPTU (R.1733)

Sonde:

4352

**MULTICONSULT AS**

Dato:  
03.06.2019

Tegnet:  
AMO

Kontrollert:  
ARV

Godkjent:  
ARV

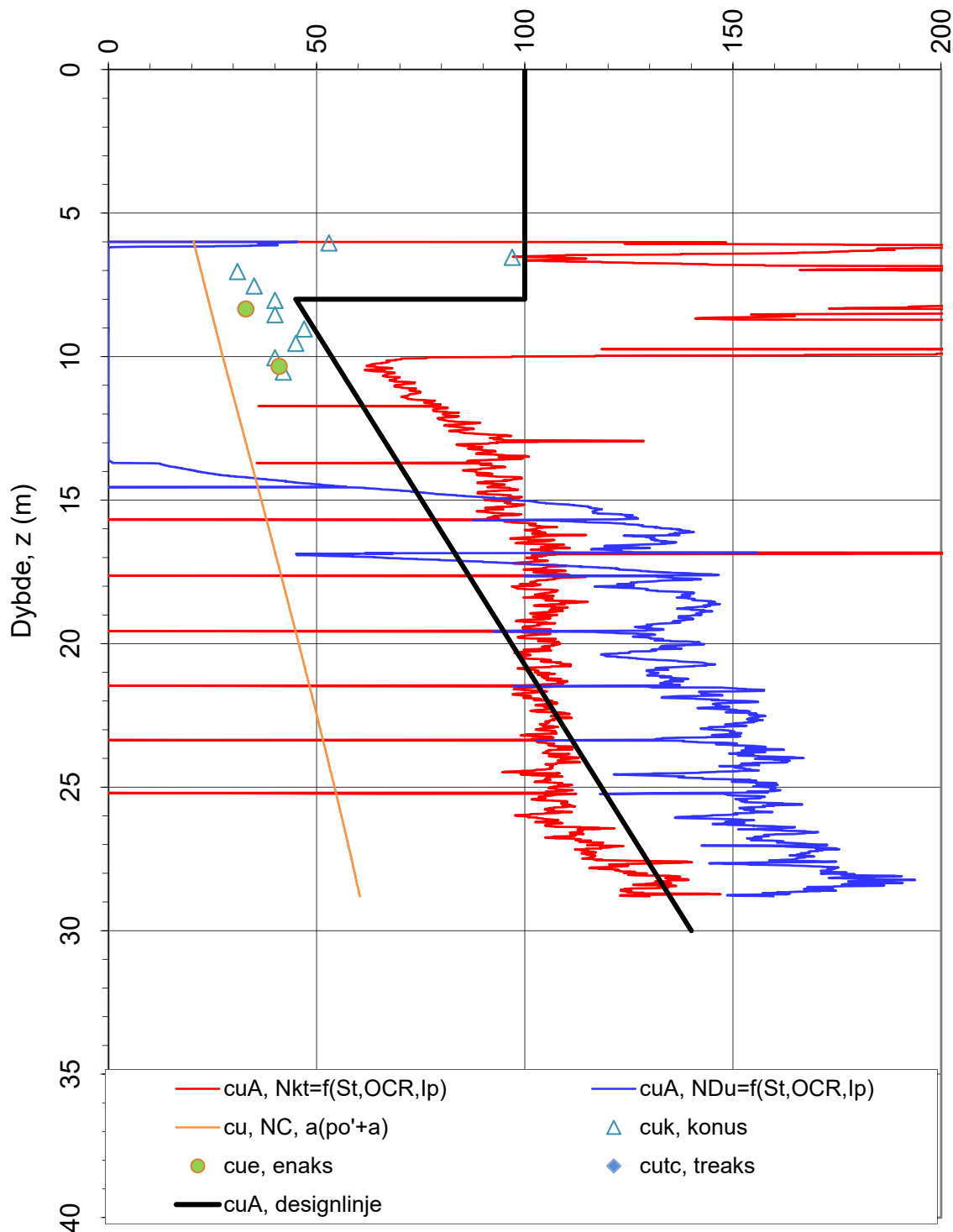
Oppdrag nr.:  
418563-03

Tegning nr.:  
RIG-TEG-041.1

Versjon:  
09.03.2016

Revisjon:  
0

Udrenert skjærfasthet,  $c_{uA}$  (kN/m<sup>2</sup>)



Sensitivitetsvalg:

**St > 15 fra 15 m dybde**

$$Nkt = (8,5 + 2,5 \log OCR + 0Ip)$$

$$NDu = (9,8 - 4,5 \log OCR + 0Ip)$$

$\alpha_c$  valgt:

**0,25**

Referansemetode: Karlsrud et al (2005)

Oppdragsgiver:

**Trondheim kommune**

Oppdrag:

**GS-veg Kambrua-Lia**

Tegningens filnavn:

418563-03-R1733-CPTU9.xlsx

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

**Multiconsult**

CPTU id.:

9-CPTU (R.1733)

Sonde:

4352

**MULTICONSULT AS**

Dato:

03.06.2019

Tegnet:

AMO

Kontrollert:

ARV

Godkjent:

ARV

Oppdrag nr.:

418563-03

Tegning nr.:

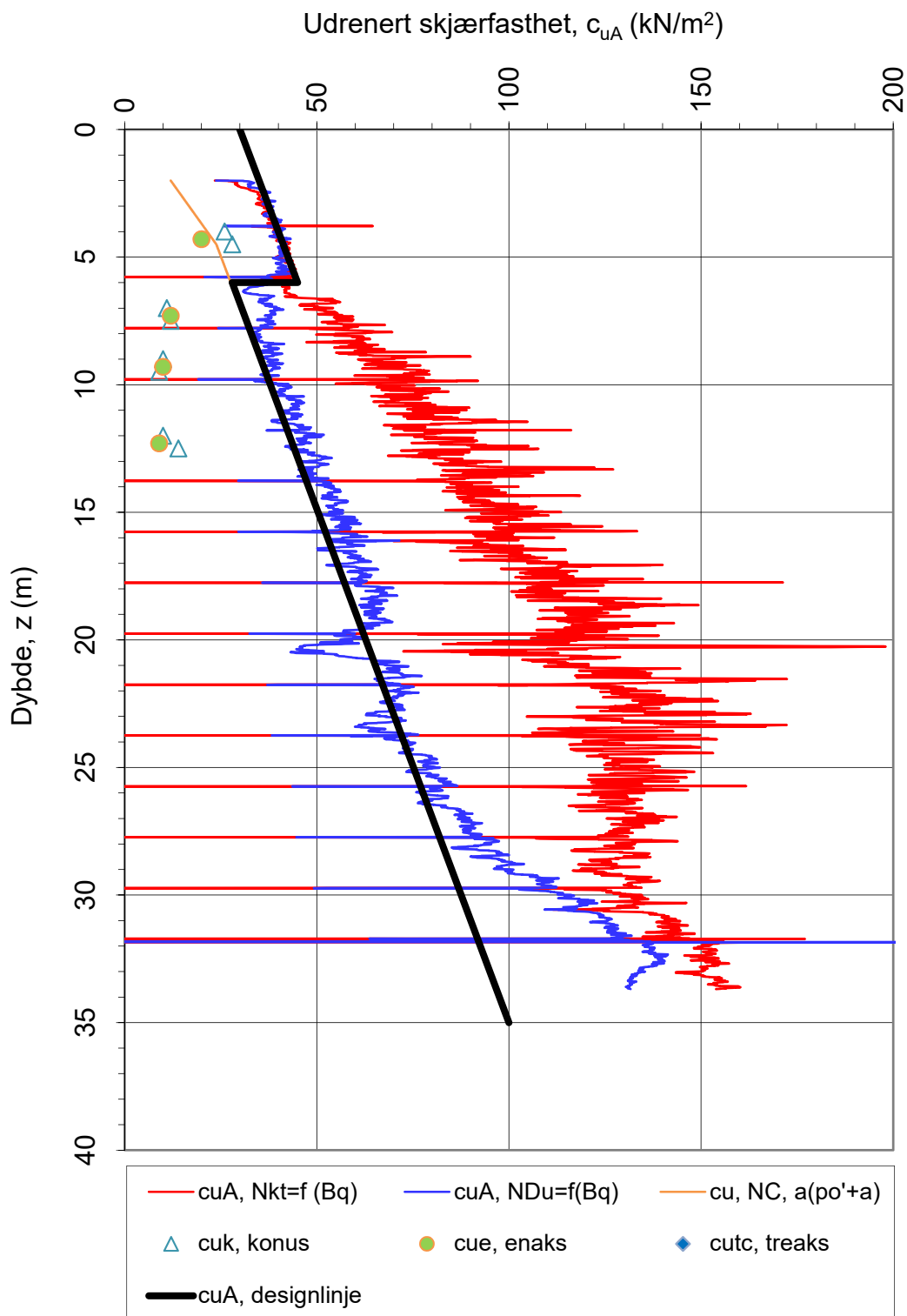
RIG-TEG-501

Versjon:

09.03.2016

Revisjon:

0



$N_{kt} = (18,7-12,5 \cdot B_q)$

$\alpha_c$  valgt: **0,25**

$N_{Du} = (1,8+7,25 \cdot B_q)$

$N_{ke} = (13,8-12,5 \cdot B_q)$

Referansem metode: Karlsrud et al (1996)

Oppdragsgiver:

**Trondheim kommune**

Oppdrag:

**GS-veg Kambrua-Lia**

Tegningens filnavn:

418563-03-R1733-CPTU11.xlsx

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

**Multiconsult**

CPTU id.:

CPTU-11 (R.1733)

Sonde:

4352

**MULTICONSULT AS**

Dato:

02.07.2018

Tegnet:

AMO

Kontrollert:

ARV

Godkjent:

ARV

Oppdrag nr.:

418563-03

Tegning nr.:

RIG-TEG-042.1

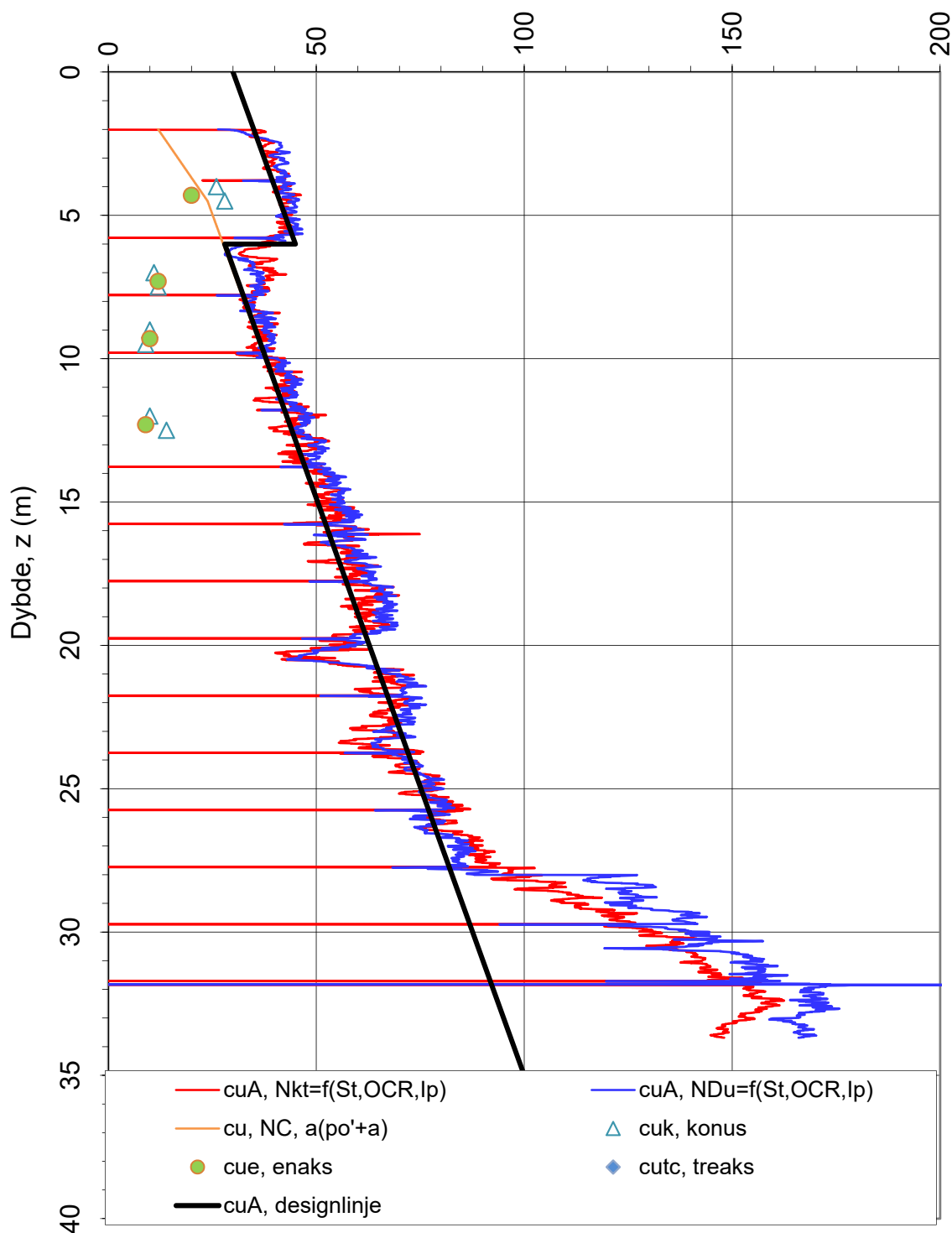
Versjon:

09.03.2016

Revisjon:

0

Udrenert skjærfasthet,  $c_{uA}$  (kN/m<sup>2</sup>)



Sensitivitetsvalg:

**St > 15 i dybde 6-28 m**

$\alpha_c$  valgt:

**0,25**

$$N_{kt} = (8,5 + 2,5 \log OCR + 0 I_p)$$

$$N_{Du} = (9,8 - 4,5 \log OCR + 0 I_p)$$

$$N_{ke} = (12,5 - 11 B_q)$$

Referansemetode: Karlsrud et al (2005)

Oppdragsgiver:

**Trondheim kommune**

Oppdrag:

**GS-veg Kambrua-Lia**

Tegningens filnavn:

418563-03-R1733-  
CPTU11.xlsx

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

**Multiconsult**

CPTU id.:

CPTU-11 (R.1733)

Sonde:

4352

**MULTICONSULT AS**

Dato:  
02.07.2018

Tegnet:  
AMO

Kontrollert:  
ARV

Godkjent:  
ARV

Oppdrag nr.:  
418563-03

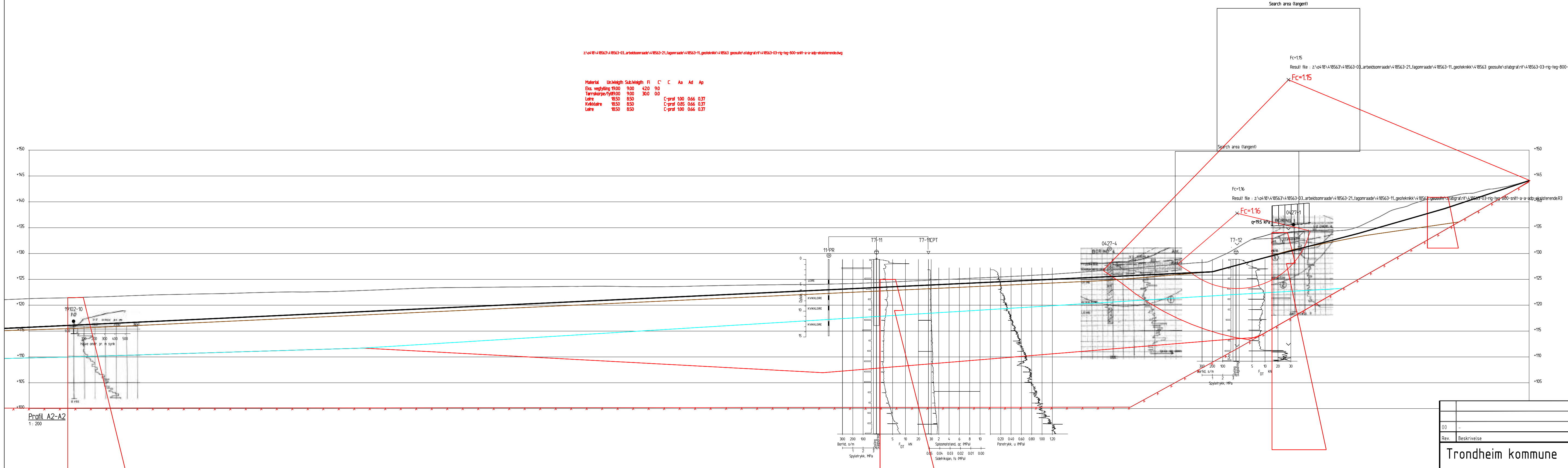
Tegning nr.:  
RIG-TEG-042.2

Versjon:  
09.03.2016

Revisjon:  
0

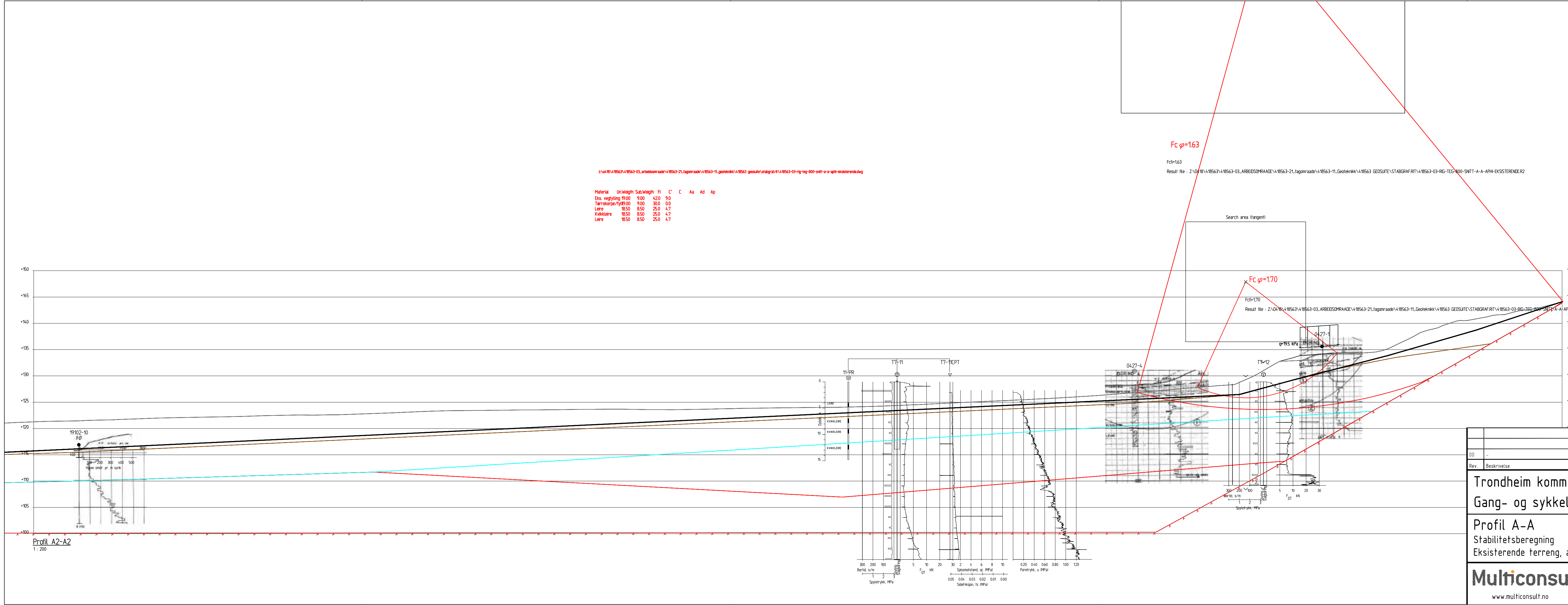
z:\0418\418563\03\_arbeidsomraade\418563-21\_lagomraade\418563-11\_geoteknikk\418563\_geosuite\stabgraf\418563-03-rig-teg-800-snit-a-a-adp-eksisterendeR4

Material	Un	Wtigh	Sub	Wtigh	F	C	C	Aa	Ad	Ap
Exc. utfylling 1900	900	420	90							
Terrskorpe/lyf1900	900	300	00							
Lere	850	850				C-prøf	100	0.66	0.37	
Kvikklere	850	850				C-prøf	0.85	0.66	0.37	
Lere	850	850				C-prøf	100	0.66	0.37	



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
00	-	-	-	-	-
<b>Trondheim kommune</b> Gang- og sykkelveg Kambrua-Lia			Fag	Formål	
			Geoteknikk	A3L	
			Dato	14.06.2019	
Profil A-A Stabilitetsberegning Eksisterende terreng, ADP-analyse			Format/Målestokk	1:400	
			Godkjent	ARV	
<b>Multiconsult</b> www.multiconsult.no		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		Utsendt	AMO	ARV	ARV
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		418563-03	RIG-TEG-800.1	00	

Z:\0418\418563-03\_ARBEIDSDOMRAADE\418563-21\_fagomraade\418563-11\_Geoteknikk\418563-RIG-TEG-800.dwg, 17.06.2019 15:30:18

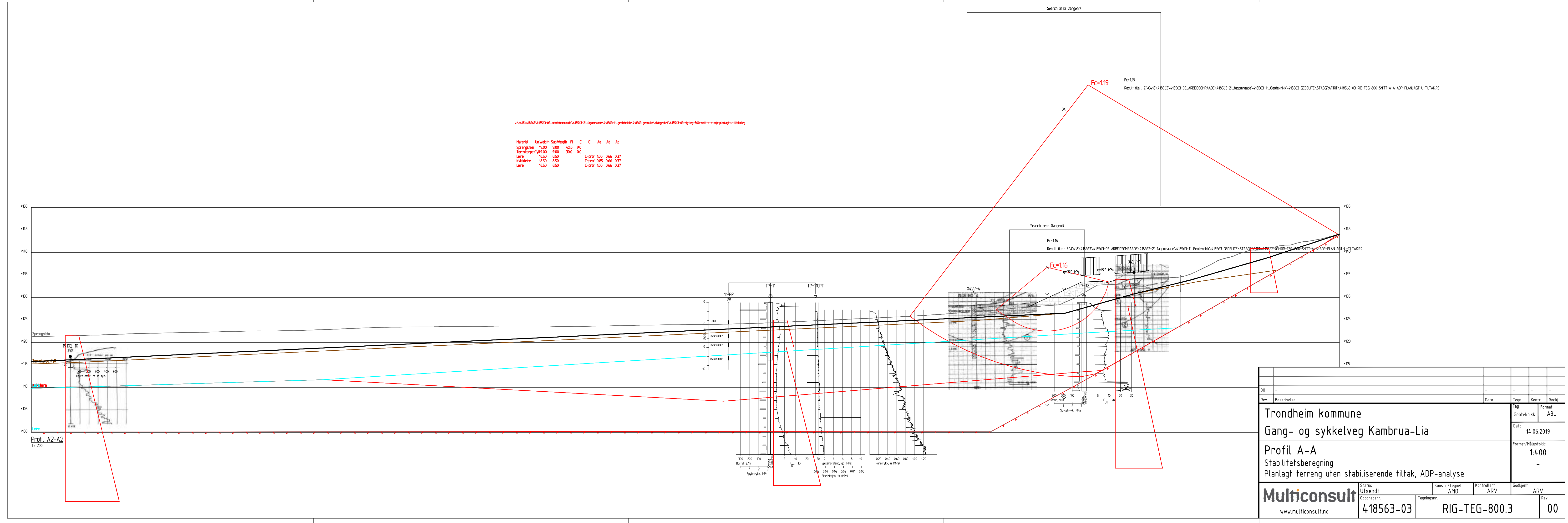


00	-	-	-	-		
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.	
Trondheim kommune					Fag	Format
Gang- og sykkelveg Kambrua-Lia					Geoteknikk	A3L
Profil A-A					Dato	14.06.2019
Stabilitetsberegning					Format/Målestokk	1:400
Eksisterende terreng, $\phi$ -analyse						-
Status		Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent		
Utsendt		AMO	ARV	ARV		
Oppdragsnr.		Tegningsnr.	Rev.			
418563-03		RIG-TEG-800.2	00			

**Multiconsult**  
www.multiconsult.no



Z:\0418\418563-03\_ARBEIDSDOKUMENTER\418563-11\_Geoteknikk\418563-RIG-TEG-800.dwg, 17.06.2019, 15:30:40

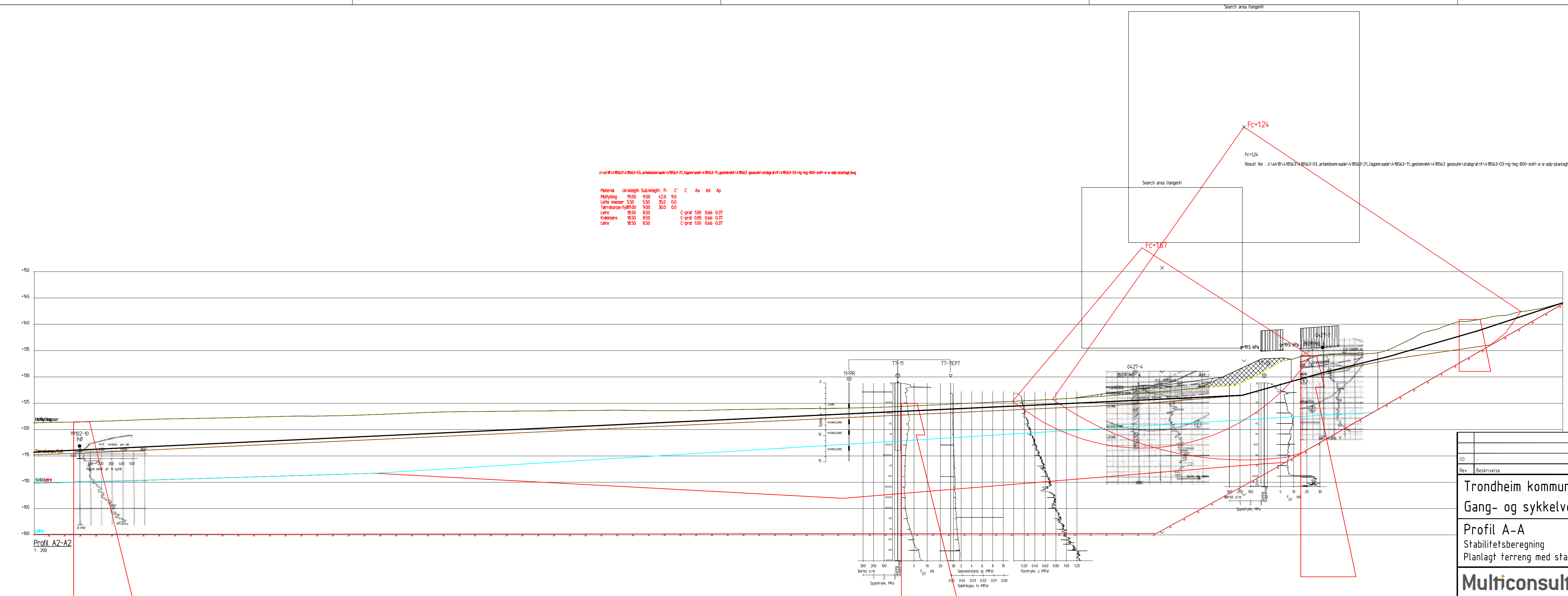


Materiell	Un.Veigth	Sub.Veigth	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Springsetein	19.00	9.00	4.20	9.0				
Tærskolev/tyr/100	9.00	3.00	0.0					
Leire	18.50	8.50		C-prof	100	0.66	0.37	
Kvikkleire	18.50	8.50		C-prof	0.85	0.66	0.37	
Leire	18.50	8.50		C-prof	100	0.66	0.37	

00		-	-	-	
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Trondheim kommune Gang- og sykkelveg Kambrua-Lia			Fag Geoteknikk	Formål A3L	
Profil A-A Stabilitetsberegning Planlagt terreng uten stabiliserende tiltak, ADP-analyse			Dato 14.06.2019	Format/Målestokk 1:400	-
Multiconsult www.multiconsult.no		Status Utsendt Oppdragsnr. 418563-03	Konstr./Tegnet AMO	Kontrollert ARV	Godkjent ARV
Tegningsnr. RIG-TEG-800.3				Rev. 00	



Z:\0418\418563\03\_ARBEIDSDOMRAADE\418563-21\_Lagomraade\418563-11\_Geoteknikk\418563-RIG-TEG-800.dwg, 17.06.2019 15:41:20



Z:\0418\418563\03\_ARBEIDSDOMRAADE\418563-21\_Lagomraade\418563-11\_Geoteknikk\418563\_geosuite\stabgraf\418563-03-rig-teg-800-snitl-a-a-adp-planlagt.dwg

Material	Un	Wegh	Sub	Weight	F	C	C	Aa	Ad	Ap
Høytillig	19.00	9.00	42.0	9.0						
Lette masser	5.50	5.50	35.0	0.0						
Terrskorpe/tyll	9.00	9.00	30.0	0.0						
Leire	18.50	8.50			C-praf	100	0.66	0.37		
Kvikkleire	18.50	8.50			C-praf	0.85	0.66	0.37		
Leire	18.50	8.50			C-praf	100	0.66	0.37		

Fc=124

Fc=124

Result file : z:\0418\418563\03\_ARBEIDSDOMRAADE\418563-21\_Lagomraade\418563-11\_Geoteknikk\418563\_geosuite\stabgraf\418563-03-rig-teg-800-snitl-a-a-adp-planlagt.R5

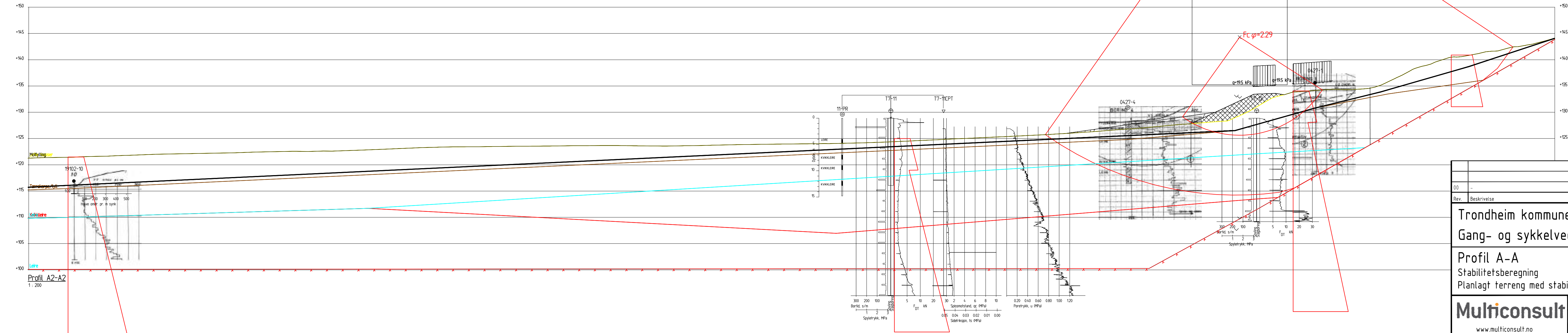
Fc=167

00							
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.	Fag	Format
						Geoteknikk	A3L
						Dato	14.06.2019
						Format/Målestokk	1:400
							-
<b>Trondheim kommune</b> <b>Gang- og sykkelveg Kambrua-Lia</b> <b>Profil A-A</b> Stabilitetsberegning Planlagt terreng med stabiliserende tiltak, ADP-analyse		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent		
<b>Multiconsult</b> www.multiconsult.no		Utsendt	AMO	ARV	ARV		
Oppdragsnr.		Tegningsnr.					
418563-03		RIG-TEG-800.4				00	

Z:\0418\418563-03\_ARBEIDSSOMRAADE\418563-21\_Lagomraade\418563-11\_Geoteknikk\418563-RIG-TEG-800.dwg, 17.06.2019 15:41:40

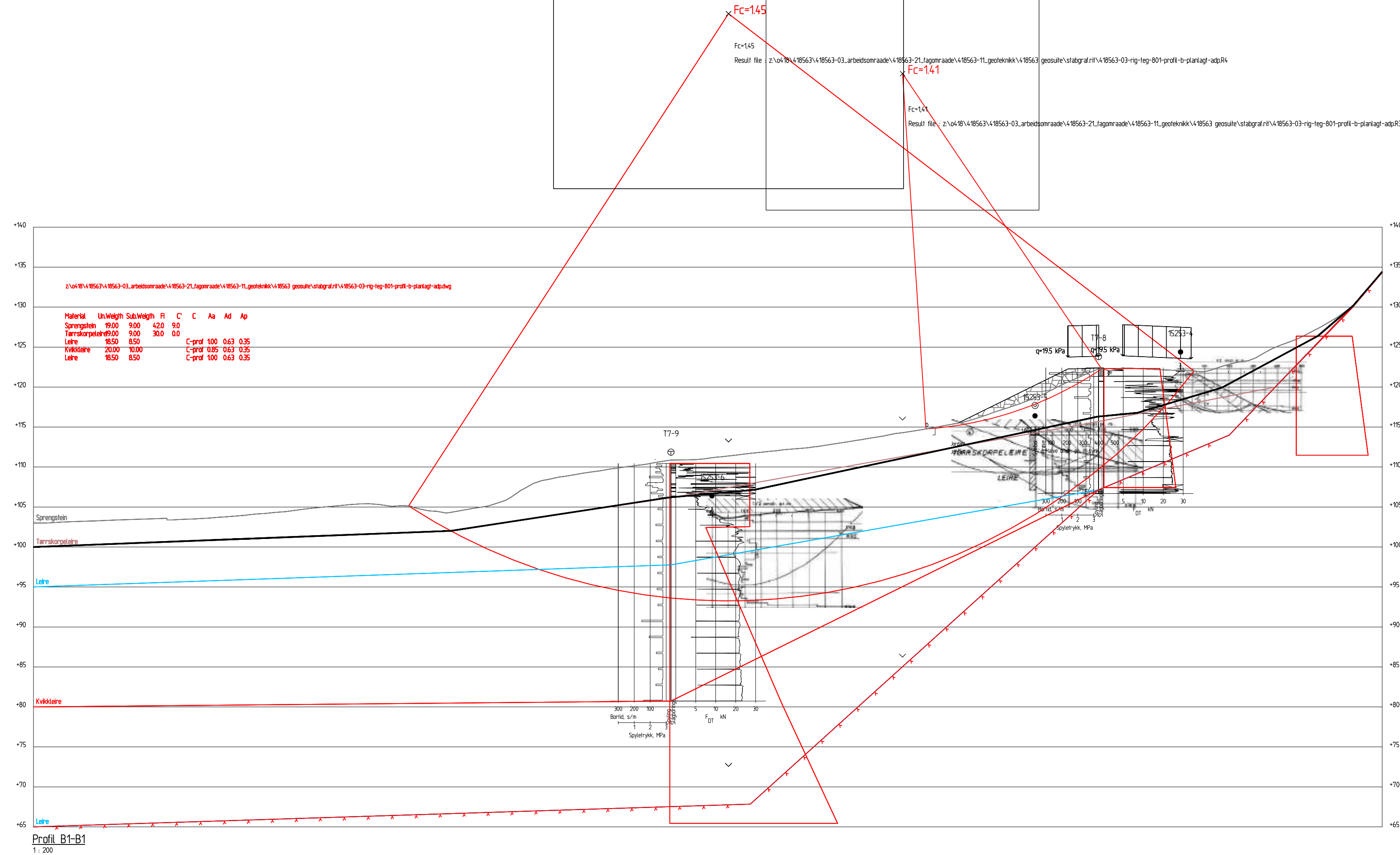
Z:\0418\418563-03\_ARBEIDSSOMRAADE\418563-21\_Lagomraade\418563-11\_Geoteknikk\418563\_gesulle\stabgraf\418563-03-rig-teg-800-snitl-a-a-adv-planlag.dwg

Material	UnWeigh	SubWeigh	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Mofylling	9.00	9.00	4.20	9.0				
Leire masser	5.50	5.50	35.0	0.0				
Tarrskorpe/ly	9.00	9.00	30.0	0.0				
Leire	8.50	8.50	25.0	4.7				
Kvikkleire	8.50	8.50	25.0	4.7				
Leire	8.50	8.50	25.0	4.7				



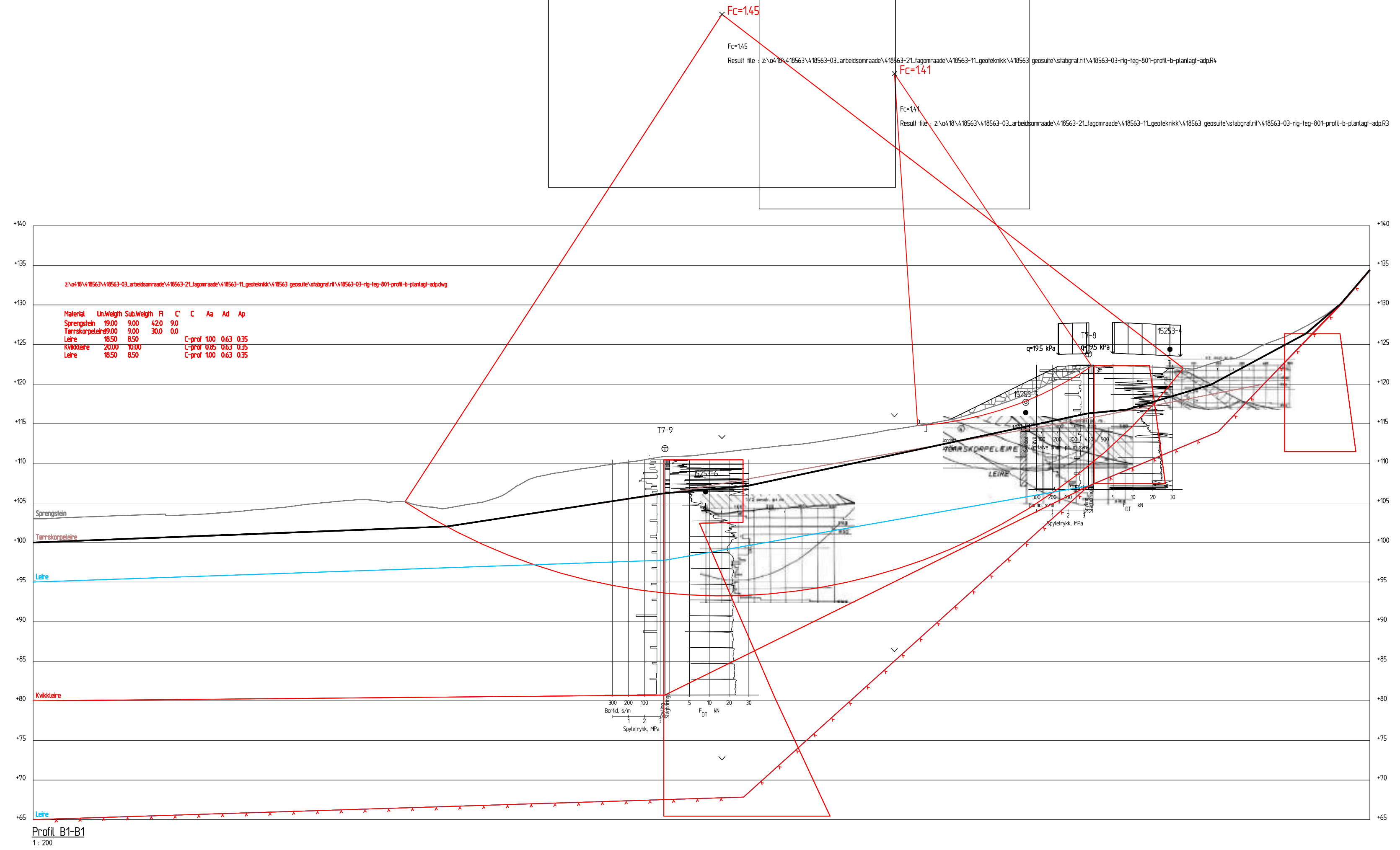
00	-	-	-	-	
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Trondheim kommune				Fag	Format
Gang- og sykkelveg Kambrua-Lia				Geoteknikk	A3L
Profil A-A				Dato	14.06.2019
Stabilitetsberegning				Format/Målestokk	1:400
Planlagt terreng med stabiliserende tiltak, $\phi$ -analyse				Godkjent	ARV
<b>Multiconsult</b> www.multiconsult.no		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
Oppdragsnr.		AMO	ARV	ARV	ARV
418563-03		Tegningsnr.	RIG-TEG-800.5	Rev.	00

Z:\0418\418563\03\_ARBEIDSONMRAADE\418563-21\_fagomraade\418563-11\_Geoteknikk\418563-RIG-TEG-801.dwg, 17.06.2019 15:48:22



00	-	-	-	-	
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Trondheim kommune		Fag Geoteknikk		Format A3L
	Gang- og sykkelveg Kambrua-Lia		Dato	14.06.2019	
	Profil B-B		Format/Målestokk:	1:400	
	Stabilitetsberegning				
	Plantagt terreng, ADP-analyse				
<b>Multiconsult</b> www.multiconsult.no		Status Utsendt	Konstr./Tegnet AMO	Kontrollert ARV	Godkjent ARV
Oppdragsnr: 418563-03		Tegningsnr: RIG-TEG-801.1		Rev. 00	

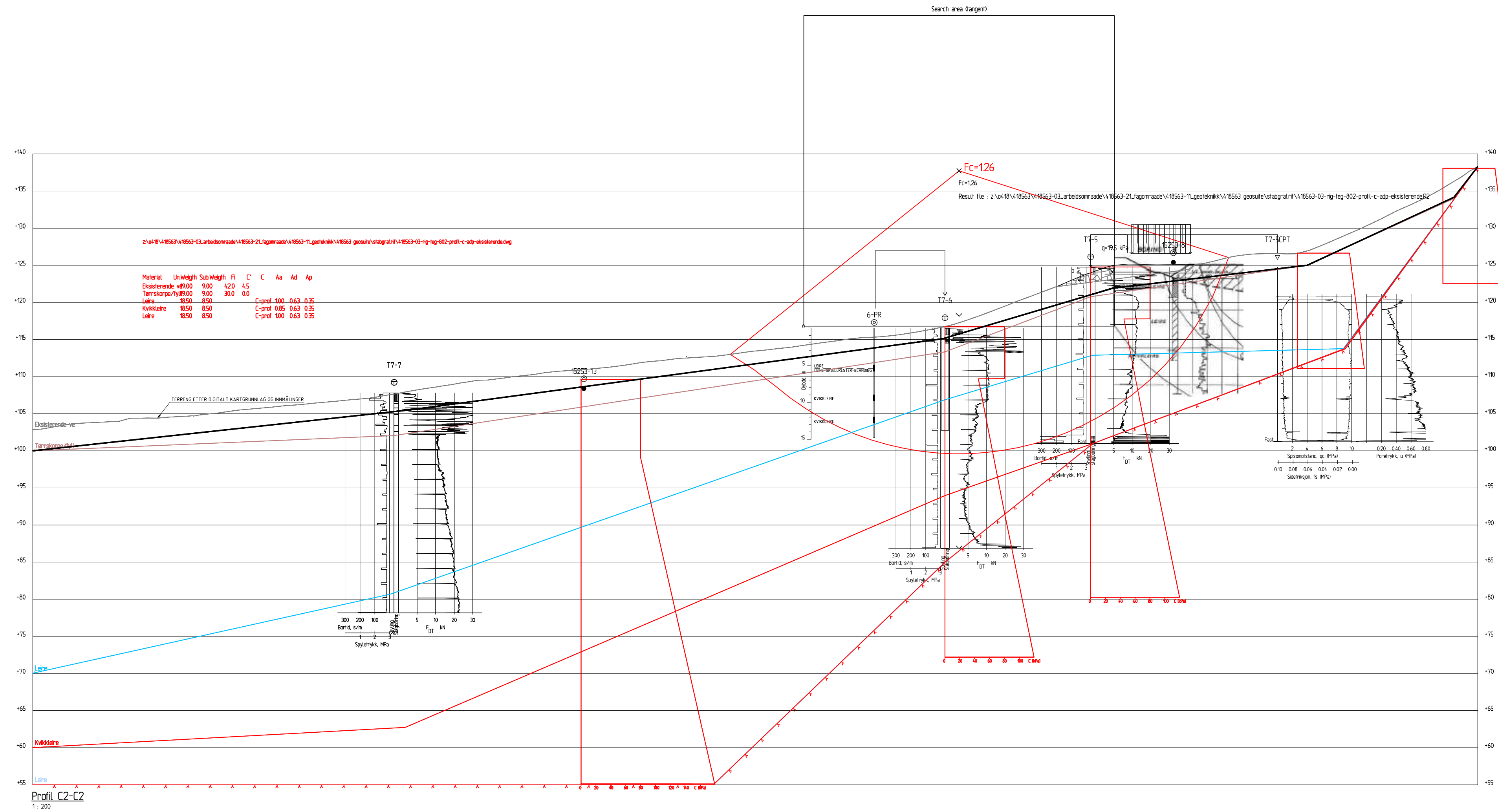
Z:\0418\418563\03\_ARBEIDSONMRAADE\418563-21\_fagomraade\418563-11\_Geoteknikk\418563-RIG-TEG-801.dwg, 17.06.2019 15:48:41



00	-	-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Trondheim kommune		Fag Geoteknikk		Format A3L
	Gang- og sykkelveg Kambrua-Lia		Dato	14.06.2019	
	Profil B-B		Format/Målestokk:	1:400	
	Stabilitetsberegning				
	Plantagte terreng, aφ-analyse				
<b>Multiconsult</b> www.multiconsult.no		Status Utsendt	Konstr./Tegnet AMO	Kontrollert ARV	Godkjent ARV
Oppdragsnr: 418563-03		Tegningsnr: RIG-TEG-801.2		Rev. 00	

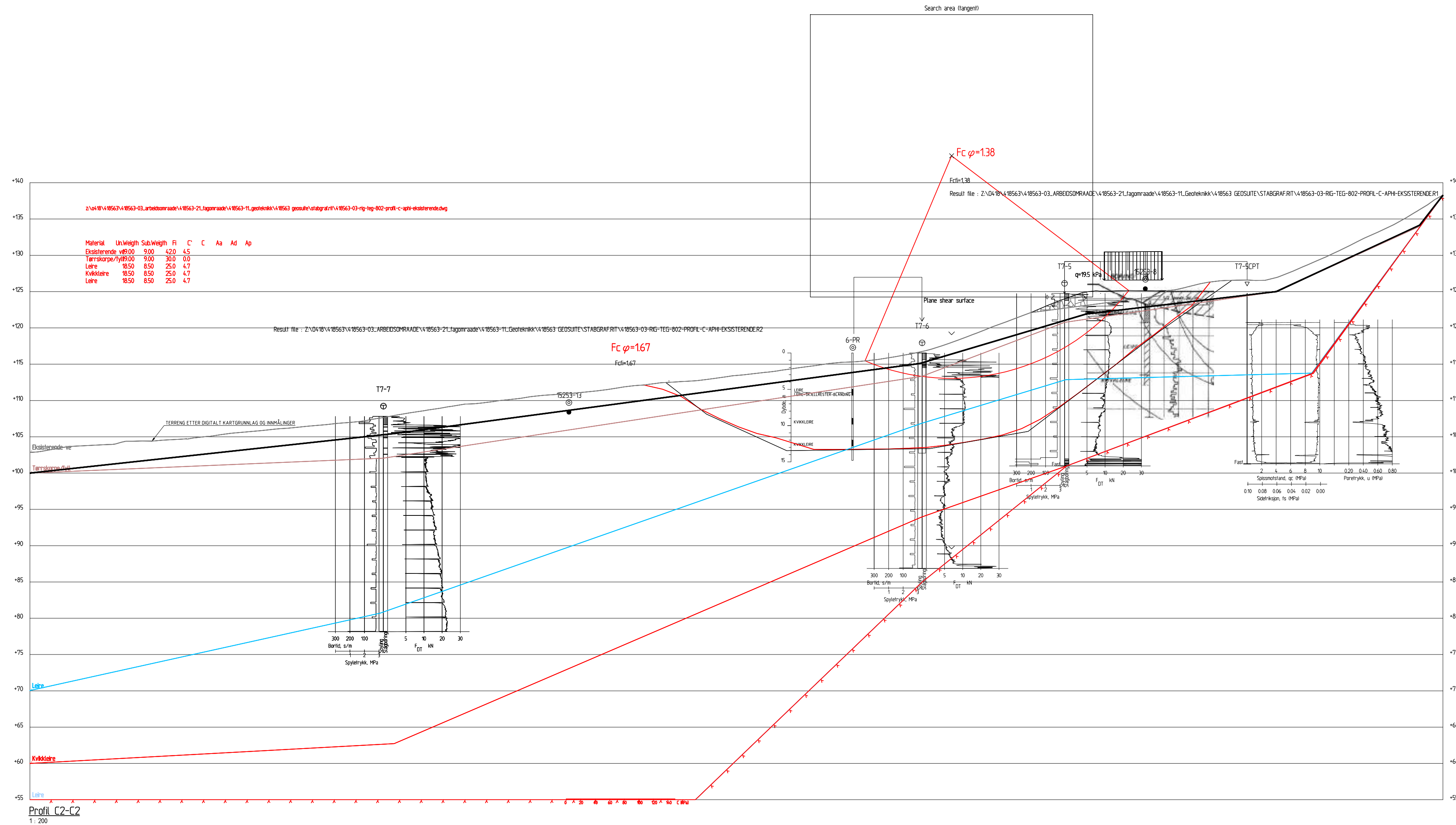


Z:\0418\418563\03\_ARBEIDSSOMRAADE\418563-21\_fagomraade\418563-11\_Geoteknik\418563-RIG-TEG-80X.dwg, 17.06.2019 16:12:53



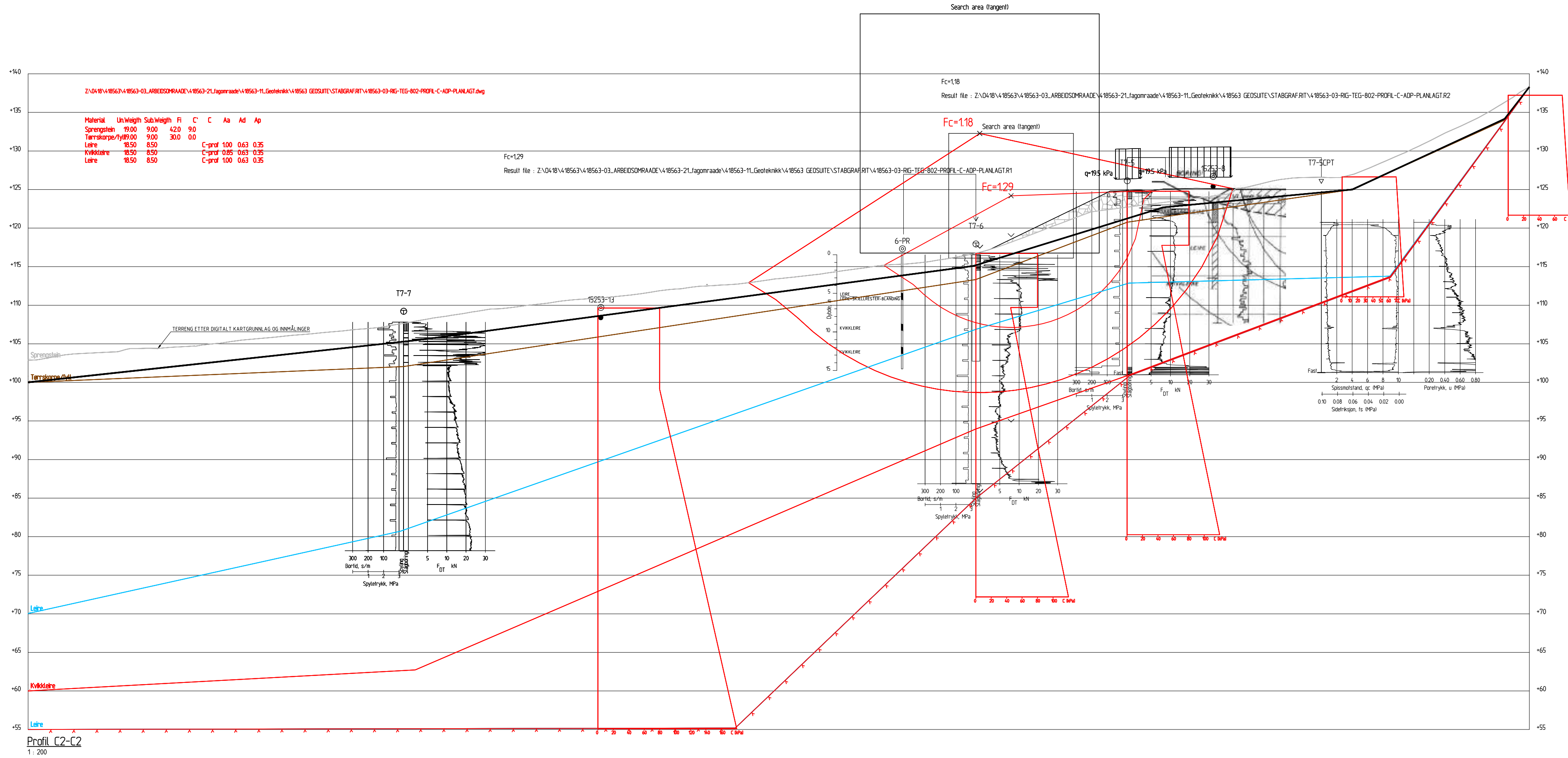
00							
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.	Fag	Format
	Trondheim kommune					Geoteknikk	A3L
	Gang- og sykkelveg Kambrua-Lia					Dato	14.06.2019
	Profil C-C					Format/Målestokk:	1:400
	Stabilitetsberegning						-
	Eksisterende terreng, ADP-analyse						
<b>Multiconsult</b>		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent		
www.multiconsult.no		Utsendt	AMO	ARV	ARV		
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.			Rev.	
		418563-03	RIG-TEG-802.1			00	

Z:\0418\418563\03\_ARBEIDSMRÅDE\418563-03\_Teg-80X.dwg, 17.06.2019 16:13:36



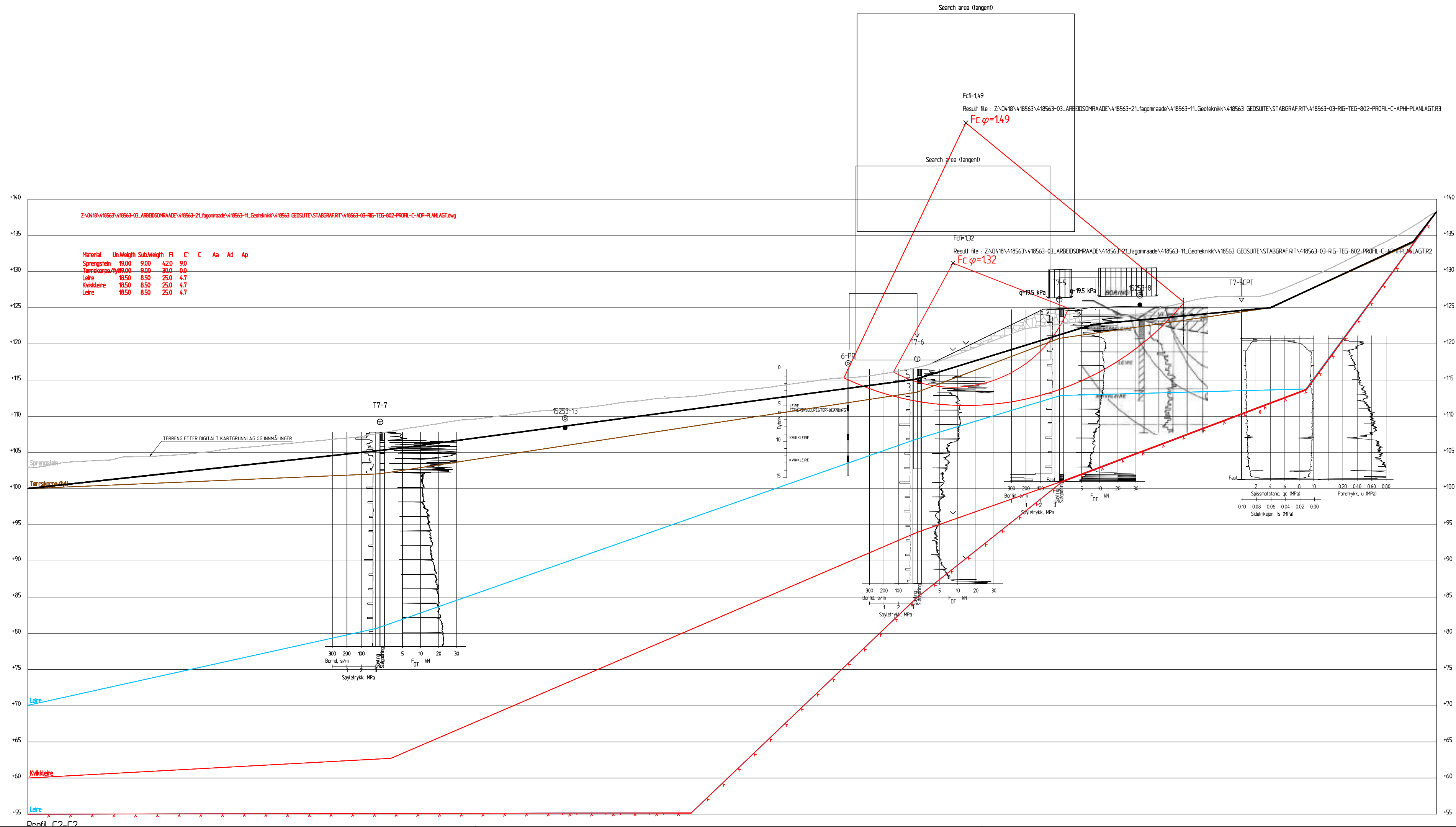
00	-	-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Trondheim kommune		Fag Geoteknikk		Format A3L
	Gang- og sykkelveg Kambrua-Lia		Dato	14.06.2019	
	Profil C-C		Format/Målestokk:	1:400	
	Stabilitetsberegning				
	Ekstisterende terreng, $a\phi$ -analyse				
<b>Multiconsult</b> www.multiconsult.no		Status Utsendt	Konstr./Tegnet AMO	Kontrollert ARV	Godkjent ARV
Oppdragsnr: 418563-03		Tegningsnr: RIG-TEG-802.2		Rev. 00	

Z:\0418\18563\18563-03\_ARBEIDSMRÅDE\18563-21\_fagområde\18563-11\_Geoteknik\18563-11\_Teg-802.dwg, 17.06.2019 16:14:03



00	-	-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Trondheim kommune		Fag Geoteknikk		Format A3L
	Gang- og sykkelveg Kambrua-Lia		Dato	14.06.2019	
	Profil C-C		Format/Målestokk:	1:400	
	Stabilitetsberegning				
	Planlagt terreng uten stabiliserende tiltak, ADP-analyse				
<b>Multiconsult</b>		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
www.multiconsult.no		Utsendt	AMO	ARV	ARV
Oppdragsnr:		Tegningsnr.		Rev.	
418563-03		RIG-TEG-802.3		00	

Z:\04\18\418563\03\_ARBEIDSMRÅDE\418563-03\_TEG-802.dwg, 17.06.2019 16:14:31

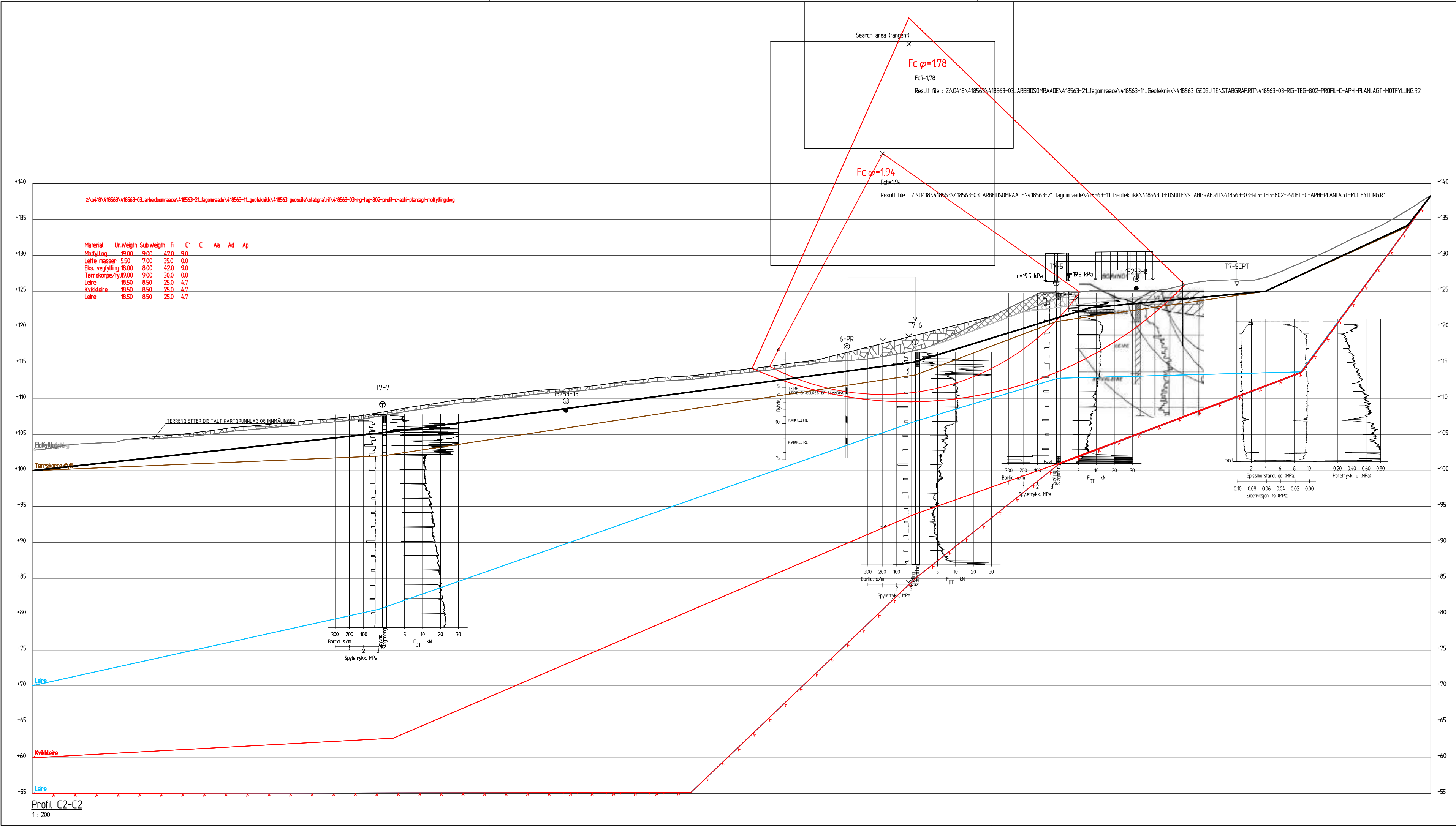


00	-	-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Trondheim kommune		Fag		Format
	Gang- og sykkelveg Kambrua-Lia		Geoteknikk		A3L
			Dato	14.06.2019	
	Profil C-C		Format/Målestokk:	1:400	
	Stabilitetsberegning				
	Planlagt terreng uten stabiliserende tiltak, αφ-analyse				
<b>Multiconsult</b> www.multiconsult.no		Status Utsendt	Konstr./Tegnet AMO	Kontrollert ARV	Godkjent ARV
		Oppdragsnr. 418563-03	Tegningsnr. RIG-TEG-802.4	Rev.	00





Z:\0418\418563\03\_ARBEIDSMRÅDE\418563-03\_Teg-802.dwg, 17.06.2019 16:15:16



00	-	-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Trondheim kommune		Fag		Format
	Gang- og sykkelveg Kambrua-Lia		Geoteknikk		A3L
	Profil C-C		Dato	14.06.2019	
	Stabilitetsberegning		Format/Målestokk:	1:400	
	Planlagt terreng med stabiliserende tiltak, aφ-analyse				
<b>Multiconsult</b>		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
www.multiconsult.no		Utsendt	AMO	ARV	ARV
Oppdragsnr. 418563-03		Tegningsnr. RIG-TEG-802.6		Rev. 00	

## Vedlegg A - Sikkerhetsprinsipper

### Innholdsfortegnelse

<b>A</b>	<b>Sikkerhetsprinsipper</b> .....	<b>1</b>
1.1.	Generelt .....	1
1.2.	TEK 10 § 7, Sikkerhet mot naturpåkjenninger .....	1
1.3.	TEK 10 § 10, Konstruksjonssikkerhet .....	2
1.4.	Geoteknisk kategori .....	2
1.5.	Konsekvensklasse / pålitelighetsklasse (CC / RC) .....	2
1.6.	Krav til sikkerhetsnivå .....	2
1.7.	Tiltaksklasse iht. PBL .....	3
1.8.	Kvalitetssystem .....	4
1.9.	Kontrollklasser prosjektering og utførelse .....	4
1.10.	Bruddgrensetilstander .....	4
1.11.	Dimensjoneringsmetode (STR og GEO) .....	4
1.12.	Partialfaktorer påvirkninger/lastvirkninger (A) .....	4

## A Sikkerhetsprinsipper

### 1.1. Generelt

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

- Teknisk forskrift, TEK 17 § 7 og § 10
- NS-EN 1990-1:2002 + A1:2005 + NA:2016 (Eurokode 0)
- NS-EN 1997-1:2004 + A1:2013 + NA:2016 (Eurokode 7, del 1)
- NS-EN 1997-2:2007 + NA:2008 (Eurokode 7, del 2)
- NS-EN 1998-1:2004 + A1:2013 + NA:2014 (Eurokode 8, del 1)
- NS-EN 1998-5:2004 + NA:2014 (Eurokode 8, del 5)
- NVEs retningslinjer nr. 2/2011, Flaum- og skredfare i arealplanar, Revidert 22. mai 2014
- NVEs veileder nr. 7/2014, Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper.

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

- Statens vegvesen (SVV), Veiledning V220 Geoteknikk i vegbygging, 6. utgave, juni 2010
- Statens vegvesen (SVV), Veiledning V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger, 2014

### 1.2. TEK 10 § 7, Sikkerhet mot naturpåkjenninger

I henhold til TEK 17 [1] § 7.2 skal byggverk plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger (flom, stormflo og skred).

Det er spor etter aktiv erosjon i nordre del av Liabekken, og lokale utglidninger på to steder i søndre del. Erfaringsmessig begrenses utbredelsen av kvikkleireskred til 15 ganger skråningshøyden i jevnt hellende terreng. I strekninger hvor skredutbredelse ikke kan avgrenses etter dette kriteriet, vurderes det at et evt. kvikkleireskred ikke vil berøre gang- og sykkelvegen pga. terrengforhold og/eller beliggenhet av forekomstene av kvikkleire.

Tiltaket anses dermed klarert med tanke på skredfare som følge av initialskred langs Liabekken.

### 1.3. TEK 10 § 10, Konstruksjonssikkerhet

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

TEK 10 § 10.2 angir følgende:

*Grunnleggende krav til byggverkets mekaniske motstandsevne og stabilitet, herunder grunnforhold og sikringstiltak under utførelse og i endelig tilstand, kan oppfylles ved prosjektering av konstruksjoner etter Norsk Standard NS-EN 1990 Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner og underliggende standarder i serien NS-EN 1991 til NS-EN 1999, med tilhørende nasjonale tillegg.*

I veiledningen til TEK 10 står det:

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

Ved å benytte standarder (Eurokoder) som angitt i pkt. A.1, vil TEK 10 § 10 dermed være ivaretatt.

### 1.4. Geoteknisk kategori

Eurokode 7 stiller krav til prosjektering ut fra tre ulike geotekniske kategorier. Valg av kategori gjøres ut fra standardens punkt 2.1 «Krav til prosjektering» [2].

Det skal etableres en ca. 3 km lang gang- og sykkelveg langs eksisterende fylkesveg. Løsmassene består hovedsakelig av bløt leire med enkelte tynne siltlag ned til minst 30 m under terreng. Det er påvist kvikkleire langs store deler av området, men anleggsarbeidene kommer ikke ned i lag av bløt leire. Det skal etableres fyllinger i skrått sideterreng.

Det velges overordnet krav til prosjektering i henhold til **Geoteknisk kategori 2**, som omfatter konvensjonelle typer konstruksjoner og fundamenter uten unormale risikoer eller vanskelige grunn- og belastningsforhold.

### 1.5. Konsekvensklasse / pålitelighetsklasse (CC / RC)

Konsekvensklasser er behandlet i tillegg B i Eurokode 0. Tabell NA.A1 (901) i nasjonalt tillegg av Eurokoden gir rettleidende eksempler på plassering av byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler i Konsekvens- og Pålitelighetsklasser (CC/RC) 1-4 [3].

Gang- og sykkelvegen plasseres i Konsekvens- og Pålitelighetsklasse **CC/RC 2** med bakgrunn i topografi og grunnforhold. Det vil si i samme kategori som «Boliger og kontorbygg, offentlige bygninger der konsekvensene av brudd er betydelige» iht. tabell NA.A1 (901). Konsekvensklasse CC 2 blir i tabell B1 [13] beskrevet som «Middels stor konsekvens i form av tap av menneskeliv, betydelige økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser».

### 1.6. Krav til sikkerhetsnivå

#### Lokalstabilitet

Eurokode 7 [2] stiller krav om en beregningsmessig partialkoeffisient  $\gamma_M \geq 1,25$  for effektivspenningsanalyser og  $\gamma_M \geq 1,4$  for totalspenningsanalyser. Iht. Eurokode 7 skal den beregningsmessige partialkoeffisienten økes ut over ovenstående verdier når faren for progressiv bruddutvikling i sprøbruddmaterialer anses å være tilstede. Det velges krav til beregningsmessig partialkoeffisient  $\gamma_M \geq 1,4$  for både effektivspenningsanalyser og totalspenningsanalyser.

## Områdestabilitet

### Generelt:

Det er registrert kvikkleire/sprøbruddmateriale i deler av planområdet. Gang- og sykkelvegen går gjennom NVE kvikkleiresoner Ekle, Eklesplassen og Randli.

For all ny utbygging i områder med kjente eller potensielle forekomster av kvikk/sensitiv leire, skal faren for skred utredes/vurderes etter de krav som stilles i NVEs retningslinjer nr. 2/2011 [4] og TEK 17 [1]. NVEs veileder nr. 7/2014 gir krav til utredninger av skredrisiko for utbygging i kvikkleireområder. For konkrete tiltak er krav til sikkerhetsnivå og utredninger bestemt av tiltakskategori og faregradsklasse.

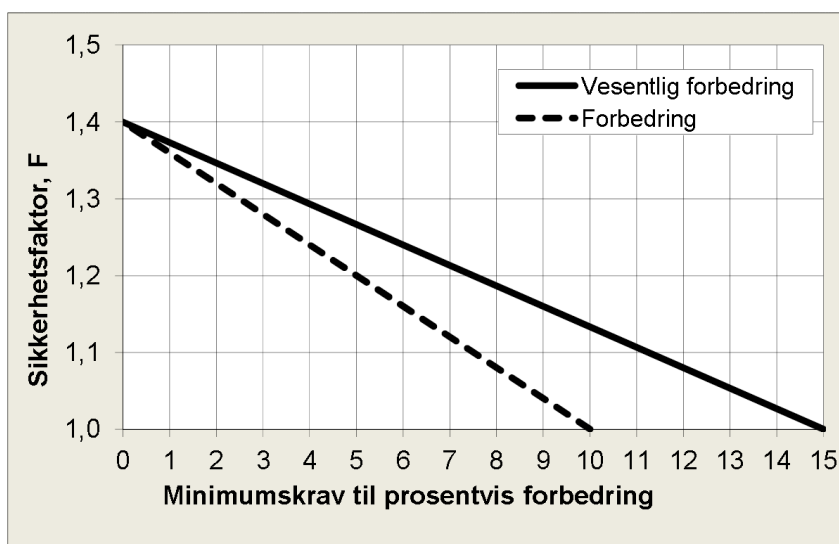
### Strekninger hvor områdestabilitet ikke forverres:

Utbygging av gang- og sykkelveg vurderes generelt å ligge i **Tiltakskategori K1** – Byggverk, terrenginngrep og anlegg av begrenset størrelse og tyngde med lite personopphold. Eksempler inkluderer private og kommunale veger og trafiksikkerhetstiltak, som over- og underganger. Tiltaket skal ikke påvirke områdestabiliteten negativt, og selve tiltakene kan utføres med lette masser eller stabiliserende tiltak for å oppnå at stabiliteten ikke forverres.

### Strekninger hvor områdestabilitet forverres:

Fyllingene nordre del av traseen medfører i utgangspunktet en forverring av områdestabilitet, og må dermed plasseres i **Tiltakskategori K2**. Det må dokumenteres sikkerhetsfaktor  $F \geq 1,4$  for områdestabilitet for ferdig veg, eller tilstrekkelig prosentvis forbedring i forhold til eksisterende situasjon. Videre skal mulige utløsende skredmekanismer vurderes og eventuelle nødvendige sikringstiltak iverksettes dersom prinsippet om prosentvis forbedring benyttes.

I både tiltakskategori K1 og K2 stilles det krav til at erosjon som kan gi negativ påvirkning av stabiliteten i tiltaksområdet skal stoppes ved erosjonssikring.



Figur A.1. Krav til % - vis forbedring av stabilitetsforhold, hentet fra NVEs veileder 7/2014

## 1.7. Tiltaksklasse iht. PBL

Iht. tabell 2 «Kriterier for tiltaksklasseplassering for prosjektering» i Veiledning om byggesak [5], utarbeidet av Direktoratet for byggkvalitet, vurderer vi at utbyggingen kan plasseres i Tiltaksklasse 2.

### 1.8. Kvalitetssystem

Eurokode 0 krever at det ved prosjektering av konstruksjoner i pålitelighetsklasse 2, 3 og 4 skal være et kvalitetssystem tilgjengelig [3]. Oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Multiconsults styringssystem. Systemet er bygget opp med prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for kvalitetsstandard NS-EN ISO 9001:2015 [7].

### 1.9. Kontrollklasser prosjektering og utførelse

Eurokode 0 gir videre føringer for krav til omfang av prosjekteringskontroll og utførelseskontroll avhengig av pålitelighetsklasse [3].

I samsvar med tabell NA.A1(902) og NA.A1(903) i Eurokode 0 settes prosjekteringskontroll og utførelseskontroll for pålitelighetsklasse 2 til prosjekteringskontrollklasse PKK2 og utførelseskontrollklasse UKK2.

For prosjektering innebærer kontrollklasse «PKK2» at det blir utført grunnleggende kontroll (egenkontroll), intern systematisk kontroll (kollegakontroll) og utvidet kontroll. Utvidet kontroll skal utføres i byggherrens regi enten av byggherrens egen organisasjon eller av et uavhengig foretak.

For utførelse innebærer kontrollklasse «UKK2» at det skal utføres grunnleggende kontroll (egenkontroll), intern systematisk kontroll (kollegakontroll) og utvidet kontroll. Utvidet kontroll skal utføres i byggherrens regi enten av byggherrens egen organisasjon eller av et uavhengig foretak.

### 1.10. Bruddgrensetilstander

Følgende bruddgrensetilstander er aktuelle for geoteknisk design i prosjektet [2]:

- STR: Intern svikt eller for stor deformasjon i konstruksjon eller bærende deler, medregnet f.eks. fundamenter, peler eller kjellervegger, der konstruksjonsmaterialenes fasthet gir et betydelig bidrag til motstanden.  
 $E_d \leq R_d$
- GEO: Svikt eller for stor deformasjon i grunnen, der fastheten av jord eller berg gir et betydelig bidrag til motstanden.  
 $E_d \leq R_d$

Eurokoden åpner for bruk av både strengere og mildere verdier for partialfaktorer enn de som er anbefalt i tillegg A eller nasjonalt tillegg.

### 1.11. Dimensjoneringsmetode (STR og GEO)

Dimensjoneringsmetode 3 blir benyttet for all annen geoteknisk prosjektering enn peler. Følgende sett av partialfaktorer blir benyttet for denne dimensjoneringsmetoden (2.4.7.3.4.4, ref. [2]):

Påvirkninger / lastvirkninger:	A1 (konstruksjonslaster) & A2 (geotekniske laster)
Grunnens egenskaper:	M2
Motstand:	R3

### 1.12. Partialfaktorer påvirkninger/lastvirkninger (A)

For geotekniske laster benyttes lastfaktor 1,0 for permanente laster og 1,3 for variable laster (ECO: Tabell NA.A1.2(C), ref. [3]).

For gunstige lastvirkninger, og for beregninger i ulykkesgrensetilstand, regnes det med partialfaktor 1,0 på lasten.

## Vedlegg B - Materialparametre

### 1 Materialparametre

#### 1.1 Tolkning av beregningsparametre

Tolkning av parametre er utført på basis av utførte CPTU-sonderinger og opptatte 54 mm prøveserier fra geotekniske rapporter R.1733 [1], R.0427 [2], O.1525-03 og 32395-01 [3]. Der det ikke er fremskaffet parametre ved forsøk er det benyttet erfaringsparametre fra Statens Vegvesens håndbok V220 [4] og for lette masser V221 [5].

##### Kvalitet av undersøkelser

Utført CPTU-sonderinger i BP. 5 og BP. 11 vurderes å være av meget god kvalitet og vurderes å ligge i anvendelsesklasse 1. Sondringen i BP. 9 har noe manglende poretrykksrespons i øvre del, men er for øvrig av god kvalitet.

#### 1.2 Udrenerte styrkeparametre

Verdier for udrenert skjærstyrke,  $c_u$  er tolket fra rutineundersøkelser på opptatte prøver (enaks og konus), CPTU, sonderinger og treaksialforsøk. Rutineundersøkelsene viser i enkelte lag noe variasjon i målt udrenert skjærstyrke og kan indikere noe forstyrret prøve kvalitet. Det er derfor lagt større vekt på CPTU-tolkningene enn normalt.

Verdier fra rutineundersøkelser (enaks og konus) er plottet direkte inn i de presenterte CPTU-tegningene.

##### 1.2.1 $c_{uA}$ fra CPTU-sonderinger

For bestemmelse av udrenert skjærfasthet er CPTU-sonderinger korrelert iht. empirisk baserte tolkningsfaktorer etter [6] og [7]. For bløte, finkornige masser med relativt homogene forhold betraktes tolkning av CPTU på poretrykksbasis normalt som den mest egnede metoden.

##### Metode basert på poretrykksbasis, $\Delta u$ :

På poretrykksbasis bestemmes  $c_{uA}$  som:

$$c_{uA} = \frac{\Delta u}{N_{\Delta u}} = \frac{u_2 - u_0}{N_{\Delta u}}$$

der,

$\Delta u$	= poreovertrykk
$u_2$	= målt poretrykk i CPTU
$u_0$	= in situ poretrykk
$N_{\Delta u}$	= bæreevnefaktor

Verdier for faktoren  $N_{\Delta u}$  kan etableres både empirisk og teoretisk. Teoretisk er det vist at faktoren  $N_{\Delta u}$ , vil variere mellom 2-20. Vanligvis bestemmes imidlertid  $c_{uA}$  ved hjelp av empiriske baserte verdier



for  $N_{\Delta u}$  der resultater fra anisotrope konsoliderte treaksialforsøk på blokkprøver med høy kvalitet er benyttet som referanser.

$c_{uA}$  på poretrykksbasis er tolket med korrelasjoner til poretrykksforholdet  $B_q$ .

#### Metode basert på spissmotstand, $q_t$

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

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

der,

$q_t$  = korrigert spissmotstand

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

$N_{kt}$  = bæreevnefaktor/konfaktor

Tegning nr. -040.1 og -040.2 t.o.m. 042.1 og -044.2 viser de tolkede skjærfasthetsprofilene med valgt karakteristisk designverdi.

### 1.2.2 Anisotropi

Det er ikke utført parallelle aktive og passive treaksialforsøk for vurdering av anisotropiforhold. Anisotropiforholdet er derfor vurdert ut fra publiserte «omforent anbefaling» i NIFS-rapport nr. 14/2014 [8].

Tabell B.1. Anisotropifaktorer iht. NIFS-rapport nr. 14/2014.

$I_p$	$c_{uD}/c_{uC}$	$c_{uE}/c_{uC}$
$I_p \leq 10 \%$	0,63	0,35
$I_p \geq 10 \%$	$0,63 + 0,00425 \cdot (I_p - 10)$	$0,35 + 0,00375 \cdot (I_p - 10)$

Følgende anisotropiforhold er benyttet for leire og sprøbruddmateriale i beregningene:

Tabell B.2. Valgte ADP-faktorer.

$I_p$ [%]	$c_{uD}/c_{uC}$	$c_{uE}/c_{uC}$
< 10	0,63	0,35

### 1.2.3 Reduksjon av beregningsmessig styrke i sprøbruddmateriale

Det er valgt å ikke redusere «peak» verdien på  $c_{uA}$  for uttak av karakteristisk styrke fra CPTU-tolkning. Designverdiene for aktiv styrke er i stedet redusert med 15 % i stabilitetsberegningene for iht. NVE veileder nr.7/2014 [4]. Dette er implementert ved bruk av ADP-forholdet ved udrenerte analyser i GeoSuite.

### 1.3 Effektivspenningsparametere

#### 1.3.1 Effektivspenningsparametere, friksjonsvinkel, $\varphi_k$

Valgte effektivspenningsparametere i leire og sprøbruddmateriale er basert på treaksialforsøk og rutineforsøk samt vurdert opp mot erfarsingsverdier iht. Statens vegvesen Håndbok V220.

### 1.4 Materialparametere

Materialparametere benyttet ved beregning er angitt i tabell B.4. Aktiv udrenert skjærstyrke benyttet i udrenerte stabilitetsberegninger er vist som  $c_u$ -profiler i stabilitetstegningene, se tegninger -800.1 t.o.m. -802.5.

Tabell 1-1: Materialparametre

Materiale	Tyngdetetthet $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Friksjon, $\tan\varphi$ [-]	Attraksjon, $a$ [kPa]
Fylling (sprengstein)	19,0	0,90 ( $\varphi = 42,0^\circ$ )	9
Fylling (lette masser)	5,5	0,70 ( $\varphi = 35,0^\circ$ )	0
Tørrskorpeleire	19,0	0,58 ( $\varphi = 30,0^\circ$ )	0
Kvikkleire	18,5	0,47 ( $\varphi = 25,0^\circ$ )	10
Leire	18,5	0,47 ( $\varphi = 25,0^\circ$ )	10

## 1.5 Referanser

- [1] Trondheim kommune, «R.1733 Kambrua-Lia. GS-veg», R.1733, jun. 2018.
- [2] Trondheim kommune, «R.0427 Bratsbergvegen. Parsell Haugli-Eklesbakken», R.0427, 1976.
- [3] Geoteam, «Boligområde Eklesbakken. Orienterende grunnundersøkelse. Geoteknisk vurdering.», 32305-01, 1990.
- [4] Statens vegvesen, Vegdirektoratet, «Geoteknikk i vegbygging (Håndbok V220)», Vegdirektoratet, Oslo, Veiledning, jun. 2014.
- [5] V. Statens vegvesen, «Grunnforsterkning, fyllinger og skrån timer (Håndbok V221)», Vegdirektoratet, Oslo, Veiledning, jun. 2014.
- [6] K. Karlsrud, T. Lunne, D. A. Kort, og S. Strandvik, «CPTU correlations for clays», presentert på 16th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering (ICSMFE), Osaka, 2005, s. 693–702.
- [7] K. Karlsrud, T. Lunne, og K. Brattlien, «Improved CPTU Correlations Based on Block Samples», presentert på Nordiske Geoteknikermøte (NGM), Reykjavik, 1996.
- [8] V. Thakur *mfl.*, «En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer», Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), Statens Vegvesen (SVV) og Jernbaneverket (JV), NIFS rapport 14/2014, jan. 2014.
- [9] Norges vassdrags- og energidirektorat, «Sikkerhet mot kvikkleireskred : Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper (V:7-2014)», NVE, Oslo, Veileder 7-2014, apr. 2014.

## Vedlegg C - Stabilitetsberegninger

### 1 Stabilitetsberegninger

Det er utført stabilitetsberegninger i tre profiler. Plassering av beregningsprofilene er vist i tegning 418563-03-RIG-TEG-001.

Det er utført beregninger på både totalspenningsbasis (ADP-analyse) og effektivspenningsbasis ( $\alpha\phi$ -analyse).

#### 1.1 Beregningsforutsetninger

Stabilitetsberegningene er gjennomført med beregningsprogrammet «GeoSuite Stability» versjon 16.1.1.0 med beregningsmetode Beast 2003. Beregningsmetoden er basert på grenselikevektsmetoden, og anvender en versjon av lamellemetoden som tilfredsstiller både kraft- og momentlikevekt. Programmet kan selv søke etter kritisk sirkulærsylindrisk glideflate for definerte variasjonsområder av sirkelsentrum eller gjøre beregninger på brukerdefinerte glideflater.

Grunnlag for valg av materialparametere er presentert i Vedlegg B – Materialparametere. Aktuelle materialparametere er oppsummert i Tabell 1-1. Materialparametere er hentet fra prøvedata, eller basert på standardverdier fra Statens vegvesens håndbøker der det ikke finnes relevante prøvedata.

Tabell 1-1: Materialparametre

Materiale	Tyngdetetthet $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Friksjon, $\tan\phi$ [-]	Attraksjon, $a$ [kPa]
Fylling (sprengstein)	19,0	0,90 ( $\phi = 42,0^\circ$ )	9
Fylling (lette masser)	5,5	0,70 ( $\phi = 35,0^\circ$ )	0
Tørrskorpeleire	19,0	0,58 ( $\phi = 30,0^\circ$ )	0
Kvikkleire	18,5	0,47 ( $\phi = 25,0^\circ$ )	10
Leire	18,5	0,47 ( $\phi = 25,0^\circ$ )	10

Udrenert skjærstyrke er tolket på grunnlag av CPTU-sonderinger og utførte rutine- og spesialforsøk. Udrenert styrke benyttet i beregning er vist i beregningsresultatene der udrenert analyse er benyttet.

For beregninger på totalspenningsbasis er det benyttet anisotropisk jordmodell med følgende anisotropifaktorer:

$$\frac{S_{uD}}{S_{uA}} = 0,63$$

$$\frac{S_{uP}}{S_{uA}} = 0,35$$

Det er lagt inn en 15 % reduksjon av aktiv udrenert styrke i lag av kvikkleire.

#### 1.2 Krav til sikkerhetsnivå

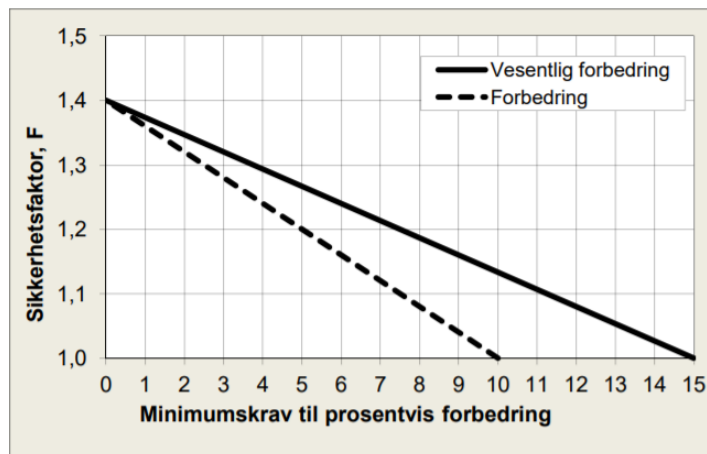
##### 1.2.1 Områdestabilitet

Områdestabiliteten følger kravene til sikkerhetsnivå i NVEs veileder nr. 7/2014 «Sikkerhet mot kvikkleireskred». Veilederen stiller krav om en beregningsmessig partialkoeffisient  $\gamma_m \geq 1,4$  for både effektivspenningsanalyser og totalspenningsanalyser.

Det kan aksepteres prosentvis forbedring av den beregningsmessige partialkoeffisienten  $\gamma_M$  for eksisterende terreng hvis  $\gamma_M < 1,4$ . Krav til prosentvis forbedring er avhengig av sikkerhetsnivået i utgangspunktet og må følge figur 5.1 i veileder nr. 7/2014.

Tiltak i tiltakskategori K4 i kvikkleiresoner med middels faregrad må oppfylle et av følgende krav:

- $\gamma_M \geq 1,4$
- *Forbedring* iht. figur 5.1 i NVEs Veileder nr. 7/2014.



Figur 1-1: Krav til prosentvis forbedring iht NV 7/2014.

### 1.2.2 Lokalstabilitet

For lokal stabilitet for konkrete utbygginger i kvikkleireområder følger kravene til sikkerhetsnivå i Eurokode dersom kravene i Eurokode er strengere enn kravene i NVEs retningslinjer. Eurokode 7 [4] stiller krav om en beregningsmessig partialkoeffisient  $\gamma_M \geq 1,25$  for effektivspenningsanalyser og  $\gamma_M \geq 1,4$  for totalspenningsanalyser.

### 1.3 Laster

Trafikklast  $q=15$  kPa med lastfaktor 1,3 er tatt med for atkomstveger der de virker drivende i beregninger for planlagt terreng. Der trafikklast vil være stabiliserende er den utelatt.

## 1.4 Resultater

### 1.4.1 Snitt A-A

Stabilitetsberegningene er vist på tegning nr. -800.1 t.o.m. -800.6.

Tabell 1-2: Sikkerhetsfaktor for kritisk skjærflate, snitt A-A

Tegning nr.	Beregning	Analyse	Glideflate	$\gamma_M$	Tilstrekkelig sikkerhet?
418413-RIG-TEG-800.1	Snitt A-A, eksisterende terreng	ADP	Områdestabilitet	1,15	
418413-RIG-TEG-800.2	Snitt A-A, eksisterende terreng	aφ	Områdestabilitet	1,63	
418413-RIG-TEG-800.3	Snitt A-A, planlagt terreng uten tiltak	ADP	Områdestabilitet	1,19	Nei
			Lokalstabilitet vegfylling	1,16	Nei
418413-RIG-TEG-800.4	Snitt A-A, planlagt terreng med tiltak	ADP	Områdestabilitet	1,24	Ja, 7,8 % forbedring
			Lokalstabilitet vegfylling	1,67	Ja
418413-RIG-TEG-800.5	Snitt A-A, planlagt terreng med tiltak	aφ	Områdestabilitet	1,86	Ja
			Lokalstabilitet vegfylling	2,29	Ja

#### Eksisterende situasjon

Beregnet områdestabilitet for eksisterende situasjon er  $\gamma_M = 1,15$  for udrenert analyse. Beregnet stabilitet er sensitiv for dybde til berg i øvre del av snittet.

#### Planlagt gs-veg uten stabiliserende tiltak

Planlagt geometri gir ikke tilstrekkelig forbedring av områdestabilitet.

#### Planlagt terreng med motfylling og lette masser

Kravet til forbedring av områdestabilitet for tiltakskategori K2 i kvikkleiresoner med høy faregrad er 6,5 % iht. Figur 1-1. Ved bruk av lette masser og stabiliserende motfylling i bunn av vegfylling oppnås 7,8 % forbedring.

### 1.4.2 Snitt B-B

Stabilitetsberegningene er vist på tegning 418563-03-RIG-TEG-801.1 t.o.m. -801.2.

Tabell 1-3: Sikkerhetsfaktor for kritisk skjærflate, snitt B-B

Tegning nr.	Beregning	Analyse	Glideflate	$\gamma_M$	Tilstrekkelig sikkerhet?
418563-03-RIG-TEG-801.1	Snitt B-B, planlagt tiltak	ADP	Områdestabilitet	1,45	Ja
			Lokalstabilitet vegfylling	1,41	Ja
418563-03-RIG-TEG-801.2	Snitt B-B, planlagt tiltak	a $\phi$	Områdestabilitet	1,95	Ja
			Lokalstabilitet vegfylling	1,42	Ja

Beregnet sikkerhetsfaktor er større enn 1,4 for både områdestabilitet og lokalstabilitet for både udrenert og drenert beregning.

### 1.4.3 Snitt C-C

Stabilitetsberegningene er vist på tegning 418563-03-RIG-TEG-802.1 t.o.m. -802.6.

Tabell 1-4: Sikkerhetsfaktor for kritisk skjærflate, snitt C-C

Tegning nr.	Beregning	Analyse	Glideflate	$\gamma_M$	Tilstrekkelig sikkerhet?
418563-RIG-TEG-802.1	Snitt C-C, eksisterende terreng	ADP	Områdestabilitet	1,26	
418563-RIG-TEG-802.2	Snitt C-C, eksisterende terreng	a $\phi$	Områdestabilitet	1,38	
418563-RIG-TEG-802.3	Snitt C-C, planlagt terreng uten tiltak	ADP	Områdestabilitet	1,18	Nei
			Lokal stabilitet vegfylling	1,29	Nei
418563-RIG-TEG-802.4	Snitt C-C, planlagt terreng uten tiltak	a $\phi$	Områdestabilitet	1,49	Ja
			Lokal stabilitet vegfylling	1,32	Ja
418563-RIG-TEG-802.5	Snitt C-C, planlagt terreng med tiltak	ADP	Områdestabilitet	1,30	Ja. Ikke forverring
			Lokal stabilitet vegfylling	1,50	Ja
418563-RIG-TEG-802.6	Snitt C-C, planlagt terreng med tiltak	a $\phi$	Områdestabilitet	1,78	Ja
			Lokal stabilitet vegfylling	1,94	Ja

#### Eksisterende situasjon

Beregnet områdestabilitet er  $\gamma_M = 1,26$  for udrenert analyse. For å oppnå «ikke forverring» av områdestabilitet må beregnet sikkerhetsfaktor være  $\gamma_M \geq 1,26$  for planlagt tiltak.

Planlagt gs-veg uten stabiliserende tiltak

Planlagt geometri med sprengstein i vegfylling og uten stabiliserende tiltak gir forverring av områdestabilitet.

Planlagt terreng med motfylling, heving av traktorveg og lette masser

Kravet til tiltakskategori K2 i kvikkleiresoner med middels faregrad er «ikke forverring» eller  $\gamma_M \geq 1,4$ . Ved bruk av lette masser i fylling for gs-veg, stabiliserende motfylling i bunn av vegfylling og heving av traktorveg med 0,5 m i en ca. 80 m strekning, oppnås kravet til «ikke forverring».

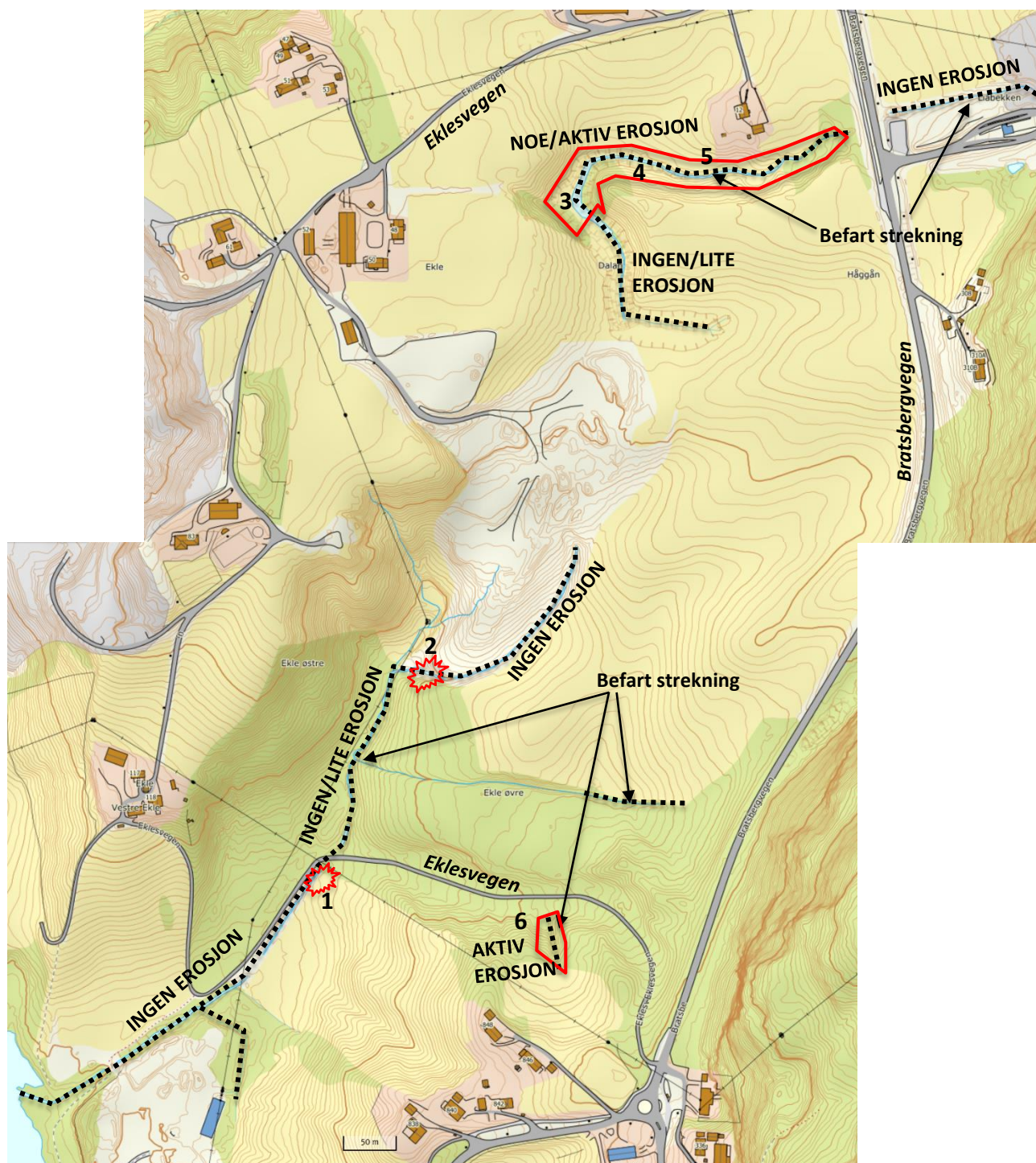


## Vedlegg D – Befaring Liabekken

### 1 Befaring Liabekken

Multiconsult utførte befaring langs Liabekken 25. juni 2018.

#### 1.1 Befart område



Figur 1: Oversiktskart



## 1.2 Erosjonsforhold

I søndre del av bekken er det lite eller ingen erosjon, med unntak av to lokale overflateglidninger (bilde 1-2). For øvrig er sidekantene godt vegetert eller har mye stein i overflaten, med maks 0,5 m erosjonskant.

I nordre del av bekken mellom Ekle og Bratsbergvegen foregår det litt/aktiv erosjon langs en ca. 250 m lang strekning (bilde 3-5). Bekkedalen er bred og flat, og bekkeløpet er utflytende og lite definert. Det foregår erosjon i yttersvinger i perioder med stor vannføring.

Det er funnet tegn på utglidninger/aktiv erosjon i en ravine/sidebekk (bilde 6). Det var ikke vannføring på befaringsdagen, men det var avsatt leire på terrengoverflata langs bunnen av skråningen.

Det er avsatt noe leire på flate områder i både nordre og søndre del av området. Det var lite sedimenter i vannet på befaringsdagen. Det er leire og stein i bekkedalen, men bruddflaten i overflateglidningene og erosjonskantene ser ut til å bestå av løse jordmasser. Det er observert krok i trestammer i området, som antyder noe overflatesig i de naturlige skråningene i området.

I etterfølgende avsnitt er det presentert utvalgte bilder fra strekninger hvor det er registrert aktiv erosjon eller utglidninger. Omtrentlig plassering av bildene er vist i Figur 1.

### 1.2.1 Bilde 1





**1.2.2 Bilde 2**



**1.2.3 Bilde 3**





**1.2.4 Bilde 4**



**1.2.5 Bilde 5**





**1.2.6 Bilde 6**

