

NOTAT

OPPDRAK	Gang- og sykkelbru Bjørndalen	DOKUMENTKODE	415556-RIG-NOT-006
EMNE	Oppdatert vurdering av område- og lokalstabilitet	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAKSGIVER	Trondheim kommune	OPPDRAKSLEDER	Konstantinos Kalomoiris
KONTAKTPERSON	Ivar Arne Devik	SAKSBEHANDLER	Konstantinos Kalomoiris
KOPI	Trondheim kommune v/Tone Furuberg	ANSVARLIG ENHET	10234011 Geoteknikk Midt

SAMMENDRAG

Multiconsult er engasjert av Trondheim kommune som geoteknisk rådgiver i forbindelse med regulering av gang- og sykkelbrua over Bjørndalen. I forbindelse med reguleringsplanen skal det dokumenteres at planområdet er skredsikkert og at planen er gjennomførbar geoteknisk og anleggsteknisk sett.

Multiconsult har tidligere gjort en vurdering av områdestabilitet og gjennomførbarhet. I forbindelse med regulering av Teknologitomta som grenser mot reguleringsområdet for gang- og sykkelbrua ble det imidlertid behov for supplerende grunnundersøkelser. Grunnundersøkelsene ble utført av Trondheim kommune og Multiconsult. På bakgrunn av resultatene fra de supplerende grunnundersøkelsene er stabilitetsberegningene og –vurderingene som er tidligere utført for brua revidert.

Det planlagte prosjektet i prinsippet er gjennomførbart med hensyn til krav til lokal- og områdestabilitet. De reviderte stabilitetsberegningene viser at omfang av stabiliserende tiltak kan reduseres i forhold til beregninger utført i 2017.

I anleggsfasen er det på vestre dalside behov for ca. 2 m til 4,5 m nedplanering på toppen av skråningen og på østre dalside er det nødvendig med 4 m nedplanering på toppen av skråningen, ned til kote +125. I dalbunnen er det nødvendig med en midlertidig motfylling med en mektighet på 1,5 m i forhold til dagens veg.

I permanentfasen er det på vestre dalside ikke nødvendig med stabiliserende tiltak. På østre dalside er det behov for nedplanering av samme omfang som for anleggsfasen. Det er ikke nødvendig med permanent motfylling i dalbunnen.

Det er nødvendig med detaljprosjektering av brua og sikringstiltakene i forbindelse med byggesaken.

00	26.04.2018	Oppdatert vurdering av område- og lokalstabilitet	Konstantinos Kalomoiris	Roar Skulbørstad	Roar Skulbørstad
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

Innhold

1	Innledning	4
2	Grunnlag	4
3	Topografi og grunnforhold	5
4	Overordnede myndighetskrav i regulerings- og prosjekteringsfasen	6
5	Krav iht. Statens vegvesen håndbok V220	6
6	Gjennomgang og vurdering av grunnundersøkelser og beregningsgrunnlaget.....	7
7	Områdestabilitet. Krav iht. regelverket	7
8	Område- og lokalstabilitet	9
8.1	Generelt	9
8.2	Stabilitetsberegninger og -vurderinger	9
9	Oppsummering	11
10	Referanser.....	11

Tegningsliste

415556-RIG-TEG	-000, rev00	Oversiktskart
415556-RIG-TEG	-001, rev01	Situasjonsplan
415556-RIG-TEG	-003, rev02	Situasjonsplan med stabiliserende tiltak
415556-RIG-TEG	-043.1, rev00	CPTU TK6-1. Spissmotstand $q_{c,t}$, poretrykk u_2 , sidfrikksjon $f_{s,t}$ og helning i
415556-RIG-TEG	-043.2, rev00	CPTU TK6-1. Netto spissmotstand q_n og poreovertrykk Δu_2
415556-RIG-TEG	-043.3, rev00	CPTU TK6-1. Spissmotstandstall N_m , poretrykks- B_q og friksjonsforhold R_f
415556-RIG-TEG	-043.4, rev00	CPTU TK6-1. Aktiv udrenert skjærfasjet c_{uA} korrelert mot B_q
415556-RIG-TEG	-043.5, rev00	CPTU TK6-1. Aktiv udrenert skjærfasjet c_{uA} korrelert mot S_t , OCR og I_p
415556-RIG-TEG	-043.6, rev00	CPTU TK6-1. Aktiv udrenert skjærfasjet c_{uA} , verdier fra SHANSEP-analyse
415556-RIG-TEG	-043.7, rev00	CPTU TK6-1. Overkonsolideringsforhold, $OCR = \sigma'_c / \sigma'_{v0}$
415556-RIG-TEG	-100, rev01	Profil A-A
415556-RIG-TEG	-103, rev02	Lengdeprofil (pel 140-400) med midlertidige stabiliserende tiltak
415556-RIG-TEG	-104, rev01	Lengdeprofil (pel 140-400) med permanente stabiliserende tiltak
415556-RIG-TEG	-300, rev02	Profil A – Vestre dalside. Stabilitetsberegninger for dagens tilstand. Totalspenningsanalyse

Oppdatert vurdering av område- og lokalstabilitet

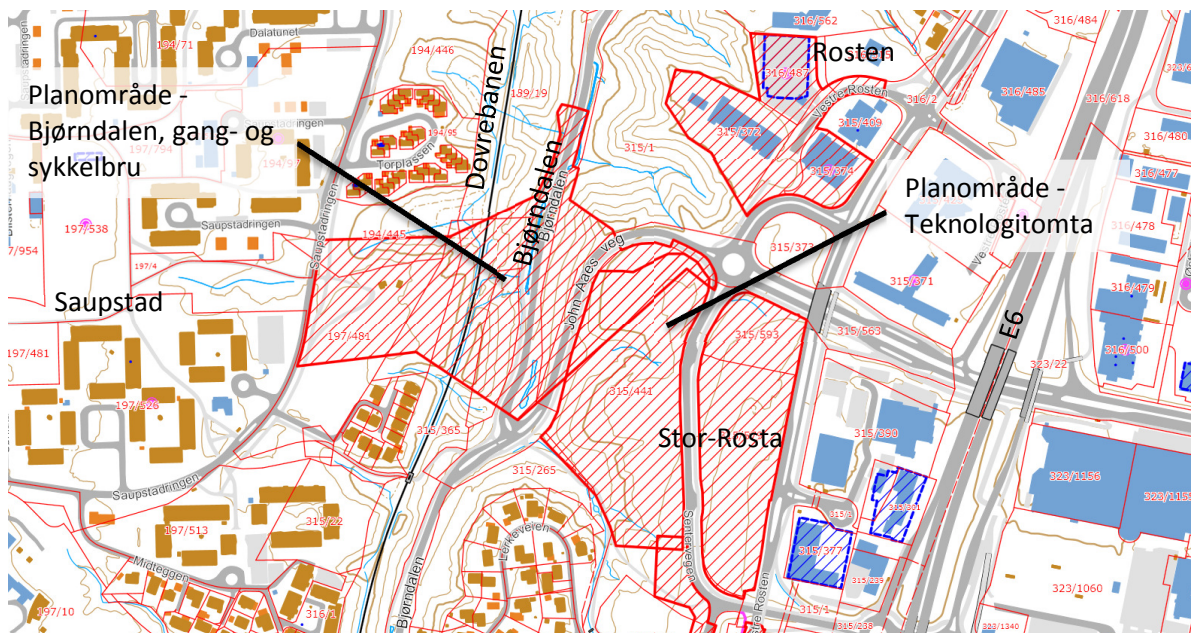
415556-RIG-TEG	-301, rev02	Profil A – Vestre dalside. Stabilitetsberegninger for dagens tilstand. Effektivspenningsanalyse
415556-RIG-TEG	-302, rev02	Profil A – Vestre dalside. Stabilitetsberegninger under peleramming. Totalspenningsanalyse
415556-RIG-TEG	-303, rev02	Profil A – Vestre dalside. Stabilitetsberegninger under peleramming. Effektivspenningsanalyse
415556-RIG-TEG	-304, rev02	Profil A – Vestre dalside. Stabilitetsberegninger under peleramming med tiltak. Totalspenningsanalyse
415556-RIG-TEG	-305, rev02	Profil A – Vestre dalside. Stabilitetsberegninger under peleramming med tiltak. Effektivspenningsanalyse
415556-RIG-TEG	-306, rev02	Profil A – Østre dalside. Stabilitetsberegninger for dagens tilstand. Totalspenningsanalyse
415556-RIG-TEG	-307, rev02	Profil A – Østre dalside. Stabilitetsberegninger for dagens tilstand. Effektivspenningsanalyse
415556-RIG-TEG	-308, rev02	Profil A – Østre dalside. Stabilitetsberegninger under peleramming. Totalspenningsanalyse
415556-RIG-TEG	-309, rev02	Profil A – Østre dalside. Stabilitetsberegninger under peleramming. Effektivspenningsanalyse
415556-RIG-TEG	-310, rev02	Profil A – Østre dalside. Stabilitetsberegninger under peleramming med tiltak. Totalspenningsanalyse
415556-RIG-TEG	-311, rev02	Profil A – Østre dalside. Stabilitetsberegninger under peleramming med tiltak. Effektivspenningsanalyse
415556-RIG-TEG	-312, rev01	Profil A – Vestre dalside. Stabilitetsberegninger for ferdig bygd bru. Totalspenningsanalyse
415556-RIG-TEG	-313, rev01	Profil A – Vestre dalside. Stabilitetsberegninger for ferdig bygd bru. Effektivspenningsanalyse
415556-RIG-TEG	-314, rev01	Profil A – Østre dalside. Stabilitetsberegninger for ferdig bygd bru. Totalspenningsanalyse
415556-RIG-TEG	-315, rev01	Profil A – Østre dalside. Stabilitetsberegninger for ferdig bygd bru. Effektivspenningsanalyse
415556-RIG-TEG	-450.4, rev00	Aktivt treksialforsøk. Tolkning av parametere. NTNU-plott. PR. 2, d=13.30 m
415556-RIG-TEG	-451.4, rev00	Aktivt treksialforsøk. Tolkning av parametere. NTNU-plott. PR. 2, d=15.30 m

1 Innledning

Multiconsult er engasjert av Trondheim kommune som geoteknisk rådgiver i forbindelse med regulering av ny gang- og sykkelbru over Bjørndalen. I forbindelse med reguleringsplanen skal det dokumenteres at planområdet er skredsikkert og at planen er gjennomførbar geoteknisk og anleggsteknisk sett. Reguleringsplanen skal vedtas i løpet av 2018, deretter skal brua detaljprosjekteres.

Multiconsult har tidligere gjort en vurdering av områdestabilitet og gjennomførbarhet av prosjektet, se ref. /1/. I forbindelse med regulering av Teknologitomta som grenser mot reguleringsområdet for gang- og sykkelbrua ble det imidlertid behov for supplerende grunnundersøkelser. Grunnundersøkelsene ble utført av Trondheim kommune /2/ og Multiconsult /3/. På bakgrunn av resultatene fra de supplerende grunnundersøkelsene er stabilitetsberegningene og –vurderingene som er tidligere utført for brua revidert.

Foreliggende notat tar utgangspunkt i Multiconsults notat nr. 415556-RIG-NOT-003, rev01 /1/ og presenterer resultater fra tolkning av de supplerende grunnundersøkelsene. Videre presenterer notatet en oppdatert vurdering av område- og lokalstabilitet knyttet til regulering gang- og sykkelbrua.



Figur 1-1 Oversiktskart med inntegnede planområder (kilde: Trondheim kommunes karttjeneste)

2 Grunnlag

Ny gang- og sykkelbru over Bjørndalen skal knytte sammen Saupstad og Tiller, og brua skal kobles sammen med de eksisterende gang- og sykkelvegssystemene i dette området. Inkludert bruonstruksjonen vil anlegget få en lengde på ca. 550 meter.

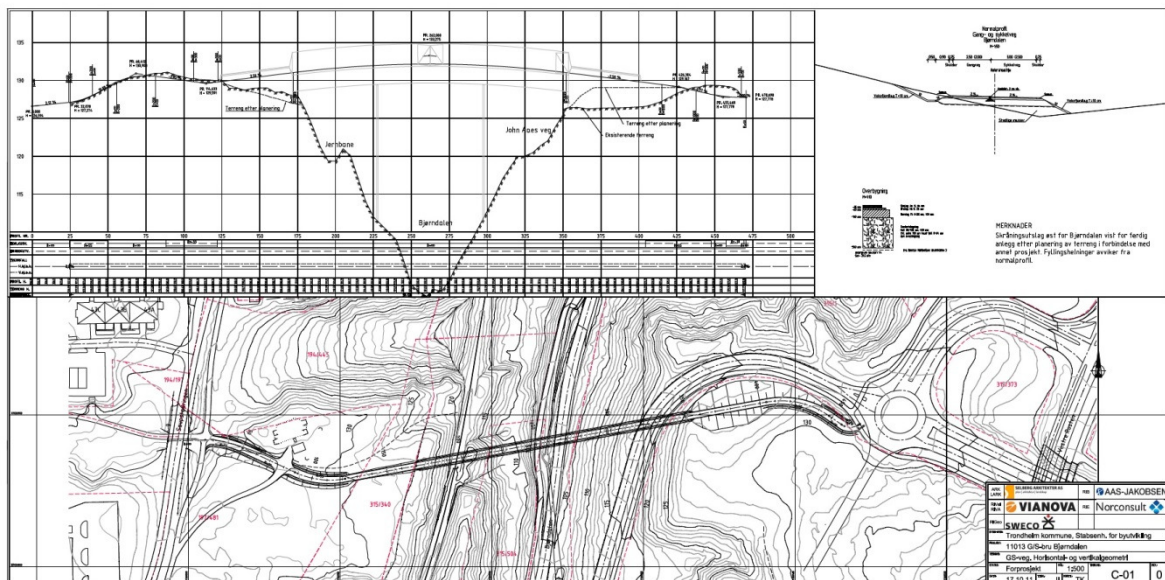
Bruløsningen som er lagt til grunn i forprosjektet, ref. /4/, er en kassekonstruksjon i tre spenn $56+70+56=182$ m. På det høyeste ligger brubanen ca. 30 m over terreng. Under brua går to veger (John Aaes veg og Bjørndalen) og jernbanen (Dovrebanen).

Det er forutsatt ett allsidig bevegelig og ett sidestyrt lager i landkaraksene. I søyleleksene er det forutsatt ett allsidig bevegelig lager og ett fastlager.

Oppdatert vurdering av område- og lokalstabilitet

Underbygningen består av tradisjonelle landkar i akse 1 og 4 og skivesøyler med varierende bredde i akse 2 og 3.

I forprosjektet, ref. /1/, er det foreslått fundamentering på betongpeler av typen P270MA i alle akser. Pelene er forutsatt utført som friksjonspeler. I forprosjektrapporten er det antatt pelelengde på 30 m.



Figur 2-1 Horisontal- og vertikalgeometri av planlagt bru (kilde: forprosjekttegning nr. C-01)

3 Topografi og grunnforhold

Bjørndalen er ca. 30 m dyp der brua krysser dalen. Dalbunnen ligger på ca. kote +101 og platået på begge dalsidene ligger på ca. kote +130. Dalsidene har gjennomsnittlig terrenghelning 1:3, men lokalt er skråningshelningen inntil 1:1,5.

Løsmassene består i hovedsak av leire med et tynt tørrskorpelag på toppen og ett tykk lag av silt/finsand på vestsiden av dalen, fra ca. kote +121 til kote +99 oppe på platået. På østsiden av dalen viser de supplerende grunnundersøkelsene imidlertid at løsmassene domineres av leire med innslag av tynne finsandlag. Under dalbunnen har silt/finsandlaget en tykkelse på ca. 2 m, fra ca. kote +96 til ca. kote +94.

Leira har sprøbruddegenskaper fra ca. 30 m dybde under terreng på platået på vestsiden av dalen. På østsiden av dalen har leira imidlertid ikke sprøbruddegenskaper. Under dalbunnen indikerer sonderingene at leira har sprøbruddegenskaper fra ca. kote +80. Sprøbruddeleirelaget har en tykkelse på 15 m på vestsiden av dalen og 6 m under dalbunnen.

Poretrykket er lavere enn hydrostatisk på toppen av dalskråningene på begge sider av dalen, med en grunnvannstand som ligger ca. 4 m under terreng. Midt i dalskråningene ligger grunnvannstanden 3 m under terreng og poretrykket øker hydrostatisk med dybden. I dalbunnen er poretrykket høyere enn hydrostatisk med en grunnvannstand som ligger rett under terrengoverflaten.

4 Overordnede myndighetskrav i regulerings- og prosjekteringsfasen

Utarbeidelse av reguleringsplanen er underlagt følgende lover, forskrifter, og retningslinjer:

- **Plan og bygningsloven (PBL), ref. /5/**
- **Byggteknisk forskrift (TEK 17), ref. /6/**
- **NVE retningslinje 2-2011 *Flaum- og skredfare i arealplanar*, ref. /7/, med tilhørende veileder 7-2014 *Sikkerhet mot kvikkleireskred (kvikkleireveilederen)*, ref. /8/**

Plan og bygningsloven, §28-1, stiller krav til at «grunn kan bare bebygges, eller eiendom opprettes eller endres, dersom det er tilstrekkelig sikkerhet mot fare eller vesentlig ulempe som følge av natur- eller miljøforhold». Videre stiller TEK 17, §7-3, krav til at «byggverk hvor konsekvensen av et skred, herunder sekundærvirkninger av skred, er særlig stor, skal ikke plasseres i skredfarlig område». Utredning av fare for kvikkleireskred og lokalskred er aktuelt i forbindelse med regulering av gang- og sykkelbrua.

Direktoratet for byggekvalitet har laget en veiledning til TEK 17 (kilde: www.dibk.no). I avsnitt §7-3 åpner veiledningen for at tilstrekkelig sikkerhet mot kvikkleireskred kan oppnås i alle faser av utbyggingen ved å følge metoder og prosedyrer som er gitt i NVE retningslinje 2-2011 med tilhørende veileder 7-2014 *Sikkerhet mot kvikkleireskred*.

I prosjekteringsfasen vil gang- og sykkelbrua underlegges følgende standarder og retningslinjer i tillegg til ovennevnte:

- **Eurokodesystemet (NS-EN)**
- **Statens vegvesen håndbok V220**

TEK 17 §10-2 (3) åpner for at krav til byggverkets mekaniske motstandsevne og stabilitet kan oppfylles ved prosjektering av konstruksjoner etter Norsk Standard NS-EN 1990 *Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner* og underliggende standarder i serien NS-EN 1991 til NS-EN 1999, med tilhørende nasjonale tillegg. EC0, ref. /9/, EC7, ref. /10/ og EC8, ref. /11/-/12/. Disse omfatter grunnlag for prosjektering, generell geoteknisk prosjektering og prosjektering for seismisk påvirkning i forbindelse med dette prosjektet.

Da gang- og sykkelbrua krysser fv. 900, blir Statens vegvesens håndbok V220 *Geoteknikk i vegbygging*, ref. /13/ også lagt til grunn i forbindelse med prosjektering av tiltaket.

Gjennomførbarhet av reguleringsplanen må dokumenteres gjennom stabilitetsberegninger for lokalstabilitet i tillegg til områdestabilitet, dvs. at deler av ovennevnte standarder og retningslinjer også legges til grunn i forbindelse med vurdering av gjennomførbarhet av reguleringsplanen.

5 Krav iht. Statens vegvesen håndbok V220

Multiconsult har tidligere vært i kontakt med Vegdirektoratet v/Hermann Bruun for å få avklart hvilke krav som stilles i Statens vegvesens håndbok V220 for den dype glideflaten som går gjennom kvikkleirelaget. Vegdirektoratet var enig i vår tolkning av regelverket, der krav om absolutt partialfaktor iht. figur 0.3 gjelder for glideflatene som representerer lokalstabiliteten, mens for den dype glideflaten som representerer områdestabiliteten må NVEs veileder 7-2014 legges til grunn for å tilfredsstille sikkerhetskravene. I praksis betyr dette at det er krav til stabilitetsanalyser som dokumenterer sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ for den dype glideflaten, eller alternativt «ikke forverring» av områdestabiliteten (se også avsnitt 7).

Statens vegvesens håndbok V220 stiller videre krav om absolutt partialfaktor iht. figur 0.3 når det gjelder lokalstabilitet. For gang- og sykkelbrua legges konsekvensklasse CC2 Alvorlig til grunn. Når det gjelder bruddmekanismen for bruddflatene som ikke går ned i kvikkleira er det dokumentert

Oppdatert vurdering av område- og lokalstabilitet

dilatant bruddutvikling ved utførelse av treaksiale forsøk på opptatte prøver /3/. For konsekvensklasse CC2 Alvorlig og dilatant bruddmekanisme må man dokumentere **absolutt partialfaktor $\gamma_M \geq 1,3$** for lokalstabiliteten.

6 Gjennomgang og vurdering av grunnundersøkelser og beregningsgrunnlaget

For tolkning av de tidligere utførte grunnundersøkelsene henvises det til Multiconsults notat nr. 415556-RIG-NOT-003, rev01.

Videre er de supplerende grunnundersøkelsene utført i 2018 på østre dalside benyttet til å revurdere lagdeling og bestemme skjærfasthetsprofil. Når det gjelder lagdelingen domineres løsmassene på østre dalside av leiremasser som ikke har sprøbruddegenskaper. Det er valgt å se bort fra eventuelle tynne finsandlag, noe som vurderes som et konservativt valg. Når det gjelder skjærfasthetsprofilen er det lagt større vekt på utført CPTU-sondering. På østre dalside er beregningsparametere på effektivspenningsbasis for leirelaget tolket fra nylige utførte treaksialforsøk.

For bestemmelse av udrenert skjærfasthet er CPTU-sonderingen korrelert iht. empirisk baserte tolkningsfaktorer etter Karlsrud m. fl., se ref. /19/ og /20/. For finkornige masser med relativt homogene forhold der B_q er høyere enn 0,5 betraktes tolkning av CPTU på poretrykksbasis som den mest egnede metoden. Laboratorieundersøkelser utført på opptatte prøver i samme borpunkt er også lagt til grunn ved tolkning av trykksonderingene. I plot av c_{uA} tolket fra CPTU er c_{uD} fra enaks- og konusforsøk omregnet til c_{uA} , men disse er ikke tillagt samme vekt ved bestemmelse av designprofil på grunn av den dårlige prøve kvaliteten /3/.

Tolkede skjærfasthetsprofil er vist i tegning nr. 415556-RIG-TEG-043.4, -043.5 og -043.6. Tolket overkonsolideringsforhold OCR er vist i tegning nr. 415556-RIG-TEG-043.7.

For dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet for utført CPTU-sondering henvises det til Trondheim kommunes grunnundersøkelsesrapport /2/.

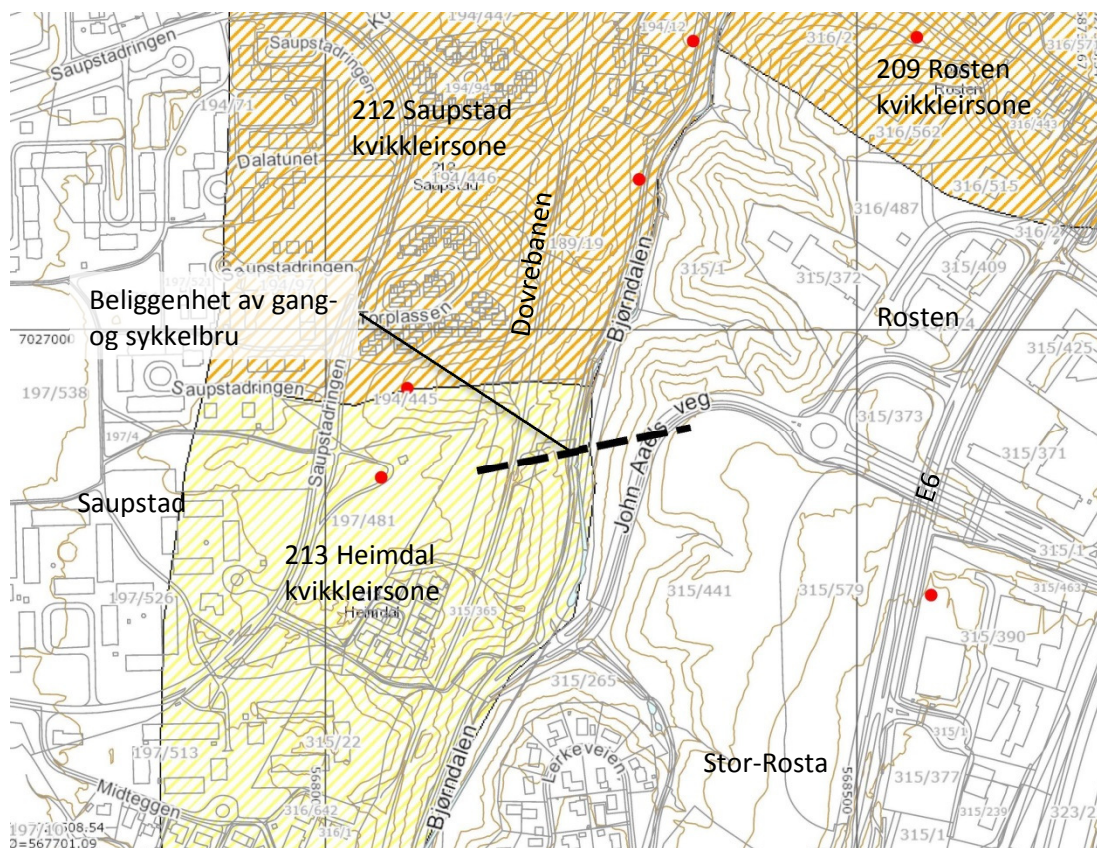
Resultater fra tolkning av de nylige utførte treaksialforsøkene er vist i tegning nr. 415556-RIG-TEG-450.3 og -451.3.

7 Områdestabilitet. Krav iht. regelverket

På NVEs kartløsning (<https://atlas.nve.no/>) ligger planområdet delvis innenfor kvikkleiresone nr. 213 «Heimdal». Kvikkleiresonen er klassifisert med

- ✓ Lav faregrad
- ✓ Meget alvorlig konsekvensklasse
- ✓ Risikoklasse 3

Beliggenhet og utbredelse av kvikkleiresonen er vist i figur 7-1. Mot nord grenser kvikkleiresone nr. 213 «Heimdal» mot kvikkleiresone nr. 212 «Saupstad».



Figur 7-1: Utsnitt av kvikkleirekart - faregrad (kilde: Trondheim kommunes kartløsning).

I østre dalside har den supplerende grunnundersøkelsen som ble utført i 2018 /3/ avkreftet forekomst av sprøbruddmateriale i skråningen.

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 NVE retningslinjer 2/2011, ref. /7/, med tilhørende veileder 7/2014, ref. /8/, og TEK 17, ref. /6/.

Krav til sikkerhet (ved dokumentasjon av områdestabilitet) er gitt i NVE veileder 7-2014, ref. /8/, i tabell 5.1 og 5.2, og avhenger av tiltakskategori og faregradsklasse. Kravet gjelder vestre dalside.

Ny gang- og sykkelbru klassifiseres i tiltakskategori K2: "Tiltak som er nevnt under kategori K1 når tiltaket vil påvirke stabiliteten negativt dersom det ikke gjennomføres stabiliserende tiltak utenom selve tiltaket". Selv om tiltaket er et trafiksikkerhetstiltak har det en slik størrelse at vi mener at tiltaket ikke kan plasseres i tiltakskategori K1, selv om brua kan bygges uten å forverre områdestabiliteten. Tiltakskategori K2 og lav faregrad medfører krav til stabilitetsanalyser som dokumenterer sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$, eller «ikke forverring» av områdestabiliteten. Det presiseres videre at ved å dokumentere «ikke forverring» av områdestabiliteten vil det ikke være nødvendig med en fullstendig utredning av faresonen.

I ref. /14/ ble det foretatt en ny faregradsevaluering av kvikkleiresonen som førte til at sonen gikk fra lav faregrad til middels, hovedsakelig på grunn av poreovertrykk i skråningen. Ny faregradsevaluering ble godkjent av Multiconsult, ref. /15/. Endring av faregrad har i praksis ingen betydning i og med at NVE veileder 7-2014, ref. /8/ stiller samme sikkerhetskrav for lav og middels faregrad.

Dessuten er det krav om at aktiv erosjon, som kan virke som en utløsende årsak til kvikkleireskred som kan ramme planområdet, skal hindres.

8 Område- og lokalstabilitet

8.1 Generelt

Beregningsgrunnlaget tar utgangspunkt i Multiconsults notat nr. 415556-RIG-NOT-003, rev01 /1/. Videre er grunnlaget ved østre dalside justert med bakgrunn i de nylige utførte grunnundersøkelsene /2/, /3/. For flere detaljer angående hva som er endret i beregningsgrunnlaget henvises til avsnitt 6.

Videre er resultater fra de reviderte stabilitetsberegningene presentert i avsnitt 8.2.

8.2 Stabilitetsberegninger og -vurderinger

Det er utført stabilitetsberegninger for både dagens tilstand og anleggsfasen under pelerammingen, både for østre og vestre dalside. Stabilitetsberegningene er utført med beregningsprogrammet «GeoSuite Stability» versjon 15.4.0.0 med beregningsmetode Beast 2003. Beregningsmetoden er basert på grenselikevektsmetode, og anvender en versjon av lamellmetoden som tilfredsstillende både kraft- og momentlikevekt. Programmet søker selv etter kritisk sirkulærsylindrisk glideflate for definerte variasjonsområder av sirkelsentrum.

Pelerammingen medfører en stabilitetsforverring for områdestabiliteten, noe som ikke kan aksepteres iht. kravene i NVE veileder 7-2014. Skjærfasthets- og poretrykksprofiler under pelerammingen er bestemt etter avsnitt 11.2 i Multiconsults notat nr. 415556-RIG-NOT-003, rev01 /1/. For å motvirke stabilitetsforverringen er det nødvendig med stabiliserende tiltak i form av topografiske endringer. Kravet om partialfaktor $\gamma_M \geq 1,3$ for lokalstabiliteten viser at det også er nødvendig med stabiliserende tiltak for lokalstabiliteten.

Når det gjelder effektivspenningsanalysen har bruddflatene som går gjennom sprøbruddleirelaget langt høyere sikkerhetsfaktor enn 1,4. De er derfor vurdert som ikke relevante for våre vurderinger, og ikke presentert i rapporten.

Anleggsfasen

I anleggsfasen er det på vestre dalside behov for ca. 2 til 4,5 m nedplanering på toppen av skråningen og på østre dalside er det nødvendig med 4 m nedplanering på toppen av skråningen, ned til kote +125. I dalbunnen er det nødvendig med en midlertidig motfylling opp til kote +103,5. Det er på den måten oppnådd både tilstrekkelig område- og lokalstabilitet.

Permanent fase

Kravet om tilstrekkelig områdestabilitet i permanent fase er tilfredsstillende da områdestabiliteten ikke er forverret dersom brua blir bygget som beskrevet i /1/. Kravet om partialfaktor γ_M lik eller høyere enn 1,3 for lokalstabiliteten vil også gjelde for ferdig bygd bru. Det medfører at det er behov for stabiliserende tiltak også i permanentfasen. På vestre dalside er lokalstabiliteten tilstrekkelig uten stabiliserende tiltak. På østre dalside er det imidlertid behov for stabiliserende tiltak i form av nedplanering. Det er nødvendig at nedplaneringen ned til kote +125 som er nødvendig i anleggsfasen blir permanent.

Resultater fra stabilitetsberegninger er vist i tegningene nr. 415556-RIG-TEG-300 til -315. For dagens tilstand er resultatene vist i tegning nr. -300, -301, -306, og -307, for dagens geometri og peleramming i tegning nr. -302, -303, -308, og -309, for peleramming inkl. stabiliserende tiltak i tegning nr. -304, -305, -310, og -311, og for ferdig bygd bru med permanente stabiliserende tiltak i tegning nr. -312, -313, -314, og -315. Resultater fra stabilitetsberegninger er videre oppsummert i tabellene under.

Oppdatert vurdering av område- og lokalstabilitet

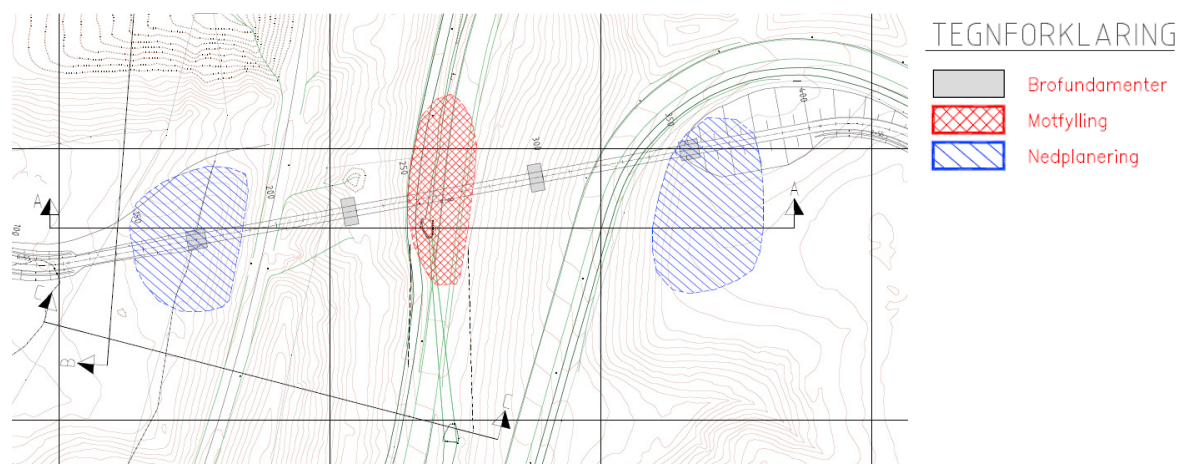
Tabell 8.1 Resultater fra stabilitetsberegninger - områdestabilitet

	Totalspenningsanalyse	
	Profil A – Vestre side	Profil A – Østre side
Dagens tilstand	1,14	-
Under peleramming	1,12	-
Under peleramming med tiltak	1,28	-

Tabell 8.2 Resultater fra stabilitetsberegninger - lokalstabilitet

	Totalspenningsanalyse		Effektivspenningsanalyse	
	Profil A – Vestre side	Profil A – Østre side	Profil A – Vestre side	Profil A – Østre side
Dagens tilstand	-	1,09	1,48	1,60
Under peleramming	-	1,06	1,33	1,31
Under peleramming med tiltak	1,30	1,29	1,44	1,30
Permanent fase	1,30	1,31	1,47	2,52

Et overslag på volum for terrengtiltakene viser at det må nedplaneres ca. 5500 m³ på toppen av vestskråningen, 6000 m³ på toppen av østskråningen, og at det blir behov for ca. 1500 m³ til midlertidig motfylling ned i Bjørndalen. Omfanget av nødvendige terrengtiltak er vist på situasjonsplan i tegning nr. -003. Et utsnitt av tegning nr. -003 er vist i figur 8-1.



Figur 8-1 Stabiliserende tiltak for å oppnå tilstrekkelig områdestabilitet i anleggsfasen (utsnitt av tegning nr. 415556-RIG-TEG-003, rev02)

For tiltakene som er nødvendig i permanentfasen vises det til tegning nr. -104. I permanent fasen er det nødvendig med nedplanering ned til kote +125 på toppen av vestskråningen.

Ved å utføre de stabiliserende tiltakene som er foreslått, oppnår man ikke forverring av områdestabiliteten på totalspenningsbasis og partialfaktor $\gamma_M \geq 1,3$ for lokalstabiliteten.

Oppdatert vurdering av område- og lokalstabilitet

Den midlertidige motfyllingen som er foreslått for anleggsfasen vi medføre at veggen samt gang- og sykkelvegen må legges om. Videre må Bjørndalsbekken enten heves eller legges i rør i anleggsfasen.

Det er dermed dokumentert tilstrekkelig område- og lokalstabilitet under pelerammingen og for permanent fase. Det gjøres oppmerksom at beregningene er noe konservative da de er utført for plan spenningstilstand, dvs. det er ikke tatt hensyn til 3D-effekter (poretrykksoppbyggingen er egentlig begrenset i bredden).

9 Oppsummering

Foreliggende notat tar utgangspunkt i Multiconsults notat nr. 415556-RIG-NOT-003, rev01 /1/ og presenterer resultater fra tolkning av de supplerende grunnundersøkelsene. Videre presenterer notatet en oppdatert vurdering av område- og lokalstabilitet knyttet til regulering gang- og sykkelbrua.

Det planlagte prosjektet er gjennomførbart med hensyn til krav til lokal- og områdestabilitet. De reviderte stabilitetsberegningene viser at omfang av stabiliserende tiltak kan reduseres i forhold til stabilitetsberegninger utført i 2017 /1/.

I anleggsfasen er det på vestre dalside behov for ca. 2 til 4,5 m nedplanering på toppen av skråningen og på østre dalside er det nødvendig med 4 m nedplanering på toppen av skråningen, ned til kote +125. I dalbunnen er det nødvendig med en midlertidig motfylling med en mektighet på 1,5 m i forhold til dagens veg.

I permanentfasen er det på vestre dalside ikke nødvendig med stabiliserende tiltak. På østre dalside er det behov for nedplanering av samme omfang som for anleggsfasen. Det er ikke nødvendig med motfylling i dalbunnen for permanentfasen.

Det er nødvendig med detaljprosjektering av brua og sikringstiltakene i forbindelse med byggesaken.

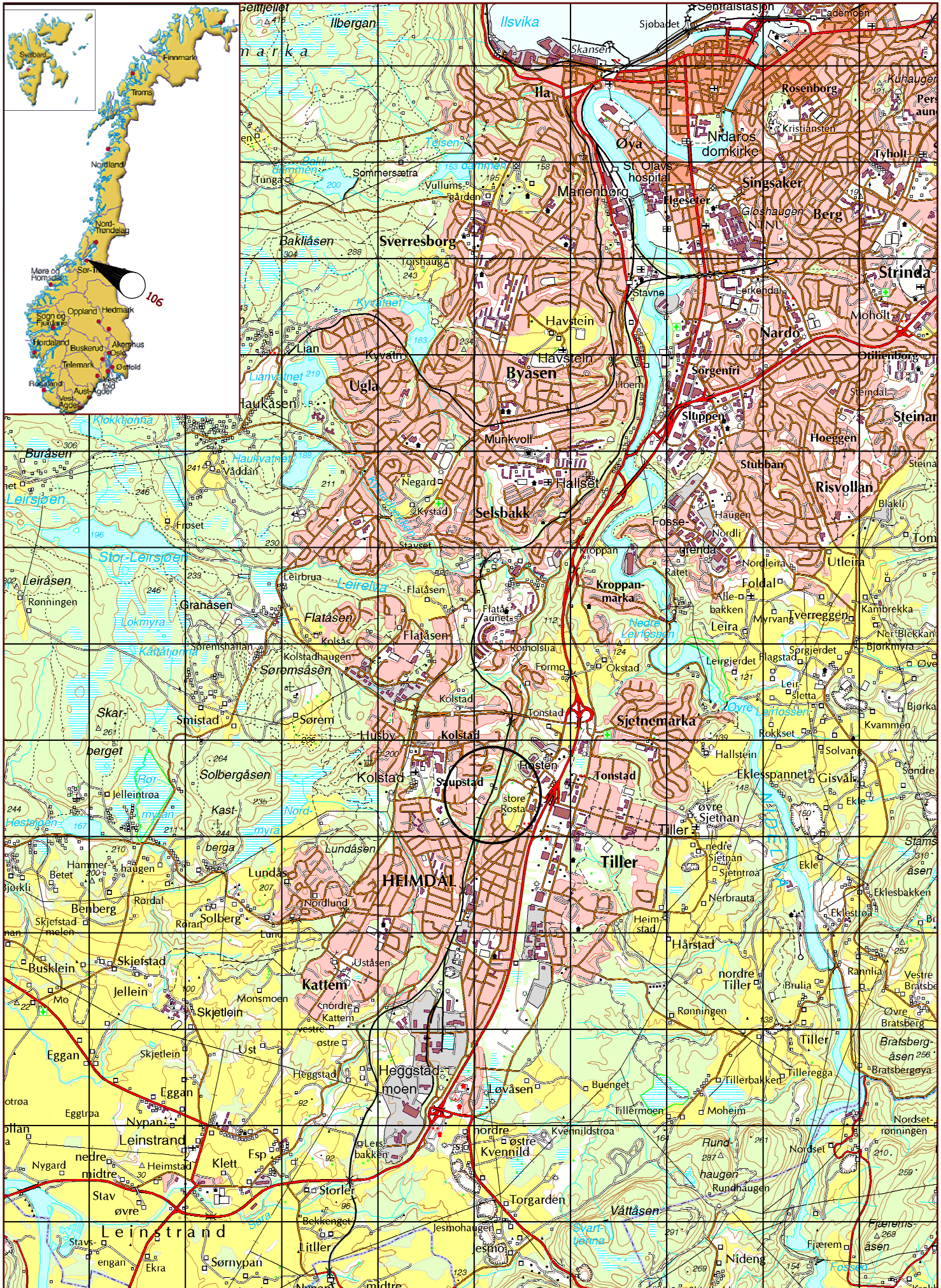
10 Referanser

- /1/ Multiconsult notat nr. 415556-RIG-NOT-003, rev01 "Vurdering av områdestabilitet og gjennomførbart", Datert 30.01.2017
- /2/ Trondheim kommune urapporterte grunnundersøkelser for rapport R.1721 "Teknologitomba. Grunnundersøkelser. Datarapport"
- /3/ Multiconsult rapport nr. 415556-RIG-RAP-002, rev00 "Gang- og sykkelbru Bjørndalen. Datarapport – Geotekniske grunnundersøkelser", 2018
- /4/ Selberg Arkitekter AS, Dr. Ing. A. Aas-Jakobsen Trondheim AS og Vianova Trondheim AS notat nr. 42136 A-01 rev A "Forprosjekt for G/S-bru over Bjørndalen. Forprosjekt med kostnadsoverslag". Datert 15.11.2011
- /5/ Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven), LOV-2008-06-27-71
- /6/ Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift), FOR-2017-06-19-840
- /7/ NVEs retningslinjer 2-2011, revidert mai 2014
- /8/ NVE veileder 7-2014 Sikkerhet mot kvikkleireskred, mai 2014
- /9/ "Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner," Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016, mai 2016.
- /10/ "Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler," Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016, juli 2016.

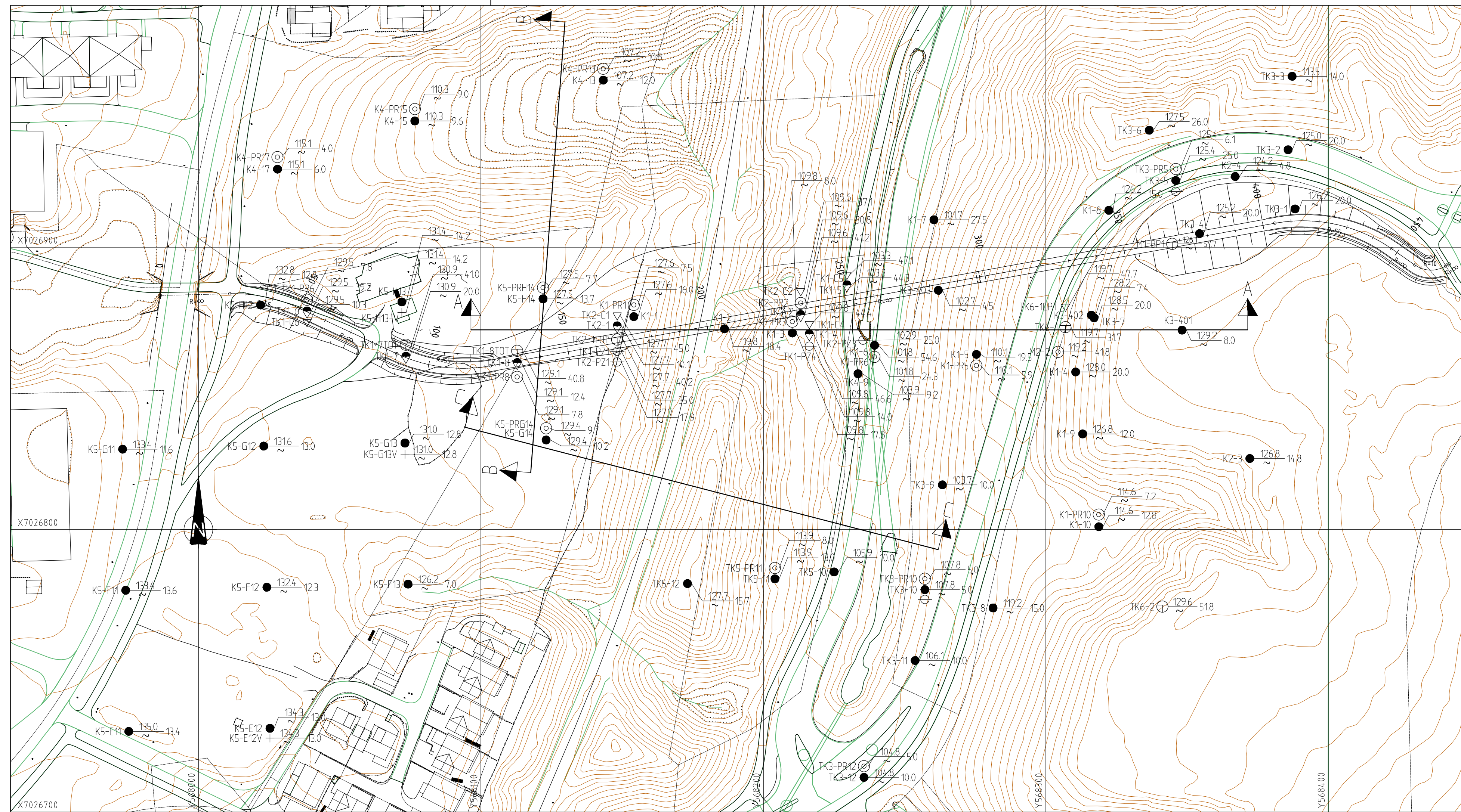
Oppdatert vurdering av område- og lokalstabilitet

- /11/ "Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning. Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger.," Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2014.
- /12/ "Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning. Del 5: Fundamenter, støttekonstruksjoner og geotekniske forhold," Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN 1998-5:2004+NA:2014.
- /13/ Statens vegvesen håndbok V220 "Geoteknikk i vegbygging" 6. utgave, juni 2010
- /14/ Sweco rapport nr. 580502-01, rev.1 "G/S-veg Bjørndalen – Stabilitetsutredning". Datert 04.10.2013
- /15/ Multiconsult notat nr. 415556-RIG-NOT-02 "G/S-veg Bjørndalen – 3.partskontroll – Stabilitetsutredning". Datert 19.12.2013
- /16/ Trondheim kommune rapport R.1507 "Bjørndalen. Ny gang- og sykkelveg. Grunnundersøkelser. Datarapport". Datert 24.10.2011
- /17/ Trondheim kommune rapport R.1507-2 "Bjørndalen. Ny gang- og sykkelveg. Grunnundersøkelser. Datarapport". Datert 06.02.2013
- /18/ Norconsult notat nr. 5160544-RIG-01, rev00 "Gang- og sykkelbru Bjørndalen. Uavhengig kvalitetssikring iht. NVEs kvikkleireveileder", datert 2016-01-28
- /19/ Karlsrud, Kjell (2003) "Stabilitetsanalyser av skråninger, skjæringer og fyllinger". Kurs 20.-22. mai 2003, Rica Hell Hotell
- /20/ Karlsrud, K., Lunne, T., Kort, D.A., Strandvik, S. (2005) "CPTU Correlations for Clays". NGI-rapport 20041198-1, datert 10. januar 2005
- /21/ Multiconsult rapport nr. 415556 "Gang og sykkelbru Bjørndalen. Grunnundersøkelser, datarapport", 2015

Z:\041514\15556\4\15556-01 RIG\4\15556-04 TEGNINGER\4\15556-RIG-TEG-000 OVERSIKTSKART.dwg - Layout: Iny logoj. - Plottet av: jkm. Dato: 2015.04.17 kl 13:01



 www.multiconsult.no	Oversiktskart Trondheim kommune Gang og sykkelbru Bjørndalen		Status	Fag	Original format	Dato	
			Konstr./Tegnet	Geoteknikk	A4	17.04.2015	
			Oppdragsnr	Kontrollert	Godkjent	Målestokk	
			415556	KONK	ROLS	1:50000	Rev.
			Tegningsnr.		00		
			RIG-TEG-000				



TEGNFORKLARING:

- DREIESONDERING
- ENKEL SONDERING
- ▼ RAMSONDERING
- ▽ TRYKSONDERING
- ⊕ TOTALSONDERING
- ⊙ PRØVESERIE
- PRØVEGRUPP
- ◆ DREIETRYKSONDERING
- ⊗ SKRUPLATEFORSØK
- + VINGEBORING
- ⊖ PORETRYKTMÅLING
- ⊕ KJERNEBORING
- ⊗ FJELLKONTROLLBORING
- ⊗ BERG I DAGEN

KARTGRUNNLAG:
 KOORDINATSYSTEM:
 HØYDEREFERANSE:
 UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMENT:
 BORRBOK NR:
 LAB.BOK NR:

Digitalt kart fra oppdragsgiver - NN 2000
 UTM Sone 32V
 NN 2000
 GPS GLONAS CP05
 xxx
 xxx

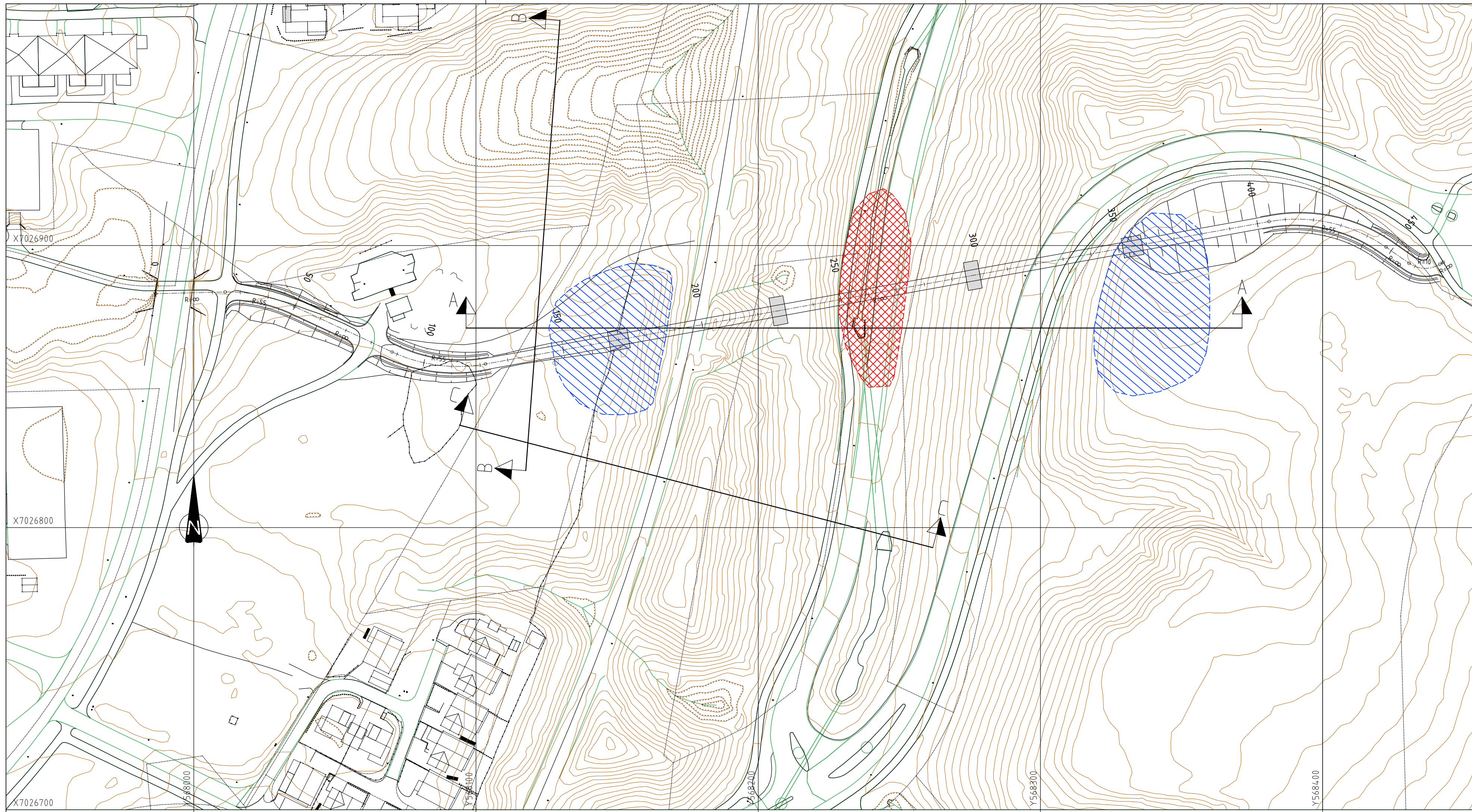
TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE
 EKSEMPEL
 BP 1 ⊕ $\frac{430}{282}$ 14.8 +2.4 — BORET DYBDE + BORET I BERG
 ANTATT BERGKOTE

TIDLIGERE BORINGER:

Tidligere boringer er oppregnet fra tidligere rapporter og kan ha noe avvik.
 Tidligere boringer er angitt med indekser foran borhullsnr.

Referanse	Rapport nr	Utførende	Oppdrag	År
K1-X	0.1182	Kummeneje(Rambøll)	Gangbro Bjørndalen	1973 Omregnet fra Tr.lokal - NN 2000, faktor på - 76 cm
K2-X	0.363-3	Kummeneje(Rambøll)	Rosten-Tonstad	Omregnet fra Tr.lokal - NN 2000, faktor på - 76 cm Rapport ikke tilgjengelig
K3-X	0.363-5	Kummeneje(Rambøll)	Heimdalsbyen	Omregnet fra Tr.lokal - NN 2000, faktor på - 76 cm Rapport ikke tilgjengelig
K4-X	0.893-3	Kummeneje(Rambøll)	Boligfelt Kolstad	1969 Omregnet fra Tr.lokal - NN 2000, faktor på - 76 cm
K5-X	0.893-5	Kummeneje(Rambøll)	Huseby-Flåtåsen	Omregnet fra Tr.lokal - NN 2000, faktor på - 76 cm Rapport ikke tilgjengelig
TK1-X	R.1507-2	Trondheim kommune	Bjørndalen Ny gang og sykkelbru	2013 kof-fra Trondheim kommune NN 2000
TK2-X	R.1507	Trondheim kommune	Bjørndalen Ny gang og sykkelbru	2011 kof-fra Trondheim kommune NN 2000
TK3-X	R.643-2	Trondheim kommune	John Aaes vei-Foriengelse vestover ned til Bjørndalen	1990 Omregnet fra Tr.lokal - NN 2000, faktor på - 76 cm
TK4-X	R.741.9	Trondheim kommune	Bjørndalen	1999 Omregnet fra Tr.lokal - NN 2000, faktor på - 76 cm
TK5-X	R.741-4	Trondheim kommune	Bjørndalen	1992 Omregnet fra Tr.lokal - NN 2000, faktor på - 76 cm
TK6-X	R.1721	Trondheim kommune	Teknologitomba	2017 kof-fra Trondheim kommune NN 2000
M1-X	415556-001	Multiconsult	Ny gang- og sykkelbru Bjørndalen	2015 Innmålt av Multiconsult
M2-X	415556-002	Multiconsult	Ny gang- og sykkelbru Bjørndalen	2018 Innmålt av Multiconsult

01	Revidert etter supplerende grunnundersøkelser	06.04.2018	KONK	ROS	ROS
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Trondheim kommune Gang og sykkelbru Bjørndalen			Fag Geoteknikk	Format A3L	
Situasjonsplan			Dato	18.06.2015	
			Format/Målestokk:	1:1000	
Multiconsult www.multiconsult.no		Status	Konstr./Tegnet JKM	Kontrollert KONK	Godkjent ROLS
Oppdragsnr. 415556		Tegningsnr. RIG-TEG-001		Rev. 01	



TEGNFORKLARING

- Brofundamenter
- Motfylling
- Nedplanering

02	Revidert etter supplerende grunnundersøkelser	24.04.2018	KONK	ROS	ROS
01	Mer omfattende stabiliserende tiltak	08.04.2016	KONK	ROS	ROLS
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Trondheim kommune
 Gang og sykkelbru Bjørndalen

Situasjonsplan med stabiliserende tiltak

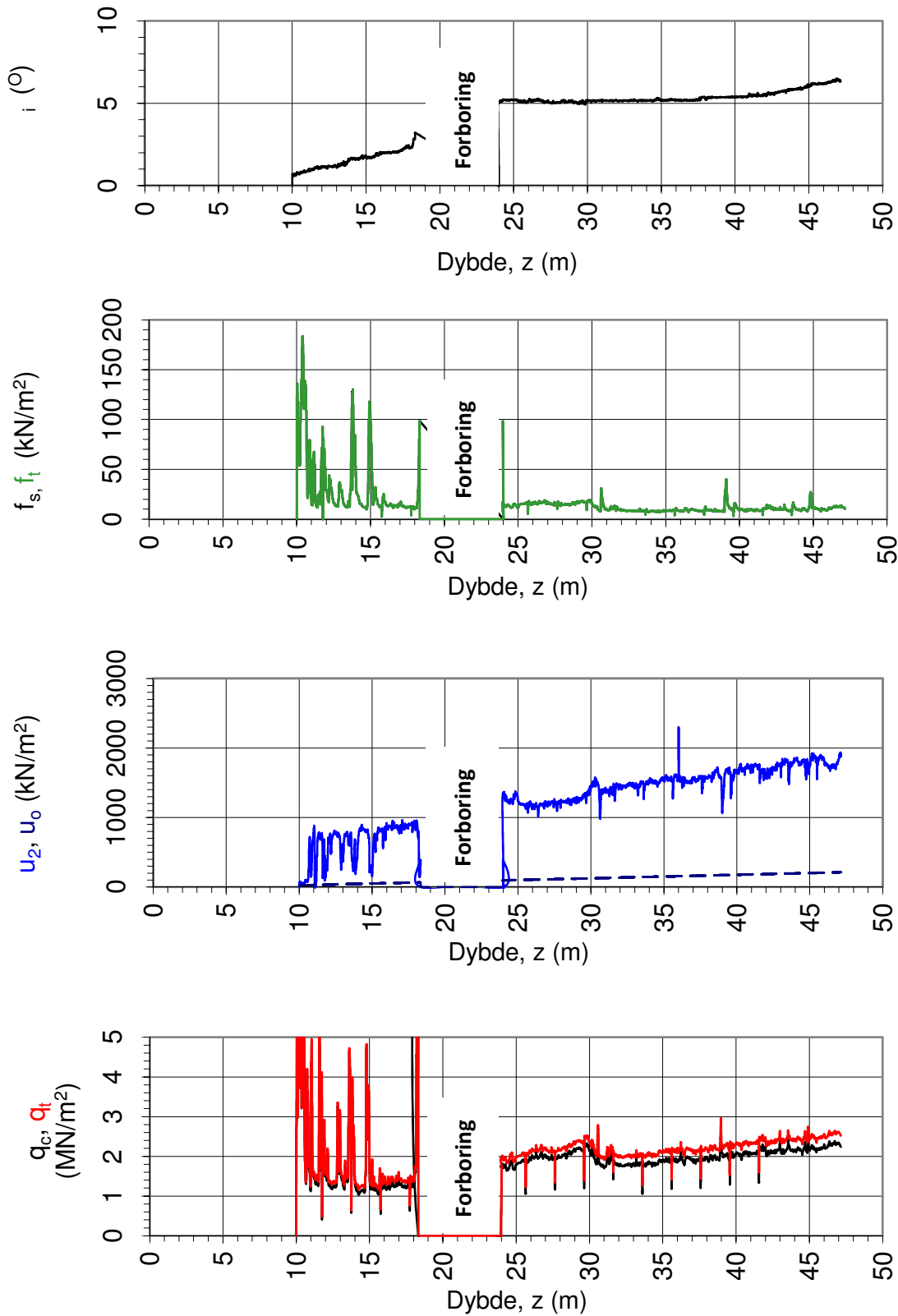
Multiconsult www.multiconsult.no	Status Utsendt	Konstr./Tegnet JKM	Kontrollert KONK	Godkjent ROLS
	Oppdragsnr. 415556	Tegningsnr. RIG-TEG-003		Rev. 02

Fag
Geoteknikk

Format
A3L

Dato
14.09.2015

Format/Målestokk:
1:1000



Oppdragsgiver:

Trondheim kommune

Oppdrag:

Gang- og sykkelbru Bjørndalen

Tegningens filnavn:

CPTU_EXTRA_v5.0

Spissmotstand $q_{c,t}$, poretrykk u_2 , sidefriksjon $f_{s,t}$ og helning i .

Multiconsult

CPTU id.:

TK6-1

Sonde:

4352

MULTICONSULT AS

Dato:

23.02.2018

Tegnet:

KONK

Kontrollert:

ROS

Godkjent:

ROS

Oppdrag nr.:

415556

Tegning nr.:

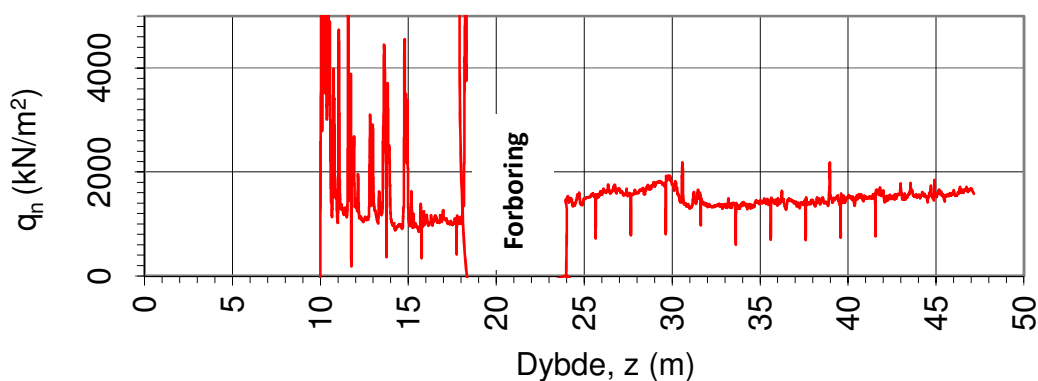
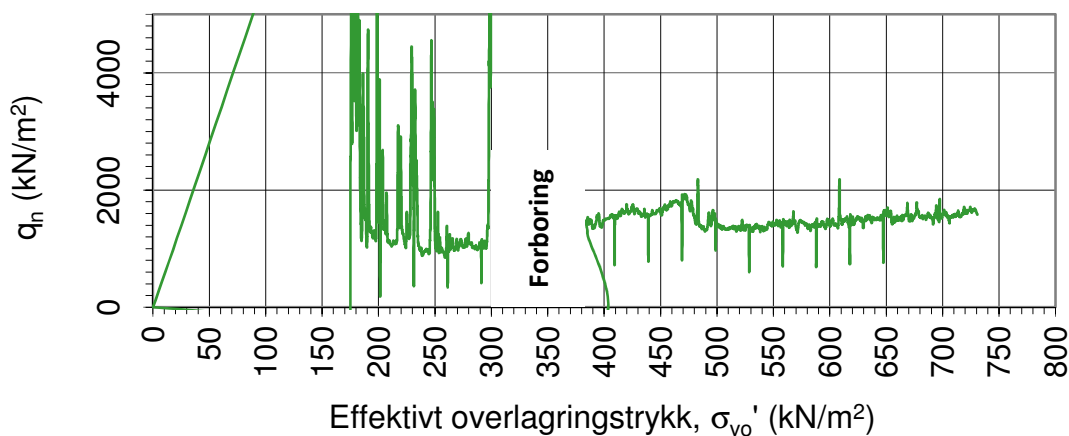
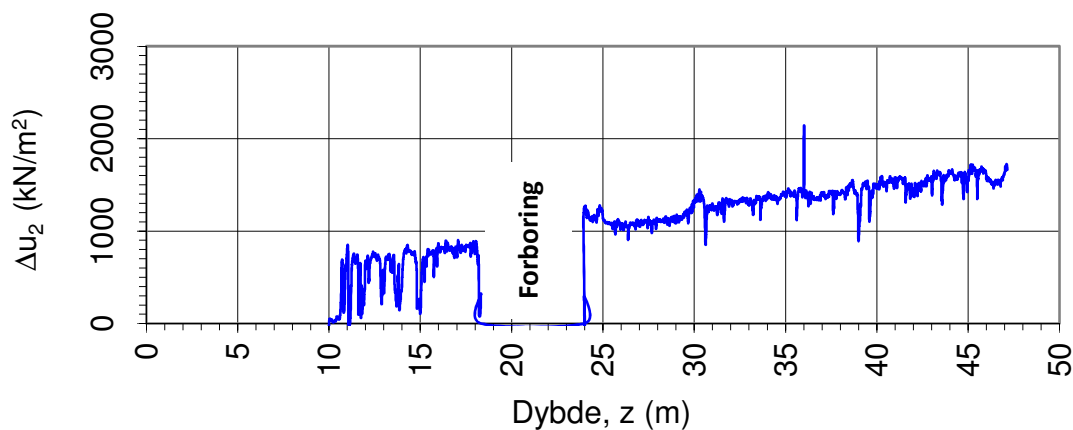
RIG-TEG-043.1

Versjon:

09.03.2016

Revisjon:

0



Oppdragsgiver:

Trondheim kommune

Oppdrag:

Gang- og sykkelbru Bjørndalen

Tegningens filnavn:

CPTU_EXTRA_v5.0

Netto spissmotstand q_n og poreovertrykk Δu_2 .

Multiconsult

CPTU id.:

TK6-1

Sonde:

4352

MULTICONSULT AS

Dato:

23.02.2018

Tegnet:

KONK

Kontrollert:

ROS

Godkjent:

ROS

Oppdrag nr.:

415556

Tegning nr.:

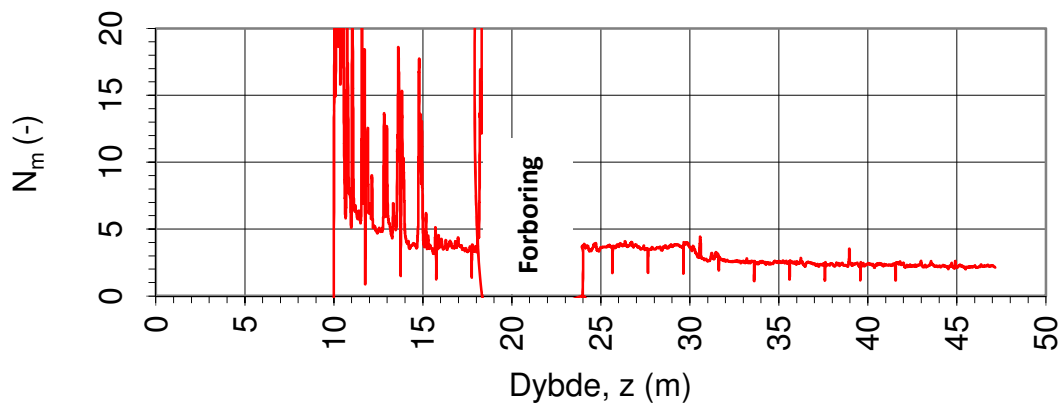
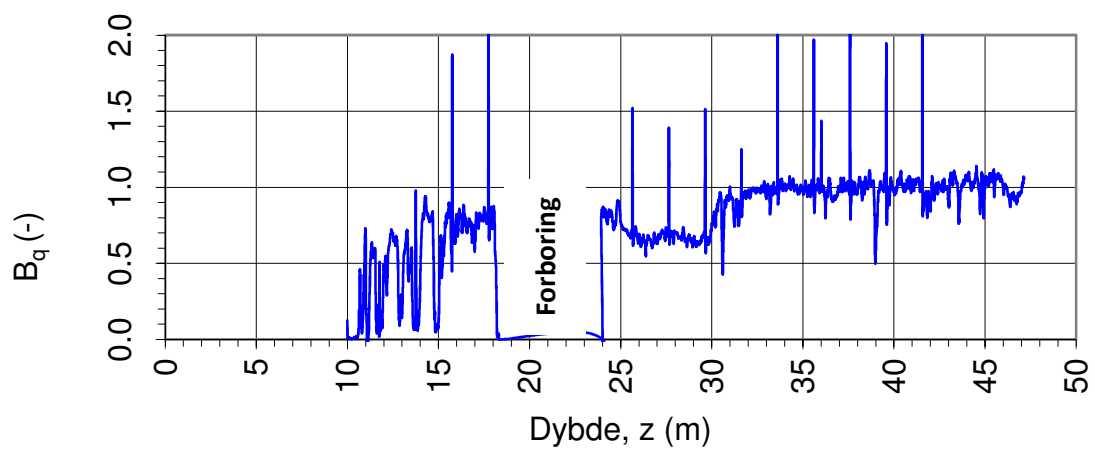
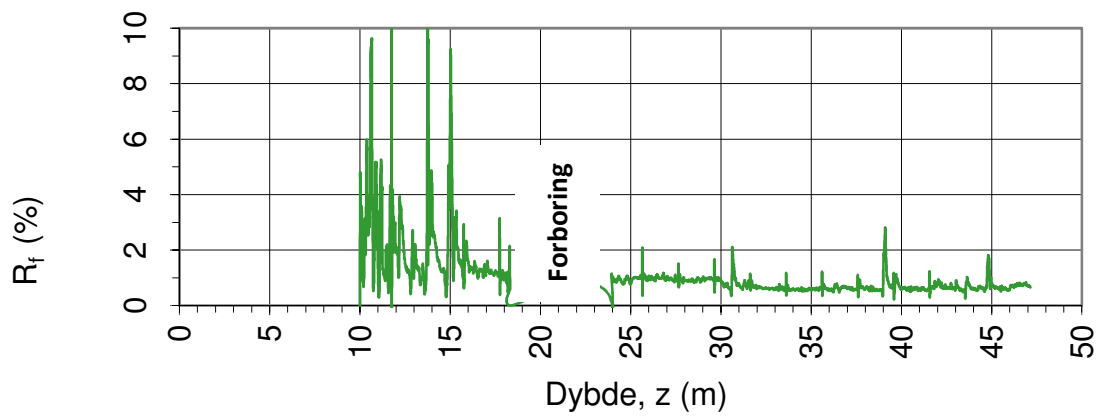
RIG-TEG-043.2

Versjon:

09.03.2016

Revisjon:

0



Oppdragsgiver:

Trondheim kommune

Oppdrag:

Gang- og sykkelbru Bjørndalen

Tegningens filnavn:

CPTU_EXTRA_v5.0

Spissmotstandstall N_m , poretrykks- B_q og friksjonsforhold R_f .

Multiconsult

CPTU id.:

TK6-1

Sonde:

4352

MULTICONSULT AS

Dato:

23.02.2018

Tegnet:

KONK

Kontrollert:

ROS

Godkjent:

ROS

Oppdrag nr.:

415556

Tegning nr.:

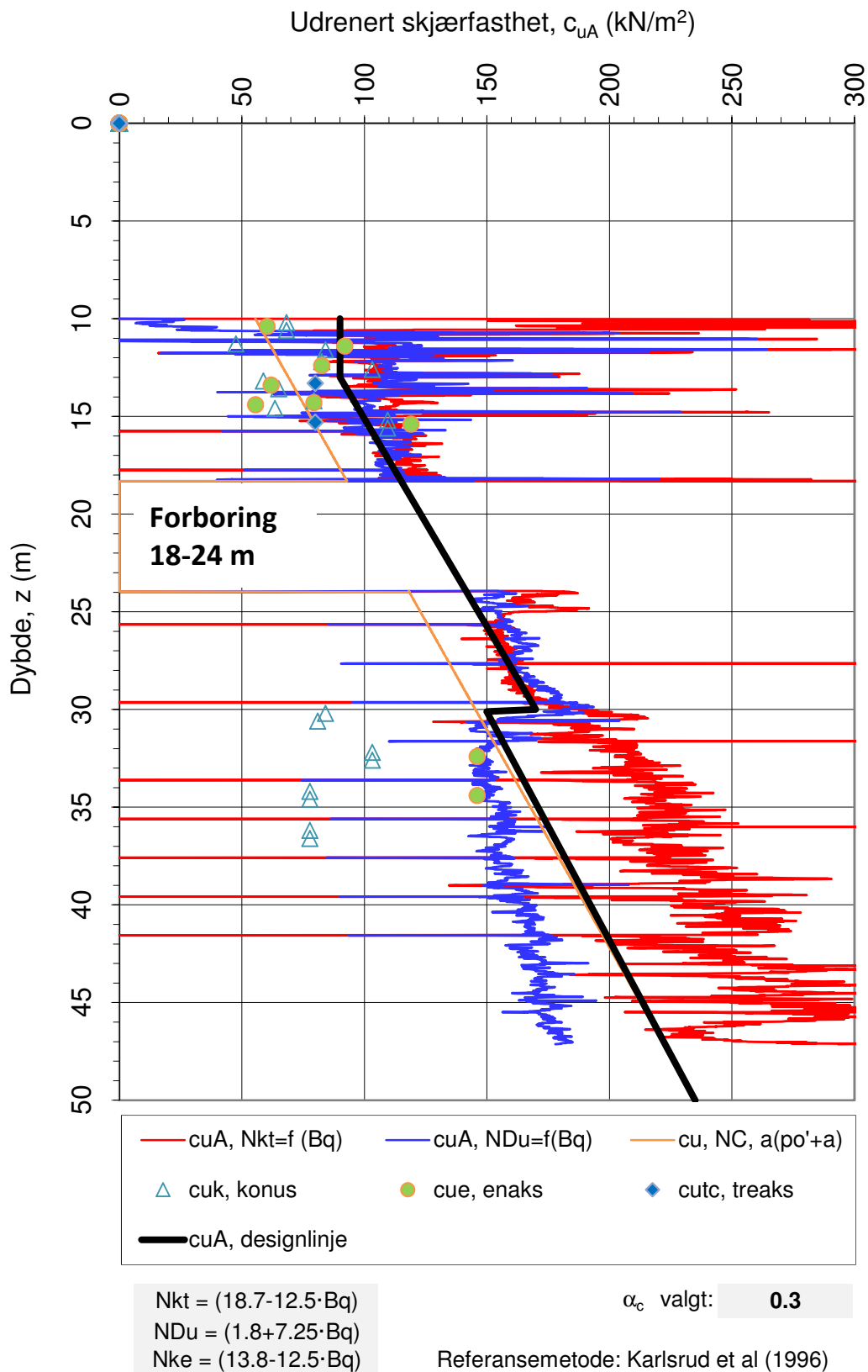
RIG-TEG-043.3

Versjon:

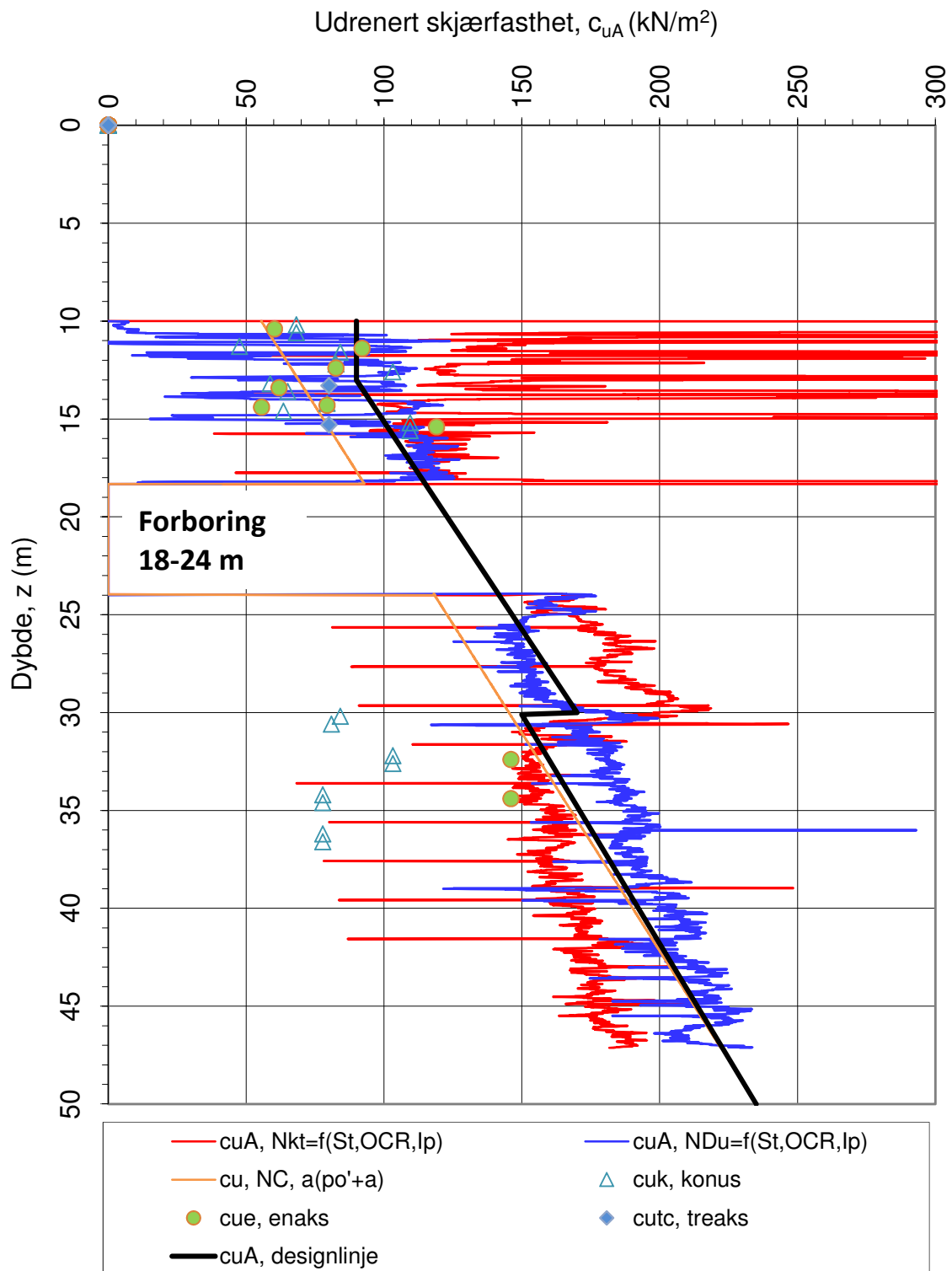
09.03.2016

Revisjon:

0



Oppdragsgiver: Trondheim kommune		Oppdrag: Gang- og sykkelbru Bjørndalen		Tegningens filnavn: CPTU_EXTRA_v5.0
Aktiv udrenert skjærfasthet c_{uA} , korrelert mot B_q .				Multiconsult
CPTU id.:	TK6-1	Sonde:	4352	
MULTICONSULT AS	Dato: 23.02.2018	Tegnet: KONK	Kontrollert: ROS	Godkjent: ROS
	Oppdrag nr.: 415556	Tegning nr.: RIG-TEG-043.4	Versjon: 09.03.2016	Revisjon: 0



Sensitivitetsvalg:

St > 15 for z > 4 m

α_c valgt:

0.3

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

$$ND_u = (9.8 - 4.5 \log OCR + 0 I_p)$$

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

Referansemetode: Karlsrud et al (2005)

Oppdragsgiver:

Trondheim kommune

Oppdrag:

Gang- og sykkelbru Bjørndalen

Tegningens filnavn:

CPTU_EXTRA_v5.0

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

Multiconsult

CPTU id.:

TK6-1

Sonde:

4352

MULTICONSULT AS

Dato:

23.02.2018

Tegnet:

KONK

Kontrollert:

ROS

Godkjent:

ROS

Oppdrag nr.:

415556

Tegning nr.:

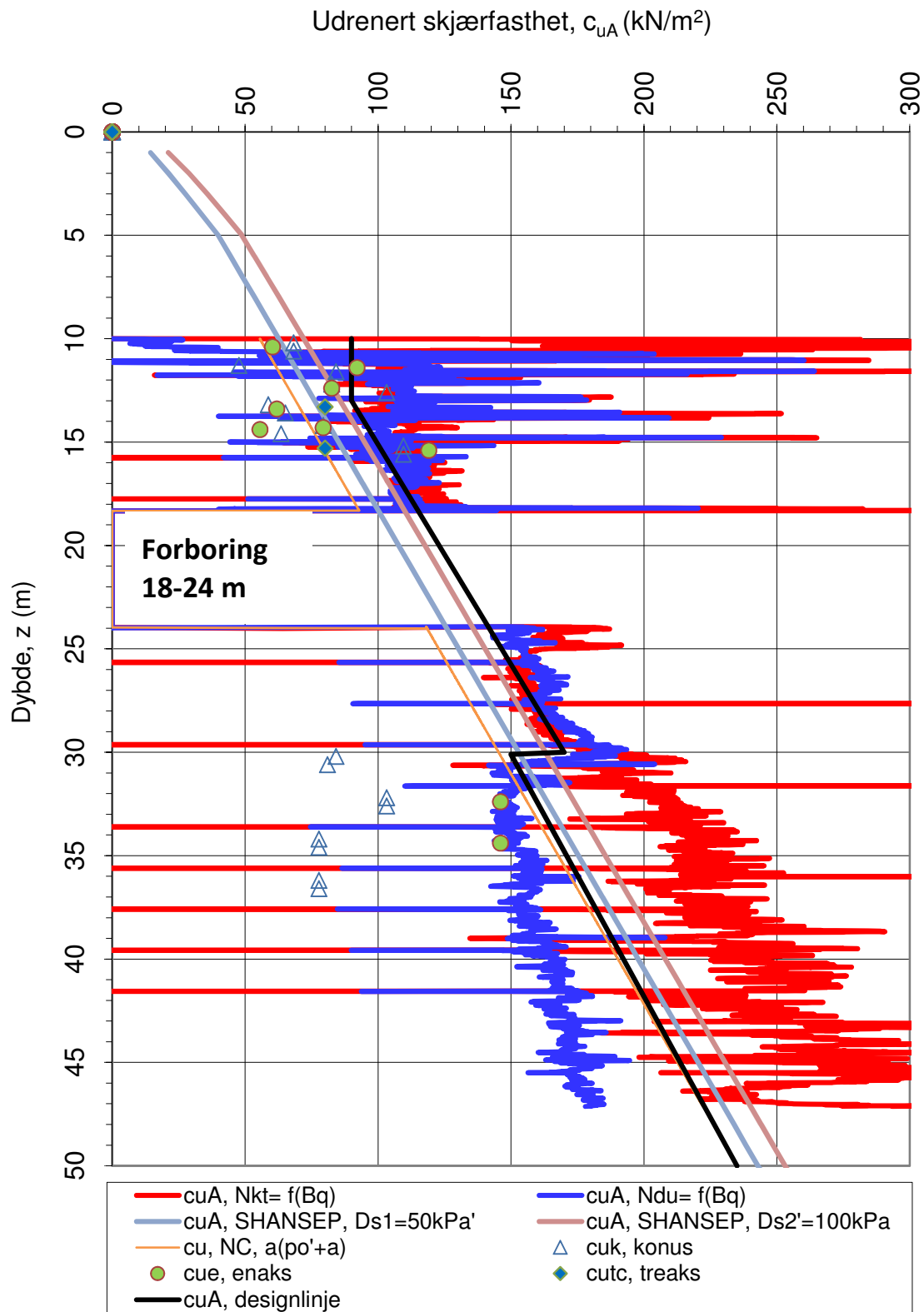
RIG-TEG-043.5

Versjon:

09.03.2016

Revisjon:

0



N_{kt} : (18,7-12,5 B_q)

α_c valgt: **0.3**

N_{Du} : (1,8+7,25 B_q)

Referansemetode: Karlsrud et al. (1996)

Oppdragsgiver:

Trondheim kommune

Oppdrag:

Gang- og sykkelbru Bjørndalen

Tegningens filnavn:

CPTU_EXTRA_v5.0

Aktiv udrenert skjærfasthet c_{uA} , verdier fra SHANSEP-analyse.

Multiconsult

CPTU id.:

TK6-1

Sonde:

4352

MULTICONSULT AS

Dato:

23.02.2018

Tegnet:

KONK

Kontrollert:

ROS

Godkjent:

ROS

Oppdrag nr.:

415556

Tegning nr.:

RIG-TEG-043.6

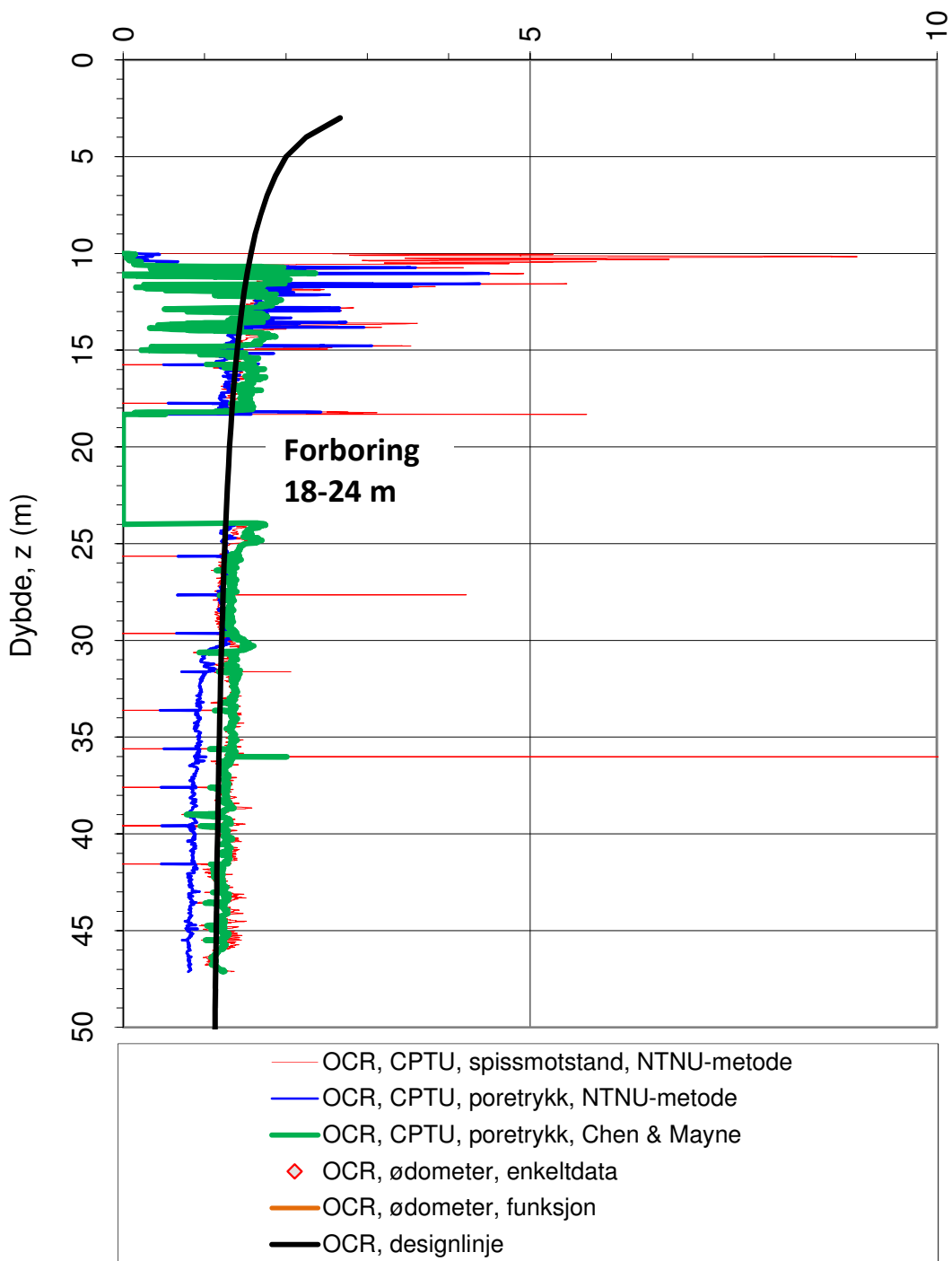
Versjon:

09.03.2016

Revisjon:

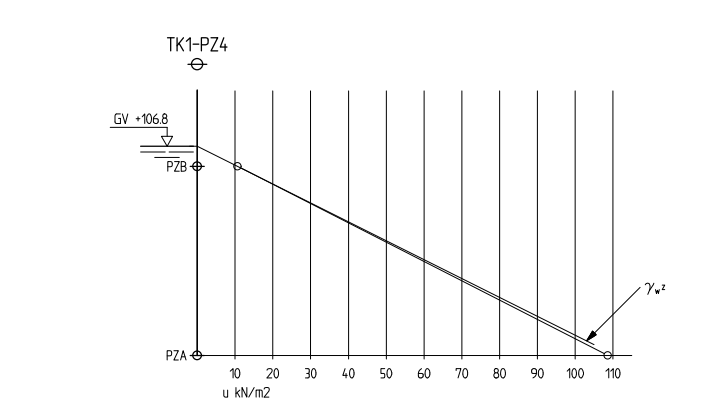
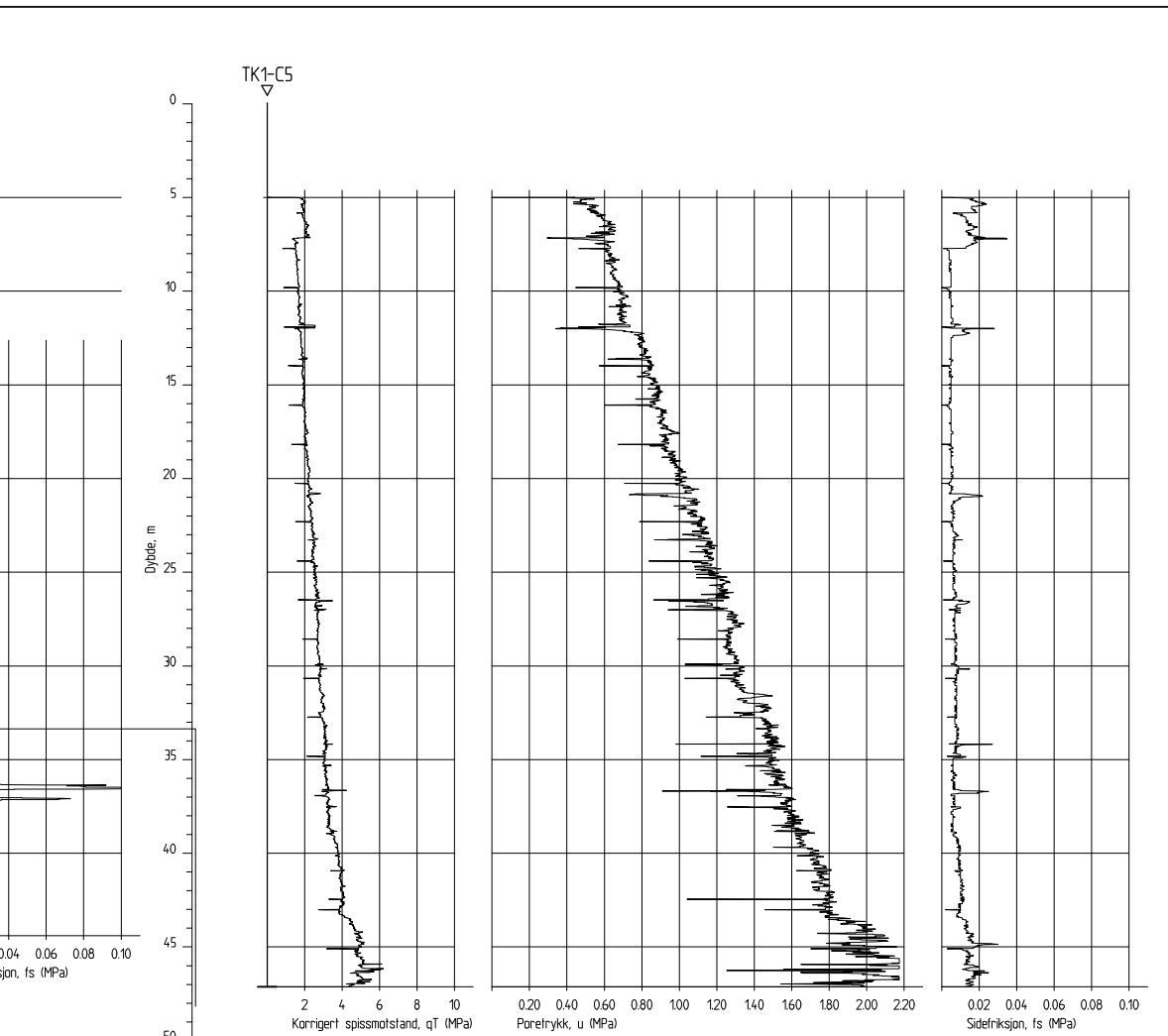
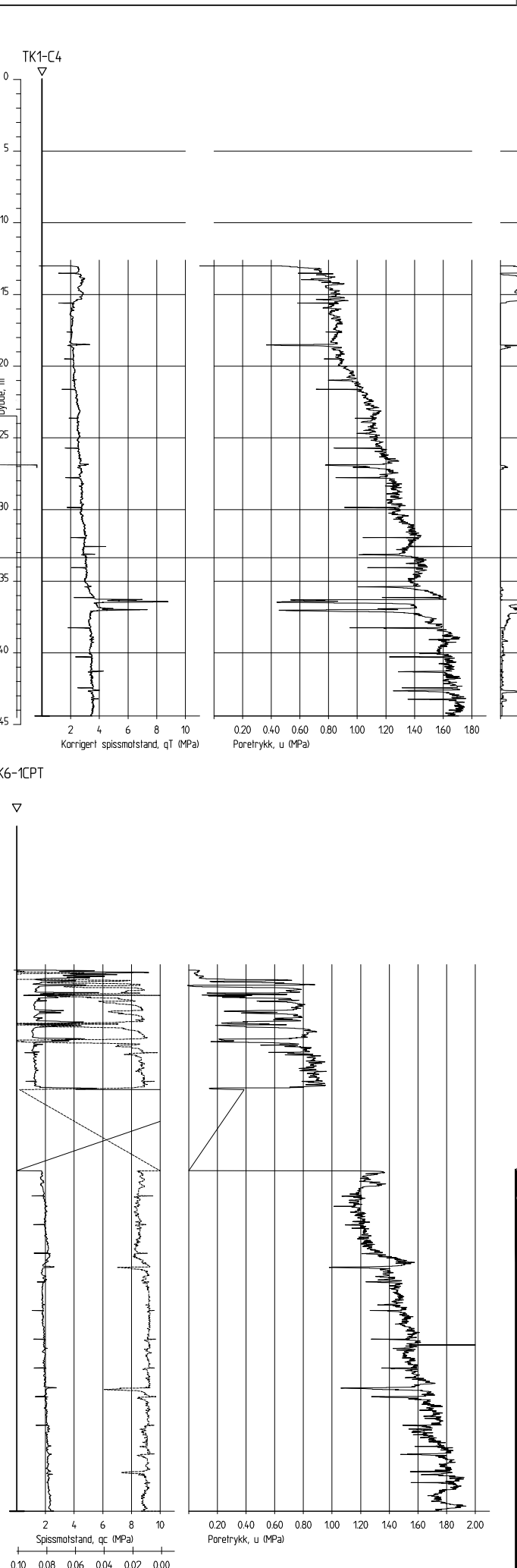
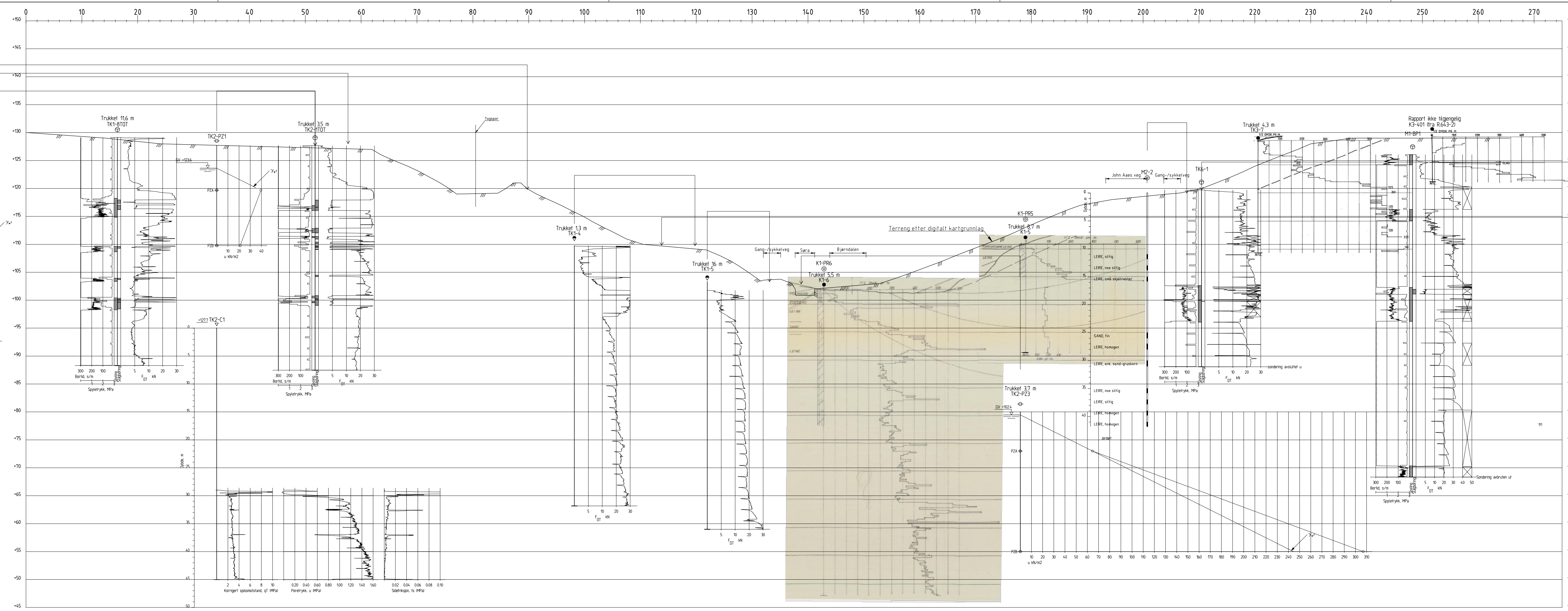
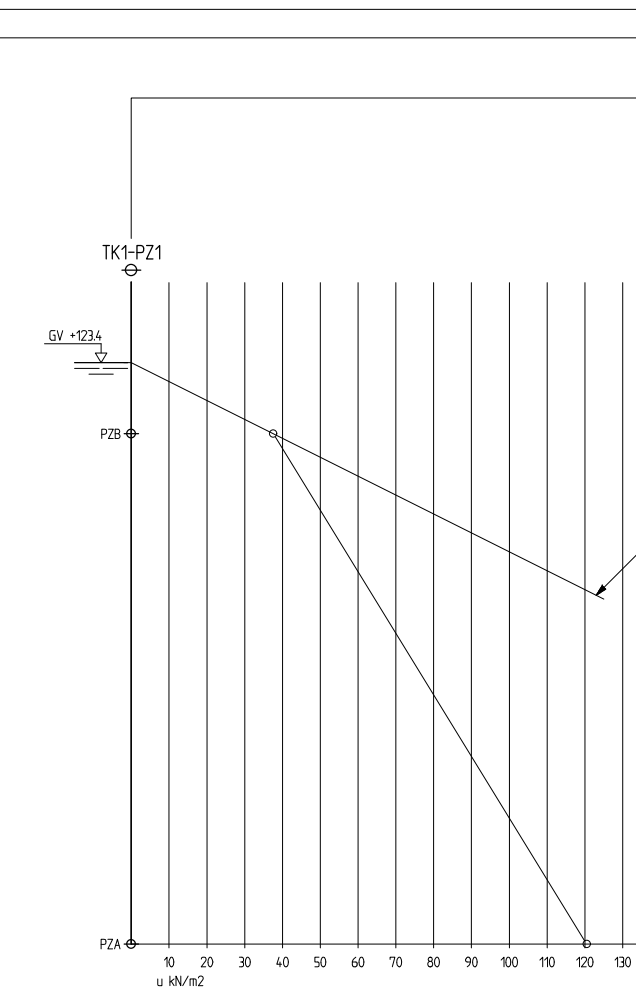
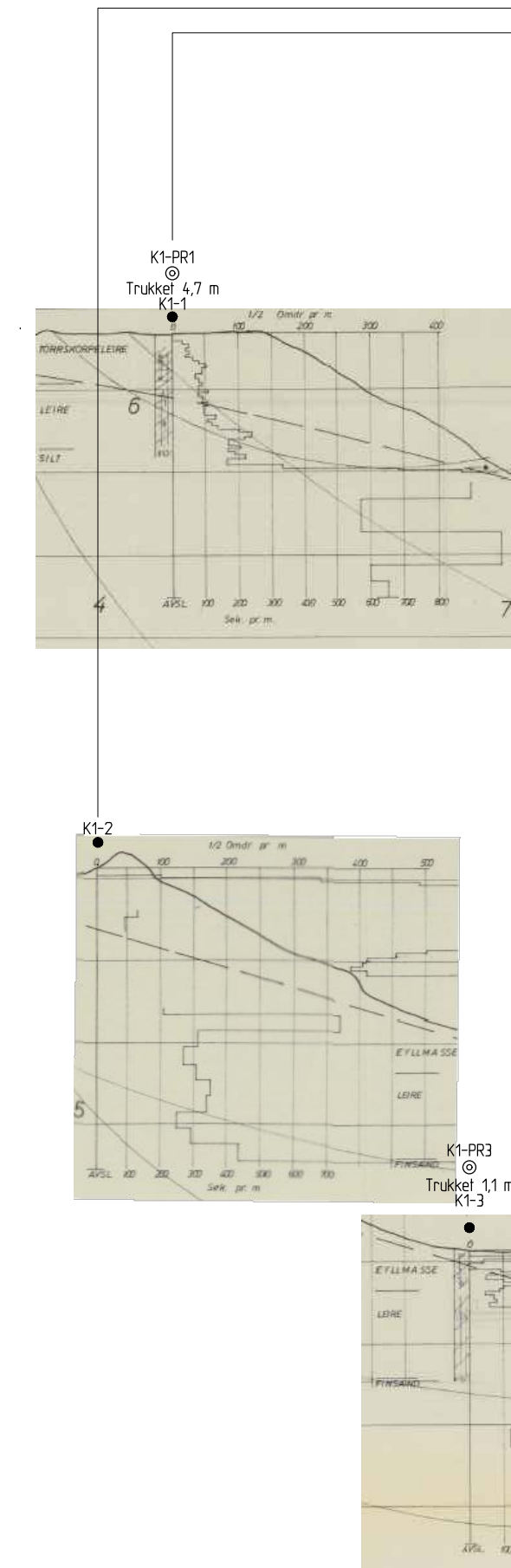
0

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

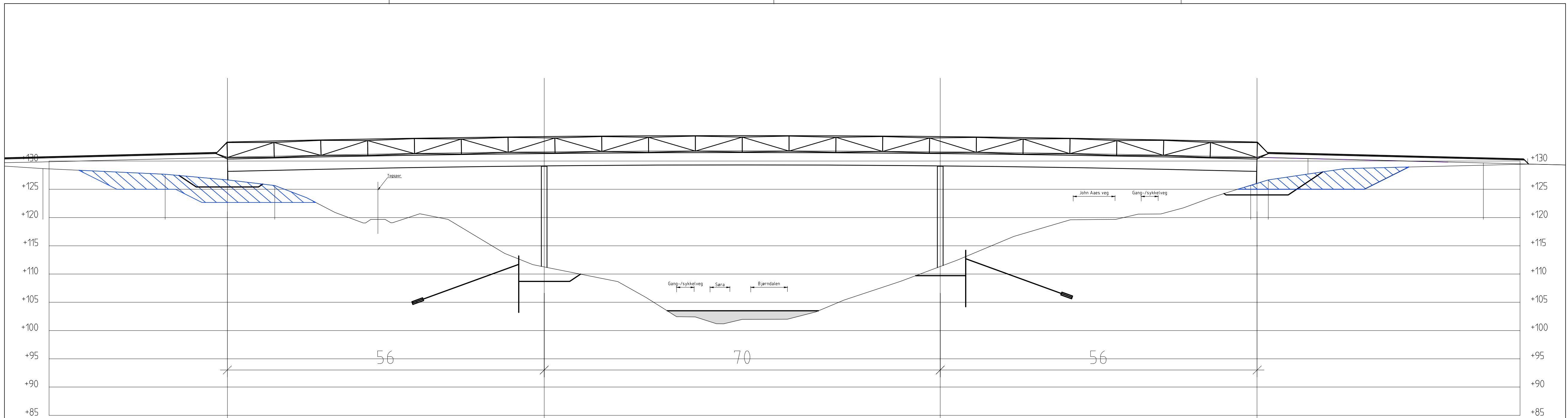


Referansemetoder 1 og 2: NTNU Senneset, Sandven & Janbu (1989)
 Referansemetode 3: Chen & Mayne (1996)

Oppdragsgiver: Trondheim kommune		Oppdrag: Gang- og sykkelbru Bjørndalen		Tegningens filnavn: CPTU_EXTRA_v5.0
Overkonsolideringsforhold, $OCR = \sigma'_c / \sigma'_{vo}$:				Multiconsult
CPTU id.:	TK6-1	Sonde:	4352	
MULTICONSULT AS	Dato: 23.02.2018	Tegnet: KONK	Kontrollert: ROS	Godkjent: ROS
	Oppdrag nr.: 415556	Tegning nr.: RIG-TEG-043.7	Versjon: 09.03.2016	Revisjon: 0



01	Revidert etter supplerende grunnundersøkelser	06.04.2018	KONK	RDS	RDS
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkt.
Trondheim kommune			Fag		
Gang og sykkelbru Bjørndalen			Geoteknikk		
Profil A-A			Format		
			A3L		
			Dato		
			22.06.2015		
			Format/Målestokk		
			1:400		
Status		Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	
Oppdragsnr. 415556		JKM	KONK	ROLS	
www.multiconsult.no		Tegningsnr. RIG-TEG-100	Rev. 01		

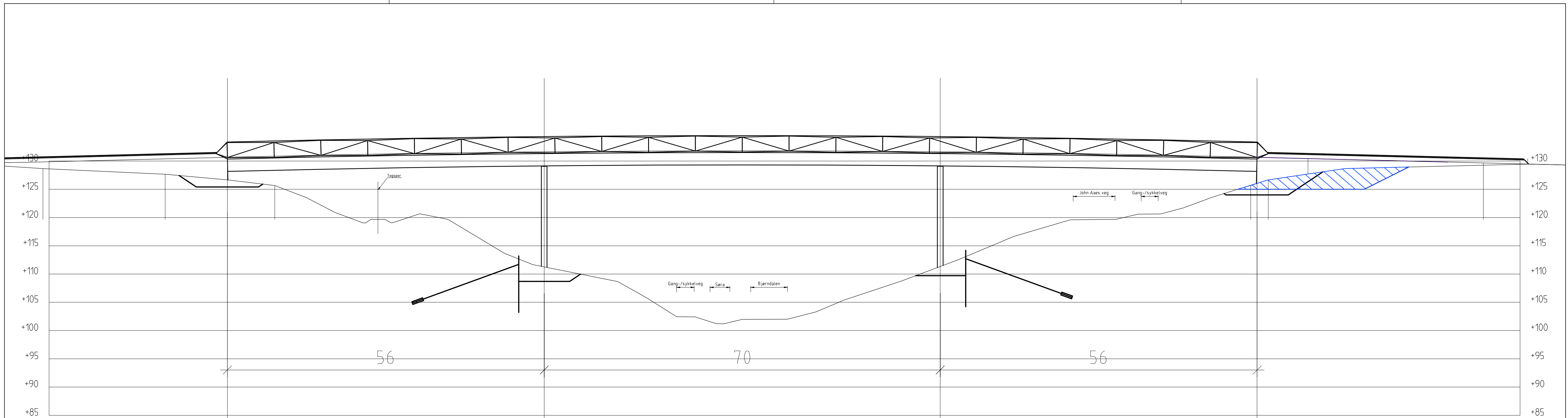


Lengdeprofil (pel 140-400)
1 : 400

TEGNFORKLARING

- Midlertidig motfylling
- Midlertidig nedplanering

	02 Revisjon etter supplerende grunnundersøkelse	24.04.2018	KONK	ROS	ROS
	01 Mer omfattende stabiliserende tiltak	08.04.2016	KONK	ROS	ROLS
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Trondheim kommune					Fag
Gang og sykkelbru Bjørndalen					Geoteknikk
					Format
					A3L
					Dato
					15.09.2015
Lengdeprofil (pel 140-400) med midlertidige stabiliserende tiltak					Format/Målestokk:
					1:400
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
www.multiconsult.no		Utsendt	KONK	ROS	ROLS
Oppdragsnr.		Tegningsnr.		Rev.	
415556		RIG-TEG-103		02	



Lengdeprofil (pel 140-400)
1 : 400

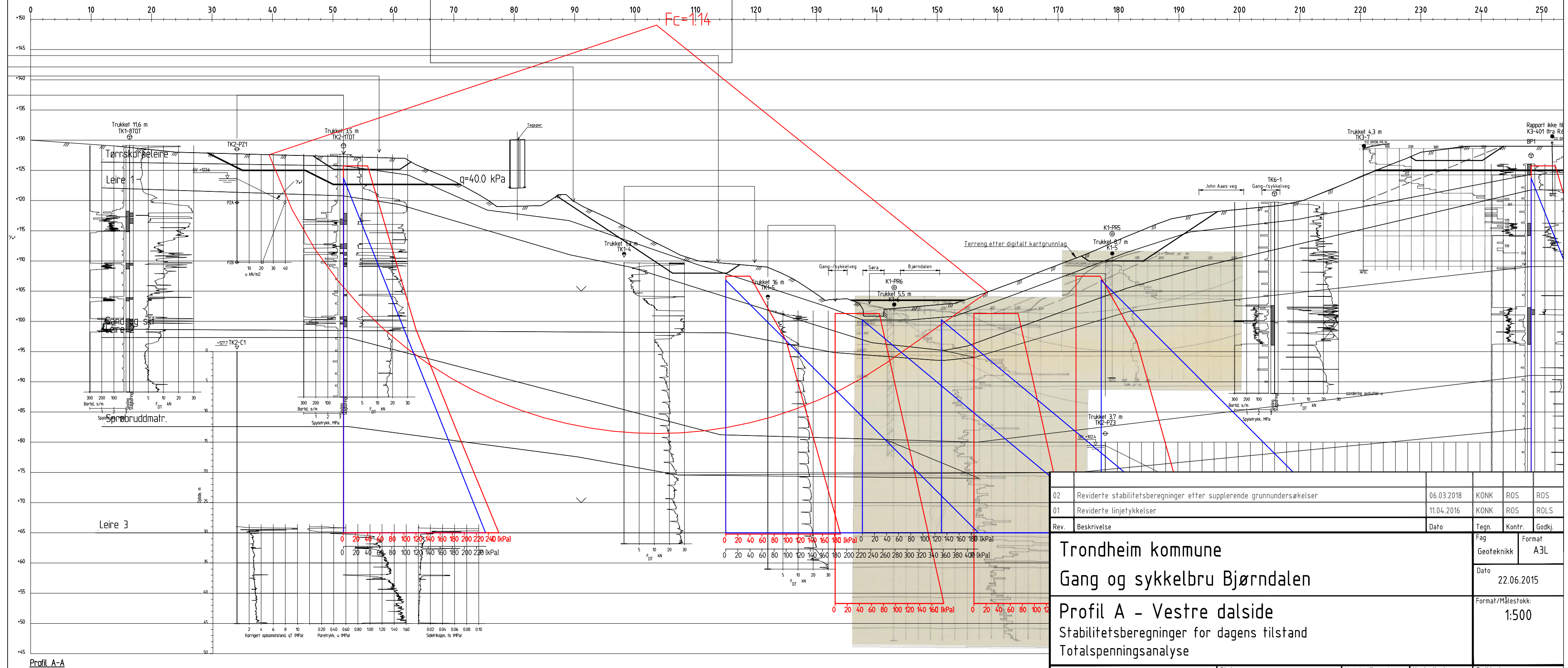
TEGNFORKLARING



Permanent nedplanering. Ved behov i kombinasjon med lette masser

01		Revisjon etter supplerende grunnundersøkelse			24.04.2018	KONK	ROS	ROS
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.			
Trondheim kommune						Fag	Format	
Gang og sykkelbru Bjørndalen						Geoteknikk	A3L	
						Dato	12.04.2016	
Lengdeprofil (pel 140-400) med permanente stabiliserende tiltak						Format/Målestokk:	1:400	
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent			
www.multiconsult.no		Utsendt	KONK	ROS	ROLS			
Oppdragsnr.		Tegningsnr.		Rev.				
415556		RIG-TEG-104		01				

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørskorpeleir	20.00	10.00	30.0	0.0				
Leire 1	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Sand og silt	20.00	10.00	35.0	0.0				
Leire 2	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Sprøbruddmatr	20.00	10.00			C-prof	0.85	0.63	0.35
Leire 3	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
02	Reviderte stabilitetsberegninger etter supplerende grunnundersøkelser	06.03.2018	KONK	ROS	ROS
01	Reviderte linjetykkelser	11.04.2016	KONK	ROS	ROLS

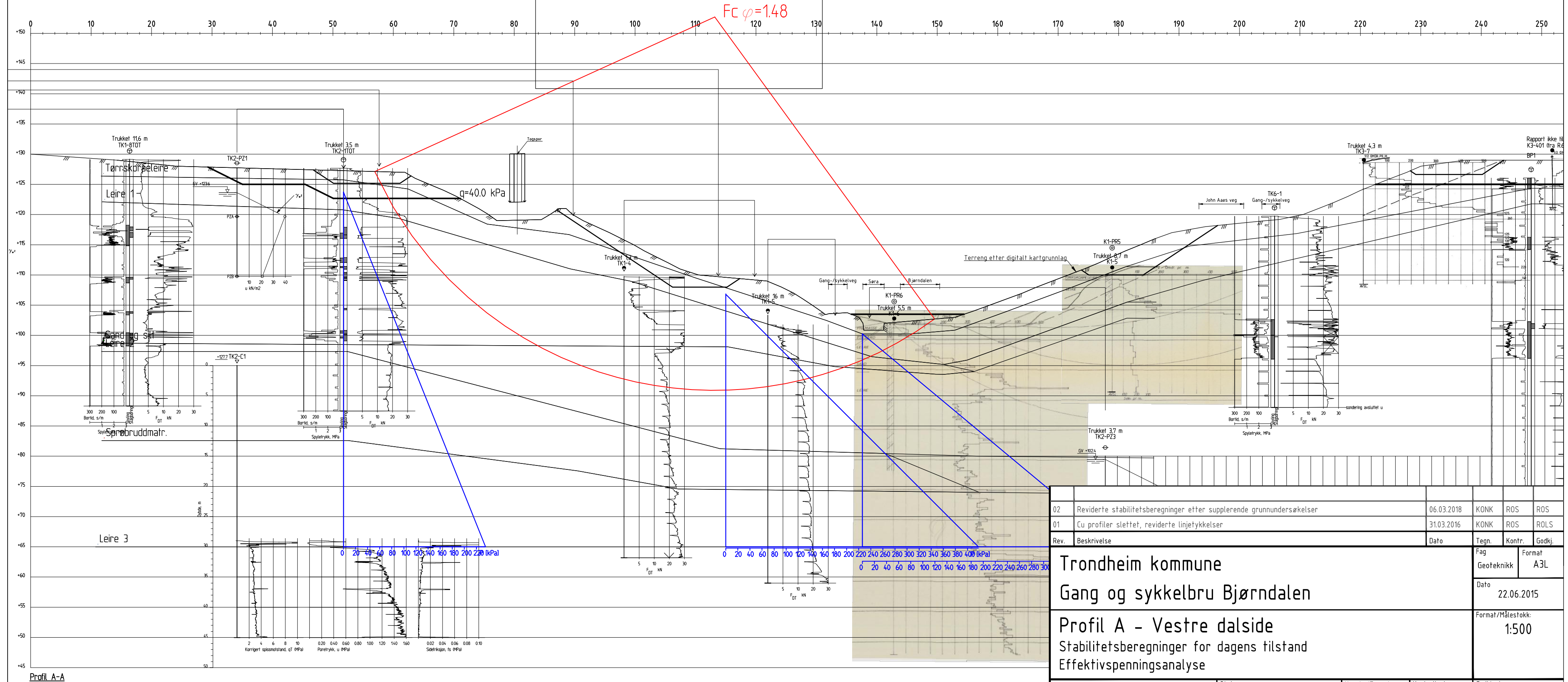
Trondheim kommune
Gang og sykkelbru Bjørndalen
Profil A - Vestre dalside
 Stabilitetsberegninger for dagens tilstand
 Totalspenningsanalyse

Fag	Format
Geoteknikk	A3L
Dato	22.06.2015
Format/Målestokk:	1:500

Multiconsult www.multiconsult.no	Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
	Utsendt	KONK	ROS	ROLS
Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.		
415556	RIG-TEG-300			02

Profil A-A

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpeleir@0.00	10.00	30.0	0.0					
Leire 1	20.00	10.00	26.5	5.0				
Sand og silt	20.00	10.00	35.0	0.0				
Leire 2	20.00	10.00	21.8	4.0				
Sprøbruddmatr	20.00	10.00	21.8	4.0				
Leire 3	20.00	10.00	21.8	4.0				

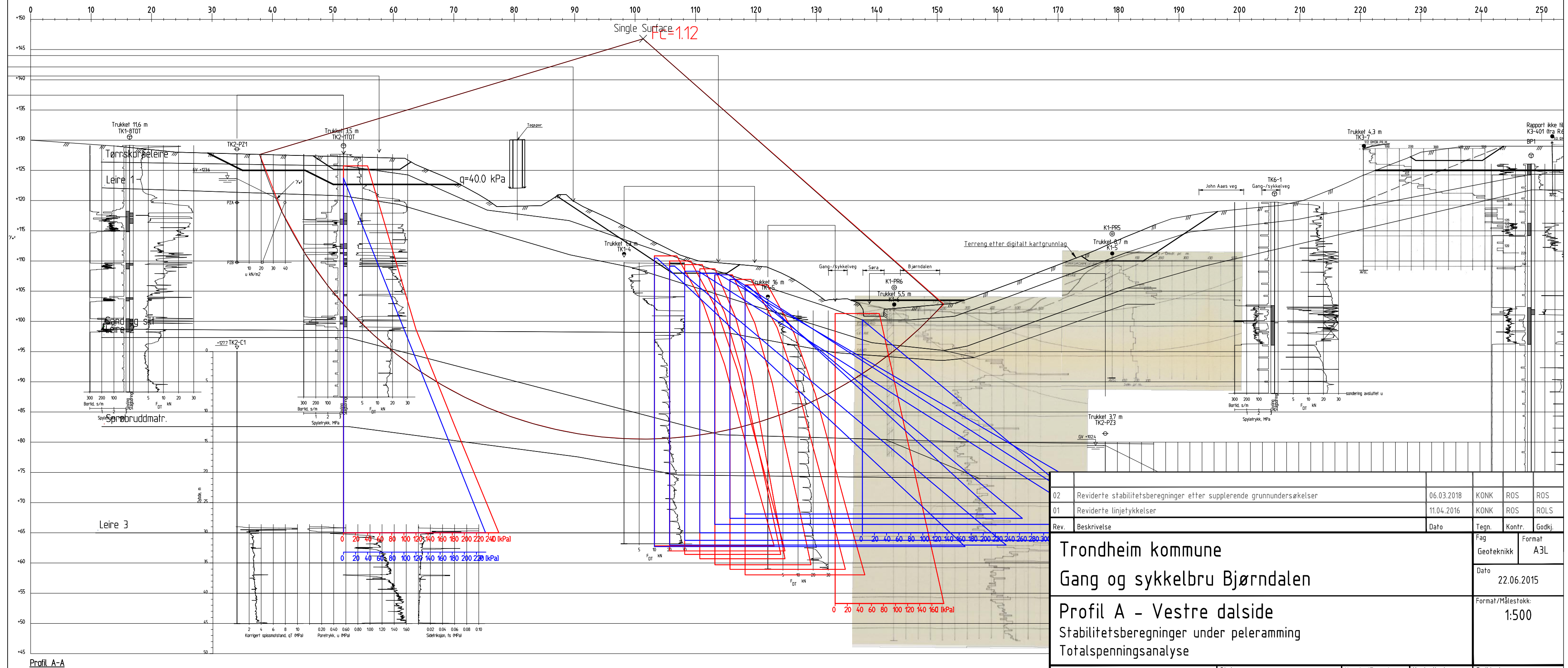


02	Reviderte stabilitetsberegninger etter supplerende grunnundersøkelser	06.03.2018	KONK	ROS	ROS
01	Cu profiler slettet, reviderte linjetykkelsener	31.03.2016	KONK	ROS	ROLS
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Trondheim kommune		Fag	Format
Gang og sykkelbru Bjørndalen		Geoteknikk	A3L
Profil A - Vestre dalside		Dato	22.06.2015
Stabilitetsberegninger for dagens tilstand		Format/Målestokk:	1:500
Effektivspenningsanalyse		Status	Utsendt
		Konstr./Tegnet	KONK
		Kontrollert	ROS
		Godkjent	ROLS

Multiconsult www.multiconsult.no	Status	Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
	Utsendt	415556	RIG-TEG-301	02

Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpeleire	20.00	10.00	30.0	0.0				
Leire 1	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Sand og silt	20.00	10.00	35.0	0.0				
Leire 2	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Sprøbruddmatr.	20.00	10.00			C-prof	0.85	0.63	0.35
Leire 3	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35



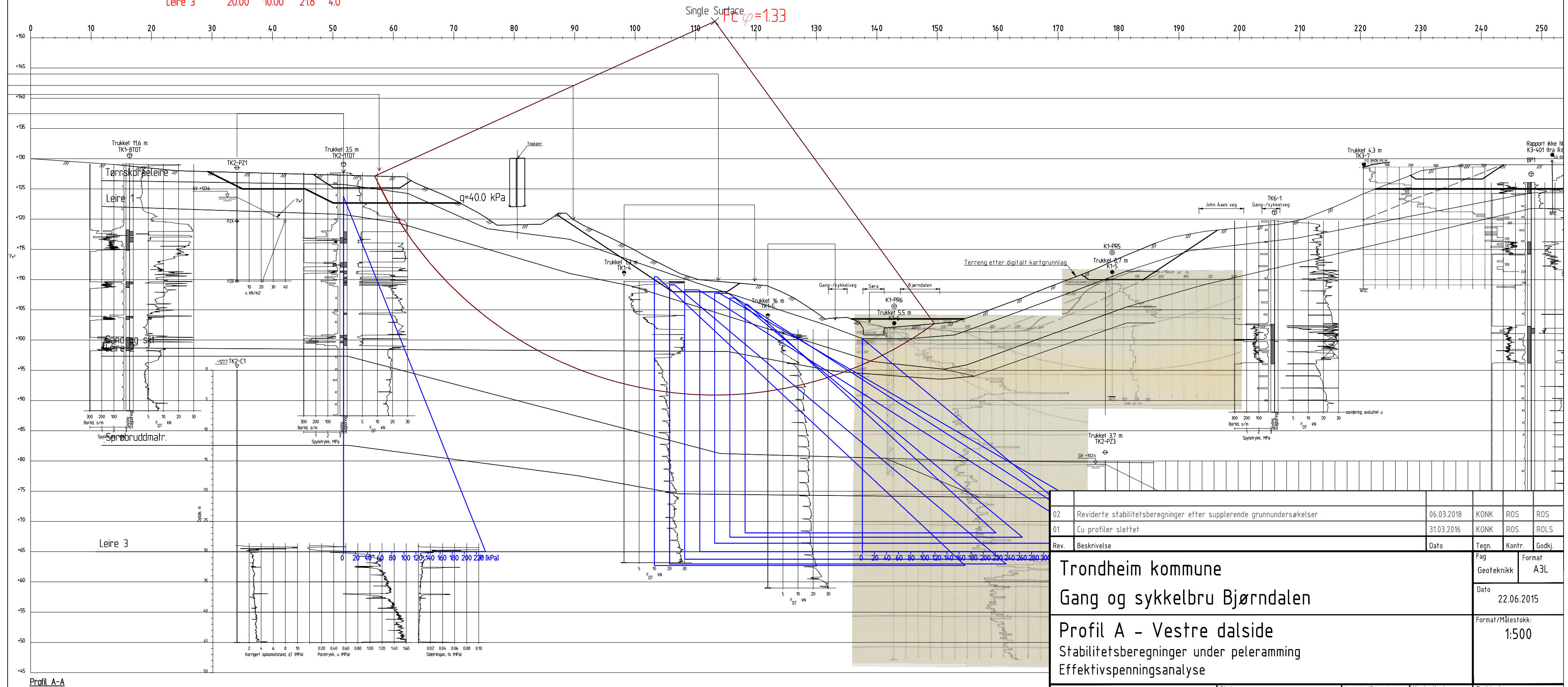
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
02	Reviderte stabilitetsberegninger etter supplerende grunnundersøkelser	06.03.2018	KONK	ROS	ROS
01	Reviderte linjetykkelser	11.04.2016	KONK	ROS	ROLS

Trondheim kommune
Gang og sykkelbru Bjørndalen
Profil A - Vestre dalside
 Stabilitetsberegninger under peleramming
 Totalspenningsanalyse

Fag	Format
Geoteknikk	A3L
Dato	22.06.2015
Format/Målestokk:	1:500

Multiconsult www.multiconsult.no	Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
	Utsendt	KONK	ROS	ROLS
Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.		
415556	RIG-TEG-302			02

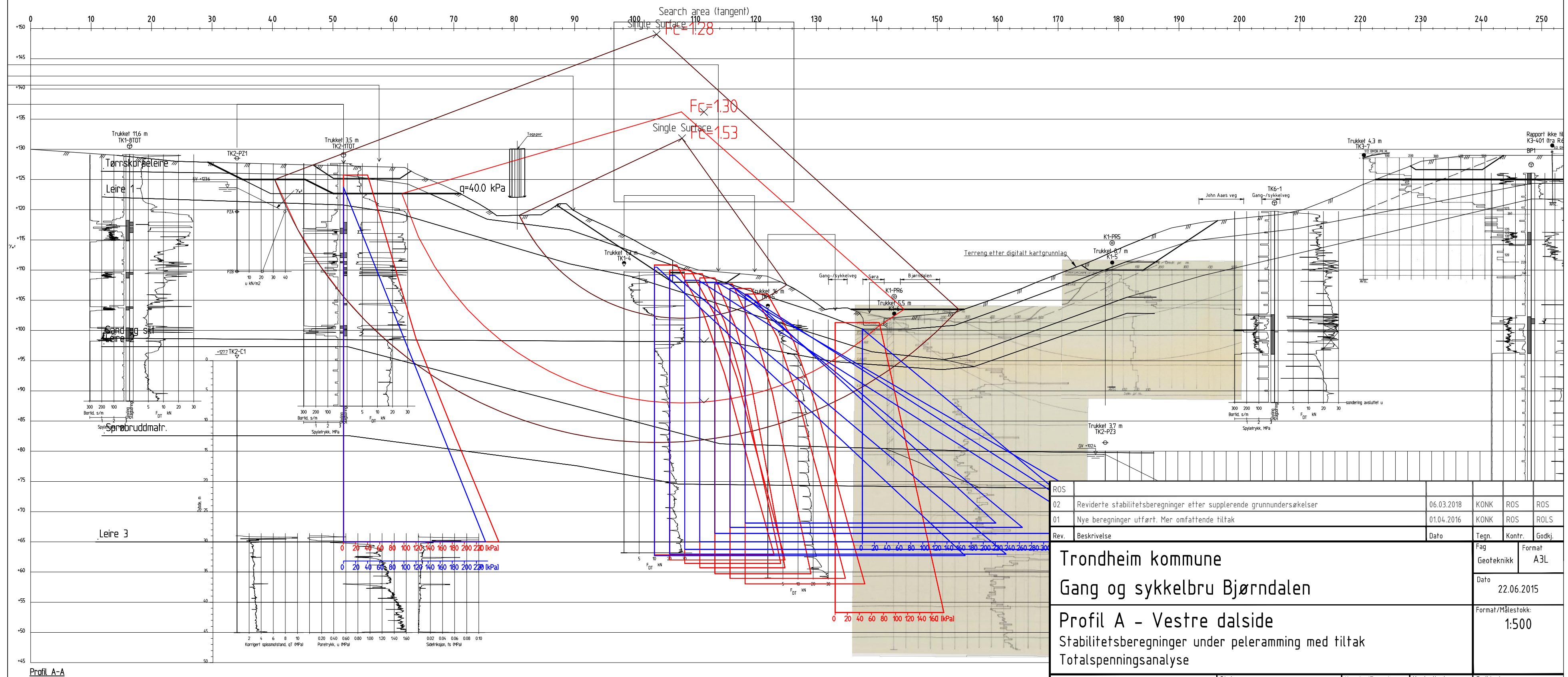
Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørskorpeleire	20.00	10.00	30.0	0.0				
Leire 1	20.00	10.00	26.5	5.0				
Sand og silt	20.00	10.00	35.0	0.0				
Leire 2	20.00	10.00	21.8	4.0				
Sprøbruddmatr.	20.00	10.00	21.8	4.0				
Leire 3	20.00	10.00	21.8	4.0				



Profil A-A

02	Reviderte stabilitetsberegninger etter supplerende grunnundersøkelser	06.03.2018	KONK	ROS	ROS
01	Cu profiler slettet	31.03.2016	KONK	ROS	ROLS
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Trondheim kommune Gang og sykkelbru Bjørndalen Profil A - Vestre dalside Stabilitetsberegninger under peleramming Effektivspenningsanalyse			Fag	Format	
			Geoteknikk	A3L	
			Dato	22.06.2015	
			Format/Målestokk:	1:500	
Multiconsult www.multiconsult.no		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
Utsendt		KONK	ROS	ROLS	
Oppdragsnr.		Tegningsnr.	Rev.		
415556		RIG-TEG-303	02		

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørskorpeleire	20.00	10.00	30.0	0.0				
Leire 1	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Sand og silt	20.00	10.00	35.0	0.0				
Leire 2	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Sprøbruddmatr.	20.00	10.00			C-prof	0.85	0.63	0.35
Leire 3	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35

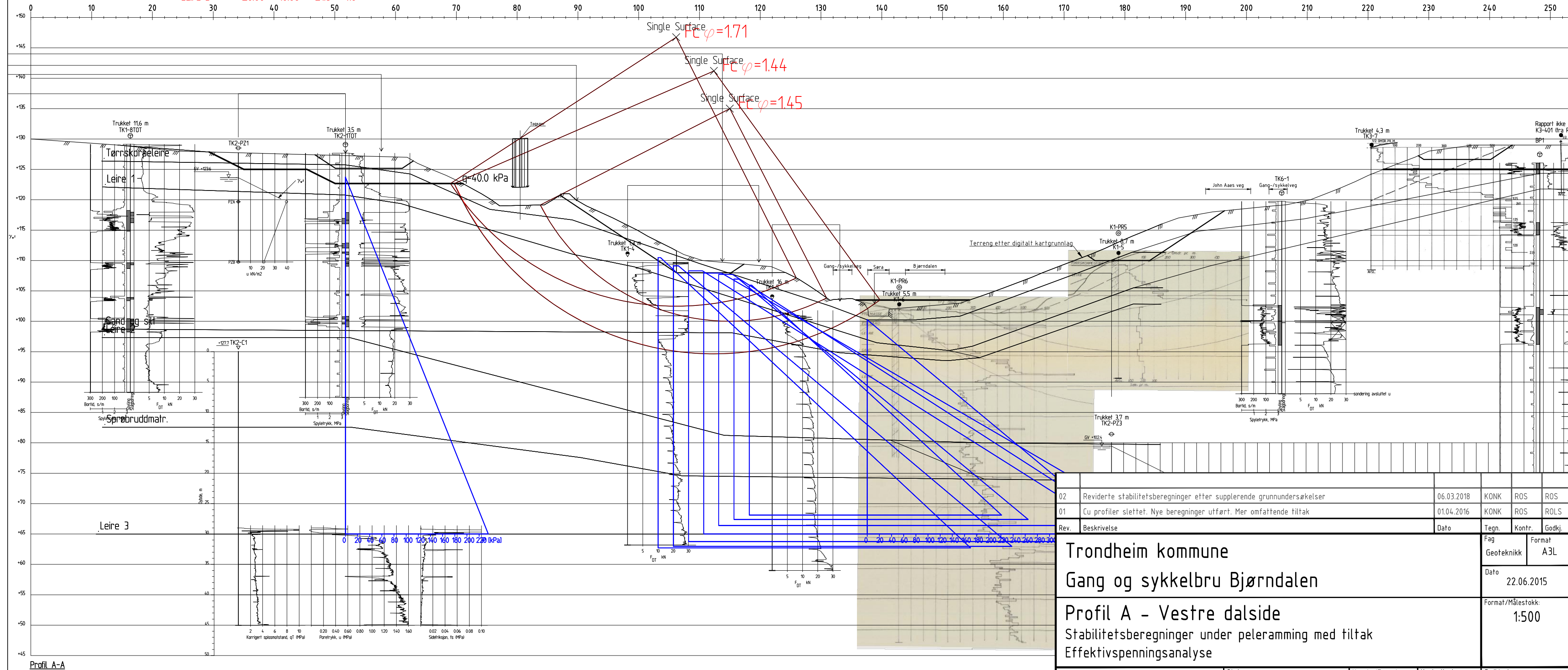


Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
02	Reviderte stabilitetsberegninger etter supplerende grunnundersøkelser	06.03.2018	KONK	ROS	ROS
01	Nye beregninger utført. Mer omfattende tiltak	01.04.2016	KONK	ROS	ROLS

Trondheim kommune		Fag	Format
Gang og sykkelbru Bjørndalen		Geoteknikk	A3L
Profil A - Vestre dalside		Dato	22.06.2015
Stabilitetsberegninger under peleramming med tiltak		Format/Målestokk:	1:500
Totalspenningsanalyse		Status	Utsendt
		Konstr./Tegnet	KONK
		Kontrollert	ROS
		Godkjent	ROLS

Multiconsult www.multiconsult.no	Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
	Oppdragsnr.	Tegningsnr.		
	415556	RIG-TEG-304		02

Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Motfylling	19.00	8.00	30.0	0.0				
Tørskorpeleire	20.00	10.00	30.0	0.0				
Leire 1	20.00	10.00	26.5	5.0				
Sand og silt	20.00	10.00	35.0	0.0				
Leire 2	20.00	10.00	21.8	4.0				
Sprøbruddmatr.	20.00	10.00	21.8	4.0				
Leire 3	20.00	10.00	21.8	4.0				

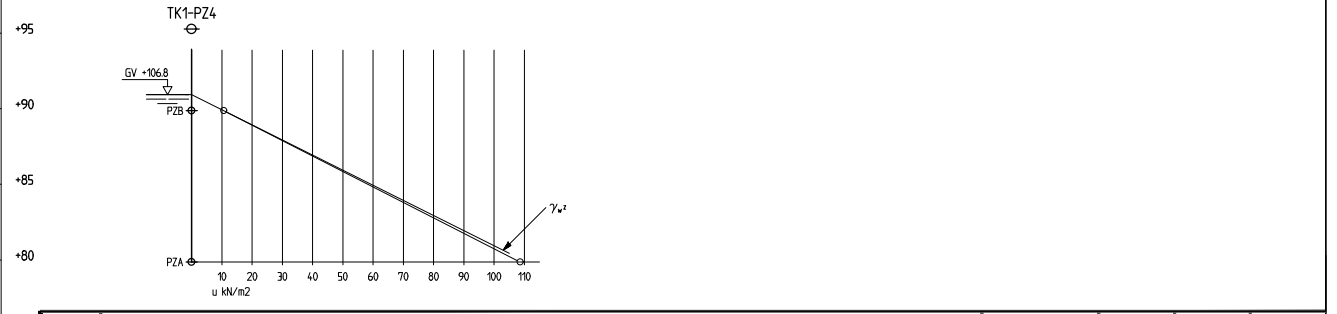
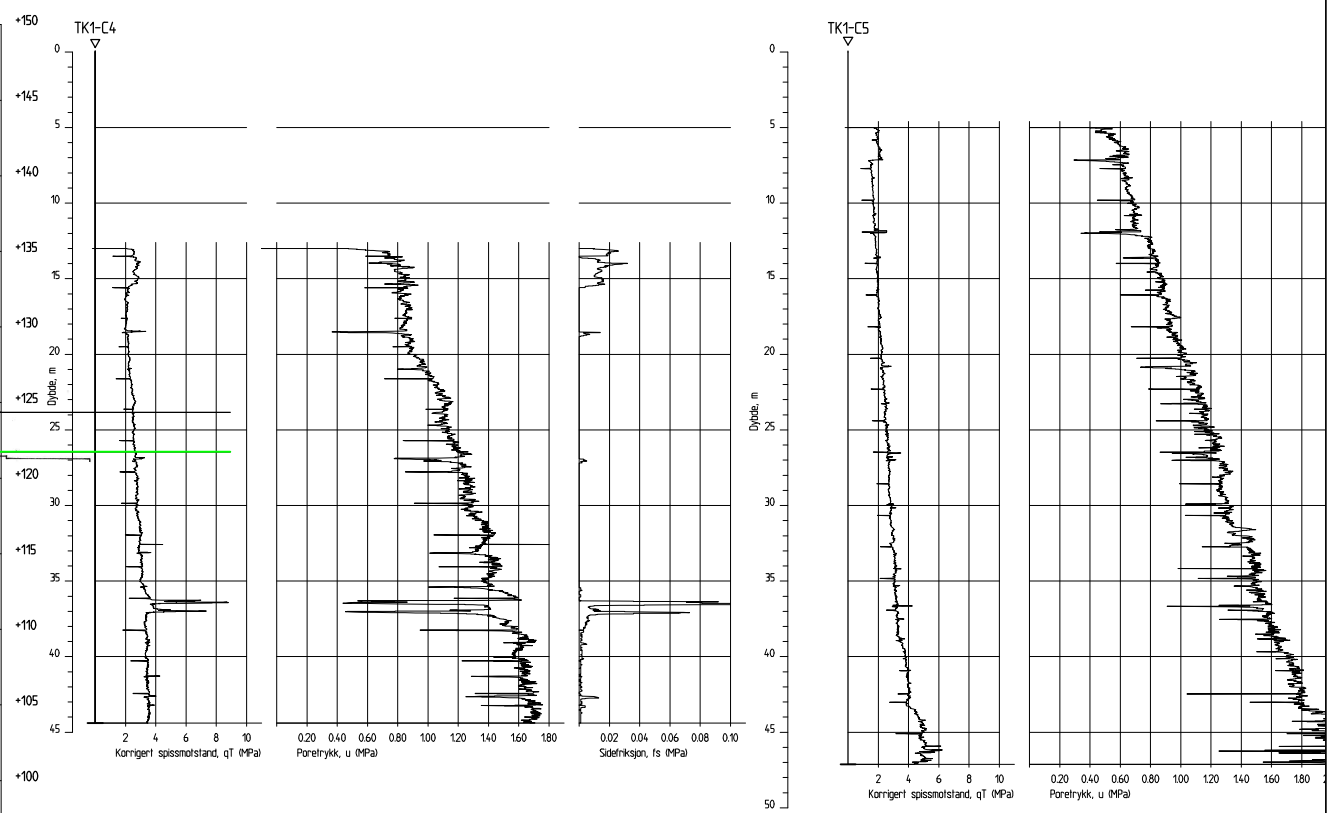
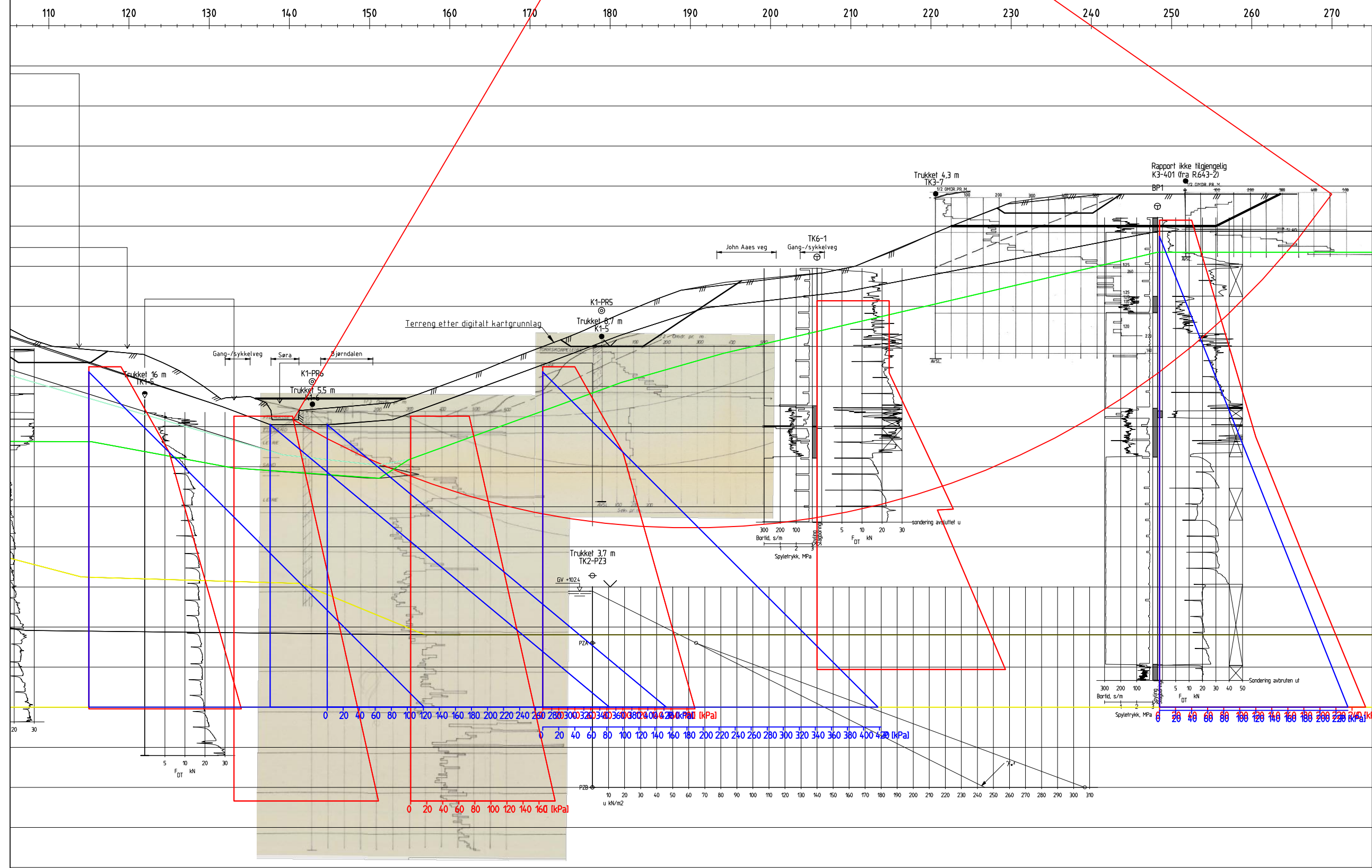


02	Reviderte stabilitetsberegninger etter supplerende grunnundersøkelser	06.03.2018	KONK	ROS	ROS
01	Cu profiler slettet. Nye beregninger utført. Mer omfattende tiltak	01.04.2016	KONK	ROS	ROLS
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Trondheim kommune		Fag	Format
Gang og sykkelbru Bjørndalen		Geoteknikk	A3L
Profil A - Vestre dalside		Dato	22.06.2015
Stabilitetsberegninger under peleramming med tiltak		Format/Målestokk:	1:500
Effektivspenningsanalyse		Status	Konstr./Tegnet
		Utsendt	KONK
		Oppdragsnr.	Kontrollert
		415556	ROS
		Tegningsnr.	Godkjent
		RIG-TEG-305	ROLS
			Rev.
			02

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørskorpeleir	20.00	10.00	30.0	0.0				
Leire 1	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Sand og silt	20.00	10.00	35.0	0.0				
Leire 2	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Sprøbruddmatr.	20.00	10.00			C-prof	0.85	0.63	0.35
Leire 3	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35

$F_c = 1.09$



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
02	Reviderte stabilitetsberegninger etter supplerende grunnundersøkelser	06.03.2018	KONK	ROS	ROS
01	Reviderte linjetykkelser	11.04.2016	KONK	ROS	ROLS

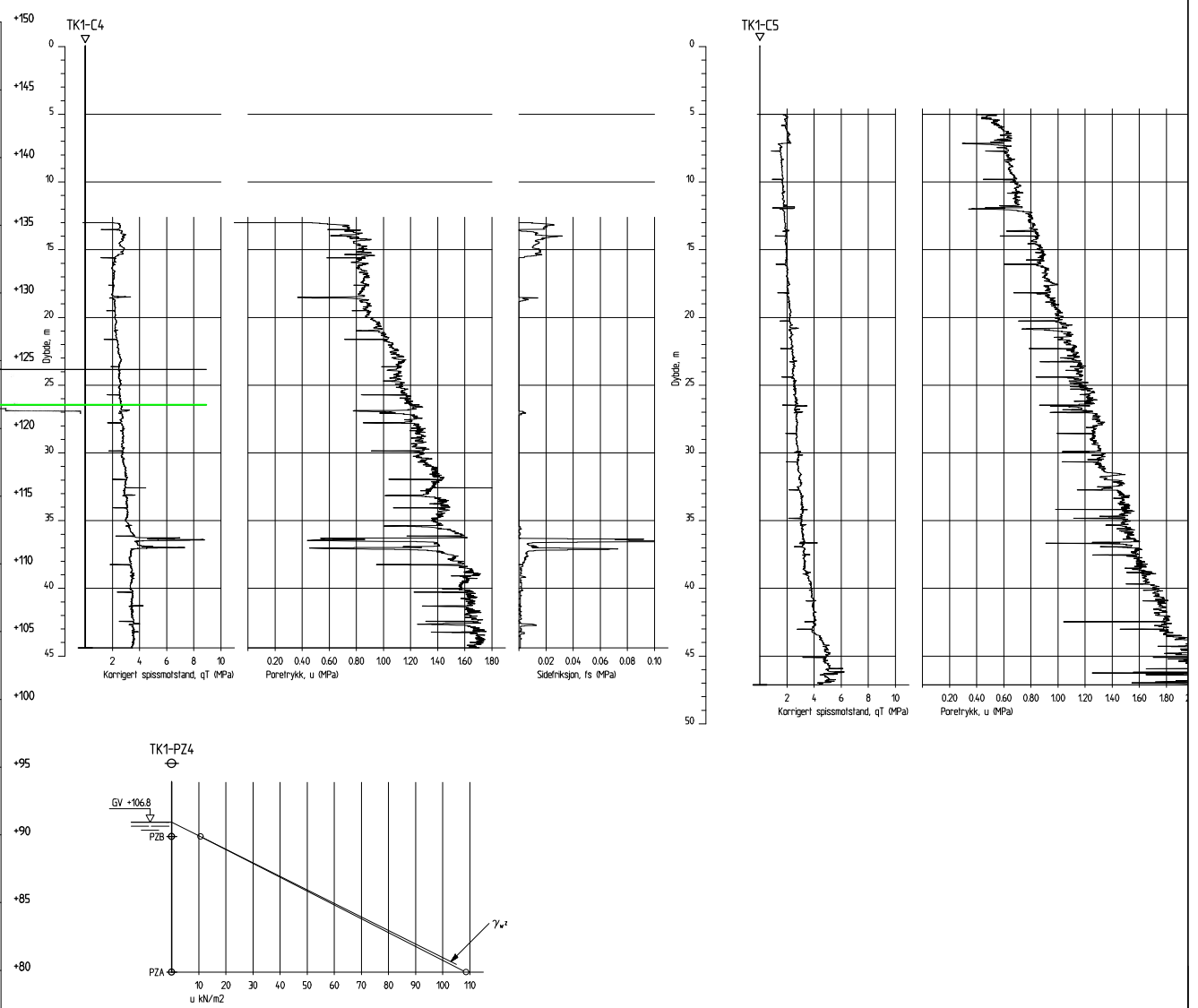
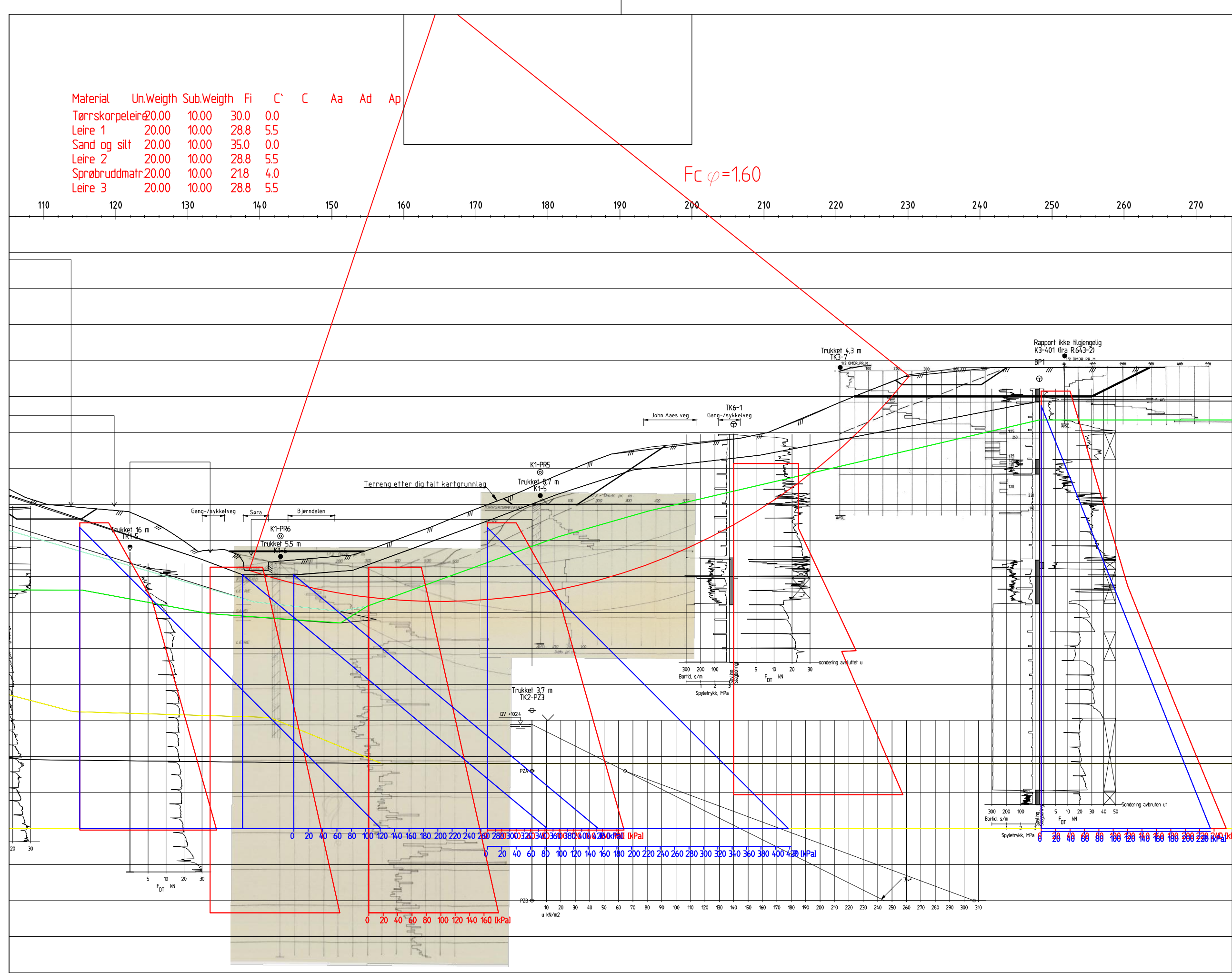
Trondheim kommune
Gang og sykkelbru Bjørndalen
Profil A - Østre dalside
Stabilitetsberegninger for dagens tilstand
Totalspenningsanalyse

Fag: Geoteknikk
Format: A3L
Dato: 22.06.2015
Format/Målestokk: 1:500

Multiconsult www.multiconsult.no	Status Utsendt	Konstr./Tegnet KONK	Kontrollert ROS	Godkjent ROLS
	Oppdragsnr. 415556	Tegningsnr. RIG-TEG-306	Rev. 02	

Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørreskorpeleir	0.00	10.00	30.0	0.0				
Leire 1	20.00	10.00	28.8	5.5				
Sand og silt	20.00	10.00	35.0	0.0				
Leire 2	20.00	10.00	28.8	5.5				
Sprøbruddmatr	20.00	10.00	218	4.0				
Leire 3	20.00	10.00	28.8	5.5				

$F_c \varphi = 1.60$



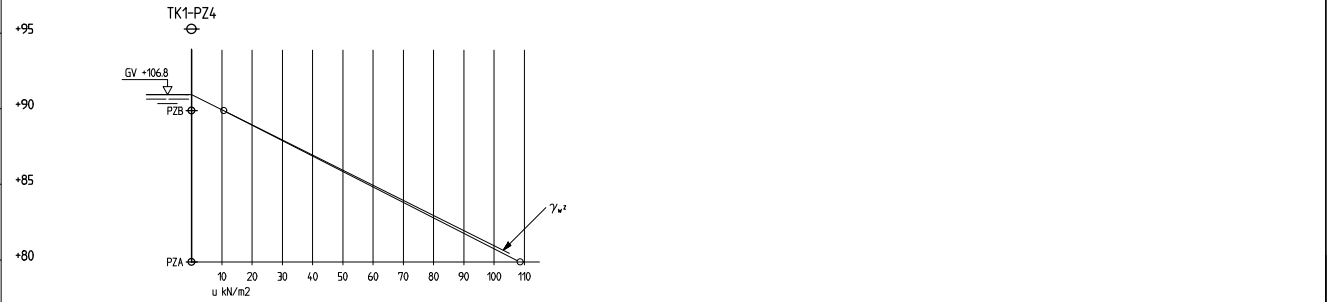
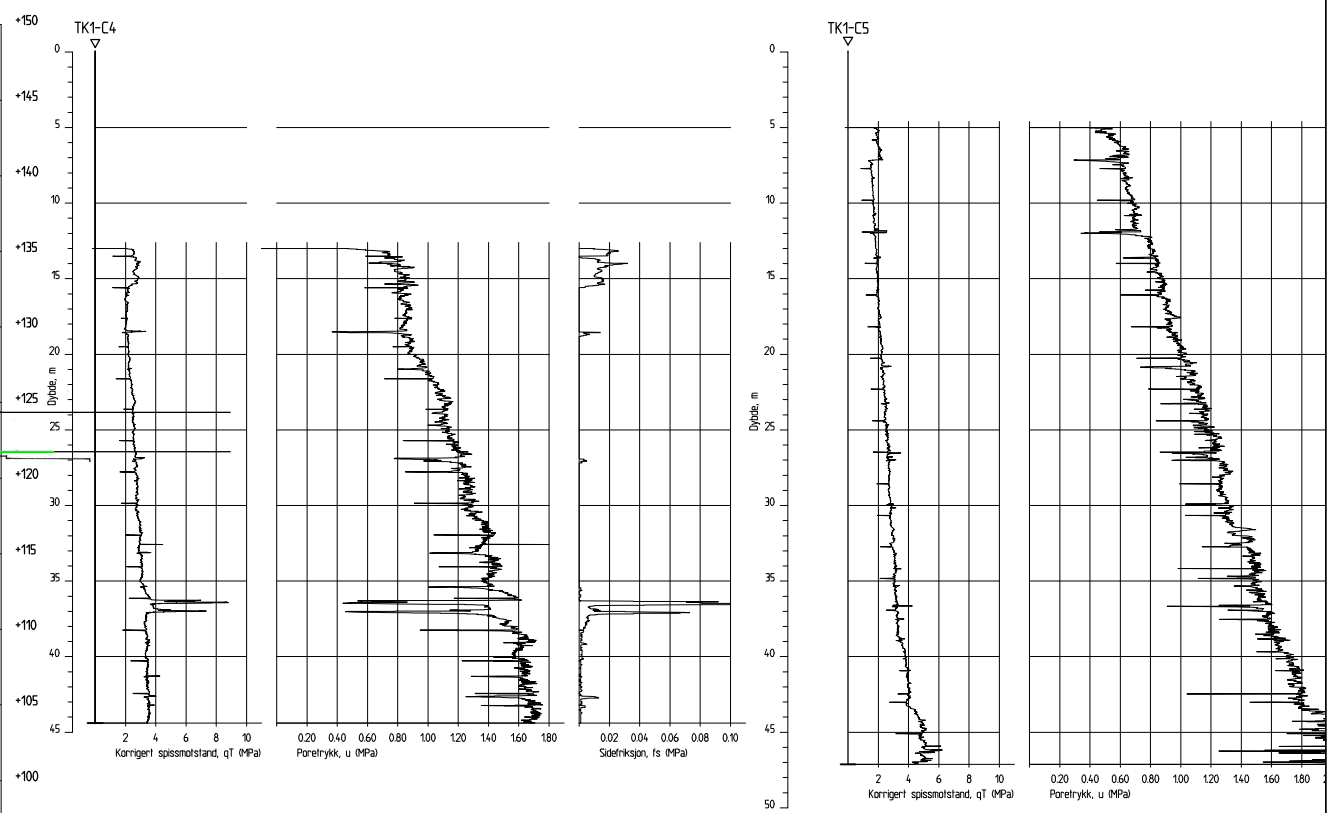
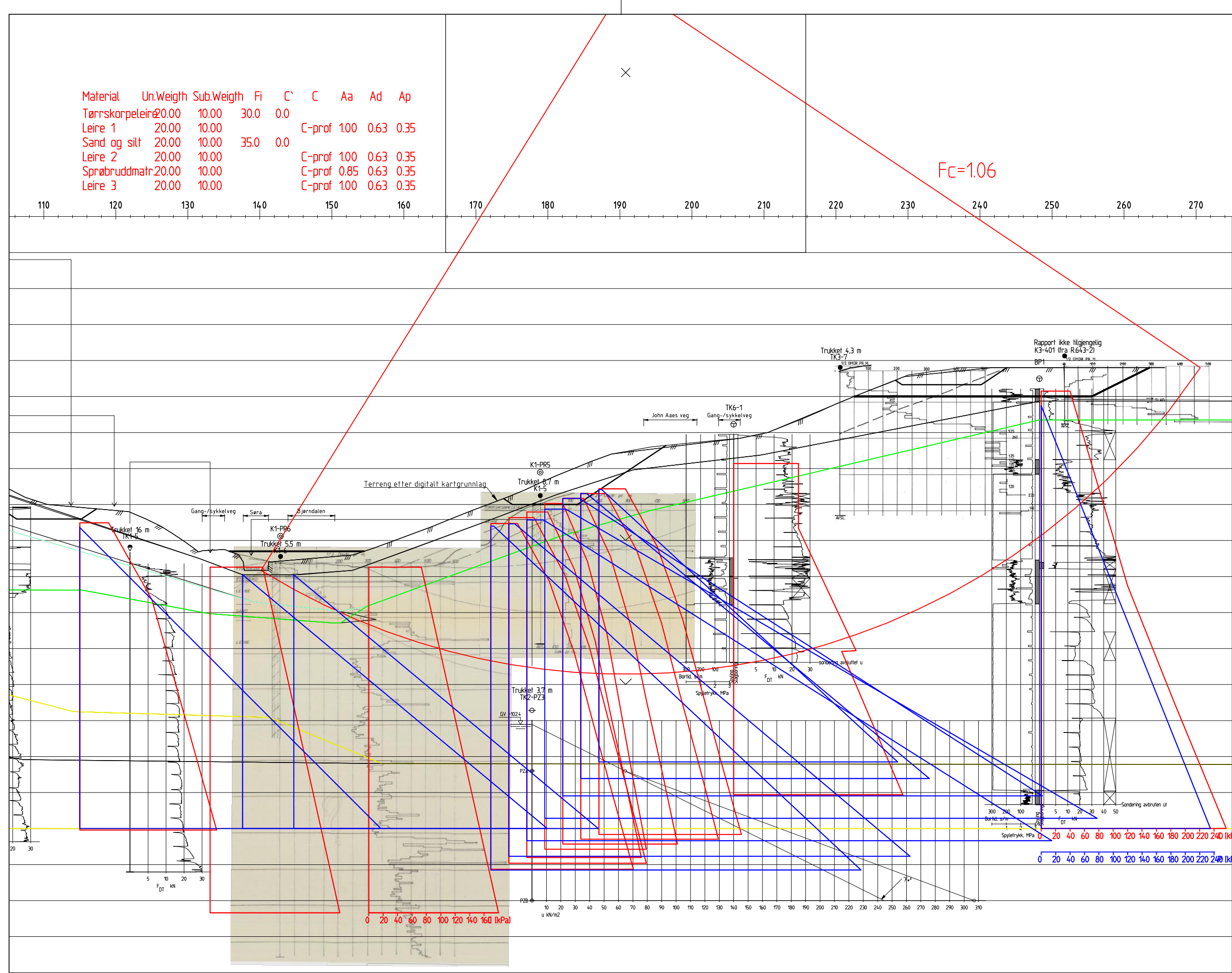
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
02	Reviderte stabilitetsberegninger etter supplerende grunnundersøkelser	06.03.2018	KONK	ROS	ROS
01	Cu profiler slettet	31.03.2016	KONK	ROS	ROLS

Trondheim kommune
Gang og sykkelbru Bjørndalen
Profil A - Østre dalside
 Stabilitetsberegninger for dagens tilstand
 Effektivspenningsanalyse

Multiconsult www.multiconsult.no	Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
	Utsendt	KONK	ROS	ROLS
Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.		
415556	RIG-TEG-307	02		

Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpeleir	20.00	10.00	30.0	0.0				
Leire 1	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Sand og silt	20.00	10.00	35.0	0.0				
Leire 2	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Sprøbruddmatr	20.00	10.00			C-prof	0.85	0.63	0.35
Leire 3	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35

$F_c=1.06$



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
02	Reviderte stabilitetsberegninger etter supplerende grunnundersøkelser	06.03.2018	KONK	ROS	ROS
01	Reviderte linjetykkelser	11.04.2016	KONK	ROS	ROLS

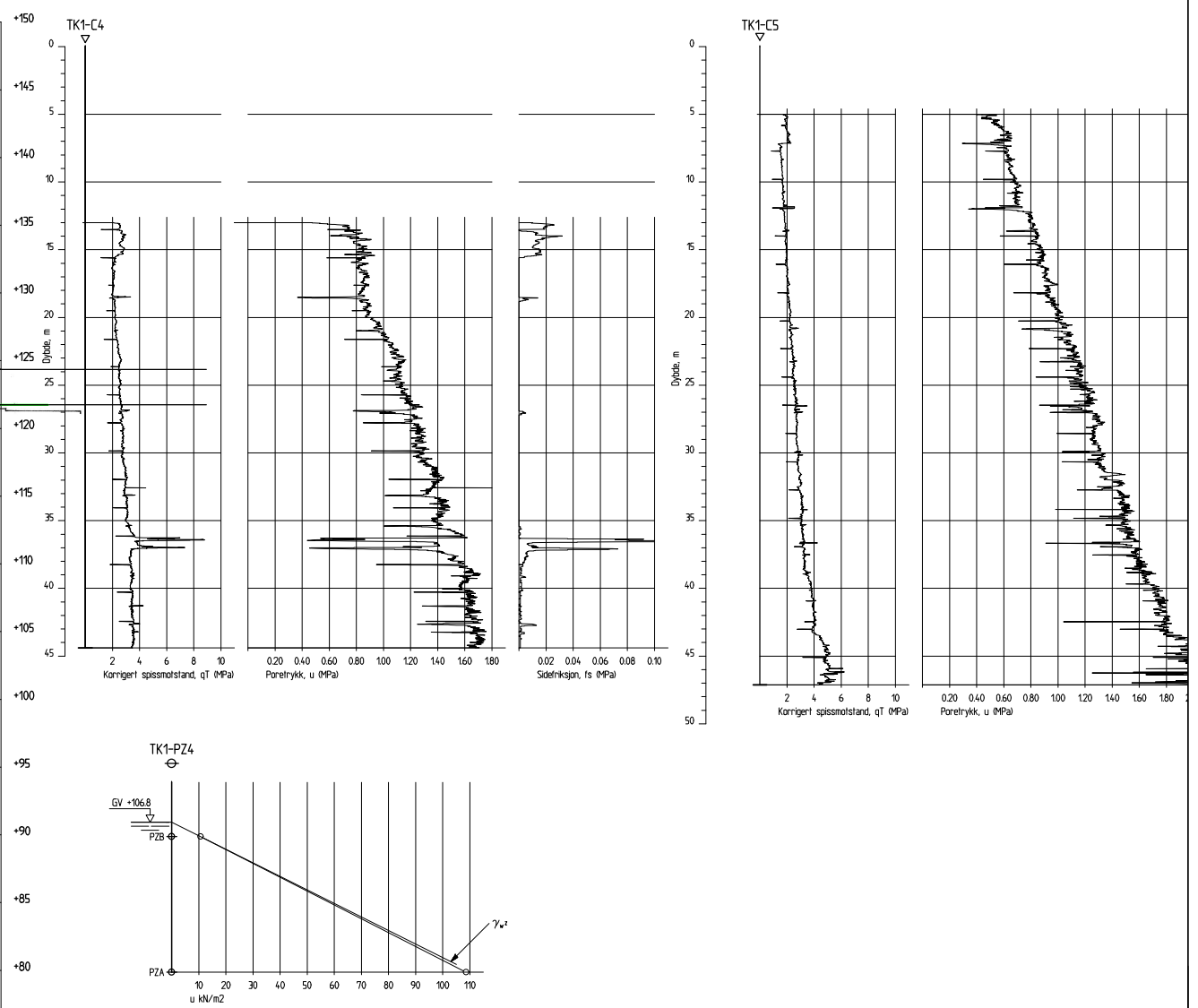
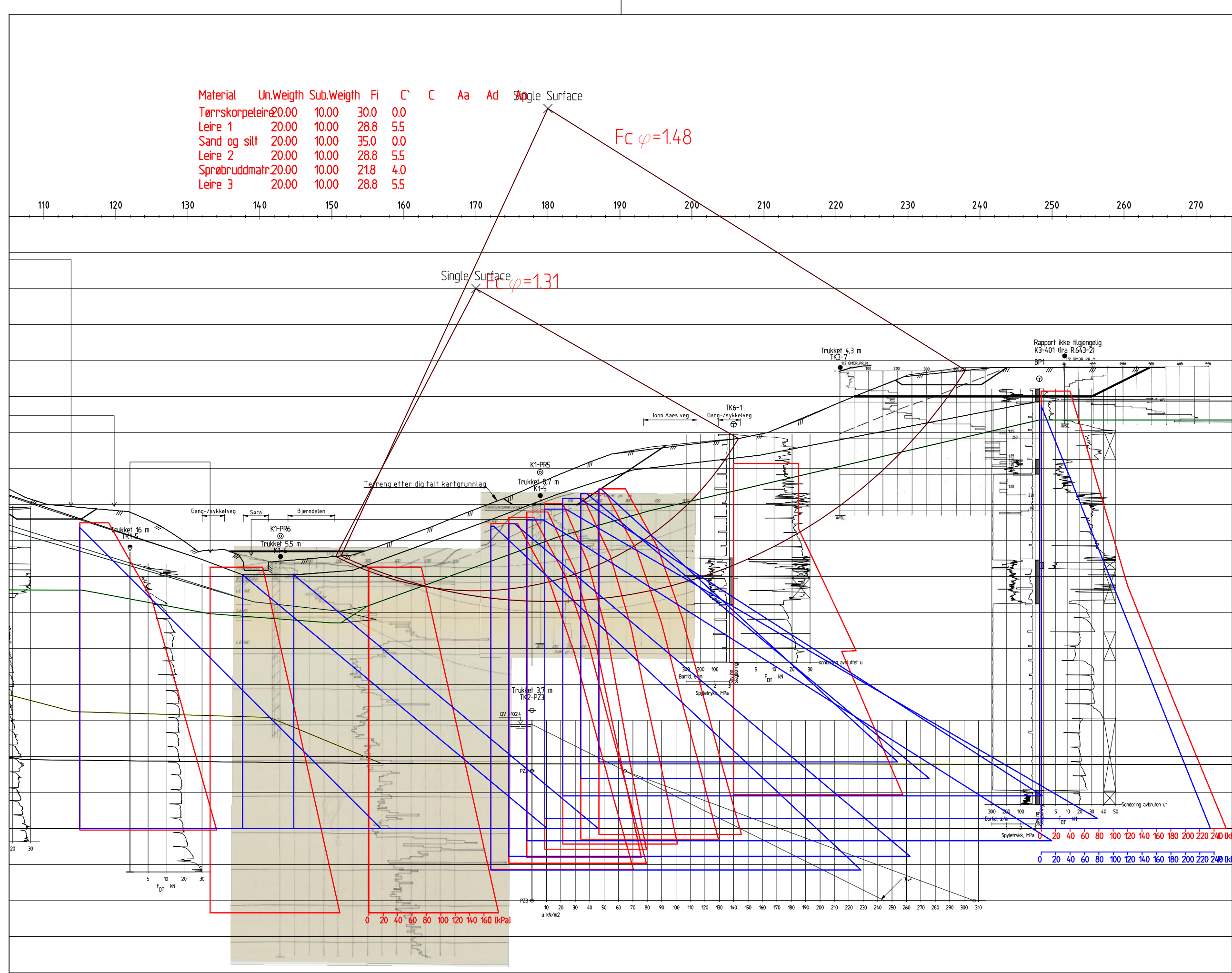
Trondheim kommune		Fag	Format
Gang og sykkelbru Bjørndalen		Geoteknikk	A3L
Profil A - Østre dalside		Dato	22.06.2015
Stabilitetsberegninger under peleramming		Format/Målestokk:	1:500
Totalspenningsanalyse			

Multiconsult www.multiconsult.no	Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
	Utsendt	KONK	ROS	ROLS
Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.		
415556	RIG-TEG-308	02		

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Angle Surface
Tørskorpeleir	20.00	10.00	30.0	0.0				
Leire 1	20.00	10.00	28.8	5.5				
Sand og silt	20.00	10.00	35.0	0.0				
Leire 2	20.00	10.00	28.8	5.5				
Sprøbruddmatr	20.00	10.00	21.8	4.0				
Leire 3	20.00	10.00	28.8	5.5				

$F_c \varphi = 1.48$

Single Surface $F_c \varphi = 1.31$



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
02	Reviderte stabilitetsberegninger etter supplerende grunnundersøkelser	06.03.2018	KONK	ROS	ROS
01	Cu profiler slettet	31.03.2016	KONK	ROS	ROLS

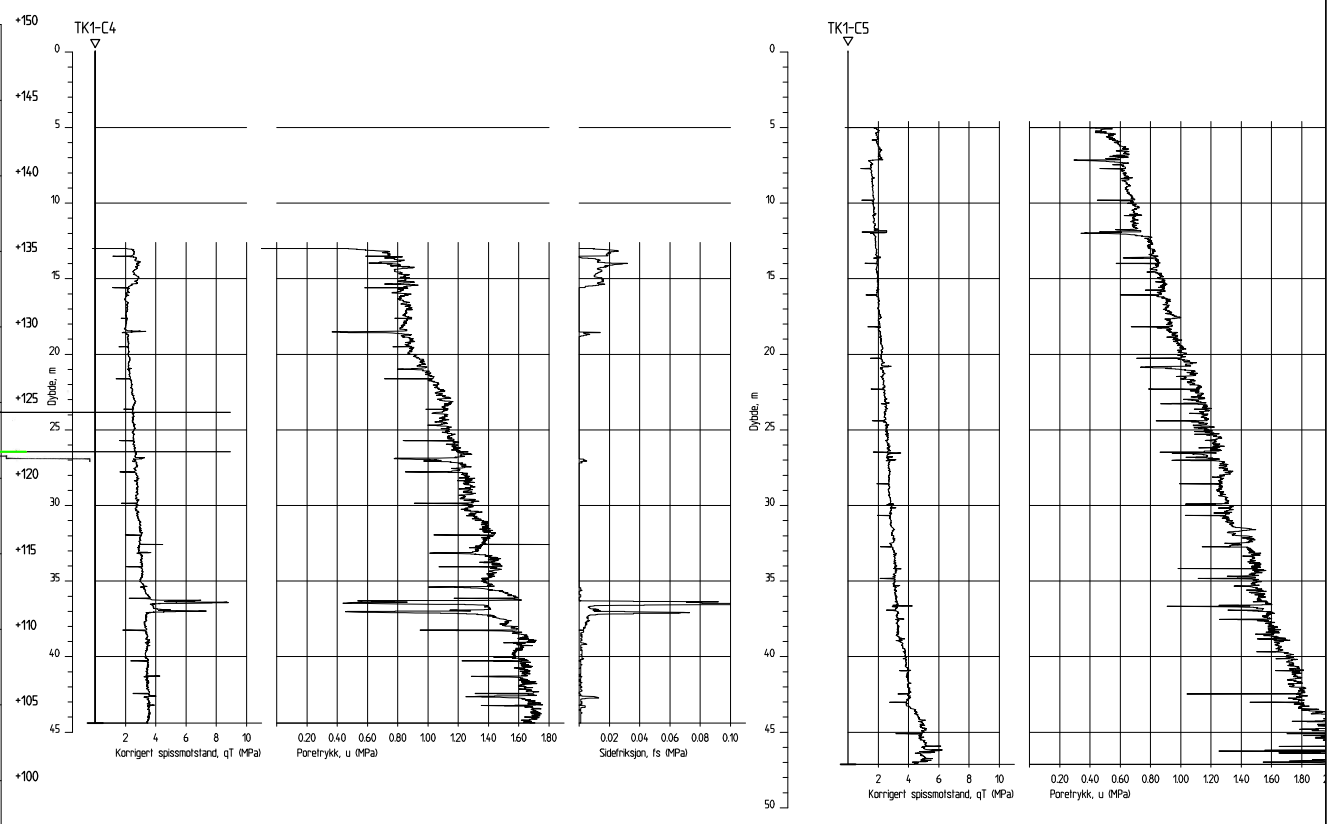
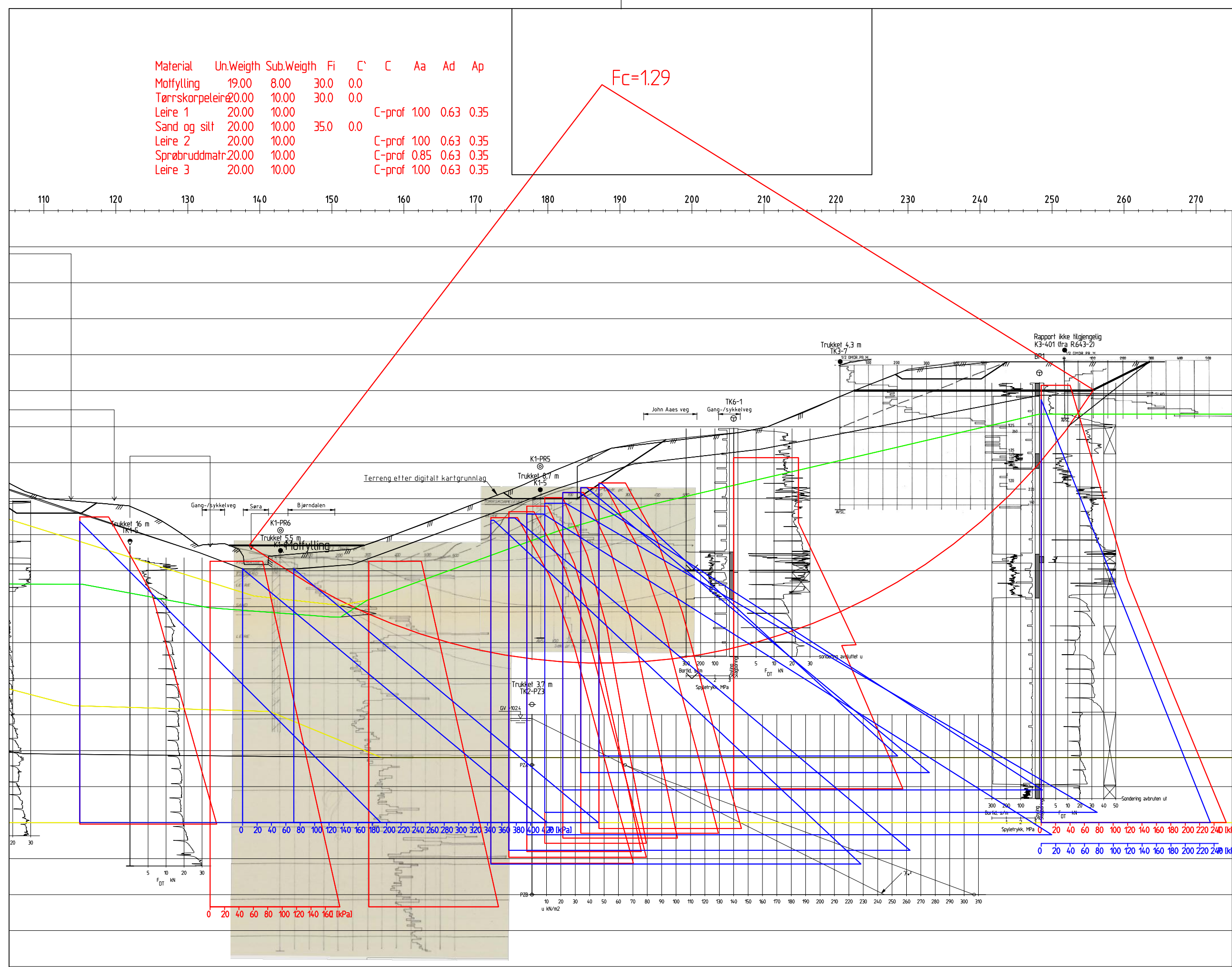
Trondheim kommune
Gang og sykkelbru Bjørndalen
Profil A - Østre dalside
Stabilitetsberegninger under peleramming
Effektivspenningsanalyse

Fag: Geoteknikk, Format: A3L
 Dato: 22.06.2015
 Format/Målestokk: 1:500

Multiconsult www.multiconsult.no	Status: Utsendt	Konstr./Tegnet: KONK	Kontrollert: ROS	Godkjent: ROLS
	Oppdragsnr.: 415556	Tegningsnr.: RIG-TEG-309	Rev.: 02	

Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Moffylling	19.00	8.00	30.0	0.0				
Tørrekorpeleir	20.00	10.00	30.0	0.0				
Leire 1	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Sand og silt	20.00	10.00	35.0	0.0				
Leire 2	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Sprøbruddmatr	20.00	10.00			C-prof	0.85	0.63	0.35
Leire 3	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35

$F_c = 1.29$



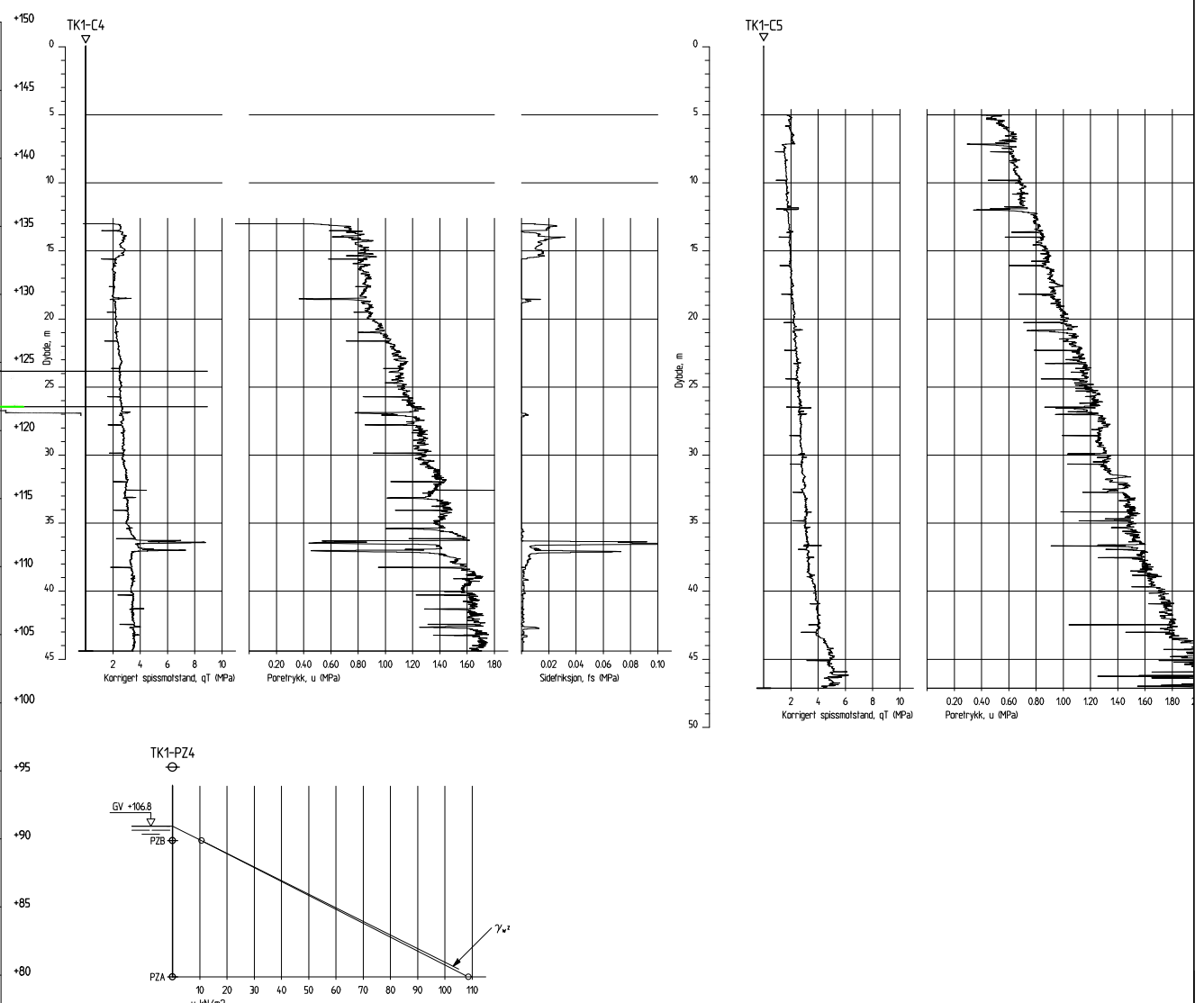
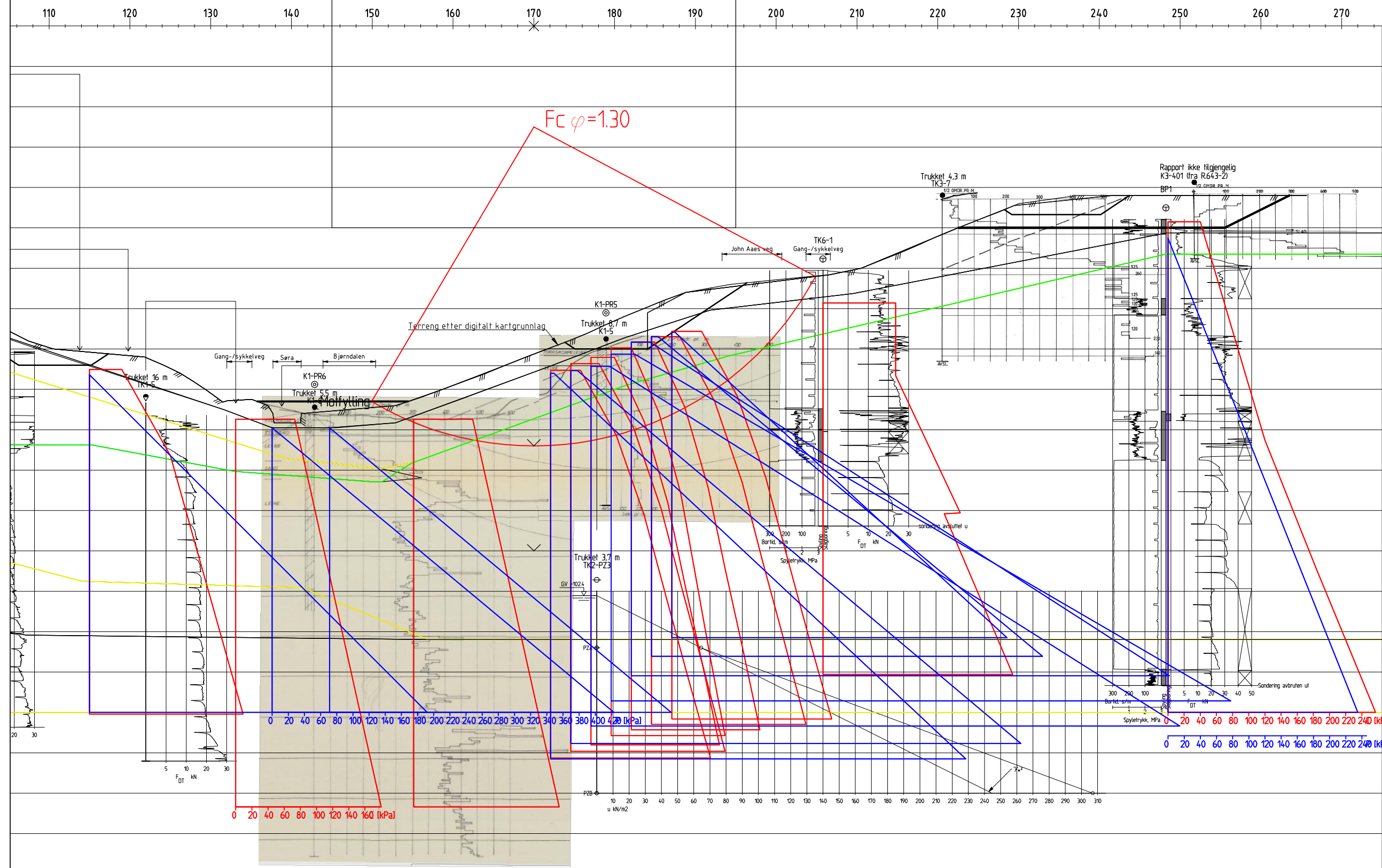
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
02	Reviderte stabilitetsberegninger etter supplerende grunnundersøkelser	06.03.2018	KONK	ROS	ROS
01	Nye beregninger utført. Mer omfattende tiltak	01.04.2016	KONK	ROS	ROLS

Trondheim kommune Gang og sykkelbru Bjørndalen Profil A - Østre dalside Stabilitetsberegninger under peleramming med tiltak Totalspenningsanalyse		Fag Geoteknikk Format A3L Dato 22.06.2015 Format/Målestokk: 1:500
--	--	--

Multiconsult www.multiconsult.no	Status Utsendt	Konstr./Tegnet KONK	Kontrollert ROS	Godkjent ROLS
	Oppdragsnr. 415556	Tegningsnr. RIG-TEG-310		Rev. 02

Search area (tangent)

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Motfylling	19.00	8.00	30.0	0.0				
Tørreskorpeleir	20.00	10.00	30.0	0.0				
Leire 1	20.00	10.00	28.8	5.5				
Sand og silt	20.00	10.00	35.0	0.0				
Leire 2	20.00	10.00	28.8	5.5				
Sprøbruddmatr	20.00	10.00	21.8	4.0				
Leire 3	20.00	10.00	28.8	5.5				



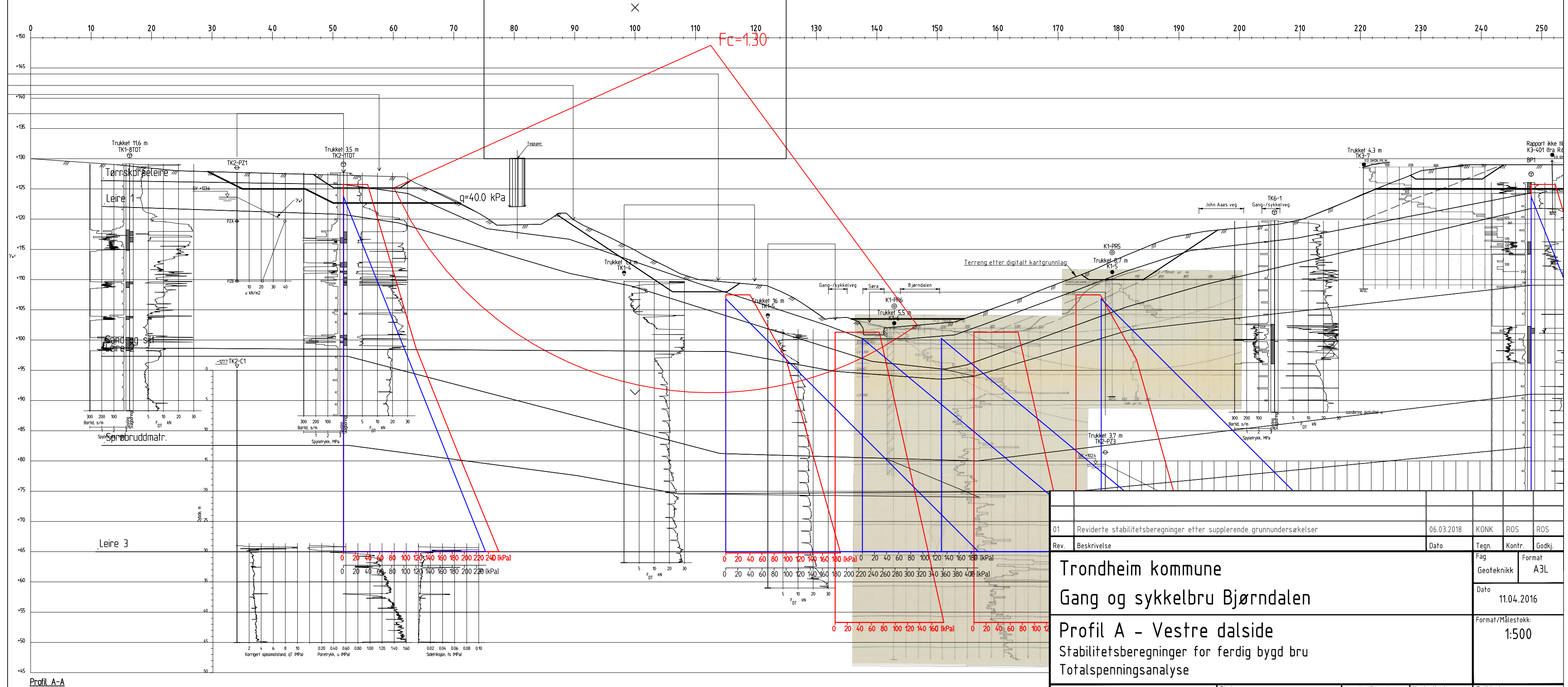
02	Reviderte stabilitetsberegninger etter supplerende grunnundersøkelser	06.03.2018	KONK	ROS	ROS
01	Cu profiler slettet. Nye beregninger utført. Mer omfattende tiltak	01.04.2016	KONK	ROS	ROLS
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Trondheim kommune
Gang og sykkelbru Bjørndalen
Profil A - Østre dalside
 Stabilitetsberegninger under peleramming med tiltak
 Effektivspenningsanalyse

Fag: Geoteknikk
 Format: A3L
 Dato: 22.06.2015
 Format/Målestokk: 1:500

Multiconsult www.multiconsult.no	Status: Utsendt	Konstr./Tegnet: KONK	Kontrollert: ROS	Godkjent: ROLS
	Oppdragsnr.: 415556	Tegningsnr.: RIG-TEG-311	Rev.: 02	

Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Moffylling	19.00	8.00	30.0	0.0				
Tørskorpelære	20.00	10.00	30.0	0.0				
Leire 1	20.00	10.00		C-prof	1.00	0.63	0.35	
Leire 2	20.00	10.00		C-prof	1.00	0.63	0.35	
Sprøbruddmatr	20.00	10.00		C-prof	0.85	0.63	0.35	
Leire 3	20.00	10.00		C-prof	1.00	0.63	0.35	



01	Reviderte stabilitetsberegninger etter supplerende grunnundersøkelser	06.03.2018	KONK	ROS	ROS
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Trondheim kommune
 Gang og sykkelbru Bjørndalen
 Profil A - Vestre dalside
 Stabilitetsberegninger for ferdig bygd bru
 Totalspenningsanalyse

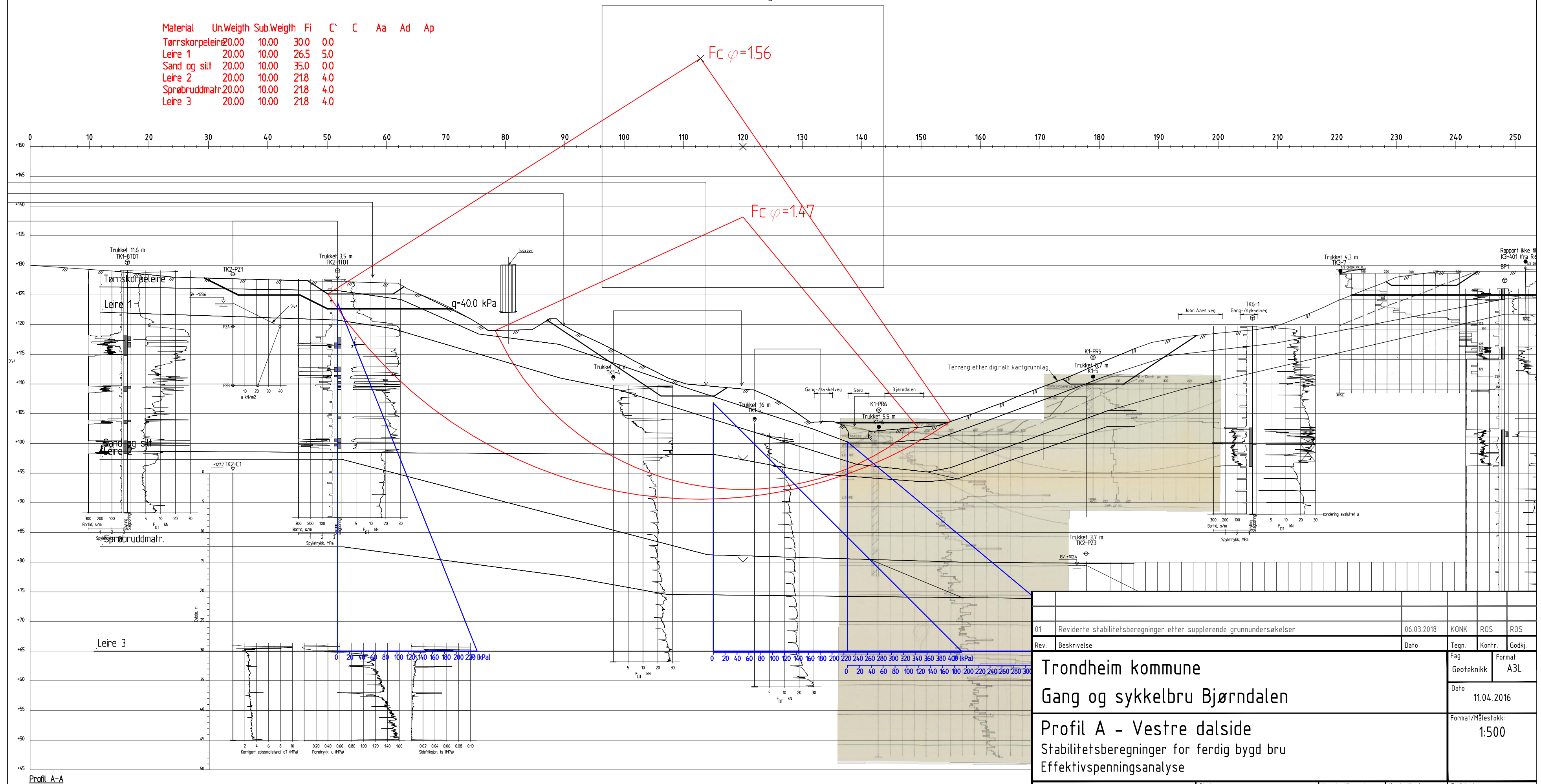
Fag	Format
Geoteknikk	A3L
Dato	11.04.2016
Format/Målestokk:	1:500

Multiconsult www.multiconsult.no	Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
	Utsendt	KONK	ROS	ROLS
Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.		
415556	RIG-TEG-312	01		

Profil A-A

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpeleir	20.00	10.00	30.0	0.0				
Leire 1	20.00	10.00	26.5	5.0				
Sand og silt	20.00	10.00	35.0	0.0				
Leire 2	20.00	10.00	21.8	4.0				
Sprøbruddmatr.	20.00	10.00	21.8	4.0				
Leire 3	20.00	10.00	21.8	4.0				

Search area (fangent)



01	Reviderte stabilitetsberegninger etter supplerende grunnundersøkelser	06.03.2018	KONK	ROS	ROS
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

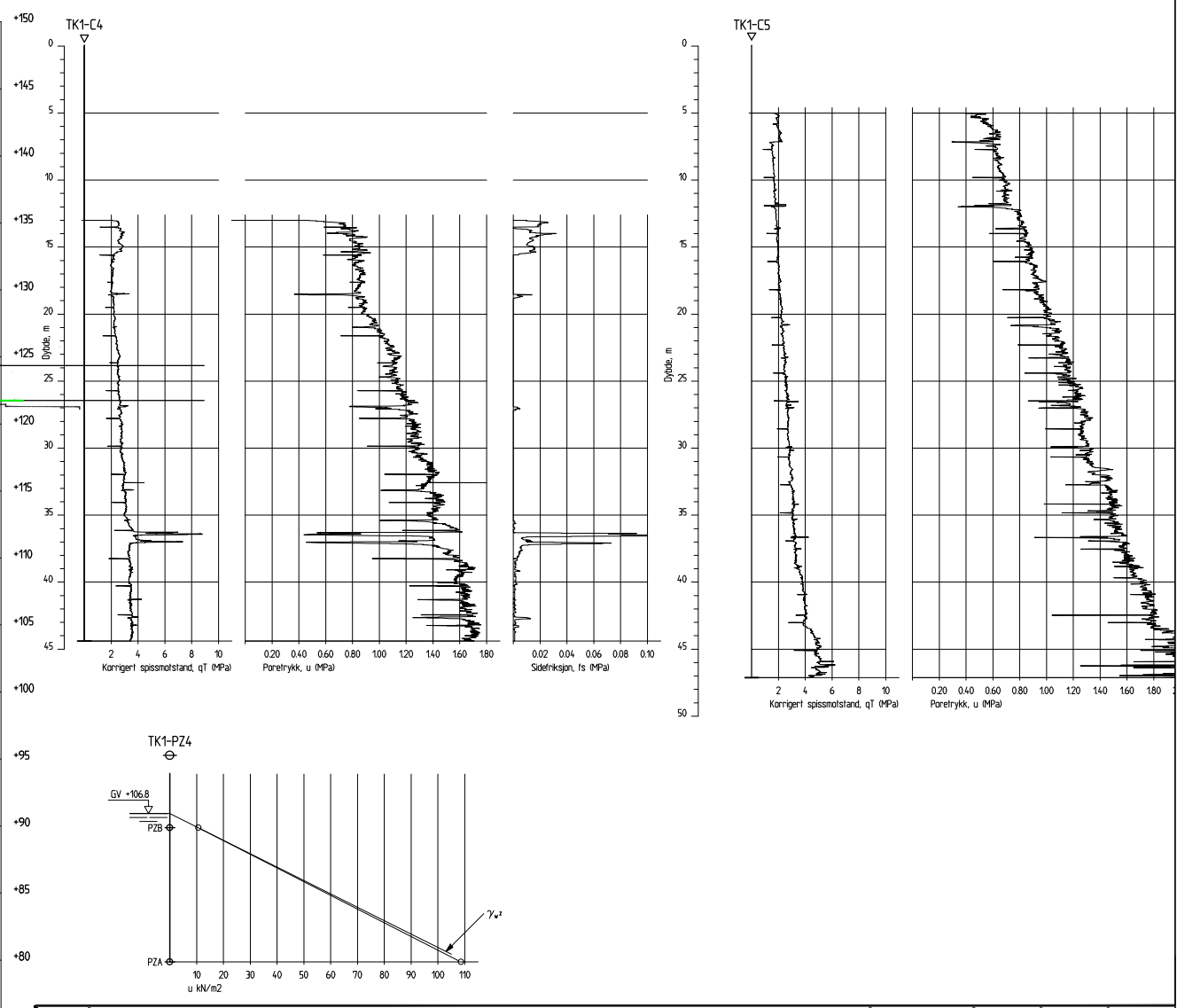
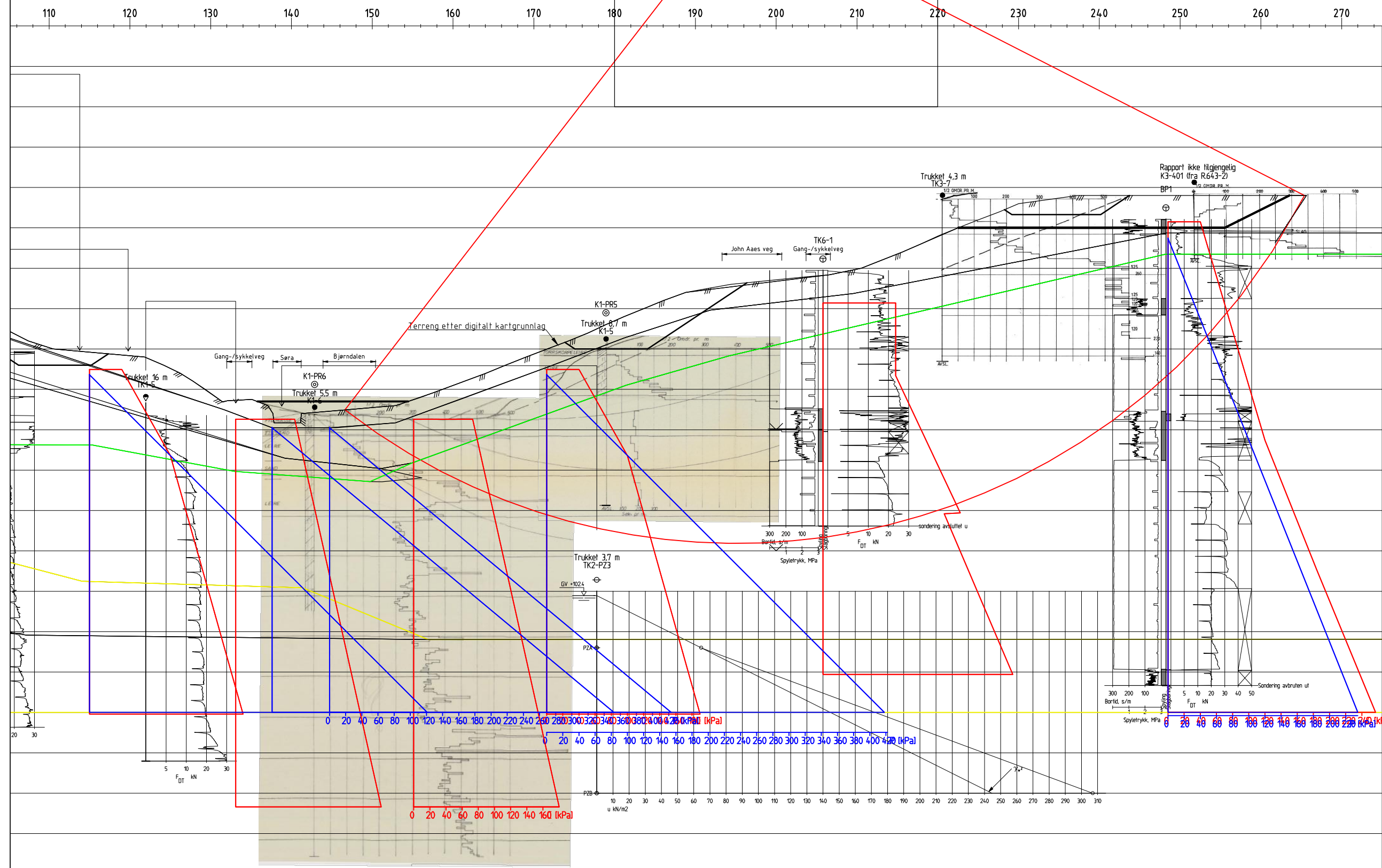
Trondheim kommune
 Geoteknikk
 A3L

Gang og sykkelbru Bjørndalen
 Profil A - Vestre dalside
 Stabilitetsberegninger for ferdig bygd bru
 Effektivspenningsanalyse

Multiconsult www.multiconsult.no	Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
	Utsendt	KONK	ROS	ROLS
415556	Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
	RIG-TEG-313	01		

Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørskorpeleir	20.00	10.00	30.0	0.0				
Leire 1	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Sand og silt	20.00	10.00	35.0	0.0				
Leire 2	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Sprøbruddmatr.	20.00	10.00			C-prof	0.85	0.63	0.35
Leire 3	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35

$F_c = 1.31$

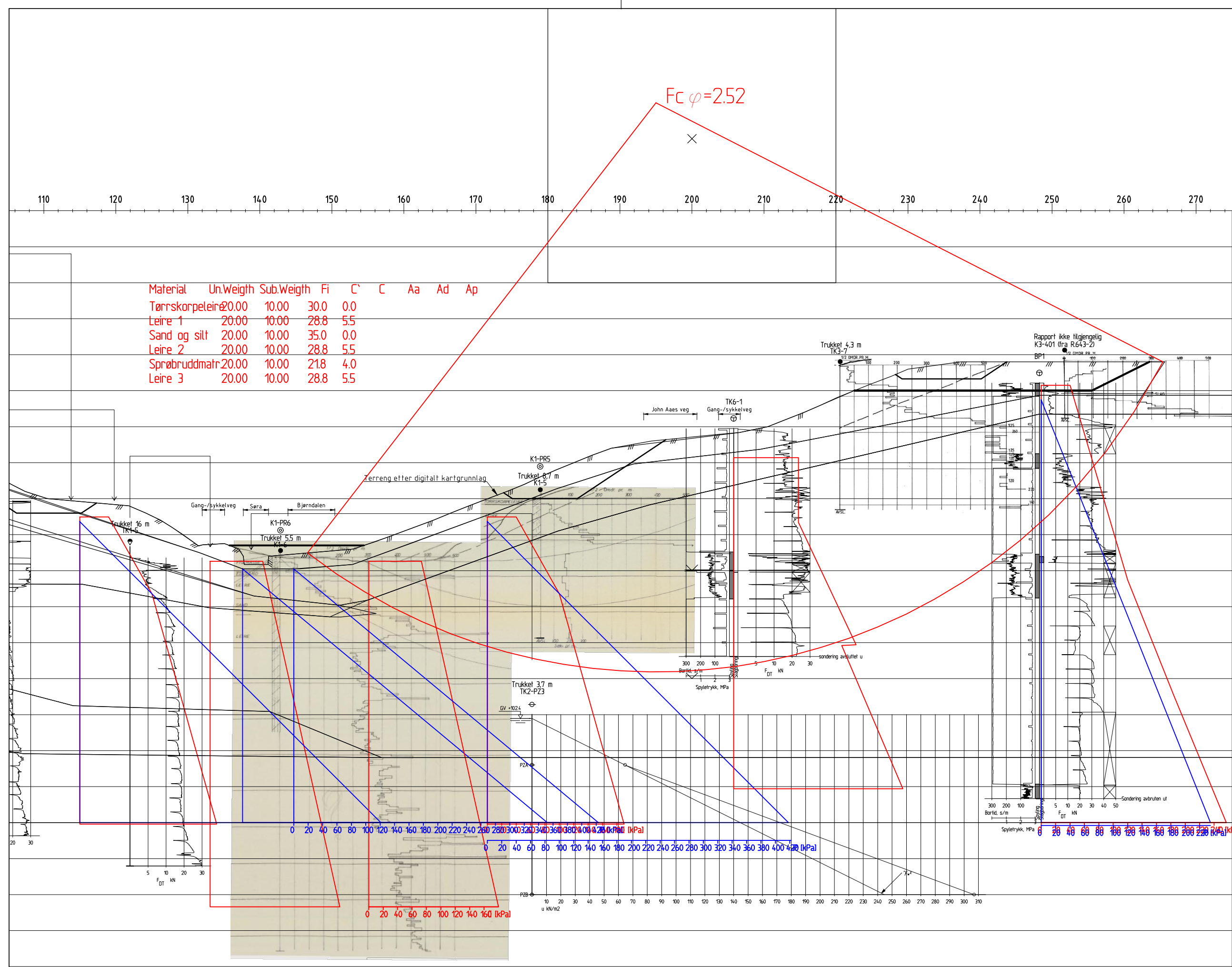


01	Reviderte stabilitetsberegninger etter supplerende grunnundersøkelser	06.03.2018	KONK	ROS	ROS
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

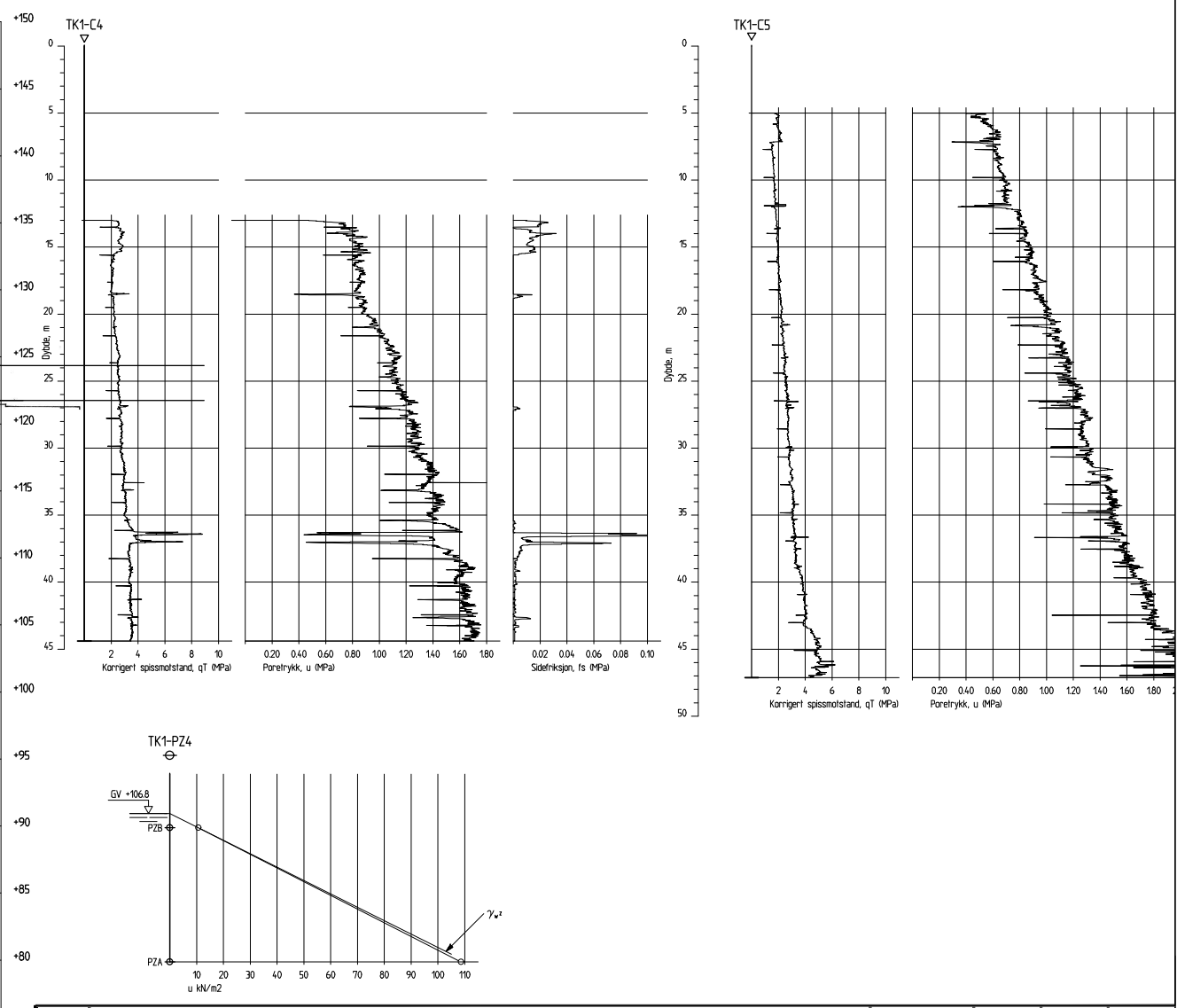
Trondheim kommune
Gang og sykkelbru Bjørndalen
Profil A - Østre dalside
Stabilitetsberegninger for ferdig bygd bru
Totalspenningsanalyse

Fag: Geoteknikk
Format: A3L
Dato: 11.04.2016
Format/Målestokk: 1:500

Multiconsult www.multiconsult.no	Status: Utsendt	Konstr./Tegnet: KONK	Kontrollert: ROS	Godkjent: ROLS
	Oppdragsnr.: 415556	Tegningsnr.: RIG-TEG-314	Rev.: 01	

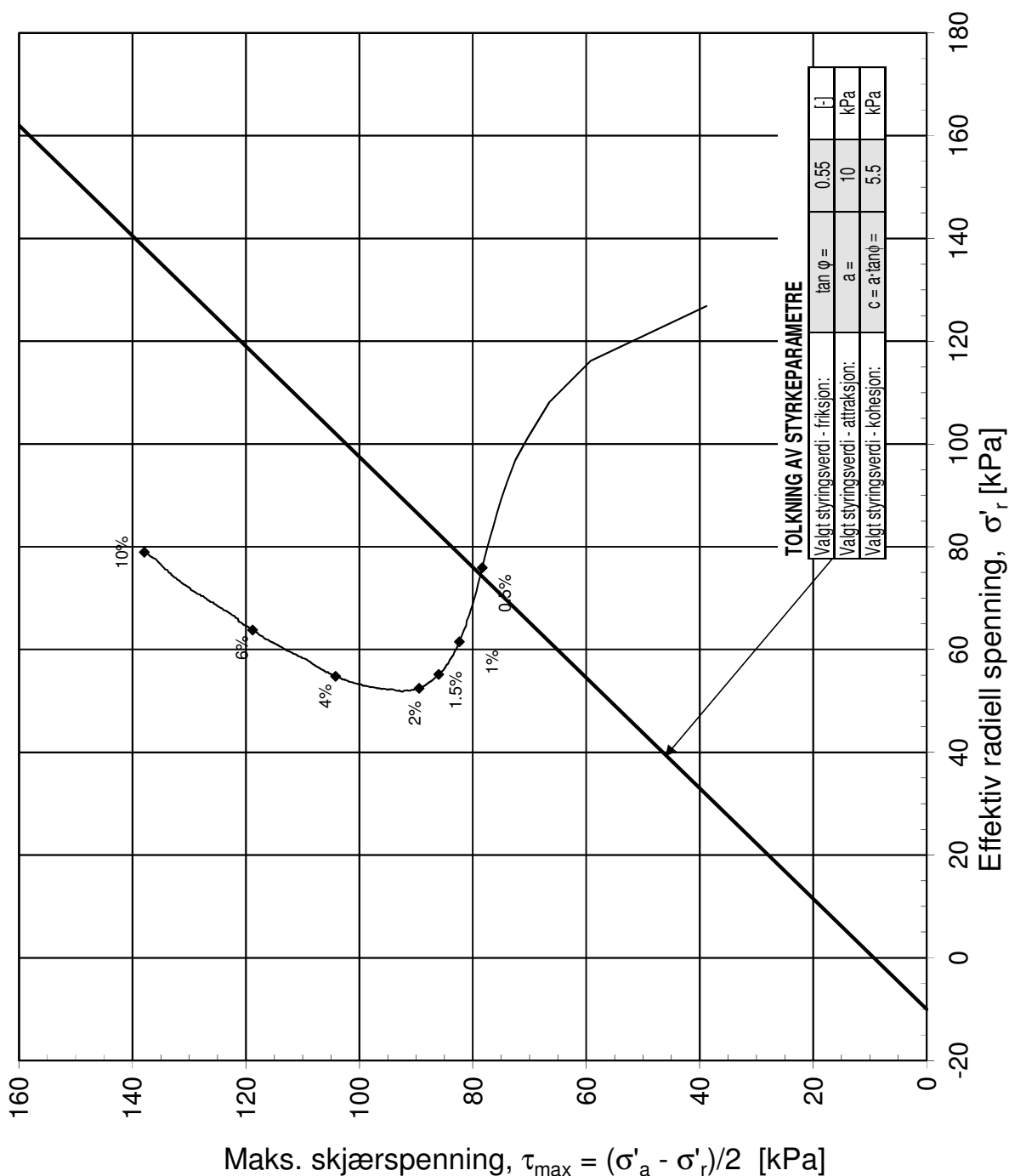


Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpeleir	20.00	10.00	30.0	0.0				
Leire 1	20.00	10.00	28.8	5.5				
Sand og silt	20.00	10.00	35.0	0.0				
Leire 2	20.00	10.00	28.8	5.5				
Sprøbruddmatr	20.00	10.00	21.8	4.0				
Leire 3	20.00	10.00	28.8	5.5				



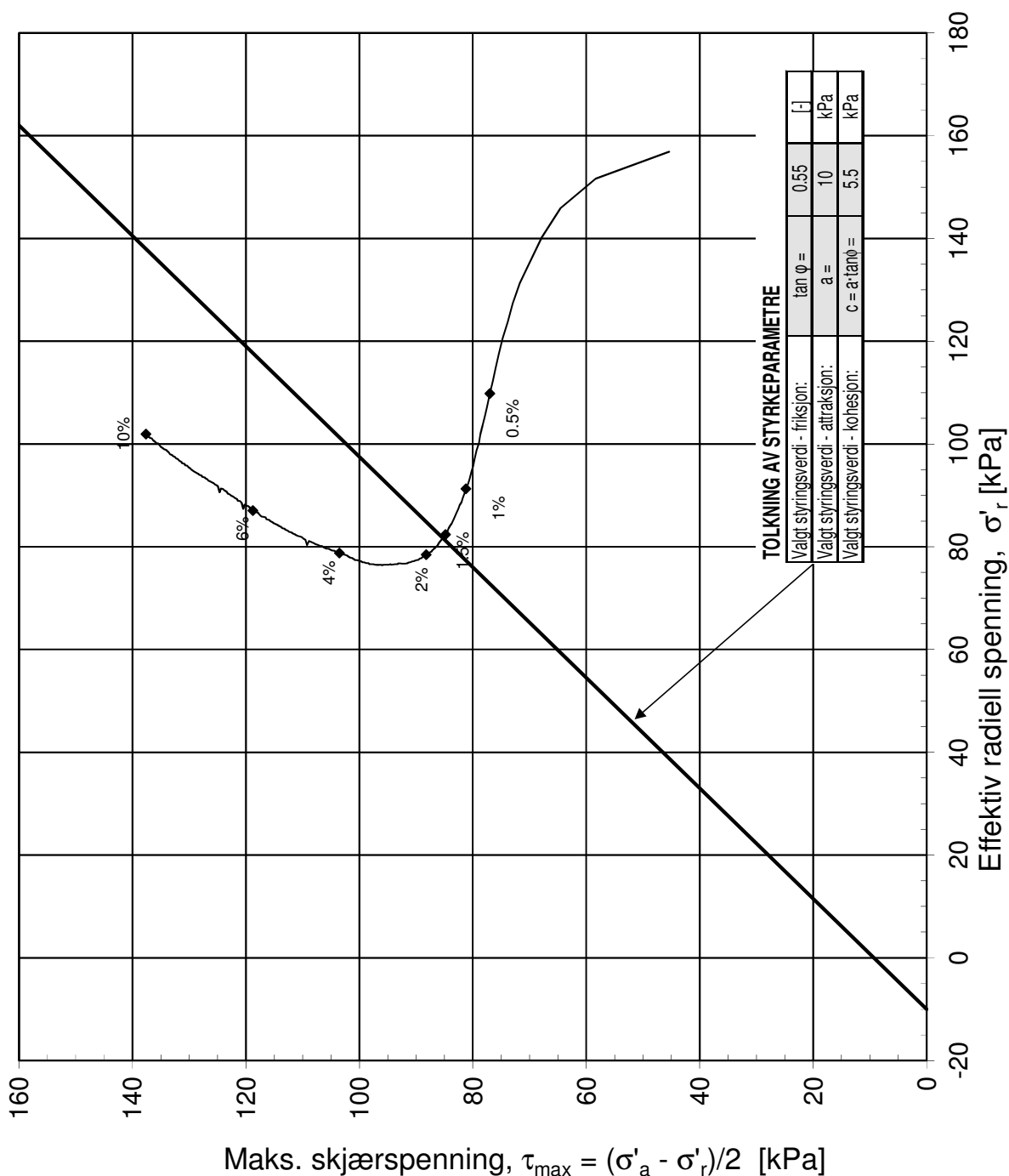
01	Reviderte stabilitetsberegninger etter supplerende grunnundersøkelser	06.03.2018	KONK	ROS	ROS
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Trondheim kommune			Fag	Format	
Gang og sykkelbru Bjørndalen			Geoteknikk	A3L	
Profil A - Østre dalside			Dato	11.04.2016	
Stabilitetsberegninger for ferdig bygd bru			Format/Målestokk:	1:500	
Effektivspenningsanalyse			Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert
			Utsendt	KONK	ROS
			Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Godkjent
			415556	RIG-TEG-315	ROLS

Multiconsult
www.multiconsult.no



Konsolideringsspenning, aksial:	σ'_{ac} (kPa):	204.51	
Konsolideringsspenning, radial:	σ'_{rc} (kPa):	126.85	
Volumtøyning i konsolideringsfase:	ϵ_{vol} (%) = $\Delta V/V_0$:	5.56	$\Delta e/e_0$ (-): 0.15
Baktrykk u_b (kPa):	500	B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c$ (-):	0.94
Vanninnhold w_i (%):	22.53	Densitet ρ_i (g/cm ³):	2.06

Trondheim kommune		Prøvekvalitet	Tegningens filnavn:	
Gang og sykkelbru Bjørndalen		Etter volumtøyning:	415556-RIG-TEG-450-h2-d13,30m	
Aktivt treaksialforsøk. Tolkning av parametre. NTNU-plott.		Etter poreallsending:	Multi consult	
MULTICONSULT AS Sluppenvegen, 15 7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 Faks: 73 10 62 30	Forsøksdato: 02.02.2018	Dybde, z (m): 13.30		Borpunkt nr.: 2
	Forsøk nr.: 1	Tegnet/kontrollert lab: kjt / vt	Kontrollert: KONK	Godkjent: ROS
	Oppdrag nr.: 415556	Tegning nr.: RIG-TEG-450.4	Prosedyre: CAUa	Programrevisjon: 15.12.2014



Konsolideringsspenning, aksial:	σ'_{ac} (kPa):	247.70	
Konsolideringsspenning, radial:	σ'_{rc} (kPa):	156.89	
Volumtøyning i konsolideringsfase:	ϵ_{vol} (%) = $\Delta V/V_0$:	4.33	$\Delta e/e_0$ (-): 0.12
Baktrykk u_b (kPa):	500	B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c$ (-):	0.93
Vanninnhold w_i (%):	22.60	Densitet ρ_i (g/cm ³):	2.11

Trondheim kommune		Prøvekvalitet	Tegningens filnavn: 415556-RIG-TEG-451-h2-d15,30m
Gang og sykkelbru Bjørndalen		Etter volumtøyning:	Multi consult
Aktivt treaksialforsøk. Tolkning av parametre. NTNU-plott.		Etter poreallsending:	
MULTICONSULT AS Sluppenvegen, 15 7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 Faks: 73 10 62 30		Borpunkt nr.: 2	
Forsøksdato: 05.02.2018	Dybde, z (m): 15.30	Kontrollert: KONK	Godkjent: ROS
Forsøk nr.: 2	Tegnet/kontrollert lab: kjt / vt	Prosedyre: CAUa	Programrevisjon: 15.12.2014
Oppdrag nr.: 415556	Tegning nr.: RIG-TEG-451.4		