
RAPPORT

Leirfossvegen 71

OPPDRAUGSGIVER

Btv-eigedom AS

EMNE

Vurdering av områdestabilitet

DATO / REVISJON: 23. april 2020 / 01

DOKUMENTKODE: 10213062-RIG-RAP-002



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	Leirfossvegen 71	DOKUMENTKODE	10213062-RIG-RAP-002
EMNE	Vurdering av områdestabilitet	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Btv-eigedom AS	OPPDRAGSLEDER	Konstantinos Kalomoiris
KONTAKTPERSON	Lars Kristoffer Loe	UTARBEIDET AV	Konstantinos Kalomoiris
KOORDINATER	SONE: 32V ØST: 569511 NORD: 7029519	ANSVARLIG ENHET	10234011 Geoteknikk Midt
GNR./BNR./SNR.	92 / 104 / / Trondheim		

SAMMENDRAG

Multiconsult Norge AS er engasjert av Btv-eigedom AS for å utføre en grunnundersøkelse og gjøre en utredning av områdestabilitet i forbindelse med omregulering av Leirfossvegen 71 i Trondheim kommune fra næring til boligformål. Utredningen omfatter også byggetomta Haugnessvingen 11 som er planlagt bebygd med leilighetsbygg med 4 boenheter. Foreliggende rapport omfatter en vurdering av områdestabilitet i henhold til NVE veileder 7/2014.

Basert på nye og tidligere utførte grunnundersøkelser er det gjort en vurdering av utbredelsen av kvikkleire/sprøbruddmateriale i området. Det er registrert kvikkleire/sprøbruddmateriale i flere borpunkter i området. Videre ligger byggetomta Haugnessvingen 11 innenfor og planområdet Leirfossvegen 71 delvis innenfor og delvis i utløpsområdet av kvikkleiresone 197 «Tverreggen».

Med bakgrunn i utførte gamle og nye grunnundersøkelser er det gjort en identifisering/avgrensning av 4 nye faresoner som består av løsne- og utløpsområder. Videre er det utført stabilitetsberegninger for å dokumentere tilfredsstillende sikkerhet mot kvikkleireskred etter NVE veileder 7/2014.

Basert på vurderingene i foreliggende rapport er det konkludert at:

Leirfossvegen 71

Planområdet ligger i utløpsområde for kvikkleireskred i løsneområde C og løsneområde D. For løsneområde C er det dokumentert at tidligere utført nedplanering på platået har medført tilstrekkelig forbedring av områdestabilitet iht. NVE veileder 7/2014. Videre er det dokumentert ved stabilitetsberegninger at det er tilfredsstillende sikkerhet mot kvikkleireskred i løsneområde D (beregnet sikkerhetsfaktor $F > 1,4$).

Bebyggelsen ved elvesletta må motstå en flodbølge, både som følge av at skredmassene fra kvikkleiresoner som ligger oppstrøms Leirfossvegen 71 flommer ut i Nidelva, og for en situasjon med dambrudd gjennom rasmassene. Det skal ikke være fare for at hendelsen kan utgjøre fare for vesentlig skade på byggverk og/eller fare for menneskeliv.

Haugnessvingen 11

Byggetomta ligger innenfor løsneområde C. For løsneområde C er det dokumentert at tidligere utført nedplanering på platået har medført tilstrekkelig forbedring av områdestabilitet iht. NVE veileder 7/2014.

Det er videre dokumentert at løsneområder A og B kan verken ramme planområdet Leirfossvegen 71 eller byggetomta Haugnessvingen 11. **Planlagte tiltak har dermed tilfredsstillende sikkerhet mot kvikkleireskred.**

Vurderingene i foreliggende rapport skal i henhold til anbefalingene i NVE veileder 7/2014 kvalitetsikres av uavhengig geoteknisk foretak.

Rev 01: Rapporten er revidert etter kommentarer fra Rambølls uavhengige kvalitetssikring. Det vises til verifikasjonsrapport nr. 01 rev.00, datert 13.3.2020 (oppdragsnr. 1350036779) og tilsvar i notat nr. 10213062-RIG-NOT-001. Revisjonen endrer ingen av konklusjonene i opprinnelig rapport.

			KOUK	<i>Tore Jensås</i>	KOUK
01	23.4.2020	Revidert etter uavhengig kvalitetssikring	Konstantinos Kalomoiris	Tore Jensås	Konstantinos Kalomoiris
00	5.2.2020	Utarbeidelse utredningsrapport	Konstantinos Kalomoiris	Tore Jensås	Konstantinos Kalomoiris
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	6
2	Grunnlag	7
3	Områdebeskrivelse	8
3.1	Topografi og beliggenhet	8
3.2	Kvartærgeologi	8
3.3	Eksisterende faresoner for kvikkleireskred	9
3.4	Eksisterende skredfarevurderinger	10
3.5	Grunnforhold	11
3.6	Grunnvannstand/poretrykk	12
3.7	Utbredelse av kvikkleire/sprøbruddmateriale	12
3.8	Erosjonsforhold	14
4	Soneavgrensning og klassifisering	15
4.1	Innledning	15
4.2	Metodebeskrivelse	15
4.2.1	Løsne- og utløpsområder	15
4.2.2	Vurdering av faregrad, konsekvens- og risikoklasse	18
4.3	Avgrensning av løснеområder	19
4.3.1	Løsneområde A	19
4.3.2	Løsneområde B	19
4.3.3	Løsneområde C	20
4.3.4	Løsneområde D	21
4.3.5	Nordre del av kvikkleiresone 197 Tverreggen	22
4.4	Avgrensning av utløpsområder	23
4.5	Klassifisering av faregrad, konsekvens- og risiko	23
5	Sikkerhetskrav for planlagt tiltak	24
5.1	Klassifisering av tiltaket og faresonen	24
5.2	Krav til sikkerhet	24
5.3	Kvalitetssikring av utredningen	25
6	Grunnlag for stabilitetsvurderinger	26
6.1	Generelt	26
6.2	Beregningsprofiler	26
6.3	Lagdelling	26
6.4	Materialparametere	26
7	Stabilitetsvurderinger	27
7.1	Stabilitetsberegninger av dagens sikkerhet og vurdering av sikringsbehov	27
7.2	Stabilitetsvurderinger	28
7.2.1	Profil A-A	28
7.2.2	Profil B-B	29
7.2.3	Profil C-C	30
7.2.4	Profil D-D	32
8	Sikkerhet mot flodbølge som følge av kvikkleireskred	33
8.1	Aktuelle scenarioer	33
8.2	Sannsynlighetsvurdering av skredsituasjon	33
8.3	Designprinsipp	33
9	Konklusjon	35
10	Referanser	36

TEGNINGER

10213062-RIG-TEG -000_rev00	Oversiktskart
-002_rev00	Borplan med stabilitetsprofiler
-003_rev00	Borplan med tolkninger av borpunkter og utbredeles av kvikkleire/sprøbruddmateriale
-004_rev00	Oversiktskart med løсне- og utløpsområder, løснеområde A
-005_rev00	Oversiktskart med løсне- og utløpsområder, løснеområde B
-006_rev00	Oversiktskart med løсне- og utløpsområder, løснеområde C
-007_rev00	Oversiktskart med løсне- og utløpsområder, løснеområde D
-500.5_rev00	Borhull 3CPTU, Prekonsolideringstrykk σ_c
-500.6_rev00	Borhull 3CPTU, Overkonsolideringsgrad OCR
-500.7_rev00	Borhull 3CPTU, Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet
-501.5_rev00	Borhull 4CPTU, Prekonsolideringstrykk σ_c
-501.6_rev00	Borhull 4CPTU, Overkonsolideringsgrad OCR
-501.7_rev00	Borhull 4CPTU, Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet
-502.5_rev00	Borhull 7CPTU, Prekonsolideringstrykk σ_c
-502.6_rev00	Borhull 7CPTU, Overkonsolideringsgrad OCR
-502.7_rev00	Borhull 7CPTU, Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet
-600_rev00	Profil A-A
-601_rev00	Profil B-B
-602_rev00	Profil C-C
-603_rev00	Profil D-D
-700_rev00	Profil A-A Tolket lagdeling
-701_rev01	Profil B-B Tolket lagdeling
-702_rev00	Profil C-C Tolket lagdeling
-703_rev00	Profil D-D Tolket lagdeling
-800.1_rev00	Profil A-A Stabilitetsberegning, dagens terreng, ADP-analyse
-800.2_rev00	Profil A-A Stabilitetsberegning, dagens terreng, $\alpha\phi$ -analyse
-801.1_rev01	Profil B-B Stabilitetsberegning, dagens terreng, ADP-analyse
-801.2_rev01	Profil B-B Stabilitetsberegning, dagens terreng, $\alpha\phi$ -analyse
-802.1_rev00	Profil C-C Stabilitetsberegning, dagens terreng, ADP-analyse
-802.2_rev00	Profil C-C Stabilitetsberegning, dagens terreng, $\alpha\phi$ -analyse
-802.3_rev00	Profil C-C Stabilitetsberegning, tidligere terreng, ADP-analyse
-803.1_rev01	Profil D-D Stabilitetsberegning, dagens terreng, ADP-analyse
-803.2_rev01	Profil D-D Stabilitetsberegning, dagens terreng, $\alpha\phi$ -analyse

VEDLEGG

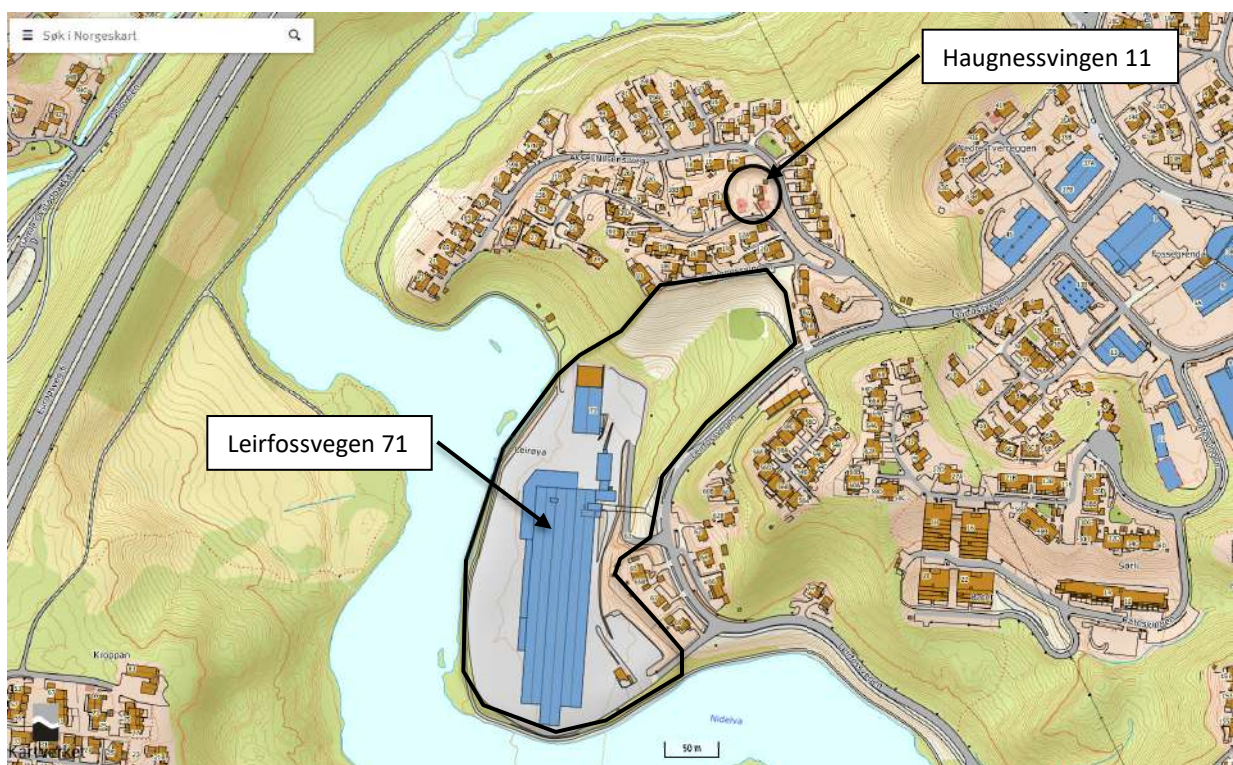
Vedlegg A	Vurdering av Faregrads-, konsekvens- og risikoklassifisering av ny kvikkleiresone
Vedlegg B	Tolkning av materialparametere for stabilitetsberegninger
Vedlegg C	Tolkning spesialforsøk

1 Innledning

Multiconsult Norge AS er engasjert av Btv-eigedom AS for å utføre en grunnundersøkelse og gjøre en utredning av områdestabilitet i forbindelse med omregulering av Leirfossvegen 71 (gnr/bnr 92/104) i Trondheim kommune fra næring til boligformål. Planområdet ligger dels innenfor og dels i utløpsområdet av kartlagt kvikkleiresone 197 «Tverreggen». Utredningen omfatter også byggetomta Haugnessvingen 11 som er planlagt bebygd med leilighetsbygg med 4 boenheter. Planområdet er vist i Figur 1-1.

Foreliggende rapport omfatter en vurdering av områdestabilitet i henhold til NVE veileder 7/2014 [1] for dagens tilstand, samt en vurdering av om det er behov for stabiliserende tiltak i forbindelse med omregulering av tomte Leirfossvegen 71 / bygging av tomte Haugnessvingen 11. Rapporten presenterer avgrensning og klassifisering av nye løснеområder og utløpsområder som er relevante for prosjektet. Det er utført stabilitetsberegninger i fire kritiske snitt for dokumentasjon av tilfredsstillende sikkerhet mot kvikkleireskred.

Vurderingene i foreliggende rapport skal i henhold til anbefalingene i NVE veileder 7/2014 [1] kvalitetssikres av uavhengig foretak.



Figur 1-1: Oversiktskart med omtrentlig plassering av Leirfossvegen 71 og Haugnessvingen 11 markert med svart. Kilde: www.norgeskart.no.

Rev 01: Rapporten er revidert etter kommentarer fra Rambølls uavhengige kvalitetssikring. Det vises til verifikasjonsrapport nr. 01 rev.00, datert 13.3.2020 (oppdragsnr. 1350036779) [33] og tilsvar i notat nr. 10213062-RIG-NOT-001 [34]. Revisjonen påvirker ikke konklusjonene fra opprinnelig rapport og planlagte tiltak har dermed tilfredsstillende sikkerhet mot kvikkleireskred.

2 Grunnlag

Trondheim kommune, Geoteam, Noteby og Kummeneje har tidligere utført grunnundersøkelser i/ved planområdet. Resultater fra undersøkelsene er ikke medtatt i denne rapporten. Det henvises for øvrig til relevante rapporter, presentert i tabell 2-1.

Tabell 2-1: Relevante tidligere grunnundersøkelsesrapporter

Ref.	Rapport-nr.	Utført av	År	Oppdragsnavn/ rapportnavn
[17]	31003.01 (G1-X)	Geoteam	1987	Fradelingstomt Haugnessvingen 24
[18]	00495 (K1-X)	Kummeneje	xxx	Lerøya
[19]	00689 (K2-X)	Kummeneje	1969	Planeringsprosjekt Fossegrenda
[20]	37433 (N1-X)	Noteby	1988	Elvely boligfelt
[21]	R.0195 (T1-X)	Trondheim kommune	1970	Fossegrenda – Elvely
[22]	R.0518 (T2-X)	Trondheim kommune	1979	Leireggen tomteområde
[23]	R.0556 (T3-X)	Trondheim kommune	1981	Disposisjonsplan Rate
[24]	R.0597 (T4-X)	Trondheim kommune	1982	Reguleringsplan Elvely
[25]	R.0608 (T5-X)	Trondheim kommune	1982	Avløpsledning Okstad - Fossegrenda
[26]	R.0608 (T6-X)	Trondheim kommune	1982	Reguleringsplan Tvereggen
[27]	R.0695 (T7-X)	Trondheim kommune	1986	Nedre Leirfoss, omlegging av veg
[28]	R.0695-5 (T8-X)	Trondheim kommune	1991	Leirfossvegen

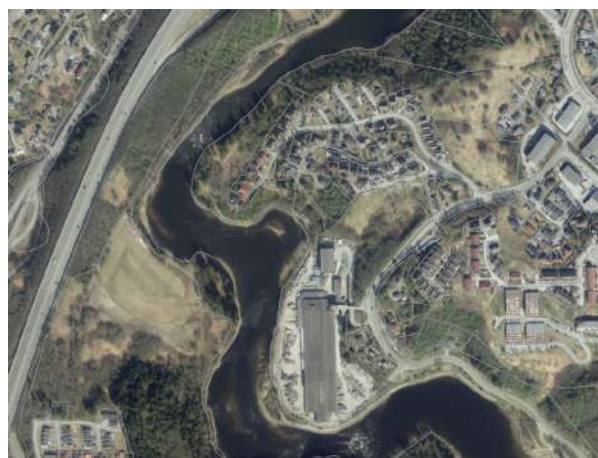
3 Områdebeskrivelse

3.1 Topografi og beliggenhet

Planområdet for Leirfossvegen 71 grenser til Nidelva i sør og vest, Leirfossvegen mot øst og strekker seg nordover mot Haugnessvingen, på Lerøya i Trondheim kommune. Terrenget har en svak stigning mot nord på kote mellom ca. +13 og +18 på elvesletta ved Nidelva, derfra en bratt stigning nord/nordøstover som varierer mellom 1:2,5 og 1:6 opp mot Haugnessvingen på kote ca. +49. Fra boligfeltet som ligger på plataet skråner terrenget bratt ned mot Nidelva i nordvest. Høydeforskjellen mellom boligfeltet og Nidelva varierer mellom 20 og 35 m. Øst for boligfeltet skråner terrenget opp igjen, til ca. kote +70. Terrenget i området har opprinnelig vært kupert, men ble nedplanert i forbindelse med utbygging av boligfeltet. Flyfoto før og etter hovedutbyggingen er vist i Figur 3-1 og Figur 3-2.



Figur 3-1 Historisk flyfoto over området fra 1957 (kilde: www.trondheim.kommune.no)



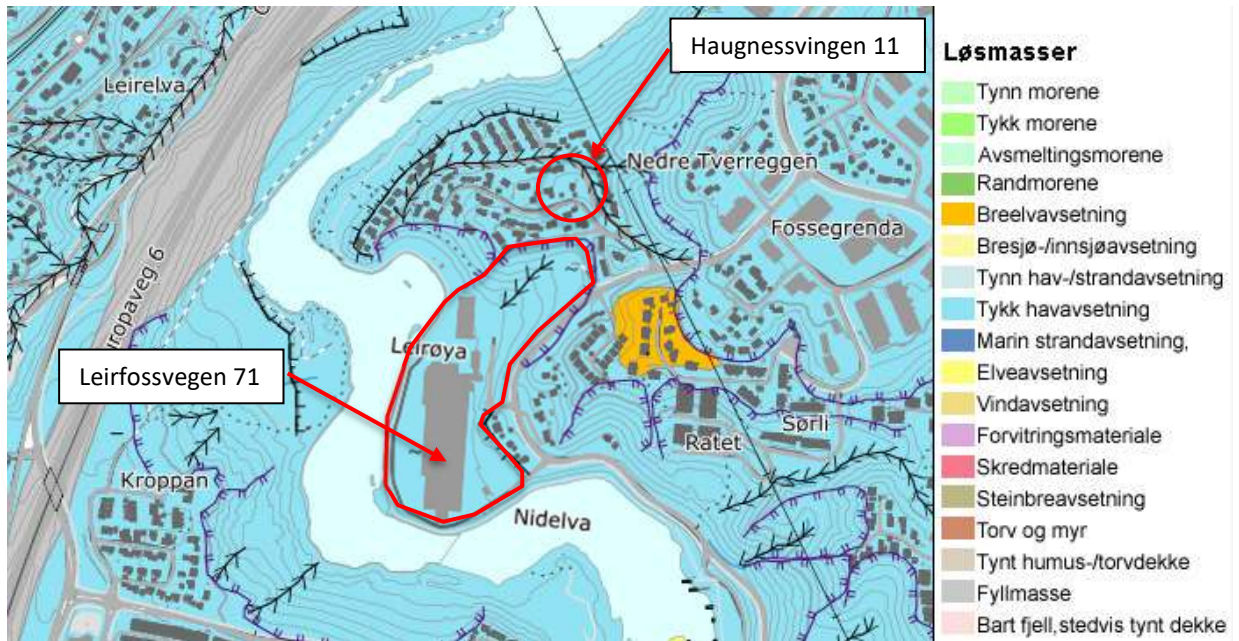
Figur 3-2 Flyfoto over området fra 2019 (kilde: www.trondheim.kommune.no)

3.2 Kwartærgeologi

NGUs kvartærgeologiske løsmassekart viser at det undersøkte området i hovedsak ligger i et område med tykk havavsetning, se figur 4-1.

Kvikkleire og sprøbruddmateriale finnes i områder med marine avsetninger, herunder marin leire. Marine avsetninger er løsmasser som opprinnelig er avsatt i saltvann, og som på grunn av landheving etter istiden finnes nær eller over havnivå.

Det kvartærgeologiske kartgrunnlaget gir en visuell oversikt over landskapsformende prosesser over tid, samt løsmassenes overordnede fordeling. Utgangspunktet for disse oversiktskartene er i all hovedsak visuell overflatekartlegging, og kun i begrenset omfang fysiske undersøkelser. Kartene gir ingen informasjon om løsmassefordeling i dybden og kun begrenset informasjon om løsmassemekthet. For mer informasjon om kvartærgeologiske kart og anvendelse/kvalitet vises det til www.ngu.no.



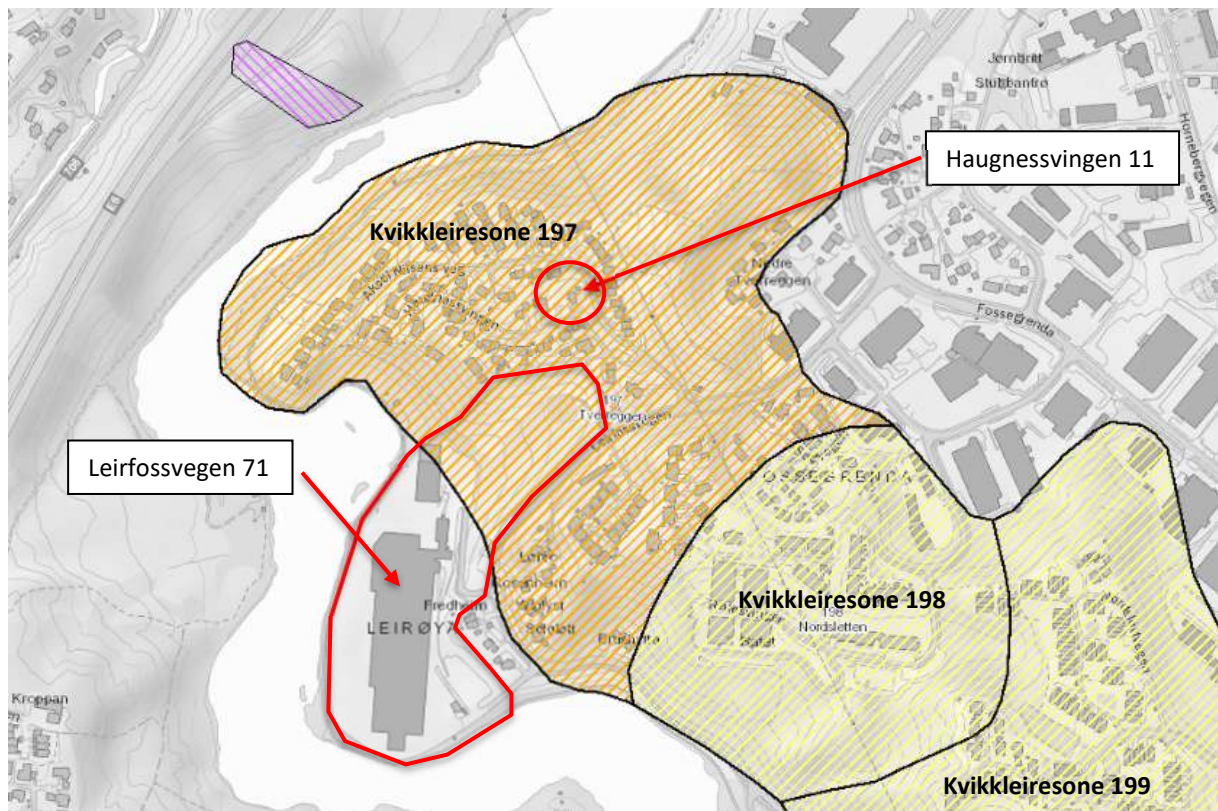
Figur 3-3: Utsnitt av kvartærgeologisk kart – løsmasser med omtrentlig plassering av Leirfossvegen 71 og Haugnessvingen 11 markert med rødt. Kilde: www.ngu.no.

3.3 Eksisterende faresoner for kvikkleireskred

I henhold til faresonekart på NVE-atlas er det kartlagte faresoner for kvikkleireskred i/nærliggende planområdet, se tabell 4-1 og figur 4-2. Faresonekartet viser også kvikkleireforekomster avdekket av Statens Vegvesen i retning nord for planområdet, på den andre siden av Nidelva.

Tabell 4-1: Faregrad, konsekvens og risikoklasse

Sone nr.	Sone navn	Kommune	Faregrad	Konsekvens	Risikoklasse (1 lav- 5 høy)
197	Tverreggen	Trondheim	Middels	Meget alvorlig	4
198	Nordsletten	Trondheim	Lav	Meget alvorlig	3
199	Leira nordre	Trondheim	Lav	Meget alvorlig	3

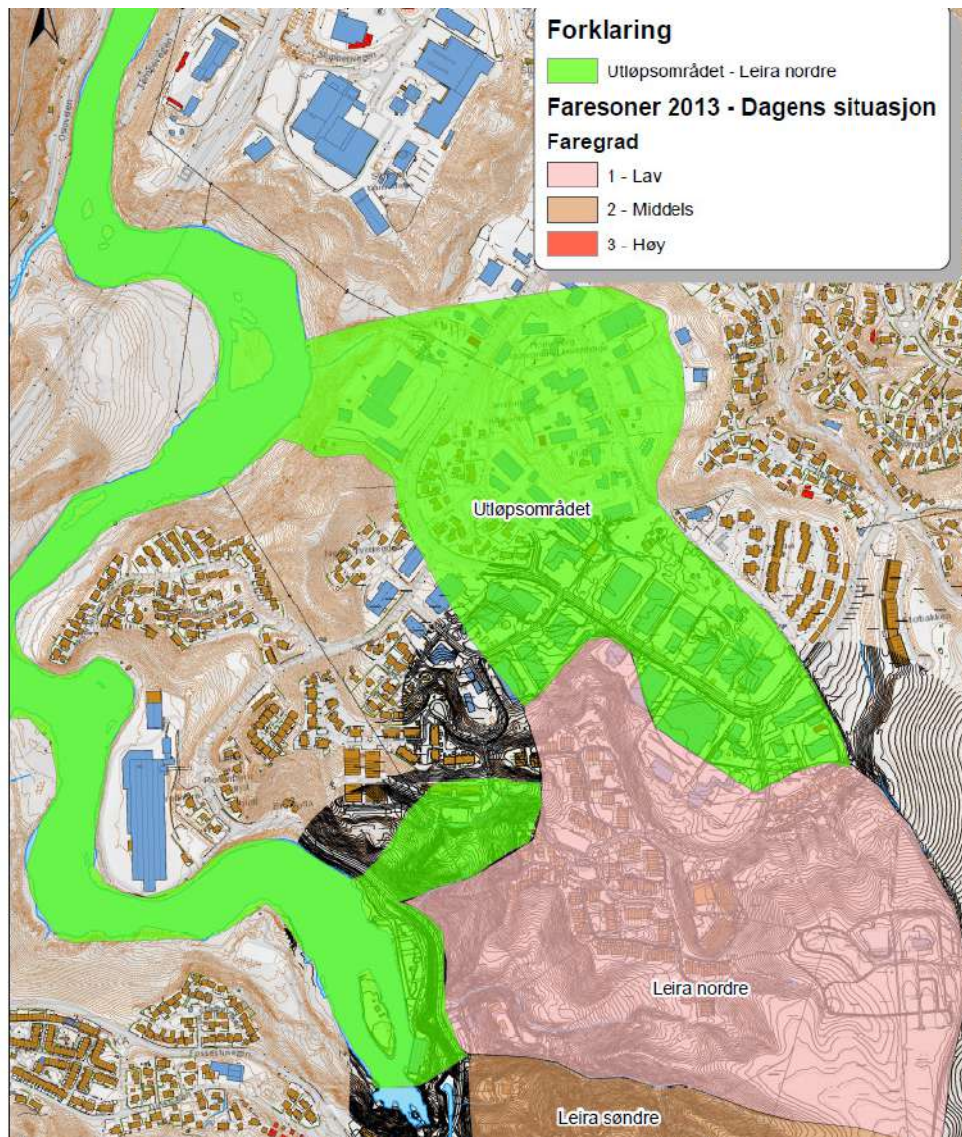


Figur 3-4: Utsnitt av kvikkleirekart – faregrad. Omtrentlig plassering av Leirfossvegen 71 og Haugnessvingen 11 markert med rødt. Kilde: www.atlas.nve.no.

3.4 Eksisterende skredfarevurderinger

Nordre del av kvikkleiresone 197 Tverreggen er tidligere utredet i forbindelse med bygging av nytt næringsbygg i Leirfossvegen 27B [29]. Multiconsult utførte uavhengig kvalitetssikring av utredningen [30]. Områdestabiliteten for ny bebyggelse er funnet tilfredsstillende iht. NVE veileder 7/2014.

Videre har NGI gjort en utredning av områdestabilitet av kvikkleiresone 199 Leira nordre [31]. Multiconsult utførte uavhengig kvalitetssikring av utredningen [32]. I forbindelse med utredningen er det gjort en avgrensning av utløpsområdet fra Leira nordre, Figur 3-5.



Figur 3-5 Utløpsområdet fra Leira nordre. Utsnitt av tegning nr. 041C (NGI rapport 20120099-03-R_rev01, datert 19-06-2015)

3.5 Grunnforhold

Berg er ved bergkontrollboring påtruffet ved ca. 35,0 meter dybde under terreng i borpunkt 1 og 24,0 meter dybde under terreng i borpunkt 5. Berg er videre påtruffet ved ca. 59,0 meter dybde under terreng og boret ca. 1 meter i berg i borpunkt 4. Denne sonderingen kan ikke defineres som en bergkontrollboring.

I de resterende totalsonderingene ble det registrert løsmasser i hele bordybden i dybder mellom 35,0 meter til 60,0 meter under terreng, og berg ble følgelig ikke påvist.

Bergoverflatens forløp mellom borpunktene vil kunne være variabel, og det kan finnes lokale forhøyninger eller forsenkninger i bergoverflaten som ikke er fanget opp av utførte undersøkelser.

Utførte sonderinger og prøvetaking viser at løsmassene i hovedsak består av leire generelt i hele bordybden, med innslag av tynne siltlag.

Basert på resultatene fra analyser og forsøk i laboratoriet, har leira et gjennomsnittlig naturlig vanninnhold som varierer mellom 20% og 30%. Enaksial- og konusforsøk viser udrenert skjærfasthet i uforstyrret tilstand som varierer i grove trekk fra 25 til 150 kPa, og sensitivitet basert på utførte

konusforsøk varierer fra 3 til 175. Målt plastisitetsindeks (I_p) varierer fra 5 til 19. Leira kan karakteriseres som middels fast til meget fast, fra lite til meget sensitiv og fra lite til middels plastisk.

Dybder til påvist kvikkleire (Multiconsult rapport 10213062-RIG-RAP-001):

- Borpunkt 2: 15 meter under terreng
- Borpunkt 4: 17 meter under terreng
- Borpunkt 7: 8 og 12 meter under terreng
- Borpunkt 9: 24 meter under terreng

Disse punktene ligger innenfor den kartlagte kvikkleiresonen 197 Tverreggen. Videre er det flere prøver som viser omrørt skjærfasthet under 1,27 kPa og sensitivitet over 15 og som kan dermed karakteriseres som sprøbruddmateriale.

For en mer detaljert oversikt over grunnforholdene på tomte vises det til geotekniske datarapporter som er listet opp i kapittel 2.

3.6 Grunnvannstand/poretrykk

Det er utført poretrykksmålinger i to dybder med hydraulisk piezometer i borpunkt 4 og borpunkt 7. Piezometerne er installert henholdsvis 10 meter og 17 meter under terreng i borpunkt 4 samt 9 meter og 15 meter under terreng i borpunkt 7.

Måleresultatene indikerer et poreundertrykk i leirlaget, og dermed er det ikke en hydrostatisk poretrykksfordeling med dybden. I borpunkt 4 legges til grunn en økning i poretrykket med dybde som tilsvarer 25% av hydrostatisk poretrykksfordeling og en grunnvannstand som ligger på 2,3 m dybde, mens i borpunkt 7 legges til grunn en økning i poretrykk med dybde som tilsvarer 30% av hydrostatisk poretrykksfordeling og en grunnvannstand som ligger omtrent på terrenget. Disse poretrykksprofilene er videre benyttet ved tolkning av CPTU-sonderingene, se tegning nr. 10213062-RIG-TEG-501.2 og -502.2.

Rev.01: Nye avlesninger som er foretatt 16.04.2020, etter en periode med mye nedbør, viser at poretrykket er tilnærmet uendret. Det er dermed ikke årstidsvariasjoner som må hensyntas i forbindelse med stabilitetsberegningene og poretrykksprofilene som er benyttet i beregningene er representative. I stabilitetsberegningene er det videre antatt en overgang til hydrostatisk poretrykksfordeling under dypest registrering og under nivå for Nidelva.

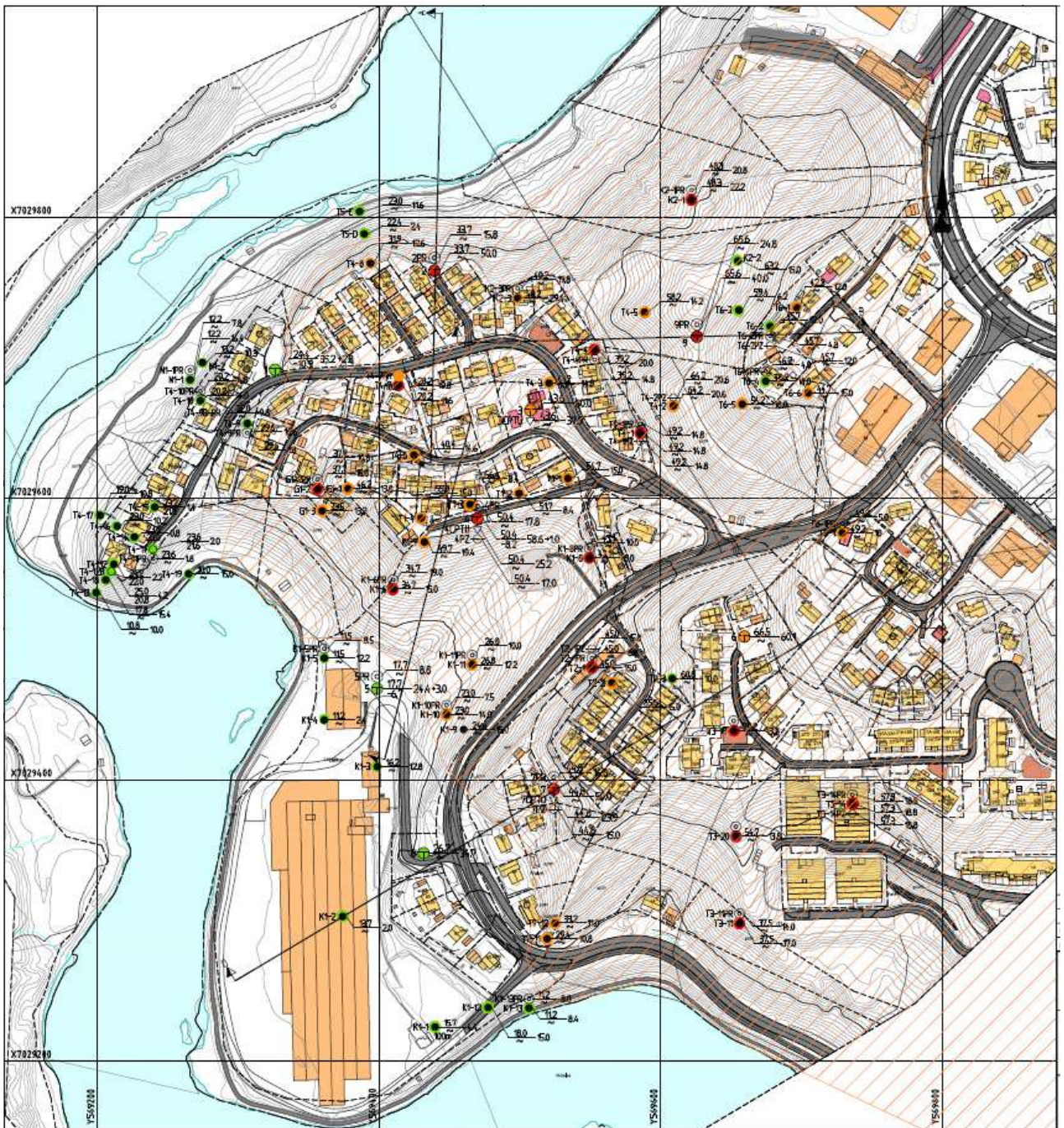
3.7 Utbredelse av kvikkleire/sprøbruddmateriale

Basert på nye og tidligere utførte grunnundersøkelser er det gjort en vurdering av utbredelsen av kvikkleire/sprøbruddmateriale i området.

Undersøkte borpunkt med klassifisering av om det er antatt/påvist sprøbruddmateriale er vist på tegning 10213062-RIG-TEG-003 / Figur 3-6. Boringer der det er påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale er vist med rød farge, boringer med sannsynlig forekomst av sprøbruddmateriale er vist med oransje farge. Usikre boringer kan være at sonderingene er avsluttet for grunt eller at den har stoppet i fast lag o.l. Boringer med grønn farge angir punkt hvor det er antatt at det ikke er kvikkleire/sprøbruddmateriale. Boringer uten markering er ikke vurdert. Det gjøres oppmerksom at østre avgrensning av området med sprøbruddmateriale/kvikkleire er ikke relevant for prosjektet og er dermed noe usikker.

Følgende vurderinger ligger til grunn for grenselinjene:

- Alle kjente grunnundersøkelser i området er tatt med i vurderingen.
- Utbredelse av kvikkleire/sprøbruddmateriale er bestemt ut i fra de registrerte boringene med kvikkleire/sprøbruddmateriale påvist med prøvetaking (markert med rød farge), sannsynlig kvikkleire/sprøbruddmateriale (markert med oransje farge) og ikke antatt kvikkleire/sprøbruddmateriale (markert med rød grønn farge).
- Områdene med kvikkleire/sprøbruddmateriale er avgrenset mot områder med oppstikkende berg / områder med liten løsmasseoverdekning.



Figur 3-6 Utbredelse sprøbruddmateriale/kvikkleire. Utsnitt av tegning nr. 10213062-RIG-TEG-003

3.8 Erosjonsforhold

Multiconsult Norge AS var på befaring langs den østlige elvebredden den 3.februar 2020. Elva hadde på befaringsdagen en relativt høy vannstand. Det ble observert en kraftig erosjonssikring i begge «yttersvinger» som berører reguleringsområdene. Erosjonssikringen på disse lokasjonene er utført som stabile fyllinger/plastring med stor stein som strekker seg flere meter over elvenivået. Erosjonssikringen var også synlig under vannivået.

For resten av strekningen, der elva ikke er i yttersving mot reguleringsområdet, var det synlig stor stein fra elvenivå videre under vann. Det var ikke synlig erosjon eller observert potensielle steder der aktiv erosjon kan forekomme. Videre var det heller ikke synlig aktiv erosjon eller glidninger/sig i elveskråningene langs reguleringsområdet. Bekker er lagt i rør, med avløp mot elva og skråningene er vegetert med trær og busker. Det er etablert en gangveg langs elvebredden som også vurderes som et stabilitetsfremmende tiltak utført i senere tid.

4 Soneavgrensning og klassifisering

4.1 Innledning

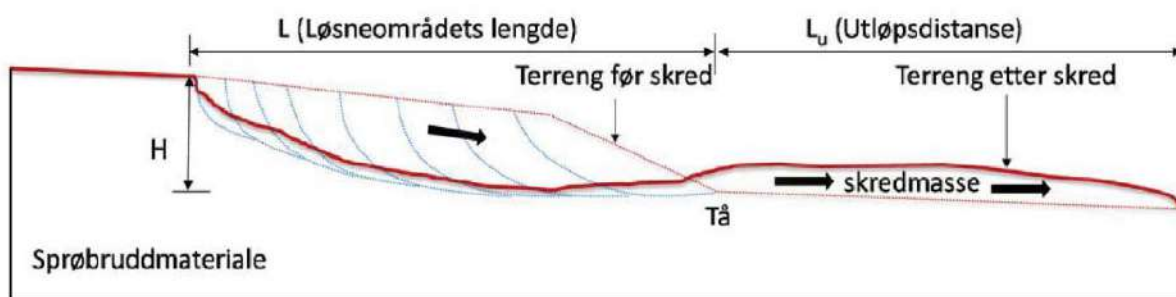
Det er registrert kvikkleire og sprøbruddmateriale i flere borpunkter i området. Videre ligger tiltaksområdet Haugnessvingen innenfor og tiltaksområdet Leirfossvegen 71 delvis innenfor og delvis i utløpsområdet av Tverreggen kvikkleiresone. I forbindelse med omregulering av Leirfossvegen 71 / bygging av Haugnessvingen 11 er det nødvendig at områdestabilitet utredes iht. NVE veileder 7/2014 [1].

Stabilitetsberegninger er omtalt i kapittel 7. Vurderingene i foreliggende kapittel danner et tilstrekkelig grunnlag for å kunne utrede områdestabilitet i området.

4.2 Metodebeskrivelse

4.2.1 Løsne- og utløpsområder

En vesentlig del av en kvikkleiresoneutredning er avgrensning av løsne- og utløpsområder. En faresone for områdeskred skal omfatte sannsynlig utbredelse av et områdeskred, dvs. både løsne- og utløpsområder (figur under). Dersom et tiltak ligger i utløpsområde gjelder de samme kravene for sikkerhet som i løsneområdet.



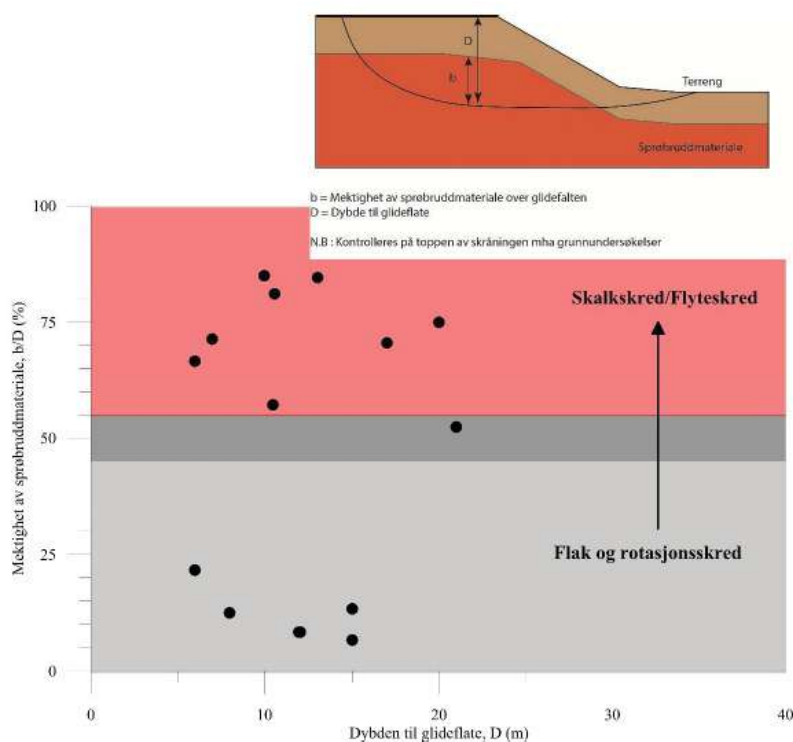
Figur 4-1 Illustrasjon av løsneområdets lengde og utløpsdistanse (utsnitt av NIFS 14/2016 [2])

Både størrelsen på løsneområdet og utløpsområdet avhenger av hvilken skredmekanisme som kan oppstå i kritisk skråning. En vurdering av aktuell skredmekanisme vil ta utgangspunkt i type løsmasser og lagdeling, sprøbruddmaterialets omrørte skjærfasthet $c_{u,r}$ og beliggenhet, andel sprøbruddmateriale over den mest kritiske bruddflaten og terrengforhold. Resultater fra nyere forskning som er gjennomført av NIFS tyder på at leire som har omrørt skjærfasthet $c_{u,r} < 1$ kPa blir tilnærmet helt flytende og dermed kan flyte langt vekk fra løsneområdet, mens leire med $c_{u,r} > 1$ kPa blir ikke like flytende i omrørt tilstand, og for slik leire vil utløpsområdet være mer begrenset, avhengig av skredvolum og topografi nedenfor løsneområdet [12]. Det gjøres oppmerksom at det er forutsatt at omrørt skjærfasthet er bestemt etter NS8015. Når omrørt skjærfasthet er bestemt etter ISO 17829-6:2017 er grenseverdien på $c_{u,r}$ 0,64 kPa.

For vurdering av sannsynlig opptredende skredtype kan følgende kriterier brukes [2], [13], [14], [15], [16]:

- Retrogressive skred opptrer når:
 - Den omrørte leira blir flytende nok til å kunne strømme ut av skredgropen ($c_{u,r} \leq 1$ kPa når skjærfasthet er bestemt i henhold til NS8015 eller $I_L > 1,2$)
 - Det er mer enn 40% sprøbruddmateriale over den kritiske bruddflata for initialscredet

- Topografien muliggjør evakuering av skredmassene
- Rotasjonsskred opptrer som regel når avsetningen er homogen og når:
 - Det er mindre enn 40% sprøbruddmateriale over den kritiske glideflate
 - eller
 - Den omrørte leira har en $c_{u,r} > 1$ kPa
- Flakskred opptrer som regel når:
 - Det er mindre enn 40% sprøbruddmateriale over den kritiske glideflate
 - Typisk når sprøbruddmateriale ligger i lag tilnærmet parallelt med terreng
 - Ved spesielt svake lag i grunnen



Figur 4-2 Mektighet av sprøbruddmaterialer mot dybde til glideflate for områdeskred (utsnitt av NIFS 14/2016 [2])

Når aktuell skredmekanisme er bestemt, har man grunnlag til å avgrense løsne- og utløpsområdet mer nøyaktig. De retrogressive skredene kan forplante seg langt bakover fra skråningsstopp, mens løsneområdet blir mer begrenset for flakskred og rotasjonsskred.

Løsneområde for retrogressive skred

1:15 metoden

Vurdering av løsneområder for retrogressive skred har tradisjonelt blitt utført etter metode beskrevet i [3] og henvist i NVE veileder 7/2014 (1:15 metoden). Kriteriene lagt til grunn for denne metoden er basert på enkle teoretiske betraktninger, samt en analyse av en rekke historiske skred. I tillegg til disse relativt enkle topografiske kriteriene avgrenses også løsneområdene nærmere basert på grunnundersøkelser, observasjoner i felt (f.eks. berg i dagen), samt naturlig topografiske avgrensninger som raviner, osv. Det empiriske grunnlaget for 1:15-metoden betinger bl.a. at det er

sammenhengende sprøbruddmateriale bakover i profilet fra like under terreng til betydelig mektighet. Hvor dette ikke er tilfellet, vil $L=15H$ være en konservativ antagelse.

NGI-metoden

Det har blitt praktisert å trekke 1:15-linja fra bunn av kritiske bruddflate og bakover i sprøbruddmaterialet til den skjærer ut i det ikke sensitive materialet. Derfra opp til terreng legges bruddflate med helning 1:2-1:3. Denne metodikken krever at kritisk bruddflate for et initialskred er beregnet med bakgrunn i tilstrekkelig datagrunnlag og at lagdeling er godt dokumentert.

Semi-empirisk L/H-metode

Gjennom NIFS-prosjektet er det i dag utviklet en semi-empirisk metode for vurdering av løснеområdet for retrogressive skred [2]. Metoden forutsetter at det er utført stabilitetsberegninger i representative snitt, slik at resultatet kan benyttes som grunnlag for å estimere løsneområdet størrelse. Rapporten forklarer at: «Metoden er basert på data fra en rekke historiske skredhendelser i Norge, og det er utarbeidet et klassifiseringssystem som ivaretar de viktigste parameterne som har betydning for utbredelse av kvikkleireskred. Det er i så måte lagt vekt på kvikkleiras morfologi, terrengforhold i utløpsområdet og leiras fasthet. Basert på de forskjellige parameterne med tilhørende vektall, oppnås en samlet poengsum som gir en størrelse av løsneområdet relativt til skråningens høyde (L/H- forhold)». Parametere som må vurderes og kvantifiseres er oppsummert i Tabell 4-1, hentet fra ref. [2].

Tabell 4-1 Oversikt over parametere som inngår i poengsystemet for avgrensning av løsneområder

Indikator	Vektall	Stor L/H	Middels L/H	Lav L/H	Null
		3	2	1	0
b/D ved L1	1	> 0,5	0,25-0,5	Opptil 0,25	0
b/D ved 3L1	2	> 0,5	0,25-0,5	Opptil 0,25	0
Avstand fra skråningsfot til kvikkleirelomma	1	$x_1 < L_1$	$x_1 \sim L_1$	$x_1 > L_1$	—
Forhold ved skredporten	2	Stor elv eller dal	Bekkedal/ravine med bredde av samme størrelse som skredporten	Flere hindringer og/eller veldig trang ravine	—
Tidligere skredhendelser	1	$L/H > 10$	$5 < L/H < 10$	$L/H \leq 5$	—
$s_u/\gamma \cdot D$	1	$s_u/\gamma \cdot D < 0.1$	$0.1 \leq s_u/\gamma \cdot D \leq 0.25$	$s_u/\gamma \cdot D > 0.25$	—
SUM	—	24	16	8	5

Løsneområde for flakskred og rotasjonsskred

Løsneområdet for flakskred og rotasjonsskred er mer begrenset enn for retrogressive skred. Dette skyldes at skredmassene ikke strømmer ut av skredgropen, og dermed hindrer videre retrogresjon.

Studie av historiske hendelser viser at rotasjonsskred i leire i Norge som regel vil ha et L/H forhold mindre enn 5 [2], [16]. Dette forholdet kan brukes for å avgrense løsneområder når det er fare for rotasjonsskred.

For flakskred er det anbefalt å benytte topografiske endringer (for eksempel en ravine) samt resultater fra grunnundersøkelser for å avgrense et mulig løsneområde. Også resultater fra stabilitetsberegningene vil være til god hjelp når løsneområdet skal bestemmes.

Bestemmelse av utløpsområde

NVE veileder 7/2014 oppgir per dags dato at «Det finnes i dag ikke noen nærmere spesifisert metode for beregning av utløpsområder ved områdeskred. Vurderingen må derfor bygge på faglig skjønn og erfaringsmateriale».

Studier av historiske kvikkleireskred viser at utløpsdistansen avhenger av skredtypen og størrelsen på løснеområdet [13], [14], [15]. Når lengden på løsneområdet er bestemt, kan lengden på utløpsdistanse for et områdeskred bestemmes basert på empiriske relasjoner. Lengden på løsneområdet, L, og utløpsdistansen, L_u , er definert i Figur 4-1. Utløpsområder er vurdert ut fra topografi, skredtype og geoteknisk skjønn, i tråd med anbefalingene i NIFS rapport nr. 14/2016 [2]. Lengde på utløpsområder basert på topografi og skredtype vurderes som vist i Figur 4-3.

<p>Ved retrogressive skred i kanalisert terreng:</p> <p>Utløpsdistanse (L_u) = 3 * Løsnedistanse (L)</p> <p>Ved retrogressive skred i åpent terreng:</p> <p>Utløpsdistanse (L_u) = 1,5 * Løsnedistanse (L)</p> <p>Ved flakskred eller rotasjonsskred, i alle typer terreng:</p> <p>Utløpsdistanse (L_u) = 0,5 * Løsnedistanse (L)</p>

Figur 4-3 Bestemmelse av utløpsdistanse (utsnitt av NIFS 14/2016 [2])

4.2.2 Vurdering av faregrad, konsekvens- og risikoklasse

Vurdering av faregrad, konsekvens- og risikoklasse er utført iht. metoden som er definert i NGI-rapport nr 20001008-2_rev3 [3].

4.3 Avgrensning av løснеområder

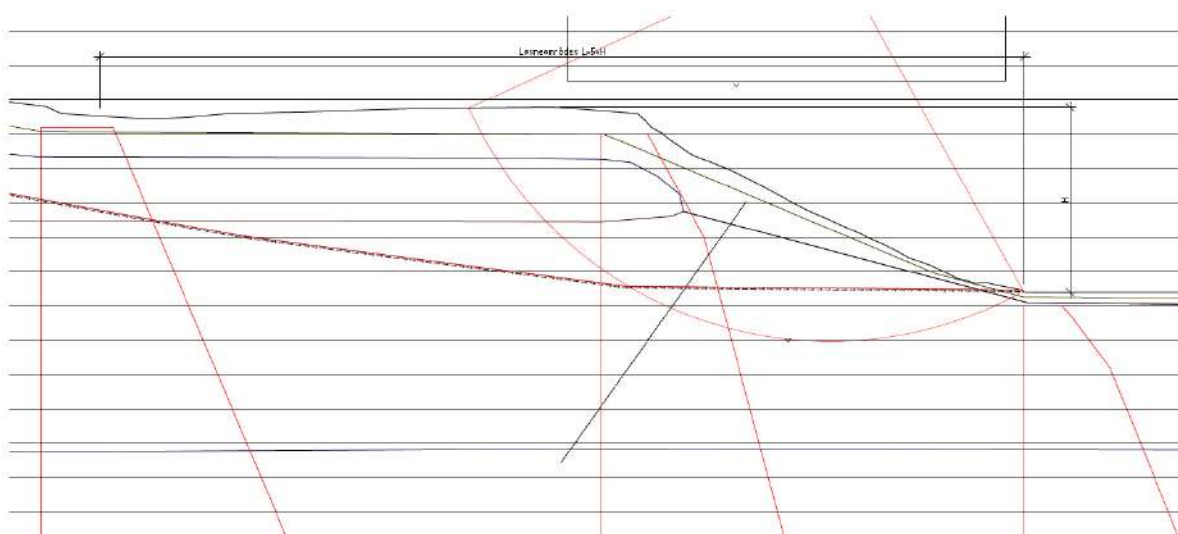
Utbredelse av sprøbruddmateriale er vist på tegning nr. 10213062-RIG-TEG-003. Det er utført stabilitetsberegninger i 4 profiler (A-D) som representerer 4 løснеområder. Avgrensning av løснеområder er gjort etter metoden beskrevet i avsnitt 4.2.1 for hvert løснеområde.

Utbredelse av løснеområdene er vist i tegninger nr. 10213062-RIG-TEG-004 t.o.m. -007.

4.3.1 Løснеområde A

Andel sprøbruddmateriale over den kritiske bruddflata er ca. 38% når dette bestemmes etter Figur 4-2, og ca. 20% når dette bestemmes som arealforhold, dvs. mindre enn 40%. Videre har sprøbruddmaterialet som har omrørt skjærfasthet $c_{u,r}$ mindre enn 0,64 kPa i borpunkt 2 liten mektighet, og utgjør en liten andel av sprøbruddleirelagets tykkelse. Kummenejes borpunkt nr. 3, rapport nr. O.689, viser også at sprøbruddmaterialet har veldig liten mektighet, og at omrørt skjærfasthet $c_{u,r}$ er høyere enn 1 kPa, bestemt etter NS8015. Trondheim kommunes rapport R.597 indikerer heller ikke noen stor mektighet av sprøbruddmaterialet i skråningen som er lagt til grunn for vurderingen. Av disse grunner vurderes rotasjonsskred å være den mest sannsynlig opptredende skredtype for løснеområde A.

Løснеområdes utstrekning L er bestemt som $5xH$, der H er skråningshøyden. For profil A er skråningshøyden ca. 27 m, og løснеområdes utstrekning ca. 135 m, Figur 4-4.

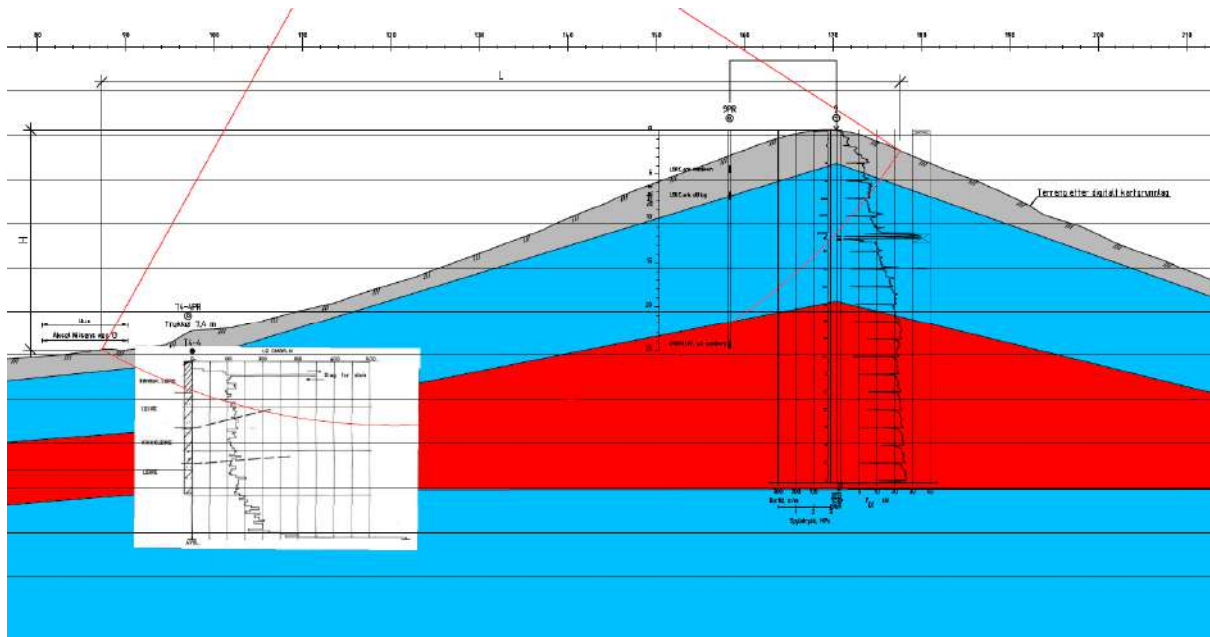


Figur 4-4 Bestemmelse av løснеområdes utstrekning og utløpsdistanse for løснеområde A (Profil A)

4.3.2 Løснеområde B

Andel sprøbruddmateriale over den kritiske bruddflata er ca. 30% når dette bestemmes etter Figur 4-2, og ca. 16% når dette bestemmes som arealforhold, dvs. mindre enn 40%. Sprøbruddmaterialet er i hovedsak klassifisert som kvikkleire i borpunkt 9 og i Trondheim kommunes borpunkt nr. 4, rapport R.597, dvs. at sprøbruddleira har en omrørt skjærfasthet $c_{u,r}$ som er mindre enn 0,64 kPa. Basert på andel sprøbruddmateriale over den kritiske bruddflata og sprøbruddleirelagets beliggenhet vurderes rotasjonsskred å være den mest sannsynlig opptredende skredtype for løснеområde B.

Løснеområdes utstrekning L er bestemt ut i fra aktuell skredmekanisme og lokal topografi (terrengrygg) til å stemme med området som er involvert i rotasjonsskredet, dvs. bestemt å være lik den kritiske bruddflatas utstrekning, dvs. mindre enn $5xH$, der H er skråningshøyden. For profil B er skråningshøyden ca. 25 m, og løснеområdes utstrekning ca. 90 m, Figur 4-5.



Figur 4-5 Bestemmelse av løsningsområdes utstrekning og utløpsdistanse for løsningsområde B (Profil B)

4.3.3 Løsningsområde C

Andel sprøbruddmateriale over den kritiske bruddflata er ca. 75% når dette bestemmes etter Figur 4-2, og ca. 40% når dette bestemmes som arealforhold, dvs. større enn 40%. Retrogressiv skred vurderes dermed som å være den mest sannsynlige opptredende skredtype for løsningsområde C.

Den semi-empiriske metoden som er beskrevet i avsnitt 4.2.1 er brukt til å bestemme løsningsområdes utstrekning. Resultater av L/H betraktningen er vist i Tabell 4-2.

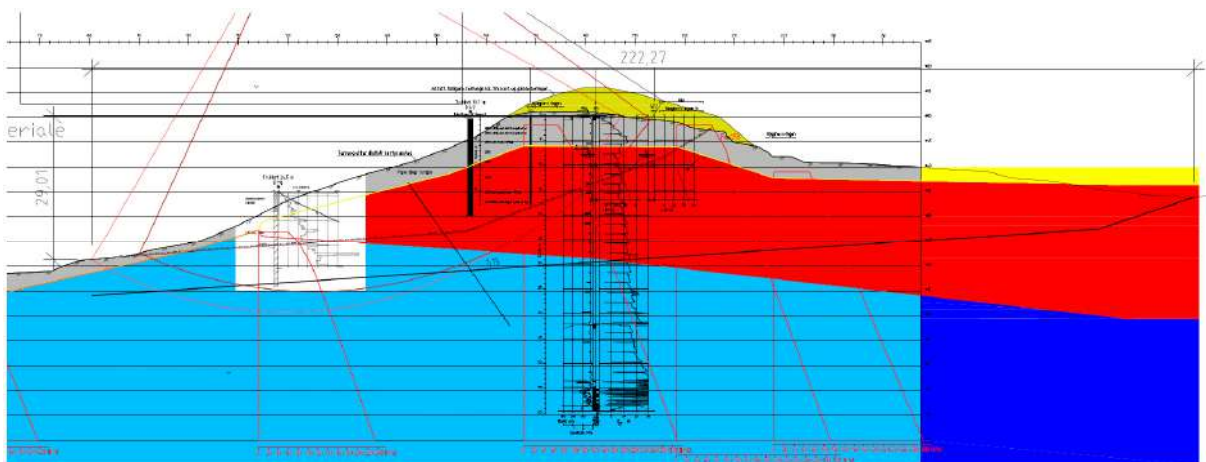
Tabell 4-2 Tabell med parametere og resultat av L/H betraktningen for Profil C-C i nytt løsningsområde

Indikator	Vekttall	Profil A-A		
		Verdi	Score	Poeng
b/D ved L_1	1	0,79	3	3
b/D ved $2L_1$ eller $3L_1$	2	0	0	0
Avstand fra foten av initial skred til kvikkleirelomma	1	$x_1 < L_1$	3	3
Forhold ved skredporten	2	Nidelva	3	6
Tidligere skredhendelser	1	Antatt $5 < L/H < 10^*$	2	2
$c_u/\gamma \cdot D$	1	$175 \cdot 0,63 / 20 \cdot 29 = 0,19$	2	2
Sum	-	-	16	
L/H- kategori	-	-	Middels	
Maksimal L/H	-	-	10	

*Parametere markert med * er beheftet med usikkerhet på grunn av mangel på data for historiske skredhendelser

I henhold til verdiene i Tabell 4-2 kan løснеområdet ved profil C-C være opptil 10 ganger skråningshøyden, det vil si $10 \times 29 = 290$ m. Grunnet topografien og sprøbruddleirebeliggenhet på platået (sprøbruddleire ligger ikke grunnere enn 7 m dybde), er utstrekning av løснеområdet imidlertid bestemt ved å trekke 1:15 linja bakover i sprøbruddmaterialet til den skjærer ut i det ikke-sensitive materialet. Derfra og opp til terreng legges glideflate med helning 1:3.

For profil C er skråningshøyden ca. 29 m, og løснеområdes utstrekning ca. 220 m, Figur 4-6.



Figur 4-6 Bestemmelse av løснеområdes utstrekning og utløpsdistanse for løснеområde C (Profil C)

4.3.4 Løснеområde D

Figur 4-2 kan ikke benyttes til å bestemme andel sprøbruddmateriale over den kritiske bruddflata, på grunn av den kritiske bruddflatas geometri. b/D er derfor bestemt ved å tegne en 1:15 linje som en tangent til den kritiske glideflaten og videre oppover i skråningen. Andelen sprøbruddmateriale er så bestemt i bakkant av kritisk bruddflate.

Andel sprøbruddmateriale over den kritiske bruddflata er ca. 40% når dette bestemmes etter metoden beskrevet over, og ca. 29% når dette bestemmes som arealforhold. Retrogressiv skred vurderes dermed å være den mest sannsynlig opptredende skredtype for løснеområde D.

Den semi-empiriske metoden som er beskrevet i avsnitt 4.2.1 er brukt til å bestemme løснеområdes utstrekning. Resultater av L/H betraktningen er vist i Tabell 4-3.

Tabell 4-3 Tabell med parametere og resultat av L/H betraktningen for Profil D-D i nytt løснеområde

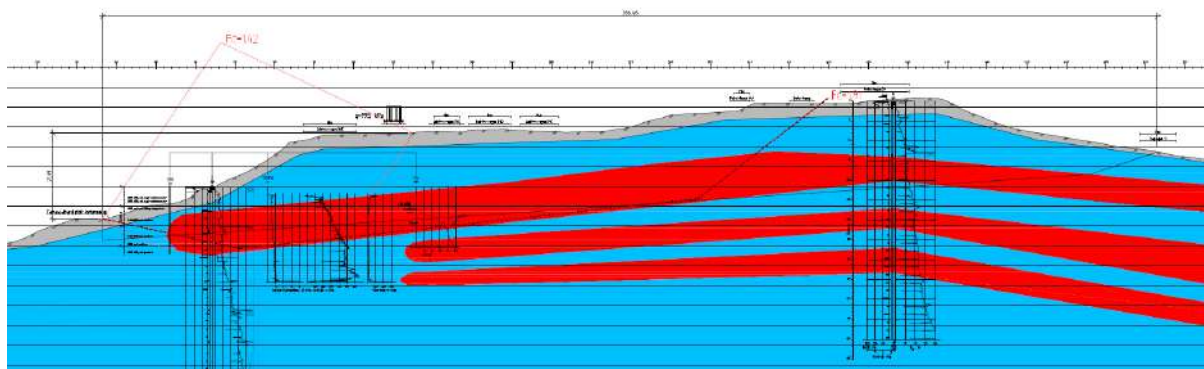
Indikator	Vekttall	Profil A-A		
		Verdi	Score	Poeng
b/D ved L_1	1	0,4	2	2
b/D ved $2L_1$ eller $3L_1$	2	Opptil 0,25	1	2
Avstand fra foten av initial skred til kvikkleirelomma	1	$x_1 < L_1$	3	3
Forhold ved skredporten	2	Skrånende, åpent terreng	3	6
Tidligere skredhendelser	1	Antatt $5 < L/H < 10^*$	2	2

$c_u/\gamma \cdot D$	1	$150 \cdot 0,63 / 20 \cdot 21 = 0,23$	2	2
Sum	-	-	17	
L/H- kategori	-	-	Høy	
Maksimal L/H	-	-	15	

*Parametere markert med * er beheftet med usikkerhet på grunn av mangel på data for historiske skredhendelser

I henhold til verdiene i Tabell 4-3 kan løснеområdet ved profil D-D være opptil 15 ganger skråningshøyden, det vil si $15 \times 21,5 = 322$ m. Grunnet topografien og sprøbruddleirebeliggenhet på platået (sprøbruddleire ligger ikke grunnere enn 8 m dybde), er utstrekning av løснеområdet imidlertid bestemt ved å trekke 1:15 linja bakover i sprøbruddmaterialet til den skjærer ut i det ikke-sensitive materialet. Derfra og opp til terreng legges glideflate med helning 1:3.

For profil D-D er skråningshøyden ca. 21,5 m, og løснеområdes utstrekning ca. 270 m, Figur 4-7.



Figur 4-7 Bestemmelse av løснеområdes utstrekning og utløpsdistanse for løснеområde D (Profil D)

4.3.5 Nordre del av kvikkleiresone 197 Tverreggen

Nordre del av kvikkleiresone 197 «Tverreggen» er tidligere utredet i forbindelse med bygging av nytt næringsbygg i Leirfossvegen 27B [29]. Multiconsult utførte uavhengig kvalitetssikring av utredningen [30]. I utredningsrapporten er rotasjonsskred vurdert som mest sannsynlig opptrædende skredtype, med utløp mot Nidelva. Initialskredet vil dermed ikke kunne forplante seg til et områdeskred med bakovergripende effekt og dermed ramme planlagte tiltak.

4.4 Avgrensning av utløpsområder

Sannsynlig utløpsområde for skredmasser er vurdert ut ifra løsneområdet utstrekning, skredmekanismer og topografi. Avgrensninger er gjort etter metoden beskrevet i avsnitt 4.2.1 for hvert løsneområde.

Utløpsdistansen for hvert enkelt definert løsneområde er bestemt i tabellen under på grunnlag av metoden beskrevet ovenfor.

Tabell 4-4 Bestemmelse av utløpsdistanse

Løsneområde	Skredmekanisme	Løsneområdets utstrekning (m)	Utløpsdistanse (m)
A	Rotasjonsskred	135	68
B	Rotasjonsskred	90	45
C	Retrogressiv skred	220	330
D	Retrogressiv skred	270	405

Utløpsområdene er vist på tegninger nr. 10213062-RIG-TEG-004 t.o.m. -007.

4.5 Klassifisering av faregrad, konsekvens- og risiko

Klassifisering er gjennomført i henhold til kriterier gitt i NVEs veileder 7/2014 [1]. Resultater fra klassifiseringen er vist i Vedlegg A. En oppsummering av resultatene for faresoner A-D er vist i Tabell 4-5.

Tabell 4-5 Oppsummering av klassifisering av nye faresoner i området

Faresone	Konsekvensklasse	Faregradsklasse	Risikoklasse
A	Alvorlig	Lav	3
B	Alvorlig	Lav	2
C	Meget Alvorlig	Lav	2
D	Alvorlig	Lav	3

5 Sikkerhetskrav for planlagt tiltak

Reguleringsplanen for tiltaket Leirfossvegen 71 og byggesaken for tiltaket Haugnessvingen 11 er underlagt krav i lover og forskrifter:

- Plan- og bygningsloven (PBL)
- Byggteknisk forskrift (TEK17)

Plan- og bygningsloven §21-8, stiller krav til at «grunn kan bare bebygges, eiendom opprettes eller endres, dersom det er tilstrekkelig sikkerhet mot fare eller vesentlig ulempe som følge av natur- eller miljøforhold».

Byggteknisk forskrift §7-1 sier at «Byggverk skal plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger». Videre sier §7-1 at «Tiltak skal prosjekteres og utføres slik at byggverk, byggegrunn og tilstøtende terreng ikke utsettes for fare for skade eller vesentlig ulempe som følge av tiltaket».

Byggteknisk forskrift §7-3 sier at «Byggverk hvor konsekvensen av skred, herunder sekundærvikninger av skred, er særlig stor, skal ikke plasseres i skredfarlig område». Videre sier §7-3 at «For byggverk i skredfareområde skal det fastsettes sikkerhetsklasse for skred [...]. Byggverk og tilhørende uteareal skal plasseres, dimensjoneres eller sikres mot skred, herunder sekundærvikninger av skred, slik at største nominelle sannsynlighet [...] ikke overskrides».

For kvikkleireskred sier §7-3 at krav til sikkerhet bestemmes ut ifra tiltakskategori gitt etter NVEs retningslinjer 2/2011 «Flaum og skredfare i arealplanar» [5] med tilhørende veileder 7/2014 «Sikkerhet mot kvikkleireskred», [1].

5.1 Klassifisering av tiltaket og faresonen

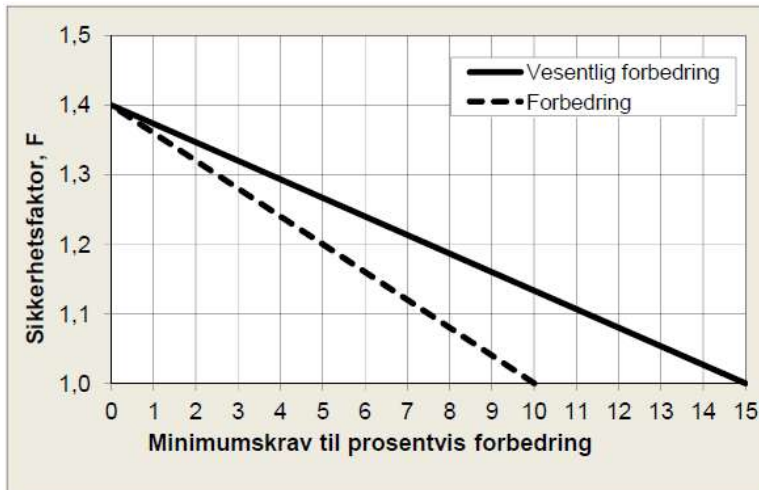
Begge tiltak plasseres i tiltakskategori K4 iht. NVEs veileder 7/2014 [1]. Eksisterende kvikkleiresone 197 «Tverregen» er klassifisert med middels faregrad. De 4 nye faresonene som er identifisert og avgrenset i avsnitt 4.3 er faregrads- konsekvens- og risikoklasseevaluert, vedlegg A. Samtlige faresoner er klassifisert med lav faregrad. Lav faregrad legges videre til grunn i forbindelse med utredningen.

5.2 Krav til sikkerhet

For tiltak i tiltakskategori K4 og lav faregradsklasse stilles det krav om:

- a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ eller
- b) Forbedring hvis $F < 1,4$

Forbedring kan oppnås i henhold til forhåndsdefinerte kriterier vist i Figur 5-1, men er lite aktuelt i foreliggende prosjekt siden det er liten plass til terrengtiltak (motfylling, nedplanering).



Figur 5-1 Krav til prosentvis forbedring i henhold til opprinnelig sikkerhetsfaktor. Fra NVE veileder 7/2014.

5.3 Kvalitetssikring av utredningen

Utredning av områdestabilitet for tiltak i tiltakskategori K4 medfører krav om uavhengig kvalitetssikring. Kontrollen skal gjennomføres av et uavhengig foretak og i henhold til NVE veileder 7/2014 [1].

6 Grunnlag for stabilitetsvurderinger

6.1 Generelt

Stabilitet beregnes i dagens tilstand, med både total- og effektivspenningsparametere. I et profil er det utført stabilitetsberegning med tidligere terreng for å vurdere omfanget av forbedring oppnådd med dagens tilstand.

Beregninger er utført med beregningsprogrammet «GeoSuite Stability» versjon 16.1.3.0, med beregningsmetode Beast 2003. Beregningsmetoden er basert på grenselikevektmetode, og anvender en versjon av lamellmetoden som tilfredsstiller både kraft- og momentlikevekt. Programmet søker selv etter kritisk sirkulærsylindrisk glideflate for definerte variasjonsområder av sirkelsentrum. Det er også mulig å definere egne glideflater i programmet når man utfører beregninger for sammensatte glideflater.

6.2 Beregningsprofiler

Det er valgt å beregne stabiliteten i 4 profiler, som tilsvarer de 4 løseområdene. Plasseringen av profilene er vist i tegning nr. 10213062-RIG-TEG-002.

Profilene er generelt valgt ut fra en helhetlig vurdering av terreng- og grunnforhold. Profilene er plassert slik at de mest kritiske områdene som er berørt av potensielle skred er dekket. Det er identifisert fire hovedområder hvor stabilitet kan være kritisk, som tilsvarer de 4 løseområdene som er avgrenset i avsnitt 4.3.

6.3 Lagdeling

Lagdeling er tolket ut fra resultatene av tilgjengelige tidligere utført grunnundersøkelser, samt de undersøkelsene utført i forbindelse med foreliggende oppdrag.

Lagdeling i beregningsprofiler er vist i tegninger nr. 1023062-RIG-TEG-700 t.o.m. -703.

Som utgangspunkt for modellering av grunnvannstand ble det benyttet målinger fra de installerte hydrauliske piezometerne. Hele området er preget av strekt poreundertrykk oppe i skråningene. Poreundertrykket modelleres i Geosuite Stability gjennom poretrykksprofiler.

6.4 Materialparametere

Materialparametere er tolket på bakgrunn av nye og tidligere utførte grunnundersøkelser. Kvalitet på undersøkelsene, tolkning av felt- og laboratorieforsøk, ADP-forhold og kompatibilitetsprinsipp, osv. er omtalt i vedlegg B.

7 Stabilitetsvurderinger

7.1 Stabilitetsberegninger av dagens sikkerhet og vurdering av sikringsbehov

Det er gjort stabilitetsberegninger i 4 profiler. De 4 terrengprofiler omfatter løsneområder A-D. Plassering av beregningsprofilene er vist på situasjonskart, tegning nr. 10213062-RIG-TEG-002. Det er utført beregninger ved udrenert totalspenningsanalyse, ADP-analyse, og drenert effektivspenningsanalyse, $a\phi$ -analyse.

Resultater fra stabilitetsberegninger for dagens tilstand er vist i tegninger nr. 10213062-RIG-TEG-800.1 t.o.m. 803.2.

Oppsummering av resultatene er sammenstilt i Tabell 7-1.

Tabell 7-1 Beregnet sikkerhetsfaktor for kritisk bruddflate

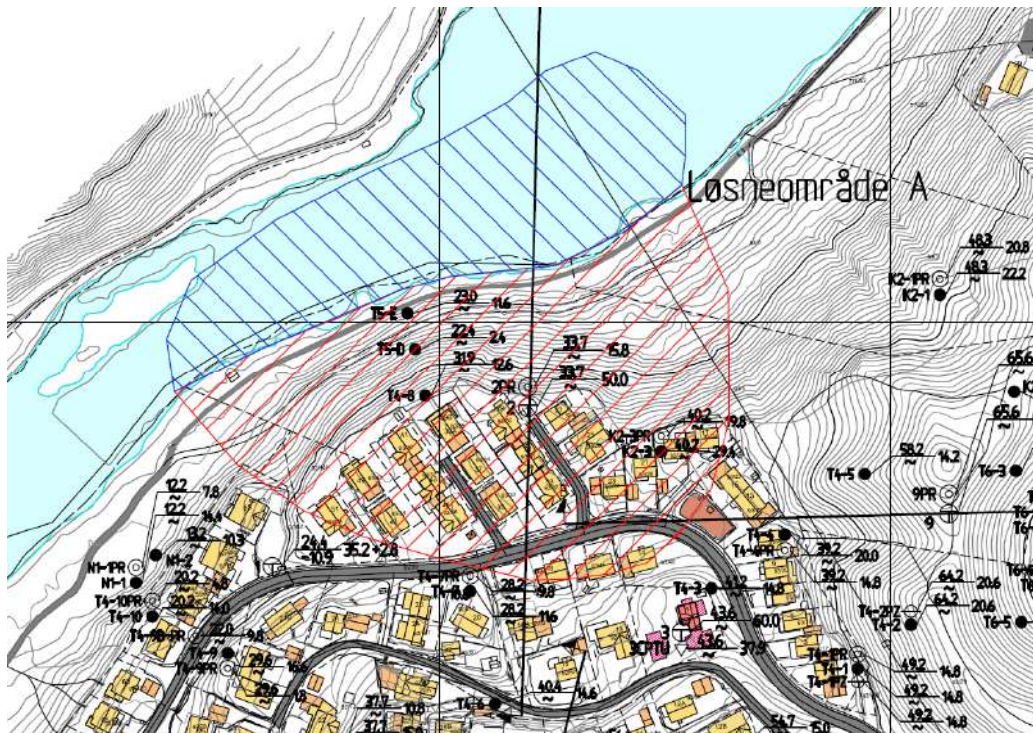
Tegning	Stabilitetsprofil	Analyse	Sikkerhetsfaktor, γ_M , for kritisk bruddflate
800.1	Profil A-A, dagens terreng	ADP-analyse	1,31
800.2	Profil A-A, dagens terreng	$a\phi$ -analyse	1,19
801.1	Profil B-B, dagens terreng	ADP-analyse	1,36
801.2	Profil B-B, dagens terreng	$a\phi$ -analyse	1,80 (2,35 gjennom sprøbruddleirelaget)
802.1	Profil C-C, dagens terreng	ADP-analyse	1,23
802.2	Profil C-C, dagens terreng	$a\phi$ -analyse	1,39
802.3	Profil C-C, tidligere terreng	ADP-analyse	1,09
803.1	Profil D-D, dagens terreng	ADP-analyse	1,42
803.2	Profil D-D, dagens terreng	$a\phi$ -analyse	1,86

7.2 Stabilitetsvurderinger

7.2.1 Profil A-A

Beregningene viser at kravet til sikkerhetsfaktor ikke er tilfredstilt på totalspenningsbasis eller effektivspenningsbasis ($F < 1,4$) for profil A-A. Tiltaket Haugnessvingen 11 ligger imidlertid ikke innenfor løsneområde A, og det er dermed ikke behov for å utføre stabiliserende tiltak for å oppnå kravet. En stabilitetsberegning som er utført for en sammensatt bruddflate som strekker seg bakover til Haugnessvingen 11 viser videre tilfredsstillende sikkerhet mot kvikkleireskred ($F = 2,48$ på totalspenningsbasis og $F = 4,25$ på effektivspenningsbasis).

Det er ikke fare for at tiltaket Haugnessvingen 11 kan rammes av kvikkleireskred i løsneområde A.

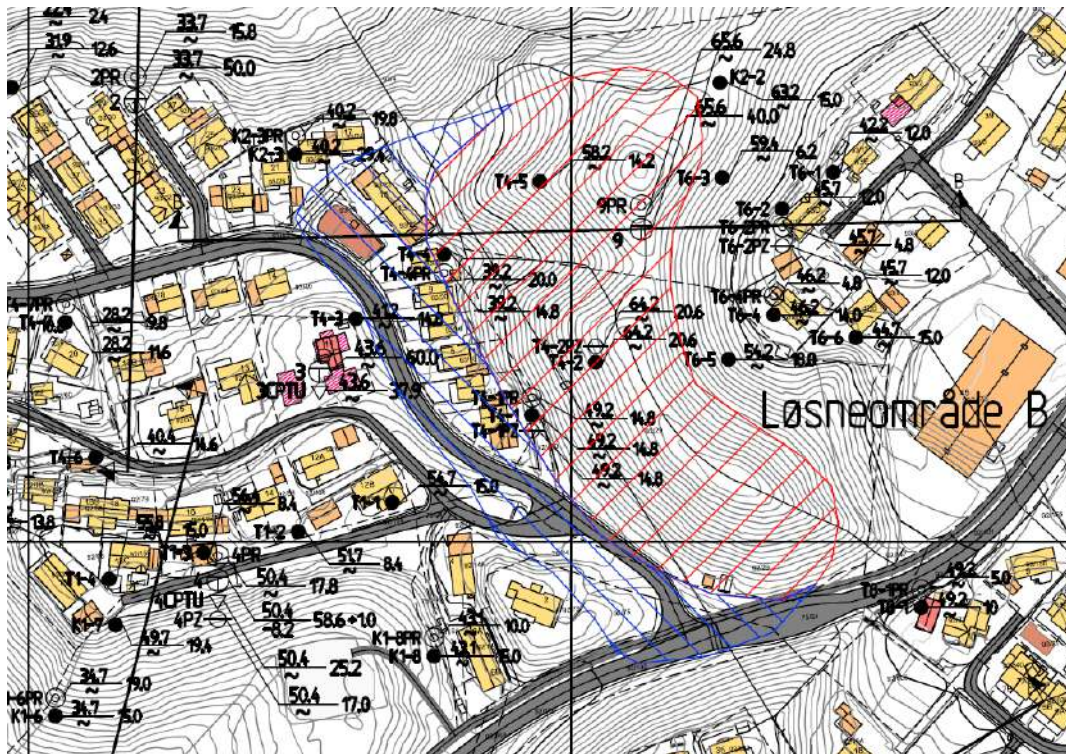


Figur 7-1 Løsne- og utløpsområde A. Utsnitt av tegning nr. 10213062-RIG-TEG-004

7.2.2 Profil B-B

Beregningene viser at kravet til sikkerhetsfaktor ikke er tilfredstilt på totalspenningsbasis ($F < 1,4$) for profil B-B. Tiltakene Haugnessvingen 11 og Leirfossvegen 71 ligger imidlertid ikke i utløpsområdet for skred i løснеområde B, og det er dermed ikke behov for å utføre stabiliserende tiltak for å oppnå kravet.

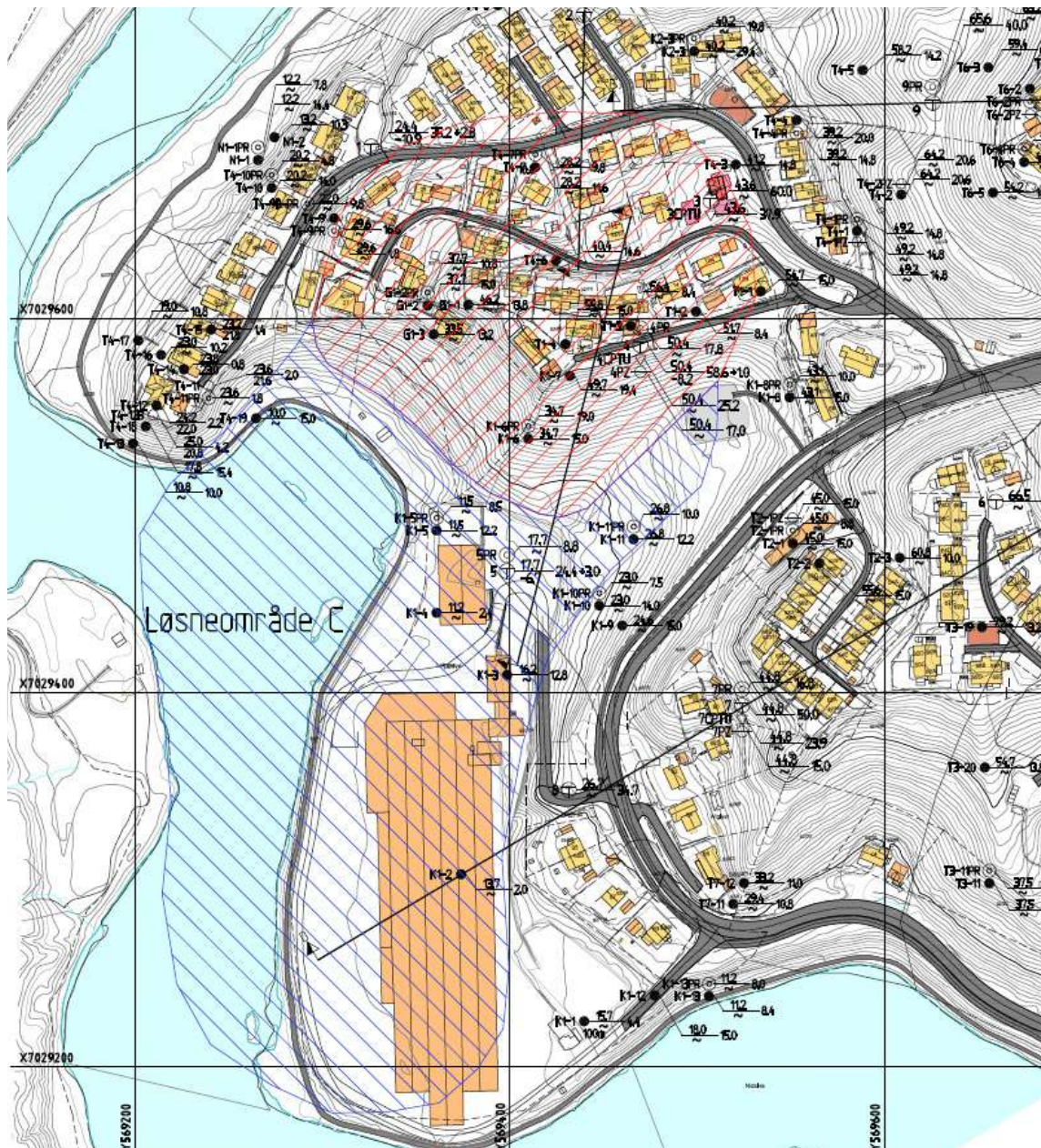
Det er ikke fare for at hverken tiltaket Haugnessvingen 11 eller Leirfossvegen 71 kan rammes av kvikkleireskred i løснеområde B.



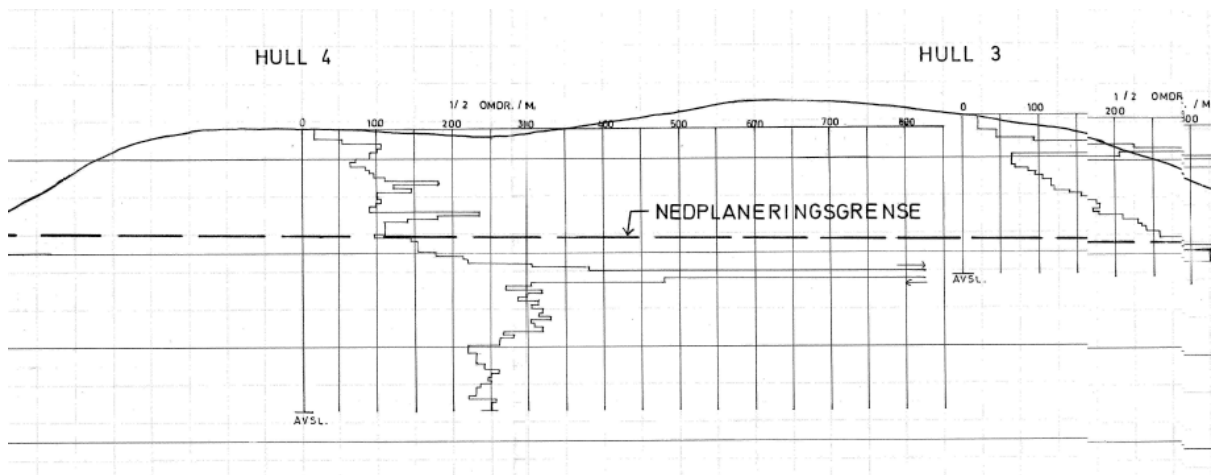
Figur 7-2 Løsne- og utløpsområde B. Utsnitt av tegning nr. 10213062-RIG-TEG-005

7.2.3 Profil C-C

Beregningene viser at kravet til sikkerhetsfaktor ikke er tilfredstilt på totalspenningsbasis ($F < 1,4$) for profil C-C. Tiltaket Haugnessvingen 11 ligger innenfor løsneområde C og tiltaket Leirfossvegen 71 ligger i utløpsområdet for skred i løsneområde C. I forbindelse med regulering/utbygging er det derfor i utgangspunktet behov for stabiliserende tiltak. Det er imidlertid gjort en forbedring av stabiliteten i profil C-C tidligere i forbindelse med nedplanering av terrengryggen på toppen av skråningen. Terrengryggen før nedplanering er vist i Figur 7-4. Sammenligning av gammelt og nytt kart viser at tidligere terreng lå på ca. kote +58 på sin høyeste (Trondheim lokal). Etter omregning til NN2000 og en vurdering av 3D effekter, antas tidligere terreng og ha ligget på kote +56 (NN2000) i gjennomsnitt ved profil C-C. I dag ligger terrenget på ca. kote +51 i samme området, dvs. at det er foretatt en nedplanering på ca. 5 m i gjennomsnitt.



Figur 7-3 Løsne- og utløpsområde C. Utsnitt av tegning nr. 10213062-RIG-TEG-006



Figur 7-4 Tidligere terreng på toppen av skråninga, profil C-C. Utsnitt av Trondheim kommunes rapport R.195

For lav faregradsklasse og tiltakskategori K4 er det krav til dokumentasjon av forbedring etter figur 5.1 i NVE veileder 7/2014 [1].

Stabilitetsberegningene utført for terreng før nedplanering viser at nødvendig forbedring av stabilitet iht. dagens regelverk er oppnådd, og det er dermed ikke behov for ytterligere stabiliserende tiltak i forbindelse med prosjektet. En sammenligning av kritiske bruddflater før og etter nedplanering er vist i Tabell 7-2.

Tabell 7-2 Sammenligning av stabiliteten før og etter nedplanering for profil C-C

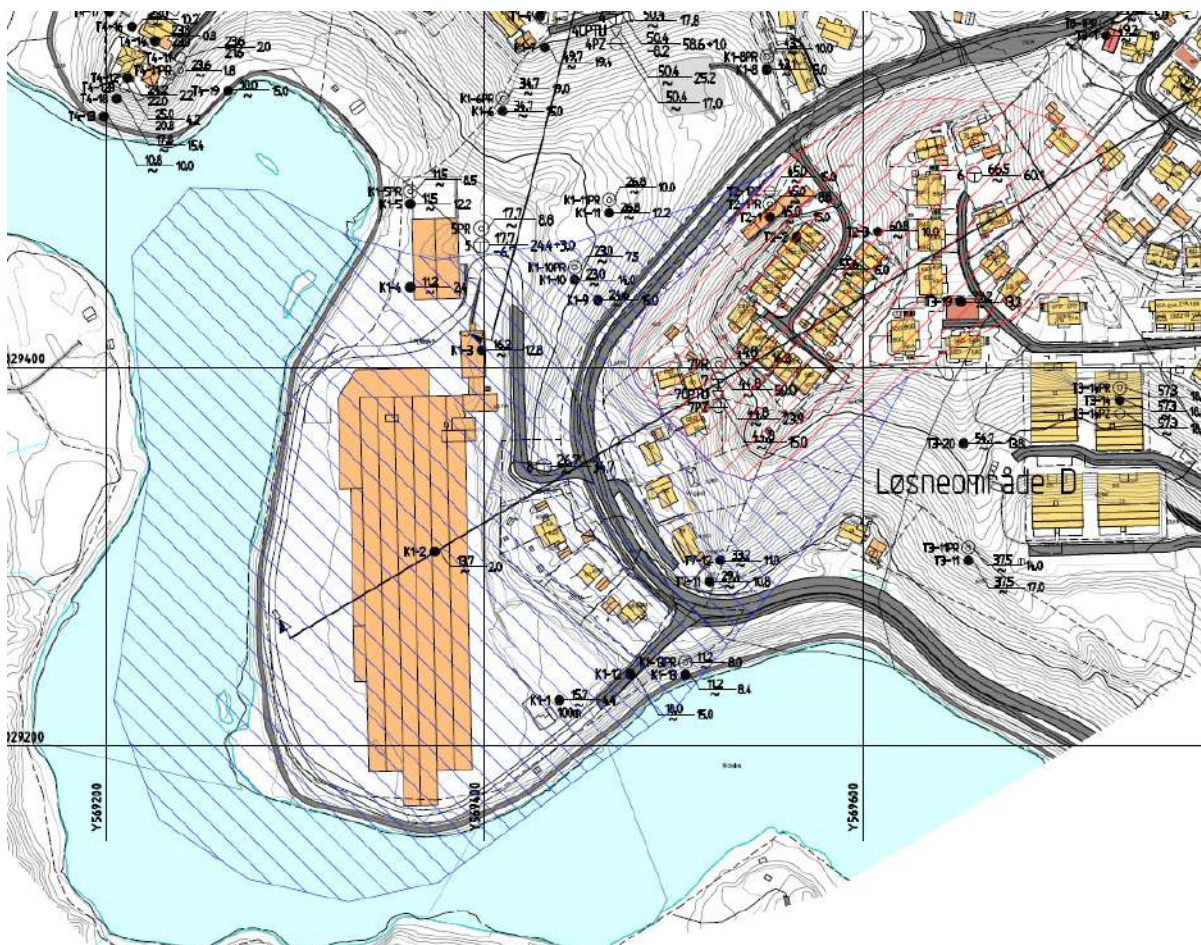
Stabilitetsberegning før nedplanering	Stabilitetsberegning etter nedplanering	Krav til %-vis forbedring	Oppnådd %-vis forbedring
1,09	1,25	8%	15%
1,11	1,23	7%	11%
1,35	1,58	1,5%	17%

Krav til tilfredstillende sikkerhet mot kvikkleireskred i løснеområde C for planlagte tiltak er oppnådd.

7.2.4 Profil D-D

Tiltaket Leirfossvegen 71 ligger i utløpsområdet for skred i løśnieområde D. Beregningene viser at kravet til sikkerhetsfaktor er tilfredstilt på både totalspenningsbasis og effektivspenningsbasis ($F > 1,4$) for profil D-D. I forbindelse med regulering av tomta til boligformål er det dermed ikke behov for stabiliserende tiltak.

Det er dermed ikke fare for at tiltaket Haugnessvingen 11 eller Leirfossvegen 70 kan rammes av kvikkleireskred i løøgneområde D.



Figur 7-5 Løsne- og utløpsområde D. Utsnitt av tegning nr. 10213062-RIG-TEG-007

8 Sikkerhet mot flodbølge som følge av kvikkleireskred

8.1 Aktuelle scenarioer

Planområde Leirfossvegen 71 blir ikke direkte påvirket av en eventuell skredhendelse i andre kvikkleiresoner i området, men det er to følgehendelser som kan påvirke tomta:

1. Flodbølge fra skredhendelsen
2. Flodbølge og eventuelle skredmasser fra dambrudd gjennom rasmassene

Kvikkleiresone «198 Nordsletten», «199 Leira nordre» og «2164 Leira søndre» kan ved en eventuell skredhendelse skape flodbølger som igjen kan skade Leirfossvegen 71.

En flodbølge som følge av dambrudd gjennom rasmassene kan bli voldsom. Det er også mulig at det kan følge med gjenstander som rester av bygninger, trær og biler i massene

Bebyggelsen ved elvesletta i Leirfossvegen 71 vil etableres på ca. kote +13, dvs. ca. 3 m over vannstanden i Nidelva og vurderes derfor som ikke spesielt utsatt for en flodbølgesituasjon. Program for økt sikkerhet mot leirskred [3] fremhever at bebyggelse på kritiske områder nedstrøms er en sentral forutsetning for at en flodbølge skal kunne utgjøre en fare.

For å tilfredsstille TEK 17 §7-3 vurderes det at regulering av Leirfossvegen 71 må hensynta en flodbølgesituasjon tilsvarende som utløpsområder fra kvikkleireskred behandles i dag. Dvs. at det skal ikke være fare for at hendelsen «kan utgjøre fare for vesentlig skade på byggverk og/eller fare for menneskeliv» (NVE veileder nr. 7/2014 [1]).

8.2 Sannsynlighetsvurdering av skredsituasjon

Det er i hovedsak to årsaker til kvikkleireskred: erosjon og menneskelig aktivitet. Det er krevende å vurdere sannsynligheten på en engangshendelse som et kvikkleireskred. I DSBs rapport «Nasjonalt risikobilde 2013» (Direktorat for samfunnssikkerhet og beredskap, 2013) er det gjort et anslag ved å anta at et skred av denne størrelsesorden inntreffer ila. en periode på 2000 til 3000 år. Årlig sannsynlighet er da 0,04% per år og klassifiseres som «lav sannsynlighet». Videre vurderes sannsynligheten for skred i kvikkleiresone «198 Nordsletten», «199 Leira nordre» og «2164 Leira søndre» å være lavere enn i en gjennomsnittlig kvikkleireforekomst i pga. sikringstiltak mot erosjon i Nidelva og god kontroll på byggetiltak innenfor sonene. Det er også dokumentert at tidligere utført nedplanering i kvikkleiresone Leira Nordre har ført til tilstrekkelig forbedring av områdestabilitet for skred med utløp mot Nidelva [31]. Videre må det en serie uheldige omstendigheter til for at en situasjon med en større flodbølge skal kunne inntreffe.

En slik vurdering av sannsynlighet er ikke fullt ut gyldig i og med at kvikkleireskred ikke er en gjentakende hendelse som kan karakteriseres ved årlig nominell sannsynlighet, men det gir en indikasjon på at et skred og en påfølgende katastrofal flodbølgesituasjon kan anses som et scenario med lav sannsynlighet.

8.3 Designprinsipp

Et kvikkleireskred i kvikkleiresonene «198 Nordsletten», «199 Leira nordre» og «2164 Leira søndre», vil ha utløp mot Nidelva, og rasmassene vil ha potensiale til å demme opp Nidelva slik at det kan oppstå en flodbølgesituasjon som følge av et dambrudd gjennom rasmassene. Bebyggelsen ved elvesletta i Leirfossvegen 71 vil etableres på ca. kote +13, dvs. ca. 3 m over vannstanden i Nidelva og vurderes derfor som ikke spesielt utsatt for en flodbølgesituasjon. Scenarioet må imidlertid hensyntas for å tilfredsstille TEK17, kapittel 7.

TEK17 §7-3, veiledning til annet ledd spesifiserer at sikkerhetskrav kan oppnås ved å plassere byggverk utenfor skredfarlig område, ved sikringstiltak som reduserer sannsynligheten for en hendelse eller ved å dimensjonere og konstruere byggverket slik at det tåler belastningene et skred kan medføre.

Fysiske sikringstiltak mot sekundære virkninger av skred vurderes som lite hensiktsmessig. Stabilisering av løsnemrådene vil involvere nedplanering, fyllinger og/eller grunnforsterkning. På grunn av tett bebyggelse vil ingen av disse være gjennomførbare uten betydelige inngrep i et stort antall eiendommer (flytting av hus etc.). Ledevoller for skredmasser, eller andre forbygninger mot flodbølger i Nidelva, vurderes også som lite hensiktsmessig av estetiske grunner samt forhold knyttet til vannstrømning og akvatisk økologi.

Dimensjonering av byggverk til å tåle belastningen fra en flodbølgesituasjon gjenstår som eneste alternativ. TEK17 §7-3, veiledning til annet ledd spesifiserer da at: «Bygninger kan dimensjoneres til å tåle krefter fra skred dersom skredlastene ikke er for store. Maksimal skredlast bør ikke være større enn anslagsvis 50 kPa.»

For håndtering av områdestabilitet, og dermed tilfredsstille TEK17 kapittel 7, anbefales det for bebyggelsen ved elvesletta i Leirfossvegen 71 et designprinsipp basert på følgende:

- Bebyggelsen må motstå en flodbølge, både som følge av at skredmassene flommer ut i Nidelva, og for en situasjon med dambrudd gjennom rasmassene. Det skal ikke være fare for at hendelsen kan utgjøre fare for vesentlig skade på byggverk og/eller fare for menneskeliv.

9 Konklusjon

I forbindelse med regulering av Leirfossvegen 71 og utbygging av Haugnessvingen 11 er det behov for å dokumentere tilfredsstillende sikkerhet iht. NVE veileder 7/2014. Foreliggende rapport omhandler ikke en fullstendig utredning av eksisterende kvikkleiresone 197 Tverreggen, men en utredning av områdestabilitet med fokus i dokumentasjon av tilfredsstillende skredsikkerhet for de planlagte tiltakene.

Med bakgrunn i utførte gamle og nye grunnundersøkelser er det gjort en identifisering/avgrensning av 4 nye faresoner som består av løsne- og utløpsområder. Videre er det utført stabilitetsberegninger for å dokumentere tilfredsstillende sikkerhet mot kvikkleireskred etter NVE veileder 7/2014 [1].

Leirfossvegen 71:

Planområde ligger i utløpsområde for kvikkleireskred i løsneområde C og løsneområde D. For løsneområde C er det dokumentert at tidligere utført nedplanering på plataet har medført tilstrekkelig forbedring av områdestabilitet iht. NVE veileder 7/2014. Videre er det dokumentert ved stabilitetsberegninger at det er tilfredsstillende sikkerhet mot kvikkleireskred i løsneområde D (beregnet sikkerhetsfaktor $F > 1,4$).

Bebyggelsen ved elvesletta må motstå en flodbølge, både som følge av at skredmassene fra kvikkleiresoner som ligger oppstrøms Leirfossvegen 71 flommer ut i Nidelva, og for en situasjon med dambrudd gjennom rasmassene. Det skal ikke være fare for at hendelsen kan utgjøre fare for vesentlig skade på byggverk og/eller fare for menneskeliv.

Haugnessvingen 11:

Byggetomta ligger innenfor løsneområde C. For løsneområde C er det dokumentert at tidligere utført nedplanering på plataet har medført tilstrekkelig forbedring av områdestabilitet iht. NVE veileder 7/2014.

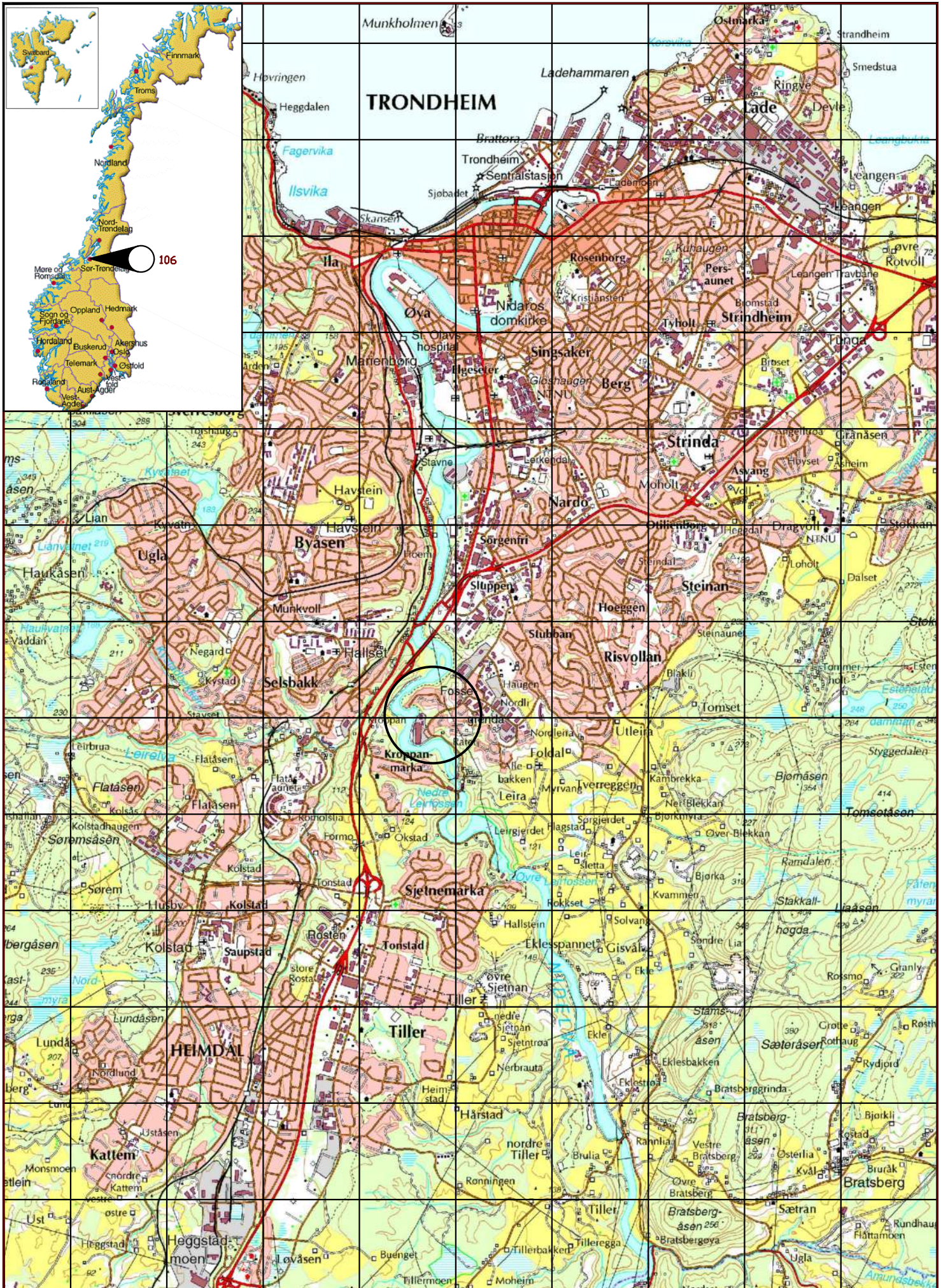
Det er videre dokumentert at løsneområder A og B kan verken ramme planområdet Leirfossvegen 71 eller byggetomta Haugnessvingen 11. **Planlagte tiltak har dermed tilfredsstillende sikkerhet mot kvikkleireskred.**

10 Referanser

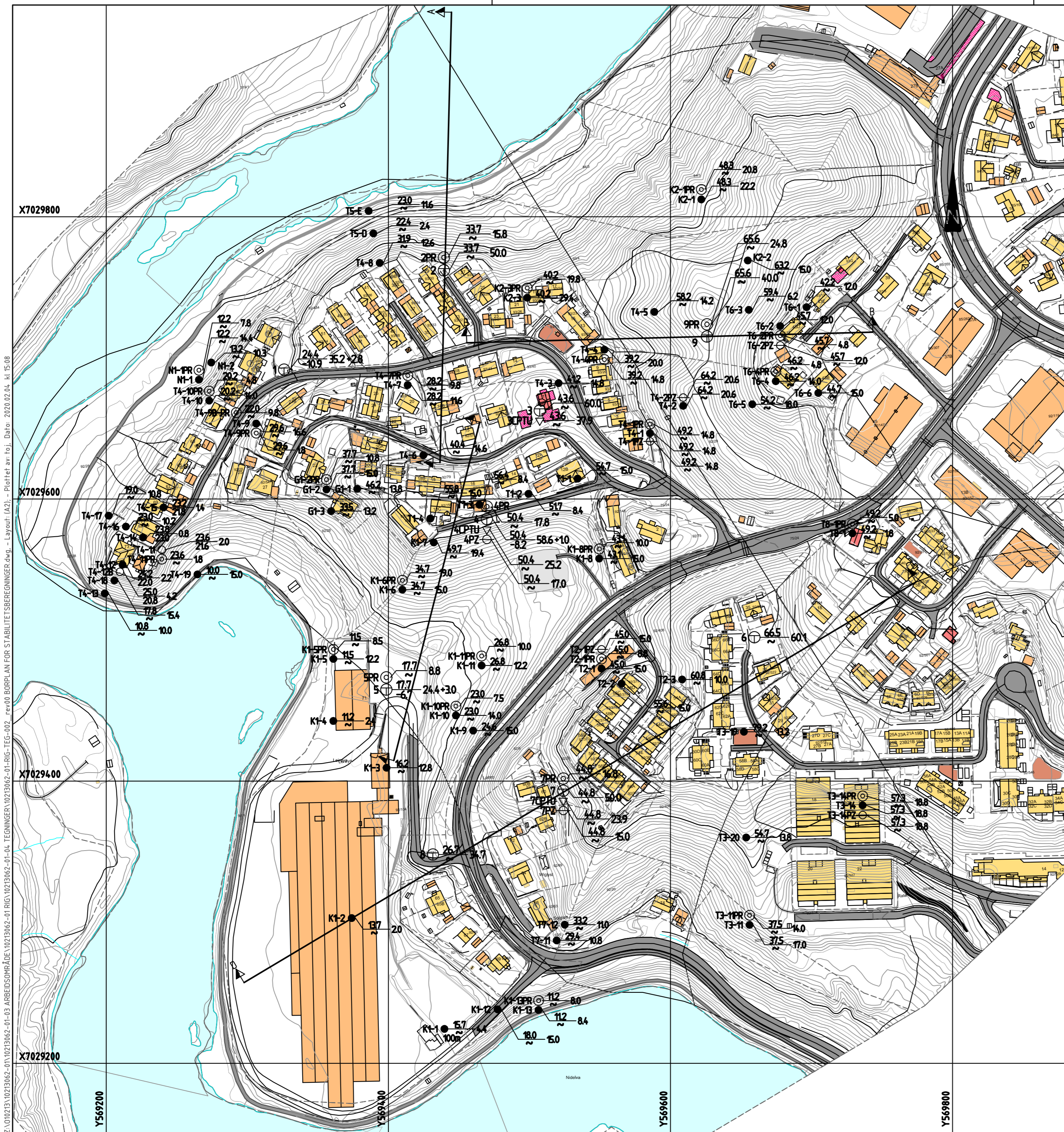
- [1] Norges vassdrags- og energidirektorat, NVE (2014). NVEs veileder nr. 7-2014, Sikkerhet mot kvikkleireskred, datert april 2014
- [2] NIFS (2016). Rapport 14/2016 «Metode for vurdering av løsne- og utløpsområder for områdeskred»
- [3] NGI (2001). «Program for økt sikkerhet mot leirskred - Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire». Rapport 20001008-2, Revisjon 3, datert 8. oktober 2008
- [4] Direktoratet for byggkvalitet, Byggteknisk forskrift TEK17, 2017
- [5] Norges vassdrag- og energidirektorat, NVE (2011). «Retningslinjer 2/2011 Flaum og skredfare i arealplaner», revidert 22. mai 2014
- [6] Statens vegvesen, SVV (2018). «Håndbok N200: Vegbygging», Vegdirektoratet
- [7] NIFS rapport 14/2014, «En omforent anbefaling for bruk av anisotropiforhold i prosjektering i norske leirer», NVE, 30.01.2014.
- [8] Standard Norge (2016). Eurokode 0 «Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner». NS-EN-1990:2002+NA:2016
- [9] Standard Norge (2016). Eurokode 7 «Geoteknisk prosjektering. Del 1: Almenne regler». NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016
- [10] Standard Norge (2008). Eurokode 7 «Geoteknisk prosjektering - del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver». NS-EN-1997-2:2007+NA2008
- [11] Statens vegvesen, SVV (2014). «Håndbok V220: Geoteknikk i vegbygging», Vegdirektoratet
- [12] Thakur V. et al. (2014) «En diskusjon om løsne- og utløpsområder for skred i sprøbruddmaterialer», artikkel Geoteknikkdagen 2014
- [13] L'Heureux, J.S. (2012) "A study of the retrogressive landslide behavior and mobility of Norwegian quick clay landslides", Landslide and engineered slopes: protecting society through improved understanding. London: Taylor & Francis Group
- [14] Norges vassdrags- og energidirektorat, NVE (2013) «NIFS rapport 38/2013 Karakterisering av historiske kvikkleireskred og input parametere for Q-BING»
- [15] Thakur, V. (2014) «Characterization of post-failure movements of landslides in soft sensitive clays», Landslides in Sensitive Clays – From Geosciences to Risk Management. Springer
- [16] Norges vassdrags- og energidirektorat, NVE (2013) «NIFS rapport 21/2013 Utstrekning av og utløpsdistanse for kvikkleireskred basert på katalog over skredhendelser i Norge»
- [17] Geoteam (1987), rapport 31003.01 «Fradelingstomt Haugnessvingen 24»
- [18] Kummeneje, rapport 00495 «Lerøya»
- [19] Kummeneje (1969), rapport 00689 «Planeringsprosjekt Fossegrenda
- [20] Noteby (1988), rapport 37433 «Elvely boligfelt»
- [21] Trondheim kommune (1970), rapport R.0195 «Fossegrenda – Elvely»
- [22] Trondheim kommune (1979), rapport R.0518 «Leireggen tomteområde»
- [23] Trondheim kommune (1981), rapport R.0556 «Disposisjonsplan Rate»
- [24] Trondheim kommune (1982), rapport R.0597 «Reguleringsplan Elvely»

- [25] Trondheim kommune (1982), rapport R.0608 «Avløpsledning Okstad - Fossegrenda»
- [26] Trondheim kommune (1982), rapport R.0608 «Reguleringsplan Tvereggen»
- [27] Trondheim kommune (1986), rapport R.0695 «Nedre Leirfoss, omlegging av veg»
- [28] Trondheim kommune (1991), rapport R.0695-5 «Leirfossvegen»
- [29] Sweco Norge AS (2017), rapport 16399001 RIG R03 REV03 «Vurdering av områdestabilitet for nytt næringsbygg Leirfossvegen 27B»
- [30] Multiconsult (2017), notat 418037-RIG-NOT-001 «Leirfossvegen 27B – uavhengig kontroll»
- [31] NGI (2015), rapport 20120099-03-R rev01 «Kvikkleiresoner Trondheim - Leira»
- [32] Multiconsult (2015), notat 415444-RIG-NOT-005_rev01 «Utredning av kvikkleiresoner i Trondheim, Malvik og Stjørdal – 3. partskontroll – Tredjepartskontroll kvikkleiresone 199 Leira»
- [33] Rambøll (2020), verifikasjonsrapport nr. 01 rev.00 (oppdragsnr. 1350036779)
- [34] Multiconsult (2020), notat 10213062-RIG-NOT-001_rev00 «Leirfossvegen 71. Tilsvar uavhengig kvalitetssikring»

Z:\010213\10213062-01\10213062-01-03 ARBEIDSRÅDE\10213062-01 RIG\10213062-01-04. TEGNINGER\10213062-01-RIG-TEG-000_rev00 OVERSIKTSKART.dwg, - Layout: (ny logo), - Plottet av: jkm, Dato: 2020.02.05 kl 7:56



Multiconsult www.multiconsult.no	Oversiktskart Btv-eigendom AS Leirfossvegen 71	Status	Fag	Original format	Dato
		Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Målestokk
	Oppdragsnr.	Tegningsnr.			Rev.
		10213062	RIG-TEG-000		00



TEGNFORKLARING:

- DRIESONDERING
- ENKEL SONDERING
- ▼ RAMSONDERING
- ▽ TRYKSONDERING
- ⊕ TOTALSONDERING
- ⊗ PRØVESERIE
- PRØVEGROP
- ◆ DREIETRYKSONDERING
- ⊠ SKRUPLATEFORSØK
- + VINGEBORING
- ⊙ PORETRYKTMÅLING
- ⊕ KJERNEBORING
- ⊠ FJELLKONTROLLBORING
- ⊠ BERG I DAGEN

KARTGRUNNLAG: Digitalt kart NN 2000
 KOORDINATSYSTEM: UTM Sone 32V
 HØYDEREFERANSE: NN 2000
 UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMENT: GPS GLONAS CPOS
 BORBOK NR: Digital
 LAB.BOK NR: Digital

EKSEMPEL: TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE
 BP 1 ⊕ $\frac{430}{28.2}$ 14.8+2.4 — BORET DYBDE + BORET I BERG
 ANTATT BERGKOTE

TIDLIGERE BORINGER:

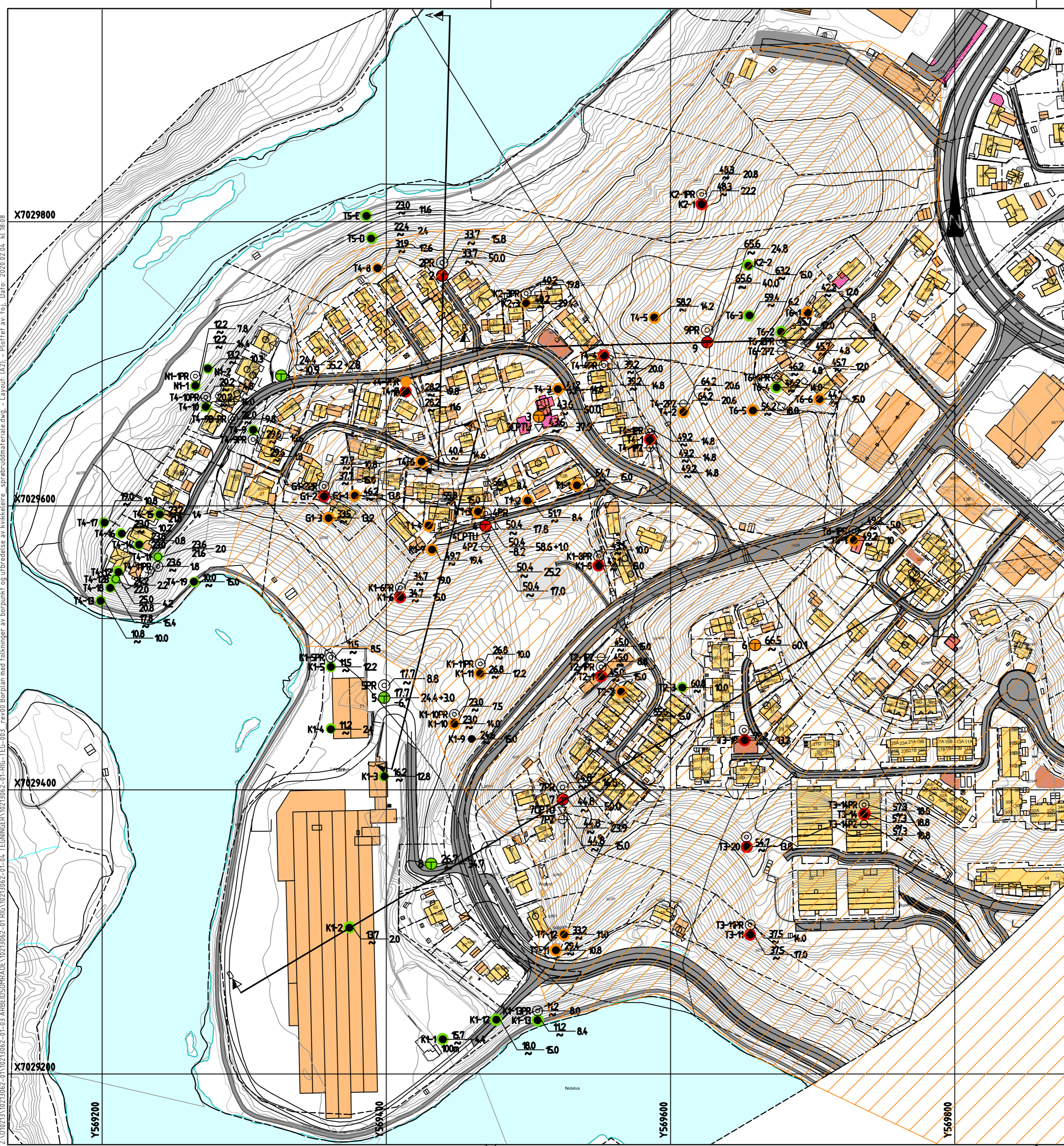
Tidligere boringer er angitt med indekser foran borhullsnr.

Referanse	Rapport nr.	Utførende	Oppdrag	År
G1-X	31003.01	Geoteam	Fradelingsstomt Haugnessvingen 24	1987
K1-X	00495	Kummeneje	Lerøya	xxx
K2-X	00689	Kummeneje	Planeringsprosjekt Fossegrenda	1989
N1-X	137433	Nolaby	Elveby boligfelt	1988
T1-X	R.0195	Trondheim kommune	Fossegrenda - Elveby	1970
T2-X	R.0518	Trondheim kommune	Leirsggen tomteområde	1979
T3-X	R.0556	Trondheim kommune	Disposisjonsplan Rote	1981
T4-X	R.0597	Trondheim kommune	Reguleringsplan Elveby	1982
T5-X	R.0604	Trondheim kommune	Avslutningsplan Okstad - Fossegrenda	1982
T6-X	R.0608	Trondheim kommune	Reguleringsplan Ivereggen	1982
T7-X	R.0685	Trondheim kommune	Nedre Leirfoss, omlegging av veg	1986
T8-X	R.0695-5	Trondheim kommune	Leirfossvegen	1991

Z:\010213\10213062-01\10213062-01\10213062-01\10213062-01-04_TEGNINGER\10213062-01-04_RIG-TEG-002_rev00 BORPLAN FOR STABILITETSBEREGNINGER.dwg - Layout: (A2) - Plottet av: bji - Date: 2020.02.04 kl. 15:08

	00			
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
Btv-eigedom AS Leirfossvegen 71		Fag	Format	
		Geoteknikk	A2	
Borplan for stabilitetsberegninger		Dato	14.11.2019	
		Format/Målestokk:	1:2000	
Multiconsult www.multiconsult.no	Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
	Oppdragsnr. 10213062	JKM	KONK	KONK
	Tegningsnr.	RIG-TEG-002		Rev. 00

Z:\10213062-01\10213062-01-03 ARBEIDSMÅLDE\10213062-01-RIG-TEG-003 TEGNINGER\10213062-01-RIG-TEG-003 rev000 Borplan med tolkninger av borpunkter og utbredelse av kvikkleire - sprøbruddmateriale.dwg - Layout: (AZ) - Plottet av Toj. Dato: 2020.02.04. kl. 16:08



TEGNFORKLARING:

- DREISONDERING
- ENKEL SONDERING
- ▼ RAMSONDERING
- ▽ TRYKSONDERING
- ⊕ TOTALSONDERING
- ⊙ PRØVESERIE
- PRØVEGROP
- DREITRYKSONDERING
- ⊗ SKRUPLATEFORSØK
- + VINGEBORING
- ⊕ PORETRYKTMÅLING
- ⊗ KJERNEBORING
- ★ FJELLKONTROLLBORING
- ⊗ BERG I DAGEN

KARTGRUNNLAG: Digitalt kart NN 2000
 KOORDINATSYSTEM: UTM Sone 32V
 HØYDEREFERANSE: NN 2000
 UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMENT: GPS GLONAS CPOS
 BORBOK NR: Digital
 LAB.BOK NR: Digital

Eksempel: TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE
 BP 1 ⊕ $\frac{430}{28.2}$ - 14.8 + 24 - BORET DYBDE + BORET I BERG
 ANTATT BERGKOTE

- PÅVIST KVIKLEIRE/SPRØBRUDDMATR.
- ANTATT KVIKLEIRE/SPRØBRUDDMATR.
- IKKE ANTATT/PÅVIST KVIKLEIRE/SPRØBRUDDMATR.

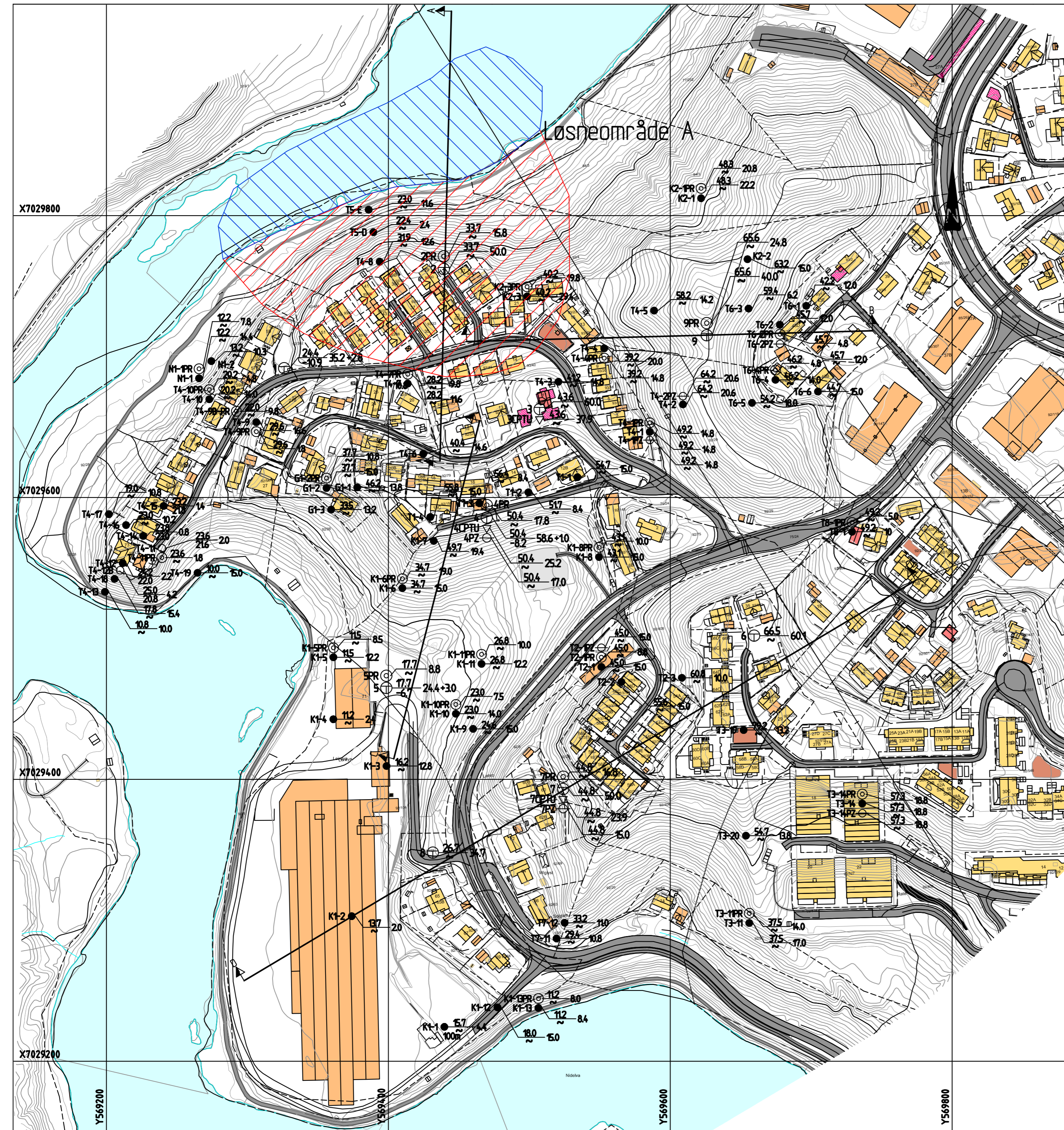
▨ UTBREDELSE SPRØBRUDDMATERIALE/KVIKLEIRE

TIDLIGERE BORINGER:

Tidligere boringer er angitt med indekser foran borhullsnr.

Referanse	Rapport nr.	Utførende	Oppdrag	År
G1-X	31003.01	Geotom	Frodingsstomt Haugnessvingen 24	1987
K1-X	00495	Kommune	Lerøy	1988
K2-X	00689	Kommune	Planeringsprosjekt Fossegrenda	1969
N1-X	37433	Noteby	Elvely boligfelt	1988
T1-X	R.0195	Trondheim kommune	Fossegrenda - Elvely	1970
T2-X	R.0518	Trondheim kommune	Leirreggen tomteområde	1979
T3-X	R.0556	Trondheim kommune	Disposisjonsplan Rate	1981
T4-X	R.0597	Trondheim kommune	Reguleringsplan Elvely	1982
T5-X	R.0604	Trondheim kommune	Avslutningsplan Økstad - Fossegrenda	1982
T6-X	R.0608	Trondheim kommune	Reguleringsplan Tversøgen	1982
T7-X	R.0695	Trondheim kommune	Nedre Leirfoss, omlegging av veg	1986
T8-X	R.0695-5	Trondheim kommune	Leirfossvegen	1991

00				
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
Btv-eigendom AS Leirfossvegen 71		Fag	Format	
		Geoteknikk	A2	
Borplan med tolkninger av borpunkter Utbredelse av kvikkleire/sprøbruddmateriale		Dato	16.01.2020	
		Format/Målestokk:	1:2000	
Multiconsult www.multiconsult.no	Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
	Utsendt	TOJ	KONK	KONK
Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.		
10213062	RIG-TEG-003	00		



TEGNFORKLARING:

- DRIESONDERING
- ENKEL SONDERING
- ▼ RAMSONDERING
- ▽ TRYKSONDERING
- ⊕ TOTALSONDERING
- ⊙ PRØVESERIE
- PRØVEGROP
- ◆ DREI TRYKSONDERING
- ⊠ SKRUPLATEFORSØK
- + VINGEBORING
- ⊖ PORETRYKSMÅLING
- ⊕ KJERNEBORING
- ★ FJELLKONTROLLBORING
- ⋈ BERG I DAGEN

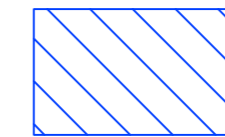
KARTGRUNNLAG:
 KOORDINATSYSTEM:
 HØYDEREFERANSE:
 UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMENT:
 BORBOK NR:
 LAB.BOK NR:

Digitalt kart NN 2000
 UTM Sone 32V
 NN 2000
 GPS GLONAS CP05
 Digitalt

EKSEMPEL
 BP 1 ⊕ $\frac{430}{28.2}$ - 14.8 + 2.4 - BORET DYBDE + BORET I BERG
 ANTATT BERGKOTE



LØSNEOMRÅDE



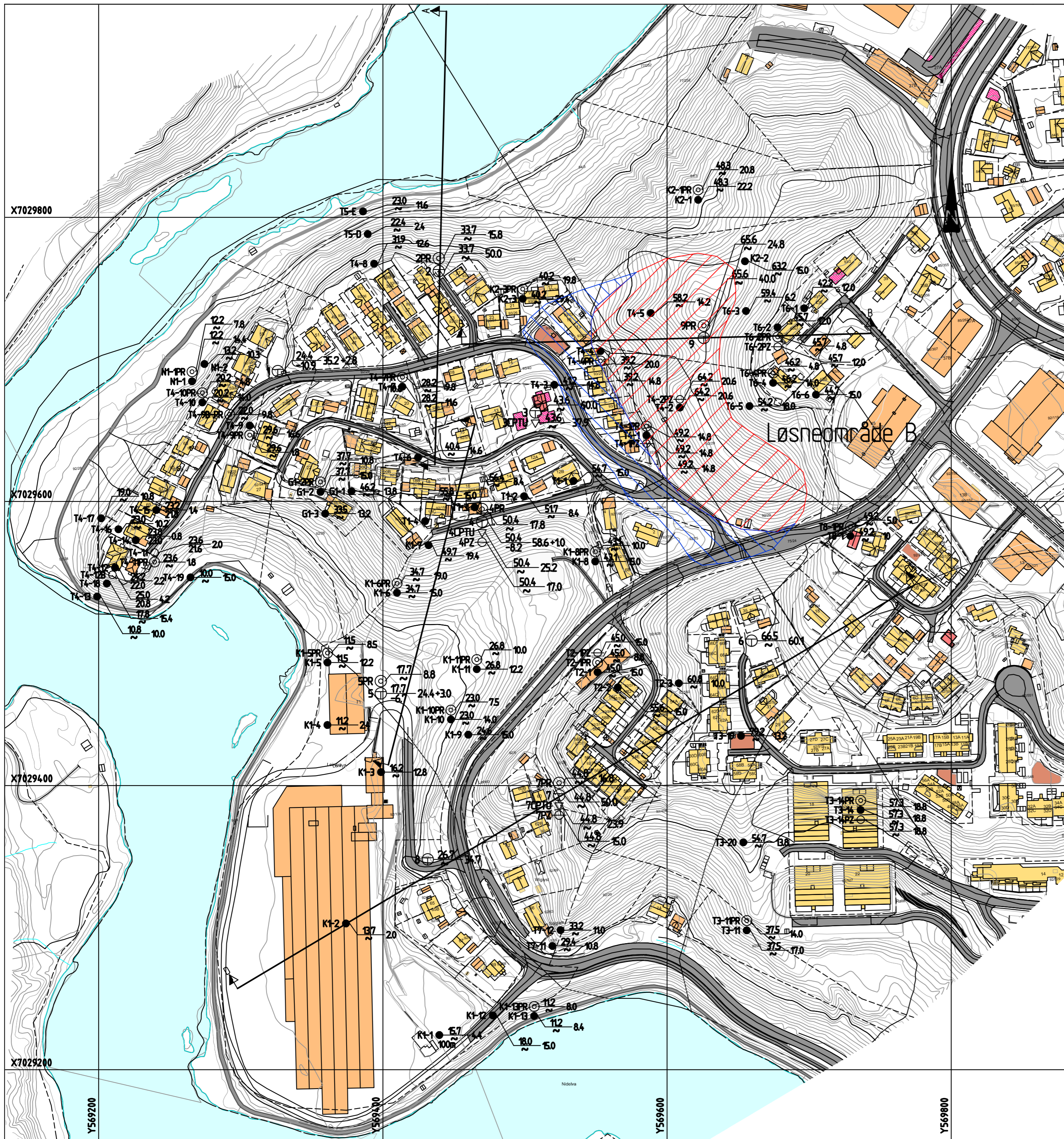
UTLØPSOMRÅDE

TIDLIGERE BORINGER:

Tidligere boringer er angitt med indekser foran borhullsnr.

Referanse	Rapport nr.	Utførende	Oppdrag	År
G1-X	31003.01	Geoteam	Frødelingstomt Hougnessvingen 24	1987
K1-X	00495	Kummeneje	Lerøya	xxx
K2-X	00689	Kummeneje	Planeringsprosjekt Fossegrenda	1989
M1-X	37433	Notabø	Fively boligfelt	1988
T1-X	R.0195	Trondheim kommune	Fossegrenda - Fively	1970
T2-X	R.0518	Trondheim kommune	Leirggen tomteområde	1979
T3-X	R.0556	Trondheim kommune	Disposisjonsplan Rate	1981
T4-X	R.0597	Trondheim kommune	Reguleringsplan Elvely	1982
T5-X	R.0604	Trondheim kommune	Avløpsledning Økstad - Fossegrenda	1982
T6-X	R.0608	Trondheim kommune	Reguleringsplan Tvereggen	1982
T7-X	R.0695	Trondheim kommune	Nedre Leirfoss, omlegging av veg	1986
T8-X	R.0695-5	Trondheim kommune	Leirfossvegen	1991

00				
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
				Godkj.
Btv-eigendom AS Leirfossvegen 71			Fag	Format
			Geoteknikk	A2
			Dato	
			03.02.2020	
Oversiktskart med løsne og utløpsområder Løsneområde A			Format/Målestokk:	
				1:2000
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert
www.multiconsult.no		Utsendt	TOJ	KONK
		Oppdragsnr.		Godkjent
		10213062		KONK
		Tegningsnr.	RIG-TEG-004	Rev.
				00



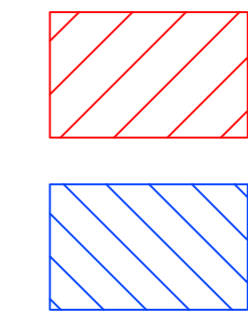
TEGNFORKLARING:

- DREIESONDERING
- ENKEL SONDERING
- ▼ RAMSONDERING
- ▽ TRYKSONDERING
- ⊕ TOTALSONDERING
- ⊙ PRØVESERIE
- PRØVEGROP
- ◆ DREI TRYKSONDERING
- ⊠ SKRUPLATEFORSØK
- + VINGEBORING
- ⊕ PORETRYKSMÅLING
- ⊕ KJERNEBORING
- ★ FJELLKONTROLLBORING
- ⊠ BERG I DAGEN

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

Digitalt kart NN 2000
 UTM Sone 32V
 NN 2000
 GPS GLONAS CP05
 Digitalt

EKSEMPEL
 BP 1 ⊕ $\frac{430}{28.2}$ — 14.8 + 2.4 — BORET DYBDE + BORET I BERG
 ANTATT BERGKOTE



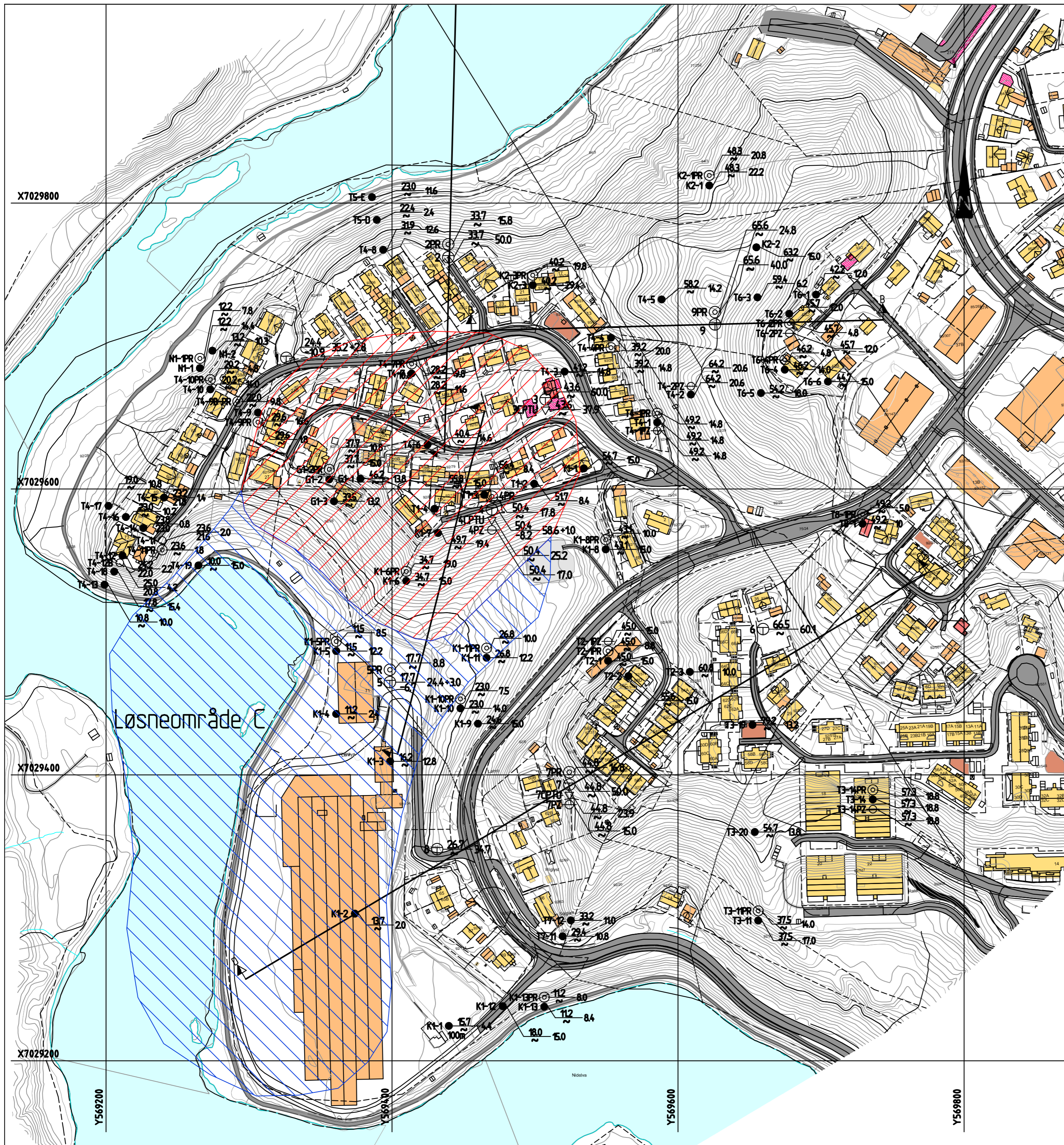
LØSNEOMRÅDE
 UTLØPSOMRÅDE

TIDLIGERE BORINGER:

Tidligere boringer er angitt med indekser foran borhullsnr.

Referanse	Rapport nr.	Utførende	Oppdrag	År
G1-X	31003.01	Geoteam	Frødelingsomt Hougnessvingen 24	1987
K1-X	00495	Kummeneje	Lerøya	xxx
K2-X	00689	Kummeneje	Planeringsprosjekt Fossegrenda	1989
M1-X	37433	Notabø	Fively boligfelt	1988
T1-X	R.0195	Trondheim kommune	Fossegrenda - Fively	1970
T2-X	R.0518	Trondheim kommune	Leieggen tomteområde	1979
T3-X	R.0556	Trondheim kommune	Disposisjonsplan Rate	1981
T4-X	R.0597	Trondheim kommune	Reguleringsplan Elvely	1982
T5-X	R.0604	Trondheim kommune	Avløpsledning Økstad - Fossegrenda	1982
T6-X	R.0608	Trondheim kommune	Reguleringsplan Tvereggen	1982
T7-X	R.0695	Trondheim kommune	Nedre Leirfoss, omlegging av veg	1986
T8-X	R.0695-5	Trondheim kommune	Leirfossvegen	1991

00				
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
	Btv-eigendom AS Leirfossvegen 71		Fag Geoteknikk	Format A2
	Oversiktskart med løsne og utløpsområder Løsneområde B		Dato 03.02.2020	
			Format/Målestokk 1:2000	
Multiconsult <small>www.multiconsult.no</small>		Status Utsendt Oppdragsnr. 10213062	Konstr./Tegnet TOJ Tegningsnr. RIG-TEG-005	Kontrollert KONK Godkjent KONK
			Rev.	00



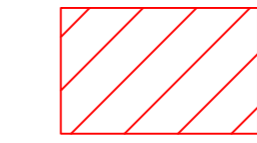
TEGNFORKLARING:

- DREIESONDERING
- ENKEL SONDERING
- ▼ RAMSONDERING
- ▽ TRYKSONDERING
- ⊕ TOTALSONDERING
- ⊙ PRØVESERIE
- PRØVEGROP
- ◆ DREITRYKSONDERING
- ⊠ SKRUPLATEFORSØK
- + VINGEBORING
- ⊖ PORETRYKTMÅLING
- ⊕ KJERNEBORING
- ★ FJELLKONTROLLBORING
- ⋈ BERG I DAGEN

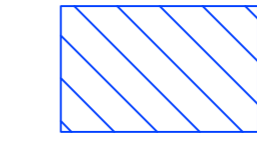
KARTGRUNNLAG:
 KOORDINATSYSTEM:
 HØYDEREFERANSE:
 UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMENT:
 BORBOK NR:
 LAB.BOK NR:

Digitalt kart NN 2000
 UTM Sone 32V
 NN 2000
 GPS GLONAS CP05
 Digitalt

EKSEMPEL
 BP 1 ⊕ $\frac{430}{28.2}$ — 14.8 +2.4 — BORET DYBDE + BORET I BERG
 ANTATT BERGKOTE



LØSNEOMRÅDE



UTLØPSOMRÅDE

TIDLIGERE BORINGER:

Tidligere boringer er angitt med indekser foran borhullsnr:

Referanse	Rapport nr.	Utførende	Oppdrag	År
G1-X	31003.01	Geoteam	Frødelingstomt Hougnessvingen 24	1987
K1-X	00495	Kummeneje	Lerøya	xxx
K2-X	00689	Kummeneje	Planeringsprosjekt Fossegrenda	1988
N1-X	37433	Notoby	Fively boligfelt	1970
T1-X	R.0195	Trondheim kommune	Fossegrenda - Fively	1979
T2-X	R.0518	Trondheim kommune	Leirggen tomteområde	1981
T3-X	R.0556	Trondheim kommune	Disposisjonsplan Rate	1982
T4-X	R.0597	Trondheim kommune	Reguleringsplan Eively	1982
T5-X	R.0604	Trondheim kommune	Avløpsledning Økstad - Fossegrenda	1982
T6-X	R.0608	Trondheim kommune	Reguleringsplan Tvereggen	1982
T7-X	R.0695	Trondheim kommune	Nedre Leirfoss, omlegging av veg	1986
T8-X	R.0695-5	Trondheim kommune	Leirfossvegen	1991

00	-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
	Btv-eigedom AS		Fag	Format
	Leirfossvegen 71		Geoteknikk	A2
	Oversiktskart med løsne og utløpsområder		Dato	
	Løsneområde C		03.02.2020	
			Format/Målestokk:	
			1:2000	
			Godkjent	
			KONK	KONK
			Rev.	
			00	

Multiconsult
 www.multiconsult.no

Status
 Utsendt
 Oppdragsnr. 10213062

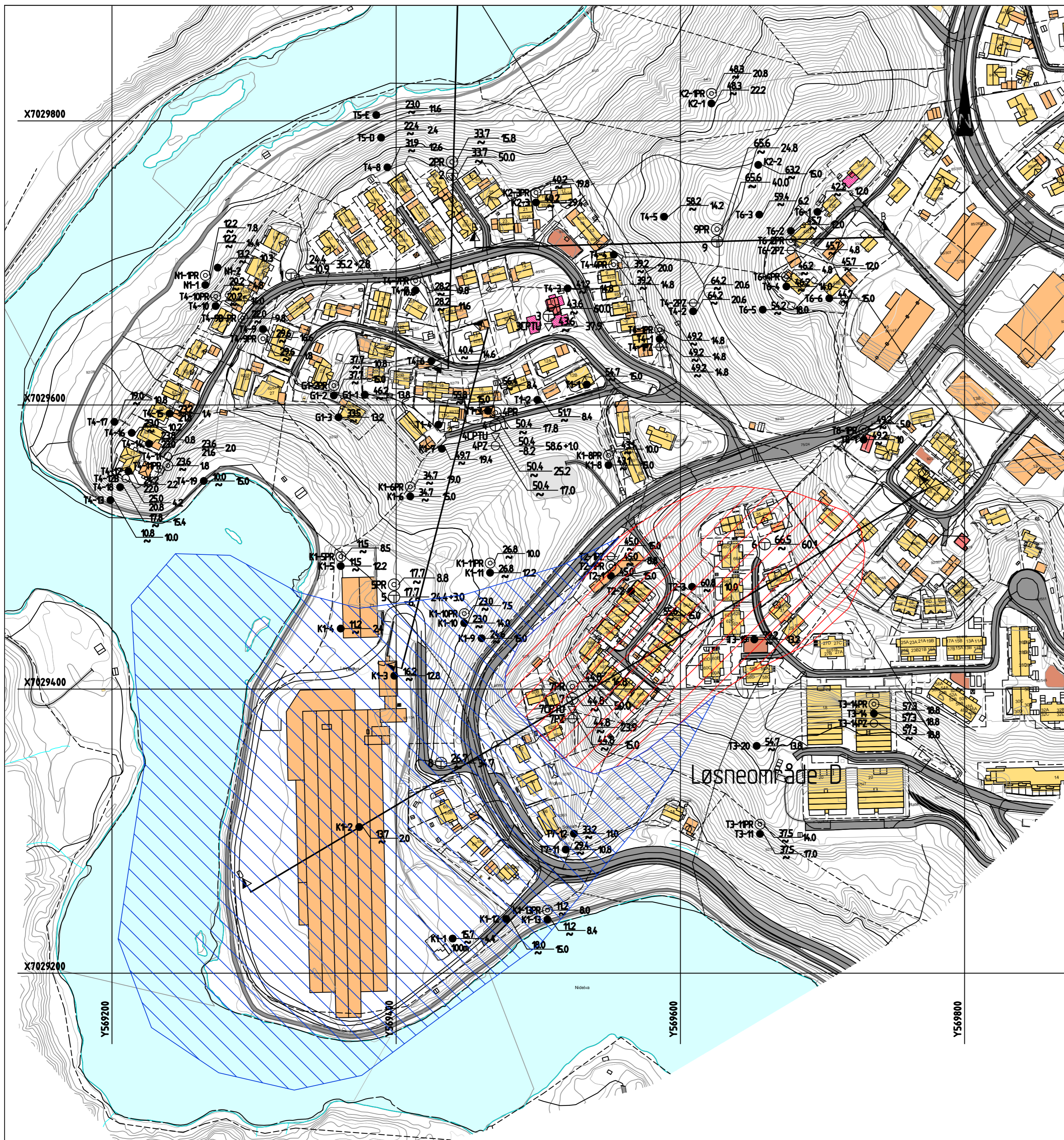
Konstr./Tegnet
 TOJ

Kontrollert
 KONK

Godkjent
 KONK

Tegningsnr.
 RIG-TEG-006

Rev.
 00



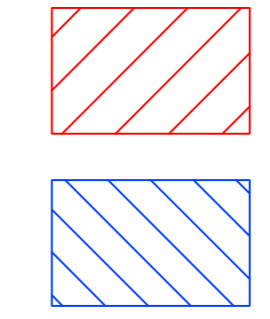
TEGNFORKLARING:

- DREIESONDERING
- ENKEL SONDERING
- ▼ RAMSONDERING
- ▽ TRYKSONDERING
- ⊕ TOTALSONDERING
- ⊙ PRØVESERIE
- PRØVEGROP
- ◆ DREITRYKSONDERING
- ⊠ SKRUPLATEFORSØK
- + VINGEBORING
- ⊕ PORETRYKTMÅLING
- ⊕ KJERNEBORING
- ★ FJELLKONTROLLBORING
- ⌘ BERG I DAGEN

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

Digitalt kart NN 2000
 UTM Sone 32V
 NN 2000
 GPS GLONAS CP05
 Digitalt

EKSEMPEL
 BP 1 ⊕ $\frac{430}{28.2}$ — 14.8 +2.4 — BORET DYBDE + BORET I BERG
 ANTATT BERGKOTE



LØSNEOMRÅDE
 UTLØPSOMRÅDE

TIDLIGERE BORINGER:

Tidligere boringer er angitt med indekser foran borhullsnr:

Referanse	Rapport nr.	Utførende	Oppdrag	År
G1-X	31003.01	Geoteam	Frødelingstomt Hougnessvingen 24	1987
K1-X	00495	Kummeneje	Lerøya	xxx
K2-X	00689	Kummeneje	Planeringsprosjekt Fossegrenda	1969
N1-X	37433	Notobu	Fively boligfelt	1988
T1-X	R.0195	Trondheim kommune	Fossegrenda - Fively	1970
T2-X	R.0518	Trondheim kommune	Leirggen tomteområde	1979
T3-X	R.0556	Trondheim kommune	Disposisjonsplan Rate	1981
T4-X	R.0597	Trondheim kommune	Reguleringsplan Eively	1982
T5-X	R.0604	Trondheim kommune	Avløpsledning Økstad - Fossegrenda	1982
T6-X	R.0608	Trondheim kommune	Reguleringsplan Tvereggen	1982
T7-X	R.0695	Trondheim kommune	Nedre Leirfoss, omlegging av veg	1986
T8-X	R.0695-5	Trondheim kommune	Leirfossvegen	1991

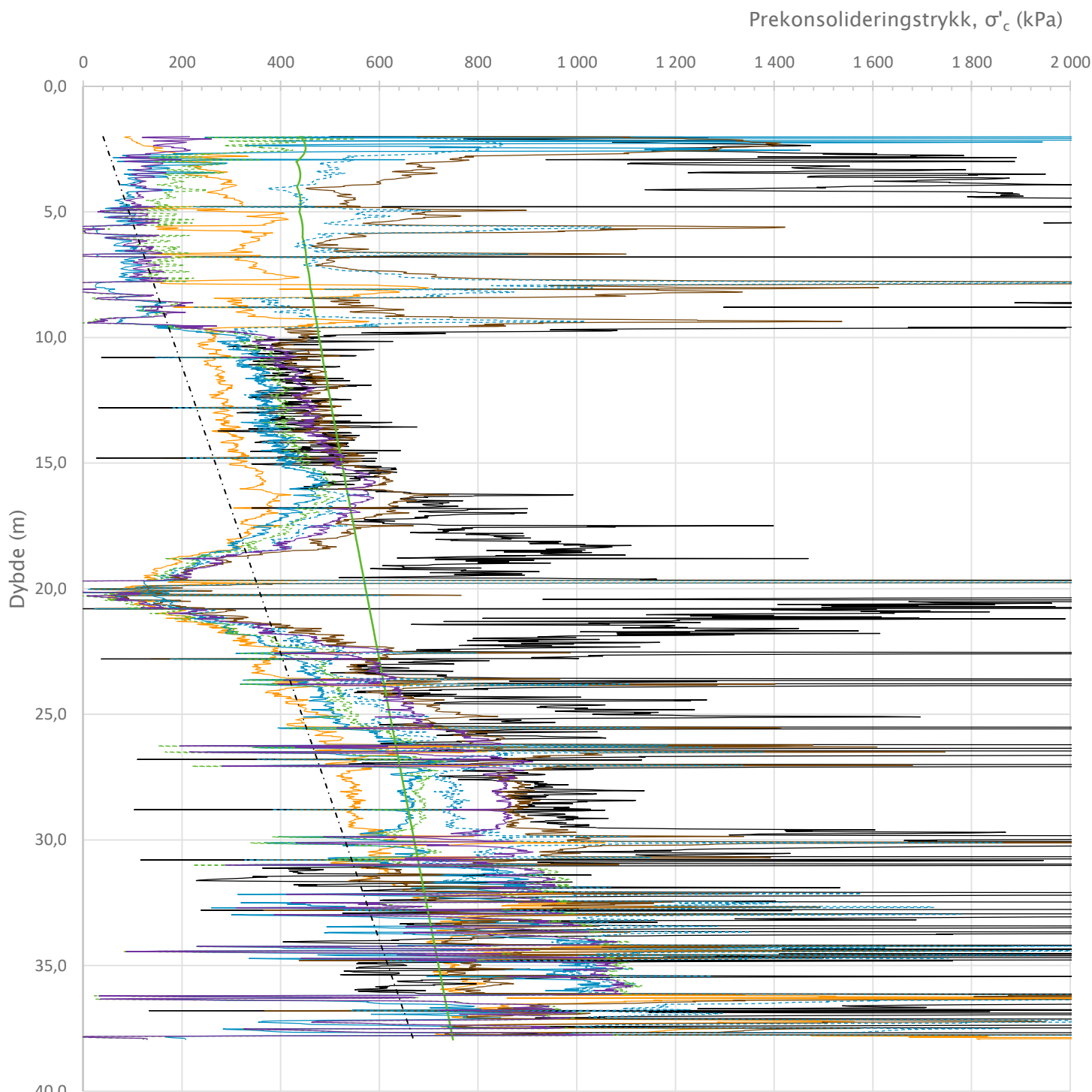
00	-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
	Btv-eigendom AS		Fag	Format
	Leirfossvegen 71		Geoteknikk	A2
	Oversiktskart med løsne og utløpsområder		Dato	
	Løsneområde D		03.02.2020	
			Format/Målestokk:	
			1:2000	
			Godkjent	
			KONK	KONK
			Rev.	
			00	

Multiconsult
 www.multiconsult.no

Status
 Utsendt
 Oppdragsnr.
 10213062

Konstr./Tegnet
 TOJ
 Tegningsnr.
 RIG-TEG-007

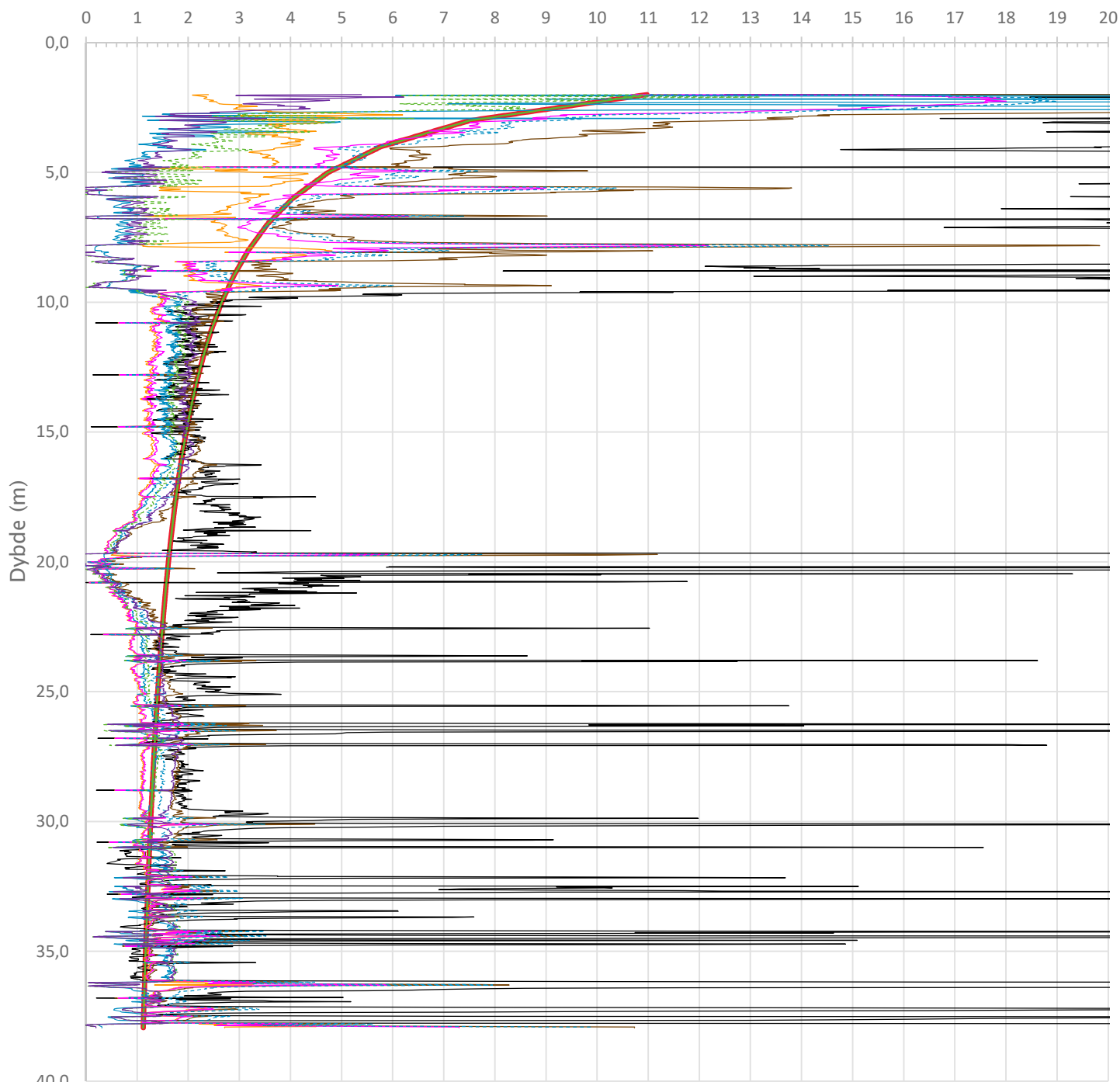
Kontr./KONT
 Godkjent
 KONK
 Rev.
 00



- σ'c1 Mayne 2012
- σ'c2 Sandven 1990
- σ'c3 Karlsrud OCR1
- σ'c4 Karlsrud OCR2
- σ'c5 Karlsrud OCR3
- σ'c6 Brukerdefinert σ'c via OCR
- σ'c7 Sandven 1990
- σ'c8 Sandven 1990
- σ'c9 Mayne 2011
- - - - σ'v0

Prosjekt Leirfossvegen 71		Prosjektnummer: 10213062 Rapportnummer: RIG-RAP-002		Borhull Kote +43,6 3CPTU
Innhold Prekonsolideringstrykk, σ'c				Sondennummer 5288
Multiconsult	Tegnet TOJ	Kontrollert KONK	Godkjent KONK	Anvend.klasse 1
	Utførende Multiconsult Norge A	Dato sondering 07.10.2019	Revisjon Rev. dato	RIG-TEG 500.5

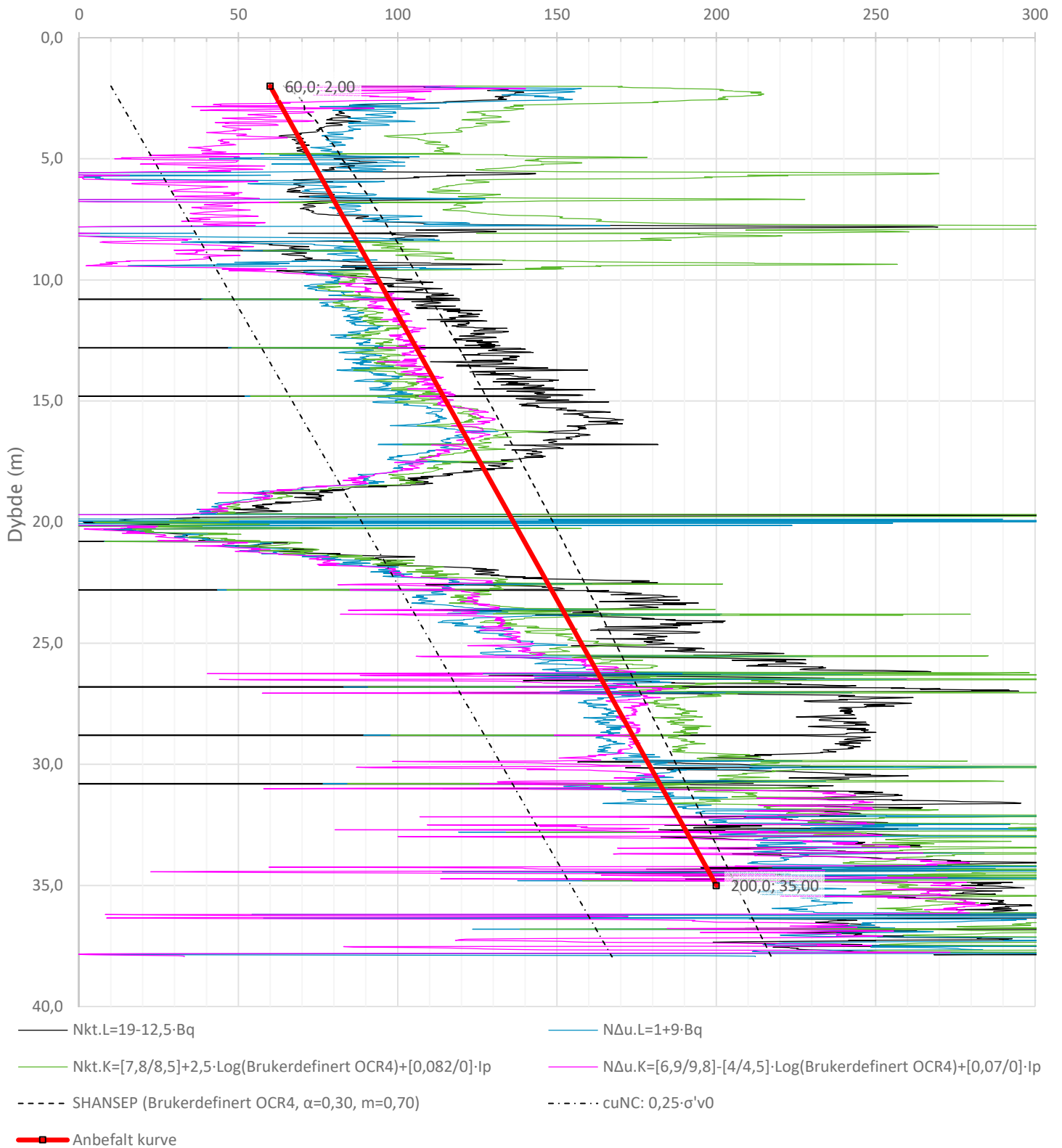
Overkonsolideringsgrad, OCR (-)



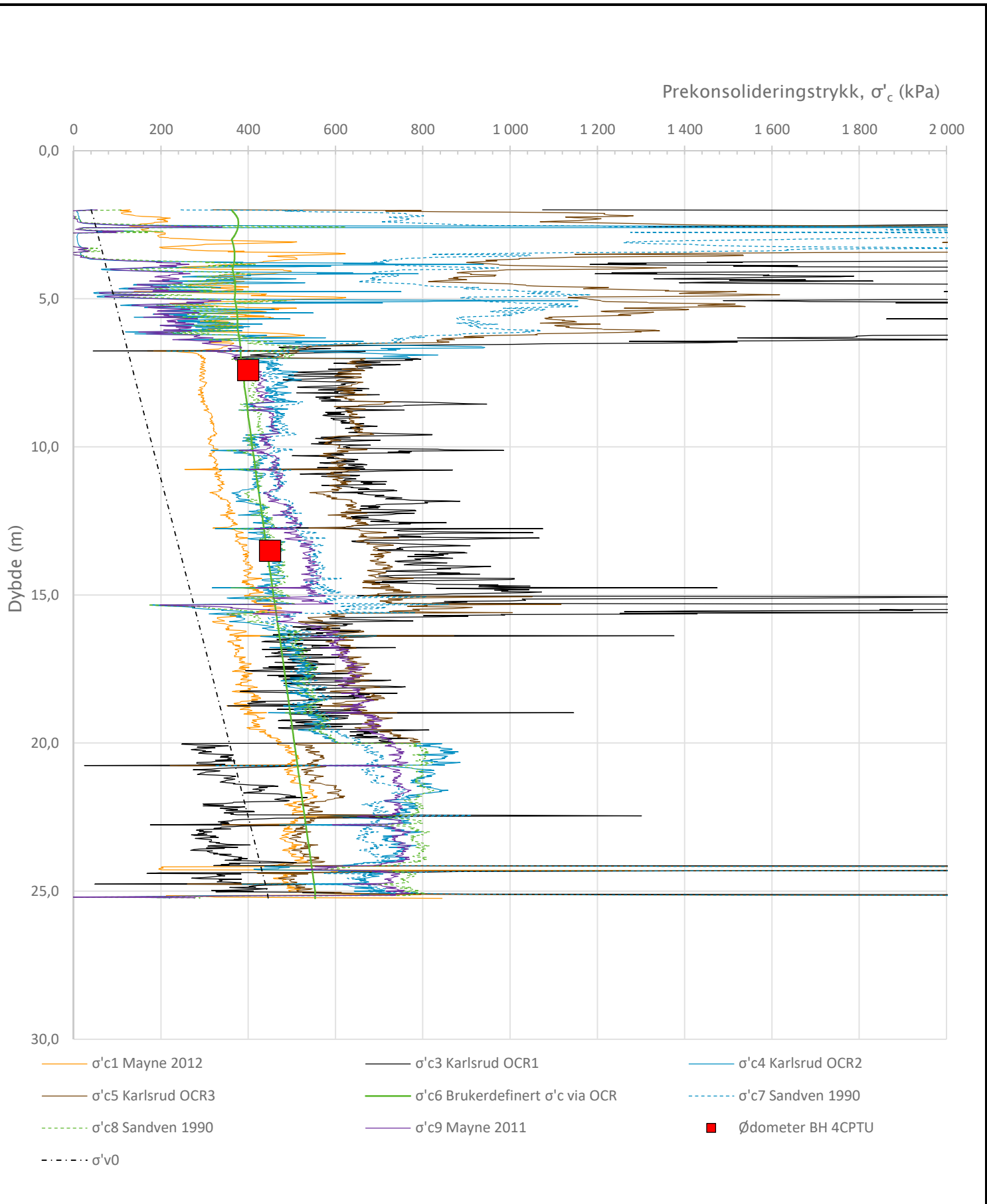
- Valgt kurve: OCR4
- OCR1 Karlsrud et al. 2005 - Bq
- OCR2 Karlsrud et al. 2005 - $\Delta u/\sigma'_{v0}$
- OCR3 Karlsrud et al. 2005 - Qt
- OCR4 Brukerdefinert OCR
- OCR5 σ'_{c1} Mayne 2012
- OCR6 σ'_{c2} Larsson 2007
- OCR7 σ'_{c7} Sandven 1990
- OCR8 σ'_{c8} Sandven 1990
- OCR9 σ'_{c9} Mayne 2011

Prosjekt		Prosjektnummer: 10213062 Rapportnummer: RIG-RAP-002		Borhull	Kote +43,6
Leirfossvegen 71				3CPTU	
Innhold				Sondenummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR				5288	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	TOJ	KONK	KONK	1	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	
	Multiconsult Norge A	07.10.2019	Rev. dato		

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)

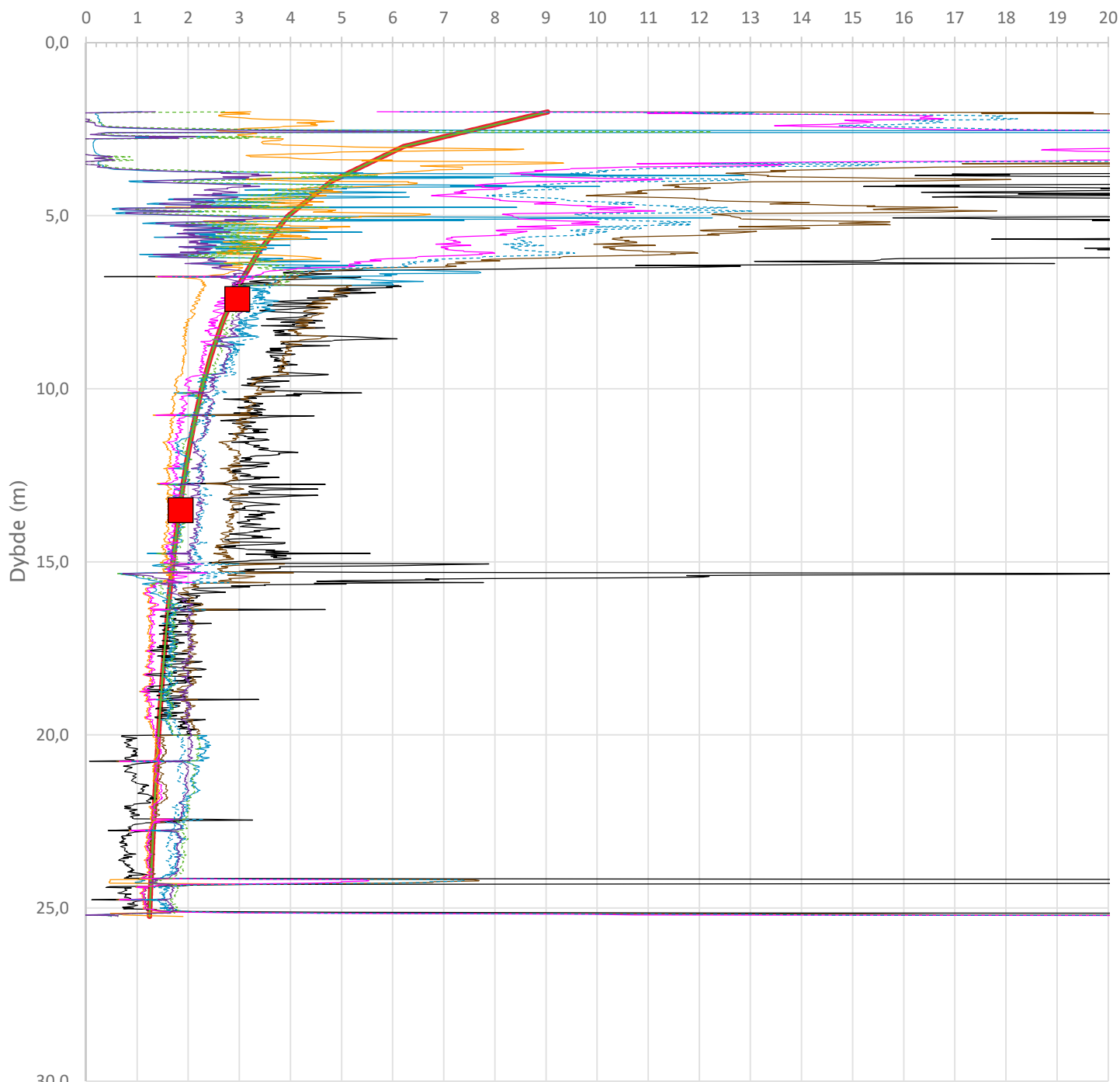


Prosjekt Leirfossvegen 71		Prosjektnummer: 10213062 Rapportnummer: RIG-RAP-002		Borhull Kote +43,6 3CPTU
Innhold Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondennummer 5288
Multiconsult	Tegnet TOJ	Kontrollert KONK	Godkjent KONK	Anvend.klasse 1
	Utførende Multiconsult Norge A	Dato sondering 07.10.2019	Revisjon Rev. dato	RIG-TEG 500.7



Prosjekt Leirfossvegen 71		Prosjektnummer: 10213062 Rapportnummer: RIG-RAP-002		Borhull Kote +50,4 4CPTU
Innhold Prekonsolideringstrykk, σ'_c				Sondennummer 5288
Multiconsult	Tegnet TOJ	Kontrollert KONK	Godkjent KONK	Anvend.klasse 1
	Utførende Multiconsult Norge A	Dato sondering 07.10.2019	Revisjon Rev. dato	RIG-TEG 501.5

Overkonsolideringsgrad, OCR (-)



- Valgt kurve: OCR4
- OCR1 Karlsrud et al. 2005 - Bq
- OCR2 Karlsrud et al. 2005 - $\Delta u/\sigma'v0$
- OCR3 Karlsrud et al. 2005 - Qt
- OCR4 Brukerdefinert OCR
- OCR5 $\sigma'c1$ Mayne 2012
- OCR6 $\sigma'c2$ Larsson 2007
- OCR7 $\sigma'c7$ Sandven 1990
- OCR8 $\sigma'c8$ Sandven 1990
- OCR9 $\sigma'c9$ Mayne 2011
- Ødometer BH 4CPTU

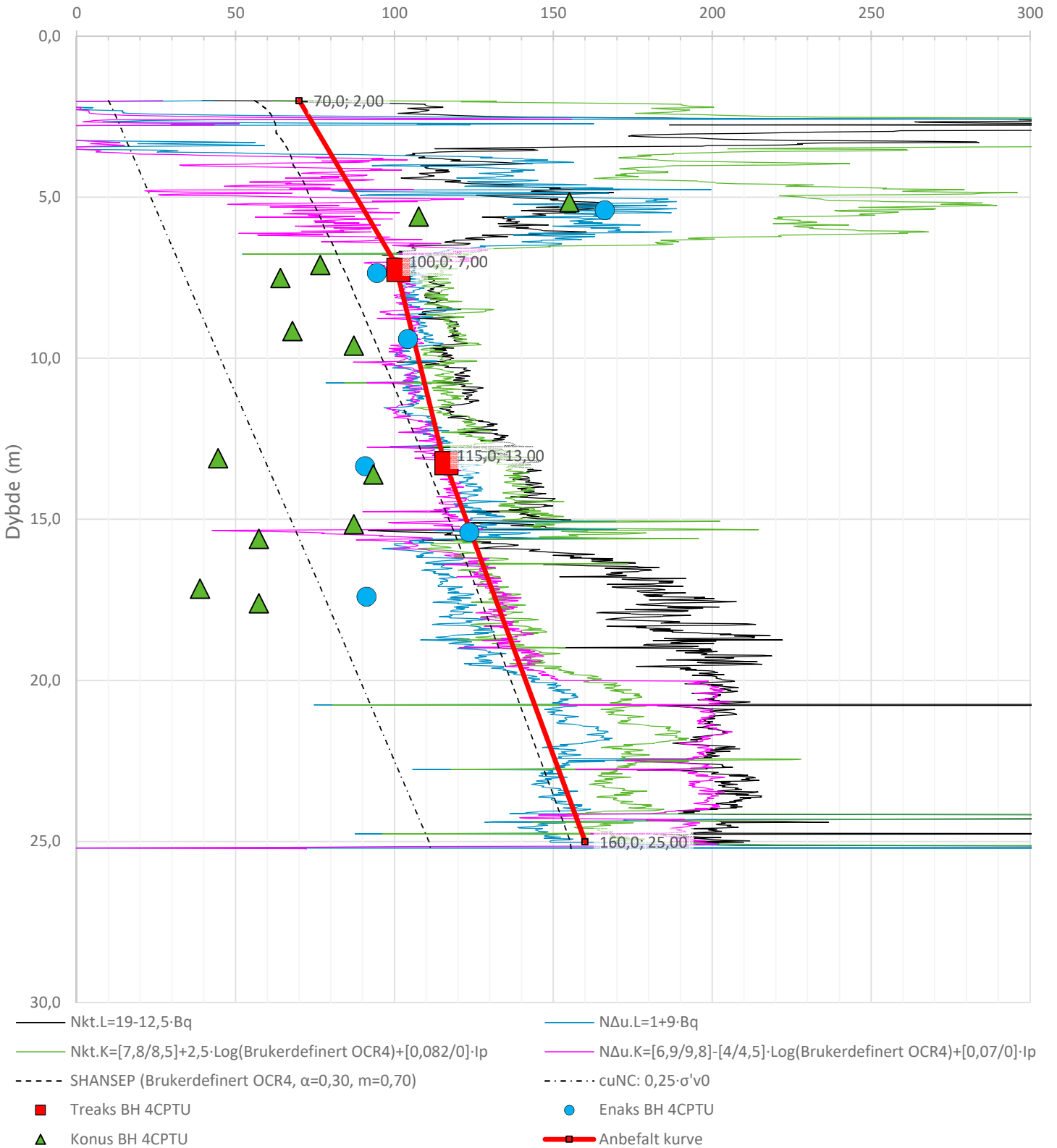
Prosjekt		Prosjektnummer: 10213062 Rapportnummer: RIG-RAP-002		Borhull	Kote +50,4
Leirfossvegen 71				4CPTU	
Innhold				Sondennummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR				5288	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	TOJ	KONK	KONK	1	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	
	Multiconsult Norge A	07.10.2019	Rev. dato		

Anisotropiforhold i figur:

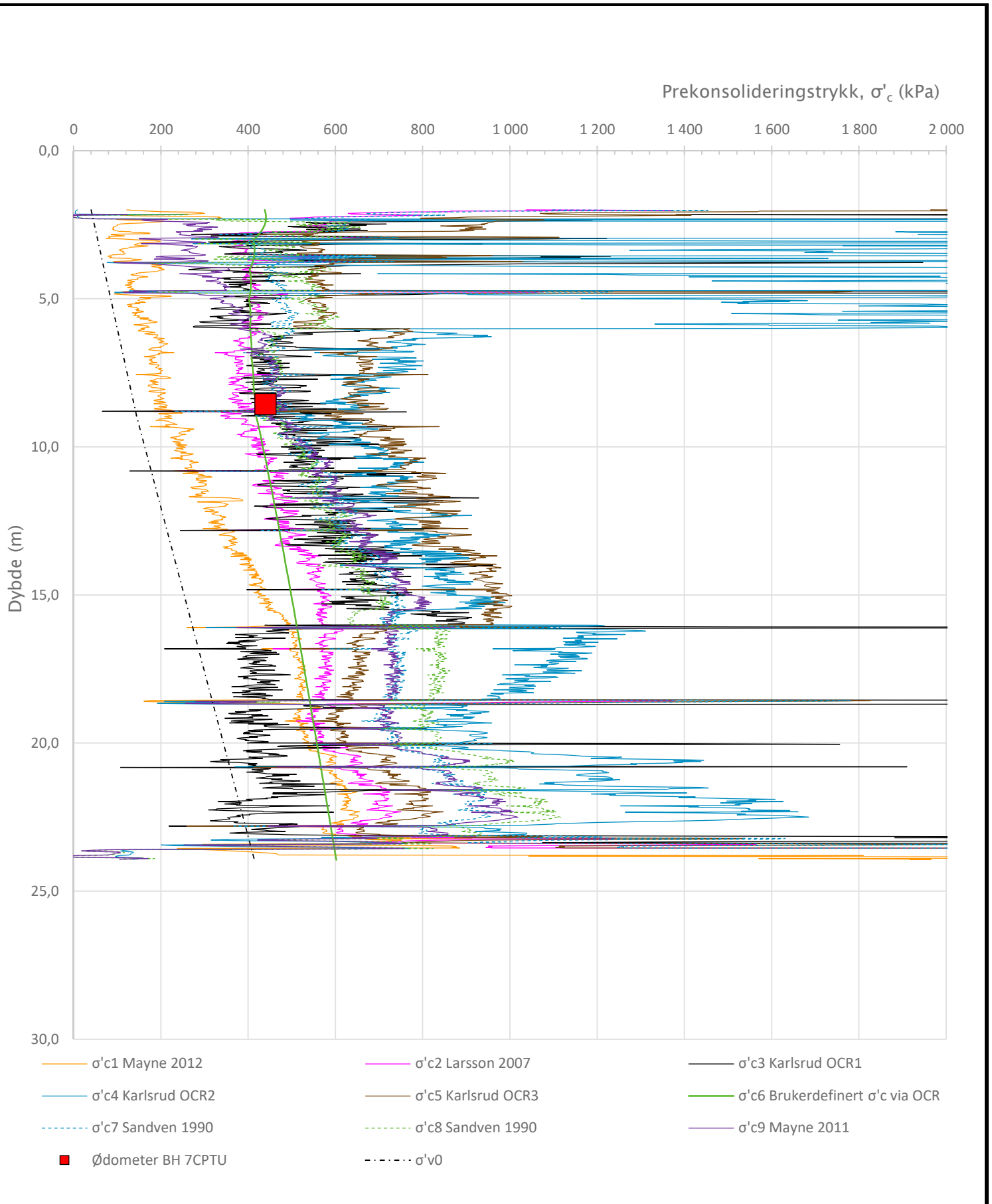
Trecks BH 4CPTU: $c_uC/c_{ucptu} = 1,000$

Enaks BH 4CPTU: $c_{uuc}/c_{ucptu} = 1,000$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)

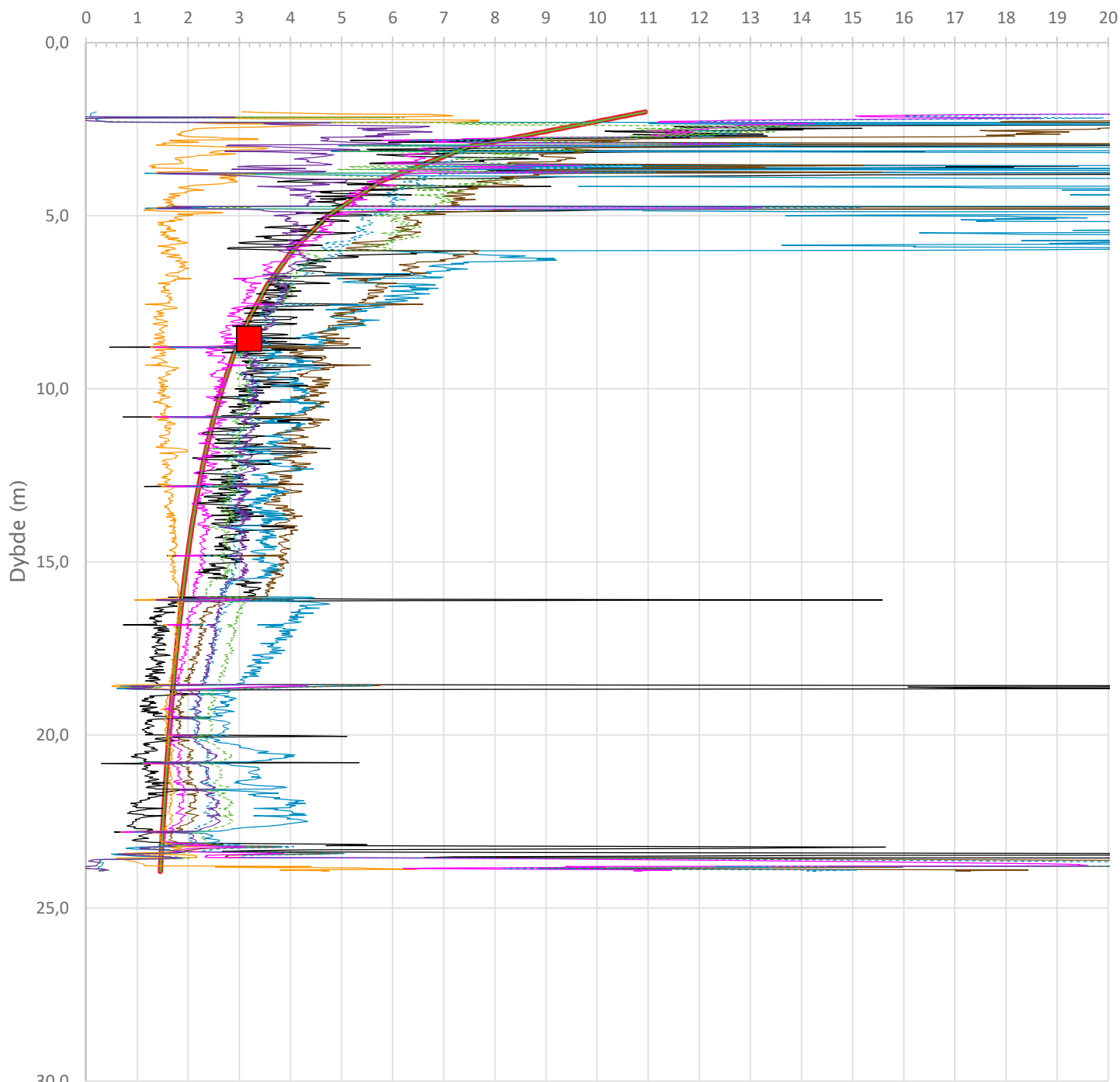


Prosjekt Leirfossvegen 71		Prosjektnummer: 10213062 Rapportnummer: RIG-RAP-002		Borhull Kote +50,4 4CPTU
Innhold Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondennummer 5288
Multiconsult	Tegnet TOJ	Kontrollert KONK	Godkjent KONK	Anvend.klasse 1
	Utførende Multiconsult Norge A	Dato sondering 07.10.2019	Revisjon	RIG-TEG 501.7
			Rev. dato	



Prosjekt Leirfossvegen 71		Prosjektnummer: 10213062 Rapportnummer: RIG-RAP-002		Borhull Kote +44,8 7CPTU
Innhold Prekonsolideringstrykk, σ'_c				Sondennummer 5288
Multiconsult	Tegnet TOJ	Kontrollert KONK	Godkjent KONK	Anvend.klasse 1
	Utførende Multiconsult Norge A	Dato sondering 04.10.2019	Revisjon Rev. dato	RIG-TEG 502.5

Overkonsolideringsgrad, OCR (-)



- Valgt kurve: OCR4
- OCR1 Karlsrud et al. 2005 - Bq
- OCR2 Karlsrud et al. 2005 - $\Delta u/\sigma'v_0$
- OCR3 Karlsrud et al. 2005 - Qt
- OCR4 Brukerdefinert OCR
- OCR5 $\sigma'c_1$ Mayne 2012
- OCR6 $\sigma'c_2$ Larsson 2007
- OCR7 $\sigma'c_7$ Sandven 1990
- OCR8 $\sigma'c_8$ Sandven 1990
- OCR9 $\sigma'c_9$ Mayne 2011
- Ødometer BH 7CPTU

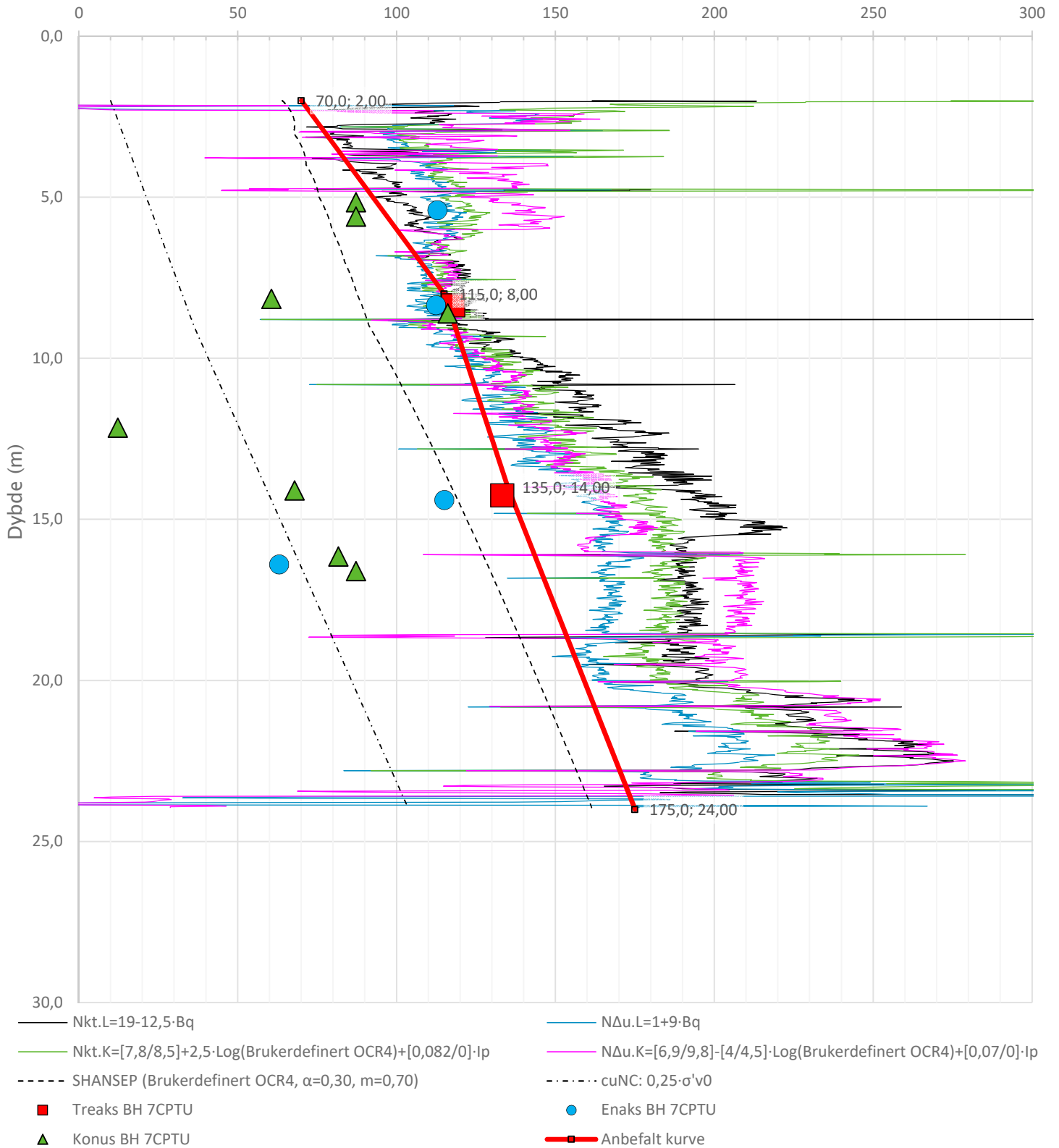
Prosjekt Leirfossvegen 71		Prosjektnummer: 10213062 Rapportnummer: RIG-RAP-002		Borhull Kote +44,8 7CPTU
Innhold Overkonsolideringsgrad, OCR				Sondennummer 5288
Multiconsult	Tegnet TOJ	Kontrollert KONK	Godkjent KONK	Anvend.klasse 1
	Utførende Multiconsult Norge A	Dato sondering 04.10.2019	Revisjon Rev. dato	RIG-TEG 502.6

Anisotropiforhold i figur:

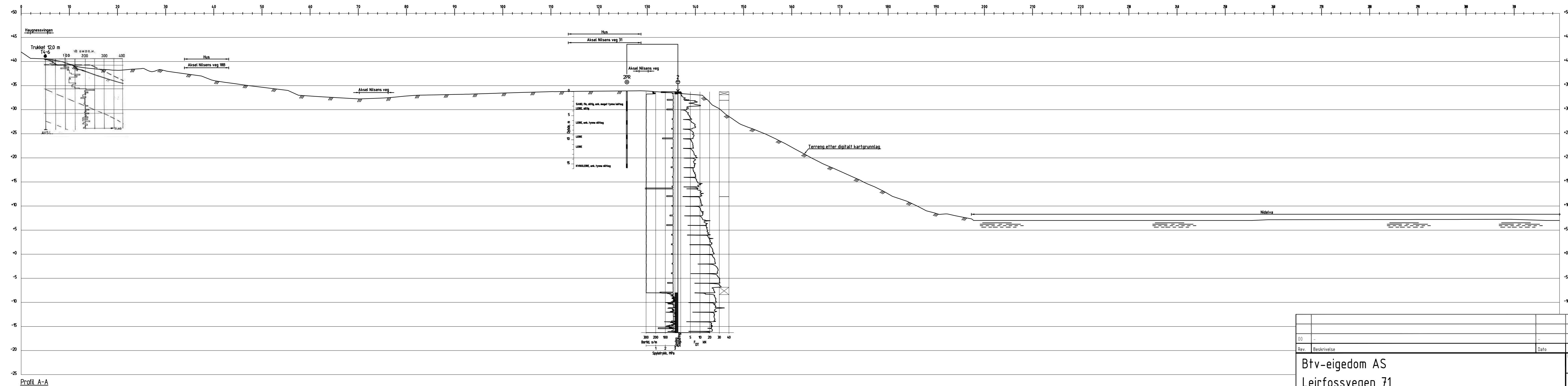
Trecks BH 7CPTU: $c_uC/cucptu = 1,000$

Enaks BH 7CPTU: $cuuc/cucptu = 1,000$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)

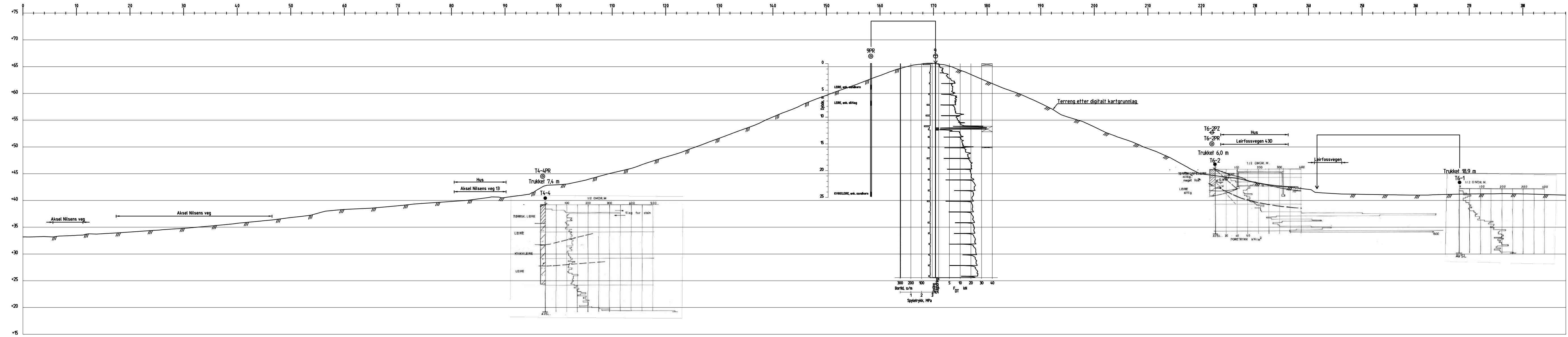


Prosjekt Leirfossvegen 71		Prosjektnummer: 10213062 Rapportnummer: RIG-RAP-002		Borhull Kote +44,8 7CPTU
Innhold Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondennummer 5288
Multiconsult	Tegnet TOJ	Kontrollert KONK	Godkjent KONK	Anvend.klasse 1
	Utførende Multiconsult Norge A	Dato sondering 04.10.2019	Revisjon Rev. dato	RIG-TEG 502.7



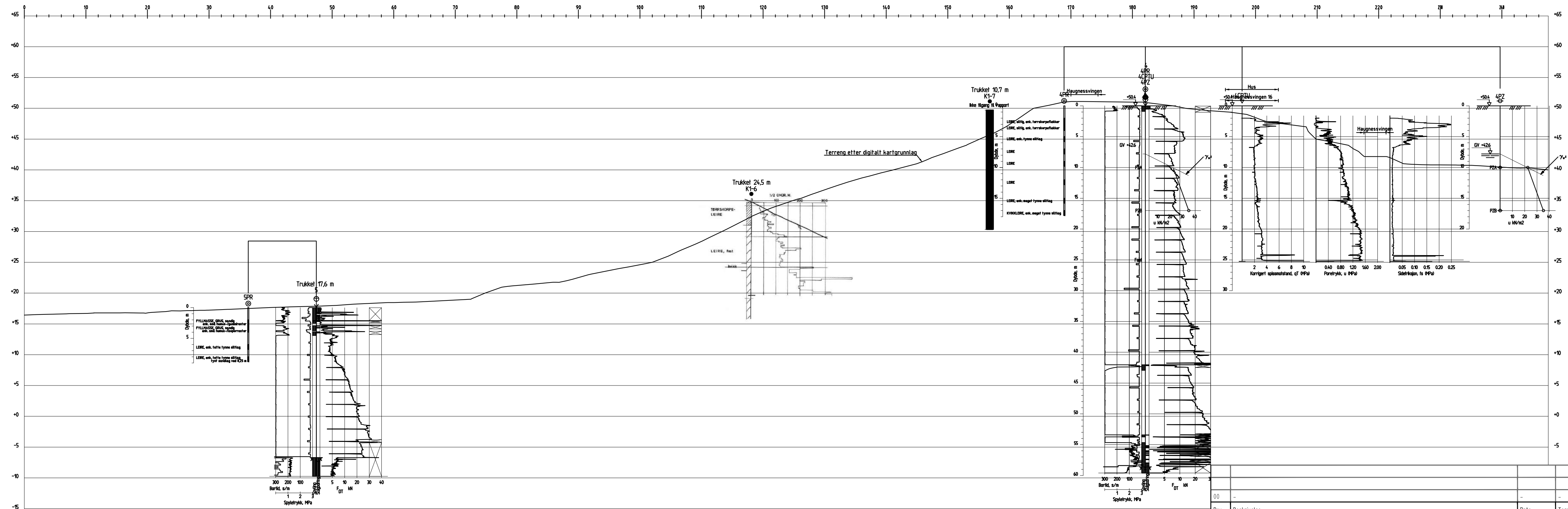
Profil A-A

00	-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn. Kontr.	Godkj.
	Btv-eigedom AS Leirfossvegen 71		Fag Geoteknikk	Format A3L
	Profil A-A		Dato 21.11.2019	Format/Målestokk: 1:400
Multiconsult www.multiconsult.no		Status utsendt Oppdragsnr. 10213062	Konstr./Tegnet JKM Tegningsnr. RIG-TEG-600	Kontrollert KONK Godkjent KONK Rev. 00



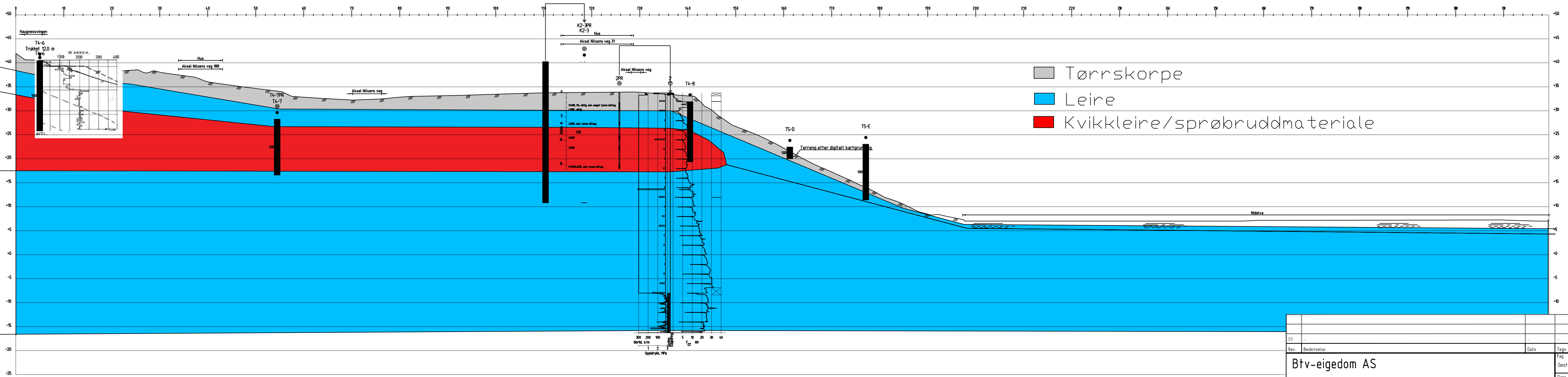
Profil B-B

00	-	-	-	-	
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Btv-eigedom AS		Fag	Kontr.	Format
	Leirfossvegen 71		Geoteknikk	KONK	A3L
			Dato		
			21.11.2019		
	Profil B-B		Format/Målestokk:		
			1:400		
Multiconsult www.multiconsult.no		Status utsendt Oppdragsnr. 10213062	Konstr./Tegnet JKM Tegningsnr. RIG-TEG-601	Kontrollert KONK	Godkjent KONK Rev. 00



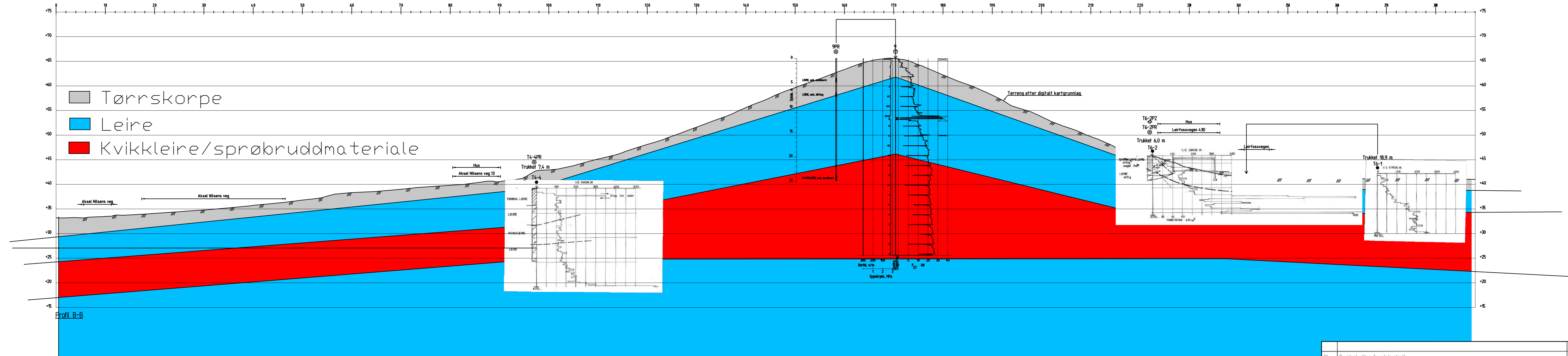
Profil C-C

00	-	-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Btv-eigedom AS		Fag		Format
	Leirfossvegen 71		Geofeknikk		A3L
	Profil C-C		Dato		21.11.2019
			Format/Målestokk:		1:400
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
www.multiconsult.no		utsendt	JKM	KONK	KONK
Oppdragsnr. 10213062		Tegningsnr.	RIG-TEG-602		Rev. 00

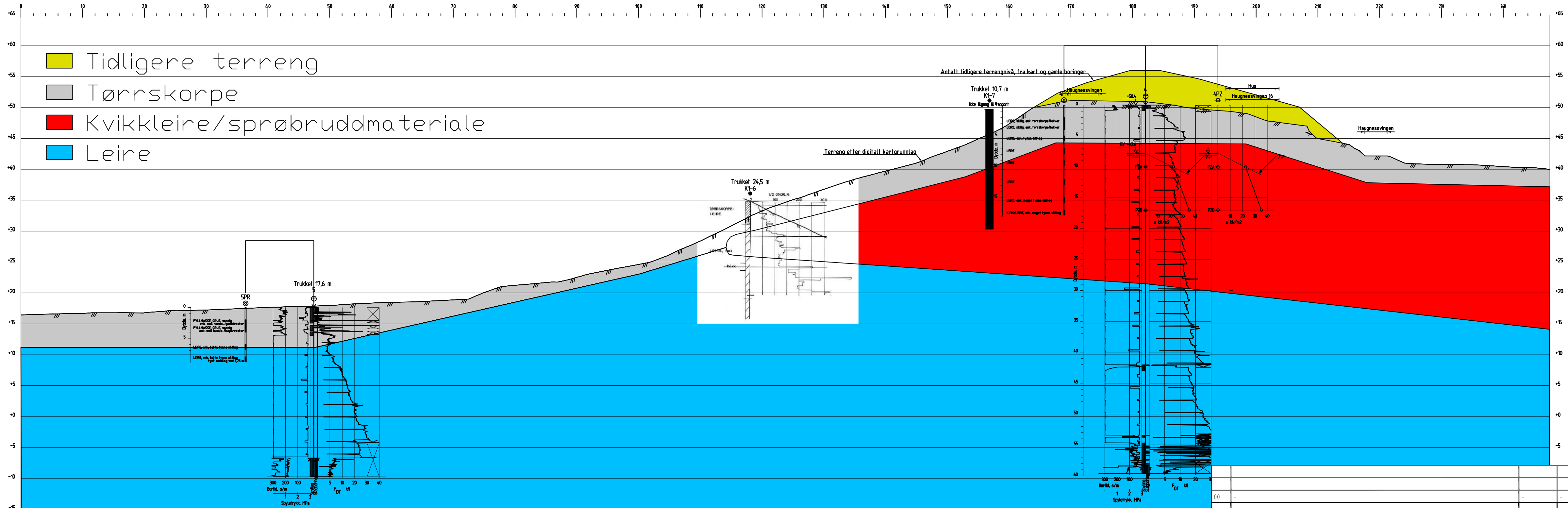


Profil A-A

00	-	-	-	-	
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Btv-eigedom AS			Fag	Format	
Leirfossvegen 71			Geoteknikk	A3L	
Profil A-A			Dato	28.01.2020	
Tolket lagdeling			Format/Målestokk:	1:400	
Multiconsult		Status utsendt	Konstr./Tegnet TOJ	Kontrollert KONK	Godkjent KONK
www.multiconsult.no		Oppdragsnr. 10213062	Tegningsnr. RIG-TEG-700	Rev. 00	



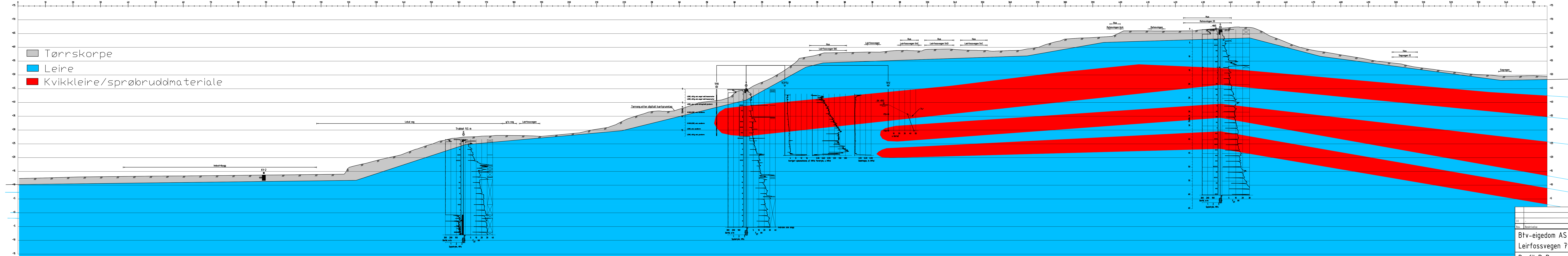
01	Revidert etter 3 partskontroll	21.04.2020	TOJ	KONK	KONK	
00	Utarbeidelse	28.01.2020	TOJ	KONK	KONK	
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn	Kontr.	Godkj.	
Btv-eigedom AS					Fag	Format
Leirfossvegen 71					Geoteknikk	A3L
Profil B-B					Dato	28.01.2020
Tolket lagdeling					Format/Målestokk:	1:400
Multiconsult		Status utsendt	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	
www.multiconsult.no		Oppdragsnr. 10213062	TOJ	KONK	KONK	
		Tegningsnr. RIG-TEG-701			Rev.	01



- Tidligere terreng
- Tørrskorpe
- Kvikkleire/sprøbruddmateriale
- Leire

Profil C-C

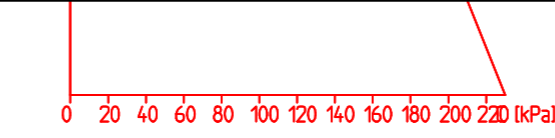
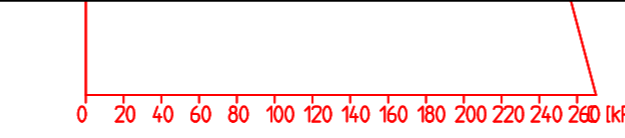
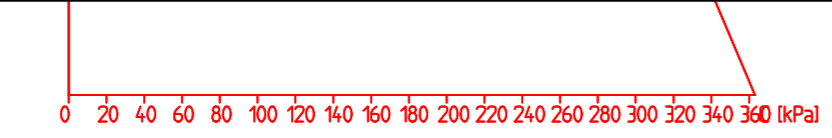
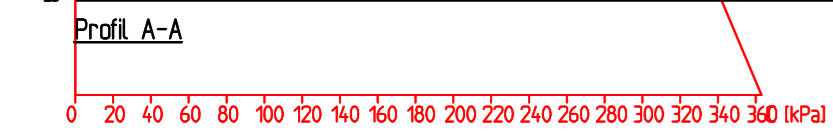
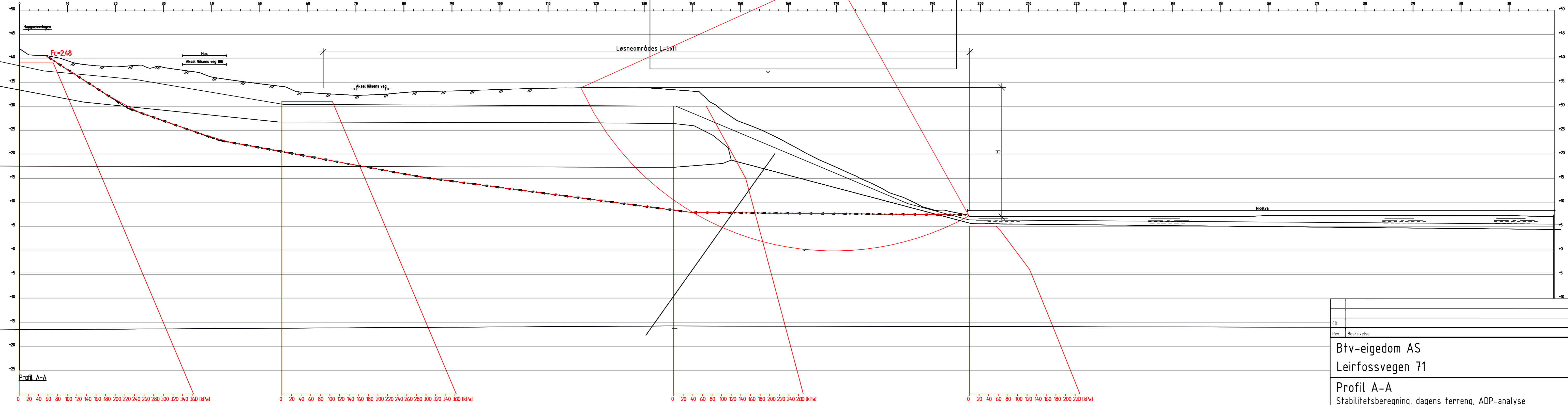
00				
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
				Godkj.
Btv-eigedom AS Leirfossvegen 71			Fag Geoteknikk	Format A3L
Profil C-C Tolket lagdeling			Dato 28.01.2020	Format/Målestokk 1:400
		Status utsendt	Konstr./Tegnet TOJ	Kontrollert KONK
www.multiconsult.no		Oppdragsnr. 10213062	Tegningsnr. RIG-TEG-702	Godkjent KONK
				Rev. 00



Profil D-D

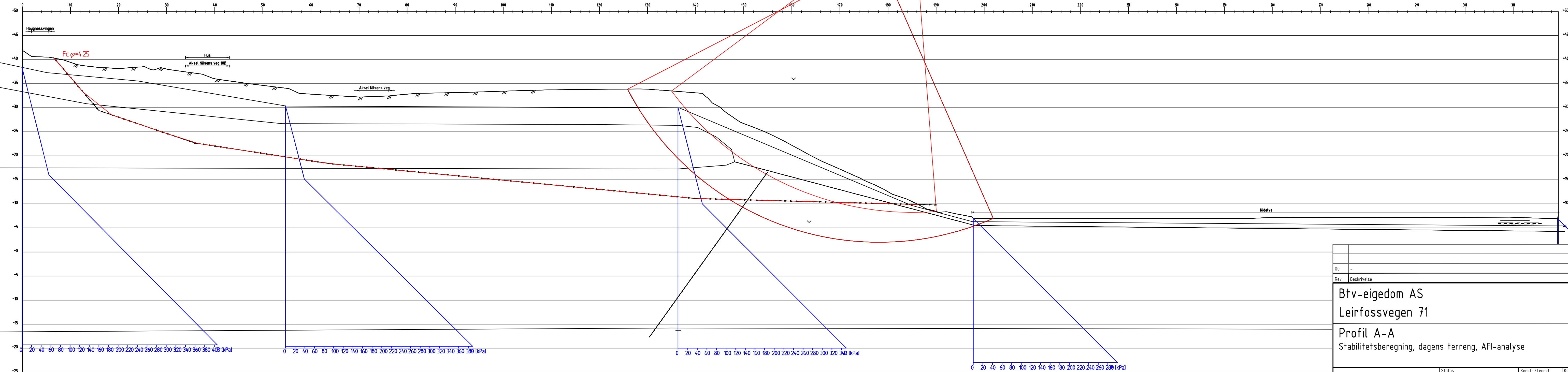
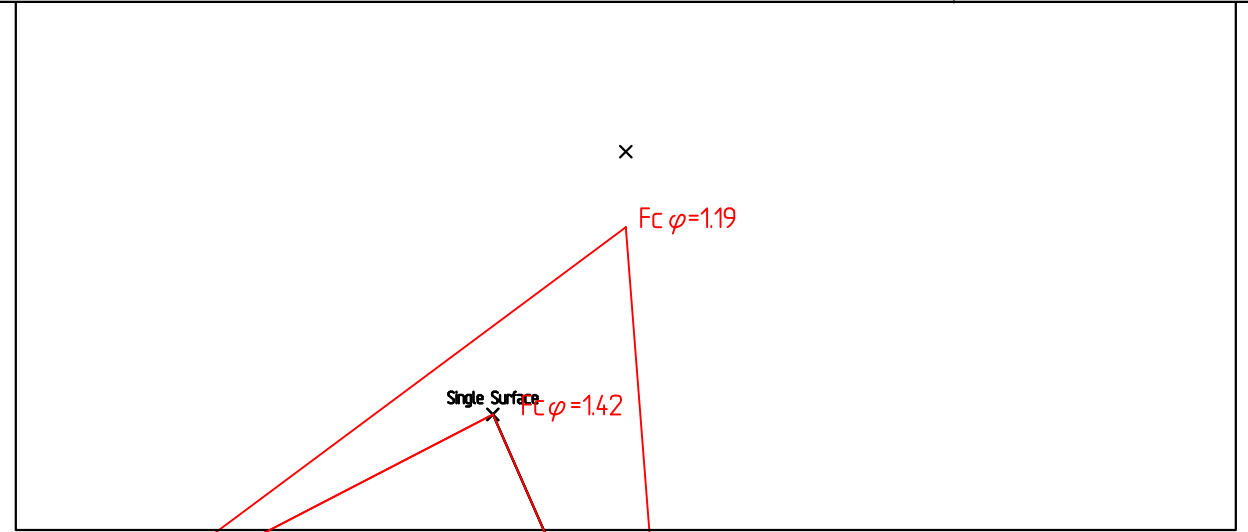
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
00					
Btv-eigedom AS			Fag	Geoteknikk	A3L
Leirfossvegen 71			Dato	28.01.2020	
Profil D-D			Format/Målestokk	1:400	
Tolket lagdeling					
Multiconsult <small>www.multiconsult.no</small>		Status	Konstr./Egnet	Kontrollert	Godkjent
10213062		utfsendt	TOJ	KONK	KONK
Oppdragsnr.		Tegningsnr.	Rev.		
10213062		RIG-TEG-703	00		

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørskorpeleir	9.50	9.50	30.0	0.0				
Leire	20.00	10.00		C-prof	1.00	0.63	0.35	
Kvikkleire	20.00	10.00		C-prof	0.85	0.63	0.35	
Leire	20.00	10.00		C-prof	1.00	0.63	0.35	



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn	Kontr.	Godkj.
00	-	-	-	-	-
Btv-eigedom AS Leirfossvegen 71					Fag: Geoteknikk Format: A3L
Profil A-A Stabilitetsberegning, dagens terreng, ADP-analyse					Dato: 29.01.2020 Format/Målestokk: 1:400
Multiconsult www.multiconsult.no		Status utsendt Oppdragsnr. 10213062	Konstr./Tegnet TOJ Tegningsnr. RIG-TEG-800.1	Kontrollert KONK Godkjent KONK	Rev. 00

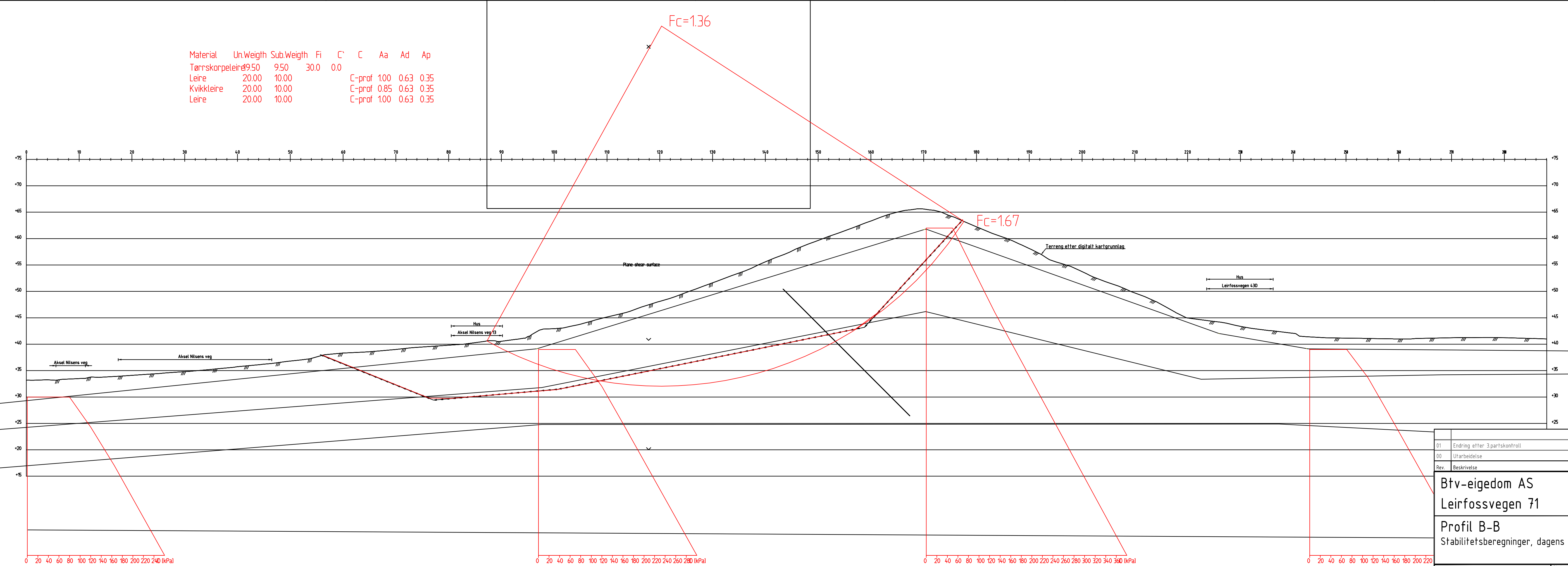
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørskorpeleire	9.50	9.50	30.0	0.0				
Leire	20.00	10.00	31.0	6.0				
Kvikkleire	20.00	10.00	30.0	3.0				
Leire	20.00	10.00	31.0	6.0				



Profil A-A

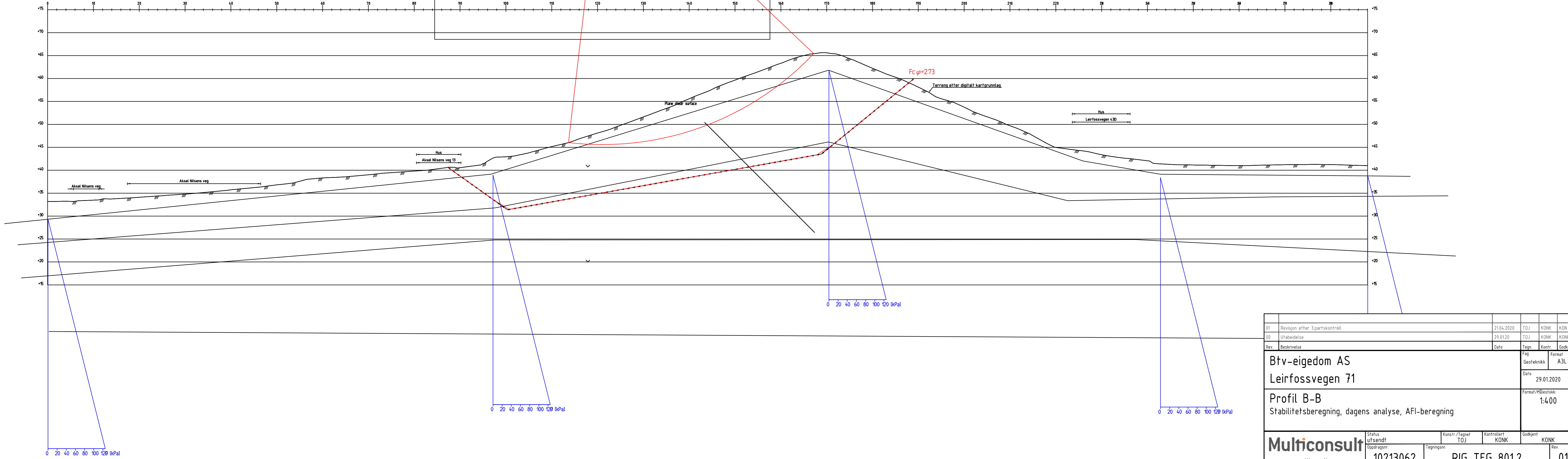
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
00	-	-	-	-	-
Btv-eigedom AS Leirfossvegen 71					Fag Geoteknikk
Profil A-A Stabilitetsberegning, dagens terreng, AFI-analyse					Format A3L
					Dato 29.01.2020
					Format/Målestokk: 1:400
Multiconsult www.multiconsult.no		Status utsendt Oppdragsnr. 10213062	Konstr./Tegnet TOJ Tegningsnr. RIG-TEG-800.2	Kontrollert KONK	Godkjent KONK Rev. 00

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørskorpeleire	9.50	9.50	30.0	0.0				
Leire	20.00	10.00		C-prof	1.00	0.63	0.35	
Kvikkleire	20.00	10.00		C-prof	0.85	0.63	0.35	
Leire	20.00	10.00		C-prof	1.00	0.63	0.35	



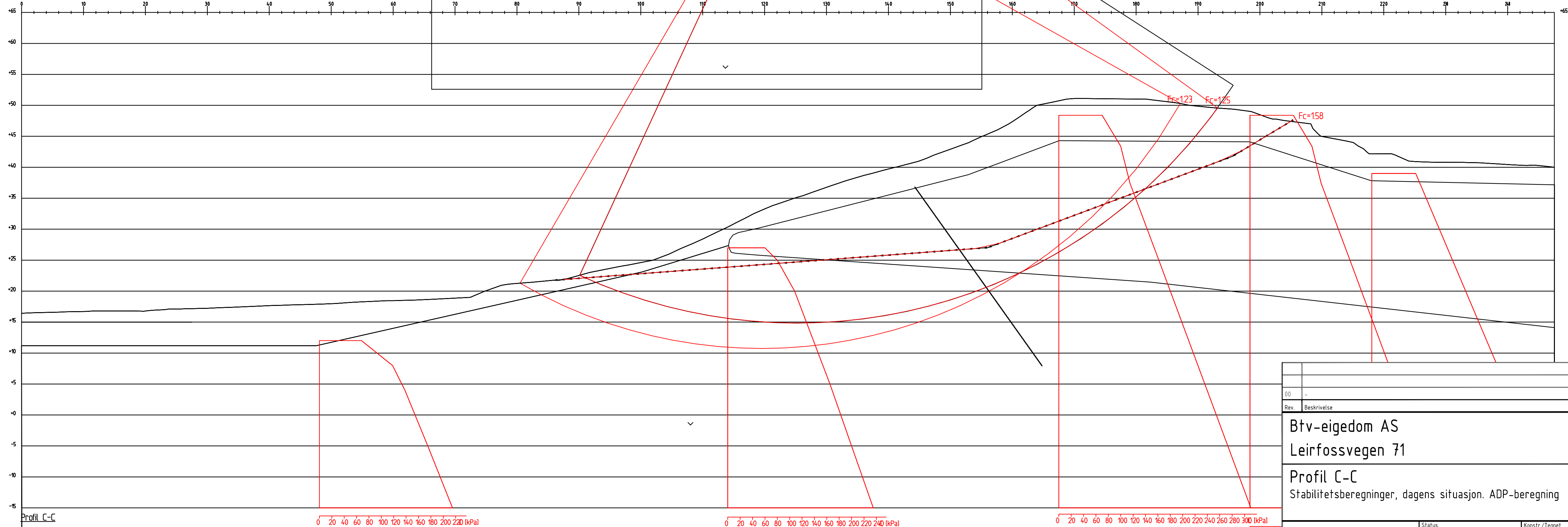
01	Endring etter 3 partskontroll	21.04.2020	TOJ	KONK	KONK
00	Utfarbeidelse	29.01.2020	TOJ	KONK	KONK
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Btv-eigedom AS					Fag
Leirfossvegen 71					Geoteknikk
					Format
					A3L
					Dato
					29.01.2020
Profil B-B					Format/Målestokk
Stabilitetsberegninger, dagens analyse. ADP-beregning					1:400
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
www.multiconsult.no		utfsendt	TOJ	KONK	KONK
Oppdragsnr.		Tegningsnr.		Rev.	
10213062		RIG-TEG-801.1		01	

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørreskorpeleire	9.50	9.50	30.0	0.0				
Leire	20.00	10.00	31.0	6.0				
Kvikkleire	20.00	10.00	30.0	3.0				
Leire	20.00	10.00	31.0	6.0				

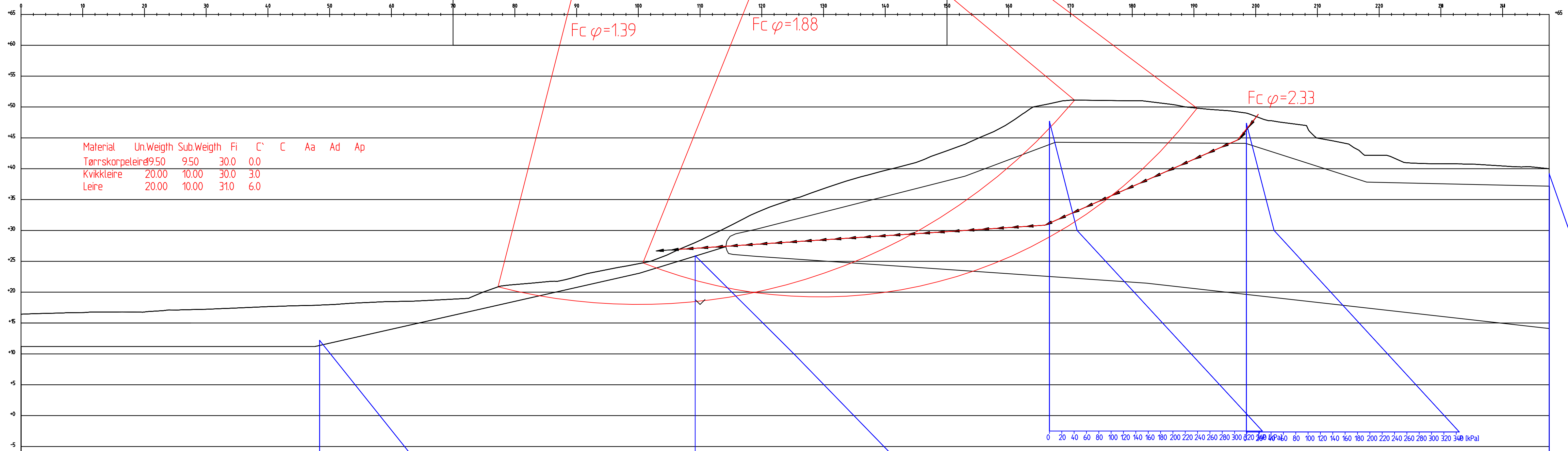


01	Revisjon etter 3.parts kontroll	21.04.2020	TOJ	KONK	KON
00	Utførelse	29.01.20	TOJ	KONK	KONK
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Btv-eigedom AS Leirfossvegen 71					Fag Geoteknikk Format A3L
Profil B-B Stabilitetsberegning, dagens analyse, AFI-beregning					Dato 29.01.2020 Format/Målestokk 1:400
Multiconsult www.multiconsult.no		Status utsendt Oppdragsnr. 10213062	Konstr./Tegnet TOJ Tegningsnr. RIG-TEG-801.2	Kontrollert KONK	Godkjent KONK Rev. 01

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpeleir	9.50	9.50	30.0	0.0				
Kvikkleire	20.00	10.00			C-prof	0.85	0.63	0.35
Leire	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.	Fag	Format
00	-	-	-	-	-	Geoteknikk	A3L
Btv-eigedom AS						Dato: 29.01.2020	
Leirfossvegen 71						Format/Målestokk: 1:400	
Profil C-C						Stabilitetsberegninger, dagens situasjon. ADP-beregning	
Status		Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent			
Multiconsult		TOJ	KONK	KONK			
www.multiconsult.no		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.			
		10213062	RIG-TEG-802.1	00			



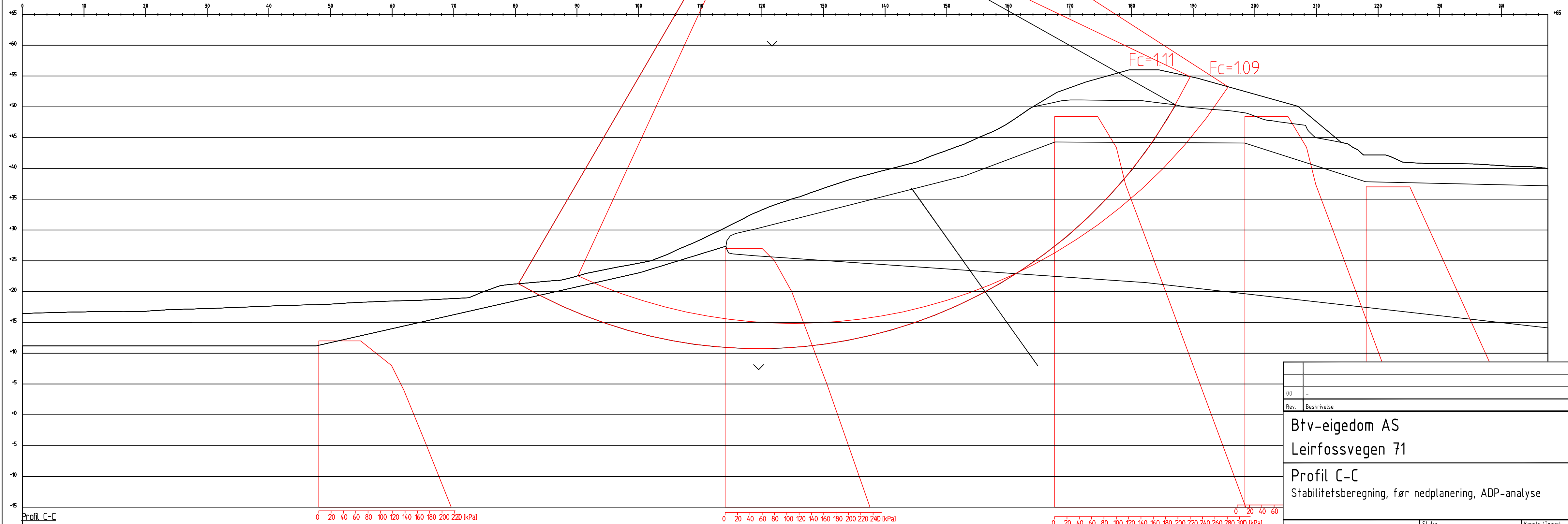
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørnskorpeleire	9.50	9.50	30.0	0.0				
Kvikkleire	20.00	10.00	30.0	3.0				
Leire	20.00	10.00	31.0	6.0				

Profil C-C

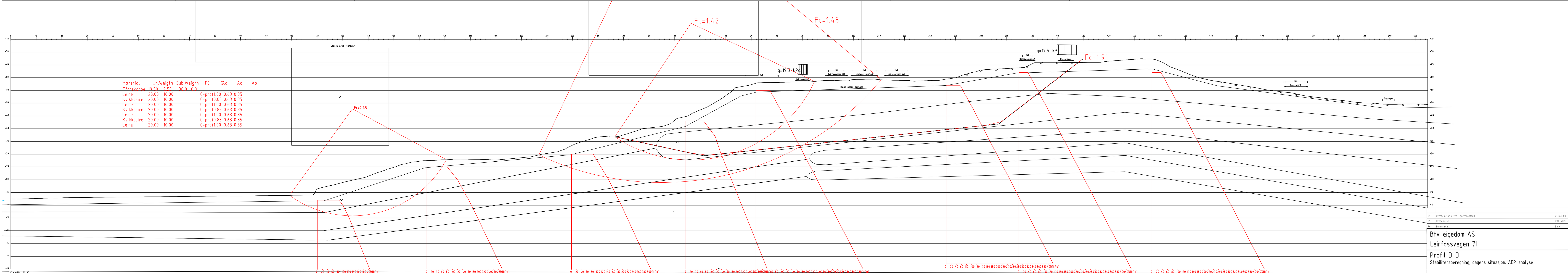
00	-	-	-	-	
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Btv-eigedom AS Leirfossvegen 71				
	Profil C-C Stabilitetsberegning, dagens situasjon, AFI-beregning				
Multiconsult www.multiconsult.no		Status utsendt Oppdragsnr. 10213062	Konstr./Tegnet TOJ Tegningsnr. RIG-TEG-802.2	Kontrollert KONK	Godkjent KONK Rev. 00

Fag
Geoteknikk
Format
A3L
Dato
29.01.2020
Format/Målestokk
1:400

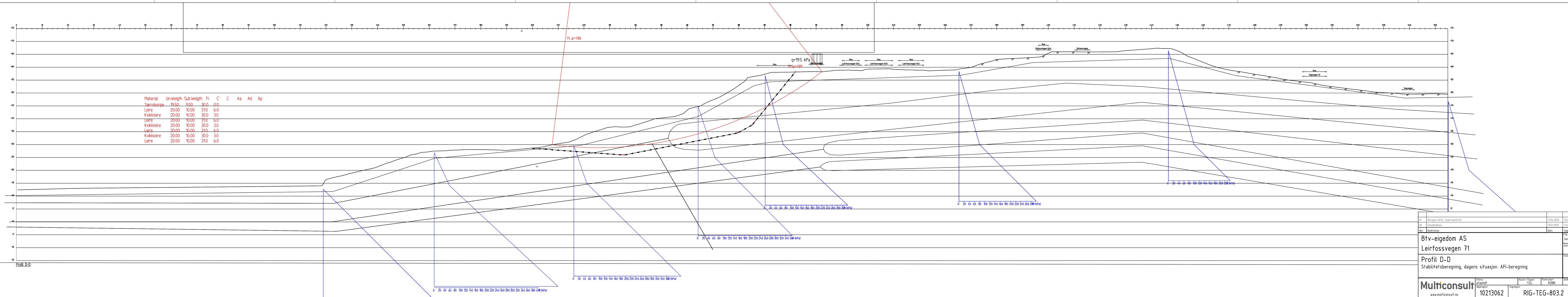
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Opprinnelig ler	19.50	9.50	30.0	0.0				
Tørrskorpeleire	9.50	9.50	30.0	0.0				
Kvikkleire	20.00	10.00			C-prof	0.85	0.63	0.35
Leire	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35



00	-	-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Btv-eigedom AS				
	Leirfossvegen 71				
	Profil C-C				
	Stabilitetsberegning, før nedplanering, ADP-analyse				
			Fag	Format	
			Geoteknikk	A3L	
		Dato			
		29.01.2020			
		Format/Målestokk			
		1:400			
		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
			TOJ	KONK	KONK
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
		10213062	RIG-TEG-802.3		00
		Multiconsult			
		www.multiconsult.no			



01	Utførelse etter 3-partskontroll	21.04.2020	TOJ	KONK	KONK
01	Utførelse	29.01.2020	TOJ	KONK	KONK
Rev.	Beskrivelse	Dato	Fag	Zonnr	Godtj
Btv-eigedom AS			Fag	Formst	A3L
Leirfossvegen 71			Dato	29.01.2020	
Profil D-D			Format/RSbestokk	1:400	
Stabilitetsberegning, dagens situasjon. ADP-analyse					
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
www.multiconsult.no		Utført	TOJ	KONK	KONK
10213062		Oppdragsgiver	Tegningnr.		Rev.
		RIG-TEG-803.1		01	



Material	Un>Weighth	Sub>Weighth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tærskorpe	19.50	9.50	30.0	0.0				
Leire	20.00	10.00	31.0	6.0				
Kvikkleire	20.00	10.00	30.0	3.0				
Leire	20.00	10.00	31.0	6.0				
Kvikkleire	20.00	10.00	30.0	3.0				
Leire	20.00	10.00	31.0	6.0				
Kvikkleire	20.00	10.00	30.0	3.0				
Leire	20.00	10.00	31.0	6.0				

01	Revisjon etter 3 partskontroll	21.04.2020	TJU	KONK	KONK
00	Utarbeidelse	29.01.2020	TJU	KONK	KONK
Rev.	Beskrivelse	Date	Tegn.	Kontr.	Godk.
Btv-eigedom AS Leirfossvegen 71 Profil D-D Stabilitetsberegning, dagens situasjon. AF1-beregning					Fag: Geoteknikk Formål: A3L Date: 29.01.2020 Formål/Målestokk: 1:400
Multiconsult www.multiconsult.no		Status utsendt: 10213062	Konstr./Tegnet: TJU	Kontrollert: KONK	Godkjent: KONK
			Tegning: RIG-TEG-803.2	Rev:	01

Vedlegg A – Klassifisering av nye faresoner

1 Skadekonsekvensklasse

Det er utført evaluering av de nye faresonenes skadekonsekvensklasse, uten at det er tatt hensyn til planlagt utbygging.

Skadekonsekvensevalueringen er utført iht. NGI-rapport nr. 20001008-2, rev 3 /3/

Tabell 1 Kriterier for evaluering av skadekonsekvens iht. NGIs rapport nr. 20001008-2, rev 3 /3/.

Faktorer	Vekttall	Skadekonsekvens, score			
		3	2	1	0
Boligheter, antall	4	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen
Næringsbygg, personer	3	> 50	10-50	< 10	Ingen
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei, ÅDT	2	> 5000	1001-5000	100-1001	< 100
Toglinje, baneprioritet	2	1-2	3-4	5	Ingen
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemning/floam	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
Sum poeng		45	30	15	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %

Skadekonsekvensklassene er inndelt inn i tre klasser:

- Skadekonsekvensklasse mindre alvorlig: Poengverdi 0 til 6
- Skadekonsekvensklasse alvorlig: Poengverdi 7 til 22
- Skadekonsekvensklasse meget alvorlig: Poengverdi 23 til 45

Tabell 1-1 Skadekonsekvensevaluering for ny faresone A

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Boligheter, antall	4	3	12	Tett boligbebyggelse
Næringsbygg, personer	3	0	0	Næringsbebyggelse i løsne- eller utløpsområde.
Annen bebyggelse, verdi	1	0	0	Ingen annen bebyggelse i løsne- eller utløpsområde
Vei, ÅDT	2	2	4	ÅDT er 3100 (2013) (kilde: www.vegvesen.no)
Toglinje, baneprioritet	2	0	0	Jernbane berøres ikke
Kraftnett	1	2	2	Brudd på kraftnettet kan påvirke regionalnettet.
Oppdemning/floam	2	2	4	Et eventuelt skred vil kunne demme opp Nidelva
Sum poeng			22	Skadekonsekvens ALVORLIG

Tabell 1-2 Skadekonsekvensevaluering for ny faresone B

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Boligheter, antall	4	3	12	Tett boligbebyggelse
Næringsbygg, personer	3	0	0	Næringsbebyggelse i løsne- eller utløpsområde.
Annen bebyggelse, verdi	1	0	0	Ingen annen bebyggelse i løsne- eller utløpsområde
Vei, ÅDT	2	2	4	ÅDT er 3100 (2013) (kilde: www.vegvesen.no)
Toglinje, baneprioritet	2	0	0	Jernbane berøres ikke
Kraftnett	1	2	2	Brudd på kraftnettet kan påvirke regionalnettet.
Oppdemning/floam	2	0	0	Et eventuelt skred vil kunne demme opp Nidelva
Sum poeng			18	Skadekonsekvens ALVORLIG

Tabell 1-3 Skadekonsekvensevaluering for ny faresone C

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Boligheter, antall	4	3	12	Tett boligbebyggelse
Næringsbygg, personer	3	2	6	Næringsbebyggelse i løsne- eller utløpsområde.
Annen bebyggelse, verdi	1	0	0	Ingen annen bebyggelse i løsne- eller utløpsområde
Vei, ÅDT	2	2	4	ÅDT er 3100 (2013) (kilde: www.vegvesen.no)
Toglinje, baneprioritet	2	0	0	Jernbane berøres ikke
Kraftnett	1	0	0	Ikke kraftnett i faresonen
Oppdemning/flom	2	2	4	Et eventuelt skred vil kunne demme opp Nidelva
Sum poeng			26	Skadekonsekvens MEGET ALVORLIG

Tabell 1-4 Skadekonsekvensevaluering for ny faresone D

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Boligheter, antall	4	3	12	Tett boligbebyggelse
Næringsbygg, personer	3	2	6	Næringsbebyggelse i løsne- eller utløpsområde.
Annen bebyggelse, verdi	1	0	0	Ingen annen bebyggelse i løsne- eller utløpsområde
Vei, ÅDT	2	2	4	ÅDT er 3100 (2013) (kilde: www.vegvesen.no)
Toglinje, baneprioritet	2	0	0	Jernbane berøres ikke
Kraftnett	1	2	2	Brudd på kraftnettet kan påvirke regionalnettet.
Oppdemning/flom	2	2	4	Et eventuelt skred vil kunne demme opp Nidelva
Sum poeng			28	Skadekonsekvens ALVORLIG

2 Faregradsevaluering

Det er utført faregradsevaluering av de nye faresonene.

Faregradsevalueringen er utført iht. NGI-rapport nr. 20001008-2, rev 3 /3/

Tabell 2-1 Kriterier for faregradsevaluering iht. NGIs rapport nr. 20001008-2, rev 3 /3/

Faktorer	Vekttall	Faregrad, score			
		3	2	1	0
Tidl. skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde, meter	2	> 30	20 - 30	15 - 20	< 15
Tidligere/ nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0 - 1,2	1,2 - 1,5	1,5 - 2,0	> 2,0
Poretrykk Overtrykk, kPa	+3	> + 30	10 - 30	0 - 10	Hydrostatisk
Undertrykk, kPa	-3	> -50	- (20 - 50)	- (0 - 20)	
Kvikkleiremektighet	2	> H/2	H/2 - H/4	< H/4	Tynt lag
Sensitivitet	1	> 100	30 - 100	20 - 30	< 20
Erosjon	3	Aktiv/ glidning	Noe	Lite	Ingen
Inngrep Forverring	+3	Stor	Noe	Liten	Ingen
Forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	
Sum poeng		51	34	16	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %

Faregradsklassene er inndelt i tre faresoner iht. /3/:

- Faregradklasse lav: Poengverdi 0 til 17
- Faregradklasse middels: Poengverdi 18 til 25
- Faregradklasse høy: Poengverdi 26 til 51

Tabell 2-2 Faregradsevaluering av ny faresone A

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	2	2	Området ligger inntil tidligere skredgroper. Noe småras og sig i skråningene.
Skråningshøyde, m	2	2	4	20 – 30 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1	2	OCR=1,5-2,0
Poretrykk	+3/-3	2	-6	Målt poreundertrykk på platået, antatt hydrostatisk i foten av skråningen
Kvikkleiremektighet	2	2	4	Gjennomsnittlig mektighet av sprøbruddmaterialet er H/2- H/4.
Sensitivitet	1	3	3	Målt sensitivitet er større enn 100.
Erosjon	3	2	6	Nidelva vil kunne erodere i område. Nidelva er erosjonssikret. Lite til noe erosjon i elveskråningen.
Inngrep	+3/-3	0	0	Ikke relevant
Sum poeng			13	FAREGRAD LAV

Tabell 2-3 Faregradsevaluering av ny faresone B

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	2	2	Området ligger inntil tidligere skredgroper. Noe småras og sig i skråningene.
Skråningshøyde, m	2	2	4	Ca. 25 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1	2	OCR=1,5-2,0
Poretrykk	+3/-3	3	-9	Målt poreundertrykk på platået, antatt poreundertrykk i terrengryggen
Kvikkleiremektighet	2	2	4	Gjennomsnittlig mektighet av sprøbruddmaterialet er H/2- H/4.
Sensitivitet	1	3	3	Målt sensitivitet er større enn 100.
Erosjon	3	0	0	Ikke relevant
Inngrep	+3/-3	0	0	Ikke relevant
Sum poeng			6	FAREGRAD LAV

Tabell 2-4 Faregradsevaluering av ny faresone C

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	2	2	Området ligger inntil tidligere skredgroper. Noe småras og sig i skråningene.
Skråningshøyde, m	2	3	6	> 30 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1	2	OCR=1,5-2,0
Poretrykk	+3/-3	2	-6	Målt poreundertrykk på platået, antatt hydrostatisk i foten av skråningen
Kvikkleiremektighet	2	3	6	Gjennomsnittlig mektighet av sprøbruddmaterialet er > H/2
Sensitivitet	1	3	3	Målt sensitivitet er større enn 100.
Erosjon	3	0	0	Ikke relevant
Inngrep	+3/-3	2	-6	Noe forbedring
Sum poeng			7	FAREGRAD LAV

Tabell 2-5 Faregradsevaluering av ny faresone D

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	2	2	Området ligger inntil tidligere skredgroper. Noe småras og sig i skråningene.
Skråningshøyde, m	2	2	4	20 – 30 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1	2	OCR=1,5-2,0
Poretrykk	+3/-3	3	-9	Målt poreundertrykk i skråningen, antatt hydrostatisk i foten av skråningen

Kvikkleiremektighet	2	2	4	Gjennomsnittlig mektighet av sprøbruddmaterialet er H/2- H/4.
Sensitivitet	1	3	3	Målt sensitivitet er større enn 100.
Erosjon	3	0	0	Ikke relevant
Inngrep	+3/-3	0	0	Ikke inngrep
Sum poeng			6	FAREGRAD LAV

3 Risikoklasse

Risikoklassifiseringen av kvikkleiresonen gjøres ut i fra faregraden og konsekvensklassen:

$$\text{Risiko} = \% \text{faregrad} \times \% \text{skadekonsekvens}$$

Risikoen deles inn i 5 klasser, der 5 har høyest risiko. Viser risikoklasser med %-poengfordeling.

Tabell 3-1 Inndeling av risikoklasser

Risikoklasse	1	2	3	4	5
%-poeng	0-166	167-628	629-1905	1906-3203	3206-10000

De nye faresonene klassifiseres i følgende risikoklasser:

Tabell 3-2 Klassifisering av nye faresoner

Faresone	A	B	C	D
%-poeng	1246	471	488	732
Risikoklasse	3	2	2	3

Vedlegg B

1 Tolkning av materialparametere

1.1 Generelt

Tolkning av beregningsparametere er utført med bakgrunn i resultat av utførte CPTU-sonderinger, opptatte 54 mm prøveserier som er rapportert i datarapporter i Tabell 2-1 i hovedtekst og empiriske korrelasjoner.

1.2 Tyngdetetthet

Målt tyngdetetthet på opptatte prøver er benyttet som grunnlag. Ved store variasjoner i målte verdier er gjennomsnittlige verdier benyttet. For materialer som det ikke er målt tyngdetetthet på, er det benyttet erfaringsverdier iht. håndbok V220 [28].

Tyngdetettheten er satt til 20 kN/m³ i leiremassene. I fyllmassene/friksjonsmassene er tyngdetettheten satt til 19 kN/m³, og i tørrskorpeleira er den satt til 19,5kN/ m³.

1.3 Forkonsolidering

1.3.1 Tolkningsmetoder

Forkonsolideringsspenning σ'_c og overkonsolideringsforhold OCR tolkes ut normalt i fra ødometerforsøk og CPTU-sonderingene. Data tolket fra CPTU benyttes til å inter- og ekstrapolere mellom resultatene fra ødometerforsøk mot dybden. Det kan benyttes tolkning fra CPTU både på spissmotstands- og poretrykksbasis. Følgende korrelasjoner benyttes i dette prosjektet som støtte til valg av designlinje:

Tabell 1 Tolkningsmetoder forkonsolideringsspenning

Referanse	Tolkningsmetode	Merknader	Forklaringer
Karlsruud et al. (2005)	$\sigma'_c = \sigma'_{v0} * OCR_i$	Spissmotstandsbasis og poretrykksbasis, semiteoretisk	$OCR_1 = 10^{\left(\frac{A-Bq}{B}\right)}$ $OCR_2 = 10^{\left(\frac{(\Delta u - \sigma'_{v0}) - A}{B}\right)}$ $OCR_3 = \left(\frac{Q_t}{A}\right)^B$

Tabell 2 A og B parametere (Karlsruud et al. 2005)

Referanse	S _t	A	B
OCR ₁	>15	1,15	0,67
	<=15	0,88	0,51
OCR ₂	>15	2,5	6,0
	<=15	2,4	4,0
OCR ₃	>15	2	1,11
	<=15	3	1,20

Ødometerforsøk utført i forbindelse med den nylige utførte grunnundersøkelsen, samt tidligere utført ødometerforsøk (Trondheim kommunes rapport R.597) er gjennomgått. Tabell 3 viser tolkning av utførte ødometerforsøk som er vurdert som «tolkbar». Det gjøres oppmerksom at tidligere

ødometerforsøk er utført som trinnvis ødometerforsøk og innebærer dermed noe usikkerhet knyttet til tolkning av forkonsolidering.

Tabell 3 Tolkning av overkonsolideringsgrad fra ødometerforsøk

Rapport nr.	BP	Dybde (m)	σ_{vo}' (kPa)	Tolket fra ødometerforsøk			OCR
				σ_c' (kPa)	M_{OC} (MPa)	m_{NC} (-)	
10213062-RIG-RAP-001	4	7,40	128	400	18	12	3,1
10213062-RIG-RAP-001	4	13,50	240	450	13	12	1,9
10213062-RIG-RAP-001	7	8,55	136	440	18	20	3,2
R.597	1	4,35	65	400	13	15	6,2
R.597	1	11,40	130	400	7	11	3,1

Tolkninger av prekonsolideringstrykk fra ødometerforsøk er vist i tegninger listet opp i Tabell 10. Tegningene finnes i vedlegg C.

Resultater fra ødometerforsøk indikerer at tidligere terreng i området lå på ca. kote +80.

1.3.2 Bæreevnefaktorer i CPTU-tolkning

Verdier for bæreevnefaktoren for cptu-tolkninger av udrenert skjærstyrke kan etableres både empirisk og teoretisk. Vanligvis bestemmes verdier for bæreevnefaktor ut fra korrelasjoner etablert på resultater fra anisotropiske konsoliderte treaksialforsøk på blokkprøver med høy kvalitet som er benyttet som referanser. Korrelasjoner for tolkning av bæreevnefaktorer er angitt i Tabell 4 og Tabell 5, både på poretrykksbasis og basert på spissmotstand.

Tabell 4 Oversikt korrelasjoner for bæreevnefaktorer bestemt ut fra korrelasjoner mot B_q (Lunne et al. 1997)

Tolkningsmetode	Empirisk middelvariasjon bæreevnefaktor
Poretrykksbasis, $N_{\Delta u} = f(B_q)$	$N_{\Delta u} = 1,8 + 7,25 \cdot B_q$
Spissmotstand, $N_{kt} = f(B_q)$	$N_{kt} = 18,7 - 12,5 \cdot B_q$
Effektivspissmotstandsbasis, $N_{ke} = f(B_q)$	$N_{ke} = 13,8 - 12,5 \cdot B_q$

Tabell 5 Oversikt korrelasjoner for bæreevnefaktorer bestemt ut fra korrelasjoner mot OCR, S_t , I_p og B_q for sensitivitet større enn 15 (Karlsruud et al. 2005)

Tolkningsmetode	Empirisk middelvariasjon bæreevnefaktor
Poretrykksbasis, $N_{\Delta u} = f(OCR, I_p)$	$N_{\Delta u} = 9,8 + 4,5 \cdot \log OCR$
Spissmotstand, $N_{kt} = f(OCR, I_p)$	$N_{kt} = 8,5 - 2,5 \cdot \log OCR$
Effektivspissmotstandsbasis, $N_{ke} = f(B_q)$	$N_{ke} = 12,5 - 11 \cdot B_q$

I tolkningsprosedyren viste det seg at tolkningene basert på N_{ke} -faktoren ga større variasjon og avvik fra forventede resultater, og det ble derfor valgt å ikke vise disse på CPTU-tegningene.

1.4 Udrenerte styrkeparametere

1.4.1 c_u fra enaks og konus

Verdier for c_u fra rutineundersøkelser på opptatte prøver (enaks og konus) er i våre vurderinger betraktet som verdier for gjennomsnittlig skjærstyrke, c_u . Verdier er oppgitt som referanse i plot for c_{uA} -tolkning uten noen omregning. Verdiene er ikke tillagt særlig vekt i tolkning av profil for opptredende aktiv udrenert skjærfasthet, men er i større grad benyttet for å vurdere prøveforstyrrelse.

1.4.2 c_u fra treaksialforsøk

Skjærstyrke fra treaksiale forsøk anses i våre vurderinger som verdier for aktiv skjærstyrke. Det må imidlertid påpekes at siden prøvene er tatt opp med 54mm stålsylindere, forventes verdiene fra laboratorieforsøk å være noe lavere enn verdiene fra CPTU-korrelasjoner som er basert på blokkprøver, uavhengig av prøve kvalitet. Resultater fra utførte treaksialforsøk er omtalt i vedlegg kapittel 1.5.

Tolkede treaksialforsøk vises i tegninger 10213062-RIG-TEG-450.7 t.o.m. -454.9. Tegningene finnes i vedlegg C.

1.4.3 c_{uA} fra CPTU-sonderinger

For bestemmelse av udrenert skjærstyrke er CPTU-sonderingene korrelert iht. empirisk baserte tolkningsfaktorer ref. Tabell 4 og Tabell 5. For bløte, finkornige masser med relativt homogene forhold, betraktes tolkning av CPTU på poretrykksbasis normalt som den mest egnede metoden. c_{uA} fra CPTU tolkes fra følgende korrelasjoner:

Tabell 6 Oversikt tolkningsmetoder aktiv skjærfasthet

Tolkningsmetode	Merknader	Forklaringer
$c_{uA} = \frac{q_n}{N_{kt}}$	Spissmotstandsbasis	N_{kt} = Bæreevnemfaktor q_n = Netto spissmotstand fra CPTU sondering
$c_{uA} = \frac{\Delta u}{N_{\Delta u}}$	Poretrykksbasis	$N_{\Delta u}$ = Bæreevnemfaktor Δu = Poreovertrykk fra CPTU ($\Delta u = u_2 - u_0$)

I beregningene er c_{uA} som er tolket fra CPTU redusert med 15% i laget med sprøbruddmateriale, iht. NVE veileder 7/2014, se avsnitt 1.4.5.

1.4.4 SHANSEP

Udrenert skjærfasthet er nært relatert til in situ effektivspenninger og leiras overkonsolideringsgrad OCR. Udrenert skjærfasthet øker med økning i effektivspenning. Denne økningen er avhengig av OCR. Udrenert skjærfasthet avhengig av OCR kan modelleres etter SHANSEP-prinsippet (Ladd & Foott 1974):

$$c_{uA} = \alpha * OCR^m * \sigma'_0$$

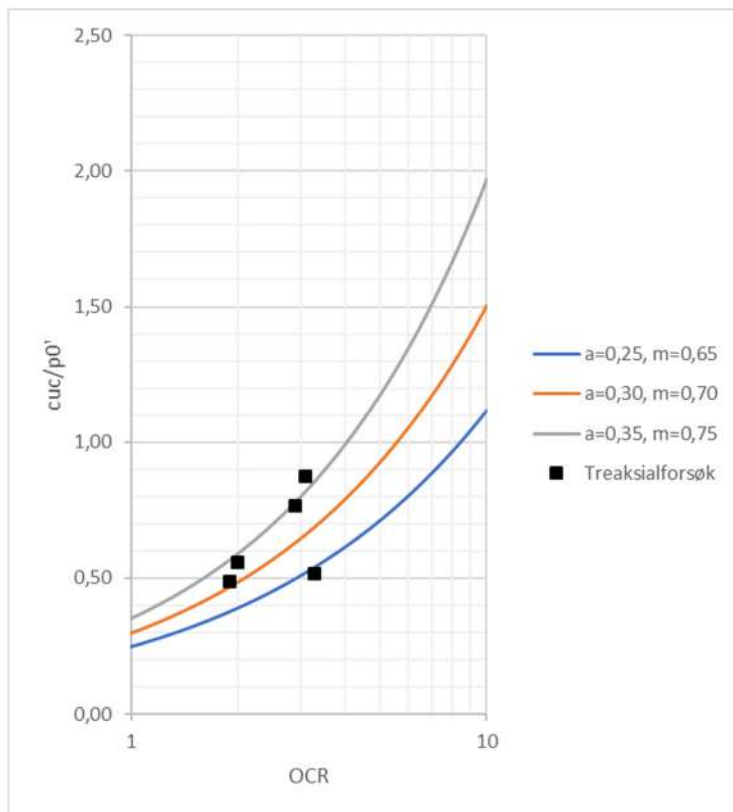
Der:

- α = Stigningstall som varierer vanligvis mellom 0,25 og 0,35 for aktiv skjærstyrke

- $OCR = \text{Overkonsolideringsgrad} = \sigma'_c / \sigma'_{v0}$
- $m = \text{Eksponent som for norske leirer typisk har vist seg å variere mellom ca. 0,6 og 0,9}$ avhengig av leire og forsøkstype
- $\sigma'_{v0} = \text{In situ vertikal effektivspenning}$

SHANSEP-tilnærmingen er benyttet for å etablere et c_u -profil der hvor det ikke foreligger CPTU-sonderinger. For bestemmelse av faktorene α og m er c_{uA}/σ'_{v0} beregnet fra treaksialforsøkene og plottet mot antatt OCR i hvert forsøk, se Figur 1-1. Overkonsolideringsgrad er basert på antatt tidligere terrengnivå på kote +80, bestemt med bakgrunn i utførte ødometerforsøk.

SHANSEP-parametere som best passer de øvrige CPTU-tolkninger i området er $\alpha = 0,30$ og $m = 0,70$. Det gjøres oppmerksom at punktet som ligger under kurven med $\alpha = 0,30$ og $m = 0,70$ tilsvarer treaksialforsøket som er utført i borpunkt 2 og som har dårlig prøve kvalitet. Skjærstyrkeprofiler som er plassert der hvor det ikke er utført CPTU er tolket med samme SHANSEP-parametere og OCR som tar utgangspunkt i antatt tidligere terrengnivå på kote +80, med mindre laboratorieundersøkelsene indikerer lavere skjærfasthet enn Shanshep-tilnærmingen. I slike tilfeller er c_u -profilene tilpasset resultater fra laboratorieundersøkelsene.



Figur 1-1 Tilpasning av SHANSEP-faktorer i forhold til målt c_{uA} fra treaksialforsøk

1.4.5 Anisotropiforhold

Tabell 7 oppsummerer anvendte ADP-faktorer i udrenerte materialer:

Tabell 7 Oversikt over valgte ADP-faktorer

Material	c_{uA} -koeffisient	c_{uD} -koeffisient	c_{uP} -koeffisient
Leire	1,00	0,63	0,35
Sprøbruddmateriale	0,85	0,63	0,35

Verdiene for anisotropikoeffisientene ligger på den konservative siden det antas at plastisitetsindeks IP alltid er mindre eller lik 10 %.

1.5 Drenerte materialparametere

Effektivspenningsparametere er i all hovedsak tolket ut fra utførte treaksialforsøk. Hvor nødvendig ble det benyttet erfaringsdata fra tidligere grunnundersøkelser utført i området, samt erfaringsverdier iht. Statens Vegvesen håndbok V220. En oppsummering av materialparametere tolket fra utførte treaksialforsøk er vist i Tabell 8.

Tabell 8 Oppsummering tolkning treaksialforsøk

Rapport nr.	BP	Dybde [m]	Materiale	ϕ [°]	Attraksjon a [kPa]	Bruddtøynin g ϵ_{af} [%]	Merknader
10213062-RIG-RAP-001	2	9,4	Sprøbruddleire	27,7	10	2,0	-
10213062-RIG-RAP-001	4	7,25	Sprøbruddleire	30	7,5	2,0	-
10213062-RIG-RAP-001	4	13,25	Sprøbruddleire	30,5	7,5	1,0	-
10213062-RIG-RAP-001	7	8,35	Kvikkleire	33,7	7,5	1,5	-
10213062-RIG-RAP-001	7	14,25	Sprøbruddleire	33	7,5	1,5	-
R.518	1	6,3/6,5	Kvikkleire	31,6	10	2/2,5	Isotropisk konsolidering
R.597	1	3,8/4,4	Leire	29,3	25	1,5	Isotropisk konsolidering
R.597	4	4,2/4,3 5	Leire	29,7	35	0,9	Isotropisk konsolidering
O.495 (info fra Rambøll)	6	8	Leire	31	0	-	Isotropisk konsolidering

Drenert materialparametere benyttet i stabilitetsberegningene er gitt i Tabell 9.

Tabell 9 Drenert materialparametere benyttet i stabilitetsanalysene

Materiale	Tyngdetetthet γ [kN/m ³]	Tyngdetetthet effektiv γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	Kohesjon c [kPa]	Attraksjon a [kPa]
Fyllmasser	19	9	30	0	0
Tørrskorpeleire	19,5	9,5	30	0	0
Kvikkleire/Sprøbruddeleire	20	10	30	3	5
Leire	20	10	31	6	10

1.6 Grunnvannsnivå og poretrykksforhold

Det er utført poretrykksmålinger i to dybder med hydraulisk piezometer i borpunkt 4 og borpunkt 7. Piezometerne er installert henholdsvis 10 meter og 17 meter under terreng i borpunkt 4 samt 9 meter og 15 meter under terreng i borpunkt 7.

Måleresultatene indikerer at det ikke er hydrostatisk poretrykksfordeling med dybden; det er poreundertrykk i leirelaget. I borpunkt 4 legges til grunn en økning i poretrykket med dybde som tilsvarer 25% av hydrostatisk poretrykksfordeling og en grunnvannstand som ligger på 2,3 m dybde, mens i borpunkt 7 legges til grunn en økning i poretrykk med dybde som tilsvarer 30% av hydrostatisk poretrykksfordeling og en grunnvannstand som ligger omtrent på terrenget. Disse poretrykksprofilene er videre benyttet ved tolkning av CPTU-sonderingene, se tegning nr. 10213062-RIG-TEG-501.2 og -502.2.

Det vises til tegning nr. 10213062-RIG-TEG-350 og -351 i datarapport 10213062-RIG-RAP-001_rev00 for detaljer vedr. de enkelte målepunkter og avlesninger.

Rev.01: Nye avlesninger som er foretatt 16.04.2020, etter en periode med mye nedbør, viser at poretrykket er tilnærmet uendret. Det er dermed ikke årstidsvariasjoner som må hensyntas i forbindelse med stabilitetsberegningene og poretrykksprofilene som er benyttet i beregningene er representative. I stabilitetsberegningene er det videre antatt en overgang til hydrostatisk poretrykksfordeling under dypest registrering og under nivå for Nidelva.

2 Kvalitet grunnlagsdata

2.1 CPTU

Utførte CPTU-sonderinger i borpunkter 3, 4 og 7 i området havner i anvendelsesklasse 1 og vurderes generelt å være av god kvalitet, ref. dokumentasjon måledata vedlagt datarapport 10213062-RIG-RAP-001_rev00.

2.2 Rutinedata

Generelt vurderes kvaliteten på opptatte prøver å være god/akseptabel basert på bruddtøying på utførte enaksiale trykkforsøk (5-7,5%).

2.3 Ødometerforsøk

Nye og tidligere ødometerforsøk utført på prøver fra området er gjennomgått. Tabell 10 viser oppsummering av gjennomgått ødometerforsøk for tolkning av overkonsolidering.

Samtlige utførte ødometerforsøk viser enten en antydning eller en tydelig overgang fra normalkonsolidert- til overkonsolidert område.

Tabell 10 Ødometerforsøk gjennomgått for tolkning av overkonsolidering

Rapport nr.	Borhull	Dybde (m)	Kommentar	Tegning nr.
10213062-RIG-RAP-001	4	7,40	CRS-forsøk	10213062-RIG-TEG-400.3
10213062-RIG-RAP-001	4	13,50	CRS-forsøk	10213062-RIG-TEG-401.3
10213062-RIG-RAP-001	7	8,55	CRS-forsøk	10213062-RIG-TEG-402.3
R.597	1	4,35	Trinnvis ødometerforsøk	Bilag 14
R.597	1	11,40	Trinnvis ødometerforsøk	Bilag 14

2.4 Treksialforsøk

Prøveforstyrrelse på treksialforsøk er vurdert basert på endring i poretallet, jfr. Figur 2-1.

Klassifisering	OCR	$\Delta e / e_0$	Prøvekvalitet ¹
1	1 - 2 2 - 4	< 0,04 < 0,03	Meget god
2	1 - 2 2 - 4	0,04 - 0,07 0,03 - 0,05	God til bra
3	1 - 2 2 - 4	0,07 - 0,14 0,05 - 0,10	Dårlig
4	1 - 2 2 - 4	> 0,14 > 0,10	Meget dårlig

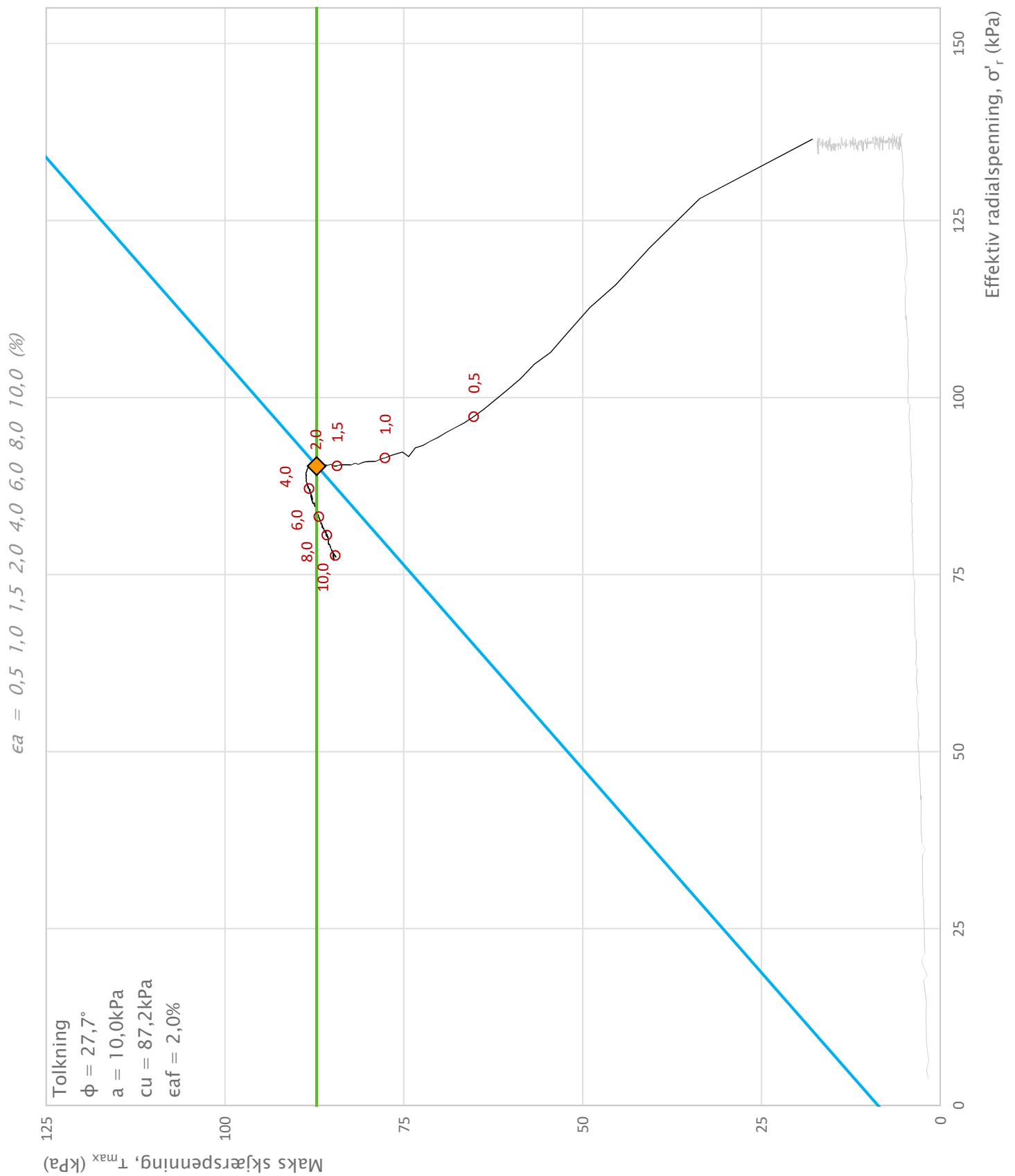
Figur 2-1 Bedømmelse av prøvekvalitet (fra Statens vegvesen, håndbok V220, figur 2.21)

Fire stk. treksialforsøk klassifiseres som «god til bra» basert på poretallsendring, mens ett stk. treksialforsøk klassifiseres som «dårlig». Det var ikke mulig å gjøre en vurdering av prøvekvalitet basert på poretallsendring på treksialforsøk som er presentert i Trondheim kommunes rapporter R.518 og R.597, men disse vurderes å ha akseptabel kvalitet basert på formen av spenningsstien.

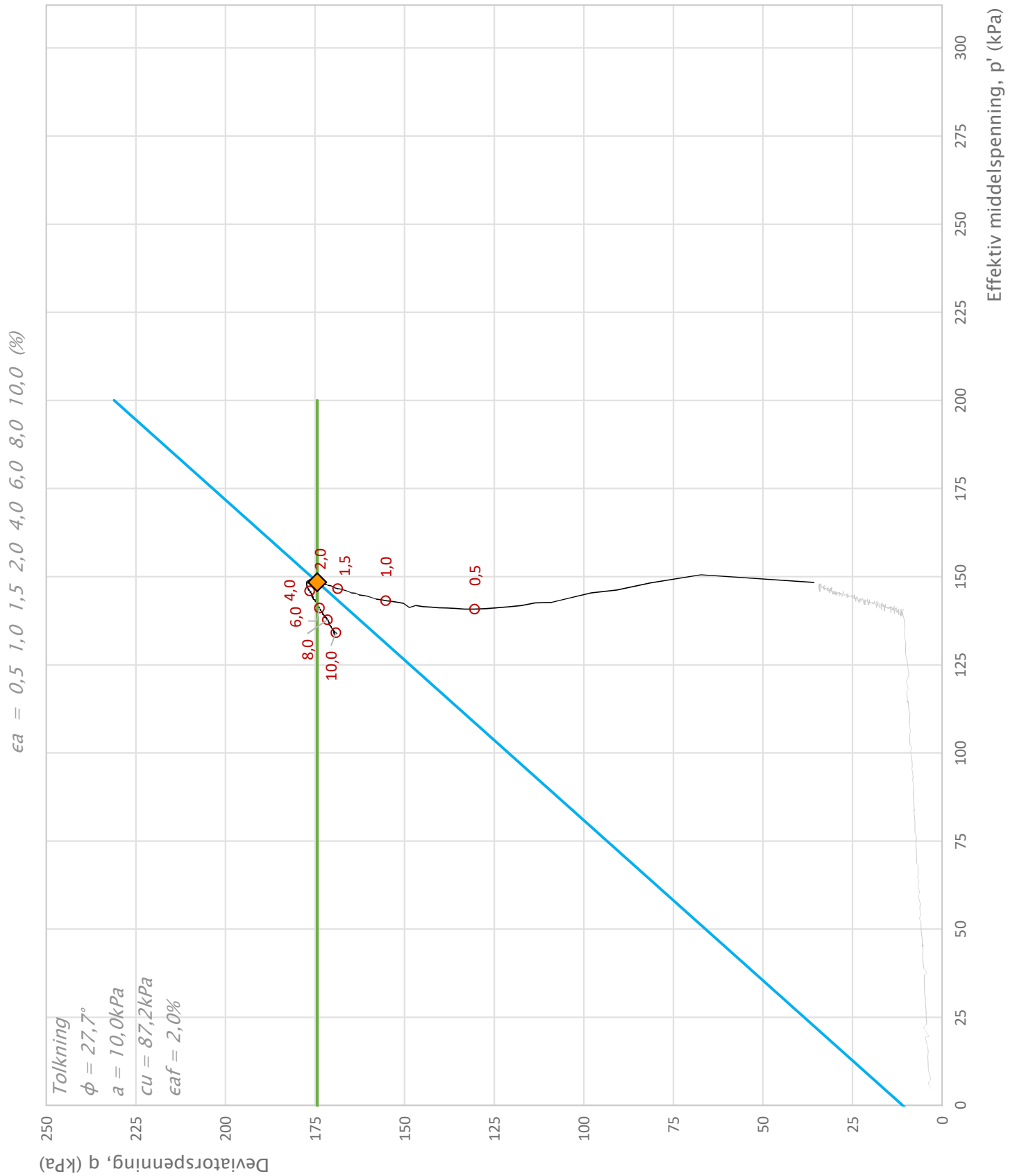
Tabell 11 Oppsummering prøve kvalitet, treksforsøk

BP	Dybde [m]	OCR	$\Delta e/e_0$	Prøvekvalitet	Merknader
2	9,40	3,29	0,083	Dårlig	-
4	7,25	2,90	0,059	God til bra	-
4	13,25	1,90	0,064	God til bra	-
7	8,35	3,10	0,051	God til bra	-
7	14,25	2,00	0,064	God til bra	-

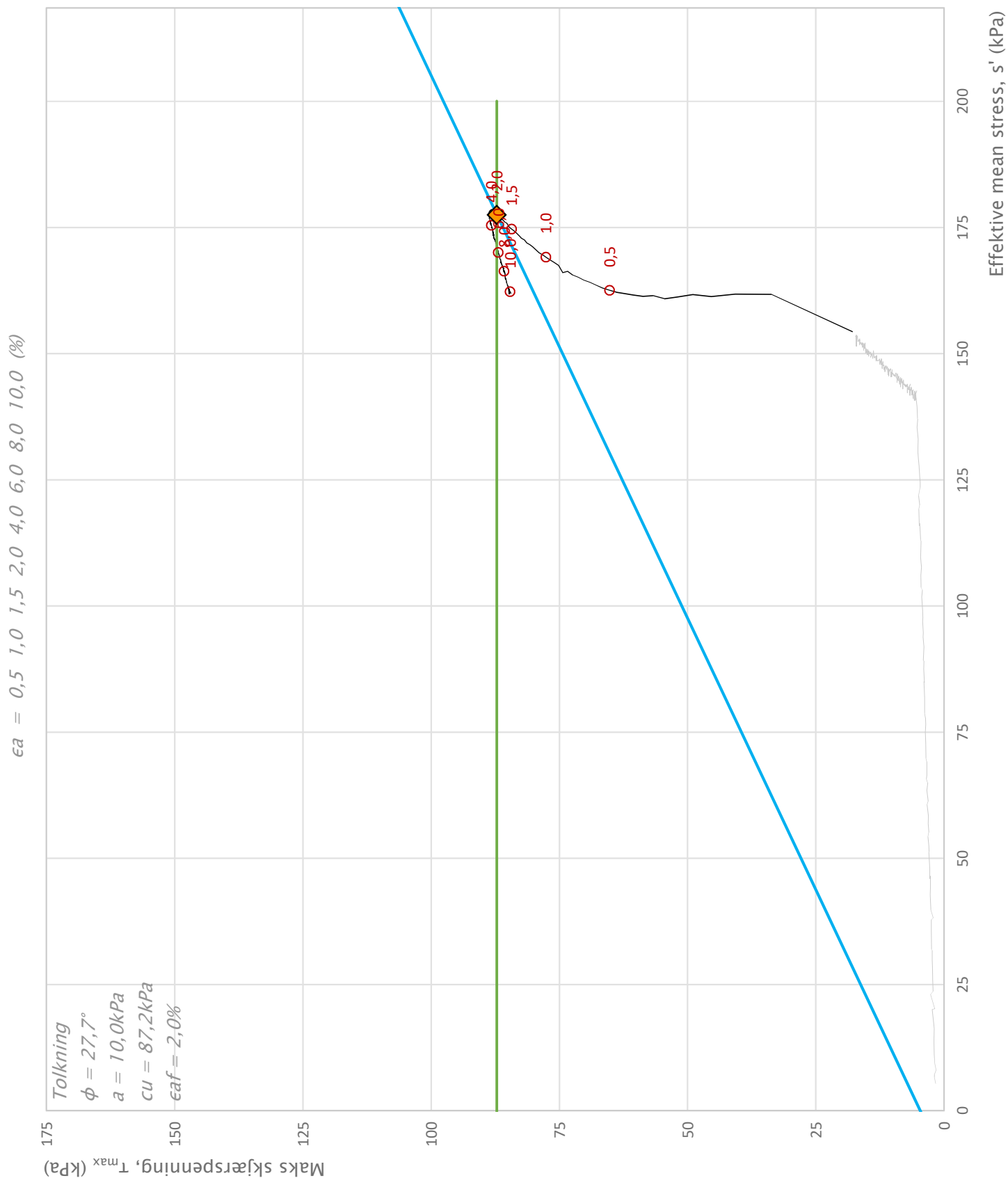
Vedlegg C
Tolkning spesialforsøk



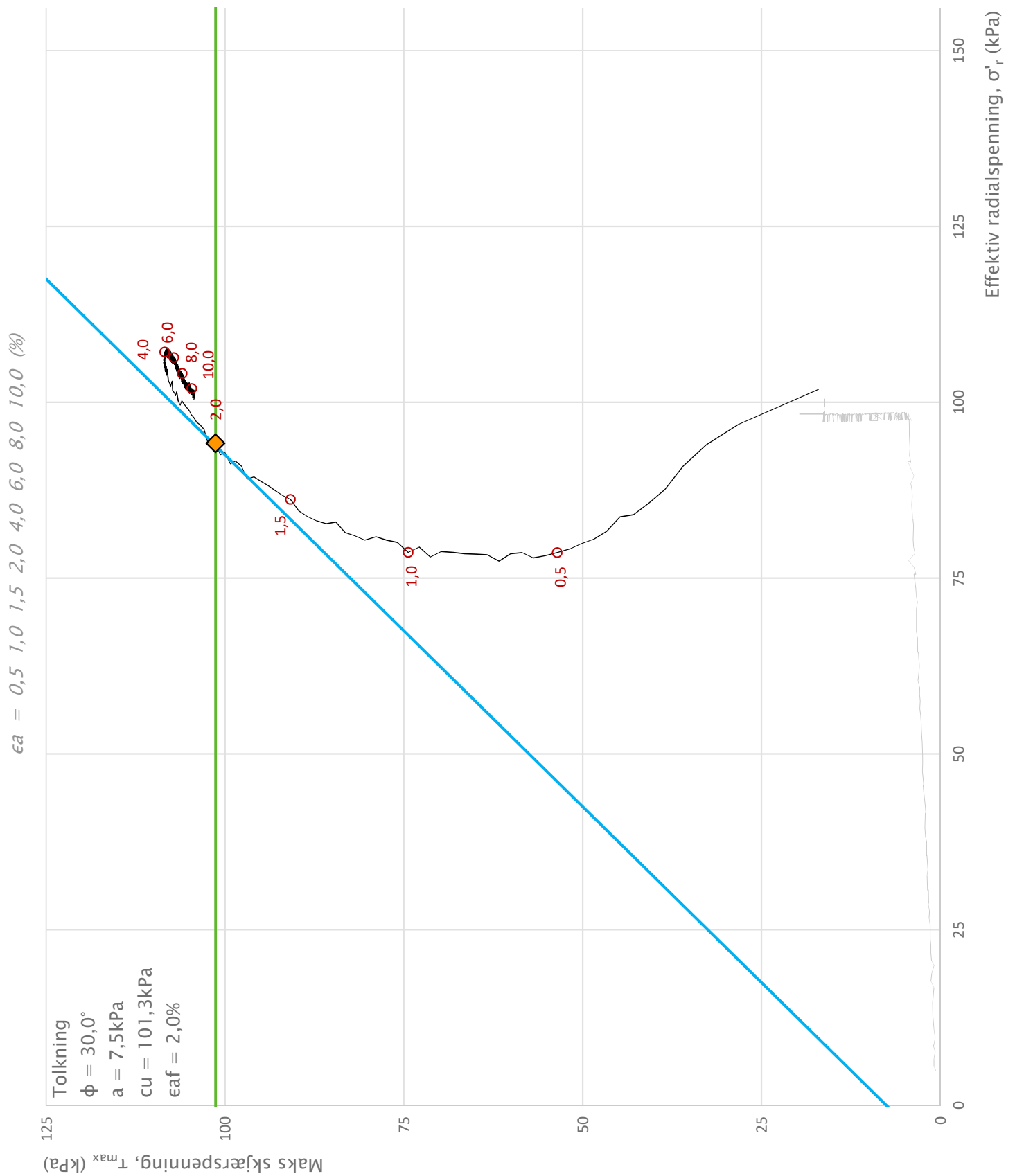
Prosjekt			Prosjektnummer: 10213062. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00		Borhull	
Leirfossvegen 71					2	
Innhold			Spenningssti i skjærfase, σ_r - τ plott (NTNU), med tolkning		Dybde (m)	
					9,40	
Multiconsult	Utført		Kontrollert		Godkjent	
	mash		vt		KONK	
	Kontor		Dato utført		Revisjon	
Trondheim		25.10.2019		0		Forsøkstype
				Rev. dato 14.11.2019		CAUc
						RIG-TEG
						450.7



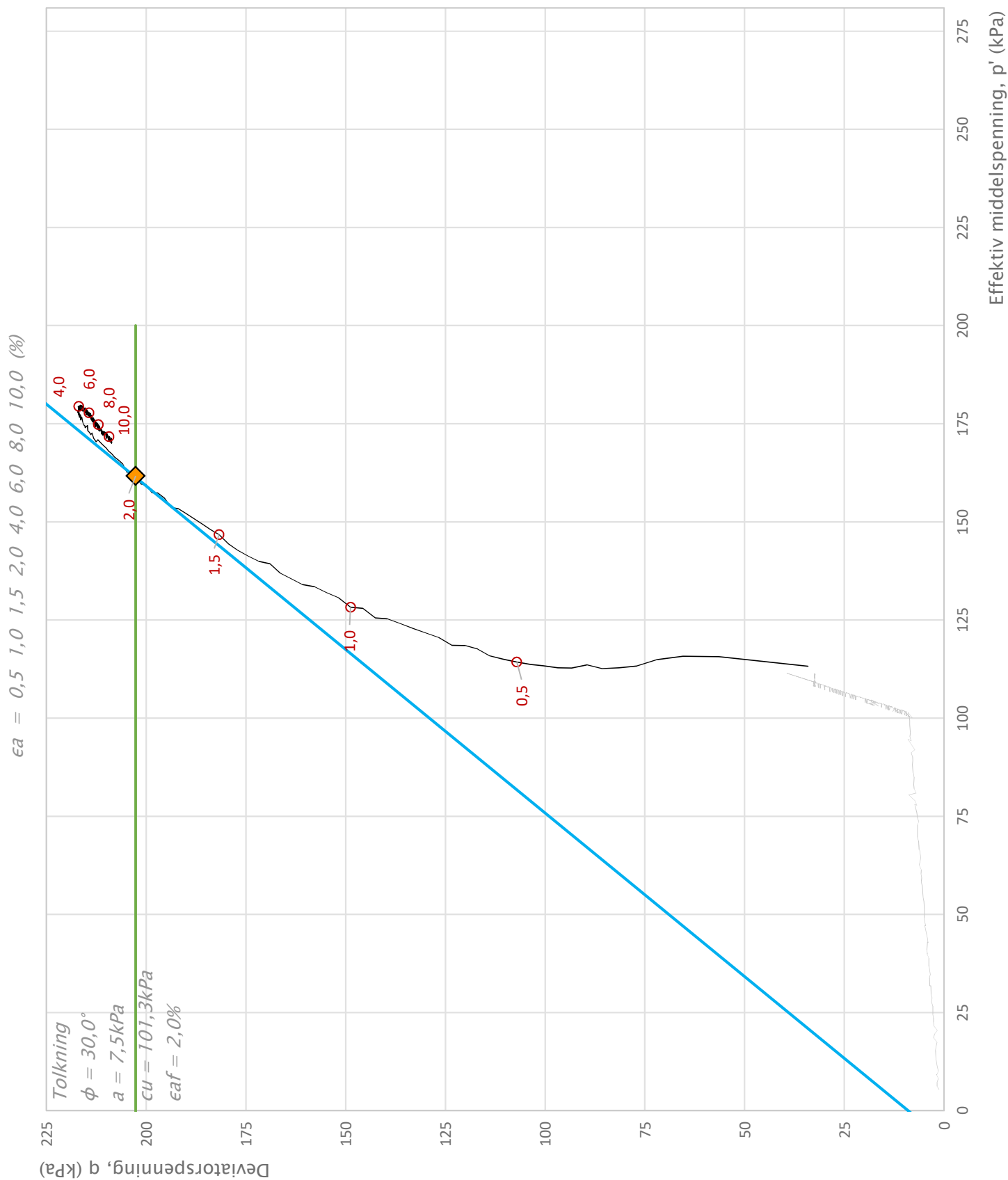
Prosjekt Leirfossvegen 71			Prosjektnummer: 10213062. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00		Borhull 2	
Innhold Spenningssti i skjærfase, p'-q plott, med tolkning					Dybde (m) 9,40	
Multiconsult	Utført mash		Kontrollert vt		Godkjent KONK	
	Kontor Trondheim		Dato utført 25.10.2019		Forsøkstype CAUc	
			Revisjon 0		RIG-TEG 450.8	
			Rev. dato 14.11.2019			



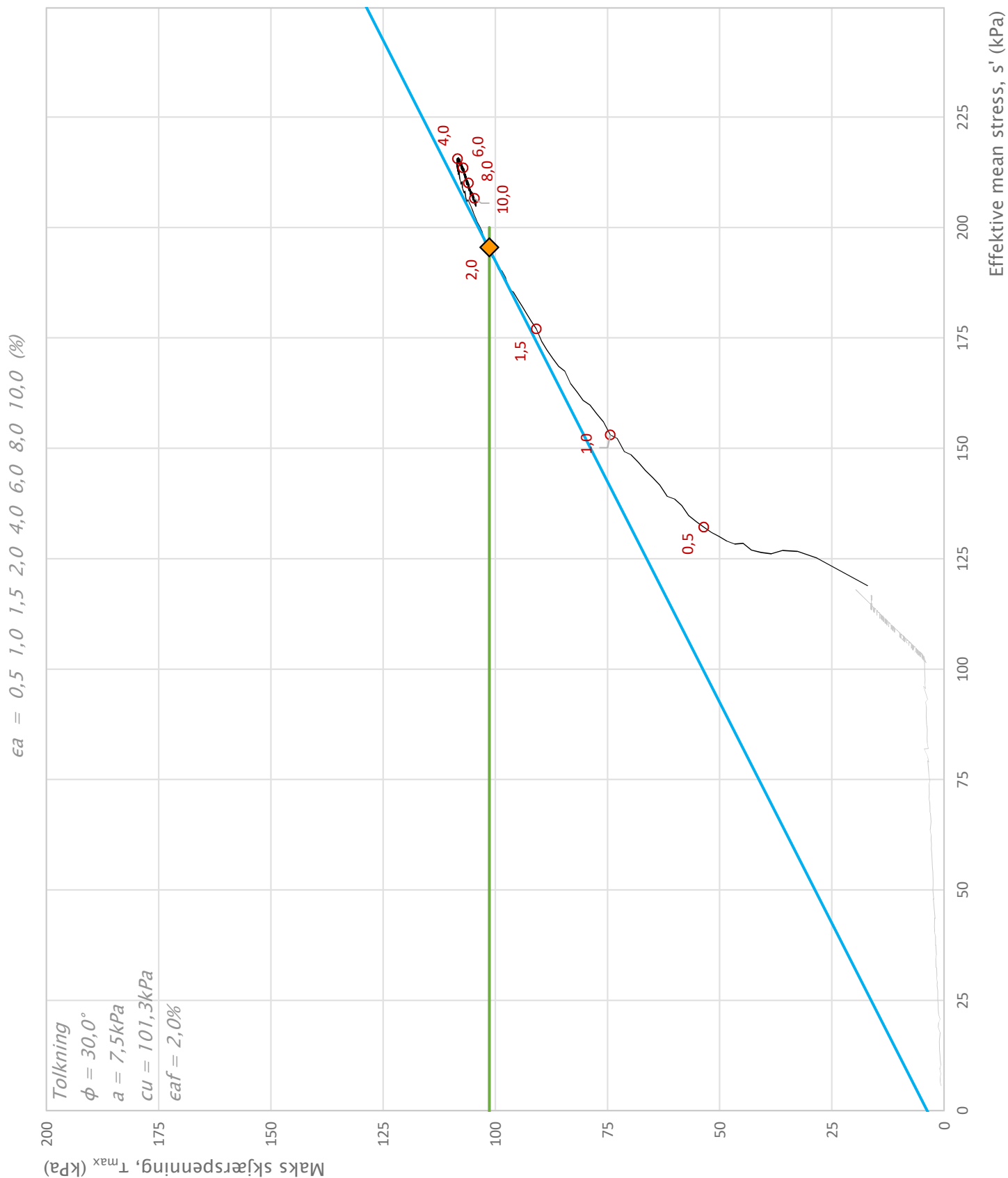
Prosjekt	Prosjektnummer: 10213062. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00			Borhull	2
Leirfossvegen 71					
Innhold	Spenningssti i skjærfase, s' - τ plott (MIT), med tolkning			Dybde (m)	9,40
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype	
	mash	vt	KONK	CAUc	
	Kontor	Dato utført	Revisjon	RIG-TEG	450.9
Trondheim	25.10.2019	0 Rev. dato 14.11.2019			



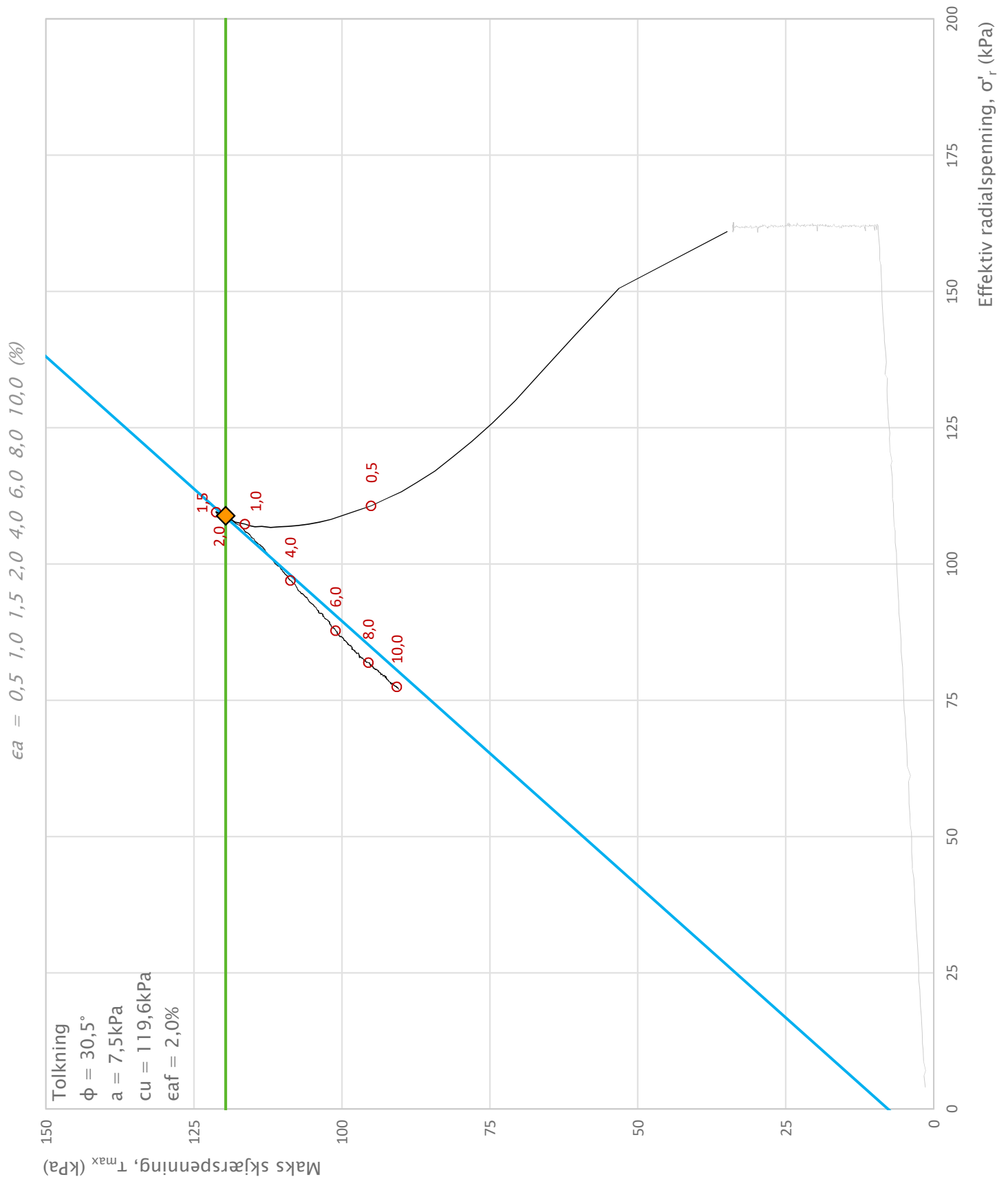
Prosjekt	Prosjektnummer: 10213062. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00			Borhull	4
Innhold	Spenningssti i skjærfase, σ'_r - τ plott (NTNU), med tolkning			Dybde (m)	7,25
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype	
	mash	vt	KONK	CAUc	
	Kontor	Dato utført	Revisjon	RIG-TEG	451.7
	Trondheim	23.10.2019	0 Rev. dato 14.11.2019		



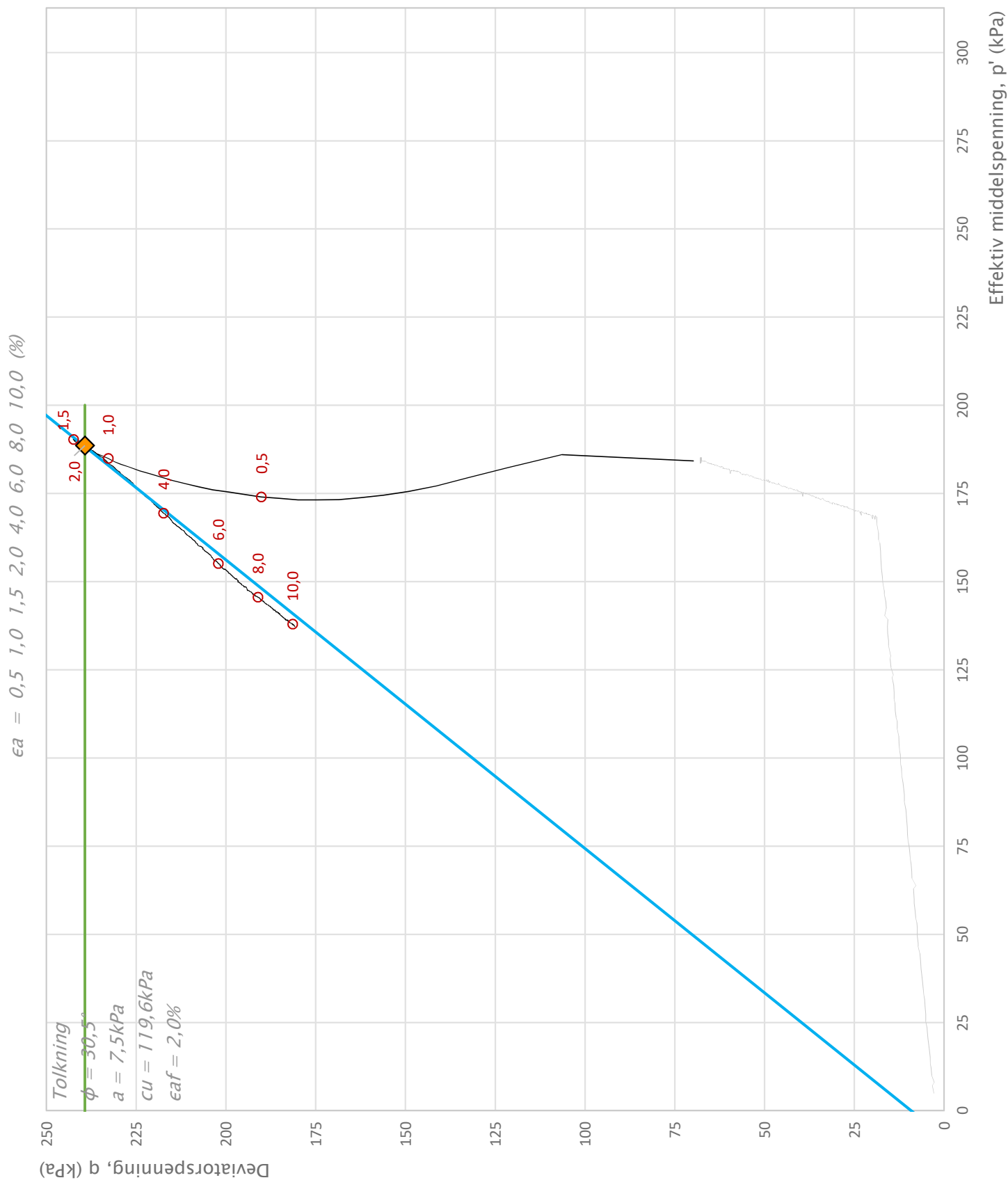
Prosjekt	Prosjektnummer: 10213062. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00			Borhull	4
Leirfossvegen 71					
Innhold	Spenningssti i skjærfase, p'-q plott, med tolkning			Dybde (m)	7,25
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype	
	mash	vt	KONK	CAUc	
	Kontor	Dato utført	Revisjon	RIG-TEG	451.8
Trondheim	23.10.2019	0 Rev. dato 14.11.2019			



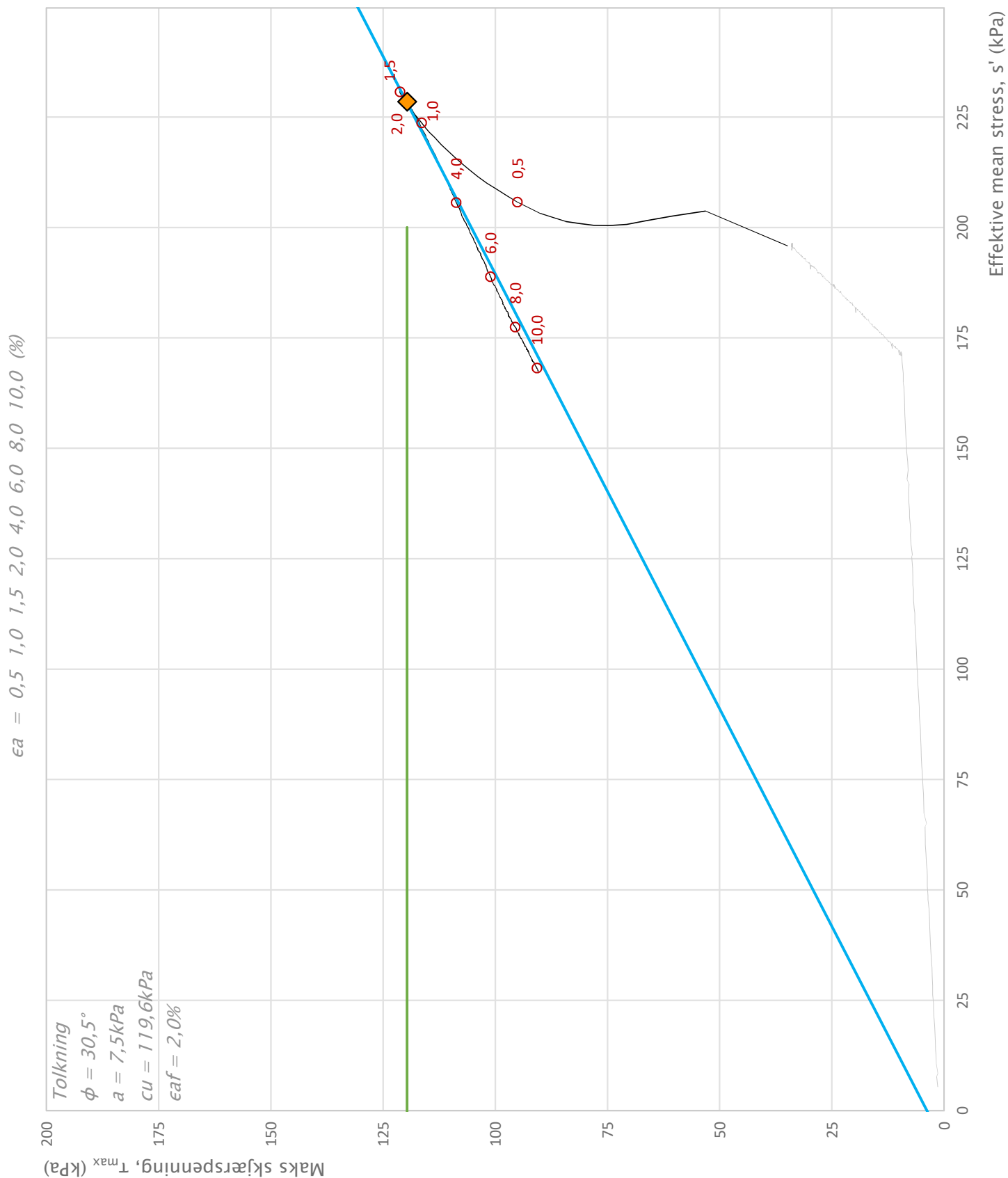
Prosjekt			Prosjektnummer: 10213062. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00		Borhull
Leirfossvegen 71					4
Innhold			Spenningssti i skjærfase, s' - τ plott (MIT), med tolkning		Dybde (m)
					7,25
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype	
	mash	vt	KONK	CAUc	
	Kontor	Dato utført	Revisjon	RIG-TEG	451.9
	Trondheim	23.10.2019	0 Rev. dato 14.11.2019		



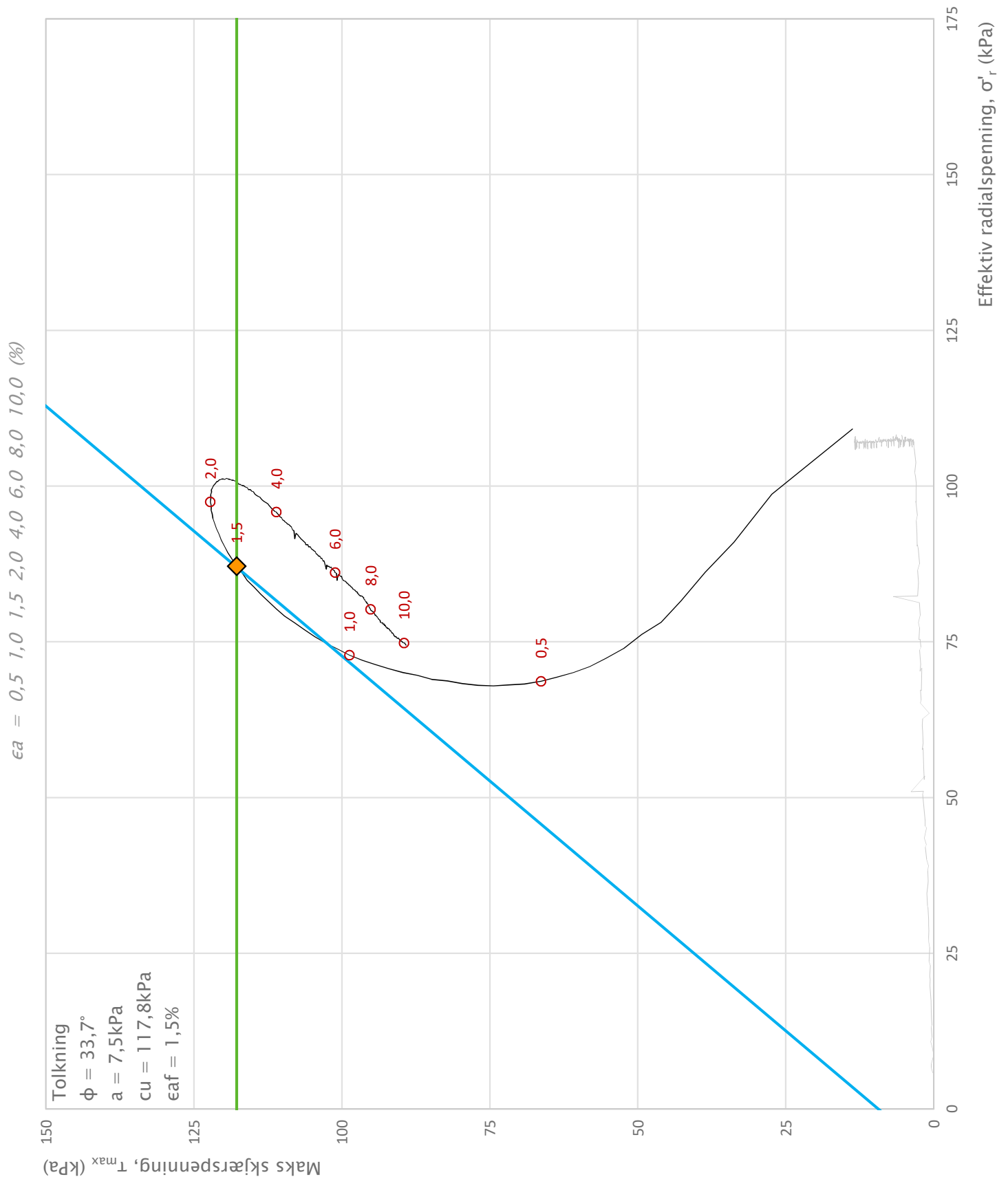
Prosjekt Leirfossvegen 71			Prosjektnummer: 10213062. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00		Borhull 4
Innhold Spenningssti i skjærfase, σ'_r - τ plott (NTNU), med tolkning					Dybde (m) 13,25
Multiconsult	Utført mash	Kontrollert vt	Godkjent KONK		Forsøkstype CAUc
	Kontor Trondheim	Dato utført 23.10.2019	Revisjon 0 Rev. dato 14.11.2019		RIG-TEG 452.7



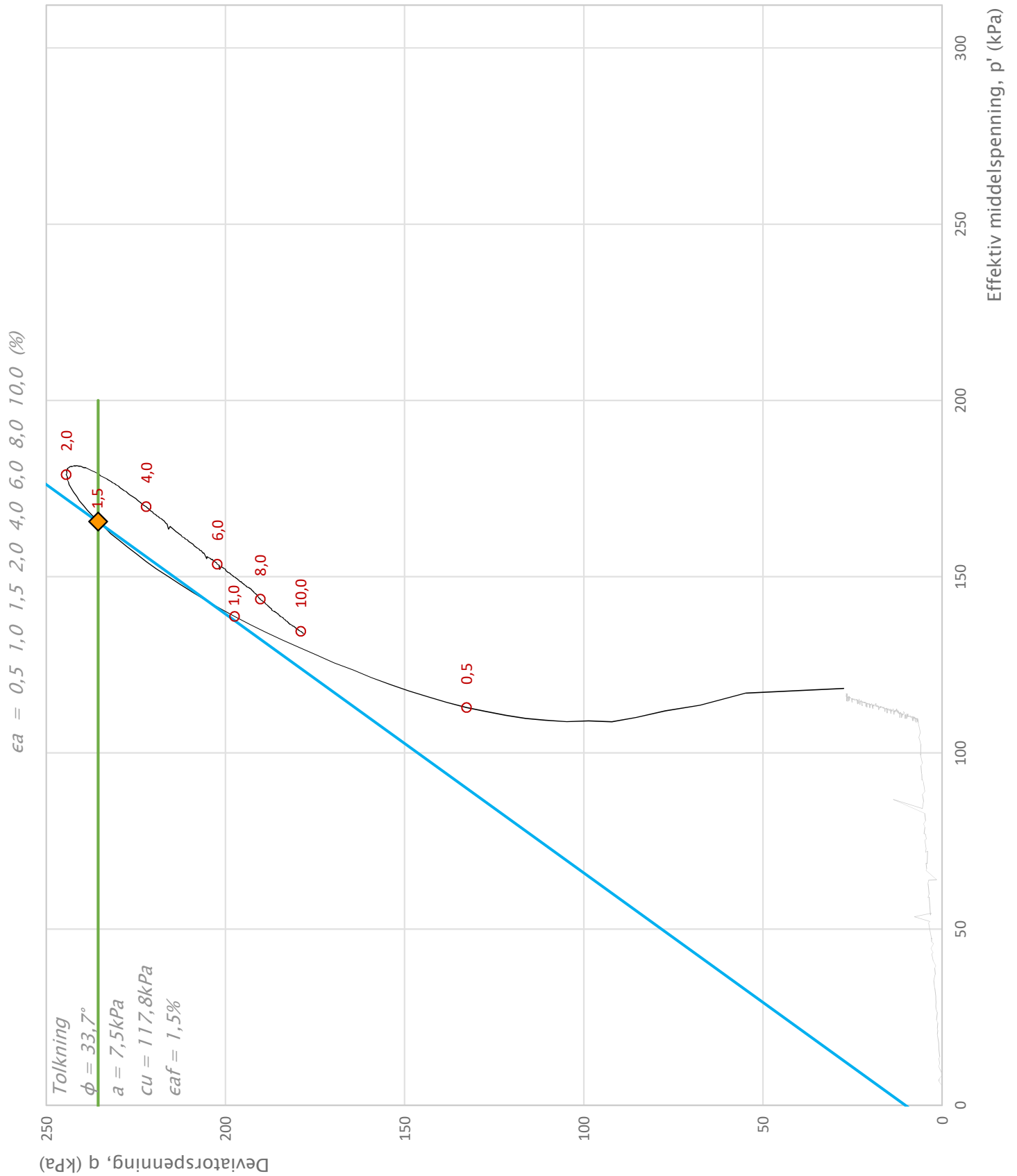
Prosjekt Leirfossvegen 71			Prosjektnummer: 10213062. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00		Borhull 4
Innhold Spenningssti i skjærfase, p'-q plott, med tolkning					Dybde (m) 13,25
Multiconsult	Utført mash	Kontrollert vt	Godkjent KONK		Forsøkstype CAUc
	Kontor Trondheim	Dato utført 23.10.2019	Revisjon 0	Rev. dato 14.11.2019	RIG-TEG 452.8



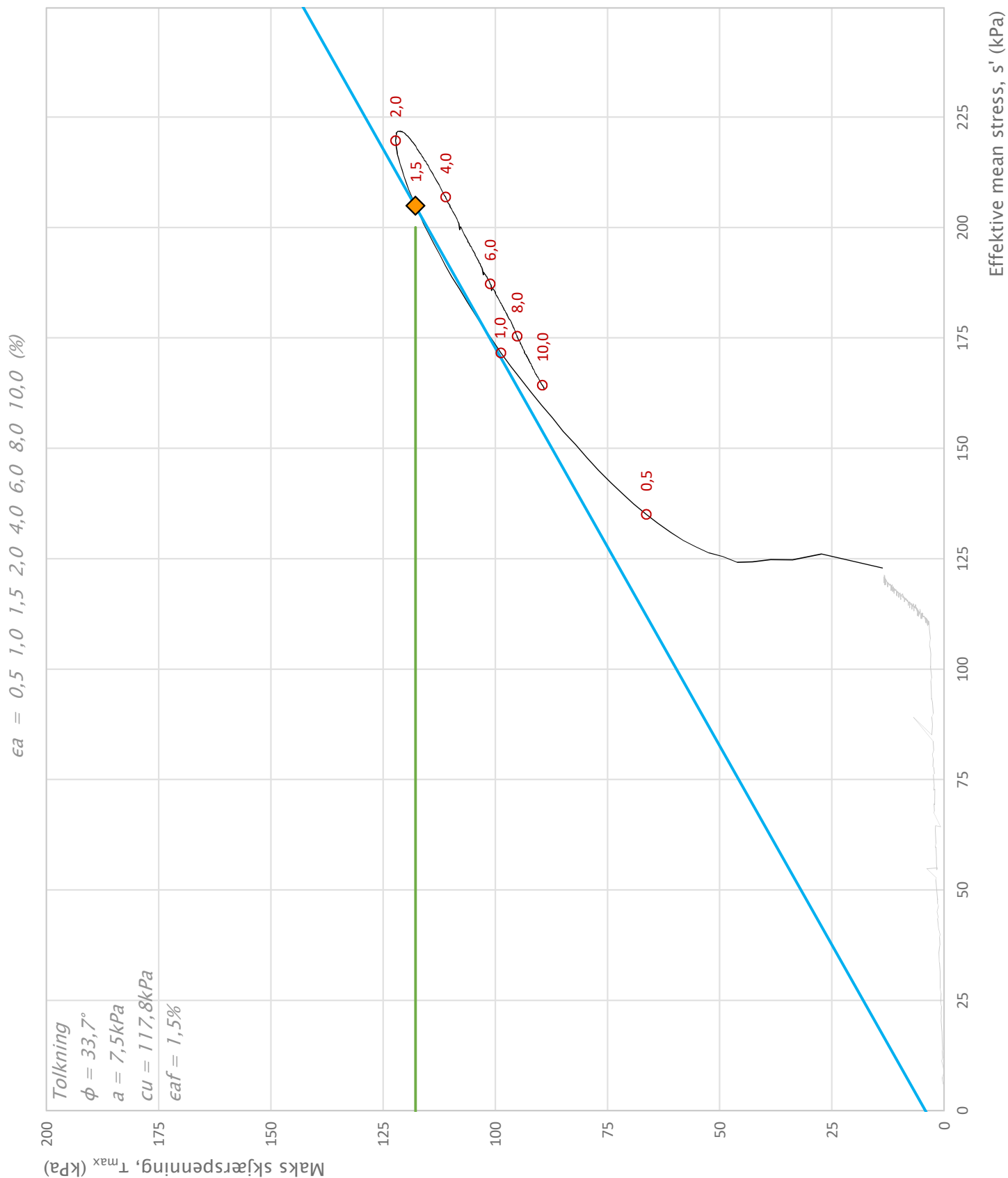
Prosjekt	Prosjektnummer: 10213062. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00			Borhull	4
Leirfossvegen 71					
Innhold	Spenningssti i skjærfase, s' - τ plott (MIT), med tolkning			Dybde (m)	13,25
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype	
	mash	vt	KONK	CAUc	
	Kontor	Dato utført	Revisjon	RIG-TEG	452.9
Trondheim	23.10.2019	0	Rev. dato		
			14.11.2019		



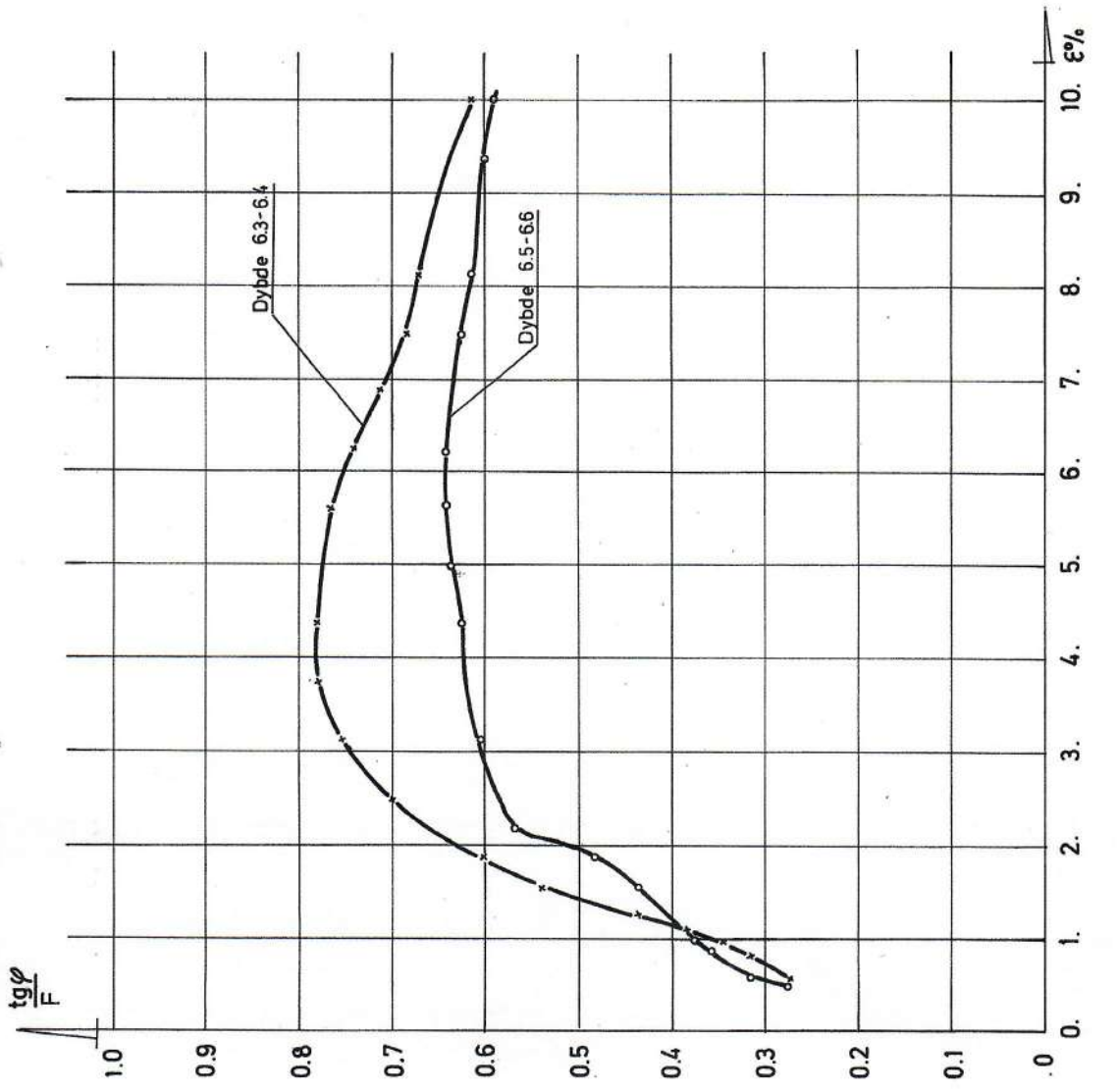
Prosjekt	Prosjektnummer: 10213062. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00			Borhull	7	
Leirfossvegen 71					Dybde (m)	8,35
Innhold					Spenningssti i skjærfase, σ_r - τ plott (NTNU), med tolkning	
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype		
	mash	vt	KONK	CAUc		
	Kontor	Dato utført	Revisjon	RIG-TEG	453.7	
Trondheim		23.10.2019	Rev. dato	14.11.2019		



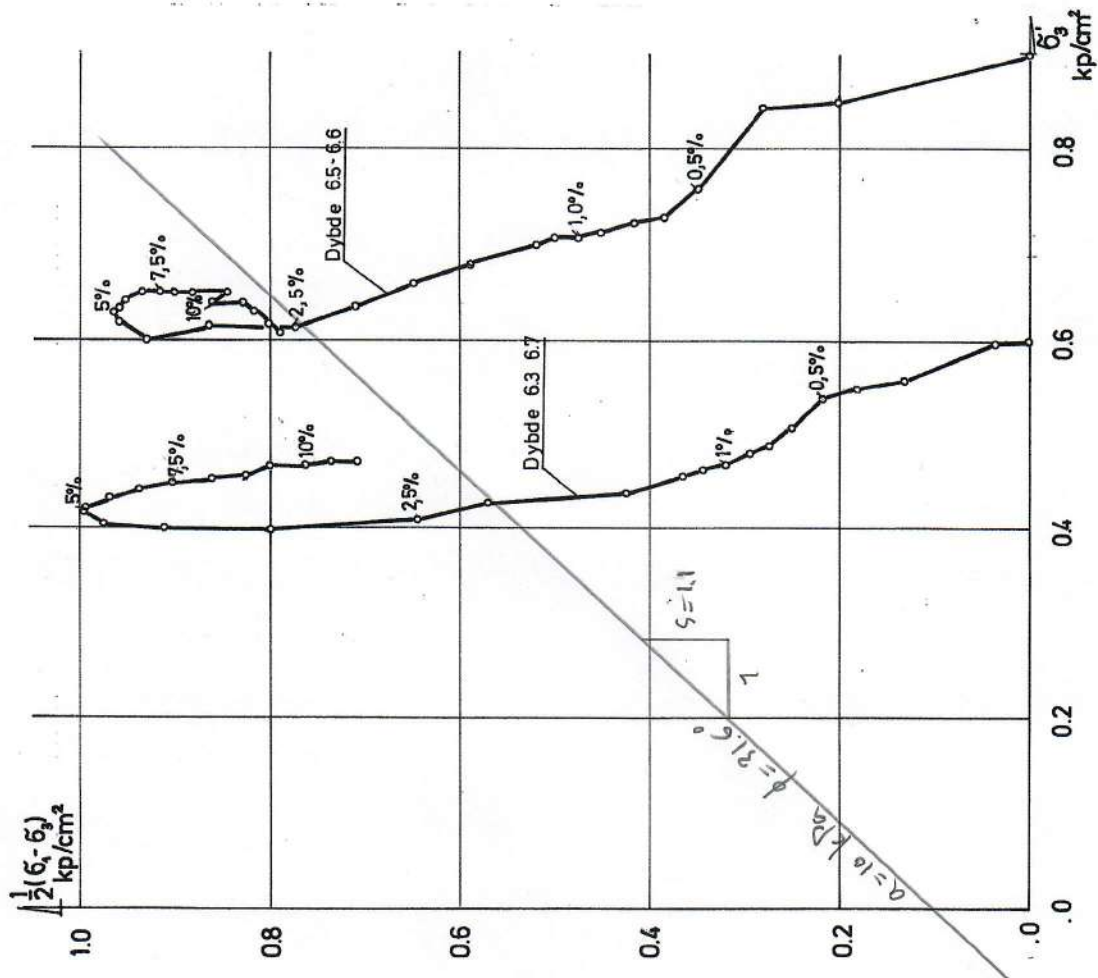
Prosjekt Leirfossvegen 71			Prosjektnummer: 10213062. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00		Borhull 7
Innhold Spenningssti i skjærfase, p'-q plott, med tolkning			Dybde (m) 8,35		
Multiconsult	Utført mash	Kontrollert vt	Godkjent KONK		Forsøkstype CAUc
	Kontor Trondheim	Dato utført 23.10.2019	Revisjon 0 Rev. dato 14.11.2019		RIG-TEG 453.8



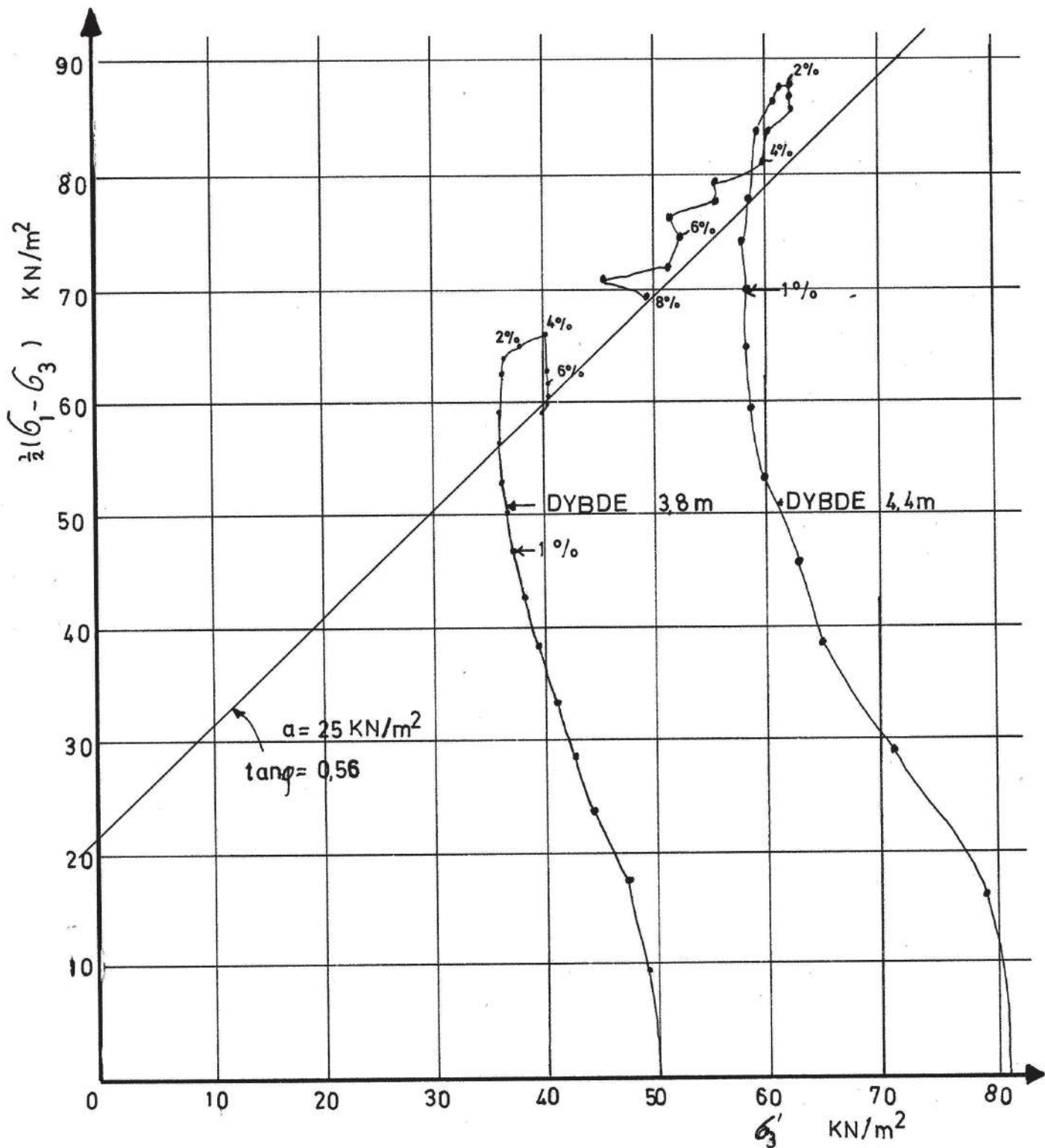
Prosjekt Leirfossvegen 71			Prosjektnummer: 10213062. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00		Borhull 7
Innhold Spenningssti i skjærfase, s' - τ plott (MIT), med tolkning					Dybde (m) 8,35
Multiconsult	Utført mash	Kontrollert vt	Godkjent KONK		Forsøkstype CAUc
	Kontor Trondheim	Dato utført 23.10.2019	Revisjon 0 Rev. dato 14.11.2019		RIG-TEG 453.9



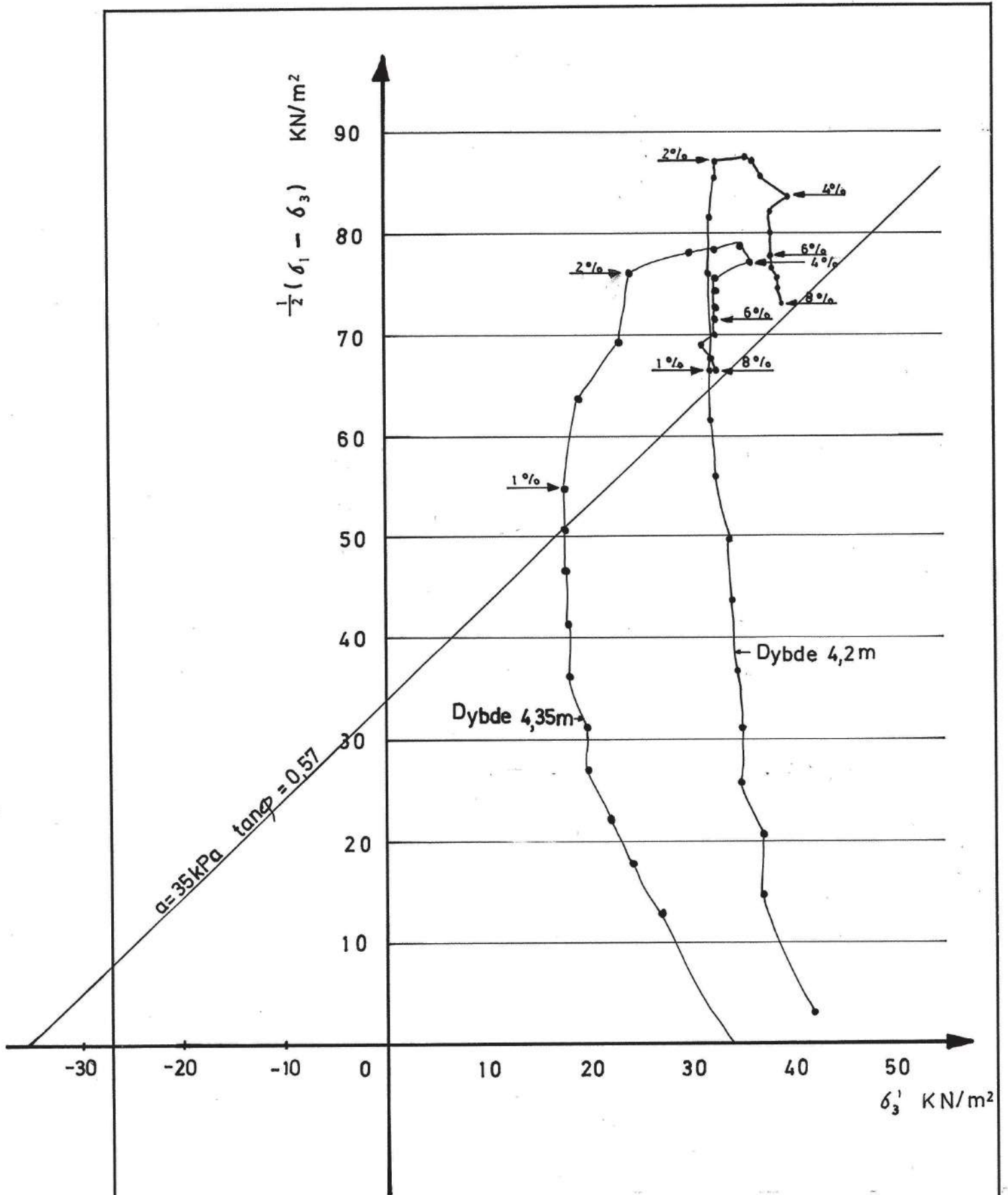
$\alpha = 2.0 \text{ kp/cm}^2$



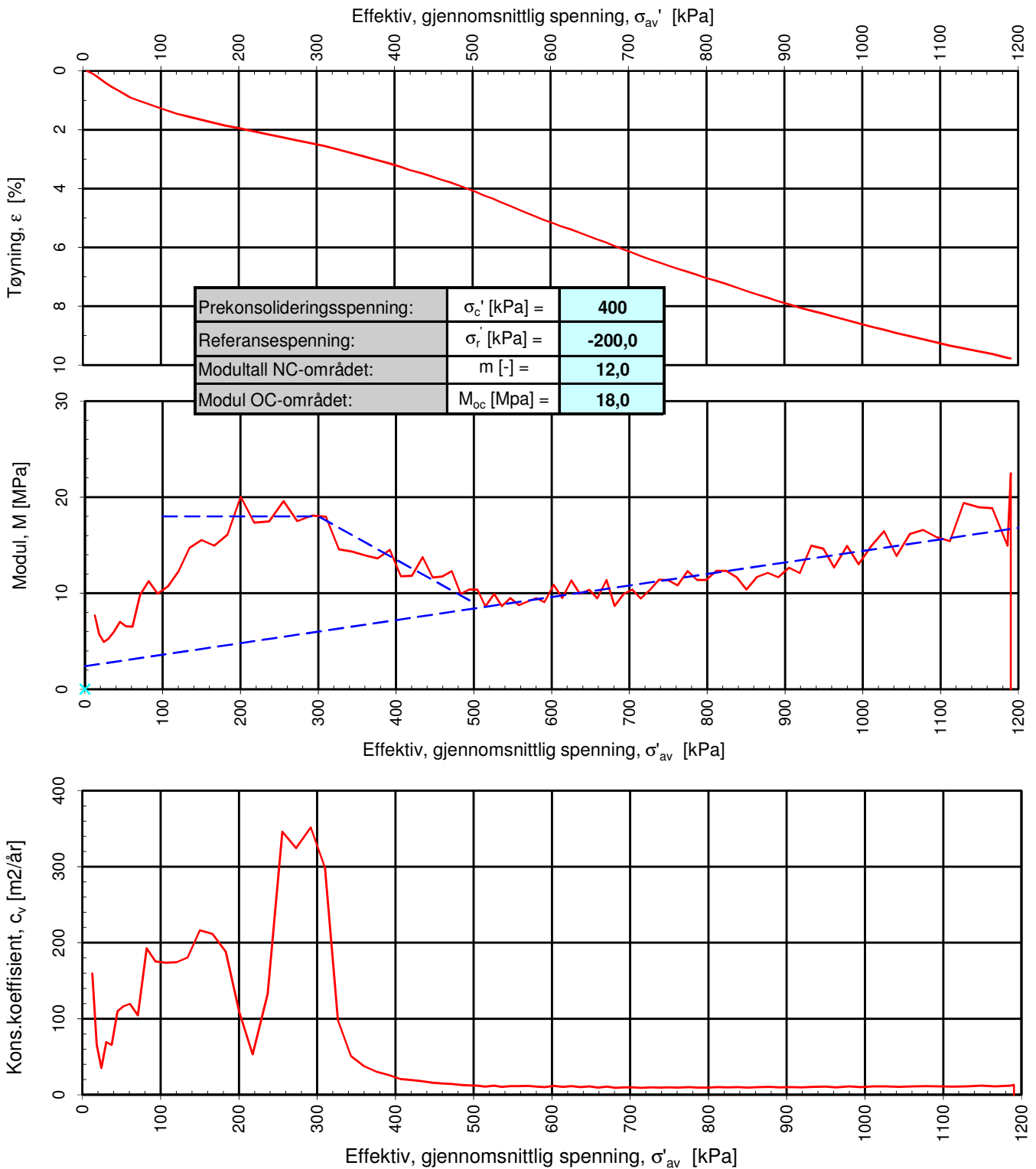
LEIREGGEN R.518
 TRIAKSIALFORSØK BORING 1
 PR.NR. 1,2



BOLIGFELT ELVELY TRIAKSIALFORSØK BORING 1	MÅLESTOKK:
	TEGN. AV: U.Q.E.
TRONDHEIM KOMMUNE GEOTEKNISK SEKSJON	DATO: 09.06.82.
	KONTR.:
	RAPP. NR.:
	BILAG: 12



TRONDHEIM KOMMUNE GEOTEKNISK SEKSJON	ELVELY		MÅLESTOKK	
	TRIAKSIALFORSØK BORING 4		TEGNET AV P.D.	RAPP NR. 597
			DATO 23.8.82	BILAG 13



Densitet ρ (g/cm³): **2,06**
 Vanninnhold w (%): **23,90**

Effektivt overlagingstrykk, σ_{vo}' (kPa): **75,48**

BTV-eiendom AS
Leirfossvegen 71

Tegningens filnavn:
 10213062-RIG-TEG-400_h4, d7,40m

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Tolkning: $\sigma_{av}' - \epsilon_a, M$ og c_v .

MULTICONSULT
NORGE AS
 Sluppenvegen 15,
 7486 TRONDHEIM
 Tlf.: 73 10 62 00
 Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:
 23.10.2019

Dybde, z (m):
 7,40

Borpunkt nr.:
 4

Forsøknr.:
 1

Tegnet av:
 mash

Kontrollert:
 vt

Oppdrag nr.:
 10213062

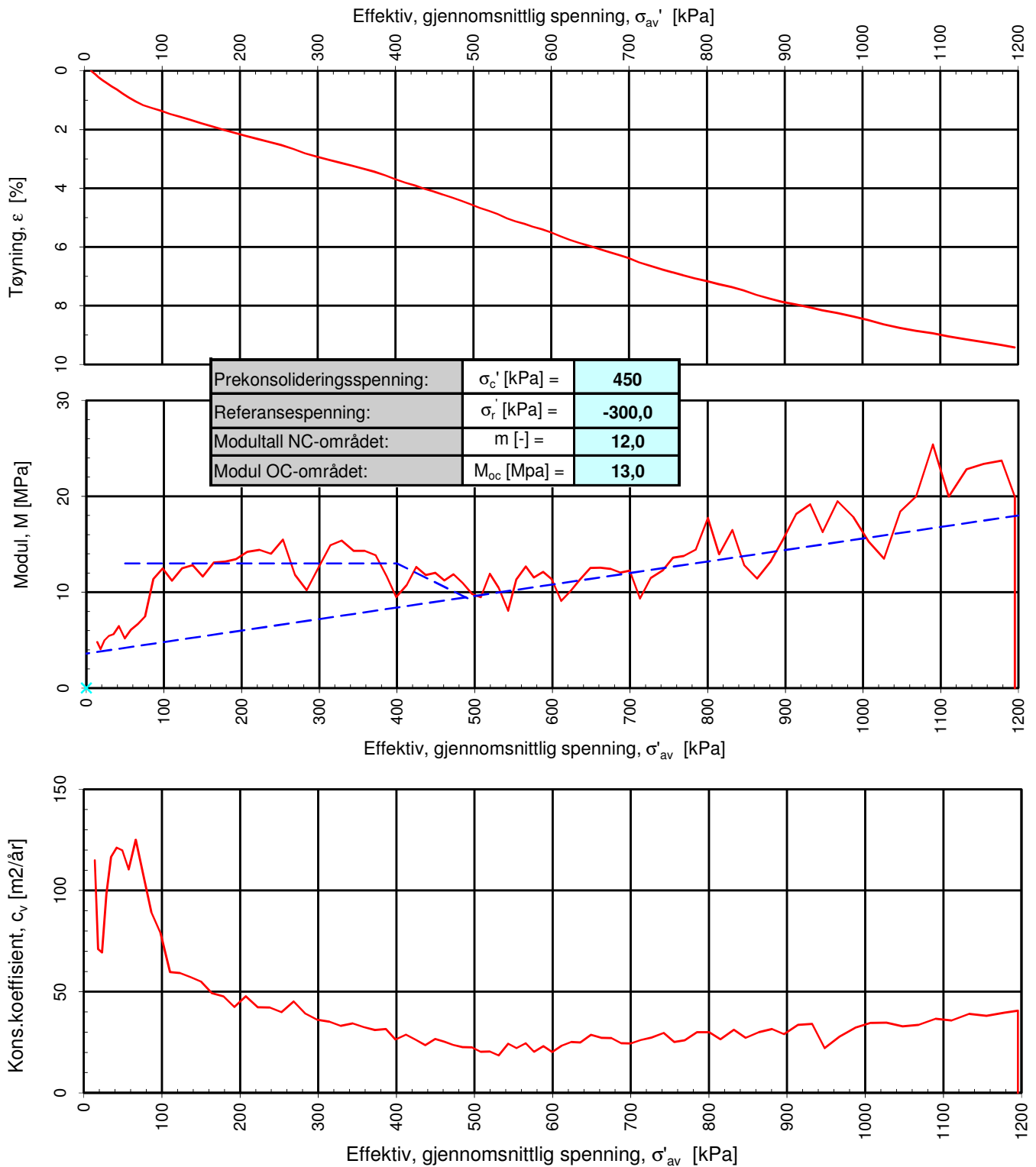
Tegning nr.:
 RIG-TEG-400.3

Prosedyre:
 CRS

Multiconsult

Godkjent:
 KONK

Programrevisjon:
 16.07.2018



Densitet ρ (g/cm³): **2,06**
 Vanninnhold w (%): **24,00**

Effektivt overlagingstrykk, σ'_{vo} (kPa): **137,70**

BTV-eiendom AS
Leirfossvegen 71

Tegningens filnavn:
 10213062-RIG-TEG-401_h4, d13.50m

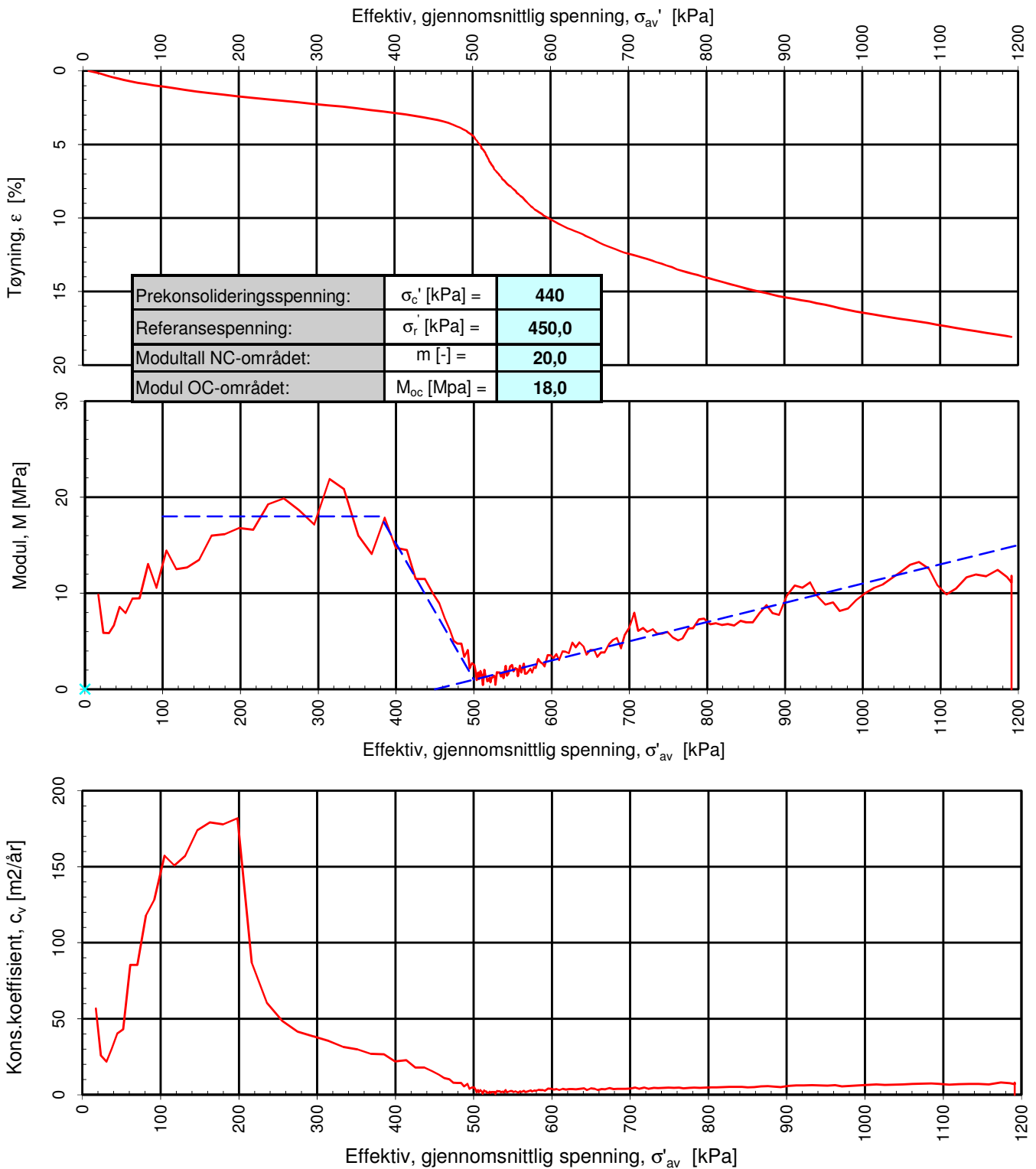
Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Tolkning: σ'_{av} - ϵ_a , M og c_v .

MULTICONSULT
NORGE AS
 Sluppenvegen 15,
 7486 TRONDHEIM
 Tlf.: 73 10 62 00
 Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato: 23.10.2019	Dybde, z (m): 13,50	Borpunkt nr.: 4
Forsøknr.: 2	Tegnet av: mash	Kontrollert: vt
Oppdrag nr.: 10213062	Tegning nr.: RIG-TEG-401.3	Prosedyre: CRS

Multiconsult

Godkjent:
KONK
 Programrevisjon:
 16.07.2018



Densitet ρ (g/cm³): **2,09**
 Vanninnhold w (%): **25,90**

Effektivt overlagingstrykk, σ'_{vo} (kPa): **89,78**

BTV-eiendom AS
Leirfossvegen 71

Tegningens filnavn:
 10213062-RIG-TEG-402_h7, d8,55m

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Tolkning: σ'_{av} - ϵ_a , M og c_v .

MULTICONSULT
NORGE AS

Sluppenvegen 15,
 7486 TRONDHEIM
 Tlf.: 73 10 62 00
 Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:
 28.10.2019

Dybde, z (m):
 8,55

Borpunkt nr.:
 7

Forsøknr.:
 3

Tegnet av:
 mash

Kontrollert:
 vt

Oppdrag nr.:
 10213062

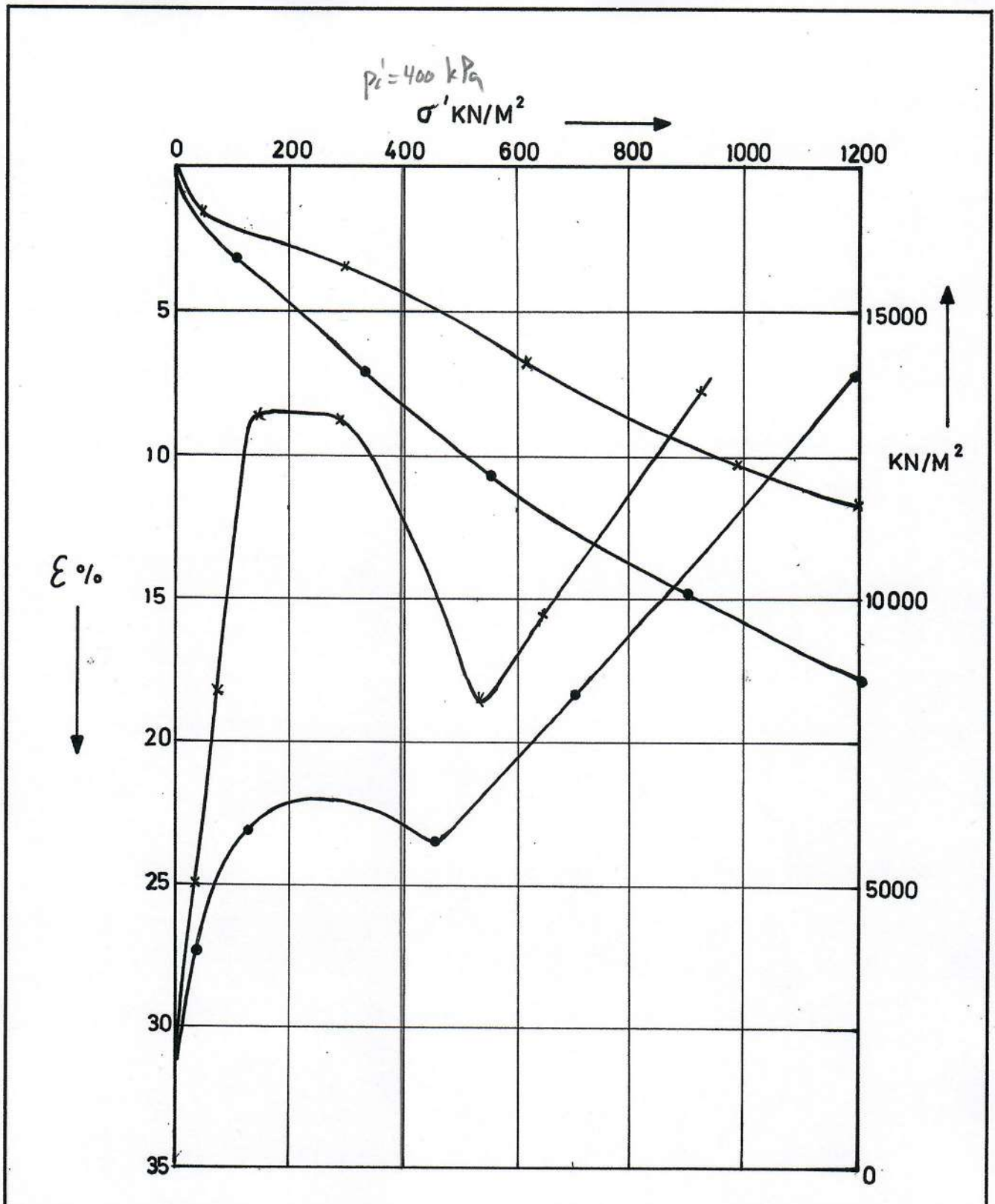
Tegning nr.:
 RIG-TEG-402.3

Prosedyre:
 CRS

Multiconsult

Godkjent:
 KONK

Programrevisjon:
 16.07.2018



x	$P_o' = 65 \text{ KN/M}^2$	$P_c' = \approx 500 \text{ KN/M}^2$	m = 15
•	$P_o' = 130 \text{ KN/M}^2$	$P_c' = \approx 450 \text{ KN/M}^2$	m = 11

TRONDHEIM KOMMUNE GEOTEKNISK SEKSJON	ELVELY	MÅLESTOKK	
	ØDOMETERFORSØK x Dybde = 4,35m • - " - = 11,40m	TEGNET AV K.T.	RAPP NR. 597
		DATO 28/12..82	BILAG 14