
RAPPORT

Kregnesbakken

OPPDRAKSGIVER

Melhus kommune

EMNE

Geoteknisk vurderingsrapport

DATO / REVISJON: 22. november 2019 / 00

DOKUMENTKODE: 10206445-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

PPDRAG	Kregnesbakken	DOKUMENTKODE	10206445-RIG-RAP-002
EMNE	Geoteknisk vurderingsrapport	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Melhus kommune	OPPDRAGSLEDER	Tore Jensås/Stine Ruud
KONTAKTPERSON	Caroline Mevik	UTARBEIDET AV	Øyvind Andersen/ Tore Jensås
KOORDINATER	SONE: 32 ØST: 562607 NORD: 7012376	ANSVARLIG ENHET	10234011 Geoteknikk Midt
GNR./BNR./SNR.	49/4, 50/2, 49/9, 50/1, 48/7 Melhus kommune		

SAMMENDRAG

Melhus kommune ønsker en utbedring av Kregnesbakken som er en del av kommunalvegen Kregnesvegen (Kv.2016). Dagens veg opp Kregnesbakken tilfredsstillende ikke krav til kommunens- eller standard vegnorm. Det er et ønske om økt tillatt aksiallast, og breddeutvidelse. Planlagt veglinje som skal opprustes er på ca. 900 meter og stiger fra ca. kote + 31 til kote +141. Vegstrekningen er bratt med en gjennomsnittlig stigning på ca. 1:8. Terrenget faller generelt sørøstover med helning mellom 1:2,3 og 1:2,5, og vegstrekningen skjærer langs denne. Planområdet ligger delvis i kvikkleiresone «447 Kregnes», med faregrad «middels» og risikoklasse 3.

Multiconsult Norge AS er engasjert av Melhus kommune for å utføre grunnundersøkelser og geoteknisk bistand i forbindelse med utarbeidelse av reguleringsplanen. Geotekniske grunnundersøkelser utført høsten 2019 har stedvis påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale i og ved planlagt veg. Sikkerhet mot skred og geoteknisk bebyggbarhet må dokumenteres for planområdet. Foreliggende rapport presenterer geotekniske vurderinger av stabilitet, skredfare og myndighetskrav, og det er i den forbindelse utført stabilitetsberegninger i kritiske profiler langs strekningen.

Myndighetskrav

Iht. NVEs kvikkleireveileder faller tiltaket under tiltakskategori **K1** i nedre deler av skråningen opp til ca. PR. 240. For den øvre delen faller tiltaket i **K2**. For den gjeldende kvikkleiresones faregradsklasse stiller NVE veileder 7/2014 krav til enten en beregnet absolutt sikkerhetsfaktor mot utglidning eller «ikke forverring» av områdestabilitet. For de nedre områdene, viser utførte stabilitetsberegninger tilstrekkelig sikkerhet mot utglidning, mens for de øvre områdene må veggen bygges med lette masser for å tilfredsstillende kravene.

Områdestabilitet langs strekningen

Beregninger viser at områdestabiliteten i svært liten grad blir påvirket av planlagt tiltak, bortsett fra ca. mellom PR.750-810. Beregninger viser behov for nedplanering av terreng i skråning over planlagt veg for å dokumentere «ikke forverring».

Lokalstabilitet langs strekningen

Beregninger av lokal stabilitet, dvs. der glidesirkler direkte blir påvirket av planlagt tiltak, viser en ikke tilfredsstillende sikkerhet iht. NVEs kvikkleireveileder. Dette gjelder for stabilitetsberegninger gjort i profil B-B og C-C og vurderes til å gjelde for omtrent øvre 2/3 av bakken. Her må veggen bygges opp med lette masser slik at kravene tilfredsstillende.

Geotekniske vurderinger

I øvre lag består løsmasser stort sett av ikke-sensitiv leire og tørrskorpeleire, med innskutte lag av silt og sand. Kvikkleire og sprøbruddmateriale er påvist under planlagt veg i ca. 10-12 m dybde, og mektighet av laget er vurdert å være inntil 20 meter. Skjæringer og fyllinger planlegges med maksimal helning 1:1,5, foruten skjæring mellom ca. PR.750 og PR.810 som må anlegges med 1:2. På grunn av det bratte sideterrenget må det tas ut en fortanning i fyllingsfoten iht. Statens vegvesens håndbok N200. I fyllinger benyttes høykvalitets fyllmasser som f.eks sprengstein eller lette masser med tilsvarende kvalitet, mens det i skjæringer må plastres for å hindre erosjon. Alternativt kan det benyttes skråningsdrenering med pukkfylte grøfter.

Lomme med bløte masser ca. ved PR. 750-810

Etter 180° sving i toppen, ca. mellom PR. 750-810 går planlagt veg fra en større fylling til skjæring mot vest. Utførte grunnundersøkelser viser en relativt grunn lomme av meget bløt leire, og med sprøbruddegenskaper i dette området. Planlagt veglinje antas å skjære inn i denne forekomsten. Det må derfor graves seksjonsvis, med seksjonslengder maks 10 meter i vegens lengderetning. Det kan bli behov for å forsterke graveplanum med geonett.

Multiconsult Norge AS vurderer at tiltaket som beskrevet i reguleringsforslaget har tilstrekkelig sikkerhet mot skred og er bebyggbar i henhold til gjeldende lover og forskrifter, under forutsetninger av at angitte tiltak og retningslinjer i denne rapporten blir fulgt.

			<i>OgA</i>	<i>KONK</i>	<i>ARV</i>
00	22.11.2019	Utarbeidelse av geoteknisk vurderingsrapport	Øyvind Andersen Tore Jensås	Konstantinos Kalomoiris	Arne Vik
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	6
2	Grunnlag.....	7
2.1	Geotekniske rapporter.....	7
2.1.1	Grunnundersøkelser for aktuell reguleringsplan	7
2.1.2	Tidligere grunnundersøkelser- og vurderingsrapporter	7
2.2	Øvrig grunnlag	7
3	Topografi og grunnforhold	9
3.1	Topografi og områdebeskrivelse.....	9
3.2	Kvartærgeologi og løsmasser.....	9
3.3	Grunnvann	10
4	Fare for skred	11
4.1	Kvikkleire.....	11
4.2	Snøskred	11
4.3	Jord- og flomskred	12
4.4	Erosjonskartlegging.....	13
4.4.1	Gaula	13
4.4.2	Ravinedaler/bekkedaler	13
5	Sikkerhetsprinsipper	14
6	Stabilitetsberegninger	15
6.1	Generelt	15
6.2	Materialparametere	15
6.3	Resultater	15
6.3.1	Beregningsprofil A-A	15
6.3.2	Beregningsprofil B-B	16
6.3.3	Beregningsprofil C-C	17
7	Geotekniske vurderinger for reguleringsplanen	19
7.1	Generelt	19
7.2	Fare for snøskred	19
7.3	Fare for flom, jord- og flomskred.....	19
7.4	Erosjon i kvikkleire/sprøbruddmateriale	19
7.5	Erosjon og sikring i skjæringer og fyllinger	20
7.6	Avgrensning av løsneområder	20
7.6.1	Potensielt bakovergripende skred fra Gaulas yttersving	20
7.6.2	Potensielt bakovergripende skred i Profil B	20
7.7	Bratt skråning i sør	20
7.8	Områdestabilitet langs vegstrekningen	21
7.9	Lokalstabilitet langs vegstrekningen.....	21
7.10	Bruk av lette masser	22
7.11	Generelle retningslinjer for graving og fylling.....	22
7.12	Graving i sprøbruddmateriale.....	23
7.13	Nedplanering	23
7.14	Setninger.....	23
7.15	Mellomlagring og gjenbruk av overskuddsmasser.....	23
8	Kritiske momenter	24
9	Referanser	24

TEGNINGER

10206445-RIG-TEG	-000	Oversiktskart
	-002.1	Situasjonsplan med klassifisering av borpunkt og profiler, Del 1
	-002.2	Situasjonsplan med klassifisering av borpunkt og profiler, Del 2
	-400.3	Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Tolkning σ_v' - ϵ_a , M og cv, BP4 d12.45
	-401.3	Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Tolkning σ_v' - ϵ_a , M og cv, BP5 d10.5
	-402.3	Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Tolkning σ_v' - ϵ_a , M og cv, BP5 d15.95
	-450.7	Spenningssti i skjærfase NTNU plott, med tolkning, BP4 d12.3
	-450.8	Spenningssti i skjærfase NGI plott, med tolkning, BP4 d12.3
	-451.7	Spenningssti i skjærfase NTNU plott, med tolkning, BP5 d4.50
	-451.8	Spenningssti i skjærfase NGI plott, med tolkning, BP5 d4.50
	-452.7	Spenningssti i skjærfase NTNU plott, med tolkning, BP5 d16.0
	-452.8	Spenningssti i skjærfase NGI plott, med tolkning, BP5 d16.0
	-453.7	Spenningssti i skjærfase NTNU plott, med tolkning, BP9 d4.42
	-454.8	Spenningssti i skjærfase NGI plott, med tolkning, BP9 d4.42
	-500.5	Prekonsolideringstrykk BP 3
	-500.6	Overkonsolideringsgrad OCR BP 3
	-500.7	Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet BP 3
	-501.5	Prekonsolideringstrykk BP 4
	-501.6	Overkonsolideringsgrad OCR BP 4
	-501.7	Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet BP 4
	-502.5	Prekonsolideringstrykk BP 5
	-502.6	Overkonsolideringsgrad OCR BP 5
	-502.7	Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet BP 5
	-503.5	Prekonsolideringstrykk BP 8
	-503.6	Overkonsolideringsgrad OCR BP 8
	-503.7	Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet BP 8
	-504.5	Prekonsolideringstrykk BP9
	-504.6	Overkonsolideringsgrad OCR BP 9
	-504.7	Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet BP 9
	-505.5	Prekonsolideringstrykk BP 11
	-505.6	Overkonsolideringsgrad OCR BP 11
	-505.7	Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet BP 11
	-550	C-profil bunn profil A-A, aktiv udrenert skjærfasthet Cu_A
	-700	Tolket lagdeling, Profil A-A
	-701	Tolket lagdeling, Profil B-B
	-702	Tolket lagdeling, Profil C-C
	-800.1	Profil A-A Stabilitetsberegning, ADP analyse etter tiltak
	-800.2	Profil A-A Stabilitetsberegning, A-phi analyse etter tiltak
	-801.1	Profil B-B Stabilitetsberegning, ADP analyse etter tiltak
	-801.2	Profil B-B Stabilitetsberegning, A-phi analyse etter tiltak
	-802.1	Profil C-C Stabilitetsberegning, ADP analyse etter tiltak
	-802.2	Profil C-C Stabilitetsberegning, A-phi analyse etter tiltak
	-802.3	Profil C-C Stabilitetsberegning, ADP analyse før tiltak

VEDLEGG

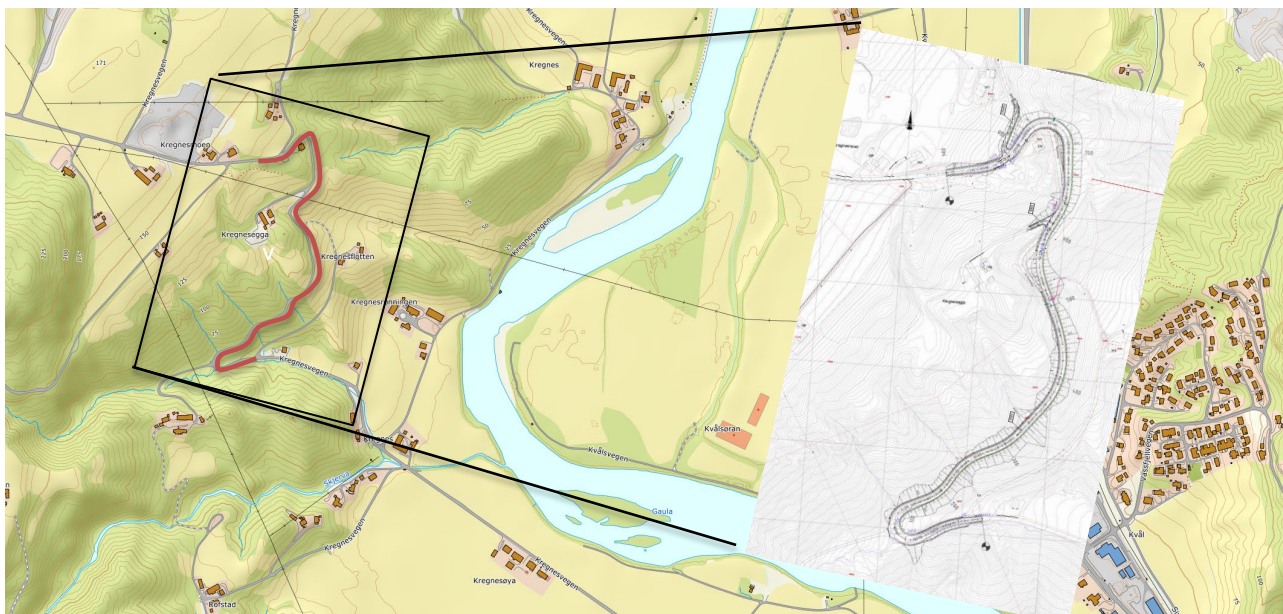
- A. Sikkerhetsprinsipper
- B. Materialparametere
- C. Stabilitetsberegninger

1 Innledning

Multiconsult Norge AS er engasjert av Melhus kommune som geoteknisk rådgiver ved detaljreguleringen av Kregnesbakken, som er en del av Kregnesvegen (Kv 2016). Dagens veg opp Kregnesbakken tilfredsstiller ikke kommunens- eller standard vegnorm. Veggen planlegges slik at veien kan utvides til en totalbredde på ca.7 meter og tillatt aksiallast økes fra 8 til 10 tonn.

Planområdet ligger innenfor registrert kvikkleiresone «447 Kregnes». Planen må derfor evalueres i henhold til NVEs retningslinjer 2/2011, [1], og tilhørende veileder 7/2014, [2], slik at det tilfredsstiller TEK 17 §7, med tanke på rasfare og bebyggbarhet. Det må oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger (flom, stormflo og skred). Planen må utarbeides slik at byggverk, byggegrunn og tilstøtende terreng ikke utsettes for fare, skade eller vesentlig ulempe som følge av tiltaket.

Foreliggende rapport presenterer geotekniske vurderinger av ovennevnte forhold. Dette innebærer også stabilitetsberegninger i kritiske snitt og vurdering av områdestabilitet iht. NVEs retningslinjer 2/2011 og veileder 7/2014.



Figur 1-1: Oversiktsbilde med utsnitt av plantegning vist i figuren. (www.norgeskart.no)

Oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Multiconsults kvalitetssikringssystem/ styringssystem. Systemet er bygd opp med prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for kvalitetsstandard NS-ISO 9001/2015, [3].

2 Grunnlag

2.1 Geotekniske rapporter

2.1.1 Grunnundersøkelser for aktuell reguleringsplan

Som grunnlag for vurderingene gitt i denne rapporten er det hovedsakelig benyttet data fra de geotekniske grunnundersøkelsene Multiconsult Norge AS utførte langs strekningen i august 2019. Resultatene av disse er presentert i datarapport nr. 10206445-RIG-RAP-001 [4].

2.1.2 Tidligere grunnundersøkelses- og vurderingsrapporter

Det er tidligere utført geotekniske grunnundersøkelser i og rundt det aktuelle området. Disse fremgår hovedsakelig av rapporter presentert i Tabell 2-1, for nærmere gjennomgang av tidligere grunnundersøkelser vises det til geoteknisk datarapport 10206445-RIG-RAP-001, [4].

Det har dessuten vært befaringer i forbindelse med ras/utglidninger, samt forprosjekt for aktuell regulering. Relevante rapporter er også presentert i Tabell 2-1.

Tabell 2-1: Tidligere grunnundersøkelser og geotekniske vurderingsrapporter

Ref.	Rapport-nummer	Utført av	År	Oppdragsgiver	Oppdragsnavn/rapportnavn
[4]	10206445-RIG-RAP-001	Multiconsult Norge AS	2019	Melhus kommune	Geoteknisk datarapport
[5]	10206445-TVF-RAP-001	Multiconsult Norge AS	2018	Melhus kommune	Skisseprosjekt Kv.2016 Kregnesvegen
[6]	317-RIG-NOT-001	Multiconsult Norge AS	2016	Melhus kommune	Geoteknisk vurdering av erosjon/ras, Kregnesbakkan
[7]	417360-RIG-NOT-001	Multiconsult Norge AS	2015	Melhus kommune	Geoteknisk vurdering med tanke på oppgradering
[8]	G-not-001_6131428	Rambøll	2013	Melhus Kommune	Utglijing Kregnesbakkan, Melhus kommune – Geoteknisk vurdering
[9]	81075-2	NGI	1990	Statens naturskadefond	Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred
[10]	O.7400 Rapport nr. 1	Kummeneje	1989	Melhus Kommune	Kommunal veg Kregnesbakkan, Kvål

2.2 Øvrig grunnlag

Følgende øvrige tegninger og dokumenter er benyttet som grunnlag for våre vurderinger.

Tabell 2-2: Oversikt over grunnlagsdokumenter

Ref	Tegning/dokument	Tittel/kommentar	Datert
[11]	865 G Tiltaksbeskrivelse	Tiltaksbeskrivelse for erosjonssikring av Gaula ved Storrønningen - Kregnes	03.07.08 og 25.09.09 (dato for befaringer)
[12]	Epost. Fra Caroline Mevik, Melhus kommune	Kregnesvegen – NVE rapport vedlikehold av erosjonssikringsanlegg ved Gaula.	17.09.2019

		Bekreftelse på utført tiltak, med bilder.	
[13]	10206445-04-RIVA-Rapport-01	VA-rapport – Rapport om overvannshåndtering	05.09.2019
-	C-001	Plantegning veglinje. Utarbeidet av Multiconsult.	22.11.2019
-	C-002	Profiltegning veglinje. Utarbeidet av Multiconsult.	22.11.2019
-	F-001	Normalprofil og overbygning, PR. 280 og PR.720. Illustrasjonsplaner. Utarbeidet av Multiconsult.	22.11.2019

3 Topografi og grunnforhold

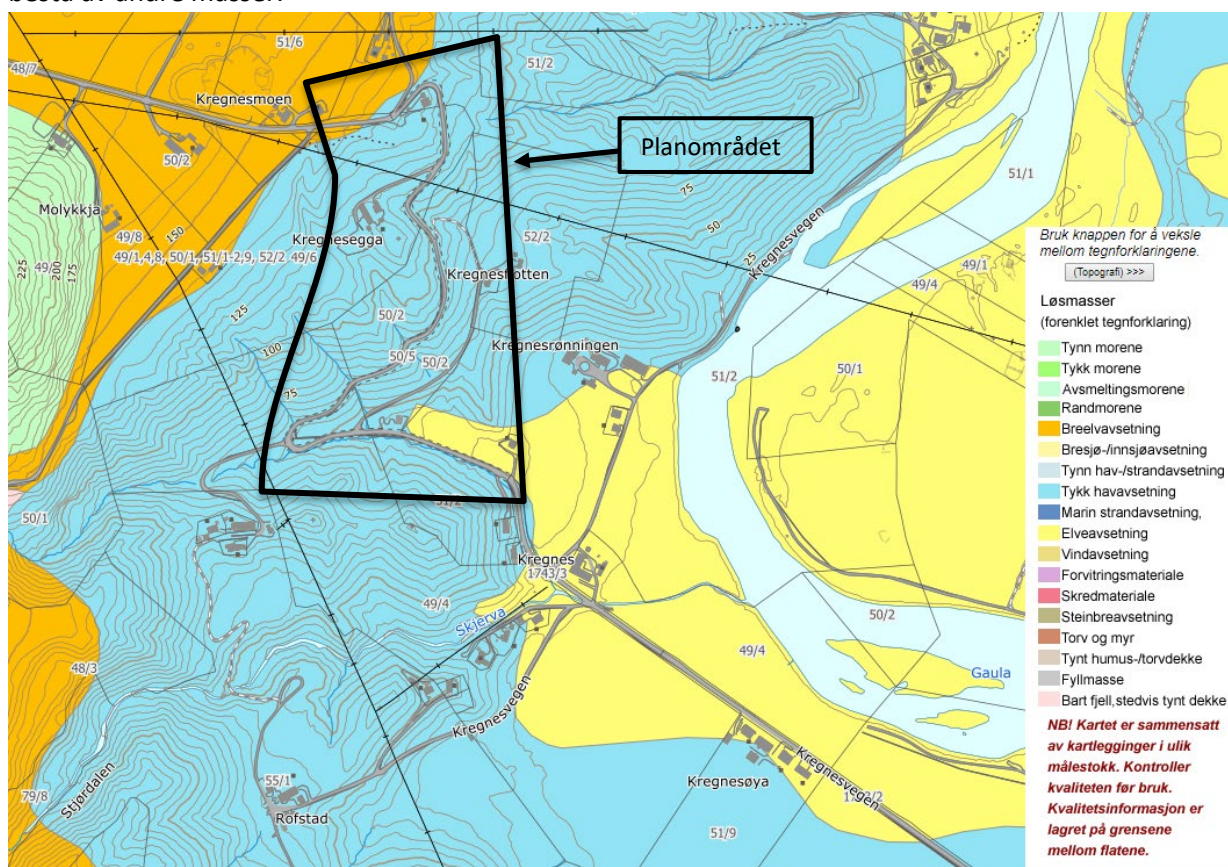
3.1 Topografi og områdebeskrivelse

Planområdet ligger omtrent 2 kilometer vest for Kvål sentrum i Melhus kommune. Den aktuelle traséen er 1.7 kilometer lang og strekker seg fra enden av fylkesvegen og videre nordover opp Kregnesbakken.

Terrenget i planområdet faller generelt sørøstover med helning ca. mellom 1:2,3 og 1:2,5 mot Gaula. Dagens veg er etablert med skjæring inn i terrenget og oppfylling på utsiden. Planlagt trasé følger eksisterende veg, se Figur 1-1. Området rundt veien består for det meste av tett skog med partier med noe brattere skråninger, samt ravinerte bekkedaler. I midtre/nordre deler av veien er det bebyggelse både på oversiden og undersiden av veien. Det er også noe kulturlandskap langs traséen, der det ikke er skog. Veien starter ved ca. kote +31 og strekker seg til ca. kote +141. Kotehøyden er antatt fra digitalt kart og kan være noe unøyaktige. Tegninger utarbeidet ifm. planen (C-tegninger) tar for seg en noe kortere strekning hvor det skal gjøres tiltak, ca. 900 meter. Den generelle stigningen iht. C-tegningene gjennomsnittlig ca. 1:8.

3.2 Kvartærgeologi og løsmasser

NGUs kvartærgeologiske løsmassekart viser at området ligger i et område som hovedsakelig består av tykk marin avsetning samt noe breelv- og elveavsetninger, se Figur 3-1. Kvikkleire og sprøbruddmateriale kan finnes i områder med marine avsetninger. Marine avsetninger er løsmasser som opprinnelig er avsatt i saltvann, og som på grunn av landheving etter istiden finnes nær eller over havnivå. Hele planområdet befinner seg under marin grense. Det bemerkes at kvartærgeologiske kart er basert på grunne prøver av løsmassene. Følgelig kan løsmassene i dybden bestå av andre masser.



Figur 3-1: Utsnitt av kvartærgeologisk kart - løsmasser [14].

Grunnundersøkelsene viser at løsmassene generelt består av leire, i flere borpunkt til stor dybde over antatte friksjonsmasser. Det er påvist kvikkleire og leire med sprøbruddsegenskaper i borpunkt 3, 4, 5 og 9. Kvikkleiren i borpunkt 3 og 4 ligger innenfor kartlagt faresone for kvikkleire, mens det i borpunkt 5 ligger rett utenfor. Forekomstens utstrekning ytterligere mot vest er ikke avgrenset, da laget kan strekke seg dypere enn det er boret til, men da i relativt stor dybde.

Sprøbruddleiren påvist i borpunkt 9 ligger utenfor kartlagt faresone for kvikkleireskred, og er trolig ikke i sammenheng med forekomsten lengre ned i bakken. Sonderinger i nærliggende borpunkt gir ingen indikasjon av slike løsmasser, noe som kan tyde på at dette trolig er bare en lomme med sensitiv leire. Lommens utstrekning mot vest er usikker.

Det er ikke påvist berg ved noen av grunnundersøkelsene, bergnivå antas å ligge svært dypt.

For nærmere beskrivelse av grunnforholdene vises det til den geotekniske datarapporten 10206445-RIG-RAP-001 [4].

3.3 Grunnvann

Tabell 3-1: Grunnvannstand og poretrykk

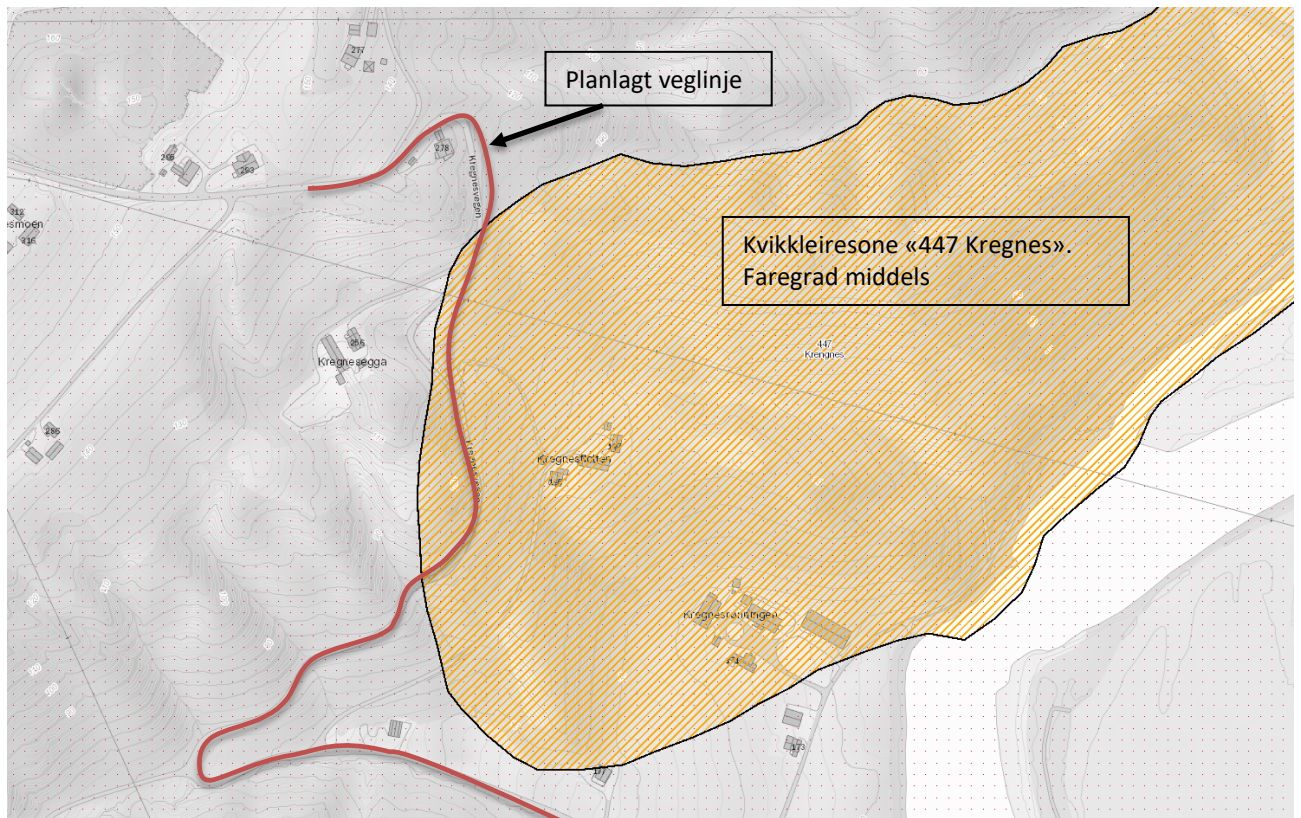
BP.	Kote terreng	Dybde [m]	Løsmasser ved pizometerspiss	Meter vannsøyle [m]	Grunnvannstand kote [m]*	Dato avlest
3	+60.5	10	Leire		52.6	06.09.19
		20	Leire		41.3	06.09.19
5	+79.5	10	Leire		69.7	06.09.19
		20	Leire		Tørt	06.09.19
8	+108.3	10	Leire		99.1	04.10.19
11	+111.6	15	Leire		97.8	06.09.19

Grunnvannstanden er målt relativt nært piezometerspiss for alle målingene. Grunnvannstand antas å ligge i overgangen mellom leira og de underliggende friksjonsmassene. De dype friksjonsmassene er trolig drenerende, muligens med hydrostatisk kontakt med elvenivået til Gaula. Sammen med målt poretrykk i grunnundersøkelsen, tolkes det et poreundertrykk i leira.

4 Fare for skred

4.1 Kvikkleire

Iht. NVEs kvikkleirekartlegging ligger deler av planområdet i en kartlagt kvikkleiresone, sone «447 Kregnes», se Figur 4-1. Faresonen er registrert med middels faregrad og risikoklasse 3. Avgrensningen baserer seg trolig på en vurdering av topografi og tolkning av en dreietrykksondering ved gården Kregnesflåtten.



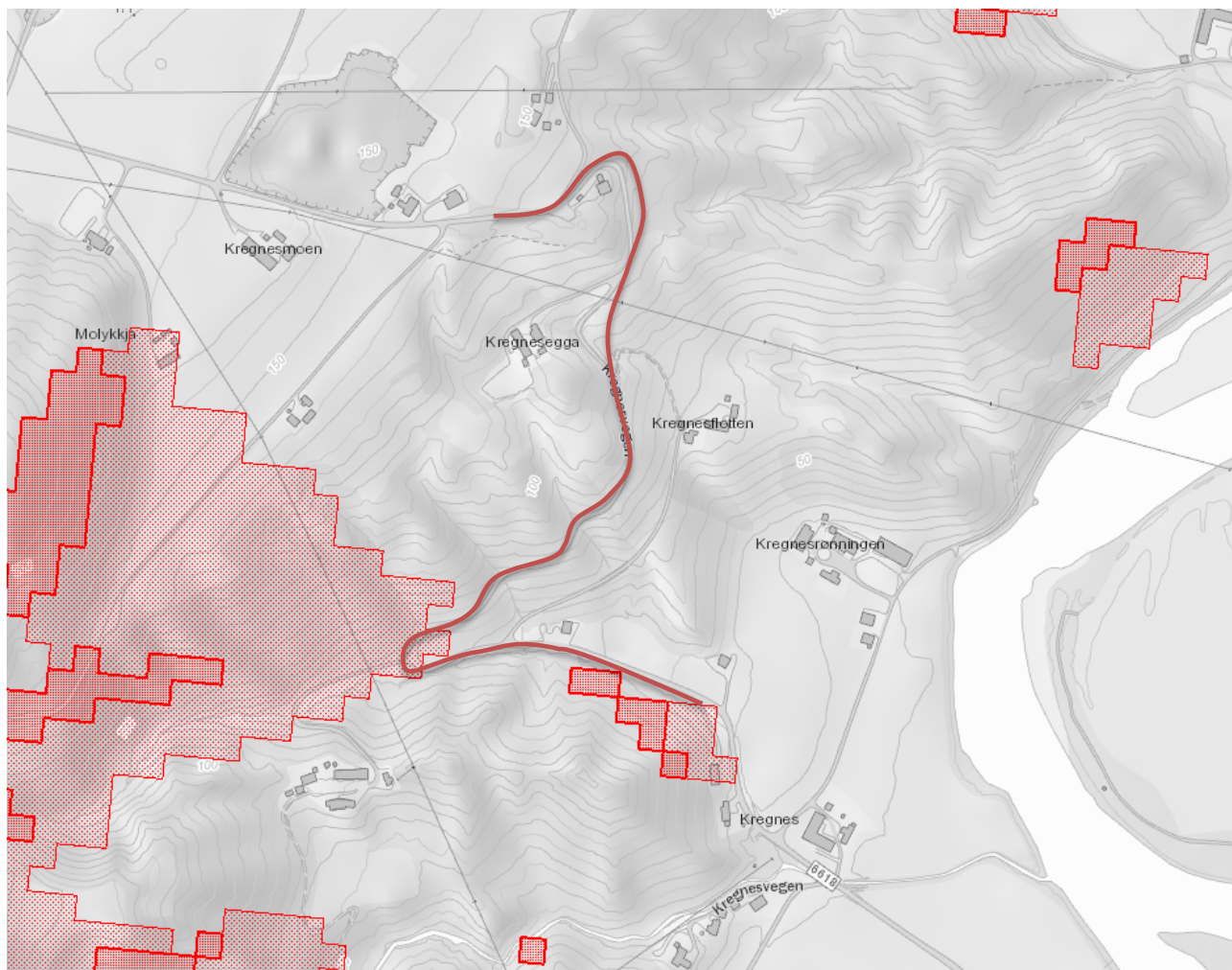
Figur 4-1: Utsnitt av kvikkleirekart-faregrad, planlagt veglinje skissert inn [15]

Undersøkte borpunkt er vist på tegning nr. 10206445-RIG-TEG-002.1 og -002.2 Situasjonsplan. På situasjonsplan vises borpunkt hvor det er påvist/mulig kvikkleire/sprøbruddmaterialet. Det er ikke boret dypt nok til å avkrefte sensitive masser i dype lag for de øvrige borpunktene, men for aktuelt tiltak vil eventuelle dypere forekomster av sprøbruddmateriale ikke ha betydning for vurderingene.

4.2 Snøskred

Nedre del av tiltaket ligger innenfor et utløpsområde for snøskred iht. NVEs kartlegging av aktsomhetsområde for snøskred.

Vegens ÅDT er mellom 200 og 499, og ifølge Statens vegvesens håndbok N200, tabell 208.1, kan man akseptere at vegen kan bli skredstengt hvert 20. år for hver km.



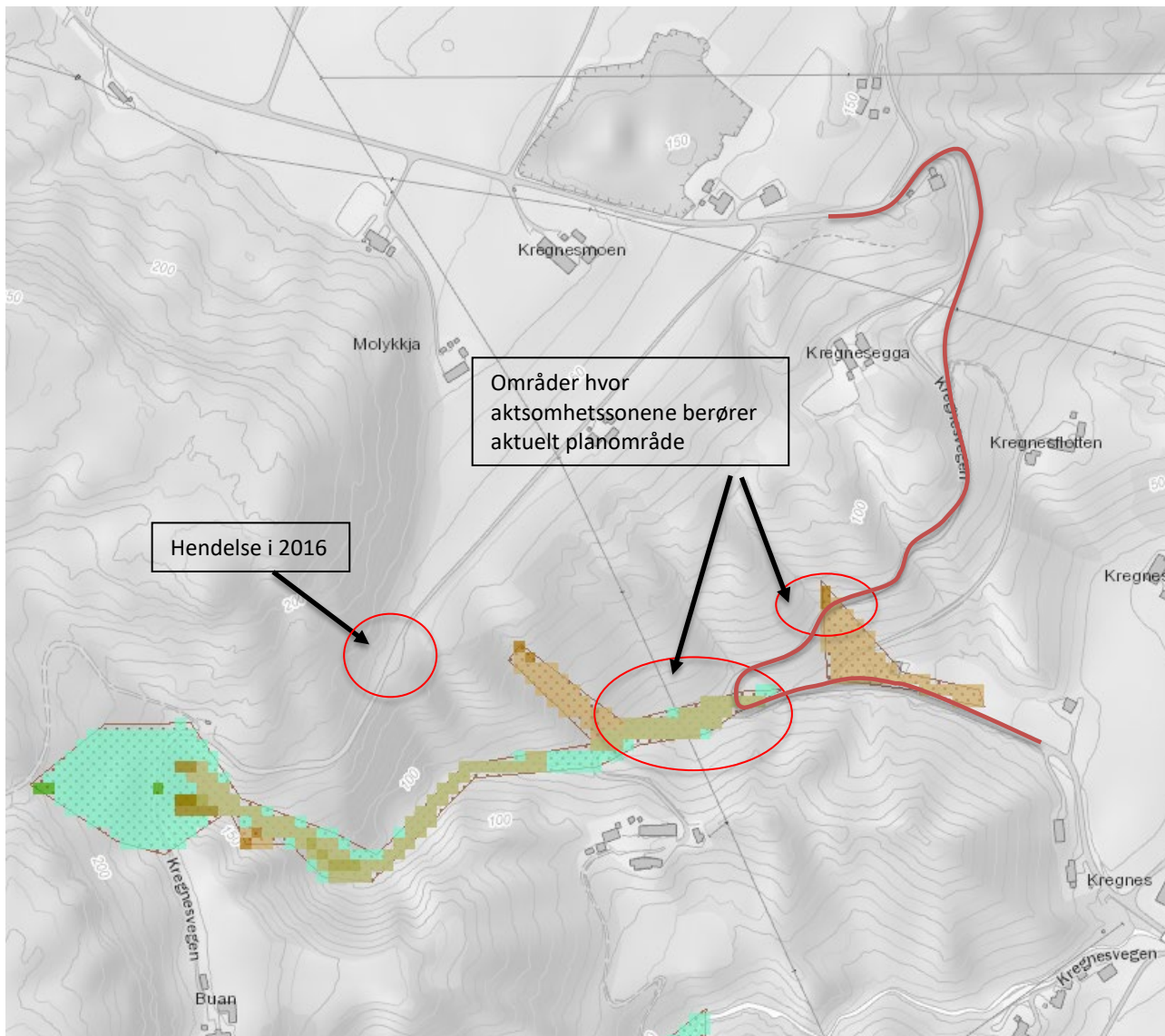
Figur 4-2: Aksomhetsområde for snøskred, planlagt veglinje skissert inn. www.atlas.nve.no

4.3 Jord- og flomskred

Deler av tiltaket ligger innenfor aksomhetsområdet for jord- og flomskred iht. NVEs kartlegging av aksomhetsområder for jord- og flomskred. Bunn av tiltaket ligger i utløpsområdet for jord- og flomskred, mens lenger opp ligger tiltaket i både utløsnings- og utløpsområdet for jordskred.

Det er registrert sig og mindre utglidninger langs eksisterende veg. I tillegg var det i 2016 en utglidning/sterk erosjon ifm. en stikkrenne i vest, [6]. Lokasjon for denne hendelsen er vist i Figur 4-3.

Vegens ÅDT er mellom 200 og 499, og ifølge Statens vegvesens håndbok N200, tabell 208.1, kan man akseptere at vegen kan bli skredstengt hvert 20. år for hver km.



Figur 4-3: Aktsomhetsområdet for jord- og flomskred, planlagt veglinje skissert inn. www.atlas.nve.no

4.4 Erosjonskartlegging

4.4.1 Gaula

NVE utførte i 2008 og 2009 [11] befaringer langs Gaula i forbindelse med en tilstandsrapport av sikringsanlegget mot flom, erosjon og skred, langs vassdraget. Her ble det oppdaget skader på eksisterende anlegg, grunnet sig og utvasking i yttersvingen nærmest planområdet. Erosjon og utglidning i dette området, kan potensielt medføre et retrogressivt skred som i ytterste fall kan ramme planområdet. Det ble ferdigstilt erosjonssikringstiltak i november/desember 2015, bekreftet på epost [12].

4.4.2 Ravinedaler/bekkedaler

I forbindelse med Multiconsults forprosjekt/vurdering i 2015 [7] er det observert og dokumentert aktiv erosjon i ravinedaler og bekkedaler langs planområdet. Erosjonen medfører utvasking og transport av løsmasser i overflatevann. Dette har medført at overvannsystemet fylles opp relativt raskt, med behov for hyppig vedlikehold.

5 Sikkerhetsprinsipper

Tabell 5-1 oppsummerer sikkerhetsprinsippene for tiltaket. Nærmere begrunnelse for valg er gitt i vedlegg A.

Tabell 5-1: Oppsummering av sikkerhetsprinsipper

	Øvre del	Nedre del
Konsekvens- og pålitelighetsklasse	CC/RC 2	CC/RC 2
Geoteknisk kategori	2	2
Tiltaksklasse iht. PBL	2	2
Tiltakskategori iht. NVE veiledning nr. 7/2014	K1	K2

6 Stabilitetsberegninger

6.1 Generelt

I forbindelse med reguleringsplanen er det utført stabilitetsberegninger for tre utvalgte profiler. Disse profilene er antatt å være mest kritiske på bakgrunn av grunnforhold og topografi, med de planlagte terrenginngrepene og lastene. Stabilitetsberegningene er utført ved udrenert totalspenningsanalyse (ADP-analyse) og drenert effektivspenningsanalyse (a ϕ -analyse). Det er utført stabilitetsberegninger før og etter tiltak. Der krav til sikkerhetsfaktor ikke er nådd og det må dokumenteres «ikke forverring». Beliggenhet av beregningsprofilene er vist på situasjonsplanene 10206445-RIG-TEG-002.1 og -002.1.

Nærmere gjennomgang og dokumentasjon av stabilitetsberegningene er vist i vedlegg C, «Stabilitetsberegninger». Krav til sikkerhet gjennomgås i vedlegg A «Sikkerhetsprinsipper».

I henhold til krav i NVEs veileder 7/2014 for både tiltakskategori K1 og K2 (for middels faregrad) må beregningene enten dokumentere en sikkerhetsfaktor $F \geq 1,4$ eller at planlagt tiltak ikke forverrer stabiliteten.

Generelt er stabiliteten i skråningene dårlig, med lav sikkerhetsfaktor for både dype og grunne glidesirkler. Deler av skråningene står i rasvinkel, bl.a. stabilisert av vegetasjon.

6.2 Materialparametere

Materialparametere benyttet i beregningene er dokumentert i vedlegg B – Materialparametere.

6.3 Resultater

6.3.1 Beregningsprofil A-A

Resultater fra stabilitetsberegningene er sammenstilt i Tabell 6-1. I dette profilet viser beregningene tilstrekkelig sikkerhet mot utgliding for planlagt tiltak. Store glidesirkler som utgjør områdestabilitet blir dessuten ikke påvirket av planlagt tiltak.

Det vurderes at både område- og lokalstabiliteten er ivaretatt.

Tabell 6-1: Sikkerhetsfaktor for kritisk skjærflate for profil A – A etter utført tiltak

Tegning nr.	Beregning	Analyse	Sikkerhetsfaktor γ_M for kritisk skjærflate
10206445-RIG-TEG-800.1	Sirkulærsylindrisk glideplan – lokal stabilitet i aktuell løsmassefylling.	ADP-analyse	1.73
10206445-RIG-TEG-800.1	Sirkulærsylindrisk glideplan – lokal stabilitet i aktuell løsmasseskjæring.	ADP-analyse	1.40
10206445-RIG-TEG-800.1	Egendefinert kritisk glideplan - lokal stabilitet i aktuell løsmasseskjæring.	ADP-analyse	2.58
10206445-RIG-TEG-800.1	Sirkulærsylindrisk glideplan – områdestabilitet skråning	ADP-analyse	1.45
10206445-RIG-TEG-800.1	Egendefinert kritisk bruddplan – områdestabilitet skråning	ADP-analyse	1.57
10206445-RIG-TEG-800.2	Sirkulærsylindrisk glideplan - lokal stabilitet i aktuell løsmassefylling.	a ϕ -analyse	1.58

Tegning nr.	Beregning	Analyse	Sikkerhetsfaktor γ_M for kritisk skjærflate
10206445-RIG-TEG-800.2	Sirkulærsylindrisk glideplan – lokal stabilitet i aktuell løsmasseskjæring.	a ϕ -analyse	1.41
10206445-RIG-TEG-800.2	Egendefinert kritisk glideplan, lokal stabilitet i aktuell løsmasseskjæring.	a ϕ -analyse	1.63
10206445-RIG-TEG-800.2	Sirkulærsylindrisk glideplan – områdestabilitet skråning	a ϕ -analyse	1.65
10206445-RIG-TEG-800.2	Egendefinert kritisk bruddplan – områdestabilitet skråning	a ϕ -analyse	1.93

6.3.2 Beregningsprofil B-B

Resultater fra stabilitetsberegningene er sammenstilt i Tabell 6-2. Profilet skjærer gjennom en relativt stor vegfylling, samt bratt naturlig skråning mellom Kregnesflåtten og Kregnesrønningen i bunn.

Det er nødvendig med bruk av lette masser for å oppnå tilstrekkelig lokalstabilitet i veifyllingen.

For skråningen i bunn er stabiliteten lav. Tiltaket vil delvis ligge innenfor løsneområdet for et eventuelt retrogressivt skred fra bunn skråningen mellom Kregnesflotten og Kregnesrønningen. Forutsatt foreslåtte stabiliserende tiltak utføres, vil ikke planlagt utbygging virke negativt på stabiliteten, eller ha en beregnet sikkerhetsfaktor mindre enn 1,4. Både område- og lokalstabiliteten vurderes dermed som ivaretatt.

Tabell 6-2: Sikkerhetsfaktor for kritisk skjærflate for profil B – B etter utført tiltak

Tegning nr.	Beregning	Analyse	Sikkerhetsfaktor γ_M for kritisk skjærflate
10206445-RIG-TEG-801.1	Sirkulærsylindrisk glideplan - lokal stabilitet i aktuell løsmassefylling.	ADP-analyse	1.43
10206445-RIG-TEG-801.1	Sirkulærsylindrisk glideplan – områdestabilitet under veg	ADP-analyse	1.51
10206445-RIG-TEG-801.1	Egendefinert kritisk glideplan – sammensatt bruddflate fra veg til skråningstå	ADP-analyse	1.42
10206445-RIG-TEG-801.1	Sirkulærsylindrisk glideplan – stabilitet nedre skråning	ADP-analyse	1.23*
10206445-RIG-TEG-801.1	Egendefinert kritisk glideplan – stabilitet nedre skråning	ADP-analyse	1.27*
10206445-RIG-TEG-801.2	Sirkulærsylindrisk glideplan - lokal stabilitet i aktuell løsmassefylling.	a ϕ -analyse	1.37
10206445-RIG-TEG-801.2	Egendefinert kritisk glideplan, lokal stabilitet i aktuell løsmassefylling.	a ϕ -analyse	1.49
10206445-RIG-TEG-801.2	Sirkulærsylindrisk glideplan – lokal stabilitet under veg	a ϕ -analyse	1.84
10206445-RIG-TEG-801.2	Egendefinert kritisk glideplan – sammensatt bruddflate fra veg til skråningstå	a ϕ -analyse	2.35
10206445-RIG-TEG-801.2	Sirkulærsylindrisk glideplan – stabilitet nedre skråning	a ϕ -analyse	1.50

Tegning nr.	Beregning	Analyse	Sikkerhetsfaktor γ_M for kritisk skjærflate
10206445-RIG-TEG-801.2	Egendefinert kritisk glideplan – stabilitet nedre skråning	a ϕ -analyse	1.44

* Bruddflater utenfor influensområdet til tiltaket

Stabiliteten for skråningen mellom Kregnesflotten og Kregnesrønningen er under 1.4 for ADP-analysen. Denne skråningen påvirkes ikke direkte av tiltaket. For den globale bruddflaten som strekker seg fra tiltaksområdet og ut i foten er skråningen er det oppnådd en sikkerhetsfaktor på 1.42.

6.3.3 Beregningsprofil C-C

Resultater fra stabilitetsberegningene er sammenstilt i Tabell 6-3. Profilet går langs den store fyllingen og skjæringen i topp, og dekker i tillegg terrenget på oversiden mot grustaket. For å oppnå tilfredsstillende sikkerhet i profil C-C er det nødvendig med stabiliserende tiltak. Tilkomsveg til Kregnesvegen 277 må bygges opp med lette masser for å oppnå sikkerhetsfaktor $F \geq 1,4$ for skjæringen. Skjæringen skal bygges med helning 1:2. Dette medfører igjen beregningsmessige stabilitetsproblemer for området over. Det er derfor nødvendig med nedplanering av terreng sør-vest for Kregnesvegen 277.

En løsning med støttemur kan være en alternativ løsning, som i tilfelle må detaljprosjekteres i neste fase. Dette kan medføre mindre omfang av nedplanering og/eller mindre behov for lette masser i vegoppbyggingen for tilkomstvegen.

Vegfyllingen for planlagt veg må også bygges delvis av lette masser iht. beregningene.

Forutsatt at de beskrevne stabiliserende tiltak utføres, er både område- og lokalstabiliteten vurdert som ivaretatt for dette snittet.

Tabell 6-3: Sikkerhetsfaktor for kritisk skjærflate for profil C – C etter utført tiltak

Tegning nr.	Beregning	Analyse	Sikkerhetsfaktor γ_M for kritisk skjærflate
10206445-RIG-TEG-802.1	Sirkulærsylindrisk glideplan - lokal stabilitet i aktuell løsmasseskjæring.	ADP-analyse	1.41
10206445-RIG-TEG-802.1	Sirkulærsylindrisk glideplan – områdestabilitet skråning over privatveg	ADP-analyse	1.33*
10206445-RIG-TEG-802.1	Egendefinert kritisk glideplan – områdestabilitet skråning over privatveg	ADP-analyse	1.40
10206445-RIG-TEG-802.1	Sirkulærsylindrisk glideplan - lokal stabilitet i aktuell løsmassefylling	ADP-analyse	1.40
10206445-RIG-TEG-802.1	Sirkulærsylindrisk glideplan – områdestabilitet under ny veg	ADP-analyse	1.44
10206445-RIG-TEG-802.2	Egendefinert kritisk glideplan - lokal stabilitet i aktuell løsmasseskjæring.	a ϕ -analyse	2.17
10206445-RIG-TEG-802.2	Sirkulærsylindrisk glideplan – områdestabilitet skråning over privatveg	a ϕ -analyse	2.86
10206445-RIG-TEG-802.2	Egendefinert kritisk glideplan - lokal stabilitet i aktuell løsmassefylling	a ϕ -analyse	2.09

Tegning nr.	Beregning	Analyse	Sikkerhetsfaktor γ_M for kritisk skjærflate
10206445-RIG-TEG-802.2	Sirkulærsylindrisk glideplan – områdestabilitet under ny veg	a ϕ -analyse	2.38

* Ikke forverring, se Tabell 6-4

I de tilfellene hvor beregnet stabilitet ikke gir en sikkerhetsfaktor $F \geq 1,4$ må det vises at tiltaket ikke fører til en forverring av områdestabiliteten. For beregninger etter tiltak hvor beregnet sikkerhetsfaktor er under 1,4 presenteres derfor også beregnet sikkerhet før tiltak.

Tabell 6-4: Kontroll av situasjon før tiltak

Tegning nr.	Beregning	Analyse	Sikkerhetsfaktor γ_M for kritisk skjærflate
10206445-RIG-TEG-802.3	Sirkulærsylindrisk glideplan - områdestabilitet skråning over privatveg.	ADP-analyse	1.32

7 Geotekniske vurderinger for reguleringsplanen

7.1 Generelt

Kritiske forhold i forbindelse med utbedring og forsterkning av Kregnesvegen er beskrevet i vedlegg A Sikkerhetsprinsipper, og omhandler lokal- og områdestabilitet. Stabiliteten må ikke forverres i noen fase av arbeidene. Dette forutsettes ivaretatt i forbindelse med geoteknisk detaljprosjektering i neste fase.

Som et hjelpemiddel til vurdering av skredfare i kvikkleireområder benyttes NVEs veileder, 7/2014 «sikkerhet mot kvikkleireskred» [2]. Ved å følge og avgrense området i tråd med punkt 1-10 i kapittel 4.5 i veilederen, vil man kunne tilfredsstille krav til TEK 17 §7 for å dokumentere sikkerhet mot kvikkleireskred for reguleringsplanen.

Som et hjelpemiddel til vurdering av skredfare utenfor kvikkleiresområder (jord- og flomskred, snøskred) benyttes Statens vegvesens håndbok N200.

7.2 Fare for snøskred

I kapittel 4.2 beskrives det at deler av planområdet ligger innenfor et utløpsområde for snøskred. Løsneområdet og store deler av utløpsområdet ligger i et område med mye skog. Det er ikke registrert noen snøskredhendelser i området, det vurderes derfor som svært lite sannsynlig at større snøskred vil forekomme, så lenge skogen ikke avvirkes. Kravet til at vegen ikke stenges hyppigere enn hvert 20. år for hver km iht. Statens vegvesens håndbok N200, tabell 208.1, er dermed tilfredsstilt.

7.3 Fare for flom, jord- og flomskred

I kapittel 4.3 vises to steder hvor planområdet ligger innenfor et løsne- og utløpsområde for jord- og flomskred.

Et av løsneområdene ligger i et område med planlagt skjæring. Det forutsettes at skjæringen sikres med sprengstein og/eller vertikale drengrofter. På denne måten sikres dette området mot jord- og flomskred. Ytterligere detaljer utsettes til prosjekteringen.

For området i bunn ved «hårnålssvingen», er det markert et utløpsområde for jord- og flomskred i NVE atlas. Her planlegges avrenning fra overvannsystemet langs vegen, samt at eksisterende bekk føres i kulvert og videre over i åpen bekk langs vegen mot øst. Det forutsettes at kulvert og bekkeløp dimensjoneres for store vannmengder (200årsflom) og erosjon tilknyttet dette. En skredhendelse med utløp i dette området ansees lite sannsynlig. Situasjonen i dette området er uendret med planlagt utbedring av vegen, og ytterligere sikring ansees ikke realistisk.

Fjerning av skog og veiskjæringer er ifølge NVEs faktark 05 [16] med på å øke sannsynligheten for at et jordskred kan forekomme. Det bør derfor ikke avskoges i område markert i farekartet. Det er kun registrert en skredhendelse i området, i 1776 iht. NVEs atlas [15].

Kravet til at vegen ikke stenges hyppigere enn hvert 20. år for hver km iht. Statens vegvesens håndbok N200, tabell 208.1, er dermed tilfredsstilt.

7.4 Erosjon i kvikkleire/sprøbruddmateriale

Multiconsult vurderer den påviste erosjonen i bekke-/ ravedalene oppstrøms vegen til ikke å være i fare for å erodere i sensitiv kvikkleire/sprøbruddmateriale, da disse forekomstene ligger i stor dybde i dette området.

Det planlagte VA-systemet er dessuten designet til å lede vann/finstoff fra de overliggende områdene kontrollert langs vegen ned til bunnen av bakken. Tidligere skred- og utglidningshendelser i området er ofte forbundet med større nedbørsmengder og erosjon fra f.eks. utløp av stikkrenner under vegen. Planlagt tiltak medfører mindre vann/erosjon i løsmassene nedstrøms vegen og ingen stikkrenner og i så måte fungere som en forbedring.

Det anbefales likevel å følge med på dette i tiden etter bygging av vegen. Dersom aktiv erosjon påvises i områdene nedenfor ny veg, bør dette hindres.

Ved sterk erosjon ovenfor vegen, anbefales dessuten sikring av disse områdene av stabilitetshensyn. Det kan derfor bli aktuelt å installere pukkfylte vertikale drengrofter langs disse bekkedalene og andre skråninger utsatt for erosjon.

Videre er det bekreftet utført erosjonssikring langs elvebredden i Gaulas yttersving mot planområdet [11]. Det vurderes derfor som lite sannsynlig at erosjon kan forårsake større bakovergrepene kvikkleireskred som igjen kan ramme vegen.

7.5 Erosjon og sikring i skjæringer og fyllinger

Overvannsledningen langs den ombygde vegen blir liggende på innsiden av vegen. Dette gjør at alt overvannet på oversiden av vegen ledes ned til bekken i bunn av tiltaket. Det forutsettes at alle sidegrøfter og skjæringer plastres med kult for å unngå erosjon. Det kan også være aktuelt å benytte vertikale drengroter-/grøfter i skjæringer. Det er nødvendig med tilsyn og vedlikehold av inntaksarrangementer som sandfangsriste og inntakskummer, slik at vannet går der det er tiltenkt. For nærmere beskrivelse vises det til VA-rapport om overvannshåndtering [13].

7.6 Avgrensning av løsneområder

Det er utført enkle vurderinger av potensielle løsneområder for planområdet, selv om stabilitetsberegninger dokumenterer tilstrekkelig sikkerhet mot skred for reguleringsplanen.

7.6.1 Potensielt bakovergrepene skred fra Gaulas yttersving

Vi har vurdert mektigheten av kvikkleiren i denne skråningen på bakgrunn av sonderingsresultater i borpunkt 13 og 15, som viser hele lagtykkelsen. Mektigheten av masser med sprøbruddegenskaper vurderes mindre enn 40% av den totale skråningens mektighet. Et eventuelt skred i slike masser vil ifølge NIFS rapport 14/2016 [17] være et rotasjonsskred. Dette vurderes ikke å nå planområdet.

7.6.2 Potensielt bakovergrepene skred i Profil B

Mektigheten av masser med sprøbruddegenskaper vurderes større enn 40% av den totale skråningens mektighet i Profil B. Det er gjort en vurdering av et potensielt bakovergrepene skred i Profil B. Dersom skred initieres i bunn av profilet (ved gården «Kregnesrønningen») vil det med «1:15 prinsippet» [17] strekke seg inn under og forbi planlagt veg. Løsneområdets utstrekning er vist på tegning 1206445-RIG-TEG-801.2.

7.7 Bratt skråning i sør

Det er utført en dreietrykksondering på topp av kollen rett sør for planområdet (borpunkt 1). Sonderingen tyder på leire med relativ lav bormotstand ned til 50 meter under terreng hvor sonderingen er stoppet i myke masser. Sonderingen viser jevn økning i motstand, noe som kan tyde på at dette ikke er sensitive masser. I svingen i bunn av Kregnesbakken er det også utført en dreietrykksondering. Her er det antatt friksjonsmasser som sand, grus og stein ned til ca. 5,5 meter

under terreng, før et leirelag med silt/sandlag med en mektighet på ca. 5 meter som ligger over sand og grus. Sonderingen er her stoppet 14,4 meter under terreng.

Dette sett under ett tyder på at skråningen består av leire, sannsynligvis bløt men ikke sensitiv, mens det i bunn er fastere masser og/eller bekke-/rasmasser med grovere innhold.

Planlagt tiltak vurderes å ikke påvirke stabiliteten i dette området negativt, da det blir en relativ oppbygging i bunn.

Det må allikevel spesielt tas hensyn til den høye skjæringen i kollen mot borpunkt 1, da det kan ikke utelukkes at det påtreffes bløte masser, ved utgraving. Tiltak som plastring og drenering kan bli aktuelt og må omtales i prosjekteringen. Oppstøtting kan også bli aktuelt.

7.8 Områdestabilitet langs vegstrekningen

Stabiliteten må ikke forverres i noen fase av arbeidene. I henhold til NVEs kvikkleireveileder skal tiltak i tiltakskategori K1 ikke påvirke områdestabiliteten negativt. For tiltak i tiltakskategori K2 og middels faregrad skal tiltaket ikke påvirke områdestabiliteten negativt, alt. skal det dokumenteres en sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$. Utførte stabilitetsberegning viser at beregningsmessig sikkerhet for områdestabilitet er noe lav, men påvirkes ikke av planlagt tiltak, eller har sikkerhetsfaktor over 1,4. Dette gjelder for hele strekningen bortsett fra ca. mellom PR.750-810 hvor det blir behov for nedplanering for å kunne dokumentere «ikke forverring» av områdestabilitet. Se avsnitt 7.13 for ytterligere info.

Det vurderes derfor at områdestabiliteten er ivaretatt.

Geoteknisk prosjektering må ta hensyn til dette også i byggefase, og det kan bli behov for nye beregninger.

7.9 Lokalstabilitet langs vegstrekningen

Lokalstabilitet er definert i NVE veileder 7/2014 som en lokalt avgrenset stabilitetstilstand med mulighet for brudd (utglidning) i grunnen. Bruddet begrenses til det lokale påvirkningsområdet for spenningsendringen som har oppstått i skråningen. NIFS rapport nr. 8/2016 [18] gir et forslag til en pragmatisk metodikk for å sette et administrativt skille mellom lokal- og områdestabilitet. Ved avgrensingsprinsippet er det definert at utstrekningen for lokalstabilitet kan defineres innenfor området hvor det prosjekterte tiltaket gir mer enn 5 % forverring av beregningsmessige sikkerhetsfaktor ved stabilitetsberegning. Det er gjort bruk av dette prinsippet ved valg av krav til sikkerhet i forbindelse med stabilitetsberegningene.

Beregninger viser at disse glidesirklene blir påvirket til dels mye av tiltaket. Stabiliteten må ikke forverres, eller være dårligere enn den absolutte sikkerheten iht. sikkerhetsnivået i noen fase av arbeidene. Det kan bli behov for å sette krav til rekkefølge og utførelsen av anleggsarbeidene. Generelt innebærer dette at man ikke skal påføre grunnen ekstra laster i form av massetip, mellomlagring av masser og graving innenfor påviste områder med sprøbruddmateriale/kvikkleire.

For de nedre områdene er beregnet sikkerhet tilstrekkelig mtp. planlagt utbygging. Det er ikke her tatt høyde for eventuelle større på-/avlastninger i anleggsperioden.

Det forutsettes geoteknisk prosjektering som omhandler disse tema i neste fase. Det kan bli behov for nye beregninger.

7.10 Bruk av lette masser

Stabilitetsberegninger viser behov for lette masser i profil B-B og profil C-C. I profil B-B er behov for å oppnå tilfredsstillende lokalstabilitet. I profil C-C er behov både under adkomstvegen til Kregnesvegen 277 og i den store fyllingen mot øst. I stabilitetsberegningene er det antatt at det benyttes skumglass som lette masser i veifyllingen.

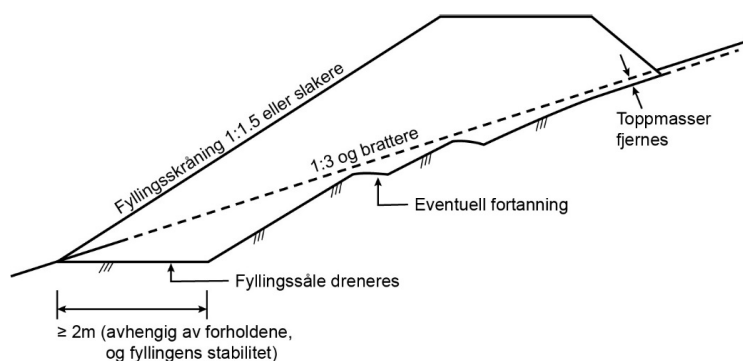
Mengden lette masser er beregnet utfra en totalvurdering av beregnet mengde lette masser i profilene, planlagt veg og topografi. Total nødvendig mengde lette masser er antatt å være ca. 15 000 m³.

Det forutsettes geoteknisk prosjektering som omhandler disse tema i neste fase.

7.11 Generelle retningslinjer for graving og fylling

Vi anbefaler midlertidige graveskrånninger ikke brattere enn 1:1,5, brattere graveskrånninger kan imidlertid aksepteres dersom graving utføres seksjonsvis i korte seksjoner. Dette vil være aktuelt f.eks. ved setting av sandfangkummer.

Vegfylling under vegkropp tilrås bygd opp med sprengstein. Dette fordi det erfaringsmessig oppstår ujevne setninger i mektige fyllinger av leire og silt. Dersom det skal etableres fylling med utslag 1:1,5 som planen viser, må hele vegkroppen bestå av høykvalitets sprengstein/pukk, og/eller lette masser med tilsvarende egenskaper. Der terrenget skråner 1:3 eller brattere i vegens tverretning skal det tas ut en såle i foten av fyllingen, iht. SVV håndbok N200. Prinsippet er dessuten vist i F-tegning utarbeidet for reguleringsplanen.



Figur 7-1: Fyllingssåle ved terrengråning 1:3 eller brattere, SVV håndbok N200 figur 254.1 [19]

Graving for uttak av skjæringer og nedplanering av terreng skal starte fra prosjektert skjæringstopp og graves med angitt skråningshelning. Uttak av skjæringer må av stabilitetshensyn ikke utføres med midlertidig brattere skråningshelninger.

Det tilrås benyttet separasjonsduk bruksklasse 4 iht. NorGeoSpec 2012 mellom naturlig grunn og sprengstein/pukk for å hindre inntrenging av finkornede masser som kan gi økt setninger.

Alle fyllinger må bygges lagvis og komprimeres iht. prosess 25 i Statens vegvesens håndbok R761 [20].

Torv, myr, matjord og humusholdige masser under vegfyllingene må fjernes. All oppfylling må utføres på telefri grunn, eventuelt må telelag fjernes. Ved vinterarbeid må snø og tele fjernes og arealer som blir såtende åpne må tildekkes/isoleres for å hindre frostnedtrenging og innblanding av snø eller oppløfting av overvann. Hvis det oppdages svakere topplag underveis kan det bli nødvendig å skrape bort dette og erstatte det med pukk.

Det vil i geoteknisk prosjektering kunne bli stilt krav om rekkefølgebestemmelser for utførelsen.

Kapittel **Error! Reference source not found.** omhandler prinsipp for utgraving av midlertidige graveskråninger.

7.12 Graving i sprøbruddmateriale

Mellom ca. PR.750 - 810 planlegges det en løsmasseskjæring der graveplanum antas være i sprøbruddmaterialet påvist i borpunkt 9. Graving kan gjøres seksjonsvis, med inntil 10 meter lange seksjoner i vegens lengderetning.

Skjæringen bør plastres med samfengt sprengstein. Dersom graveplanum har lav fasthet / er bløtt kan det benyttes geonett for å øke bæreevnen til vegfyllingen. Det vil trolig bli behov for noe ekstra uttrauing ifm. forsterkning av traubunnen.

Alternativt kan det vurderes å stabilisere graveplanum/undergrunnen ved innblanding/innfresing av kalk/semest eller salt.

Det forutsettes geoteknisk prosjektering som omhandler dette i neste fase.

7.13 Nedplanering

For å oppnå tilfredsstillende områdestabilitet i skråningen i toppen, beregnet i profil C-C, er det nødvendig å planere ned skråningstoppen sør for Kregnesvegen 277.

Dette området er i dag matjord og skogsareal. Det antas at hele arealet kan tas i bruk som dyrkamark etter nedplanering.

Det forutsettes geoteknisk prosjektering som omhandler dette i neste fase. Supplerende geotekniske grunnundersøkelser i dette området må også vurderes.

7.14 Setninger

Utførte grunnundersøkelser viser generelt et topplag av tørrskorpeleire/evt. rasmasser over et mektig lag sensitiv og bløt leire. Under leira er det et grovere/fastere lag, som antas være friksjonsmasser.

Utvidelser av vegen planlegges i hovedsak i eksisterende terreng eller på fylling, samt noe skjæring. Fyllingshøyden er på inntil ca. 20 meter over enkelte bekkedaler. Fyllingsmekktigheten og derav netto vektpålastning er mindre.

Løsmassene i bunn av skråningen bedømmes i hovedsak som lite kompressible og i stor grad overkonsolidert, mens det i toppen er mer i retning normalkonsoliderte løsmasser. Det vil derfor for de store fyllingene i toppen påregnes setninger. Bruk av lette masser vil gjøre setningspotensialet mindre. Det forventes ikke store langtidssetninger som følge av vegfyllingene, såfremt til at bløte og organiske masser under fyllinger er fjernet.

Det forutsettes geoteknisk prosjektering som omhandler dette i neste fase.

7.15 Mellomlagring og gjenbruk av overskuddsmasser

Mellomlagring og eventuell gjenbruk av overskuddsmasser må bestemmes i geoteknisk prosjektering. Det antas at mesteparten av massene som tas ut ifm. anleggsarbeidene ikke kan benyttes til vegformål.

8 Kritiske momenter

De største risikomomentene knyttet til utførelsen av arbeidene er vurdert å være:

- Unøyaktig grave- og fyllingsarbeid --> Påvirkning av stabilitetsforhold
- Utsiktet mellomlagring av masser --> Påvirkning av stabilitetsforhold
- Stabilitet i anleggsfasen --> Særskilt overflatestabilitet i bratt terreng.

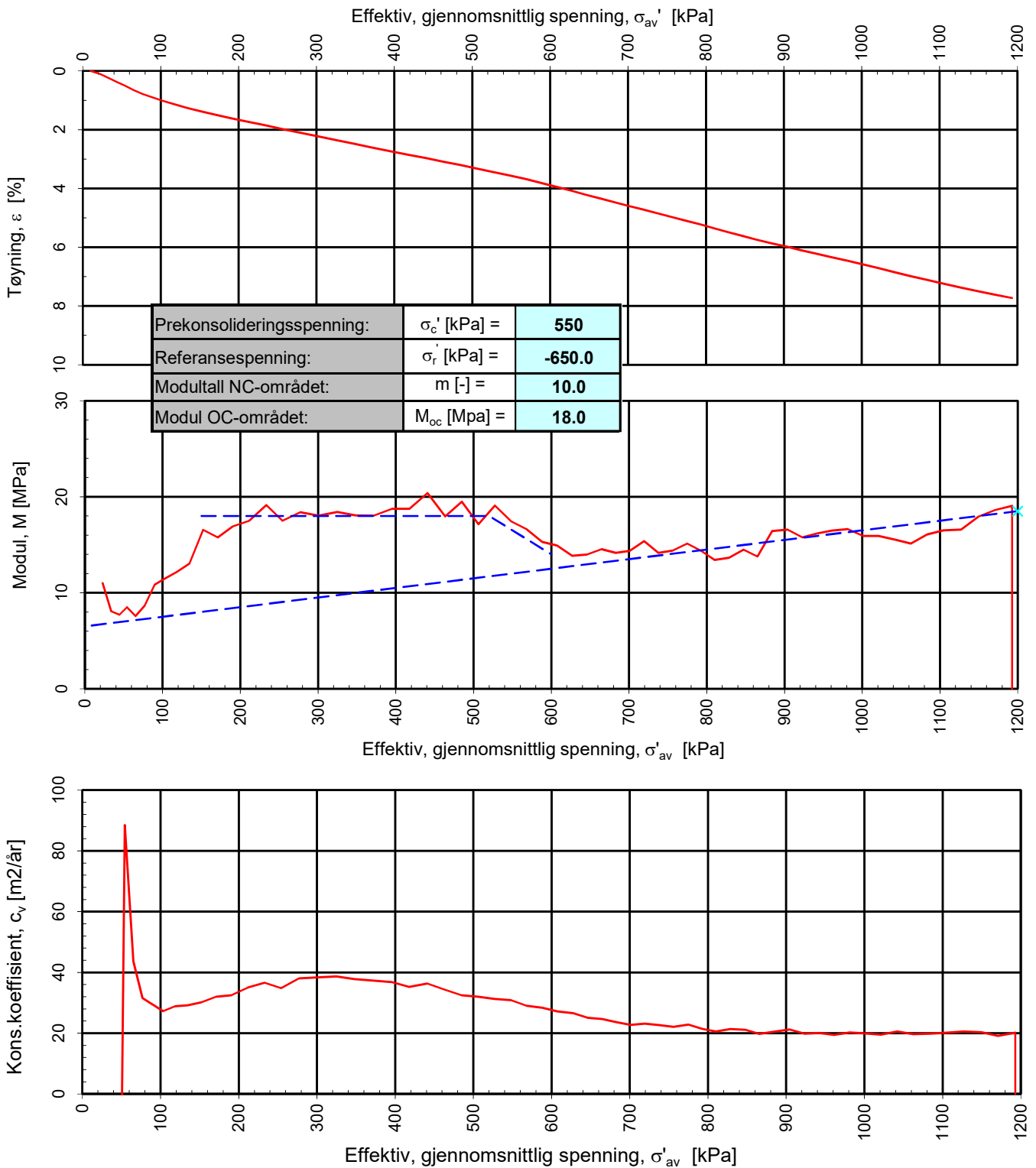
Det må utføres detaljprosjektering av terrengtiltakene og utarbeides kontrollplan for arbeidene. Grave- og terrengarbeid i områder med kvikkleire/sprøbruddmateriale skal utføres på en slik måte at stabilitetsforholdene i anleggsperioden ikke forverres. I områder med kvikkleire med liten overdekning kan selv mindre utglidninger og initiallras ett eller annet sted i avsetningen utløse et større skred. Konsekvenser av initiallras under graving og oppfylling i anleggsfasen i områder med kvikkleire, anses som en utfordring med anleggsarbeidene.

Alle stabilitetskritiske grunnarbeider må følges opp nøye med jevnlig kontroll og registreringer for å påse at forutsetninger i prosjekteringa blir fulgt.

9 Referanser

- [1] NVE, «Retningslinjer 2/2011 "Flaum og skredfare i arealplaner",» 2011.
- [2] NVE, Veileder 7/2014 "Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og, 2014.
- [3] Norsk Standard (ISO) NS-EN ISO 9001:2015, «Standard Norge, "Systemer for kvalitetsstyring - Krav",» 2015.
- [4] Multiconsult Norge AS, 10206445-RIG-RAP-001 Datarapport Geotekniske grunnundersøkelser Kregnesbakken, 2019.
- [5] Multiconsult Norge AS, «10206445-TVF-RAP-001 "Skisseprosjekt Kv2016 Kregnesvegen", datert 08.11.2018,» 2018.
- [6] Multiconsult Norge AS, «317-RIG-NOT-001 "Geoteknisk vurdering av erosjon / ras", datert 12.12.16,» 2016.
- [7] Multiconsult Norge AS, "Geoteknisk vurdering med tanke på oppgradering" 417360-RIG-NOT-001, 2015.
- [8] Rambøll, Utgliding Kregnesbakkan, Melhus kommune – Geoteknisk vurdering, 2013.
- [9] NGI, Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred, 1990.
- [10] Kummeneje, Geotekniske undersøkelser, Stabilitetsforhold, Forslag til utbedreing, 1989.
- [11] Norges vassdrags- og energidirektorat, Tilstandsrapport ved befaring av sikringsanlegg mot flom, erosjon og skred i vassdrag, 2009.
- [12] C. Mevik, «Epost: Kregnesvegen - NVE-rapport vedlikehold av erosjonssikringsanlegg ved Gaula,» 2019.
- [13] Multiconsult Norge AS, Kv. 2016 Kregnesvegen - reguleringsplan og grunnundersøkelser, 2019.
- [14] NGU, «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase - kvartærgeologiske kart».
- [15] Norges Vassdrags-og energidirektorat(NVE), atlas.nve.no.
- [16] NVE, Faktaark Jordskred og Flomskred, 2013.
- [17] NIFS: Naturfare, infrastruktur, flom og skred, «Metode for vurdering av løsne- og utløpsområder for områdeskred. 14/2016. Naturfareprosjektet Dp.6 Kvikkleire.,» 2016.
- [18] NIFS; Naturfare, infrastruktur, flom og skred, «Rapport 8/2016. Grense mellom lokal- og områdestabilitet,» 2016.
- [19] Statens Vegvesen, «Håndbok V220 - Geoteknikk i vegbygging,» 2010.
- [20] Statens vegvesen, Håndbok R761 Prosesskode 1 Standard beskrivelse av vegkontrakter, 2015.
- [21] Norsk Standard, Eurokode 0 "Grunnlag for prosjektering sv konstruksjoner. NS-EN-1990:2002+NA:2016, 2014.
- [22] Statens vegvesen, Håndbok V 221 Grunnforsterkning fyllinger og skråninger, 2014.

- [23] Standard Norge, «Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver (NS-EN 1997-2:2007)», Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN 1997-2:2007/AC:2010+NA:2008, Mars 2007.
- [24] Standard Norge, «Kvalifikasjonskrav til utførende av grunnundersøkelser – Del 1: Geotekniske feltundersøkelser (NS 8020-1:2016)», Standard Norge, Norsk standard NS 8020-1:2016, Juni 2016.
- [25] Standard Norge, «Systemer for kvalitetsstyring. Krav (ISO 9001:2015)», Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN ISO 9001, 2015.
- [26] Standard Norge, Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmene regler. NS-EN 1997-1:2004+NA:2008, 2004.
- [27] Statens vegvesen, Håndbok N200 - Vegbygging, 2018.
- [28] Norsk Geoteknisk Forening (NGF), NGF-Melding nr. 1-11.
- [29] D. f. Byggkvalitet, «Byggteknisk forskrift, TEK 17, Veiledningen om tekniske kravtil byggverk,» 2017.
- [30] Miljødepartementet, LOV 2008-06-27 nr.71 - Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan og bygningsloven), 2008.
- [31] K. e. a. Karlsrud, «CPTU correlations for clays. Proceedings, ICSMGE Osaka s 693 - 702,» 2005.
- [32] K. K. L. T. & B. K, "Improved CPTU correlations based on block samples," 1996.
- [33] NIFS, Naturfareprosjektet Dp. 6 Kvikkleire En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer, 2014.



Densitet ρ (g/cm³):
 Vanninnhold w (%):

2.02
30.10

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

122.13

Melhus kommune
Kregnesvegen

Tegningens filnavn:
 10206445-03-RIG-TEG-400_h4_d12,45m

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:
 11.09.2019

Dybde, z (m):
 12.45

Borpunkt nr.:
 4

Forsøknr.:
 1

Tegnet av:
 OYA

Kontrollert:
 KONK

Oppdrag nr.:
 10206445-03

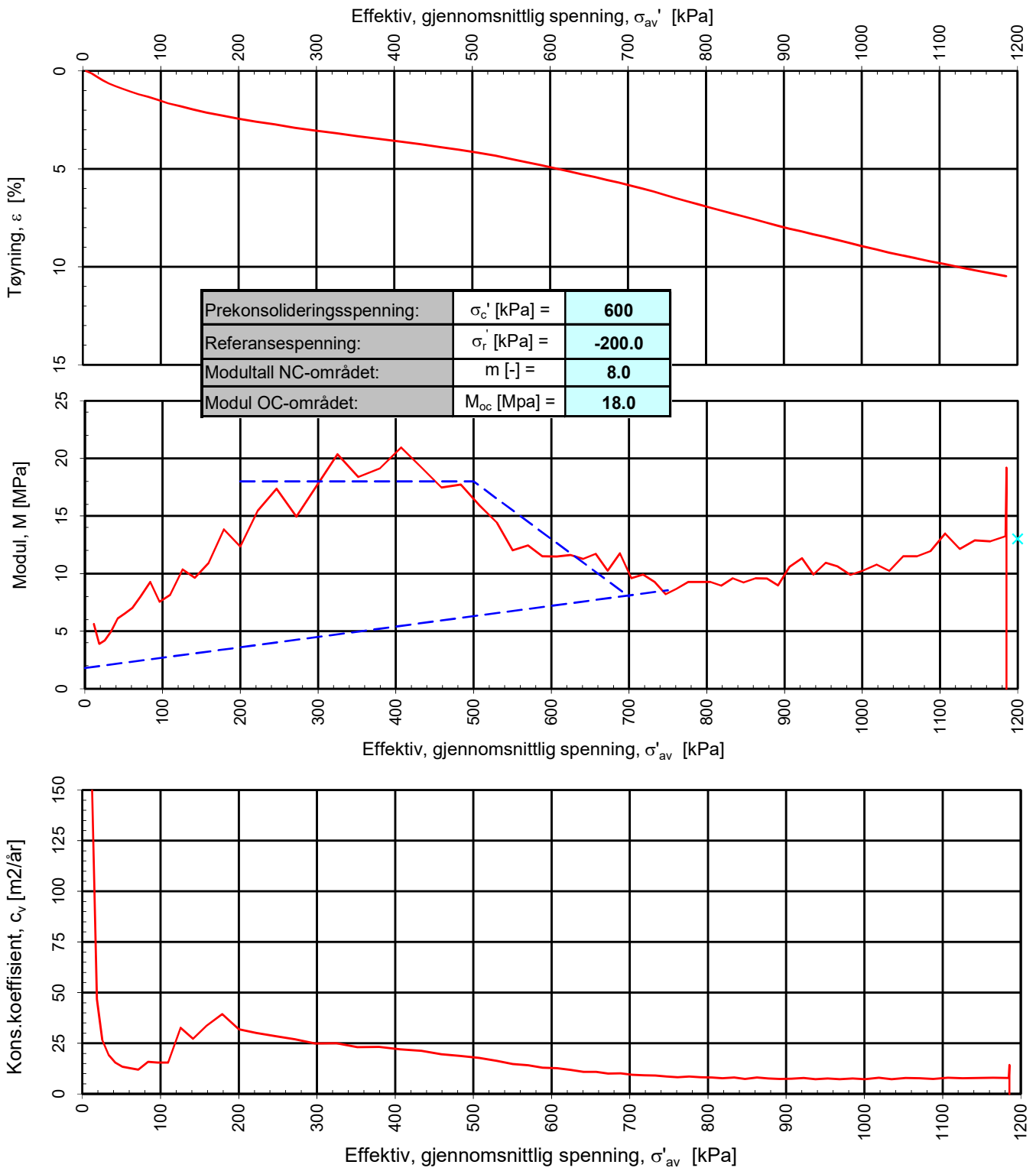
Tegning nr.:
 RIG-TEG-400.3

Prosedyre:
 CRS

Multiconsult

Godkjent:
 ARV

Programrevisjon:
 16.07.2018



Densitet ρ (g/cm³): **1.95**
 Vanninnhold w (%): **30.85**

Effektivt overlagingstrykk, σ'_{vo} (kPa): **95.76**

Melhus kommune
Kregnesvegen

Tegningens filnavn:
 10206445-03-RIG-TEG-401_h5, d10,50m

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:
 16.09.2019

Dybde, z (m):
 10.50

Borpunkt nr.:
 5

Forsøknr.:
 2

Tegnet av:
 OYA

Kontrollert:
 KONK

Oppdrag nr.:
 10206445-03

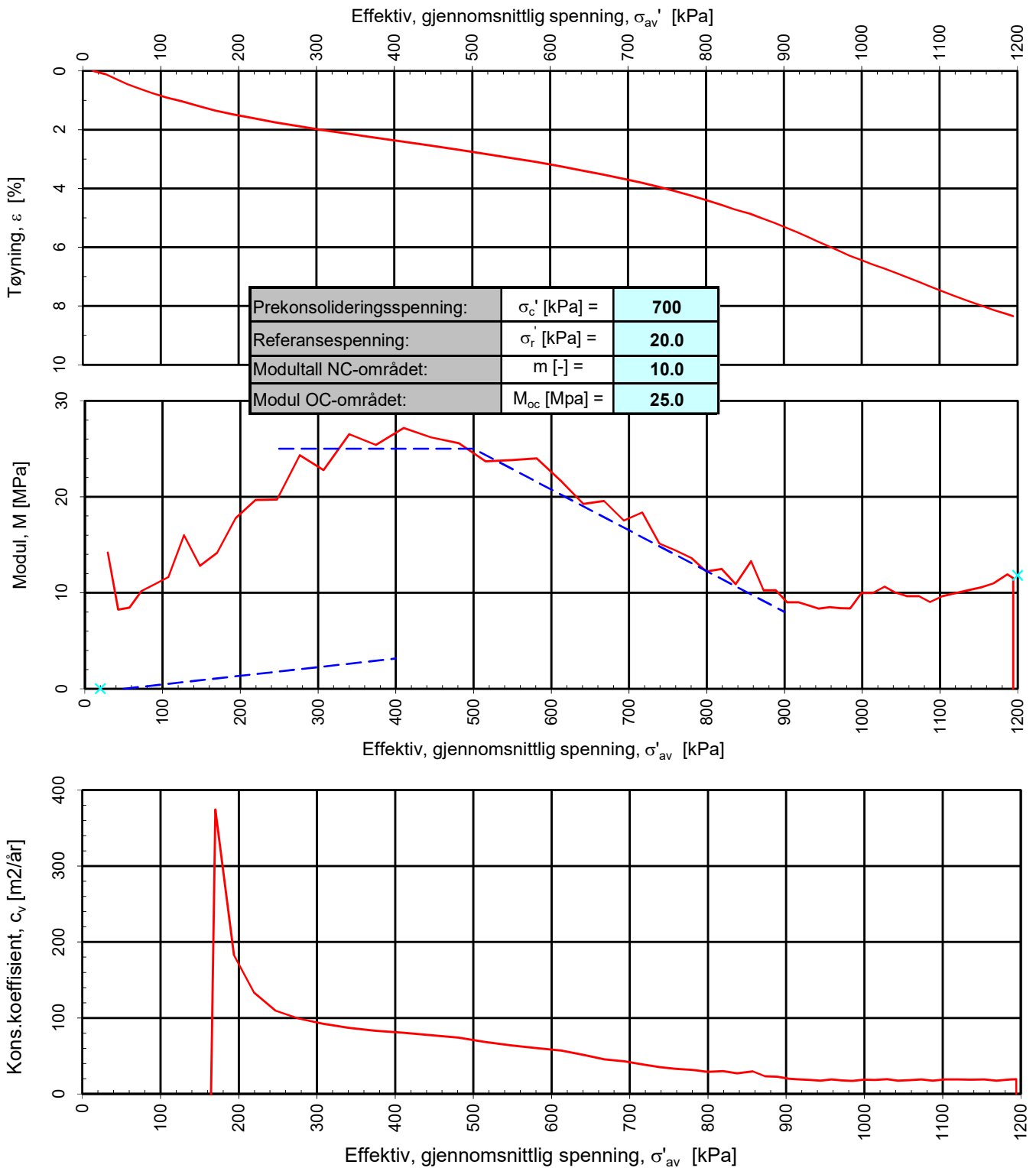
Tegning nr.:
 RIG-TEG-401.3

Prosedyre:
 CRS

Multiconsult

Godkjent:
 ARV

Programrevisjon:
 16.07.2018



Densitet ρ (g/cm³):
Vanninnhold w (%):

2.02
25.30

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

156.47

Melhus kommune
Kregnesvegen

Tegningens filnavn:

10206445-03-RIG-TEG-402_h5, d15,95m

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

Multiconsult

MULTICONSULT
NORGE AS

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

Forsøksdato:
12.09.2019

Dybde, z (m):
15.95

Borpunkt nr.:
5

Forsøknr.:
3

Tegnet av:
OYA

Kontrollert:
KONK

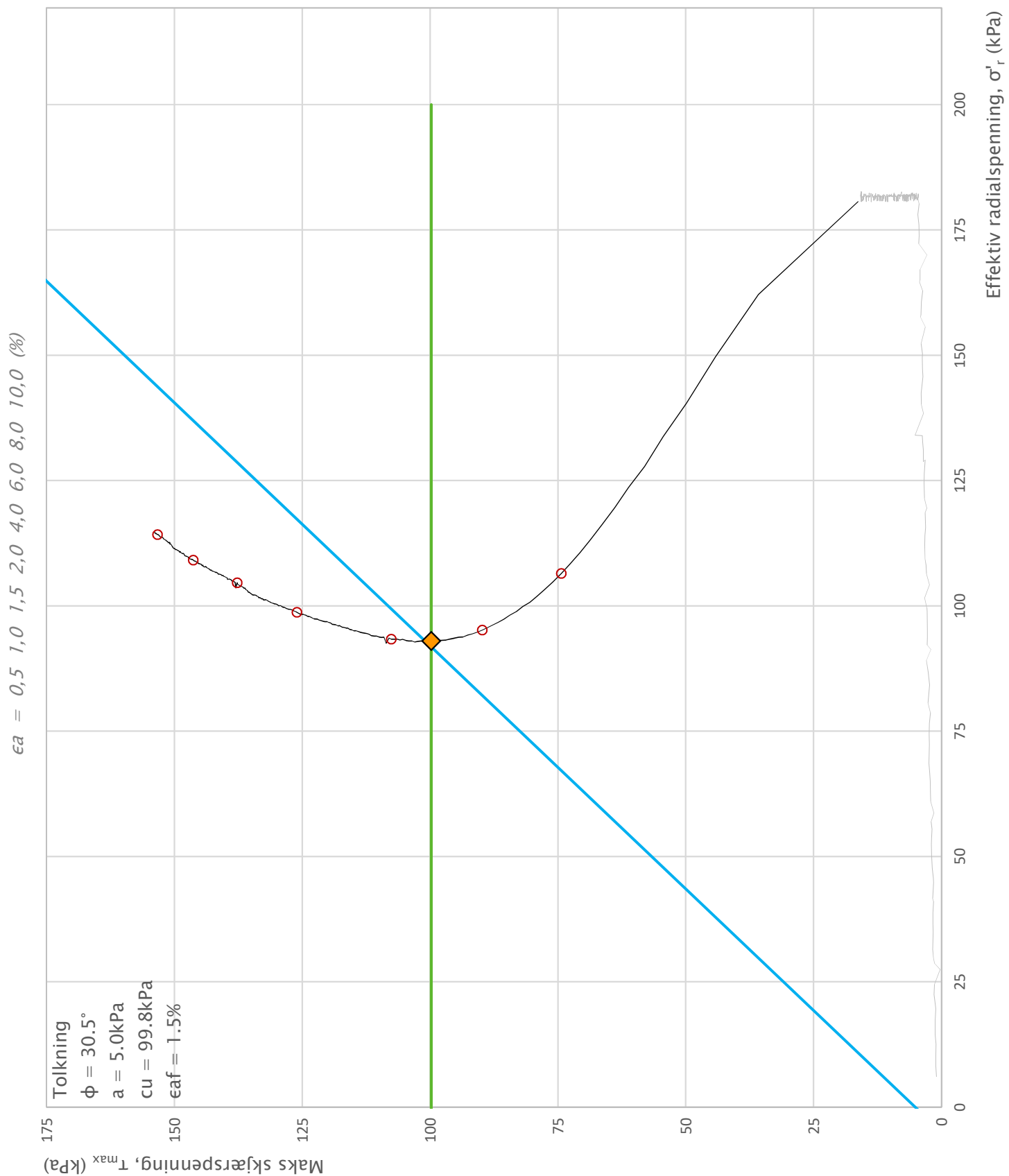
Godkjent:
ARV

Oppdrag nr.:
10206445-03

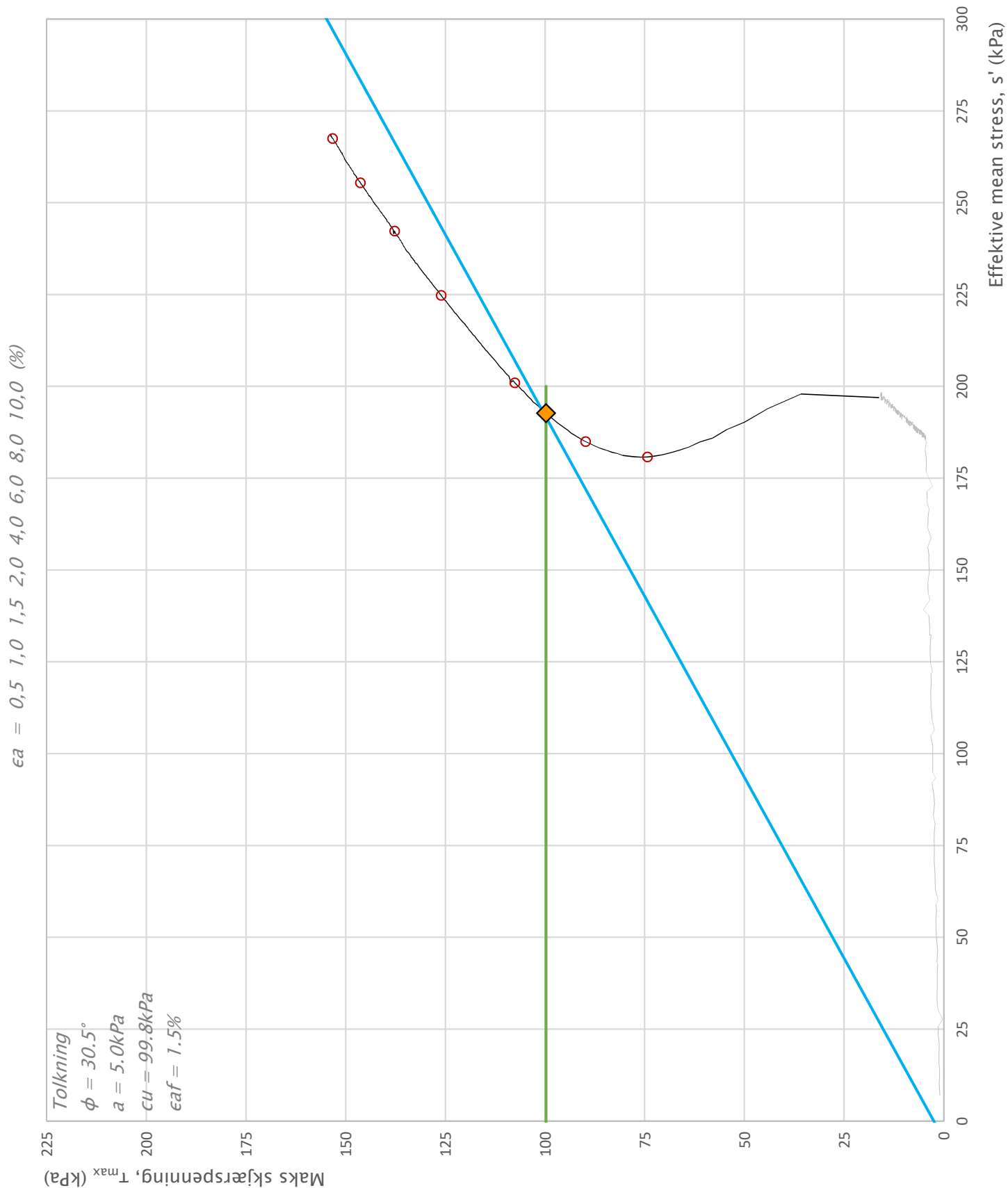
Tegning nr.:
RIG-TEG-402.3

Prosedyre:
CRS

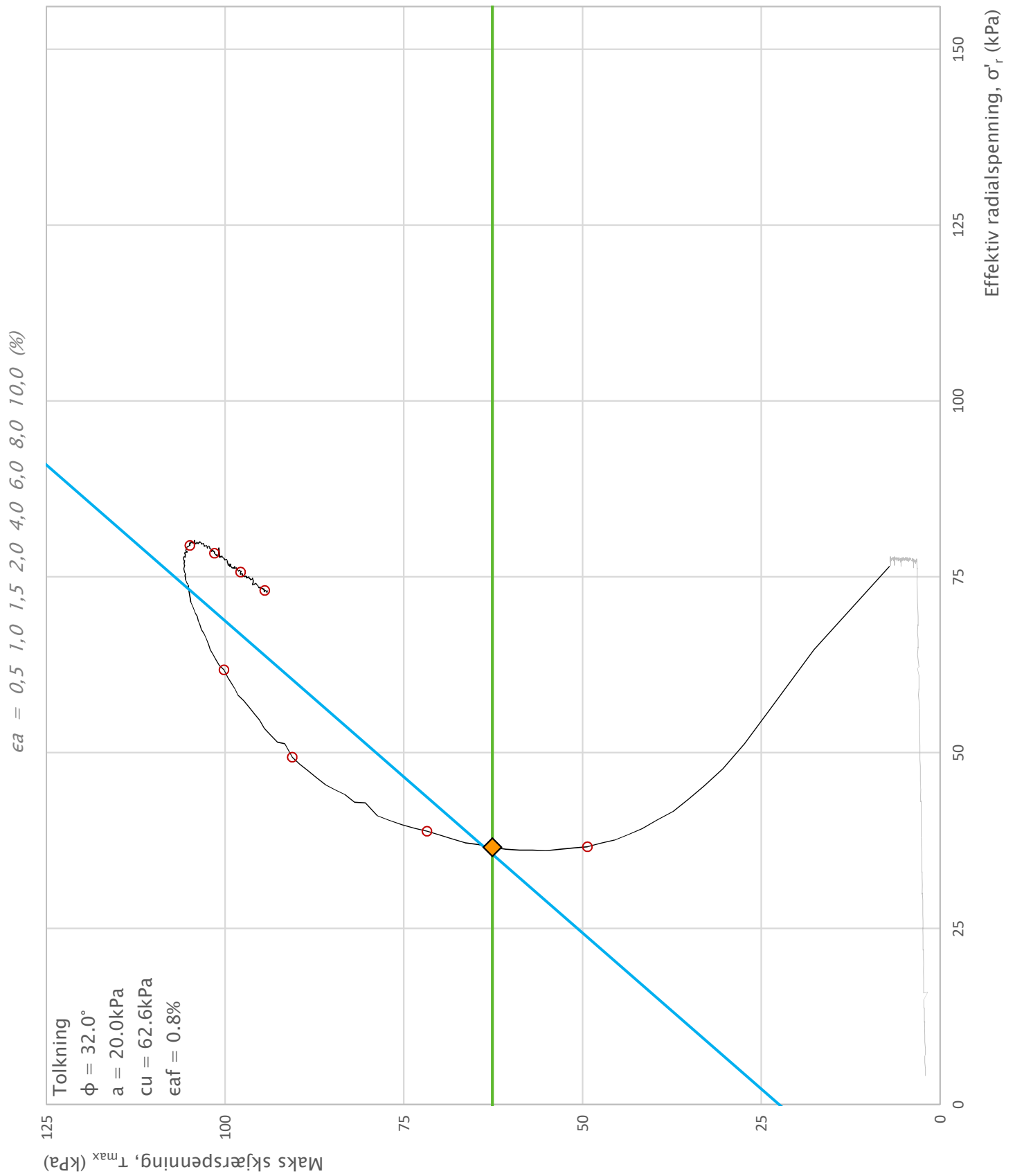
Programrevisjon:
16.07.2018



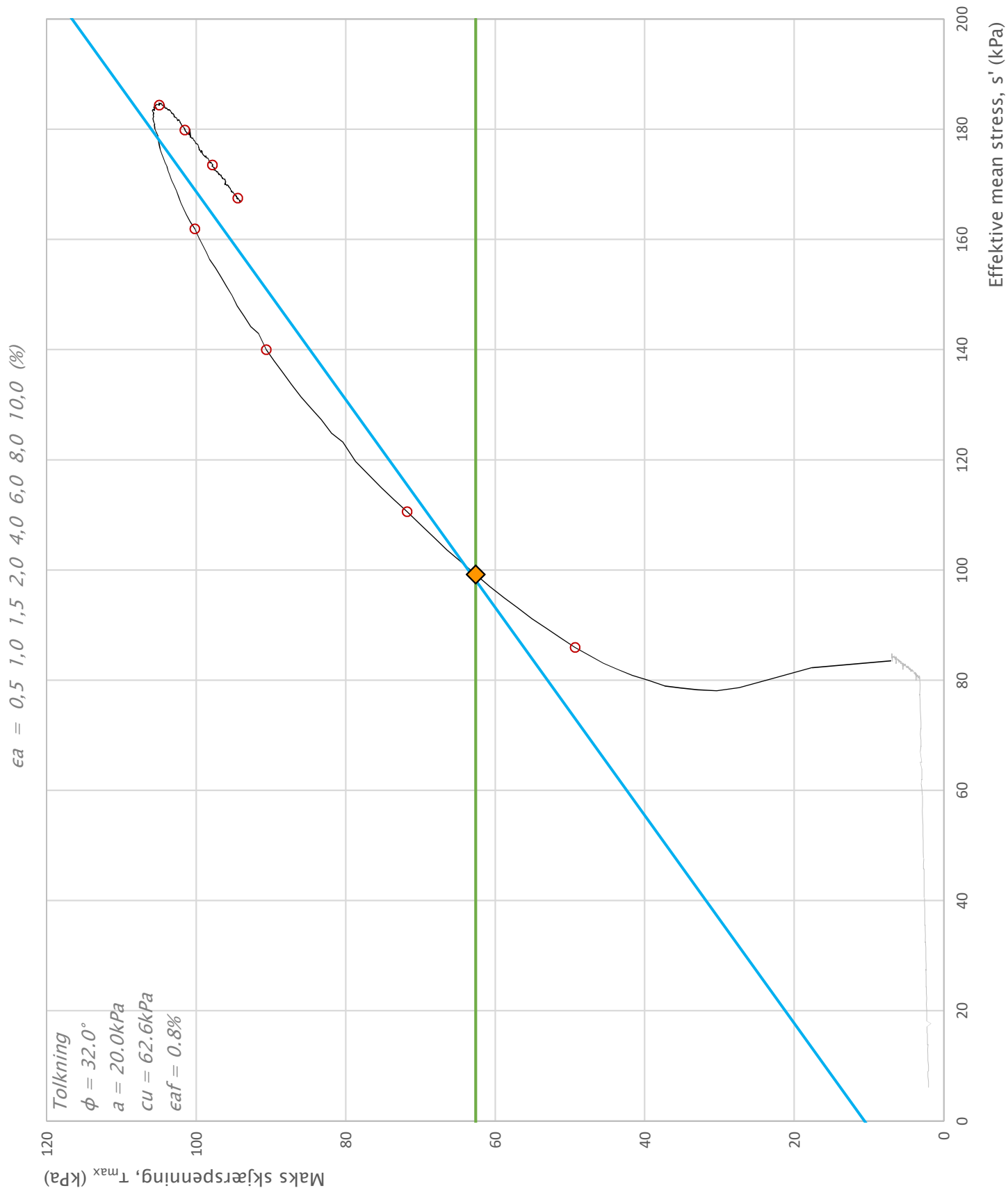
Prosjekt			Prosjektnummer: 10206445-03. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00		Borhull	
Kregnsvegen					4	
Innhold			Spenningssti i skjærfase, σ'_r - τ plott (NTNU), med tolkning		Dybde (m)	
					12.30	
Multiconsult	Utført	OYA	Kontrollert	KONK	Godkjent	Forsøkstype
					ARV	CAUc
	Kontor	Trondheim	Dato utført	11.09.2019	Revisjon	RIG-TEG
				Rev. dato	16.09.2019	450.7



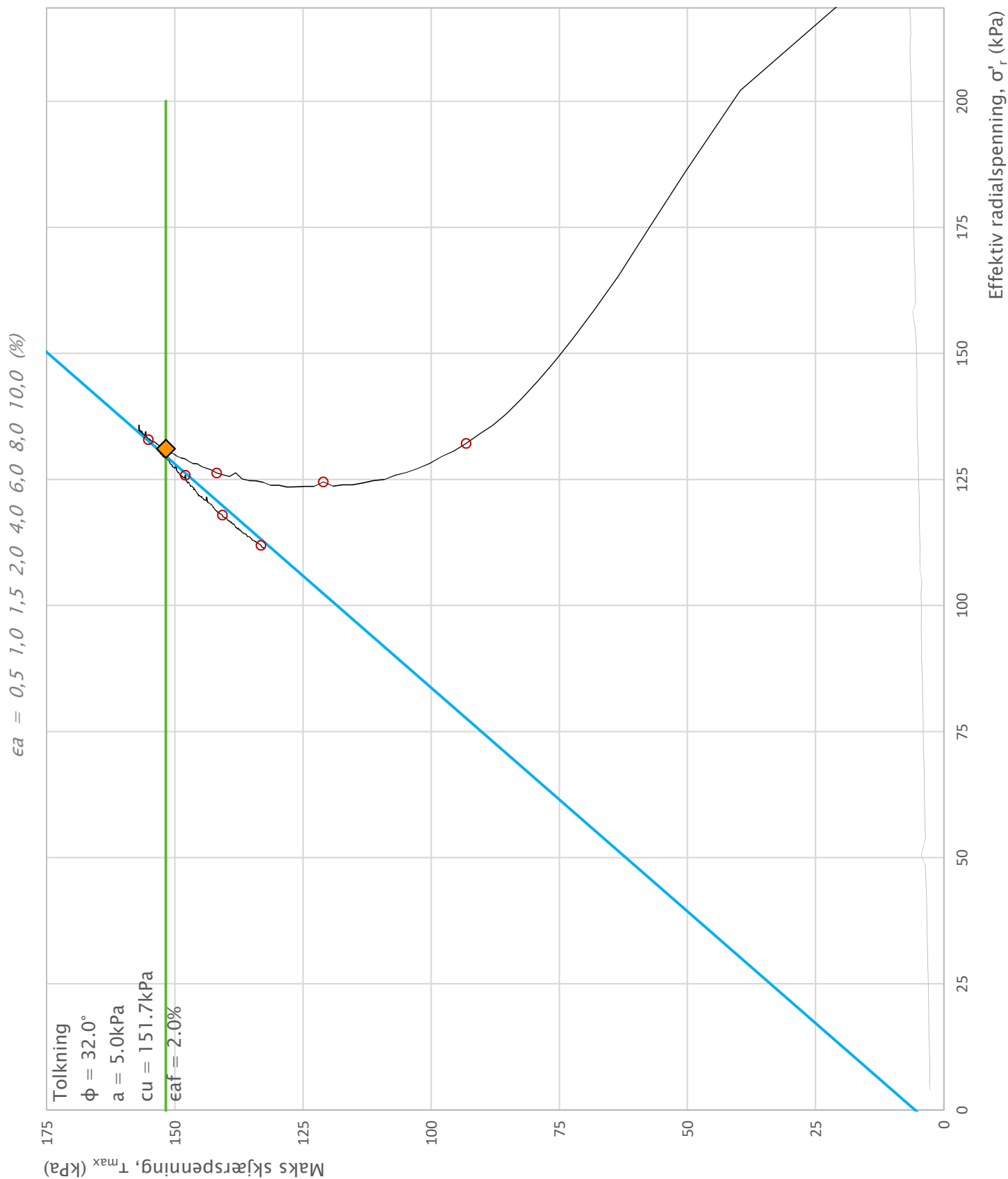
Prosjekt			Prosjektnummer: 10206445-03. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00		Borhull			
Kregnsvegen					4			
Innhold			Spenningssti i skjærfase, s' - τ plott (MIT), med tolkning		Dybde (m)			
					12.30			
Multiconsult	Utført	OYA	Kontrollert	KONK	Godkjent	ARV	Forsøkstype	CAUc
	Kontor	Trondheim	Dato utført	11.09.2019	Revisjon	0	RIG-TEG	450.8
					Rev. dato	16.09.2019		



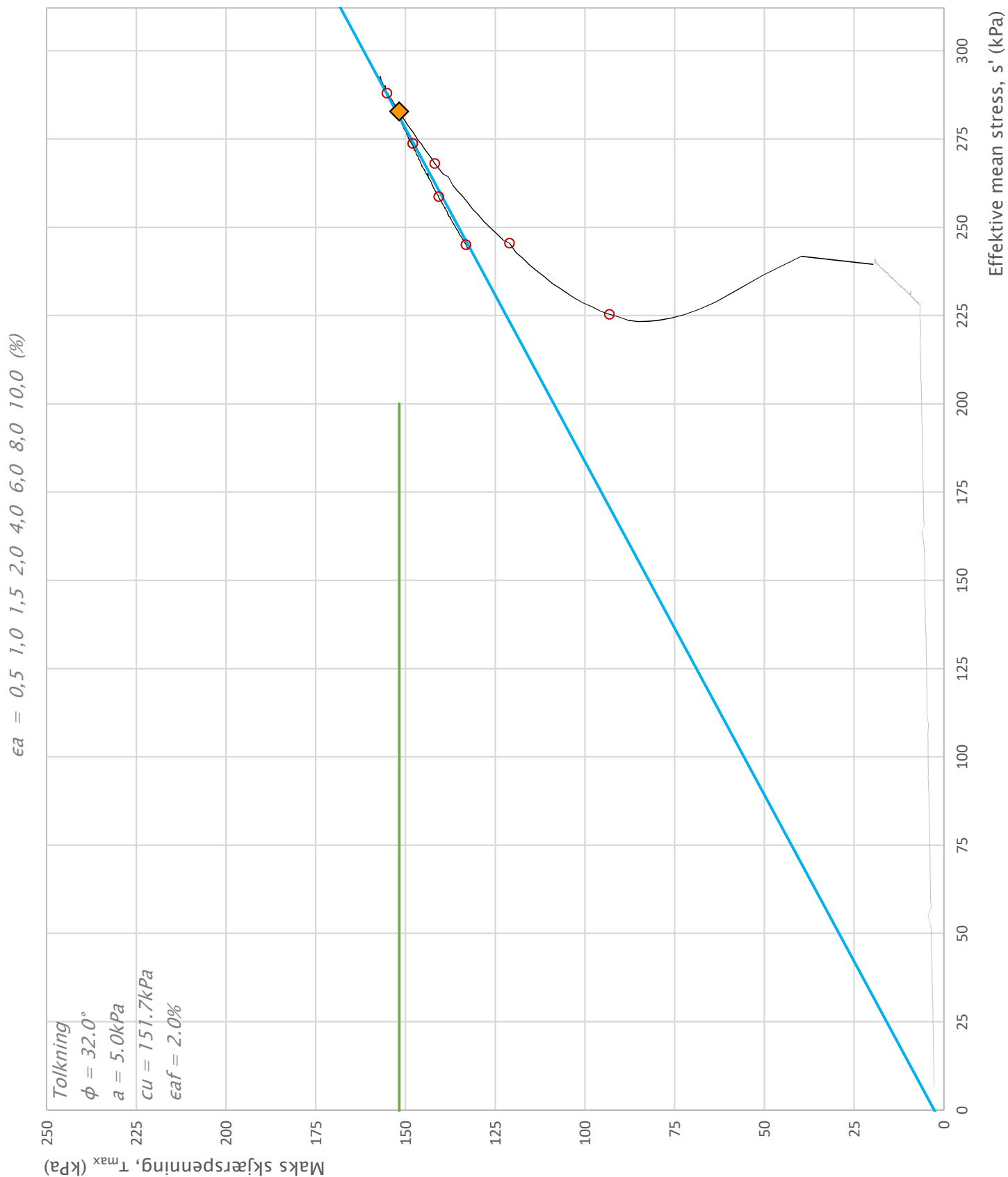
Prosjekt	Prosjektnummer: 10206445-03. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00			Borhull	5
Kregnesvegen				Dybde (m)	4.50
Innhold	Spenningssti i skjærfase, σ'_r - τ plott (NTNU), med tolkning				
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype	
	OYA	KONK	ARV	CAUc	
	Kontor	Dato utført	Revisjon	RIG-TEG	451.7
Trondheim	11.09.2019	Rev. dato	0		
			16.09.2019		



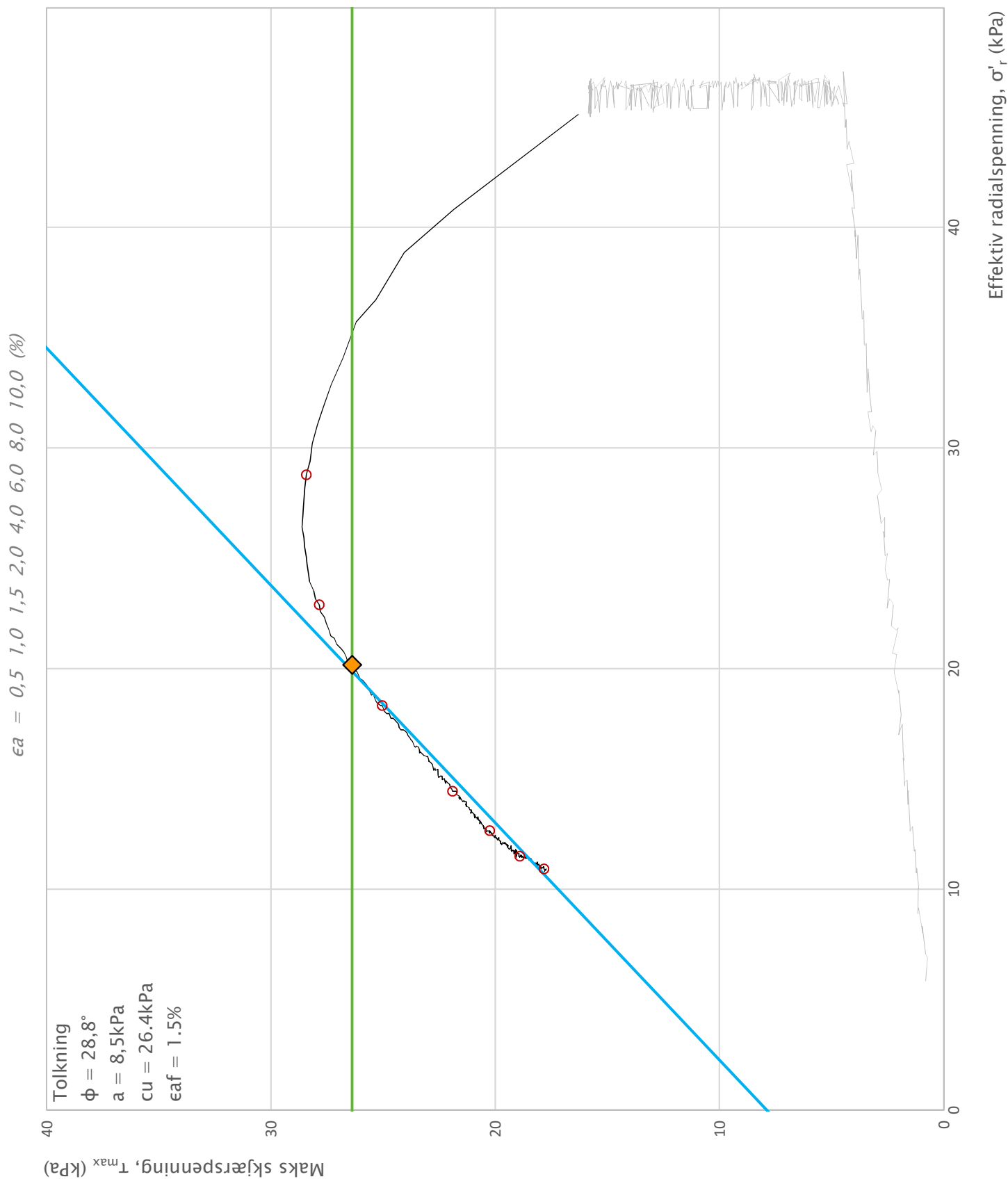
Prosjekt			Prosjektnummer: 10206445-03. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00		Borhull
Kregnesvegen					5
Innhold			Spenningssti i skjærfase, s' - τ plott (MIT), med tolkning		Dybde (m)
					4.50
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype	
	OYA	KONK	ARV	CAUc	
	Kontor	Dato utført	Revisjon	RIG-TEG	451.8
	Trondheim	11.09.2019	0 Rev. dato 16.09.2019		



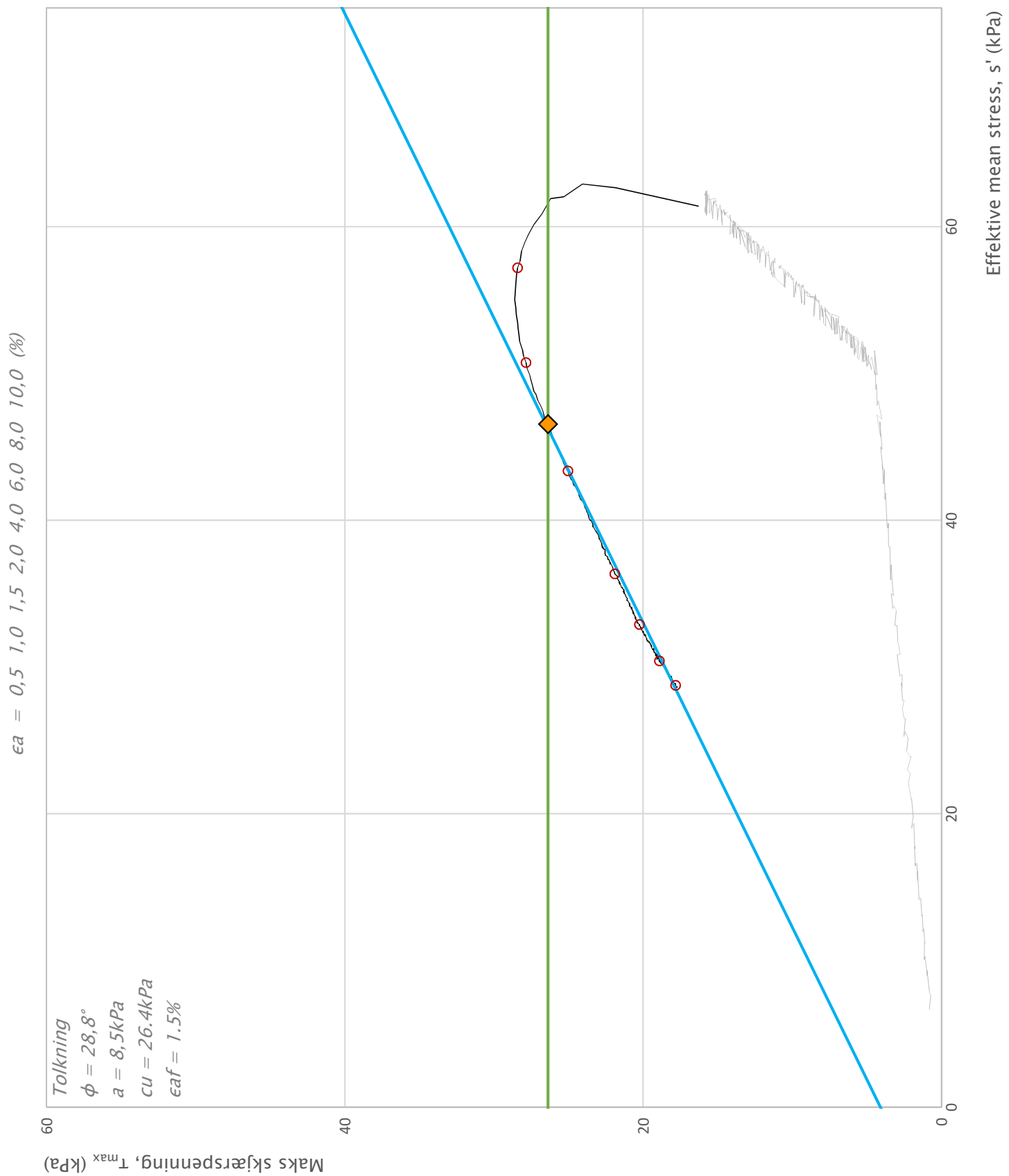
Prosjekt	Prosjektnummer: 10206445-03. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00			Borhull	5
Kregnesvegen				Dybde (m)	16.00
Innhold	Spenningssti i skjærfase, σ'_r - τ plott (NTNU), med tolkning				
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype	
	OYA	KONK	ARV	CAUc	
	Kontor	Dato utført	Revisjon	RIG-TEG	452.7
	Trondheim	13.09.2019	0 Rev. dato 16.09.2019		



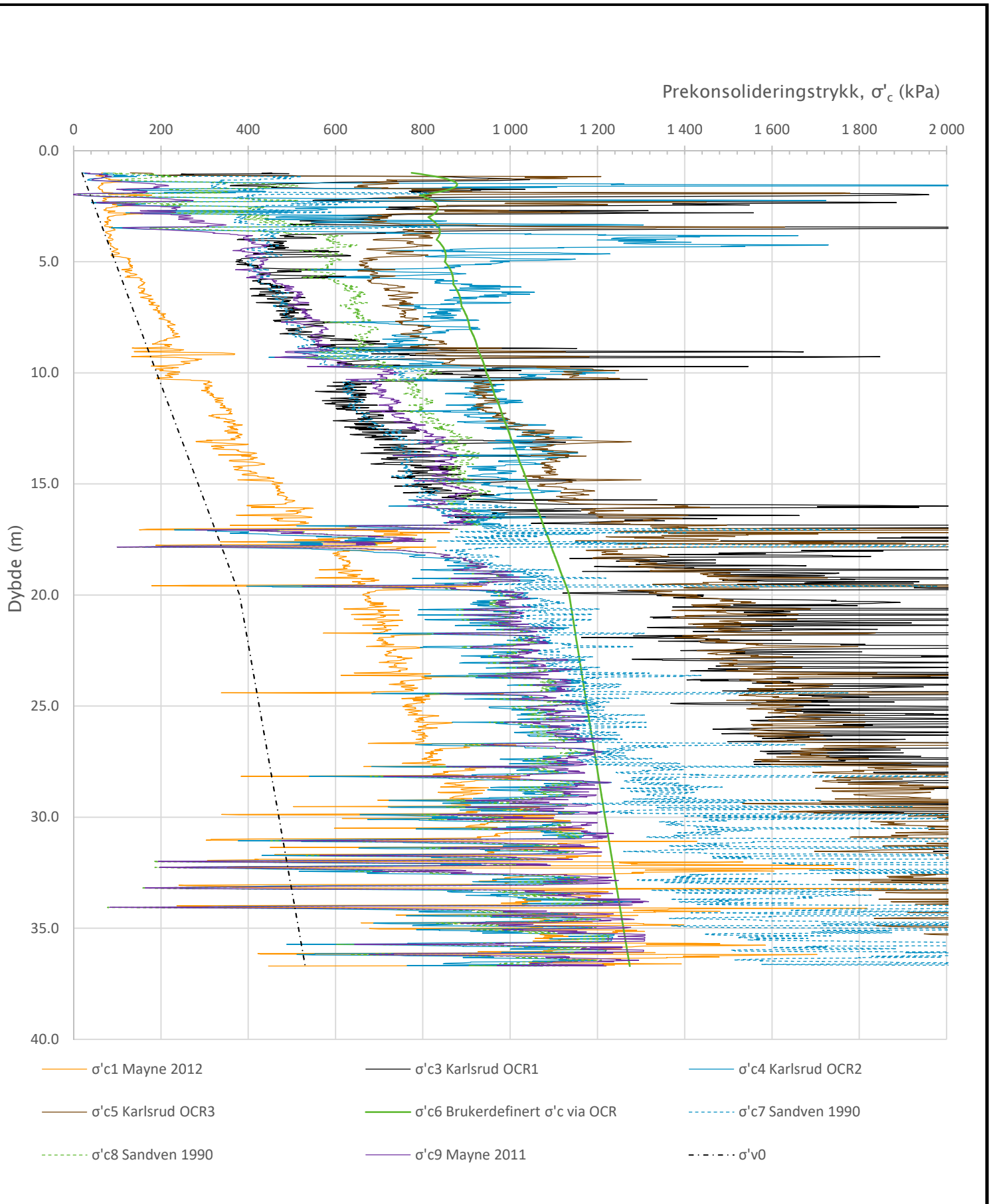
Prosjekt			Prosjektnummer: 10206445-03. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00		Borhull
Kregnesvegen					5
Innhold			Spenningssti i skjærfase, s' - τ plott (MIT), med tolkning		Dybde (m)
					16.00
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype	
	OYA	KONK	ARV	CAUc	
	Kontor	Dato utført	Revisjon	RIG-TEG	
Trondheim	13.09.2019	0	452.8		
		Rev. dato	16.09.2019		



Prosjekt	Prosjektnummer: 10206445-03. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00			Borhull	9
Kregnesvegen				Dybde (m)	4.42
Innhold	Spenningssti i skjærfase, σ'_r - τ plott (NTNU), med tolkning				
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype	
	OYA	KONK	ARV	CAUc	
	Kontor	Dato utført	Revisjon	RIG-TEG	453.7
Trondheim	13.09.2019	Rev. dato	0 16.09.2019		

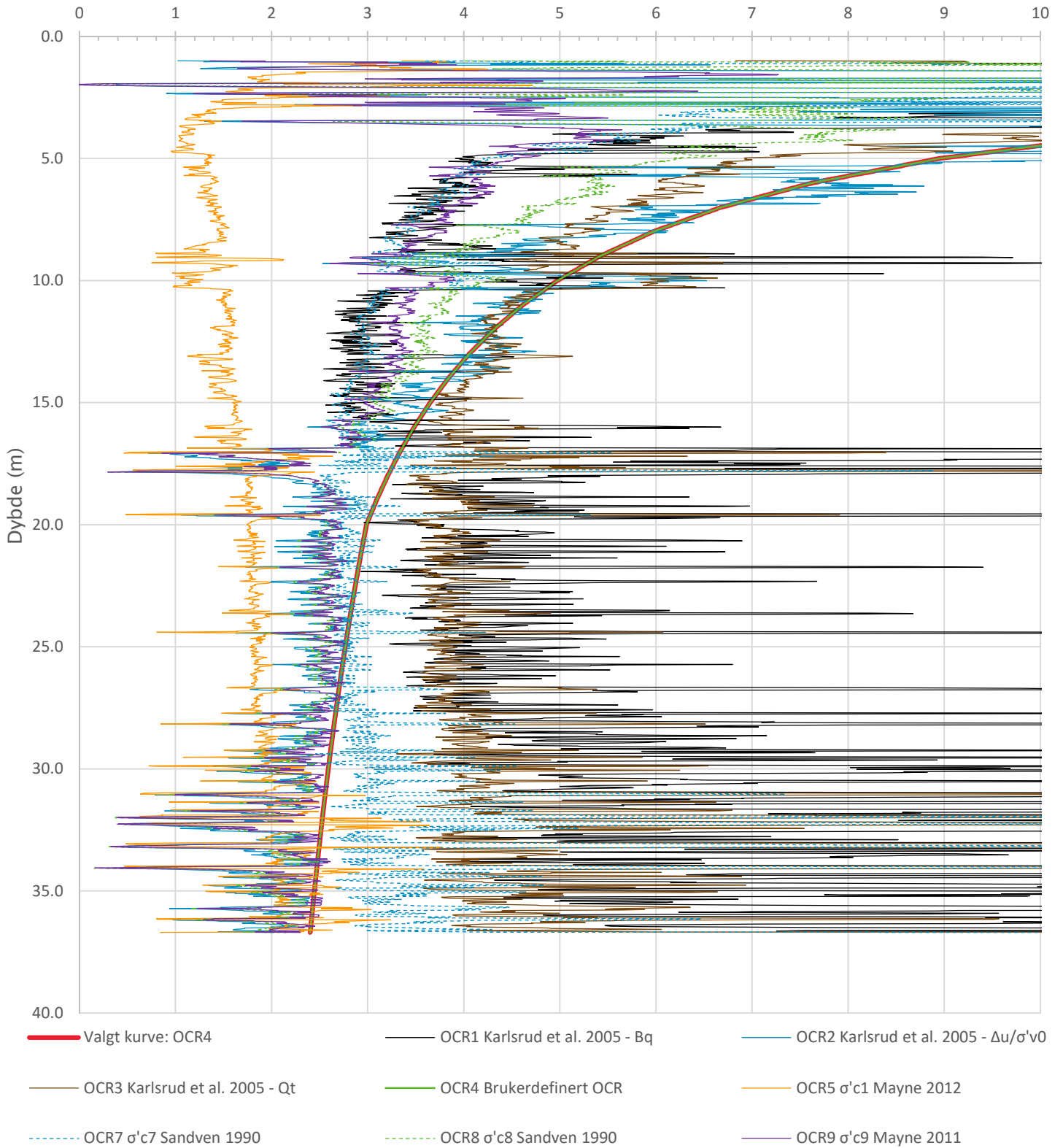


Prosjekt			Prosjektnummer: 10206445-03. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00		Borhull	9		
Kregnesvegen					Dybde (m)	4.42		
Innhold			Spenningssti i skjærfase, s'-τ plott (MIT)					
Multiconsult	Utført	OYA	Kontrollert	KONK	Godkjent	ARV	Forsøkstype	CAUc
	Kontor	Trondheim	Dato utført	13.09.2019	Revisjon	0	RIG-TEG	453.8
				Rev. dato	16.09.2019			



Prosjekt		Prosjektnummer: 10206445 Rapportnummer: 1		Borhull	Kote +60.486
Kregnesbakken				3	
Innhold				Sondennummer	
Prekonsolideringstrykk, $\sigma'c$				4672	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	OYA	KONK	ARV		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	500.5
	Multiconsult	22.08.2019	0 Rev. dato 22.11.2019		

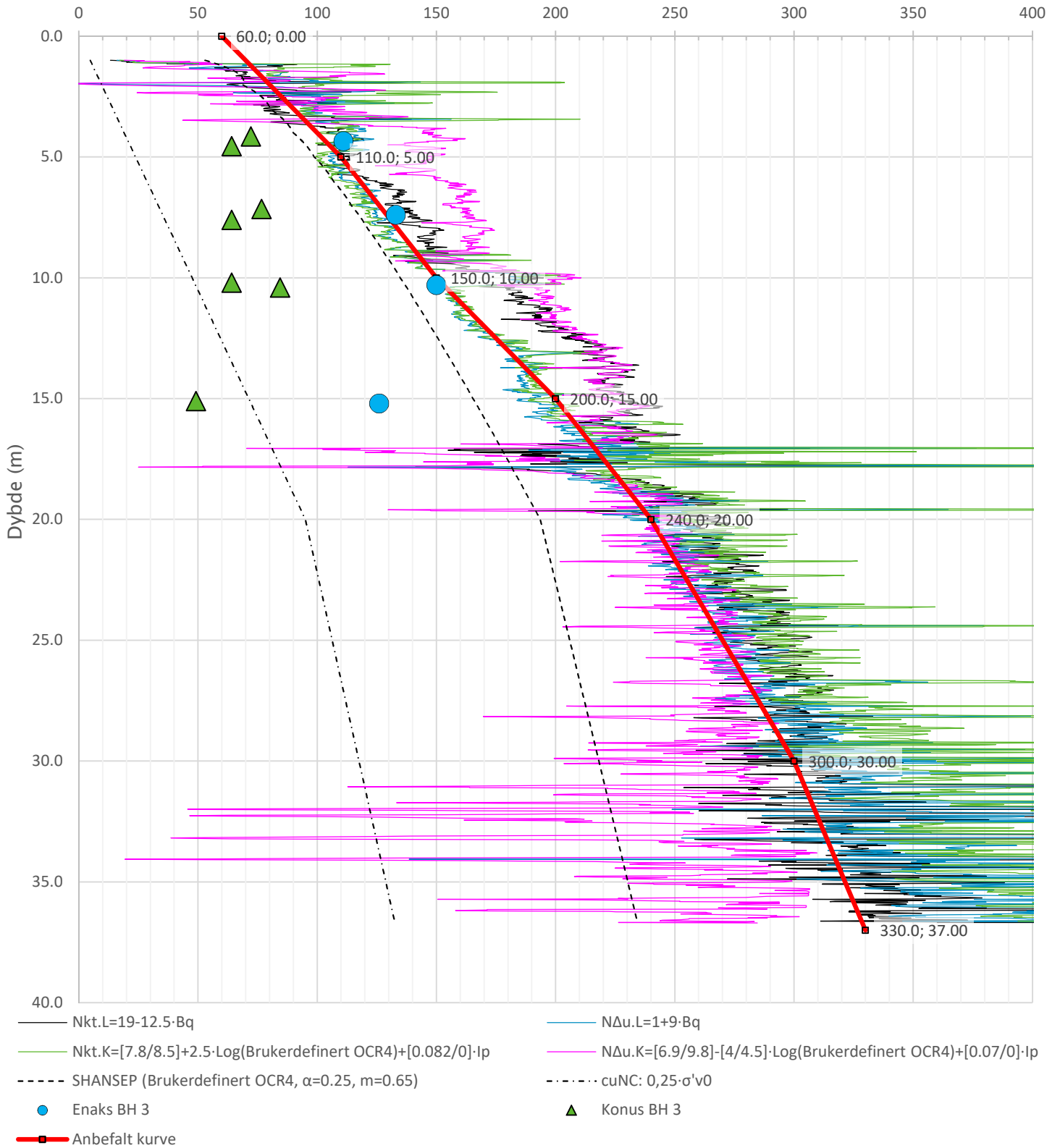
Overkonsolideringsgrad, OCR (-)



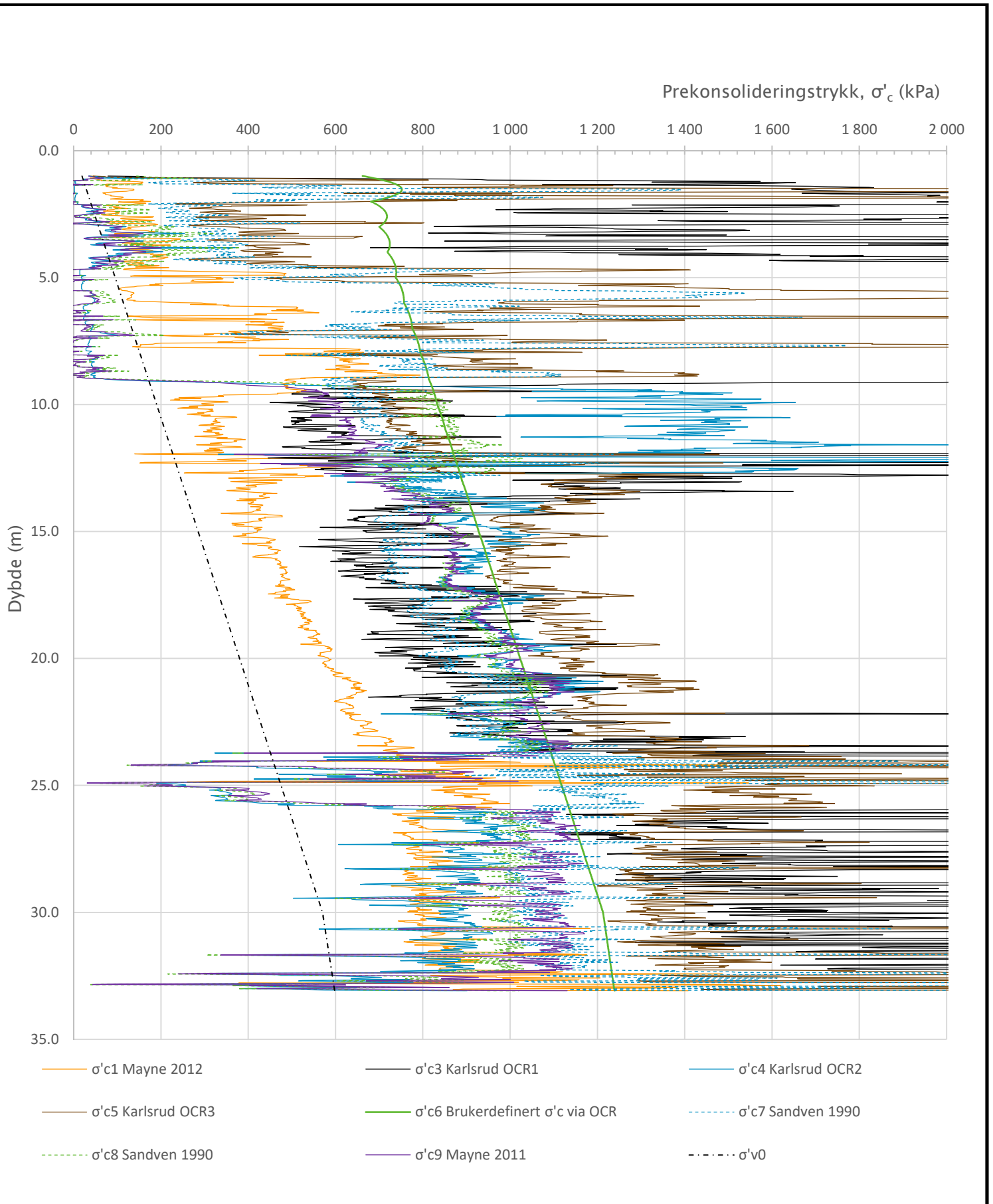
Prosjekt		Prosjektnummer: 10206445 Rapportnummer: 1		Borhull	Kote +60.486
Kregnesbakken				3	
Innhold				Sondennummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR				4672	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	OYA	KONK	ARV		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	500.6
	Multiconsult	22.08.2019	0 Rev. dato 22.11.2019		

Anisotropiforhold i figur:
 Enaks BH 3: $c_{uc}/c_{ucptu} = 1.000$
 Konus BH 3: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 1.000$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)

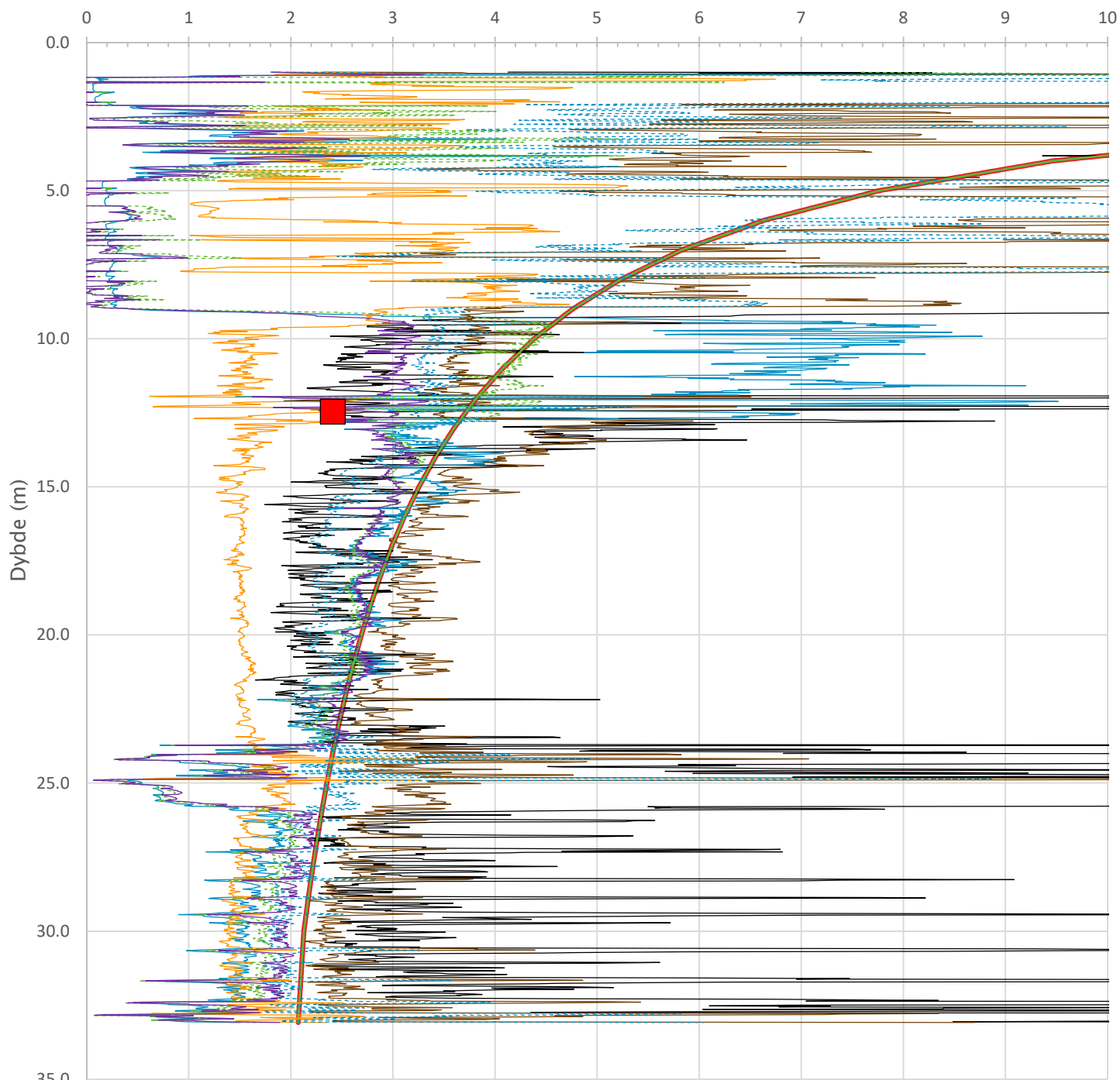


Prosjekt Kregnesbakken		Prosjektnummer: 10206445 Rapportnummer: 1		Borhull Kote +60.486 3
Innhold Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondennummer 4672
Multiconsult	Tegnet OYA	Kontrollert KONK	Godkjent ARV	Anvend.klasse 1
	Utførende Multiconsult	Dato sondering 22.08.2019	Revisjon 0 Rev. dato 22.11.2019	RIG-TEG 500.7



Prosjekt		Prosjektnummer: 10206445 Rapportnummer: 1		Borhull	Kote +72.336
Kregnesbakken				4	
Innhold				Sondennummer	
Prekonsolideringstrykk, σ'_c				4672	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	OYA	KONK	ARV		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	501.5
	Multiconsult	22.08.2019	0 Rev. dato 22.11.2019		

Overkonsolideringsgrad, OCR (-)

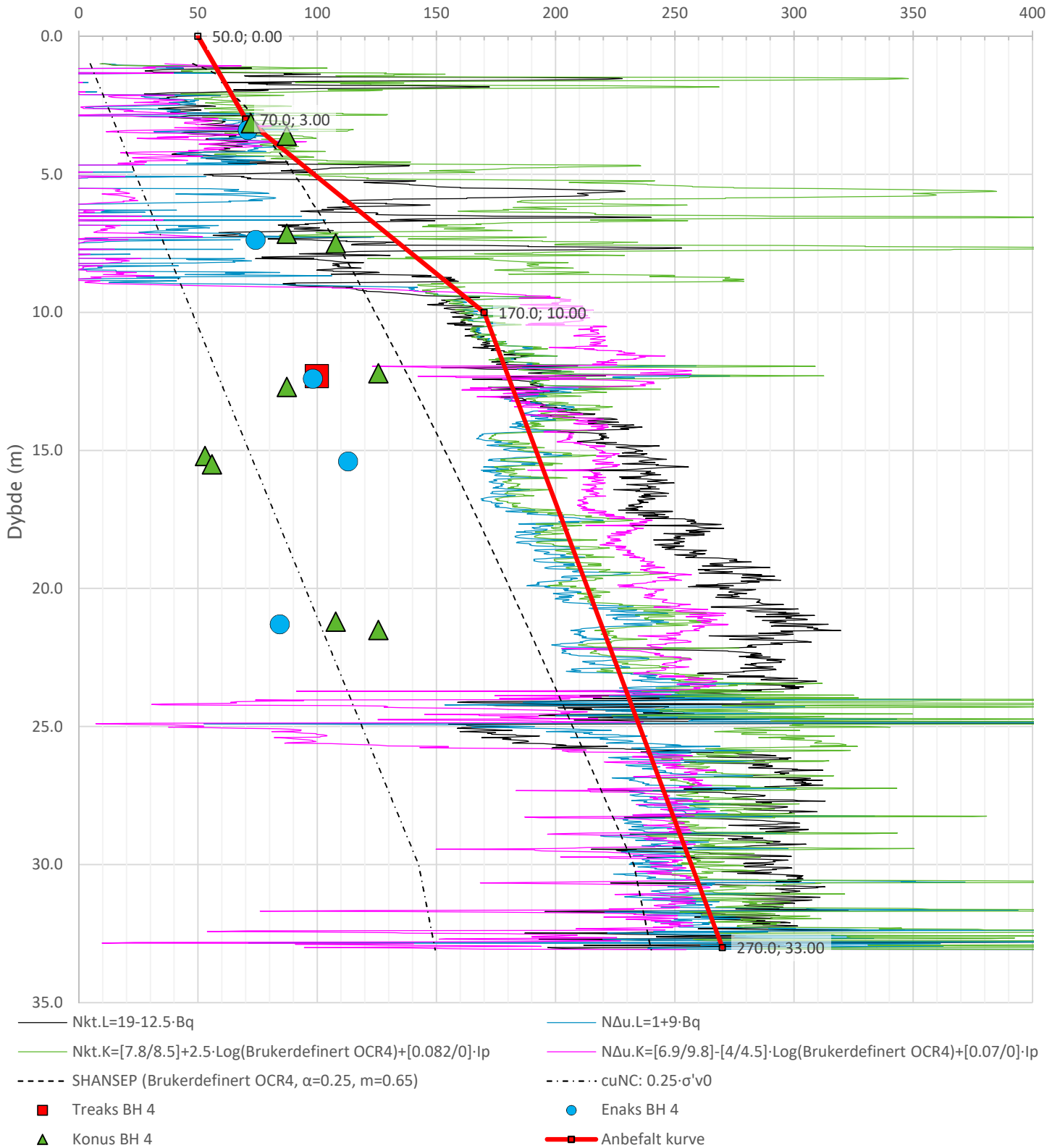


- Valgt kurve: OCR4
- OCR1 Karlsrud et al. 2005 - Bq
- OCR2 Karlsrud et al. 2005 - $\Delta u/\sigma'_{v0}$
- OCR3 Karlsrud et al. 2005 - Qt
- OCR4 Brukerdefinert OCR
- OCR5 σ'_{c1} Mayne 2012
- OCR7 σ'_{c7} Sandven 1990
- OCR8 σ'_{c8} Sandven 1990
- OCR9 σ'_{c9} Mayne 2011
- Ødometer BH 4

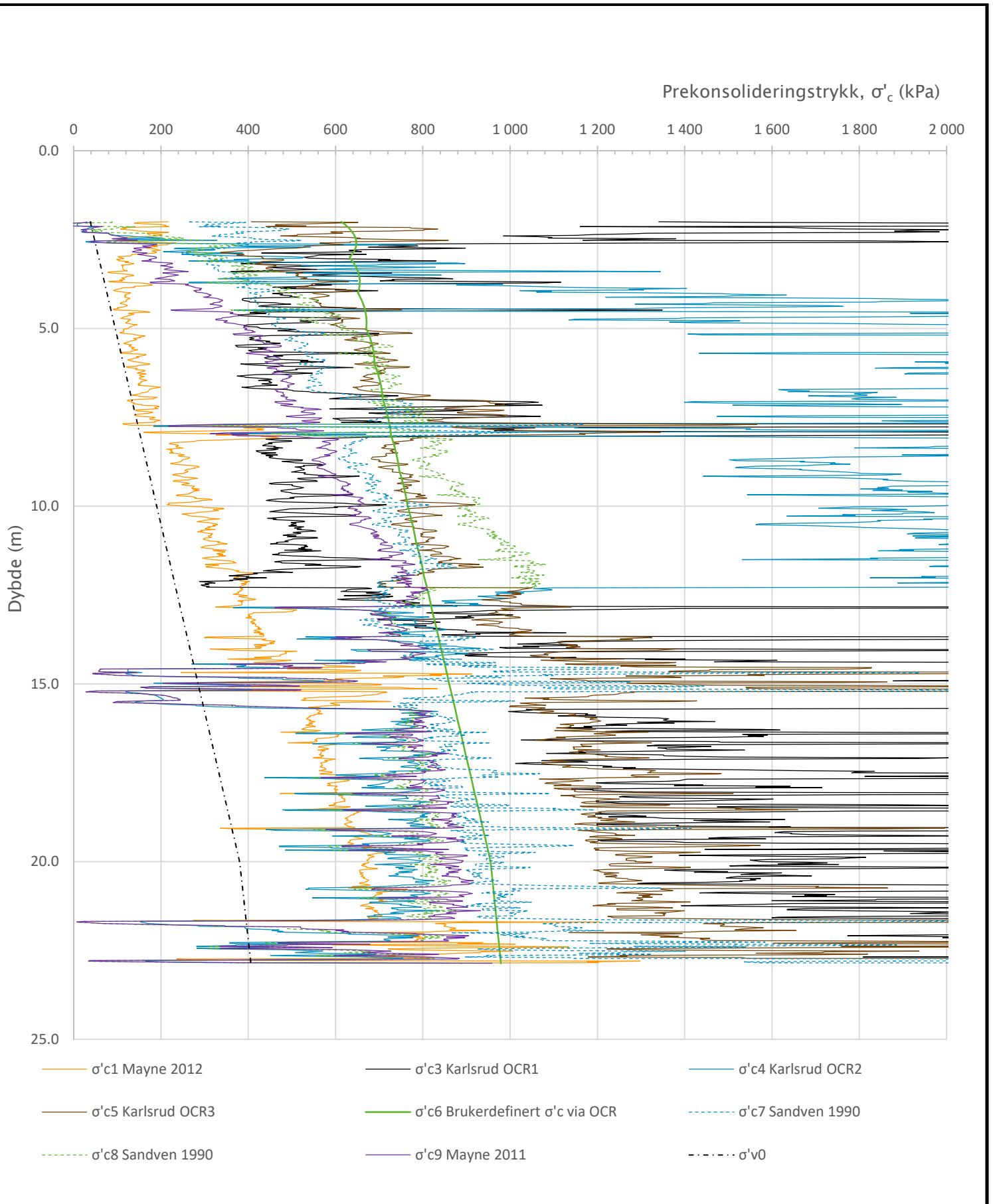
Prosjekt		Prosjektnummer: 10206445 Rapportnummer: 1		Borhull	Kote +72.336
Kregnesbakken				4	
Innhold				Sondennummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR				4672	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	OYA	KONK	ARV		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	501.6
	Multiconsult	22.08.2019	0 Rev. dato 22.11.2019		

Anisotropiforhold i figur:
 Enaks BH 4: $c_{uc}/c_{ucptu} = 1.000$
 Konus BH 4: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 1.000$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)

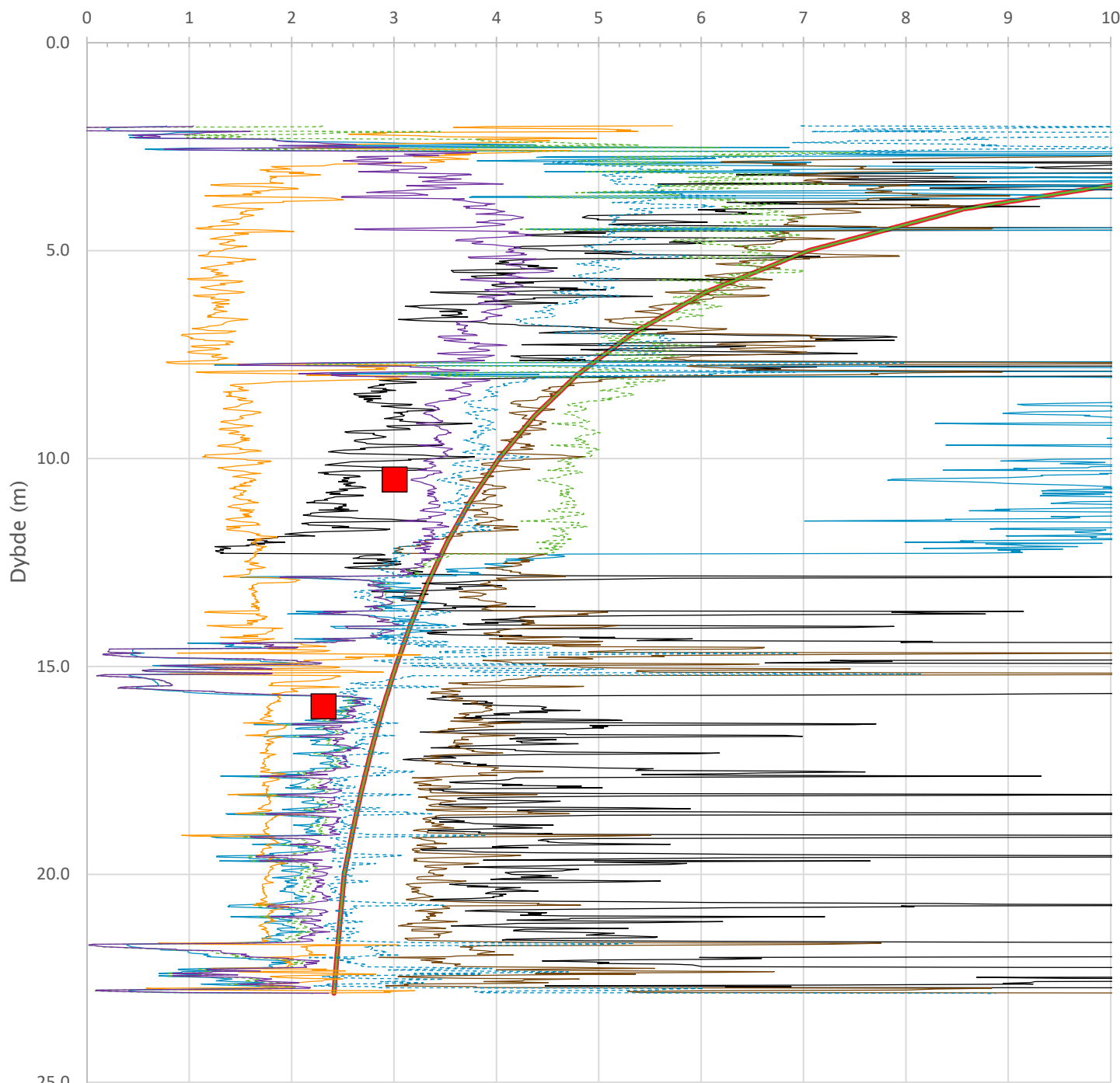


Prosjekt Kregnesbakken		Prosjektnummer: 10206445 Rapportnummer: 1		Borhull Kote +72.336 4
Innhold Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondennummer 4672
Multiconsult	Tegnet OYA	Kontrollert KONK	Godkjent ARV	Anvend.klasse 1
	Utførende Multiconsult	Dato sondering 22.08.2019	Revisjon 0 Rev. dato 22.11.2019	RIG-TEG 501.7



Prosjekt		Prosjektnummer: 10206445 Rapportnummer: 1		Borhull	Kote +79.458
Kregnesbakken				5	
Innhold				Sondennummer	
Prekonsolideringstrykk, $\sigma'c$				4672	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	OYA	KONK	ARV		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	502.5
	Multiconsult	22.08.2019	0 Rev. dato 22.11.2019		

Overkonsolideringsgrad, OCR (-)

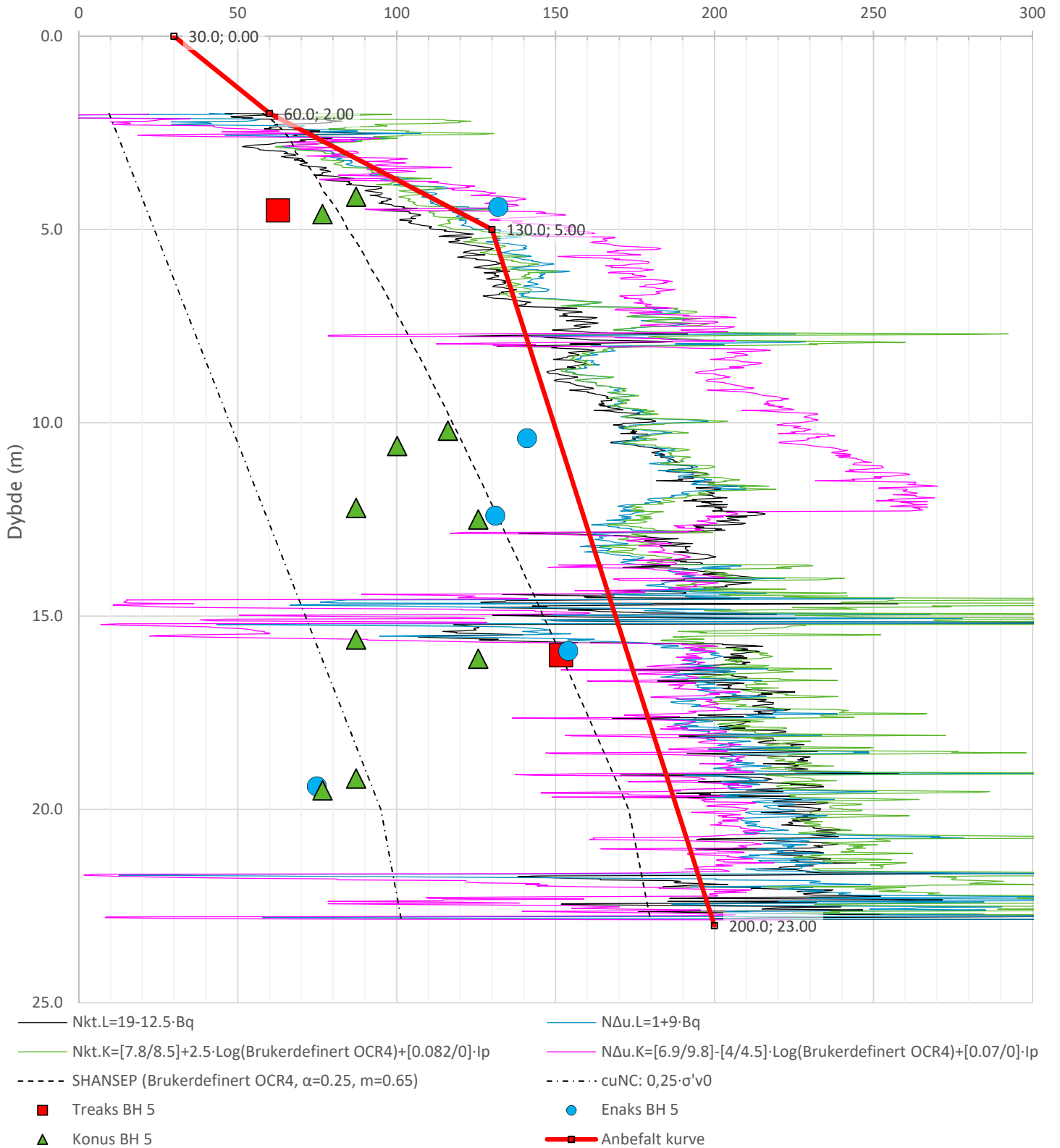


- Valgt kurve: OCR4
- OCR1 Karlsrud et al. 2005 - Bq
- OCR2 Karlsrud et al. 2005 - $\Delta u/\sigma'_{v0}$
- OCR3 Karlsrud et al. 2005 - Qt
- OCR4 Brukerdefinert OCR
- OCR5 σ'_{c1} Mayne 2012
- OCR7 σ'_{c7} Sandven 1990
- OCR8 σ'_{c8} Sandven 1990
- OCR9 σ'_{c9} Mayne 2011
- Ødometer BH 5

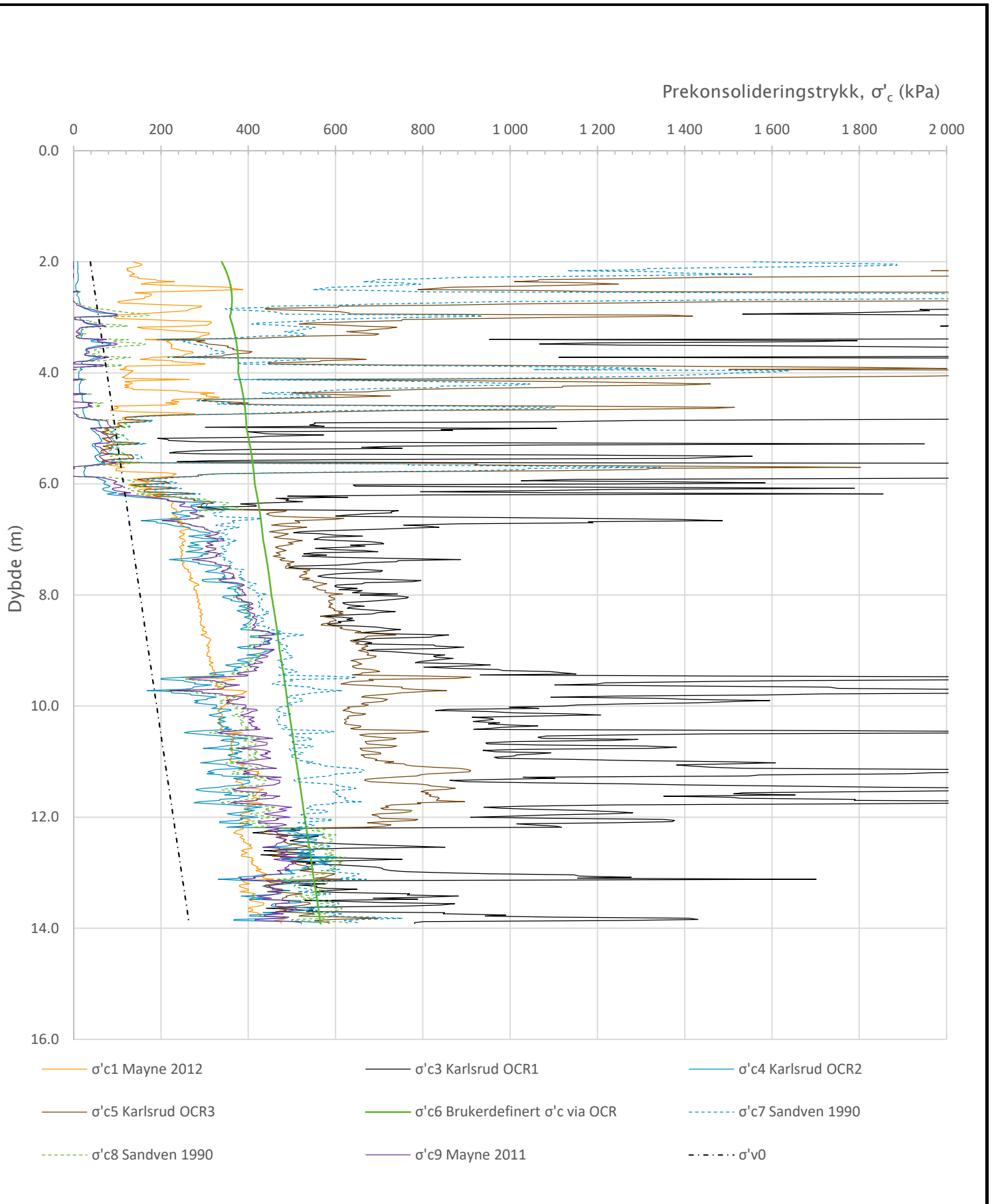
Prosjekt		Prosjektnummer: 10206445 Rapportnummer: 1		Borhull	Kote +79.458
Kregnesbakken				5	
Innhold				Sondennummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR				4672	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	OYA	KONK	ARV		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	502.6
	Multiconsult	22.08.2019	0 Rev. dato 22.11.2019		

Anisotropiforhold i figur:
Treaks BH 5: $c_{uC}/c_{ucptu} = 1.000$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)

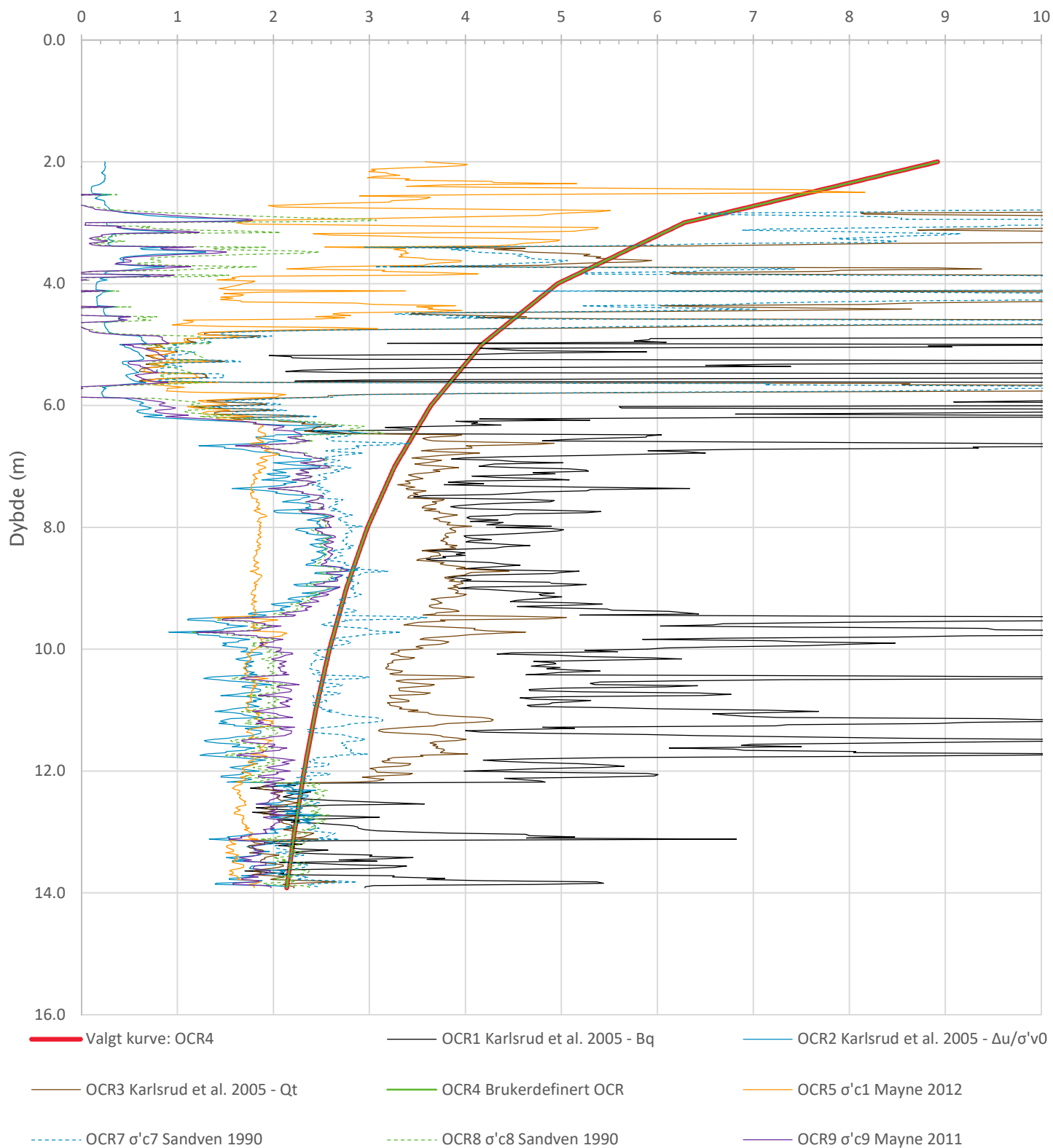


Prosjekt		Prosjektnummer: 10206445 Rapportnummer: 1		Borhull	Kote +79.458
Kregnesbakken				5	
Innhold				Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				4672	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	OYA	KONK	ARV		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	502.7
	Multiconsult	22.08.2019	0 Rev. dato 22.11.2019		



Prosjekt		Prosjektnummer: 10206445 Rapportnummer: 1		Borhull Kote +108.318
Kregnesbakken				8
Innhold				Sondennummer
Prekonsolideringstrykk, σ'_c				4672
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	OYA	KONK	ARV	1
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG
	Multiconsult	22.08.2019	0	503.5
			Rev. dato 22.11.2019	

Overkonsolideringsgrad, OCR (-)

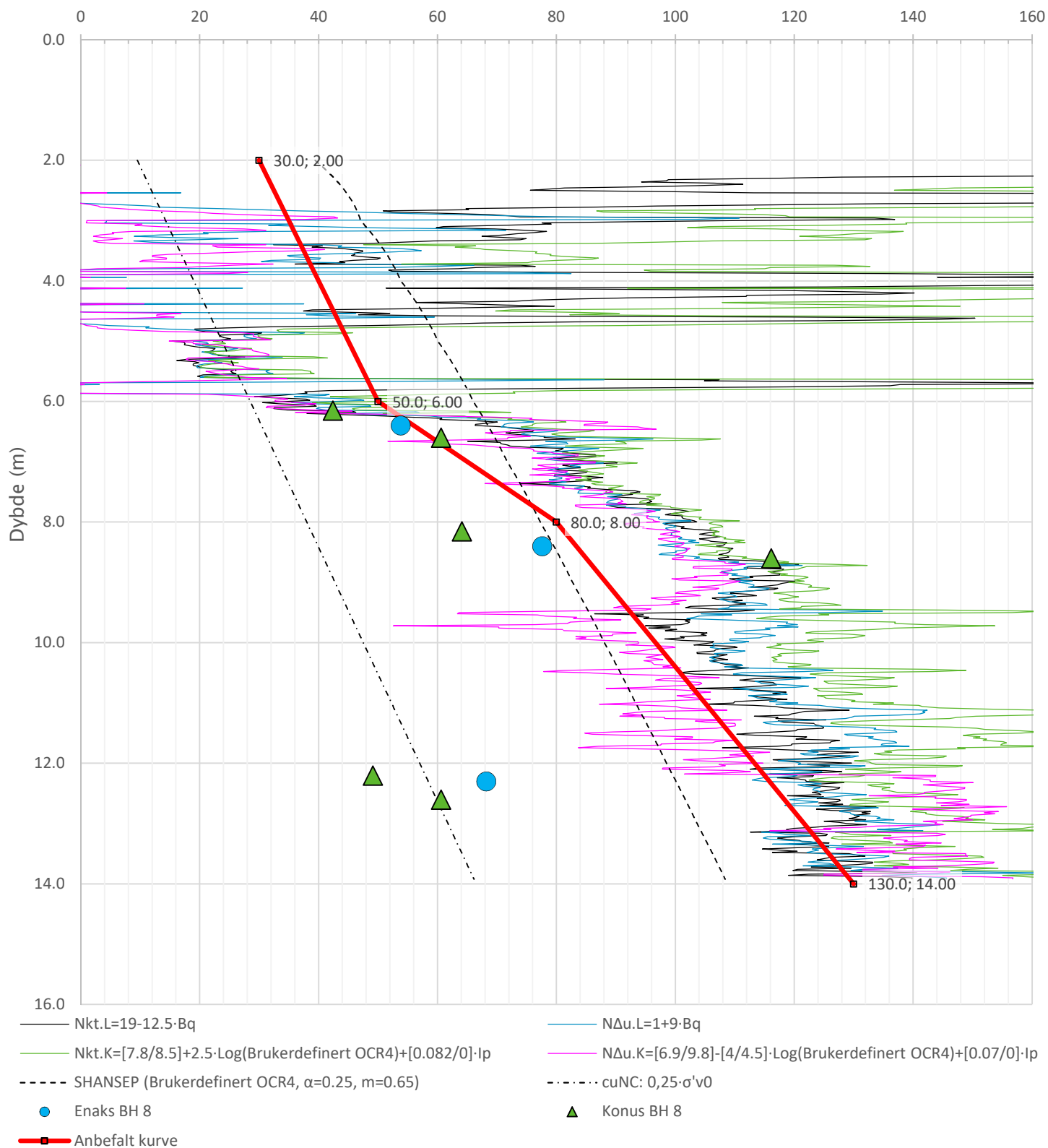


- Valgt kurve: OCR4
- OCR1 Karlsrud et al. 2005 - Bq
- OCR2 Karlsrud et al. 2005 - $\Delta u/\sigma'_{v0}$
- OCR3 Karlsrud et al. 2005 - Qt
- OCR4 Brukerdefinert OCR
- OCR5 σ'_{c1} Mayne 2012
- OCR7 σ'_{c7} Sandven 1990
- OCR8 σ'_{c8} Sandven 1990
- OCR9 σ'_{c9} Mayne 2011

Prosjekt		Prosjektnummer: 10206445 Rapportnummer: 1		Borhull	Kote +108.318
Kregnesbakken				8	
Innhold		Overkonsolideringsgrad, OCR		Sondennummer	4672
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	OYA	KONK	ARV		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	503.6
	Multiconsult	22.08.2019	0 Rev. dato 22.11.2019		

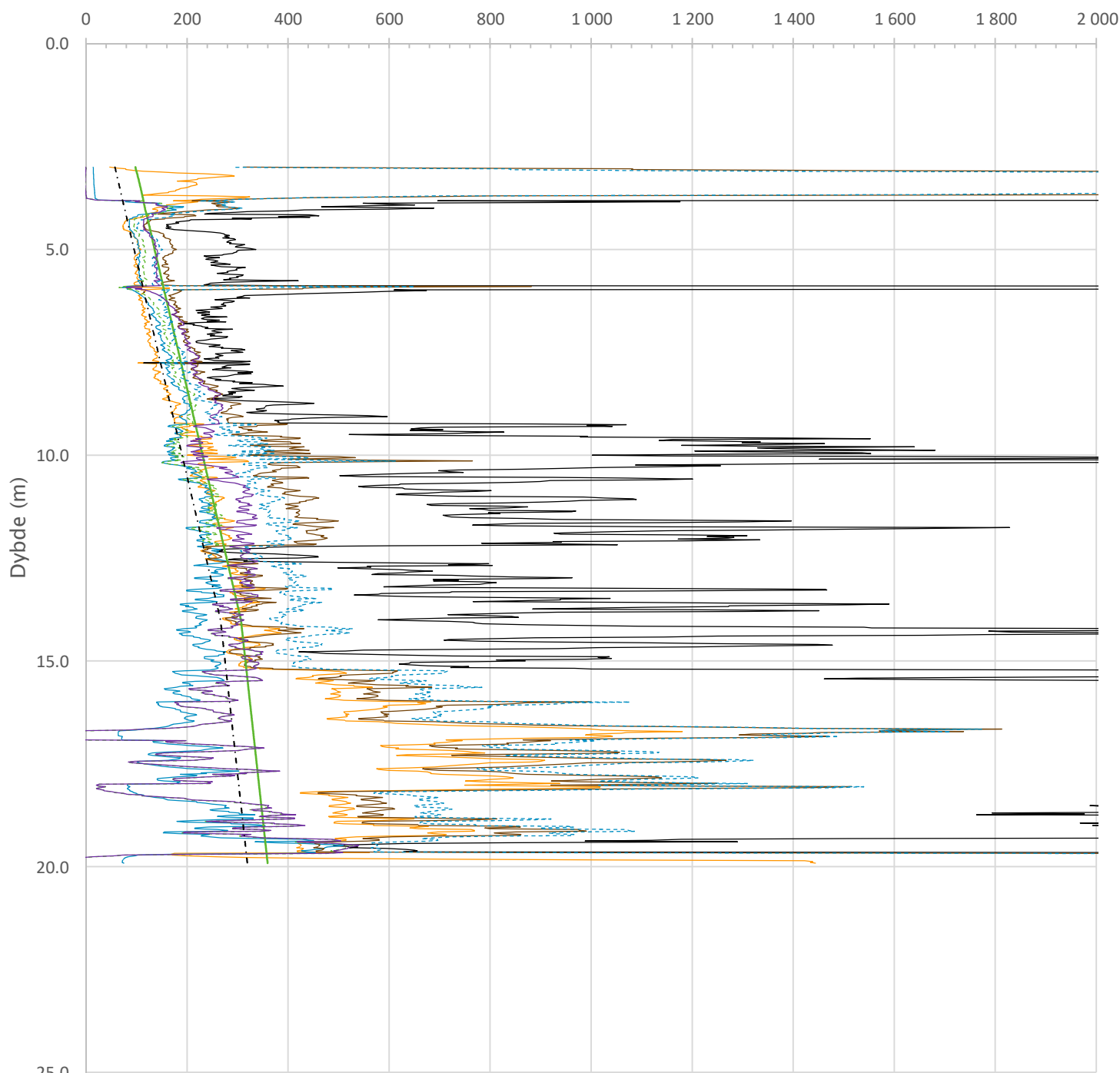
Anisotropiforhold i figur:
 Enaks BH 8: $c_{uc}/c_{ucptu} = 1.000$
 Konus BH 8: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 1.000$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



Prosjekt		Prosjektnummer: 10206445 Rapportnummer: 1		Borhull Kote +108.318
Kregnesbakken				8
Innhold				Sondennummer
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				4672
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	OYA	KONK	ARV	1
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG
	Multiconsult	22.08.2019	0	503.7
			Rev. dato 22.11.2019	

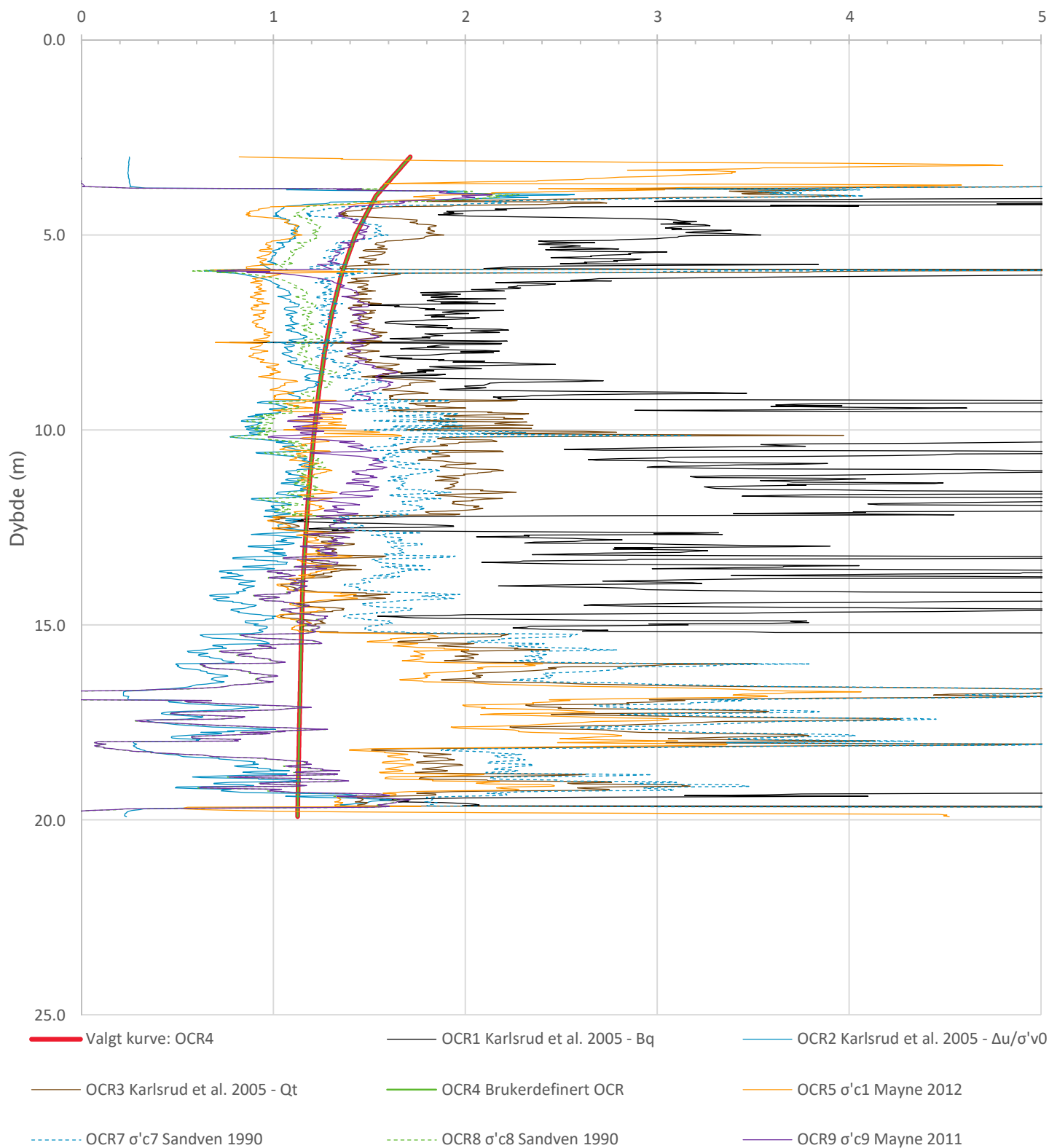
Prekonsolideringstrykk, σ'_c (kPa)



- σ'_c1 Mayne 2012
- 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		Prosjektnummer: 10206445 Rapportnummer: 1		Borhull Kote +135.722
Kregnesbakken				9
Innhold				Sondennummer
Prekonsolideringstrykk, σ'_c				4672
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	OYA	KONK	ARV	1
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG 504.5
	Multiconsult	22.08.2019	0 Rev. dato 22.11.2019	

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
- OCR7 $\sigma'c7$ Sandven 1990
- OCR8 $\sigma'c8$ Sandven 1990
- OCR9 $\sigma'c9$ Mayne 2011

Prosjekt		Prosjektnummer: 10206445 Rapportnummer: 1		Borhull Kote +135.722
Kregnesbakken				9
Innhold				Sondennummer
Overkonsolideringsgrad, OCR				4672
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	OYA	KONK	ARV	1
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG 504.6
	Multiconsult	22.08.2019	0 Rev. dato 22.11.2019	

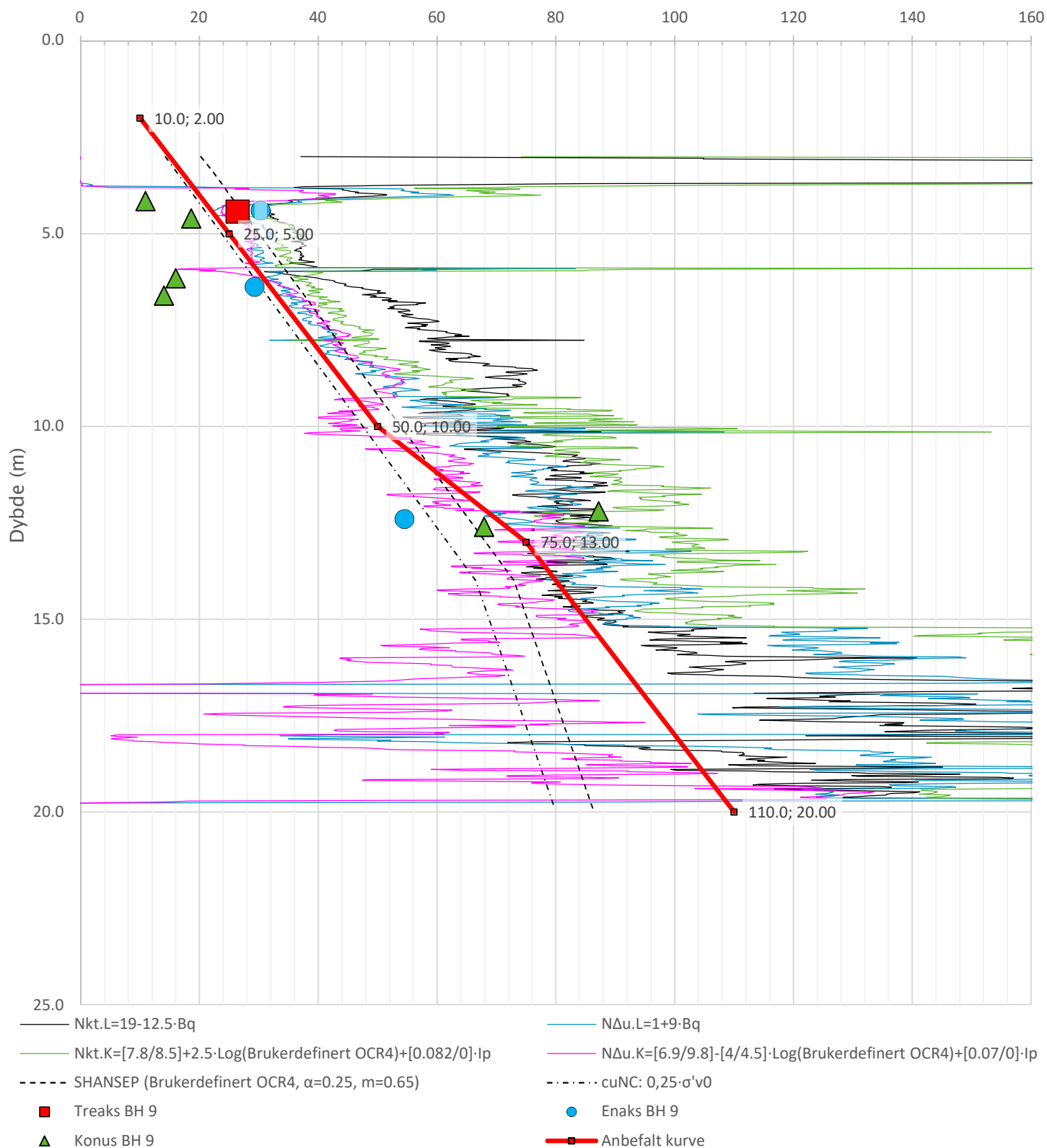
Anisotropiforhold i figur:

Treaks BH 9: $c_uC/c_{ucptu} = 1.000$

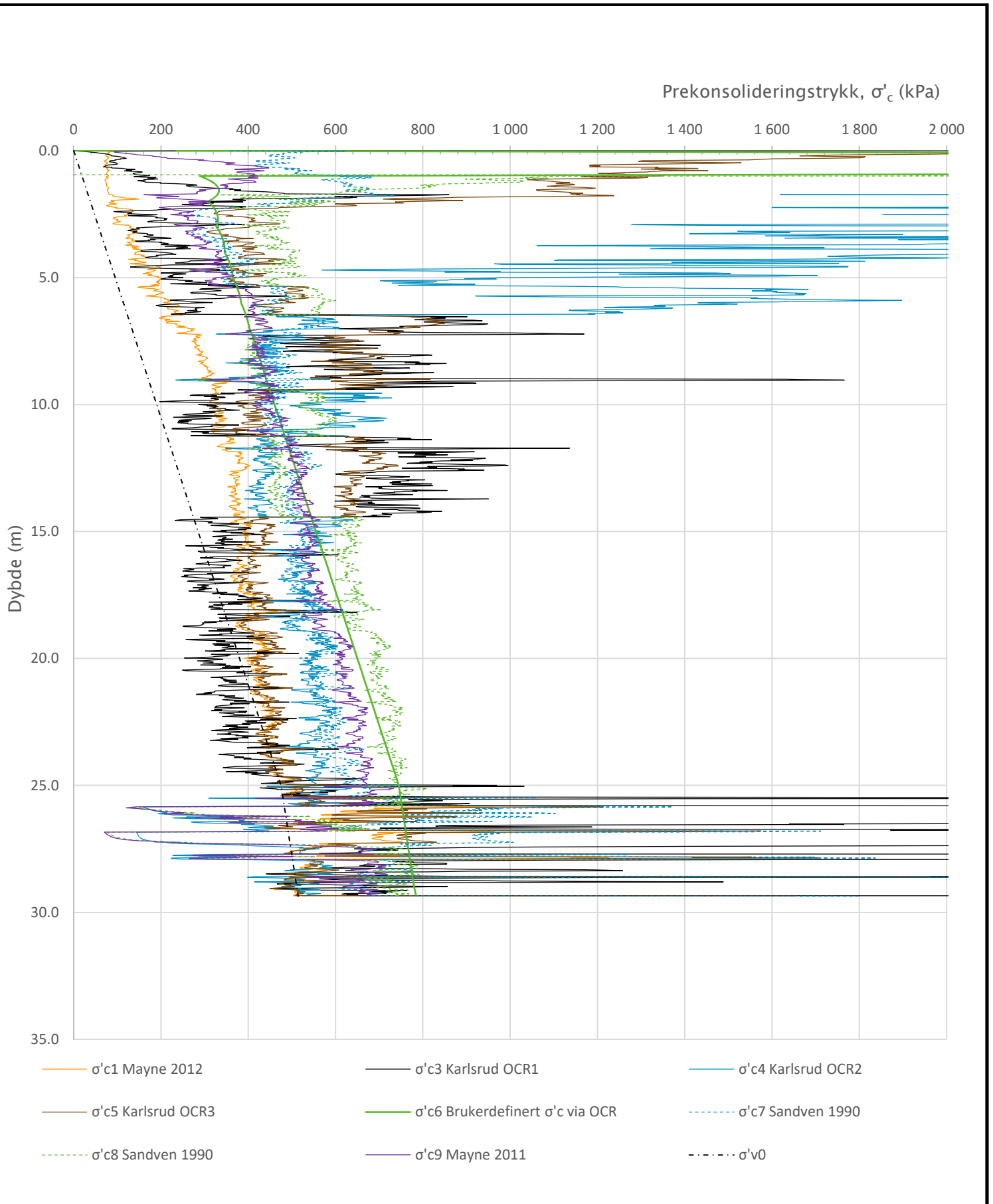
Enaks BH 9: $c_{uc}/c_{ucptu} = 1.000$

Konus BH 9: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 1.000$

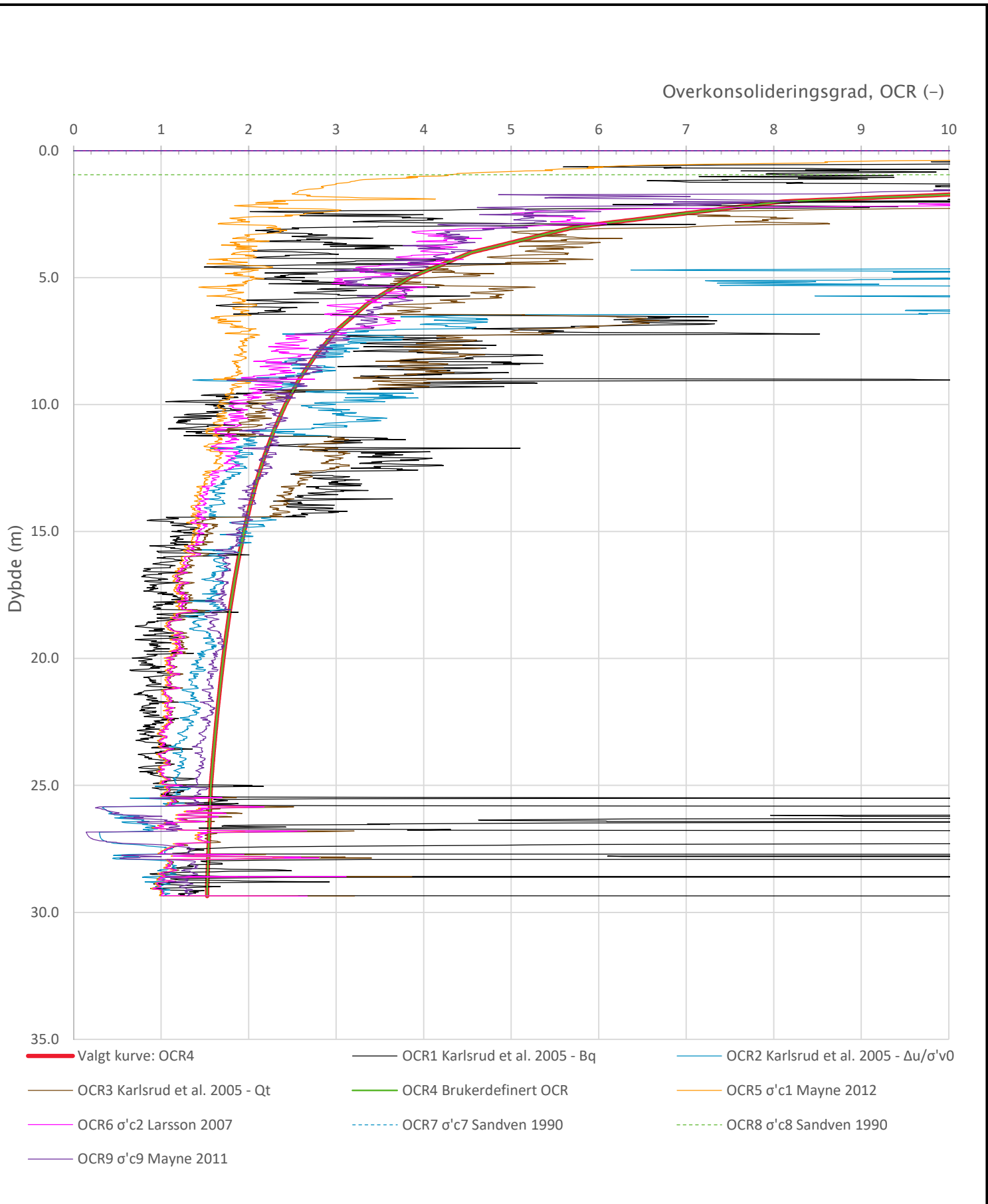
Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



Prosjekt		Prosjektnummer: 10206445 Rapportnummer: 1		Borhull Kote +135.722
Kregnesbakken				9
Innhold				Sondennummer
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				4672
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	OYA	KONK	ARV	1
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG
	Multiconsult	22.08.2019	0	504.7
			Rev. dato 22.11.2019	



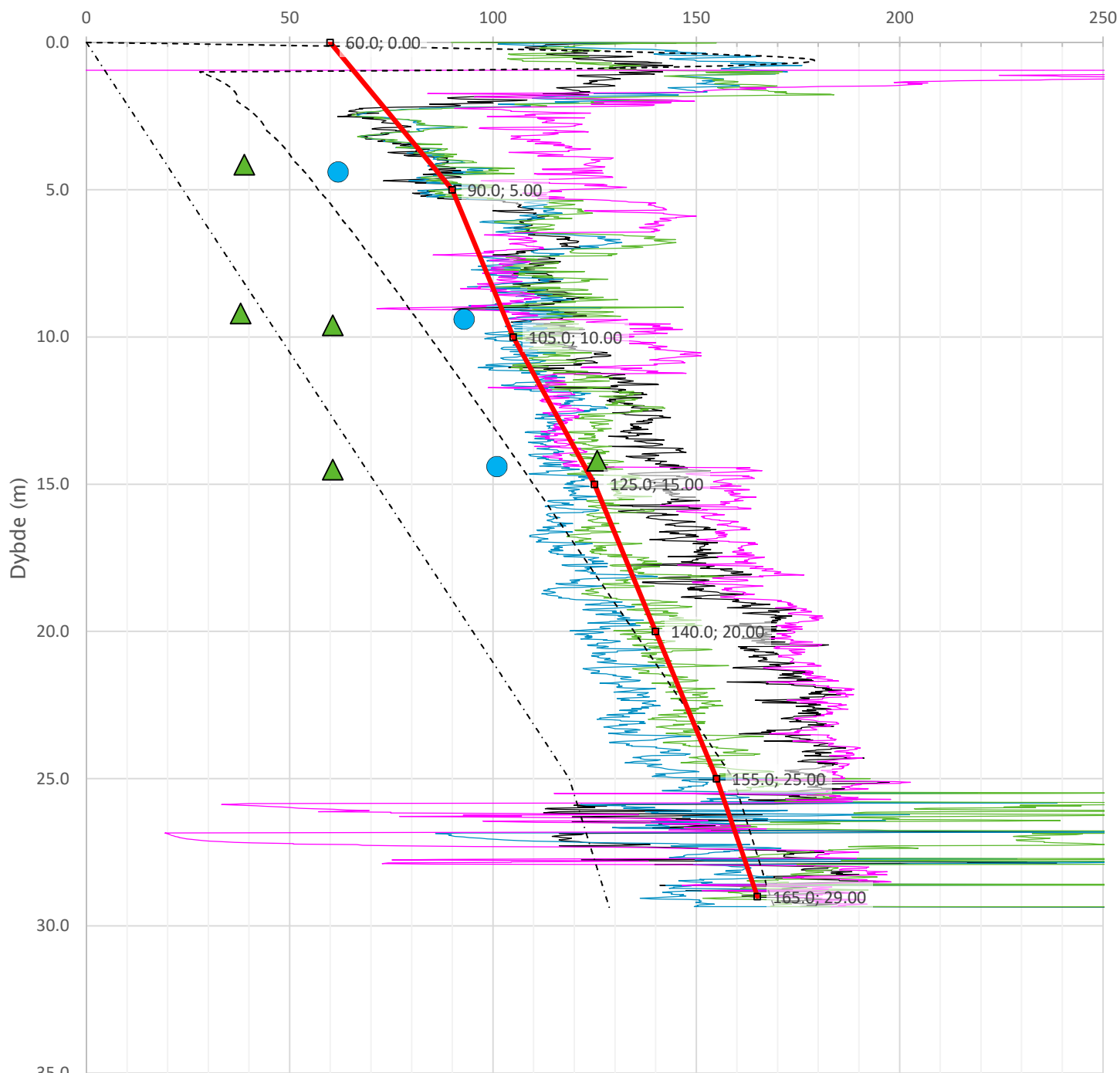
Prosjekt		Prosjektnummer: 10206445 Rapportnummer: 1		Borhull Kote +111.582
Kregnesbakken				11
Innhold				Sondennummer
Prekonsolideringstrykk, $\sigma'c$				4672
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	OYA	KONK	TOJ	1
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG
	Multiconsult	22.08.2019	0	505.5
			Rev. dato 22.11.2019	



Prosjekt		Prosjektnummer: 10206445 Rapportnummer: 1		Borhull Kote +111.582
Kregnesbakken				11
Innhold				Sondennummer
Overkonsolideringsgrad, OCR				4672
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	OYA	KONK	TOJ	1
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG
	Multiconsult	22.08.2019	0	505.6
			Rev. dato 22.11.2019	

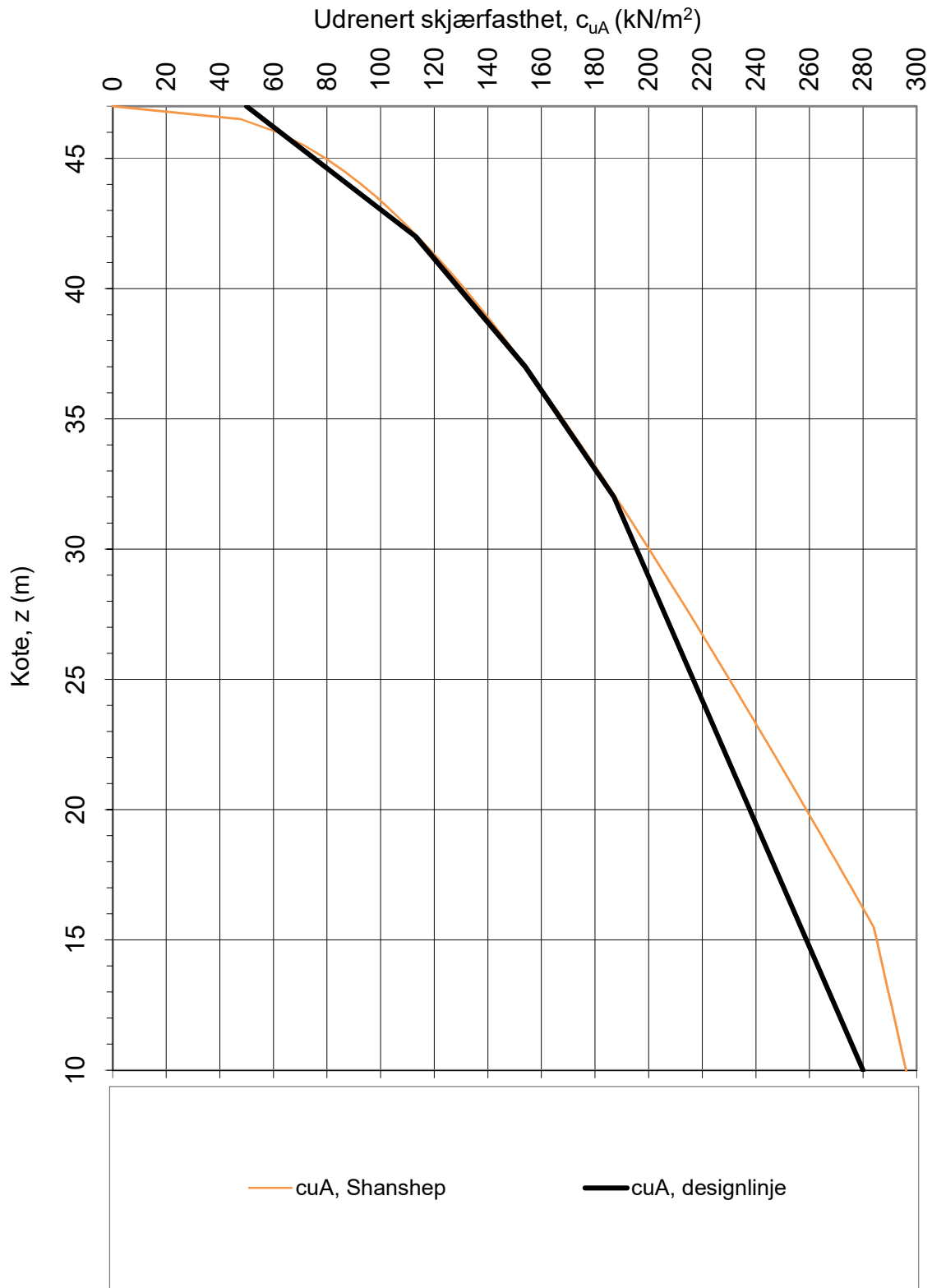
Anisotropiforhold i figur:
 Enaks BH 11: $c_{uc}/c_{ucptu} = 1.000$
 Konus BH 11: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 1.000$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



- Nkt.L=19-12.5·Bq
- Nkt.K=[7.8/8.5]+2.5·Log(Brukerdefinert OCR4)+[0.082/0]·lp
- SHANSEP (Brukerdefinert OCR4, $\alpha=0.25$, $m=0.65$)
- Enaks BH 11
- ▲ Konus BH 11
- NΔu.L=1+9·Bq
- NΔu.K=[6.9/9.8]-[4/4.5]·Log(Brukerdefinert OCR4)+[0.07/0]·lp
- cuNC: 0,25·σ'v0
- Anbefalt kurve

Prosjekt		Prosjektnummer: 10206445 Rapportnummer: 1		Borhull Kote +111.582
Kregnesbakken				11
Innhold				Sondennummer
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				4672
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	OYA	KONK	TOJ	1
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG
	Multiconsult	22.08.2019	0	505.7
			Rev. dato	
			22.11.2019	



Oppdragsgiver:

Melhus kommune

Oppdrag:

Kregensbakken

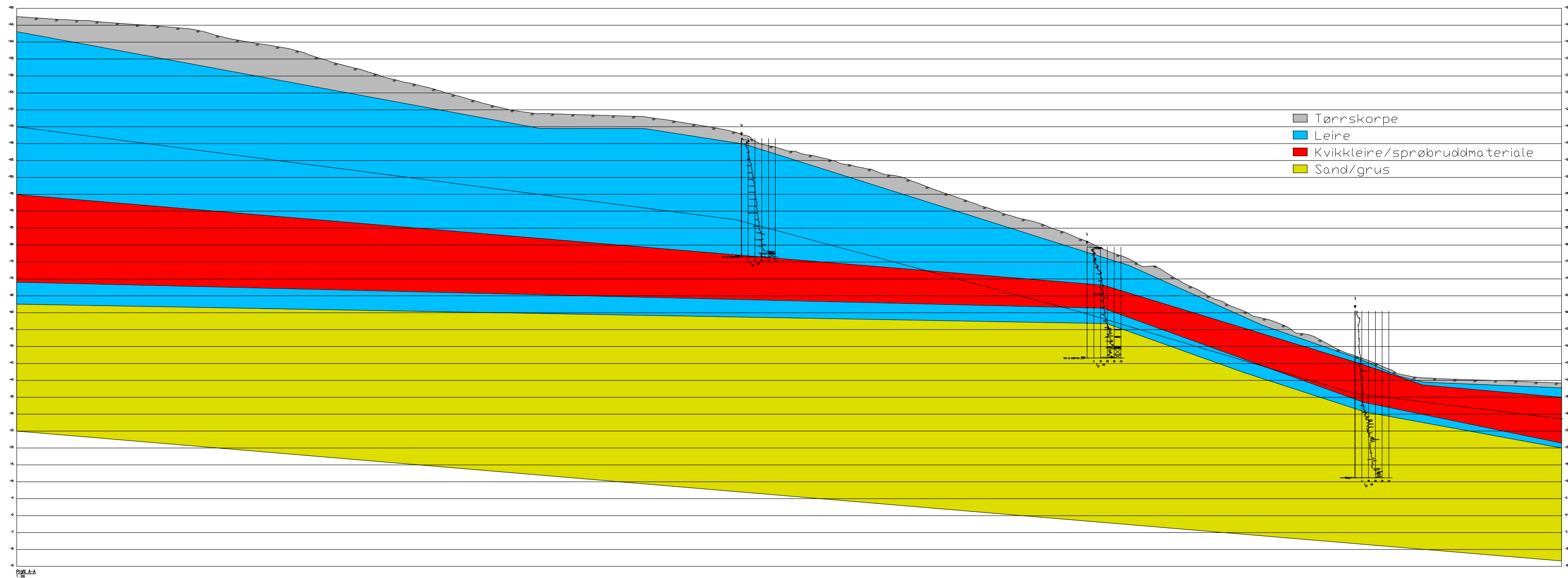
Tegningens filnavn:

C-profil bunn Profil A-A

Aktiv udrenert skjærfasthet c_{uA}

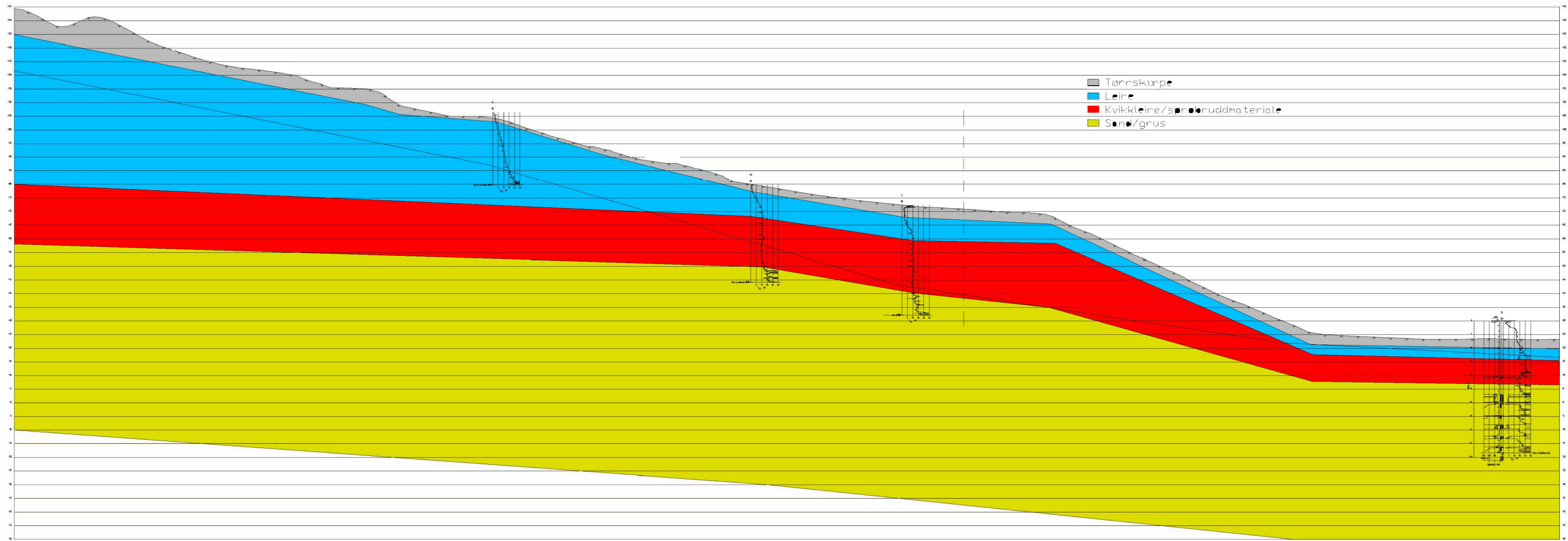
**Multi
consult**

MULTICONSULT AS	Dato: 03.05.2016	Tegnet: OYA	Kontrollert: KONK	Godkjent: ARV
	Oppdrag nr.: 10206445	Tegning nr.: RIG-TEG-550	Versjon:	Revisjon: 0

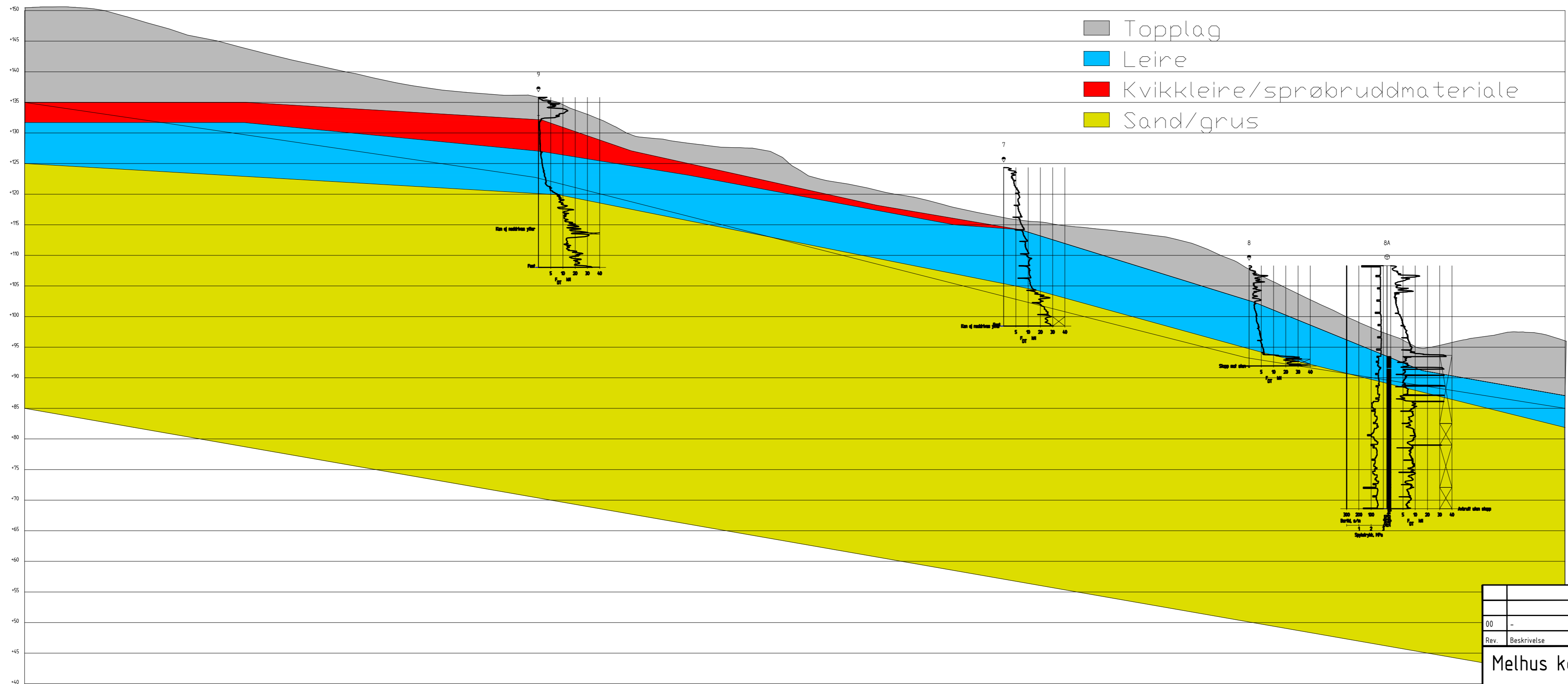


Profil A-A
1:1000

00		-	-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.	
Melhus kommune Kregnesbakken			Fag Geoteknikk	Format A3L		
Geotekniske profiler Tolket lagdeling Profil A-A			Dato 22.11.2019	Format/Målestokk: 1:1000 -		
Multiconsult www.multiconsult.no		Status Utført	Konstr./Tegnet OYA	Kontrollert TOJ	Godkjent ARV	
Oppdragsnr. 10204645		Tegningsnr. RIG-TEG-700		Rev. 00		



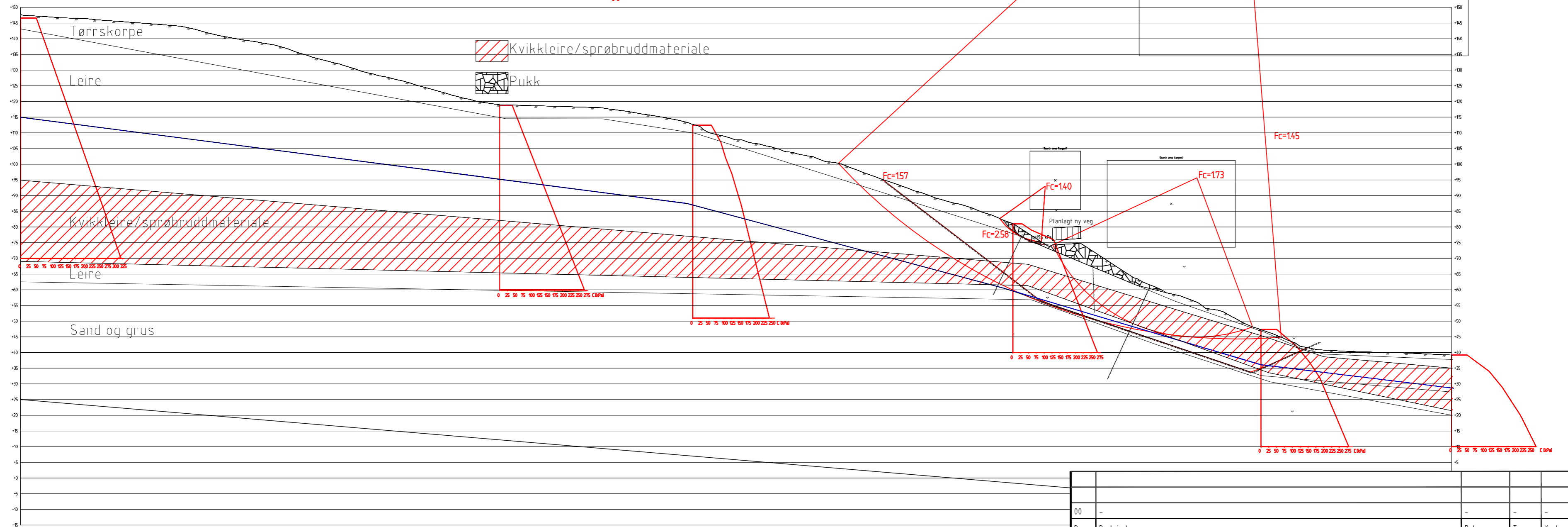
00	-	-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Melhus kommune		Fag	Kontr.	Godkj.
	Kregnesbakken		Geoteknikk		A3L
	Geotekniske profiler		Date		22.11.2019
	Tolket lagdeling Profil B-B		Format/Målestokk:		1:1000
					-
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
www.multiconsult.no		Ut-sendt	OYA	T.OJ	ARV
Oppdrag nr		Tegning nr			Rev
10206445		RIG-TEG-701			00



Profil A-A
1:200

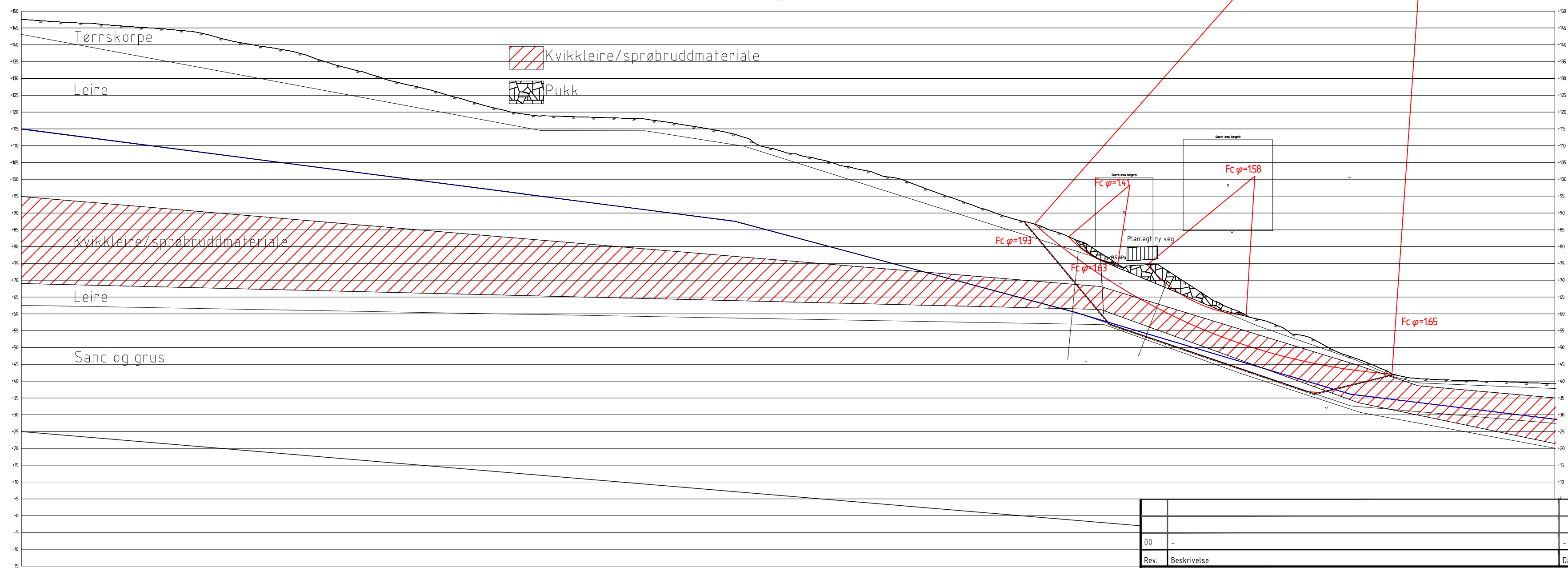
00	-	-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Melhus kommune				Fag	Format
Kregnesbakken				Geoteknikk	A3L
				Dato	22.11.2019
Geotekniske profiler				Format/Målestokk:	1:500
Lengdeprofil med tolket lagdeling profil C-C					-
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
www.multiconsult.no		Utsendt	OYA	TOJ	ARV
Oppdragsnr.		Tegningsnr.		Rev.	
10206445		RIG-TEG-702		00	

Material	Un.veigth	Sub.veigth	F	C	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	19.00	9.00	420	0.0				
Leire	19.00	9.00	310	0.0				
Kvikkleire	20.00	10.00			C-prof	100	0.63	0.35
Leire	20.00	10.00			C-prof	0.85	0.63	0.35
Sand og grus	19.00	9.00	35.0	0.0				



00	-	-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Melhus kommune Kregnesbakken			Fag Geoteknikk	Format A3L	
Beregningsprofil A-A Stabilitetsberegning, etter tiltak ADP-analyse, udrenert beregning			Dato 22.11.2019	Format/Målestokk: 1:1000	-
Multiconsult www.multiconsult.no		Status Utsendt	Konstr./Tegnet OYA	Kontrollert KONK	Godkjent ARV
Oppdragsnr. 10206445		Tegningsnr. RIG-TEG-800.1		Rev. 00	

Material	Un	W ₁₀	Sub	W ₂₀	FI	C	C	Aa	Ad	Ap
Pukk	19,00	9,00	4,20	0,0						
Topplag	19,00	9,00	3,10	0,0						
Leire	20,00	10,00	3,20	12,4						
Kvikkleire	20,00	10,00	3,20	31						
Leire	20,00	10,00	3,20	12,4						
Sand og grus	19,00	9,00	3,50	0,0						



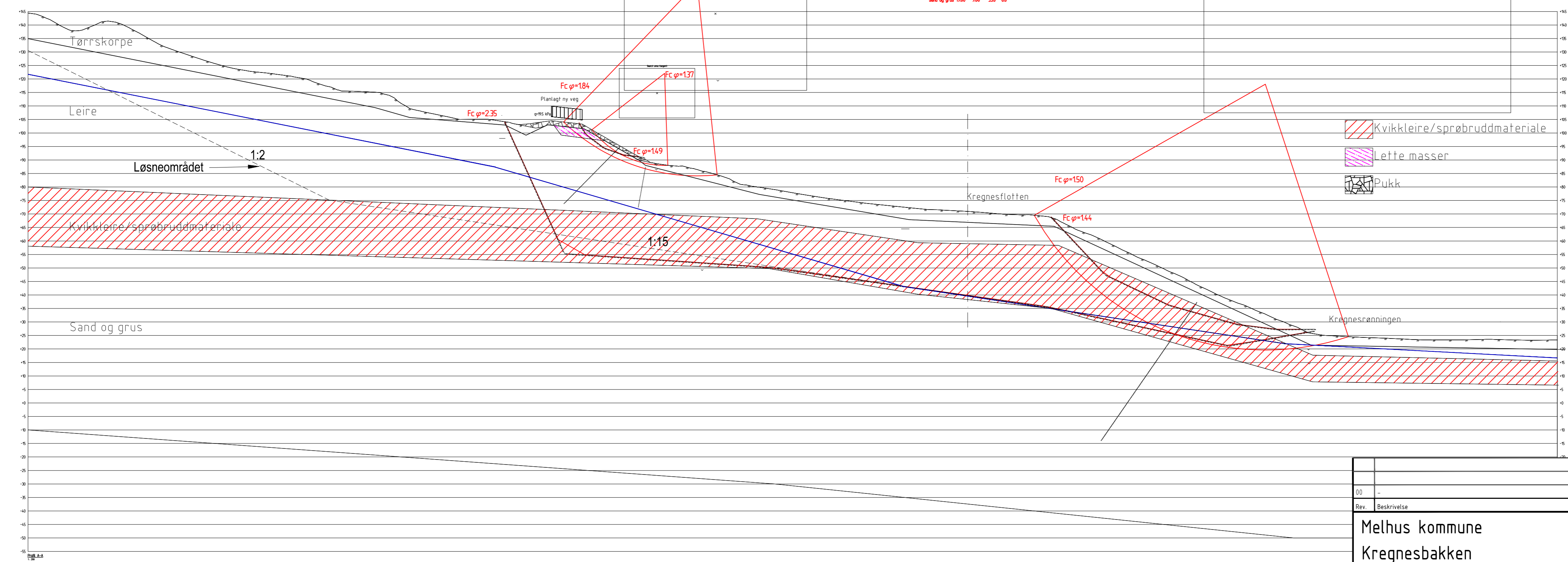
00	-	-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Melhus kommune Kregnesbakken			Fag	Format	
			Geoteknikk	A3L	
			Dato	22.11.2019	
Beregningsprofil A-A Stabilitetsberegning, etter tiltak AFi-analyse, drenert beregning			Format/Målestokk:	1:1000	
				-	
Multiconsult www.multiconsult.no		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
Utsendt		OYA	KONK	ARV	
Oppdragsnr.	Tegningsnr.			Rev.	
10206445	RIG-TEG-800.2			00	

Material	Un	W _{liqht}	S _u	W _{liqht}	F _i	C	C	A _a	A _d	A _p
pukk	1900	900	420	0.0						
Topplag	1900	900	310	0.0						
Lette masser	400	400	420	0.0						
Leire	2000	1000					C-praf	100	0.65	0.37
Kvikkleire	2000	1000					C-praf	0.85	0.63	0.35
sand og grus	1900	900	350	0.0						



00	-	-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Melhus kommune		Fag		Format
	Kregnesbakken		Geoteknikk		A3L
			Dato		22.11.2019
	Beregningsprofil B-B		Format/Målestokk:		1:1000
	Stabilitetsberegning, etter tiltak				-
	ADP-analyse, udrenert beregning				
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
www.multiconsult.no		Utsendt	OYA	KONK	ARV
Oppdragsnr.		Tegningsnr.			Rev.
10206445		RIG-TEG-801.1			00

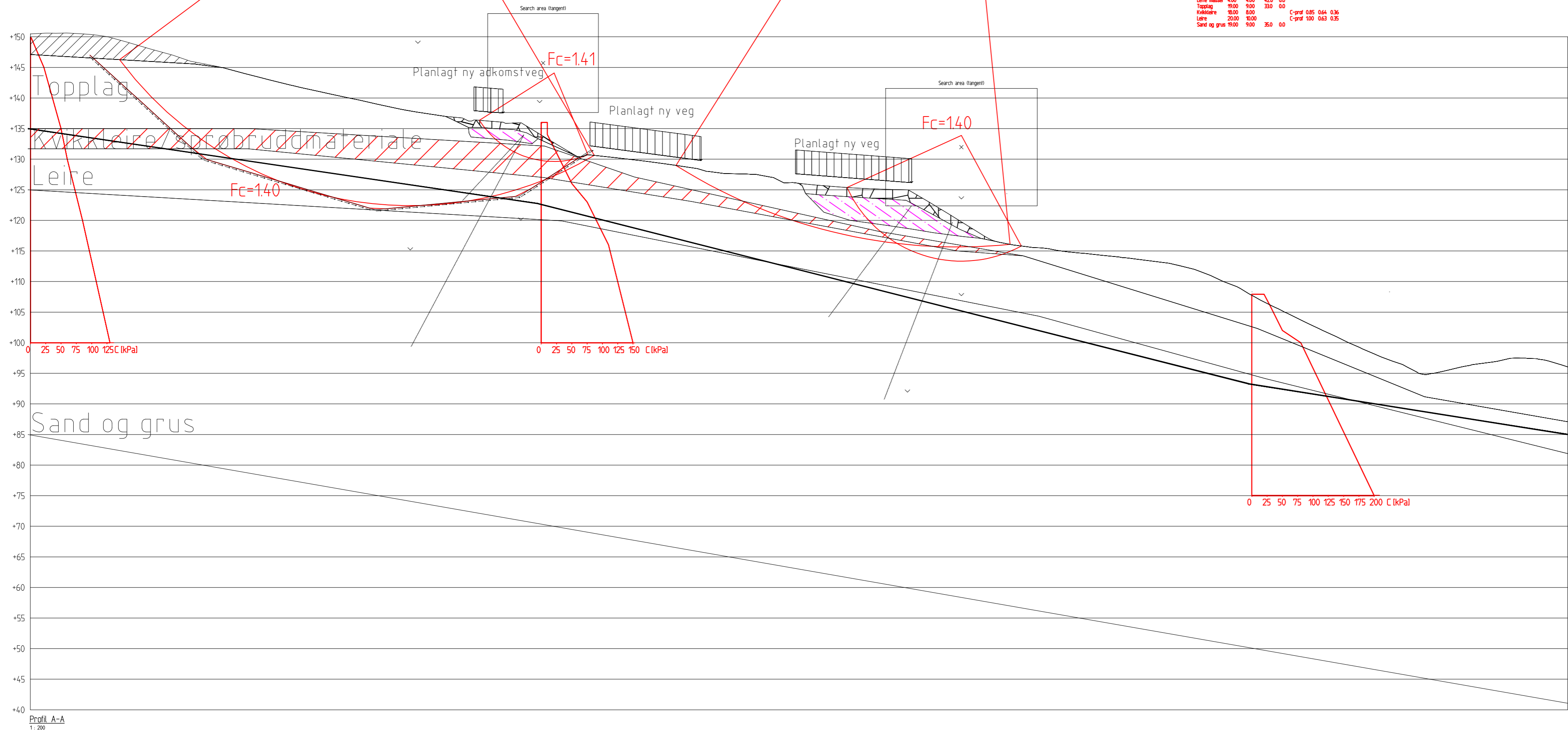
Material	Unveight	Subveight	F	C	C	As	Ad	Ap
Pukk	1900	900	420	0.0				
Topplag	1900	900	310	0.0				
Lette masser	400	400	420	0.0				
Leire	2000	1000	305	3.0				
Kvikkleire	2000	1000	288	5.0				
sand og grus	1900	900	350	0.0				


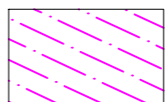




- Kvikkleire/sprøbruddmateriale
- Lette masser
- Pukk

00	-	-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Melhus kommune			Fag	Format	
Kregnesbakken			Geoteknikk	A3L	
			Dato	22.11.2019	
Beregningsprofil B-B			Format/Målestokk:	1:1000	
Stabilitetsberegning, etter tiltak			-		
AFi-analyse, drenert beregning					
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
www.multiconsult.no		Utsendt	OYA	KONK	ARV
Oppdragsnr.		Tegningsnr.	Rev.		
10206445		RIG-TEG-801.2	00		

Material	Unweigh	Subweigh	R	C	C	Aa	Ad	Ap
Pukk	19.00	19.00	420	0.0				
Lette masser	4.00	4.00	420	0.0				
Topplag	19.00	9.00	330	0.0				
Kvikkleire	18.00	8.00			C-praf	0.85	0.64	0.36
Leire	20.00	10.00			C-praf	1.00	0.63	0.35
Sand og grus	19.00	9.00	35.0	0.0				

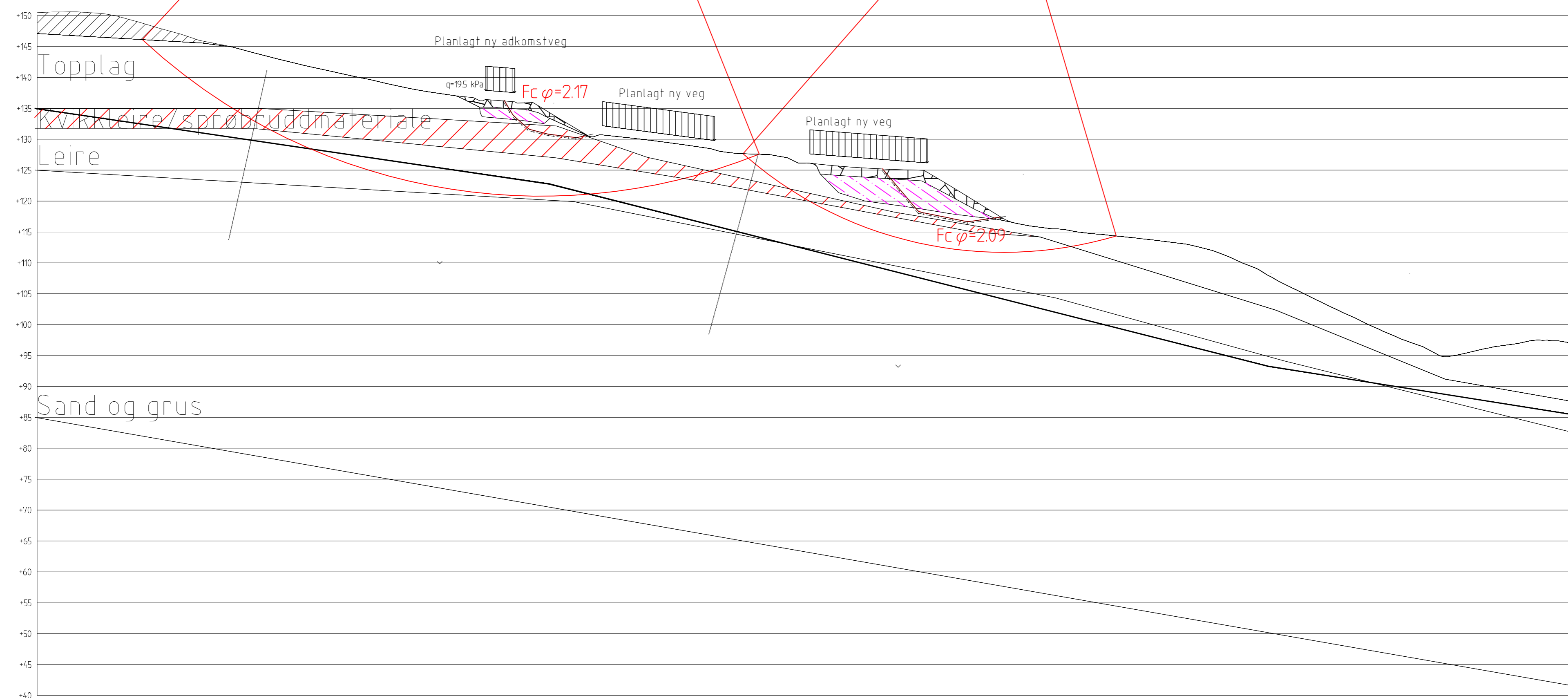



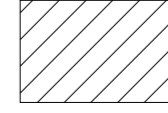

-  Kvikkleire/sprøbruddmateriale
-  Lette masser
-  Nedplanering
-  Pukk

00	-	-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Melhus kommune		Fag		Format
	Kregnesbakken		Geoteknikk		A3L
	Beregningsprofil C-C		Dato		22.11.2019
	Stabilitetsberegning, etter tiltak		Format/Målestokk:		1:500
	ADP-analyse, udrenert beregning				-
Multiconsult www.multiconsult.no		Status Utsendt	Konstr./Tegnet OYA	Kontrollert KONK	Godkjent ARV
Oppdragsnr. 10206445		Tegningsnr. RIG-TEG-802.1		Rev. 00	

Profil A-A
1:200

Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Pukk	19.00	19.00	42.0	0.0				
Lette masser	4.00	4.00	42.0	0.0				
Topplag	19.00	9.00	33.0	0.0				
Kvikkleire	18.00	8.00	28.8	4.7				
Leire	20.00	10.00	26.0	5.0				
Sand og grus	19.00	9.00	35.0	0.0				

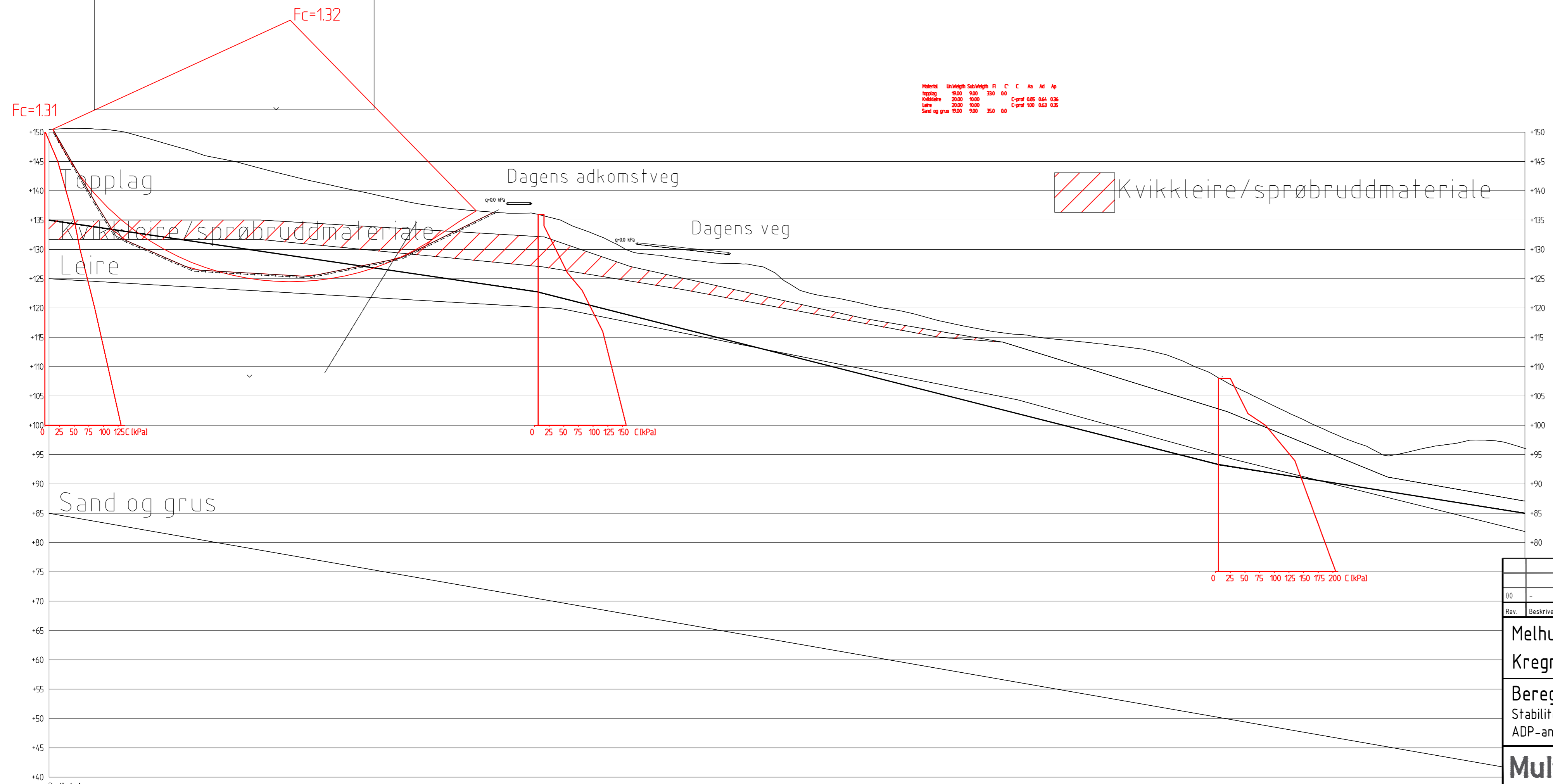


-  Kvikkleire/sprøbruddmateriale
-  Lette masser
-  Nedplanering
-  Pukk

00	-	-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Melhus kommune				Fag	Format
Kregnesbakken				Geoteknikk	A3L
				Dato	22.11.2019
Beregningsprofil C-C				Format/Målestokk:	1:500
Stabilitetsberegning, etter tiltak					-
AFi-analyse, drenert beregning					
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
www.multiconsult.no		Utsendt	OYA	KONK	ARV
Oppdragsnr.		Tegningsnr.			Rev.
10206445		RIG-TEG-802.2			00

Profil A-A
1:200

Material	UnWeight	SubWeight	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Topplag	19,00	9,00	330	0,0				
Kvikkleire	20,00	10,00		C-prof	0,85	0,64	0,36	
Leire	20,00	10,00		C-prof	1,00	0,63	0,35	
Sand og grus	19,00	9,00	350	0,0				



00	-	-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Melhus kommune		Fag		Format
	Kregnesbakken		Geoteknikk		A3L
			Dato		11.22.2019
	Beregningsprofil C-C		Format/Målestokk:		1:500
	Stabilitetsberegning, før tiltak				-
	ADP-analyse, udrenert beregning				
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
www.multiconsult.no		Utsendt	OYA	KONK	ARV
Oppdragsnr.	Tegningsnr.			Rev.	
10206445	RIG-TEG-802.3			00	

Profil A-A
1:200

VEDLEGG A

Sikkerhetsprisnipper

(4 sider)

Vedlegg A

Innholdsfortegnelse

1	Sikkerhetsprinsipper	1
1.1	Normativt grunnlag for geoteknisk vurdering	1
1.2	Geotekniske problemstillinger	2
1.3	Nedre del	3
1.4	Øvre del	4
1.5	Kvalitetssystem	4

1 Sikkerhetsprinsipper

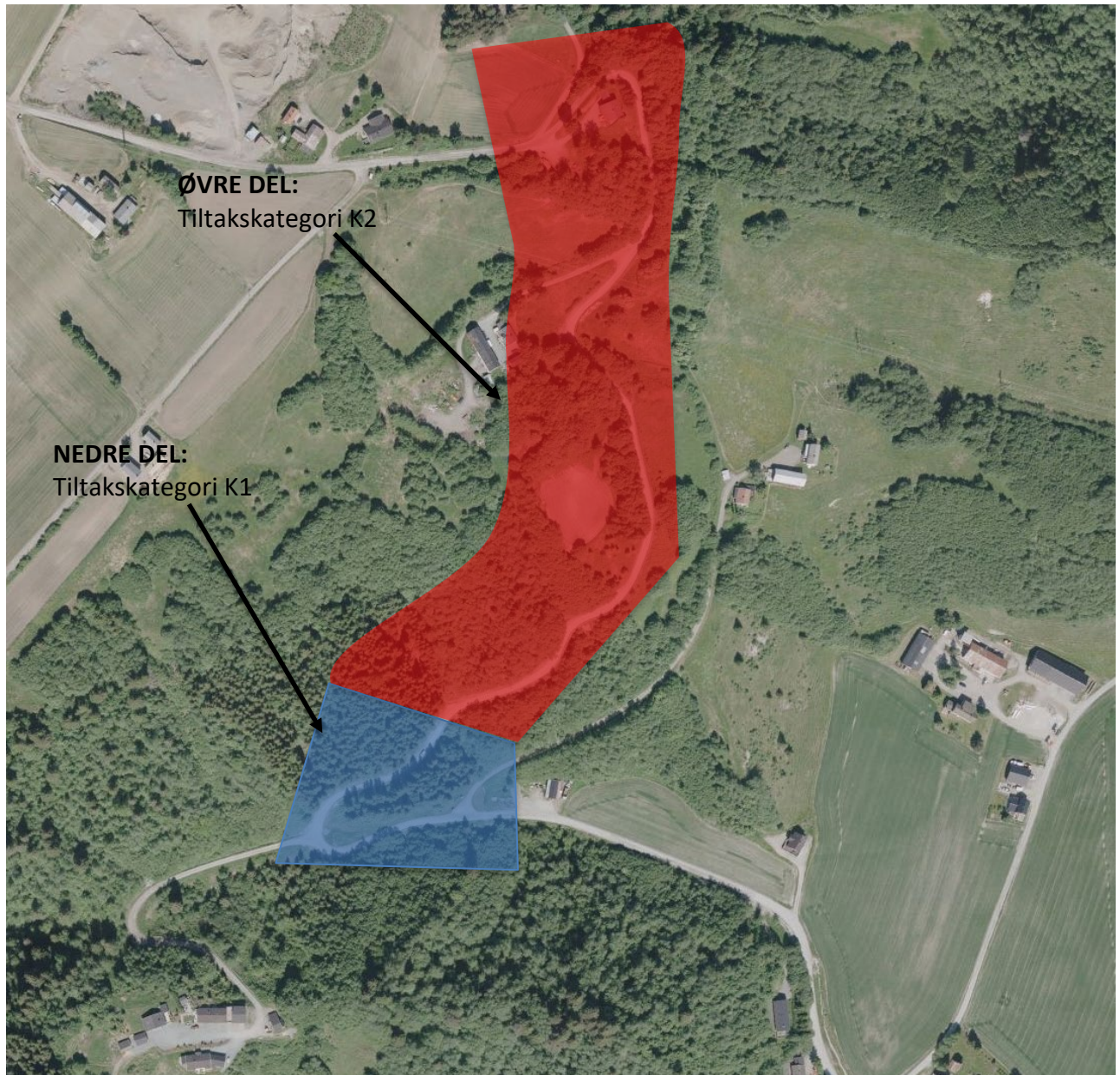
1.1 Normativt grunnlag for geoteknisk vurdering

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

- Statens vegvesen (SVV), Håndbok N200 Vegbygging, juli 2018 [27]
- Statens vegvesen (SVV), Håndbok V220, Geoteknikk i vegbygging, 2018 [19]
- Byggteknisk forskrift, TEK 17, Veiledning om tekniske krav til byggverk, 2017 [29]
- Plan- og bygningsloven (PBL), Lov om planlegging og byggesaksbehandling, 2017 [30]

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

- Statens vegvesen (SVV), Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging, 6. utgave, 2018 [19]
- Statens vegvesen (SVV), Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger, april 2012 [22]
- NS-EN1990-1:2002+A1:2005+NA:2016 (Eurokode 0) [21]
- NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016 (Eurokode 7, del 1) [26]
- NS-EN 1997-2:2007 + NA:2008 (Eurokode 7, del 2) [23]
- Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), NVEs retningslinjer nr. 2/2011, Flaum- og skredfare i arealplanar, Revidert 22. mai 2014 [1]
- Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), NVEs veileder nr. 7/2014, Sikkerhet mot kvikkleireskred, april 2014 [2]



Figur 1-1: Oversiktskart med inndelinger av delområder (<http://www.norgeskart.no/>)

Ved gjennomgang av sikkerhetsprinsipper er vegstrekningen delt opp i 2 soner. En sone i bunn av bakken som faller innenfor tiltakskategori K1, resterende veg vurderes å falle innenfor tiltakskategori K2.

1.2 Geotekniske problemstillinger

Geotekniske problemstillinger for utbygginga er i hovedsak relatert til:

- Lokalstabilitet av vegfyllinger og skjæringer både i anleggsfasen og permanent fase samt områdestabilitet.
- Bruk av lette masser
- Planering av skråningstopp ved ca. PR.800
- Vurdering av behov for erosjonssikring i ravedaler
- Graving i sensitive løsmasser

1.3 Nedre del

Geoteknisk kategori

Eurokode 7 [26] stiller krav til prosjektering ut ifra tre ulike geotekniske kategorier. Valg av kategori gjøres ut fra standardens punkt 2.1 «Krav til prosjektering».

Prosjektets nedre del klassifiseres som en konvensjonell konstruksjon uten unormal risiko, og det velges krav til prosjektering i henhold til **Geoteknisk kategori 2**.

Geoteknisk kategori 2 innebærer at prosjekteringen bør omfatte kvantitative geotekniske data og analyser for å sikre at de grunnleggende kravene blir oppfylt.

Konsekvensklasse/pålitelighetsklasse (CC/CR)

NS-EN 1990:2002+NA:2016 (Eurokode 0) [21] definerer byggverks plassering med hensyn til konsekvensklasse og pålitelighetsklasse (CC/CR) i fire klasser 1-4. Konsekvensklasser er behandlet i standardens tillegg B (informativt), mens veiledende eksempler på klassifisering av byggverk i pålitelighetsklasser er vist i nasjonalt tillegg NA (informativt), tabell NA.A1 (901).

Nedre del av tiltaket plasseres i **konsekvens- og pålitelighetsklasse CC/RC 2** som blant annet omfatter veg- og jernbanebruer i henhold til tabell NA.A1 (901). Konsekvensklasse CC 2 blir i tabell B1 beskrevet som «*Middels stor konsekvens i form av tap av menneskeliv eller store økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser*».

Tiltakskategori knyttet til kvikkleire og områdestabilitet

NVEs veileder nr. 7/2014 [2] definerer fire tiltakskategorier (K1-K4). Krav til sikkerhetsnivå, vurderinger, beregninger og kontroller avhenger av tiltakskategori og områdets faregradklasse.

Iht. tabell 5.2 i NVEs kvikkleireveileder vurderes denne delen av tiltaket å ligge under tiltakskategori K1, da tiltaket innebærer en mindre breddeutvidelse som kan likestilles med «*trafiksikkerhetstiltak*».

For tiltaksklasse K1 skal tiltaket:

- Ikke påvirke områdestabiliteten negativt
- Erosjon som kan gi negativ påvirkning skal stoppes ved erosjonssikring
- Vurdering av tiltakets virkning på områdestabiliteten skal kvalitetssikres av kollega

I tillegg til kravet iht. NVEs kvikkleireveileder må kravet til sikkerhetsfaktor oppgitt i Eurokode 7 oppfylles for lokalstabilitet. Kravet i Eurokode 7 er $\gamma_M \geq 1,4$ for totalspenningsanalyse og $\gamma_M \geq 1,25$ for effektivspenningsanalyse.

Sikkerhetsnivå

For sikkerhetsnivå legges TEK17 [29] til grunn, med henvisninger til NVEs veileder om sikkerhet mot kvikkleireskred. Dette gjelder områdestabilitet. For lokalstabilitet, og bruddflater som ikke skjærer gjennom sprøbruddeleire legges Eurokode 7 [26] til grunn.

1.4 Øvre del

Geoteknisk kategori

Prosjektets øvre del klassifiseres som en konvensjonell konstruksjon uten unormal risiko, og det velges krav til prosjektering i henhold til **Geoteknisk kategori 2**.

Konsekvensklasse/pålitelighetsklasse (CC/RC)

Øvre del plasseres i **CC/RC 2**.

Tiltakskategori knyttet til kvikkleire og områdestabilitet

Iht. tabell 5.2 i NVEs kvikkleireveileder ligger tiltaket under **tiltakskategori K2**, da tiltaket innebærer en mindre breddeutvidelse som kan likestilles med «*breddeutvidelse for etablering av midtdeler*». Det er forventet at tiltaket vil påvirke stabiliteten negativt dersom det ikke gjennomføres stabiliserende tiltak utenom selve tiltaket.

For tiltaksklasse K2, i kvikkleiresone med middels faregrad, kan tilfredsstillende sikkerhet oppnås på følgende måte:

- Stabilitetsanalyse som dokumenterer sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ *eller*
- Ikke forverring (kvalitetssikres av kollega)

I tillegg til kravet iht. NVEs kvikkleireveileder må kravet til sikkerhetsfaktor oppgitt i Eurokode 7 oppfylles lokalt. Kravet i Eurokode 7 er $\gamma_M \geq 1,4$ for totalspenningsanalyse og $\gamma_M \geq 1,25$ for effektivspenningsanalyse.

1.5 Kvalitetssystem

Eurokode 0 [21] krever at det ved prosjektering av konstruksjoner i pålitelighetsklasse 2, 3 og 4 skal være et kvalitetssystem tilgjengelig, og at dette systemet skal tilfredsstillere NS-EN ISO 9000-serien for konstruksjoner i pålitelighetsklasse 4. Multiconsults styringssystem tilfredsstiller sistnevnte krav, og kravet er således også ivaretatt for pålitelighetsklasse 3.

VEDLEGG B

Materialparametere

(7 sider)

Vedlegg B

1 Materialparametere

1.1 Tolkning av beregningsparametere

Tolkning av parametere er utført på basis av utførte CPTU-sonderinger og opptatte 54 mm prøveserier fra Multiconsults grunnundersøkelser august-september 2019. Der det ikke er tatt prøver er benyttet erfaringsverdier iht. Statens vegvesens Håndbok V220 [19]. Det er lagt vekt på spesialforsøkene samt tolkning av skjærstyrke og stivhetsparametere fra CPTU-sonderingene. Det er også utført SHANSEP-analyse basert på antatt tidligere overlaging i området.

Kvalitet av undersøkelser

Undersøkelsesområdet består av meget overkonsoliderte masser i den nedre delen av skråningen, og lettere overkonsoliderte masser lenger opp i bakken.

Ved bruddtøyning for enaksiale trykkforsøk over 5% er det vanlig å anse kvaliteten på prøven som dårlig. De enaksiale trykkforsøkene er vist i tegninger 10206445-03-RIG-TEG-200 til 205 i rapport 10206445-RIG-RAP-001.

Treaksialforsøkene utført på prøver fra borhull 4, 5 og 9 viser noe varierende prøve kvalitet. Basert på overkonsolideringsgrad og poretallsendring iht. NGF-Melding 11, tabell 6 [28] vurderes prøve kvaliteten til forsøkene som «God til bra» for borhull 4, 5 d=16.0 og 9 og som «Meget god» for borhull 5 d=4.50. Basert på utpresset porevann iht SVV håndbok V220 [19] vurderes forsøkene som «Akseptabelt forsøk» for borhull 4, 5 d=16.0 og 9 og som «Godt forsøk» for borhull 5 d=4.50.

Ødometerforsøkene gir en tydelig indikasjon på prekonsolideringspenningen og kvaliteten vurderes som god.

Tyngdetetthet

Målt tyngdetetthet på opptatte prøver er benyttet som grunnlag for å bestemme representativ tyngdetetthet. Ved variasjoner i målte verdier er gjennomsnittlige verdier benyttet. Se tegning nr. 10206445-01-RIG-TEG-200 t.o.m. -205 i rapport 10206445-RIG-RAP-001 [4] for geoteknisk data.

For materialer hvor det ikke finnes målte verdier av tyngdetetthet er det benyttet erfaringsverdier. iht. Statens vegvesens Håndbok V220 [19].

Grunnvannsnivå og poretrykkfordeling med dybden

Det er installert hydrauliske poretrykksmålere i 4 borpunkter. Målerne er avlest to ganger i perioden september – oktober 2019. Tabell 1-1 viser høyeste målt grunnvannstand. I borpunkt 3 og 5 er piezometer installert i to ulike dybder.

Tabell 1-1: Grunnvannstand målt ved hjelp av piezometer

BP.	Kote terreng	Dybde [m]	Løsmasser ved pizometerspiss	Meter vannsøyle [m]	Grunnvannstand kote [m]*	Dato avlest
3	+60.5	10	Leire		52.6	06.09.19
		20	Leire		41.3	06.09.19
5	+79.5	10	Leire		69.7	06.09.19
		20	Leire		Tørt	06.09.19

8	+108.3	10	Leire		99.1	04.10.19
11	+111.6	15	Antatt leire		97.8	06.09.19

I Tabell 1-1 har vi valgt å ikke føre inn målt vannsøyle, da alle piezometer antyder grunnvannstand like over piezometerspissene. Det vurderes derfor at piezometerene i realiteten er tørre. Det antas poreundertrykk i leirlaget, på grunn av et underliggende drenerende lag med friksjonsmasser. Dette laget antas ha hydrostatisk kontakt f.eks med elevnivået til Gaula lengre ned i dalen. I beregninger er det valgt å legge grunnvannstanden i overgangen leire og dette laget.

Tidligere overlaging

Det er utført ødometerforsøk i en dybde i borpunkt 4 og 2 dybder i borpunkt 5. Resultatene er presentert på tegning nr.10206445-RIG-TEG-400.1 t.o.m. 402.2. Ødometerforsøkene viser at grunnen er overkonsolidert. Tidligere terrengnivå vurderes etter gjennomgang av ødometerforsøk å ligge på ca. kote +140.

σ'_c og OCR fra CPTU

Prekonsolideringsforhold og grunnens deformasjonsegenskaper er bestemt ut i fra ødometerforsøkene. Data fra CPTU er benyttet til å ekstrapolere dataene fra ødometerforsøk mot dybden. Det er benyttet tolkning fra CPTU både på spissmotstands- og poretrykksbasis.

For spissmotstand er overkonsolideringsgraden (OCR) tolket ved hjelp av følgende forhold:

$$OCR = \frac{\sigma'_{cq}}{\sigma'_{v0}}$$

$$\sigma'_{cq} = \frac{q_n}{\alpha N_{kt}} - a$$

der

α = normalkonsolideringsforhold; $\alpha = 0,28$ er benyttet

N_{kt} = spissmotstands faktor, $N_{kt} = 10$ er benyttet

q_n = netto spissmotstand fra CPTU-sondering

σ'_{v0} = in-situ vertikal effektivspenning

OCR fra registrert poretrykk er tolket som:

$$OCR = \frac{\sigma'_{cu}}{\sigma'_{v0}}$$

$$\sigma'_{cu} = \frac{\Delta u}{\alpha N_{\Delta u}} - a$$

der

α = normalkonsolideringsforhold; $\alpha = 0,28$ er benyttet

$N_{\Delta u}$ = poretrykksfaktor, $N_{\Delta u} = 8$ er benyttet

Tolket prekonsolideringsspenning p'_c fra CPTU er vist på tegning nr. 10206445-RIG-TEG-500.5, -501.5, -502.5, -503.5, 504.5 og 505.5. Tolkning av overkonsolideringsgrad OCR fra CPTU er vist på tegning nr. 10206445-RIG-TEG-500.6, 501.6, 502.6, 503.6, 504.6 og 505.6.

Egendefinert OCR

OCR er også vurdert ut ifra antagelse om tidligere terrengnivå til havnivå, da Kregnesplatået antas være en del av en tidligere deltaavsetning:

$$OCR = \frac{POP + p_0'}{p_0}$$

der

POP = (antatt tidligere terrennivå – dagens terreng) * γ'

p_0' = in-situ vertikal beregnet effektivspenning

1.2 Udrenerte styrkeparametre

c_u fra enaks og konus

Verdier for c_u fra rutineundersøkelser på opptatte prøver (enaks og konus) er i våre vurderinger benyttet som verdier for direkte skjærstyrke, c_{uD} . Rutineundersøkelsene viser noe variasjon i målt udrenert skjærfasthet, noe som indikerer varierende prøve kvalitet.

I plot av c_{uC} (aktiv udrenert skjærstyrke) tolket fra CPTU er c_{uD} omregnet til c_{uC} .

c_{uA} fra treksialforsøk

Karakteristiske verdier c_{uA} er tatt ut mellom 0,8 % og 2,0 % tøyning for de forskjellige borpunktene. Det er utført treksialforsøk i BP. 4, 5 og 9. Forsøkene er tolket og presentert i tegninger nr. 10206445-RIG-TEG-450.7, -450.8, -451.7, 451.8, -452.7, -452.8, -453,7 og -453.8.

c_{uC} fra CPTU-sonderinger

For bestemmelse av udrenert skjærstyrke er CPTU-sonderingene korrelert iht. empirisk baserte tolkningsfaktorer etter Karlsrud m. fl., se ref. [31] og [32]. For finkornige masser med relativt homogene forhold betraktes tolkning av CPTU på poretrykksbasis som den mest egnede metoden.

Det er benyttet forskjellig korrelasjon på leire og kvikkleire/sprøbruddmaterialer (differensiert i forhold til lagdeling/sensitivitet).

Metode basert på poretrykk, Δu

$$c_{uC} = \frac{\Delta u}{N_{\Delta u}}$$

der, Δu = $u_2 - u_0$, registrert poreovertrykk i CPTU

$N_{\Delta u}$ = tolkningsfaktor på poretrykksbasis

Tolkning av CPTU er basert på $N_{\Delta u}$ bestemt ut fra korrelasjoner mot B_q samt korrelasjoner mot OCR, S_t og I_p basert på erfaringsverdier korrelert mot aktive treksialforsøk.

Følgende korrelasjoner er benyttet:

	Empirisk middelvariasjon i B_q	Empirisk middelvariasjon i OCR , S_t og I_p
Leire ($S_t < 15$)	$N_{\Delta u} = 1,0 + 9,0 \cdot B_q$	$N_{\Delta u} = 6,9 - 4,0 \cdot \log OCR + 0,070 \cdot I_p$
Kvikkleire/ sprøbruddmateriale ($S_t > 15$)	$N_{\Delta u} = 1,0 + 9,0 \cdot B_q$	$N_{\Delta u} = 9,8 - 4,5 \cdot \log OCR + 0,0 \cdot I_p$

$$B_q = \frac{\Delta u}{q_n}$$

der, q_n = netto spissmotstand

Metode basert på spissmotstand, q_t

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

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

der, q_t = korrigert spissmotstand

σ_{v0} = in situ vertikal overlagingstrykk

N_{kt} = bæreevnefaktor/konfaktor

N_{kt} er bestemt ut i fra følgende prosedyrer:

	Empirisk middelvariasjon i B_q	Empirisk middelvariasjon i OCR , S_t og I_p
Leire ($S_t < 15$)	$N_{kt} = 19,0 - 12,5 \cdot B_q$	$N_{kt} = 7,8 + 2,5 \cdot \log OCR + 0,082 \cdot I_p$
Kvikkleire/sprøbruddmateriale ($S_t > 15$)	$N_{kt} = 19,0 - 12,5 \cdot B_q$	$N_{kt} = 8,5 + 2,5 \cdot \log OCR + 0,0 \cdot I_p$

Tegning nr. 10204546-RIG-TEG-500.7, 501.7, 502.7, 503.7 og 504.7 viser tolkede skjærstyrkeprofil med valgt karakteristisk designverdi.

Det er valgt å ikke redusere «peak» verdien på c_{uc} for uttak av karakteristisk styrke. Verdier fra rutineundersøkelser (enaks og konus) er plottet direkte inn i de presenterte CPTU-tegningene.

Udrenert skjærstyrke modellert etter SHANSEP-prinsippet

Udrenert skjærstyrke er nært relatert til in-situ effektivspenninger og leiras overkonsolideringsgrad.

Udrenert skjærstyrke øker med økning i effektivspenning. Denne økningen er avhengig av overkonsolideringsgraden. Udrenert skjærstyrke avhengig av overkonsolideringsgraden kan modelleres etter SHANSEP-prinsippet:

$$c_{uc} = \alpha \cdot OCR^m \cdot p_0'$$

- der, α = Normalisert styrke av helt ung leire (OCR = 1,0)
 OCR = Overkonsolideringsgrad = p_c'/p_0'
 m = Eksponent som for norske leirer typisk har vist seg å variere mellom ca. 0,6 og 0,9 avhengig av leira og forsøkstype.
 p_0' = In-situ vertikal effektivspenning
 p_c' = Prekonsolideringsspenning

I beregningene er det valgt å bruke:

$$\alpha = 0,25$$

$$m = 0,65$$

Det er tatt utgangspunkt i at grunnen er overkonsolidert, se resultater fra utførte ødometerforsøk.

Utskrift av beregnet udrenert skjærstyrke etter SHANSEP-prinsippet er vist på tegning nr.10206445-RIG-TEG-500.7 – 505.7 tolkning av udrenert skjærfasthet.

Anisotropi

Det ikke er utført laboratorieundersøkelser for å fastlegge forholdet mellom aktiv, passiv og direkte udrenert skjærfasthet. Anisotropiforholdet er derfor bestemt iht. NIFS rapport nr. 14/2014 [33] iht. Tabell 1-2.

Tabell 1-2: ADP faktorer iht. NIFS Naturfareprosjekt Dp.6 Kvikkleire [33].

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

Det er målt $I_p > 10 \%$ borpunkt 5 og 9. Utover i disse målingene, er det benyttet følgende faktor for anisotropi:

$$c_{uD}/c_{uC} = 0,63$$

$$c_{uE}/c_{uC} = 0,35$$

For kvikkleire/sprøbruddmateriale er aktiv skjærstryke redusert med 15 % i ADP-beregningene.

1.3 Effektivspenningsparametere

Effektivspenningsparametre, friksjonsvinkel, φ_k

Valgte effektivspenningsparametere i leire og sprøbruddmateriale er basert på treaksialforsøk og prøveserier samt vurdert opp mot erfaringsverdier iht. Statens vegvesen Håndbok V220 [19].

Det er gjort treaksialforsøk i 3 borpunkt, alle inngår i forskjellige beregningsprofil.

For alle tre beregningsprofilene benyttes følgende for tørrskorpelaget på toppen og for sand- og gruslaget i bunn:

- Tørrskorpeleire: Friksjonsvinkel $\varphi_k=30^\circ$ (tan $\varphi_k=0,60$) og attraksjon $a=0$
- Topplag sand og grus: Friksjonsvinkel $\varphi_k=33^\circ$ (tan $\varphi_k=0,60$) og attraksjon $a=0$

- Sand og grus: Friksjonsvinkel $\phi_k=35^\circ$ ($\tan \phi_k=0,70$) og attraksjon $a=0$

1.3.1 Profil A-A

Plassering av Profil A-A er vist på situasjonsplan, se tegning 10206445-002.1. For tolket lagdeling se tegning nr. 10206445-RIG-RAP-700.

Leire

Bruddstyrke er tatt ut ved 0.8% tøyning. Ut fra treksialforsøkene vurderes karakteristisk friksjonsvinkel til å være $\phi_k=32^\circ$ ($\tan \phi_k=0,62$) og attraksjon $a=20$.

Kvikkleire/sprøbruddmateriale

Bruddstyrke er tatt ut ved 2.0% tøyning. Ut fra treksialforsøkene vurderes karakteristisk friksjonsvinkel til å være $\phi_k=32^\circ$ ($\tan \phi_k=0,62$) og attraksjon $a=5$.

Tabell 1-3: Effektivspenningsparametere benyttet i profil A-A

Beskrivelse	Tyngdetetthet, γ	Friksjon, $\tan \phi_k$	Attraksjon, a	I_p
Tørrskorpeleire	19,0 kN/m ³	0,65 ($\phi_k = 33,0^\circ$)	0 Pa	-
Leire*	20,0 kN/m ³	0,62 ($\phi_k = 32,0^\circ$)	20 kPa	-
Sprøbruddmateriale*	20,0 kN/m ³	0,62 ($\phi_k = 32,0^\circ$)	5 kPa	-
Sand/grus	19,0 kN/m ³	0,70 ($\phi_k = 35,0^\circ$)	0 kPa	-

*Treaks

Udrenert skjærfasthet er vurdert ut fra prøveserier og CPTU-sonderinger i samtlige borpunkt. BP.3 ligger et lite stykke unna profilet, men benyttes likevel for jordparametere i profilet. Det er her benyttet SHANSEP metode for bestemmelse av skjærfasthet, se tegning nr. 10206445-RIG-TEG-550. I løsmasser som ikke er prøvetatt er det benyttet erfaringsverdier fra SVV håndbok V220 [19].

Profil B-B

Plassering av Profil B-B er vist på situasjonsplan, se tegning 10206445-002.1. For tolket lagdeling se tegning nr. 10206445-RIG-RAP-701.

Leire

Bruddstyrke er tatt ut ved 2.0% tøyning. Ut fra treksialforsøkene vurderes karakteristisk friksjonsvinkel til å være $\phi_k=30.5^\circ$ ($\tan \phi_k=0,59$) og attraksjon $a=5$.

Kvikkleire

Ikke utført treaks, data kombinert fra andre profiler og erfaringsverdier iht. Statens vegvesen Håndbok V220 [19] benyttes.

Tabell 1-4 Effektivspenningsparametere benyttet i Profil B-B

Beskrivelse	Tyngdetetthet, γ	Friksjon, $\tan \phi_k$	Attraksjon, a	I_p
Tørrskorpeleire	19,0 kN/m ³	0,65 ($\phi_k = 33,0^\circ$)	0 Pa	-
Leire*	20,0 kN/m ³	0,59 ($\phi_k = 30,5^\circ$)	5 kPa	13,4%
Sprøbruddmateriale	20,0 kN/m ³	0,55 ($\phi_k = 28,8^\circ$)	5 kPa	-
Sand/grus	19,0 kN/m ³	0,70 ($\phi_k = 35,0^\circ$)	0 kPa	-

**Treaks*

Det er utført rutine og spesialforsøk i BP.4, for å danne et best mulig bilde av løsmassenes beskaffenhet. Udrenert skjærfasthet er vurdert ut fra prøveserier og CPTU-sondering i BP.4. For BP.12 og 6 er det benyttet SHANSEP metoden for bestemmelse av udrenert skjærfasthet. I løsmasser som ikke er prøvetatt er det benyttet erfaringsverdier fra SVV håndbok V220 [19].

1.3.2 Profil C-C

Plassering av Profil C-C er vist på situasjonsplan, se tegning 10206445-002.2. For tolket lagdeling se tegning nr. 10206445-RIG-RAP-702.

Leire

Ikke utført treaks, data fra andre profiler og erfaringsverdier iht. Statens vegvesen Håndbok V220 [21] benyttes.

Kvikkleire

Bruddstyrke er tatt ut ved 1.5% tøyning. Ut fra treaksialforsøkene vurderes karakteristisk friksjonsvinkel til å være $\phi_k=28.8^\circ$ ($\tan \phi_k=0,55$) og attraksjon $a=8.5$.

Tabell 1-5 Effektivspenningsparametere benyttet i Profil C-C

Beskrivelse	Tyngdetetthet, γ	Friksjon, $\tan \phi_k$	Attraksjon, a	I_p
Topplag (sand og grus)	19,0 kN/m ³	0,65 ($\phi_k = 33,0^\circ$)	0 Pa	-
Sprøbruddmateriale*	18,2 kN/m ³	0,55 ($\phi_k = 28,8^\circ$)	8.5 kPa	15,3%
Leire	20,0 kN/m ³	0,49 ($\phi_k = 26,0^\circ$)	10 kPa	-
Sand/grus	19,0 kN/m ³	0,70 ($\phi_k = 35,0^\circ$)	0 kPa	-

**Treaks*

Det er utført rutineforsøk i BP. 8 og 9, samt spesialforsøk i BP.9 for å danne et best mulig bilde av løsmassene. Udrenert skjærfasthet er vurdert ut fra prøveserier og CPTU-sonderinger i BP. 8 og 9. For BP. 7 er det benyttet SHANSEP metoden for bestemmelse av udrenert skjærfasthet. I løsmasser som ikke er prøvetatt er det benyttet erfaringsverdier fra SVV håndbok V220 [19].

1.4 Lette masser

For å oppnå tilfredsstillende sikkerhet er det nødvendig å benytte seg av lette masser langs deler av strekningen. I de utførte beregningene antas det at benyttes skumglass. Statens vegvesen håndbok V221 [22] inneholder materialparametere.

Tabell 1-6 Effektivspenningsparametere for lette masser.

fg	Tyngdetetthet	Friksjonsvinkel ϕ	Attraksjon
Skumglass	4,0 kN/m ³	42 ⁰	0

VEDLEGG C

Stabilitetsberegninger

(1 side)

Vedlegg C

1 Stabilitetsberegninger

1.1 Generelt

Det er utført stabilitetsberegninger i tre utvalgte profil. Disse profilene er antatt å være mest kritisk på bakgrunn av grunnforhold og topografi, samt de planlagte terrenginngrepene og lastene.

Plassering av profilene er vist på situasjonsplanen, tegning nr. 10206445-RIG-TEG-002.1-002.2, og har til hensikt å dokumentere sikkerhet mot utglidning ved de planlagte terrenginngrepene i skråningen ned mot flaten vest for elven Gaula

Stabilitetsberegningene er utført ved udrenerte totalspenningsanalyser (ADP-analyse) og drenert effektivspenningsanalyse ($\alpha\phi$ -analyse). Det er utført stabilitetsberegninger før og etter tiltak, dvs. ved dagens geometri og i permanent tilstand. For beregninger på totalspenningsbasis (ADP-analyse) er det benyttet en anisotropisk jordmodell. Det er ikke utført beregninger i anleggsfase, dette forutsettes vurdert/utføres ifm. geoteknisk prosjektering.

For lokalstabilitet stilles det krav til sikkerhetsfaktor i Eurokode 7 [23], $\gamma_M \geq 1,4$ for totalspenningsanalyse og $\gamma_M \geq 1,25$ for effektivspenningsanalyse i områder uten sprøbruddleire. For områdestabilitet / lokalstabilitet i områder med sprøbruddleire gjelder NVEs kvikkleireveideler, her stilles det krav til sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ eller «ikke forverring». Dette dokumenteres ved å inkludere beregninger for områdestabilitet basert på dagens geometri, i de tilfeller sikkerhetsfaktoren for områdestabiliteten ikke er over 1,4.

For ytterligere beskrivelse av myndighetskrav, se Vedlegg A «Sikkerhetsprinsipper». For tolkning av materialparametere, se Vedlegg B «Materialparametere».

1.2 Beregningsverktøy

Stabilitetsberegningene er gjennomført med beregningsprogrammet «GeoSuite Stability» versjon 16.1.3.0 med beregningsmetode Beast 2003. Beregningsmetoden er basert på grenselikevektsmetoden, og anvender en versjon av lamellemetoden som tilfredsstiller både kraft- og momentlikevekt. Programmet kan selv søke etter kritisk sirkulærsylindrisk glideflate for definerte variasjonsområder av sirkelsentrum eller gir muligheten til å definere egne glideflater.

1.3 Materialparametere

Tolkede materialparametere for beregningsprofilene er presentert i vedlegg B.

1.4 Laster

Ved stabilitetsberegningene er det benyttet trafikklast eller laster fra bebyggelse, der disse ansees å virke destabiliserende på profilet. Der laster virker stabiliserende er disse ikke benyttet. Dette kommer ikke nødvendigvis frem av tegningene, da tegninger inneholder beregninger der lasten er både stabiliserende og ikke stabiliserende. Dimensjonerende last og lastfaktorer er vist i Tabell 1-1. Det er inkludert trafikklast iht. SVV Håndbok N200 [27] på hele vegens bredde inkludert skuldre.

Tabell 1-1: Dimensjonerende laster og lastfaktorer

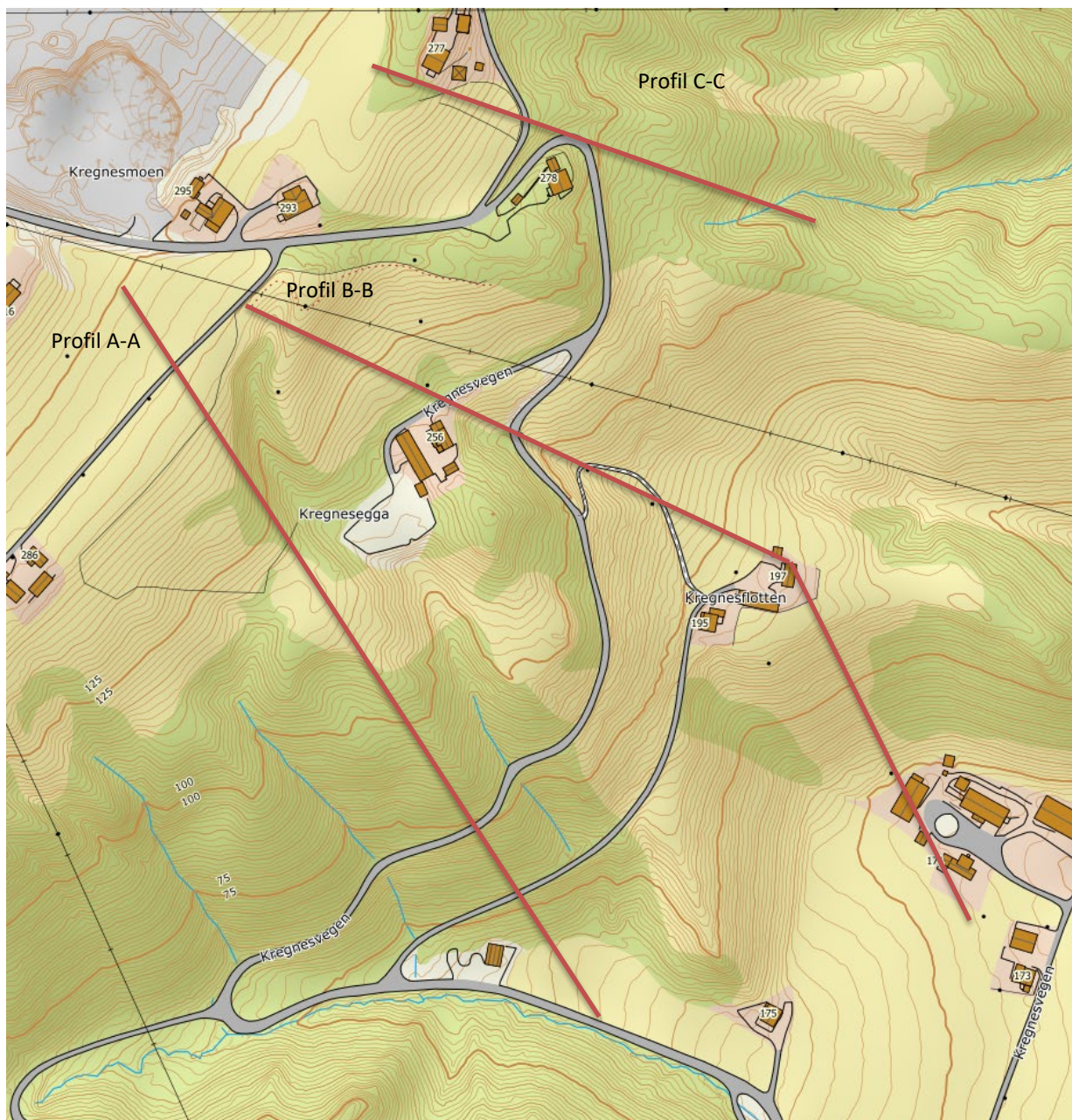
	Karakteristisk last, q_k	Lastfaktor		Dimensjonerende last, q_d	Kommentar
		Bruddgrensetilstand, γ_{Q1}	Ulykkes- og bruksgrensetilstand, γ_{Q1}		
Trafikklast	15 kN/m ²	1,3	1,0	19,5 kN/m ²	Trafikkareal veg

1.5 Beregningsprofiler

Nøyaktig plassering av beregningsprofilene kan sees på tegning 10206445-RIG-TEG-002.1 og -002.2. Snittene er skissert i Figur 1-1.

Tabell 1-2: Valgte profil for Kregnesbakken

Profil nr.	Beskrivelse
A-A	Stabilitet av skråning i nedre del av planområdet.
B-B	Stabilitet av stor vegfylling, inkludert bratt skråning mellom Kregnesflotten og Kregnesrønningen i bunn.
C-C	Stabilitet i toppen av bakken som omfatter stor fylling og skjæring som kan berøre lomme med sprøbruddmateriale.



Figur 1-1: Omtrentlig plassering av beregningsprofiler i Kregnesbakken

Beregningsprofil A – A

Beregningene viser tilstrekkelig sikkerhet mot utglidning for utført tiltak iht. planbeskrivelse.

Beregningsprofilen er lagt slik at det skal inkludere mektig fylling i bratt sideterreng. Tiltakskategori iht. NVE [2] er K2 i dette området. Beregningsprofilen er også lagt slik at det skal inkludere bratte terreng over planlagt utbygging. Multiconsult har utført grunnundersøkelser i 3 borpunkt, BP. 3, 5 og 11, langs dette profilet. Det er i tillegg til rutineundersøkelser, utført spesialforsøk i BP.5 for å danne et best mulig bilde av løsmassene. Resultater for stabilitetsanalyser for profil A-A er sammenstilt i Tabell 1-3.

Tabell 1-3: Sikkerhetsfaktor for kritisk skjærflate for profil A – A etter utført tiltak

Tegning nr.	Beregning	Analyse	Sikkerhetsfaktor γ_M for kritisk skjærflate
10206445-RIG-TEG-800.1	Sirkulærsylindrisk glideplan – lokal stabilitet i aktuell løsmassefylling.	ADP-analyse	1.73
10206445-RIG-TEG-800.1	Sirkulærsylindrisk glideplan – lokal stabilitet i aktuell løsmasseskjæring.	ADP-analyse	1.40
10206445-RIG-TEG-800.1	Egendefinert kritisk glideplan - lokal stabilitet i aktuell løsmasseskjæring.	ADP-analyse	2.58
10206445-RIG-TEG-800.1	Sirkulærsylindrisk glideplan – områdestabilitet skråning	ADP-analyse	1.45
10206445-RIG-TEG-800.1	Egendefinert kritisk bruddplan – områdestabilitet skråning	ADP-analyse	1.57
10206445-RIG-TEG-800.2	Sirkulærsylindrisk glideplan - lokal stabilitet i aktuell løsmassefylling.	a ϕ -analyse	1.58
10206445-RIG-TEG-800.2	Sirkulærsylindrisk glideplan – lokal stabilitet i aktuell løsmasseskjæring.	a ϕ -analyse	1.41
10206445-RIG-TEG-800.2	Egendefinert kritisk glideplan, lokal stabilitet i aktuell løsmasseskjæring.	a ϕ -analyse	1.63
10206445-RIG-TEG-800.2	Sirkulærsylindrisk glideplan – områdestabilitet skråning	a ϕ -analyse	1.65
10206445-RIG-TEG-800.2	Egendefinert kritisk bruddplan – områdestabilitet skråning	a ϕ -analyse	1.93

Den planlagte skjæringen er vurdert til å kunne ha maksimal helning på 1:1.5.

Beregningsprofil B-B

Beregningsprofilen er lagt der det er planlagt størst omlegging av veibanen og stor fylling over bekkedal. Snittet inkluderer også skråningen fra Kregnesflotten ned mot Kregnesrønningen i bunn.

Multiconsult har utført grunnundersøkelser i 3 borpunkt, BP. 4, 6 og 12, langs dette profilet.

Resultater for stabilitetsanalyser for profil B-B er sammenstilt i Tabell 1-4.

Tabell 1-4: Sikkerhetsfaktor for kritisk skjærflate for profil B – B etter utført tiltak

Tegning nr.	Beregning	Analyse	Sikkerhetsfaktor γ_M for kritisk skjærflate
10206445-RIG-TEG-801.1	Sirkulærsylindrisk glideplan - lokal stabilitet i aktuell løsmassefylling.	ADP-analyse	1.43
10206445-RIG-TEG-801.1	Sirkulærsylindrisk glideplan – områdestabilitet under veg	ADP-analyse	1.51
10206445-RIG-TEG-801.1	Egendefinert kritisk glideplan – sammensatt bruddflate fra veg til skråningstå	ADP-analyse	1.42
10206445-RIG-TEG-801.1	Sirkulærsylindrisk glideplan – stabilitet nedre skråning	ADP-analyse	1.23*

Tegning nr.	Beregning	Analyse	Sikkerhetsfaktor γ_M for kritisk skjærflate
10206445-RIG-TEG-801.1	Egendefinert kritisk glideplan – stabilitet nedre skråning	ADP-analyse	1.27*
10206445-RIG-TEG-801.2	Sirkulærsylindrisk glideplan - lokal stabilitet i aktuell løsmassefylling.	aφ-analyse	1.37
10206445-RIG-TEG-801.2	Egendefinert kritisk glideplan, lokal stabilitet i aktuell løsmassefylling.	aφ-analyse	1.49
10206445-RIG-TEG-801.2	Sirkulærsylindrisk glideplan – lokal stabilitet under veg	aφ-analyse	1.84
10206445-RIG-TEG-801.2	Egendefinert kritisk glideplan – sammensatt bruddflate fra veg til skråningstå	aφ-analyse	2.35
10206445-RIG-TEG-801.2	Sirkulærsylindrisk glideplan – stabilitet nedre skråning	aφ-analyse	1.50
10206445-RIG-TEG-801.2	Egendefinert kritisk glideplan – stabilitet nedre skråning	aφ-analyse	1.44

* Bruddflater utenfor influensområdet til tiltaket

Tiltaket ligger innenfor løsneområdet for ett bakovergripende kvikkleireskred i skråningen mellom Kregnesflotten og Kregnesrønningen (se tegning 10206445-RIG-TEG-801.2), bestemmelse av løsneområdet er gjort iht. NIFS rapport om metode for vurdering av løsne- og utløpsområder for områdeskred [17]. Da denne skråningen ikke ligger innenfor influensområdet til tiltak vurderes det at sikkerheten ikke blir forverret her.

Det er nødvendig å bygge vegen med lette masser slik at beregnet sikkerhetsfaktor for den sammensatte bruddflaten fra tiltaksområdet og til foten av skråningen ikke kommer under 1,4. Det er ikke aktuelt med fylling i bunn av skråningen eller planering på toppen da profilet skjærer gjennom boligbebyggelse i disse områdene, samt vil være et urealistisk stor prosjekt.

Det er nødvendig å benytte lette masser for å oppnå tilstrekkelig lokalstabilitet under vegen. Bruken av lette masser er forsøkt optimalisert slik at kostnadene blir så lave som mulig.

Beregningsprofil C-C

Beregningsprofilen er lagt gjennom lommen med sprøbruddmateriale på toppen av tiltaket. Det antas at uttak av skjæringen vil kunne berøre denne forekomsten. Profilet skjærer også den store vegfyllingen på yttersiden.

Multiconsult har utført grunnundersøkelser i 3 borpunkt, BP. 7, 8 og 9, langs dette profilet. Resultater for stabilitetsanalyser for profil C-C er sammenstilt i Tabell 1-6.

Tabell 1-5: Sikkerhetsfaktor for kritisk skjærflate for profil C – C etter utført tiltak

Tegning nr.	Beregning	Analyse	Sikkerhetsfaktor γ_M for kritisk skjærflate
10206445-RIG-TEG-802.1	Sirkulærsylindrisk glideplan - lokal stabilitet i aktuell løsmasseskjæring.	ADP-analyse	1.41
10206445-RIG-TEG-802.1	Sirkulærsylindrisk glideplan – områdestabilitet skråning over privatveg	ADP-analyse	1.33*

Tegning nr.	Beregning	Analyse	Sikkerhetsfaktor γ_M for kritisk skjærflate
10206445-RIG-TEG-802.1	Egendefinert kritisk glideplan – områdestabilitet skråning over privatveg	ADP-analyse	1.40
10206445-RIG-TEG-802.1	Sirkulærsylindrisk glideplan - lokal stabilitet i aktuell løsmassefylling	ADP-analyse	1.40
10206445-RIG-TEG-802.1	Sirkulærsylindrisk glideplan – områdestabilitet under ny veg	ADP-analyse	1.44
10206445-RIG-TEG-802.2	Egendefinert kritisk glideplan - lokal stabilitet i aktuell løsmasseskjæring.	aφ-analyse	2.17
10206445-RIG-TEG-802.2	Sirkulærsylindrisk glideplan – områdestabilitet skråning over privatveg	aφ-analyse	2.86
10206445-RIG-TEG-802.2	Egendefinert kritisk glideplan - lokal stabilitet i aktuell løsmassefylling	aφ-analyse	2.09
10206445-RIG-TEG-802.2	Sirkulærsylindrisk glideplan – områdestabilitet under ny veg	aφ-analyse	2.38

* Ikke forverring, se Tabell 1-7

Skjæringen fra den kommunale vegen og opp mot den private vegen må etableres med helning 1:2,0, i tillegg til å benytte lette masser i tilkomstvegen for Kregnesvegen 277 på oversiden. Dette for å tilfredsstille krav til sikkerhet for lokal stabilitet ($F \geq 1,4$). I tillegg må det avlastes et større volum i toppen av bakken, sør for Kregnesvegen 277. Nødvendige mengder er vist i rapportteksten.

På østsiden av den kommunale vegen er det planlagt en stor fylling, for å oppnå tilstrekkelig lokalstabilitet er det også her nødvendig å bygge deler av vegen med lette masser.

Tabell 1-6: Kontroll av situasjon før tiltak

Tegning nr.	Beregning	Analyse	Sikkerhetsfaktor γ_M for kritisk skjærflate
10206445-RIG-TEG-802.3	Sirkulærsylindrisk glideplan - områdestabilitet skråning over privatveg. Før tiltak	ADP-analyse	1.32

Ved sammenligning av situasjonen før tiltak kommer det frem at det ikke er forverring av områdestabiliteten i den øvre skråningen. Forutsatt stabiliserende tiltak.