
RAPPORT

Kvikkleiresoneutredning «light» Trøndelag

OPPDRAUGSGIVER

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)

EMNE

Stabilitetsberegninger 661 Smågård

DATO / REVISJON: 21. desember 2023 / 01

DOKUMENTKODE: 418771-RIG-RAP-012



Multiconsult

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

RAPPORT

OPPDRAG	Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag	DOKUMENTKODE	418771-RIG-RAP-012
EMNE	Stabilitetsberegninger 661 Smågård	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)	OPPDRAGSLEDER	Guro Torpe Vassenden
KONTAKTPERSON	Ingrid Havnen	UTARBEIDET AV	Anders Gylland
KOMMUNE	Stjørdal	ANSVARLIG ENHET	10234011 Geoteknikk Midt

SAMMENDRAG

NVE engasjerte Multiconsult Norge AS i årene 2017-2019 til å utrede flere utvalgte kvikkleiresoner i Stjørdal og Steinkjer kommune. Ut fra dette arbeidet ble det identifisert soner man ønsket å utrede videre, og høsten 2022 ble det utført supplerende grunnundersøkelser som grunnlag for anleggsveger eller andre avklaringer i disse sonene.

I sone 661 Smågård i Stjørdal kommune er det utført supplerende grunnundersøkelser med formål om å vurdere stabilitet i sonen. Foreliggende rapport presenterer stabilitetsberegninger samt forslag til sikringstiltak og videre arbeider.

Basert på tidligere arbeider og nye beregninger gis følgende vurdering:

- I tidligere vurdering er det beregnet lav stabilitet og anbefalt erosjonssikring nordøst i sonen
- Den sørvendte skråninga øst i sonen er bratt og høy. Skråninga har lav stabilitet og topografiske tiltak kan vurderes (2 m avlastning). Tiltak for å unngå videre erosjon fra landbruksdrenering bør vurderes.
- De sørvendte skråningene midt i, og vest i sonen har tilfredsstillende stabilitet. Ingen tiltak anbefales.
- Ravina vest i sonen har dårlig stabilitet, men situasjonen er ikke kritisk per i dag. Det anbefales at ravina benyttes som et forsøksfelt for bruk av kvistdammer som erosjonssikring.

01	21.12.2023	Revidert etter innspill fra NVE	Anders Gylland	Pernille Baustad	Guro T. Vassenden
00	06.06.2023	Rapport utarbeidet	Anders Gylland	Guro T. Vassenden	Emilie Bjarghov
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	5
2	Beregningsprinsipper	6
2.1	Generelt	6
2.2	Sikkerhetskrav	6
2.3	Beregningsprofiler	6
2.4	Lagdeling	7
2.5	Laster	7
2.6	Sikrings- og stabiliseringstiltak	7
3	Tolkning av materialparametere	8
3.1	Generelt	8
3.2	Spenningshistorie	8
3.3	Udrenerte fasthetsparametere	8
3.3.1	c_u fra enaks og konus	8
3.3.2	c_{uA} fra treaksialforsøk	8
3.3.3	c_{uA} fra CPTU-sonderinger	8
3.3.4	SHANSEP	8
3.3.5	Anisotropiforhold	9
3.4	Drenerte materialparametere	9
3.4.1	Materialparametere	9
3.4.2	Poretrykksforhold	9
4	Kvalitet grunnlagsdata	10
5	Beregningsresultater	11
5.1	Beregningsprofiler	11
5.2	Beregningsgrunnlag	11
5.3	Stabilitetsberegninger for dagens tilstand	11
5.4	Anbefalte tiltak	12
5.5	Vurdering av løsne- og utløpsområde	14
6	Oppsummering	16
7	Referanser	17

TEGNINGER

418771-RIG-TEG	-661-006	Situasjonsplan sone 661, inkludert tiltak
	-661-510.1-7	CPTU-tolkning bp. 661-3
	-661-511.1-7	CPTU-tolkning bp. 661-7
	-661-512.1-7	CPTU-tolkning bp. 661-8
	-661-513.1-7	CPTU-tolkning bp. 661-12
	-661-514.1-7	CPTU-tolkning bp. 661-13
	-661-515.1-7	CPTU-tolkning bp. 661-14
	-661-600	Profil 1 med tolket lagdeling
	-661-601	Profil 3 med tolket lagdeling
	-661-602	Profil 5 med tolket lagdeling
	-661-603	Profil 6 med tolket lagdeling
	-661-604	Profil 4 med tolket sprøbruddmateriale
	-661-810	Profil 1, stabilitetsberegning ADP- og $a\phi$ -analyse
	-661-811.1	Profil 5, stabilitetsberegning ADP- og $a\phi$ -analyse
	-661-811.2	Profil 5, stabilitetsberegning med tiltak ADP- og $a\phi$ -analyse
	-661-812	Profil 6, stabilitetsberegning ADP- og $a\phi$ -analyse
	-661-900.3	Profil 2, stabilitetsberegning med tiltak ADP- og $a\phi$ -analyse (fra /12/)

VEDLEGG

Vedlegg A - Befaringsrapport

1 Innledning

NVE engasjerte Multiconsult Norge AS i årene 2017-2019 til å utrede flere utvalgte kvikkleiresoner i Stjørdal og Steinkjer kommune. Utredningen var en mellomting mellom den regionale kartleggingen som vanligvis utgjør én boring per sone, og detaljert soneutredning i henhold til NVE-veiledere. Hensikten med oppdraget var å gi grunnlag til prioritering av sikringstiltak i sonene.

NVE har gått gjennom den utredningen som ble utført av sonene og gjort en kost/nytte-analyse av sikring. Ut fra denne analysen ble det høsten 2022 utført supplerende grunnundersøkelser som grunnlag for anleggsveger eller andre avklaringer i utvalgte soner. Supplerende grunnundersøkelser er rapportert i rapport 22423 /3/.

I sone 661 Smågård i Stjørdal kommune er det utført supplerende grunnundersøkelser med formål om å vurdere stabilitet i sonen med hovedfokus på utløpsområdet mot sør. Foreliggende rapport presenterer stabilitetsberegninger og informasjon fra supplerende befaringer i 2023, samt forslag til sikringstiltak og videre arbeider.

2 Beregningsprinsipper

2.1 Generelt

Beregninger er utført med beregningsprogrammet «GeoSuite Stability» versjon 22.0.1.0, med beregningsmetode Beast 2003. Beregningsmetoden er basert på grenselikevektmetode, og anvender en versjon av lamellmetoden som tilfredsstiller både kraft- og momentlikevekt. Programmet søker selv etter kritisk sirkulærsylindrisk glideflate for definerte variasjonsområder av sirkelsentrum. Det er også mulig å definere egne glideflater i programmet når man utfører beregninger for sammensatte glideflater.

2.2 Sikkerhetskrav

Sikkerhetskrav i foreliggende prosjekt tilpasses prosjektets formål. Følgende kriterier ligger til grunn for anbefaling av stabiliserende tiltak, og er bestemt i samråd med NVE (jfr. møtereferat ref. /6/):

- Ved beregningsmessig $F \approx 1,0$ i både total- og effektivspenningsanalyse og ingen eller litt erosjon (tak opp mot 1,2, men potensialet for at noe skal kunne skje må vurderes) → beskriv mulige tiltak
- $F_c < 1,2$ (totalspenningsanalyse) og $F_{a\phi} \leq 1,25$ (effektivspenningsanalyse) og pågående erosjon som forverrer stabiliteten (aktiv/noe) → 5% forbedring eller minimum 1,5 meter oppfylling. Utslaking av skråningen ved behov.
- $F_c > 1,2$ (totalspenningsanalyse) og $F_{a\phi} > 1,25$ (effektivspenningsanalyse) men pågående erosjon som forverrer stabiliteten (aktiv/noe) → Anbefaling om at det likevel skal erosjonssikres.

I tilfelle byggesak vil sikringstiltak måtte tilfredsstille krav etter TEK 17 og NVE 1/2019 /13/. Forutsatt at tiltak ikke er innenfor influensområdet til skråningene vil det være følgende krav til beregnet stabilitet: $F_c > 1,2$ (totalspenningsanalyse) og $F_{a\phi} > 1,25$ (effektivspenningsanalyse).

2.3 Beregningsprofiler

Tegning nr. 418771-RIG-TEG-661-006 viser plassering av vurderte profiler i sonen.

I rapport 418771-RIG-RAP-006.3 /8/ er profil 2 og 5 beregnet.

- Profil 5 ble beregnet med parametere basert på SHANSEP og antatt geologisk forhistorie, og det ble anbefalt videre vurdering av skråninga med supplerende grunnundersøkelser.
- I profil 2 ble det beregnet lav stabilitet og behov for 2,2 m oppfylling i bunn for å tilfredsstille kravene gjengitt i avsnitt 2.2. Fyllingen vil samtidig fungere som erosjonssikring. Se tegning 418771-RIG-TEG-661-900.3

I foreliggende rapport er det vurdert stabilitet i følgende profiler

- Profil 1: Beregnet basert på parametere fra CPTU-sonderinger og laboratorieforsøk i den supplerende grunnundersøkelsen.
- Profil 3: Vurdert basert på topografi og grunnforhold opp mot Profil 6. Ikke egen beregning.
- Profil 5: Beregnet på nytt med parametere fra CPTU-sonderinger og laboratorieforsøk i den supplerende grunnundersøkelsen.
- Profil 6: Beregnet basert på parametere fra CPTU-sonderinger og laboratorieforsøk i den supplerende grunnundersøkelsen.

Profil 3, 5 og 6 er valgt for å undersøke stabilitet og utløpsområde i retning sør. Profil 1 er valgt for å undersøke stabilitet i de bratte sideravinene i sonen. Profilene er plassert slik at de mest kritiske forholdene er vurdert.

Profil 4 er ikke vurdert videre i dette arbeidet. For bebyggelse vurderes det at Profil 5 dekker den kritiske situasjonen og er premissgivende for eventuelle tiltak.

2.4 Lagdeling

Lagdeling er tolket ut fra resultatene av tilgjengelige grunnundersøkelser, med størst vekt lagt på sonderinger utført i nærheten av beregningsprofilene. I sone 661 Smågård viser CPTU-sonderingene godt samsvar på tvers av sonen, det er derfor sett til naboprofiler for valg av parametere der det f.eks. ikke er sondering i bunn av et profil.

Generelt er det valgt å tolke lagdelingen på en konservativ måte. Dette gjelder både for skillet mellom sprøbruddmateriale og leire, og dybde til berg. I sone 661 er generelt bergdybde ukjent ut mot de kritiske skråningene. Bergdybde er derfor lagt dypt nok til at den ikke påvirker beregningsresultatet.

Tolket lagdeling i beregningsprofilene er vist i tegningene i 600-serien.

2.5 Laster

Det er ikke lastsituasjoner i sone 661 Smågård som er relevant for beregningene. Det er derfor ikke inkludert laster.

2.6 Sikrings- og stabiliseringstiltak

Sikrings- og stabiliseringstiltak er innarbeidet i stabilitetsberegningene med den påkrevde forbedringen som eneste kriterium for utforming. Omfang av tiltakene i de kritiske profilene er relativt sikkert, men utstrekningen er mer å betrakte som en skjønsmessig vurdering. Tiltakene må detaljprosjekteres før utførelse, herunder også anleggstekniske vurderinger for gjennomføring.

3 Tolkning av materialparametere

3.1 Generelt

Tolkning av beregningsparametere er utført med bakgrunn i resultat av utførte CPTU-sonderinger og opptatte 54 mm prøveserier som er presentert i datarapport 10200526-RIG-RAP-001, ref. /5/ og 22423 /3/. Ved mangel på datagrunnlag benyttes det i utgangspunktet lokale erfaringsverdier eller erfaringsverdier fra Statens vegvesenets håndbok V220.

3.2 Spenningshistorie

Prekonsolideringsspenning σ'_c og overkonsolideringsforhold OCR er tolket ut fra ødometerforsøk og CPTU-sonderingene. Opptegning av CPTU-sonderingene i tegning -661-510 til -515 viser tolket designprofil for σ'_c og OCR sammen med benyttede tolkningsmetoder i borpunktene der det er utført CPTU.

3.3 Udrenerte fasthetsparametere

3.3.1 c_u fra enaks og konus

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

3.3.2 c_{uA} fra treaksialforsøk

Det er utført et treaksialforsøk i BP 13 og ett i BP 14. Begge forsøkene viser en markant verdi for udrenert skjærfasthet, og denne er tatt inn og vist i opptegning av udrenert skjærfasthet fra CPTU-sonderingene i tegning -661-513 til -515.

3.3.3 c_{uA} fra CPTU-sonderinger

For bestemmelse av udrenert skjærfasthet er CPTU-sonderingene korrelert iht. empirisk baserte tolkningsfaktorer som vist på tegning -661-510 til -515 hvor også laboratorieforsøk og tolket designlinje er inkludert.

3.3.4 SHANSEP

Udrenert skjærfasthet er avhengig av OCR kan modelleres etter SHANSEP-prinsippet (Ladd & Foott 1974):

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

Der:

- α = Stigningstall som varierer vanligvis mellom 0,25 og 0,35 for aktiv skjærfasthet
- OCR = Overkonsolideringsgrad = σ'_c / σ'_0
- m = Eksponent som for norske leirer typisk har vist seg å variere mellom ca. 0,65 og 0,75 avhengig av leire
- σ'_0 = In situ vertikal effektivspenning

Der hvor det er nødvendig å plassere et fasthetsprofil i stabilitetsberegningene, men det foreligger ikke en CPTU som tolkningsgrunnlag, tolkes aktiv skjærfasthet ut fra SHANSEP-prinsippet. SHANSEP-tolkningen benyttes også som støtte når aktiv skjærfasthet tolkes fra CPTU. SHANSEP-parametere

som ble valgt for de forskjellige fasthetsprofilene fremkommer av tilhørende tegninger. Skjærfasthetsprofiler som plasseres der hvor det ikke er utført CPTU velges ut fra SHANSEP-parametere som best passer området profilet ligger, i eller nærmeste CPTU.

SHANSEP-tolkninger for CPTU-punktene er vist sammen med udrenert skjærfasthet i tegning -661-510 til -515.

3.3.5 Anisotropiforhold

Tabell 3-1 oppsummerer anvendte ADP-faktorer i udrenerte materialer (jf. ref. /7/):

Tabell 3-1: Oversikt over valgte ADP-faktorer

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

Verdiene for anisotropikoeffisientene ligger på den konservative siden det antas at plastisitetsindeks I_p alltid er mindre eller lik 10 % (som ofte er tilfellet for utvaskede marine leirer i Trøndelag).

3.4 Drenerte materialparametere

3.4.1 Materialparametere

Drenerte materialparametere som benyttes i stabilitetsberegningene er basert på verdier benyttet i tidligere fase av prosjektet og kontrollert opp mot treaksialforsøk som er utført i den supplerende grunnundersøkelsen i sone 661. Utførte treaksialforsøk i BP 13 og 14 indikerer en friksjonsvinkel i samme størrelsesorden som benyttet tidligere, men med en kohesjon som kan tolkes til å være høyere.

Attraksjon og friksjonsvinkel for materialer «Leire» og «Sprøbruddmateriale» er vist i Tabell 3-2:

Tabell 3-2: Oppsummering effektivspenningsparametere

Materiale	Tyngdetetthet γ (kN/m ³)	ϕ (°); $\tan\phi$	Kohesjon c (kPa)
Leire	19,5	26,5; 0,50	5
Sprøbruddmateriale	19,5	25,6; 0,48	3,8
Tørrskorpe	19,5	31,0; 0,60	0,6

3.4.2 Poretrykksforhold

Poretrykksforhold er basert på piezometer satt som del av den supplerende grunnundersøkelsen /3/. Det er påvist underhydrostatisk poretrykk på topp av skråningene. I bunn er det antatt hydrostatisk poretrykksfordeling med dybden. Benyttede profiler for poretrykk er vist på beregningsprofilene, tegning 418771-RIG-TEG-661-810 til -812.

4 Kvalitet grunnlagsdata

Samtlige utførte CPTU havner i anvendelsesklasse 1 for både spissmotstand, friksjon og poretrykk, ref. dokumentasjon måledata i datarapport ref. /5/ og /3/.

Treaksforsøkene viser en markant verdi for udrenert skjærfasthet og vurderes å ha god kvalitet tatt i betraktning at det er $\varnothing 54$ mm sylindertestprøver. De fleste ødometerforsøkene viser en tydelig markering av prekonsolideringsspenning. De forsøkene som ikke er tolkbare er ikke inkludert i vurderingene.

Totalt sett vurderes parametergrunnlaget å være tilfredsstillende sett opp mot formålet om å identifisere behov for sikringstiltak og vurdere utløpsområde for sone 661 Smågård.

5 Beregningsresultater

Situasjonsplan over sone 661 Smågård er vist på tegning 418771-RIG-TEG-661-006.

5.1 Beregningsprofiler

Profil 1

Høydeforskjell er ca. 35 m. Med tanke på en konservativ beregning er lagdelingen er her tolket med en større mektighet av kvikkleire sammenlignet med tolkning utført i 418771-RIG-RAP-004 /9/. Kvikkleire er tolket til å ligge ca. 4 m under terreng i topp av skråninga (BP 661-1) og ca. 6 m under terreng i bunn av skråninga (BP 661-2). I topp av skråninga er det ca. 8 m til berg. I bunn er dybde til berg ukjent. Det er antatt beliggenhet av berg og sprøbruddmateriale slik at kritiske skjærflater ikke bli påvirket.

Profil 5

Total høydeforskjell er ca. 45 m. Løsmassene består generelt av et mektig leirlag til store dybder (over 45 m). Det er kvikkleire og sprøbruddmateriale fra ca. 10 m under terreng ved skråningstopp (BP NGI-95 og 661-12/-15). Ved bebyggelsen er det påvist kvikkleire fra 14 m under terreng (BP 661-3). I bunn av skråninga er det antatt sprøbruddmateriale fra 7 m under terreng (BP 661-8).

Profil 6

Høydeforskjell er ca. 40 m. Lagdelingen tilsvarer i stor grad profil 5 med et mektig leirlag til store dybder (over 35 m). Det er antatt kvikkleire fra ca. 9 m under terreng ved skråningstopp, og påvist fra 12 m (BP 661-13). Lengre bak i profilet er det tolket kvikkleire fra ca. 7 m under terreng i BP 661-6. I bunn av skråninga er det i BP 661-10 tolket et lag med kvikkleire 5 m under terreng med mektighet ca. 1,5 m. Under kvikkleira er det leire uten sprøbruddegenskaper.

5.2 Beregningsgrunnlag

Benyttede designlinjer for udrenert skjærfasthet er vist på profiltegninger med beregningsresultater 418771-RIG-TEG-661-810 til -812. Drenerte parametere og tyngdetetthet er vist i tabell på de samme tegningene.

Poretrykksfordelingen målt i BP 661-12, -13 og -8 legges til grunn for beregningene. Det er målt sterkt poreundertrykk på topp av skråningene og hydrostatisk i bunn. Benyttede poretrykksprofiler er vist på 418771-RIG-TEG-661-810 til -812.

5.3 Stabilitetsberegninger for dagens tilstand

Utførte stabilitetsberegninger og resultater for dagens tilstand er presentert i Tabell 5-1.

Profil 1

Udrenert skjærfasthet midt i profilet er avledet fra tolkning av CPTU i BP 661-14. Skjærfasthet i bunn er tolket fra SHANSEP. c_{ua} -profilet i topp av skråninga er vurdert mot SHANSEP og CPTU 661-14 for å oppnå en sikkerhetsfaktor på 1,0.

Udrenert analyse gir en dyp skjærflate som involverer sprøbruddmateriale. Sikkerhetsfaktoren ligger på ca. 1,0, noe som indikerer en labil situasjon. Den topografiske 3D-situasjonen peker dog mot at skråninga som helhet har noe høyere sikkerhetsfaktor da drivende krefter overestimeres i 2D-situasjonen som profilet representerer. Drenert sikkerhetsfaktor er 1,26 for en flate som delvis involverer sprøbruddmateriale.

Tabell 5-1: Sikkerhetsfaktor for kritisk glideflater

Tegning nr.	Beregning	Analyse	Sikkerhetsfaktor F for kritisk glideflate
-661-810	Profil 1	ADP (udrenert)	0,99 / 0,97*
-661-810	Profil 1	aφ (drenert)	1,26
-661-811.1	Profil 5	ADP (udrenert)	1,04 / 1,07*
-661-811.1	Profil 5 – glideflate inkl. bebyggelse	ADP (udrenert)	1,18*
-661-811.1	Profil 5	aφ (drenert)	1,20
-661-812	Profil 6	ADP (udrenert)	1,45 / 1,47*
-661-812	Profil 6	aφ (drenert)	1,79

*sammensatt skjærflate

Profil 5

Profiler for udrenert skjærfasthet er basert på henholdsvis tolkning av CPTU-3, 12, 7 og 8, og tatt inn i profilet på respektive kotehøyder.

Udrenert analyse gir en dyp skjærflate som involverer sprøbruddmateriale. Sikkerhetsfaktoren ligger på 1,04. Drenert analyse gir en grunnere skjærflate med sikkerhetsfaktor 1,20. En sammensatt skjærflate helt bak til bebyggelsen i profilet gir en udrenert sikkerhetsfaktor på 1,18.

Profil 6

Udrenert skjærfasthet på skråningstopp er basert på tolkning av CPTU-13 sammen med utførte laboratorieforsøk. Helt i bunn er CPTU-8 benyttet fra borpunktets kotehøyde. Over dette er det gjort en tilpasning. Innenfor bunn-profilet er det satt inn et c_{ua} -profil som er basert på CPTU-7.

Udrenert analyse gir en dyp skjærflate som går ned i sprøbruddmateriale. Sikkerhetsfaktoren er 1,45. Drenert analyse gir en skjærflate med sikkerhetsfaktor 1,79 som i hovedsak ligger i det øvre leirlaget som ikke har sprøbruddegenskaper.

5.4 Anbefalte tiltak

Profil 1

Profilet står med en drenert sikkerhetsfaktor som kan sies å være tilfredsstillende, men den udrenerte sikkerhetsfaktoren er lav. Den drenerte skredmekanismen inneholder lite sprøbruddmateriale og kan gi en situasjon hvor skredmassene blir liggende. B/D-forholdet er ca. 80%. Hvis den udrenerte mekanismen utløses kan det bli en stor skredhendelse med omrørte og flytende masser. På grunn av en kombinasjon av ravine og flatt hellende terreng i utløpsområdet, er det vanskelig å anslå utløpsområdets størrelse, men det er trolig at bebyggelse kan påvirkes i et slikt scenario (Figur 5-2). Tidligere erosjonsbefaring (/10/) har et punkt klassifisert med «noe» erosjon etter tidligere klassifiseringssystem /4/. Supplerende befaring mai 2023 (vedlegg A) bekrefter at store deler av ravinen klassifiseres med «noe erosjon» også i nytt klassifiseringssystem (/11/). Det graves i leire, men ikke i kvikkleire i bekken (kvikkleire ligger ca. 3 m under bekkebunn).

I sum så vurderes ravina som profil 1 representerer ikke å være kritisk, men med såpass lav udrenert skjærfasthet, og stort omfang av kvikkleire, er det heller ikke en helt grei situasjon. Over tid kan bekken grave seg inn mot skråningsfoten og utfordre stabilitetssituasjonen. Ut fra dette anbefales

det som minimumstiltak å utføre årlige befaringer i ravina for å følge med på erosjonen over tid. Samtidig er ravina godt egnet for å prøve ut kvistdammer som sikringstiltak:

- Det er god tilgang på trevirke
- Ravina er representativ for flere lignende situasjoner i andre kvikkleiresoner
- Det pågår ikke kritisk erosjon; dvs. at det er rom for å prøve ut nye løsninger
- Nærhet til Trondheim og jevnlig oppfølging

Leirraviner er klassifisert som sårbare naturtyper og i et bærekraftperspektiv bør det forskes mer på å finne metoder for erosjonssikring som ikke krever bruk av store mengder stein og tungt utstyr. Kvistdammer er et relevant tiltak, men det er lite erfaring med dette i Norge. På bakgrunn av dette anbefaler Multiconsult at det gjøres et forsøk med kvistdammer som erosjonssikring i ravina. Det vil være et viktig prosjekt for å skaffe seg mer erfaring med denne sikringsformen.

Mer informasjon om kvistdammer fins bla. i NVE faktaark 01/2014 (https://publikasjoner.nve.no/faktaark/2014/faktaark2014_01.pdf).

Profil 2

Profil 2 er tidligere vurdert i /12/ med følgende anbefaling: *For å oppnå tilfredsstillende sikkerhet må det legges ut en motfylling på 2,2 m i bunn av ravinen/bekken med en bredde på ca. 15 m. Motfyllingen vil også fungere som erosjonssikring av bekken. B/D-forholdet i profilet er ca. 35%.*

Tilkomst til bekken for anleggsmaskiner vurderes å være uproblematisk ettersom ravedalen kan nås fra jordene sør for skråningen. Det er også mulig å etablere en anleggsvei som begynner ved Mellomriksvegen 1217 og følger foten av skråningen og bevarer dyrket mark. Selve motfyllingen kan fungere som anleggsvei, dvs. anleggsmaskiner kan trafikkere på fyllmassene for å utføre arbeidet. Det forutsettes dermed at fyllmassene består av sprengstein av tilstrekkelig størrelse.

For utstrekning og detaljer rundt sikringstiltaket se profiltegning nr. -661-900.3, samt situasjonsplan på tegning nr. -661-003.

Profil 3

Profil 3 er ikke beregnet. Profilet har tilsvarende lagdeling som profil 6, men er både slakere og med mindre høydeforskjell. B/D-forholdet er ca. 75%. Videre er det tolket noe høyere c_{ua} i CPTU 661-14 enn i CPTU 661-13. I sum gjør dette at profilet har høyere sikkerhetsfaktor enn profil 6. I og med at det ikke vurderes behov for tiltak i profil 6, vurderes også profil 3 som ok opp mot regelverkskrav.

Profil 4

Profil 4 er ikke vurdert videre i dette arbeidet. For bebyggelse vurderes det at Profil 5 dekker den kritiske situasjonen og er premissgivende for eventuelle tiltak. Videre har profilet tilsvarende helning og høyde som profil 6 og dermed en klar indikasjon på at stabiliteten er tilfredsstillende. I en detaljering av sikringstiltak kan det være behov for å se på Profil 4 for å kunne utforme avslutningen av tiltaket i Profil 5 mot vest.

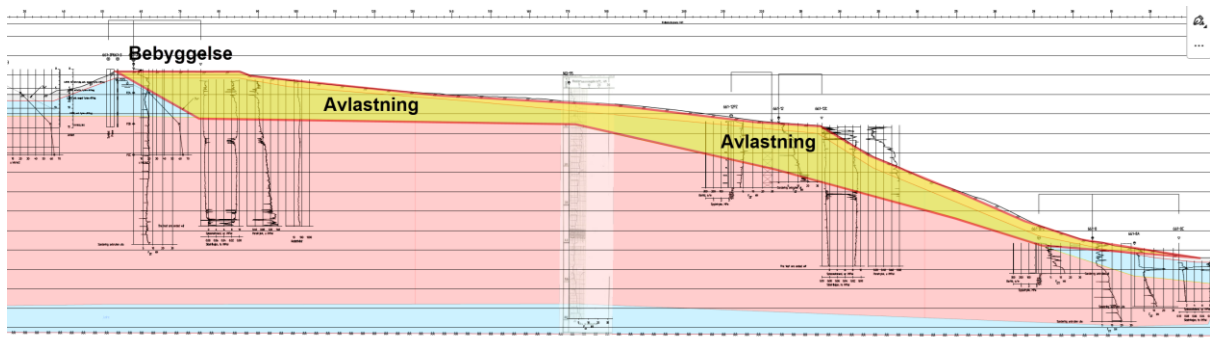
Profil 5

Udrenert sikkerhetsfaktor uten tiltak er 1,04 og det er sett på muligheten for å heve stabiliteten med 5% ved hjelp av avlastning på skråningstopp ut fra føringene gitt i 2.2. B/D-forholdet i profilet er ca. 65%.

Beregning med tiltak i 418771-RIG-TEG-661-811.2 viser at det må tas av ca. 2 m over en lengde på ca. 42 m for å heve udrenert sikkerhetsfaktor fra 1,04 til 1,09 (5%). Den drenerte stabiliteten blir

samtidig økt fra 1,20 til 1,24 (3% forbedring). Skjærflata som går fra bebyggelsen opplever ingen endring av tiltaket (1,18 før og etter). Avlastningstiltaket er skissert i plan i tegning 418771-RIG-TEG-661-006. Tiltaket må detaljeres nærmere hvis det skal utføres.

Det er også sett på muligheten for å heve stabilitet av skråninga til et nivå som tilfredsstillende TEK17 (udrenert sikkerhetsfaktor over 1,40). For å oppnå et slikt sikkerhetsnivå kreves store tiltak. Ved ytterligere avlastning av skråningstopp i samme område som for tiltaket med 5% forbedring, i kombinasjon med motfylling, så blir den lange bruddmekanismen dimensjonerende ved en sikkerhetsfaktor rundt 1,25. Dette er en skjærflate som strekker seg helt fra bebyggelsen bak i profilet og ned til bunn av skråninga. For å oppnå 1,40 for denne bruddmekanismen må hele skråninga slakes ut ned til kvikkleireforekomsten (14 m ned ved skråningskant), og det må samtidig avlastes helt bak til, og under, dagens bebyggelse. Dette er illustrert i Figur 5-1. Motfylling har noe effekt, men ikke tilstrekkelig til at avlastninga unngås. For å oppnå 1,40 er det dermed nødvendig med et omfattende tiltak.



Figur 5-1 Avlastningstiltak for å oppnå stabilitet i profil 5 som tilfredsstillende TEK17

Det er observert pågående erosjon i en ravine i skråninga (Vedlegg A). Ravina går fra topp til bunn i skråninga og er dannet av vann fra landbruksdrenering. Erosjonen vurderes ikke å være kritisk for skråningsstabiliteten. Men i og med at det klassifiseres med noe erosjon i en bratt kvikkleireskråning, anbefales det at videre erosjon unngås. Dette kan gjøres ved for eksempel å føre vann fra dreneringssystemet fra det øvre jordet i rør helt ned til bunn av skråninga.

Profil 6

Profil 6 gir beregningsmessig sikkerhet som både drenert og udrenert anses som tilfredsstillende sett opp mot kravene i avsnitt 2.2, inkludert krav etter TEK 17 og NVE 1/2019 /13/. B/D-forholdet i profilet er ca. 60%. Ingen tiltak anbefales.

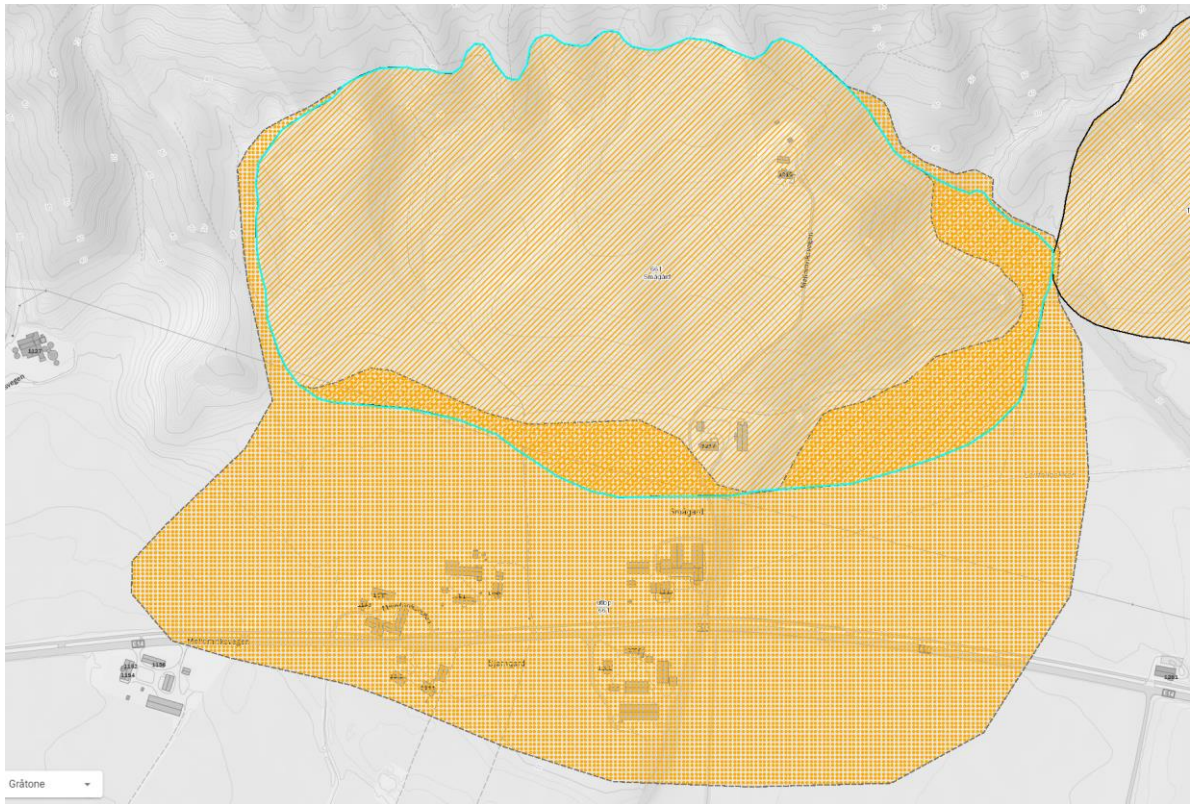
5.5 Vurdering av løsne- og utløpsområde

I rapport 418771-RIG-RAP-006.3 /8/ er det vurdert og tegnet et løsneområde og et utløpsområde basert på NVE 7/2014 /2/ og L/H-metoden. Vurderinger etter NVE 1/2019 /13/ sammen med supplerende grunnundersøkelser gir tilsvarende forutsetninger for vurdering av utstrekning av løsne- og utløpsområde.

- Det er påvist sprøbruddmateriale
- Omrørt skjærfasthet er under 0,69 kPa
- b/D er over 40%

Dette gir en retrogressiv skredmekanisme og et løsneområde som går helt bak til det påtreffes berg i dagen nord i sonen.

Utstrekning av løсне- og utløpsområde fra rapport 418771-RIG-RAP-006.3 /8/ endres derfor ikke. Løсне- og utløpsområde er gjengitt i Figur 5-2.

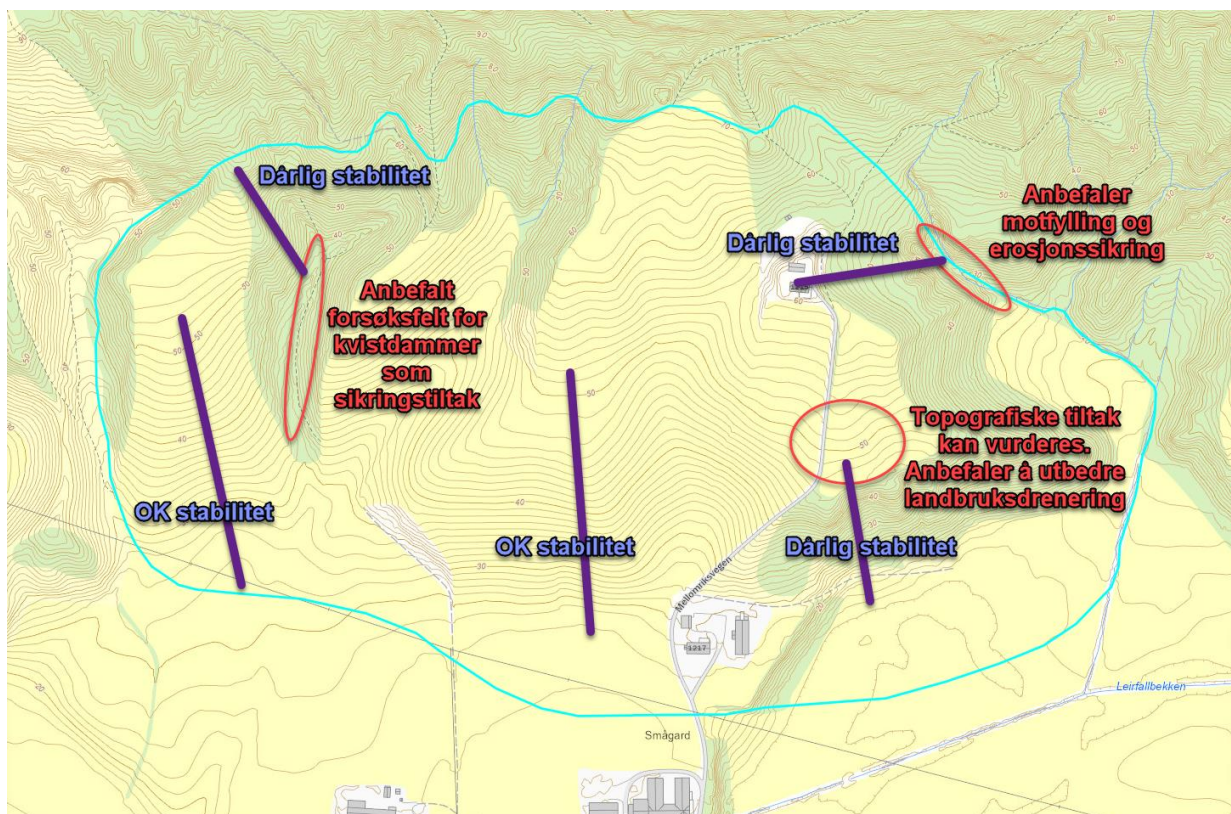


Figur 5-2 Løśnie og utløpsområde fra NVE Atlas, fra rapport 418771-RIG-RAP-006.3

6 Oppsummering

Som del av utredninga av områdestabilitet i kvikkleiresone 661 Smågård er det utført stabilitetsberegninger i tre profiler. I tillegg er det tidligere gjort beregning og vurdering av tiltak i et profil nord-øst i sonen. Vurderingene oppsummeres i Figur 6-1.

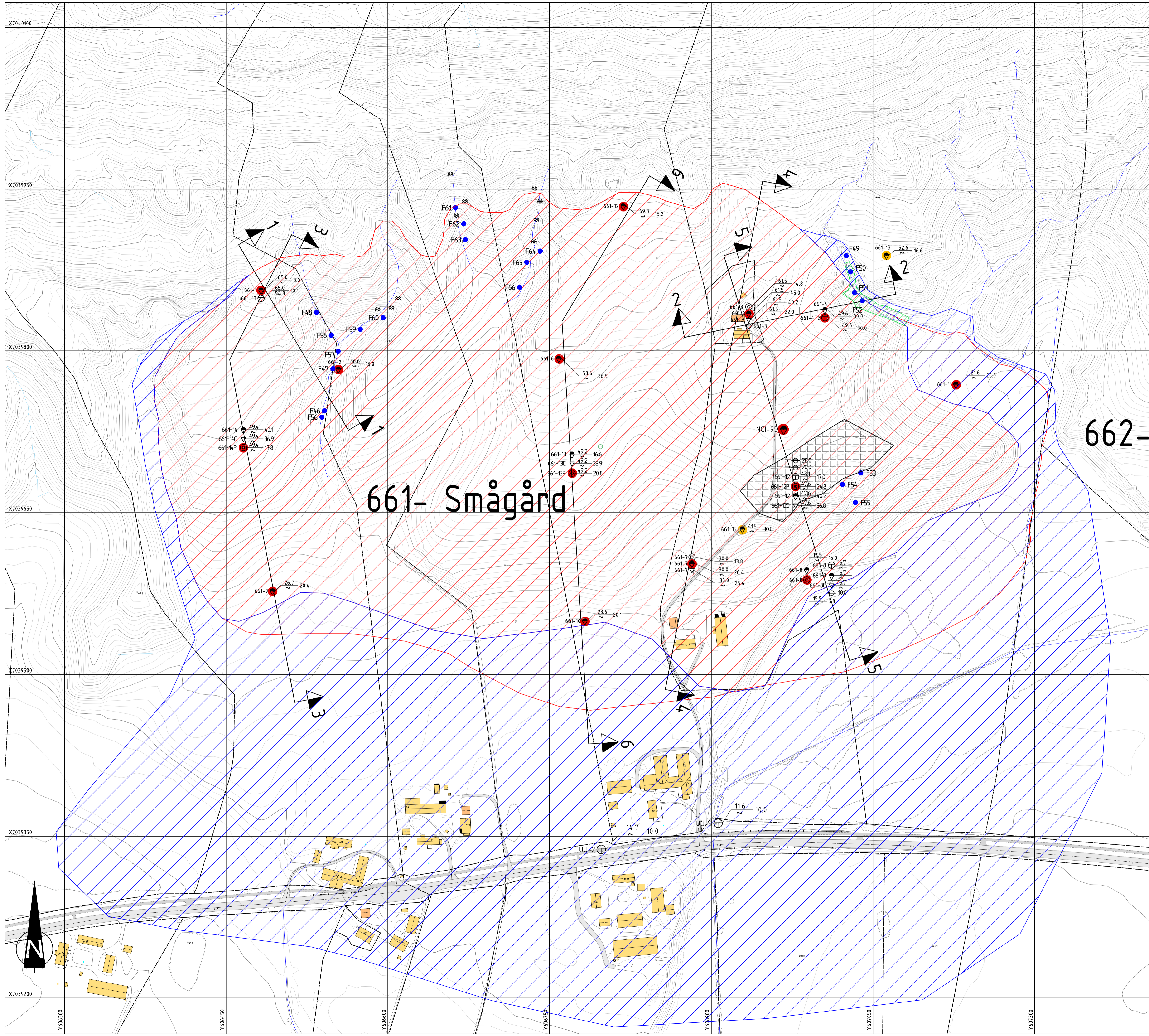
- I tidligere vurdering er det beregnet lav stabilitet og anbefalt erosjonssikring nord-øst i sonen
- Den sørvendte skråninga øst i sonen er bratt og høy. Skråninga har lav stabilitet og topografiske tiltak kan vurderes (2 m avlastning). Tiltak for å unngå videre erosjon fra landbruksdrenering bør vurderes.
- De sørvendte skråningene midt i, og vest i, sonen har tilfredsstillende stabilitet. Ingen tiltak anbefales.
- Ravina vest i sonen har dårlig stabilitet, men situasjonen er ikke kritisk per i dag. Det anbefales at ravina benyttes som et forsøksfelt for bruk av kvistdammer som erosjonssikring.



Figur 6-1 Oppsummering av stabilitet og tiltak

7 Referanser

- /1/ Norges Vassdrags- og energidirektorat (NVE), «Tilbudsgrunnlag - kvikkleiresoner i Rissa, Inderøy, Levanger, Verdal, Steinkjer og Stjørdal kommune». 17-mar-2017
- /2/ Norges vassdrags- og energidirektorat, «Sikkerhet mot kvikkleireskred : Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper (V:7-2014)», NVE, Oslo, Veileder 7–2014, apr. 2014.
- /3/ Løvlien Georåd, 22423-1. NVE Stjørdal-Steinkjer. Geoteknisk datarapport. 06.12.22
- /4/ NGI, «Vurdering av risiko for skred. Metode for klassifisering av faresoner, kvikkleire. Revisjon 3», Veiledning 20001008–2, aug. 2008.
- /5/ Multiconsult Norge AS, rapport 10200526-RIG-RAP-001 rev.00 «Kvikkleiresoneutredning 'light' Trøndelag – Utlysingsområde 2 – Stjørdal. Datarapport – geotekniske grunnundersøkelser» (8. mars 2018)
- /6/ NVE, møtereferat «Oppfølgingsmøte 3 UO1 – Rissa, Levanger/Inderøy og Verdal (31.05.2018)» epostkommunikasjon datert 04.06.2018
- /7/ NIFS rapport 14/2014 «En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer». 30.01.2014
- /8/ Multiconsult Norge AS, rapport 418771-RIG-RAP-006.3 rev.00 «Kvikkleiresoneutredning 'light' Trøndelag – Delleveranse 4, Stjørdal - Smågård» (2. oktober 2018)
- /9/ Multiconsult Norge AS, rapport 418771-RIG-RAP-004 rev.02 «Kvikkleiresoneutredning 'light' Trøndelag – Stjørdal – Delleveranse 3» (18. juni 2018)
- /10/ Multiconsult Norge AS, rapport 418771-RIG-RAP-001 rev.00 «Kvikkleiresoneutredning 'light' Trøndelag – Delleveranse 1: Innledende vurderinger Stjørdal» (24. august 2017)
- /11/ NGI, «Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred: metodebeskrivelse», NVE Eksternrapport nr. 9/2020, des. 2020.
- /12/ Multiconsult Norge AS, rapport 418771-RIG-RAP-008 rev.01 «Kvikkleiresoneutredning 'light' Trøndelag – Risiko for kvikkleireskred i Stjørdal kommune» (26. februar 2019)
- /13/ Norges vassdrags- og energidirektorat, «Sikkerhet mot kvikkleireskred : Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper (V:1-2019)», NVE, Oslo, Veileder 1–2019, des. 2020.



TEGNFORKLARING:

- DREIESONDERING
- ENKEL SONDERING
- ▼ RAMSONDERING
- ▽ TRYKSONDERING
- ⊕ TOTALSONDERING
- ⊗ PRØVEVERIE
- PRØVEGRØP
- ⬥ DREIETRYKSONDERING
- ⊠ SKRUPLETAFORSØK
- ⊕ VINGEBØRING
- PORETRYKTMÅLING
- ⊗ KJERNEBORING
- ⊠ FJELLKONTROLLBORING
- ⊠ BERG I DAGEN

KARTGRUNNLAG:
 KARTGRUNNLAG: Digitalt kart fra NVE
 KORDINATSYSTEM: UTM Sone 32V
 HØYDEREFERANSE: NN 2000
 UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMET: EPS: ELMAS CPDS
 BØRSEL NR: Digital
 LAB BOK NR: Digital

EXEMPEL:
 BP 1: 43.0 28.2 14.8+2.4 — BORET DYBE + BORET I BERG
 ANTATT BERGKOTE

FELTOBSERVASJONER:
 F46- F52: Vedlegg 2 i rapport 418771-RIG-RAP-001 rev 01
 F53-F66: Vedlegg A i rapport 418771-RIG-RAP-012 rev 01

● OBSERVASJON/KOMMENTAR
 ^ BERG I DAGEN
 ~ EROSIJONSKANT
 — SKREDDER (HENTET FRA NGU)

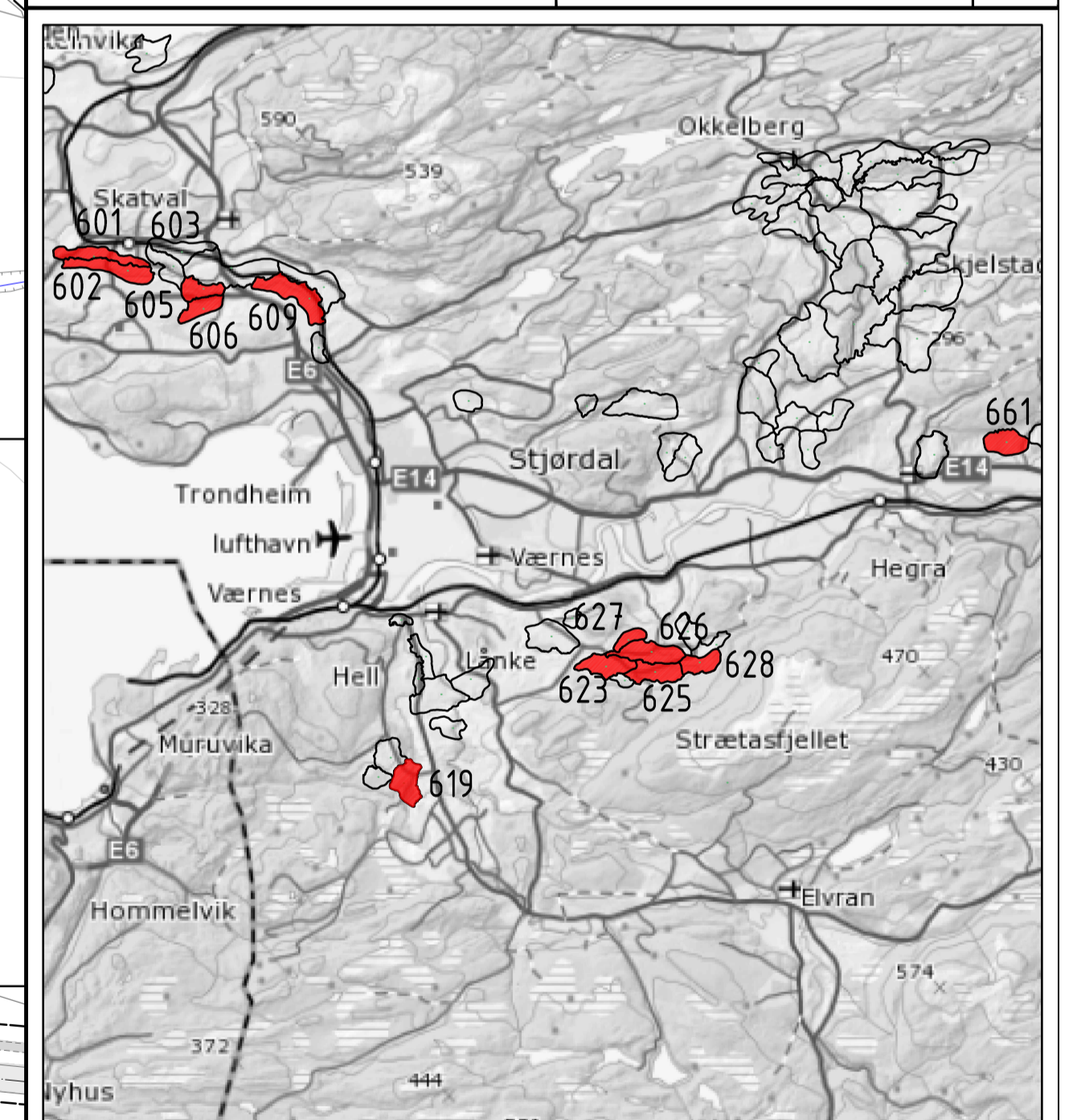
■ Løsneområde 661- Smågård
 ■ Nabosone
 ■ Anbefalt sikrings tiltak, ref 418771-RIG-RAP-008
 ■ Utløpsområde 661- Smågård
 ■ Avlastnings tiltak, ref 418771-RIG-RAP-012

● SANNSYNLIG KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATR.
 ● MULIG KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATR.
 ● ANTATT IKKE KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATR.
 ○ IKKE VURDERT

TIDLIGERE BORINGER:
 Tidligere boringer er opprørtet fra skannet kopi og kan ha noe avvik.
 Tidligere boringer er angitt med indekser foran bortullst:

NGU-X: 82033-2 "Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred (1989)
ULU-X: Boringer fra Statens vegvesen, Rapport V0115C01 (2004) E4 Hegram-Lerfall X 1-28
 6611 tom. 66113 10200526-RIG-RAP-001, Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag - utlysningssområde 2 - Stjørdal (2018)
 6618 tom. 66115 22423 Rapport nr. 1 NVE Stjørdal - Steinkjer (2022)

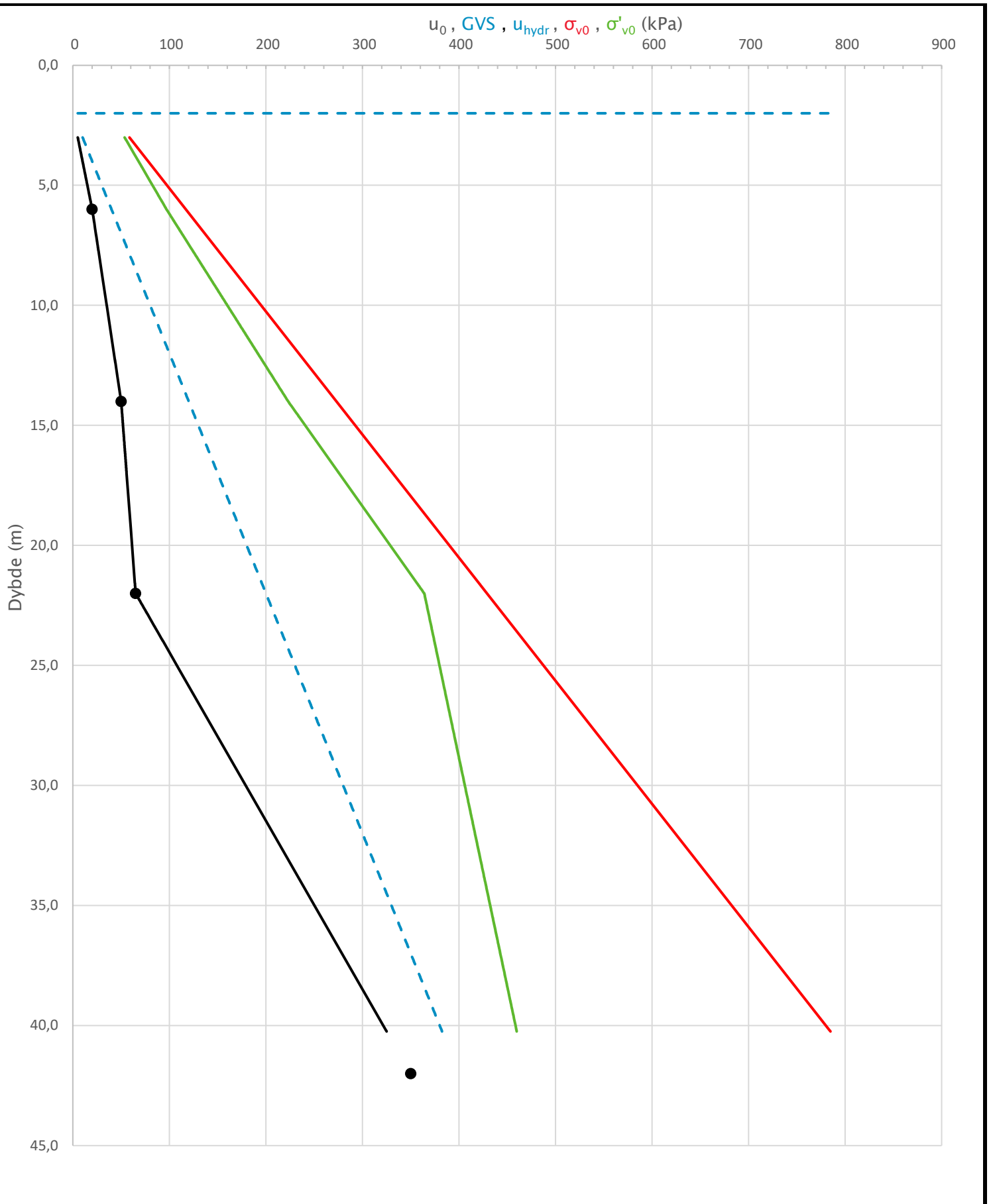
SITUASJONSPLAN RIG-TEG-661-005 01



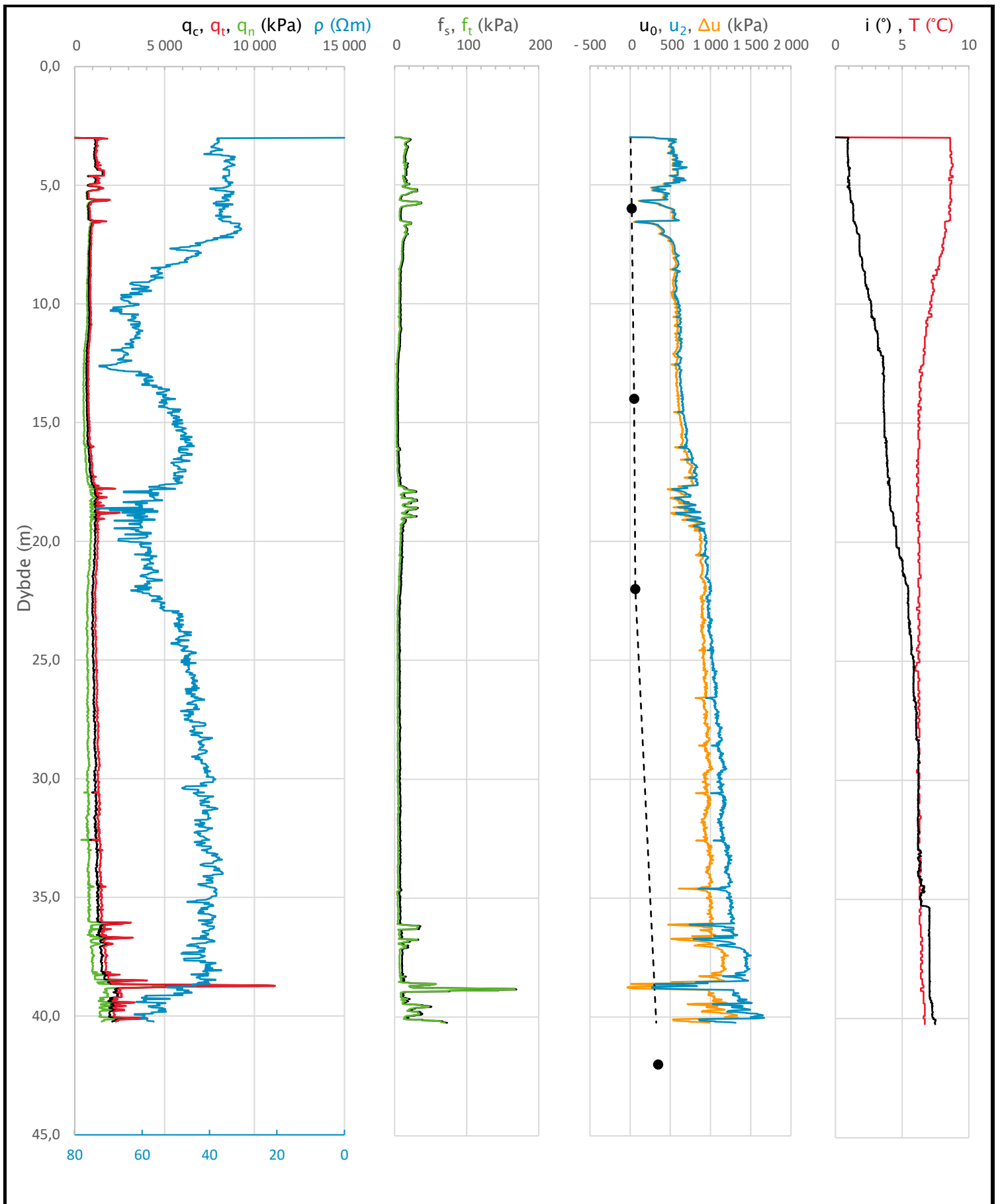
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontrollert	Godkj.
	NVE		F53	Geoteknikk	A1
	Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag	13.11.2023			
	Stjørdal kommune, sone 661 Smågård				
	SITUASJONSPLAN				

UTFØRT AV MULTICONSULT	Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
	Oppdrag nr.	GURT/PERB	ANG	EMB
	418771	RIG-TEG-661-006		01

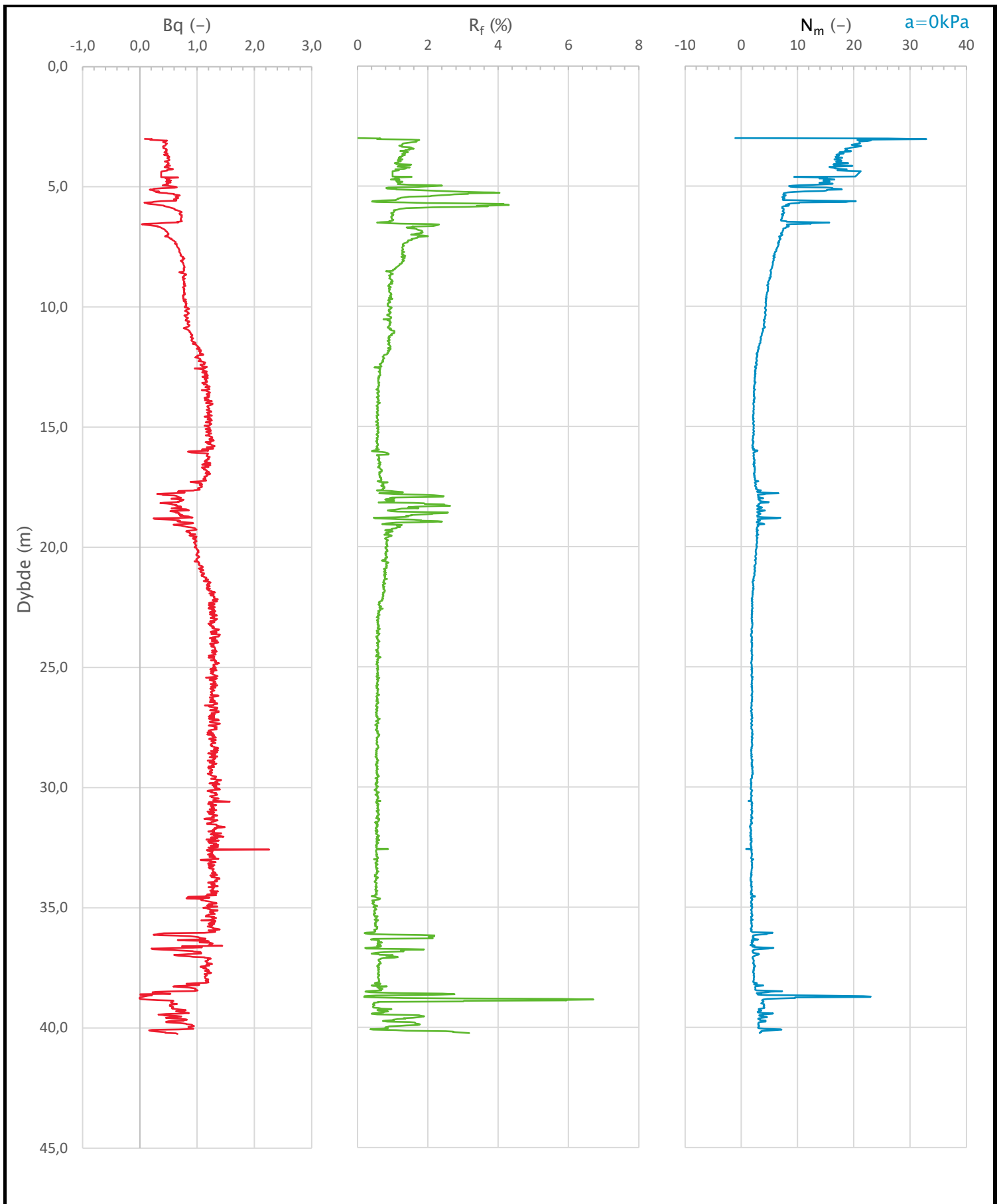
Sonde og utførelse						
Sondennummer	4293		Boreleder		Aslak	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		8,8	
Kalibreringsdato	18.01.2017		Maks helning (°)		7,5	
Dato sondering	02.11.2017		Maks avstand målinger (m)		0,02	
Filtertype	Porøst filter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	20		0,5		2	
Måleområde (MPa)	20		0,5		2	
Skaleringsfaktor	1326		3487		3656	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	-		-		-	
Arealforhold	0,8440		0,0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	-		-		-	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	7094,8		132,8		251,2	
Registrert etter sondering (kPa)	-16,7		0,1		-4,8	
Avvik under sondering (kPa)	16,7		0,1		4,8	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0,0		0,0		0,0	
Maksverdi under sondering (kPa)	11083,3		169,1		1668,9	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	16,7	0,2	0,1	0,1	4,8	0,3
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur		
OK	OK	OK	OK	OK		
Kommentarer:						
Prosjekt			Prosjektnummer: 10200526		Borhull Kote +61,5	
Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag					661-3	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					4293	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent		Anvend.klasse	
	ANG	GURT	EMB		1	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon		RIG-TEG	
	Multiconsult	02.11.2017	0		510.1	
			Rev. dato 19.05.2023			



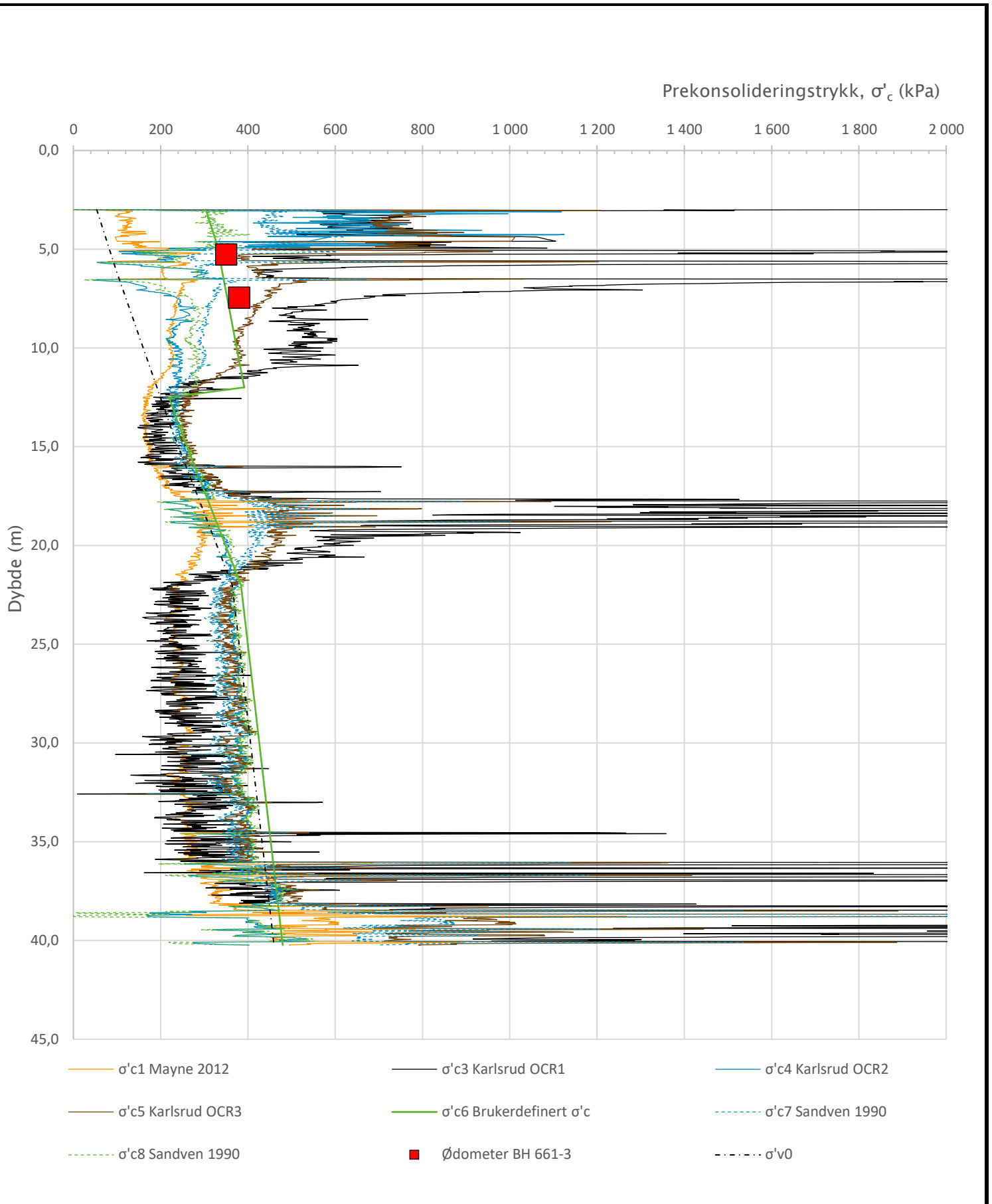
Prosjekt			Prosjektnummer: 10200526	Borhull	Kote +61,5
Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag				661-3	
Innhold			Sondennummer		
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger			4293		
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	ANG	GURT	EMB	1	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	
	Multiconsult	02.11.2017	0	510.2	
			Rev. dato	19.05.2023	



Prosjekt		Prosjektnummer: 10200526		Borhull	Kote +61,5
Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag				661-3	
Innhold				Sondennummer	
Måledata og korrigerte måleverdier				4293	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	ANG	GURT	EMB		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	510.3
	Multiconsult	02.11.2017	0 Rev. dato 19.05.2023		

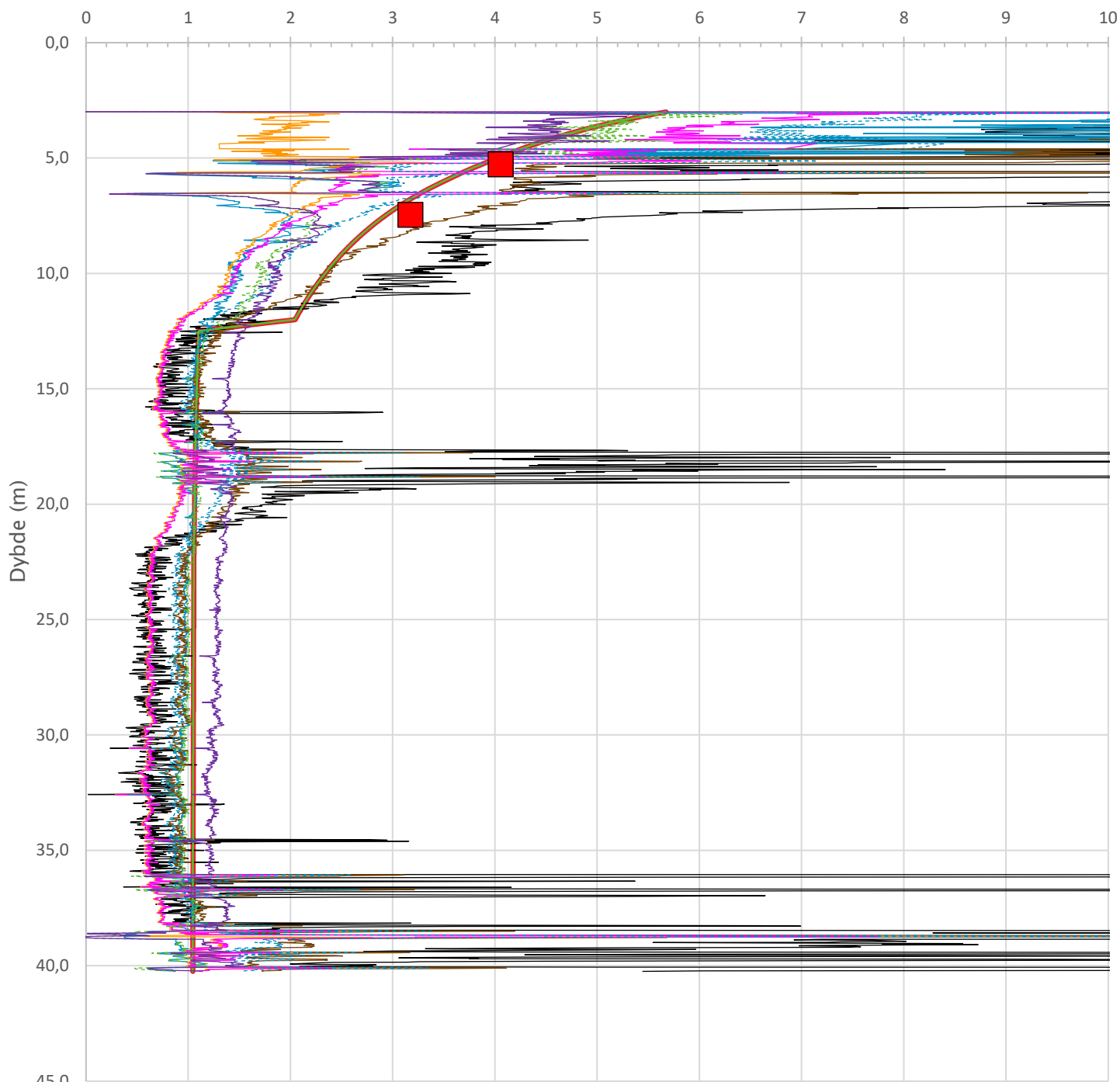


Prosjekt		Prosjektnummer: 10200526		Borhull	Kote +61,5
Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag				661-3	
Innhold				Sondenummer	
Avledede dimensjonsløse forhold				4293	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	ANG	GURT	EMB	1	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	
	Multiconsult	02.11.2017	0	510.4	
			Rev. dato	19.05.2023	



Prosjekt			Prosjektnummer: 10200526	Borhull	Kote +61,5
Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag				661-3	
Innhold				Sondennummer	
Prekonsolideringstrykk, σ'_c				4293	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	ANG	GURT	EMB		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	510.5
	Multiconsult	02.11.2017	0 19.05.2023		

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 via $\sigma'c$
- OCR5 $\sigma'c1$ Mayne 2012
- OCR6 $\sigma'c2$ Larsson 2007
- OCR7 $\sigma'c7$ Sandven 1990
- OCR8 $\sigma'c8$ Sandven 1990
- OCR9 $\sigma'c9$ Mayne 2011
- Ødometer BH 661-3

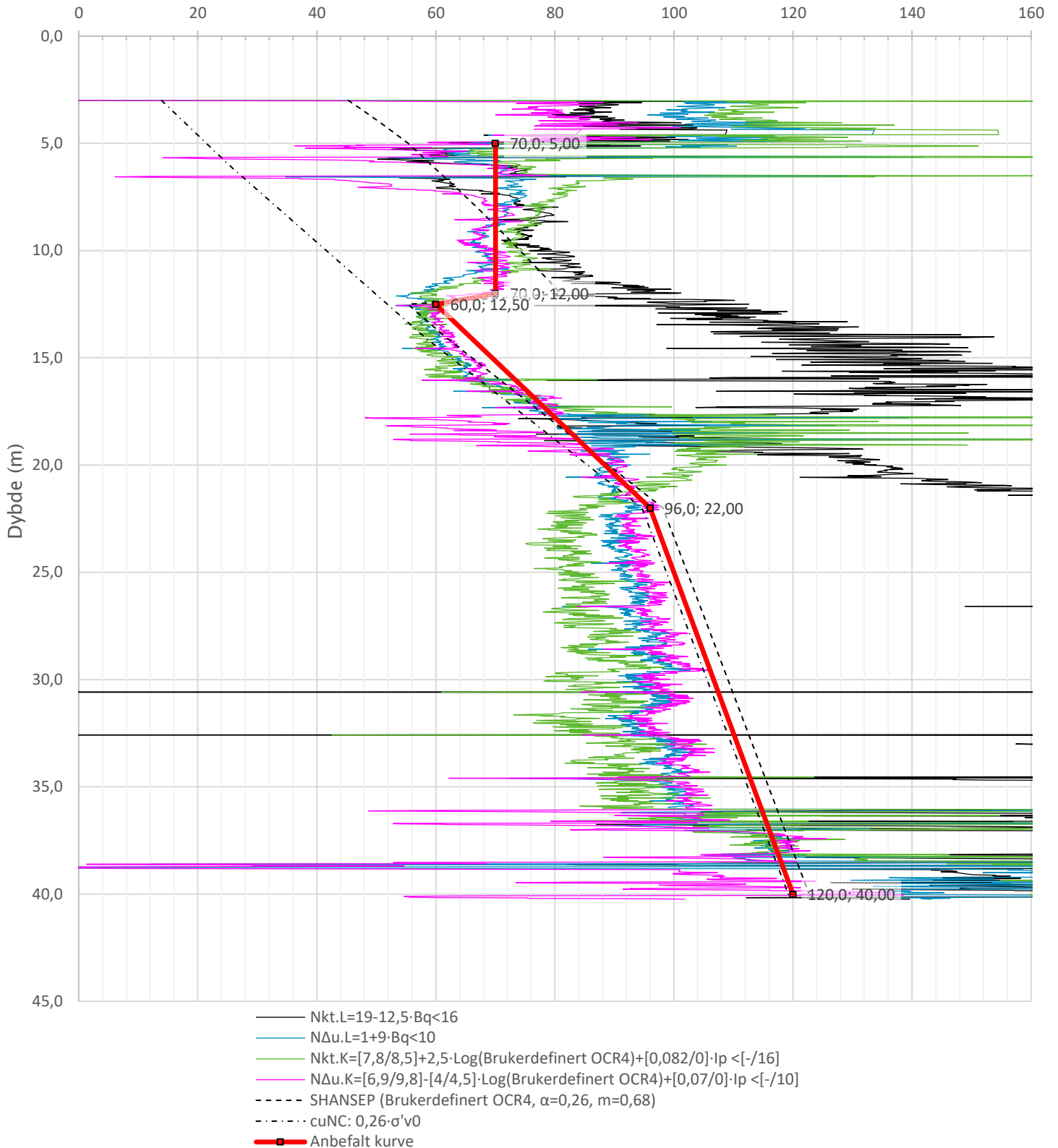
Prosjekt		Prosjektnummer: 10200526		Borhull	Kote +61,5
Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag				661-3	
Innhold				Sondenummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR				4293	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	ANG	GURT	EMB	1	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	
Multiconsult	02.11.2017	Rev. dato			
			0	510.6	
			19.05.2023		

Anisotropiforhold i figur:

Enaks BH 661-3: $c_{uc}/c_{ucptu} = 1,000$

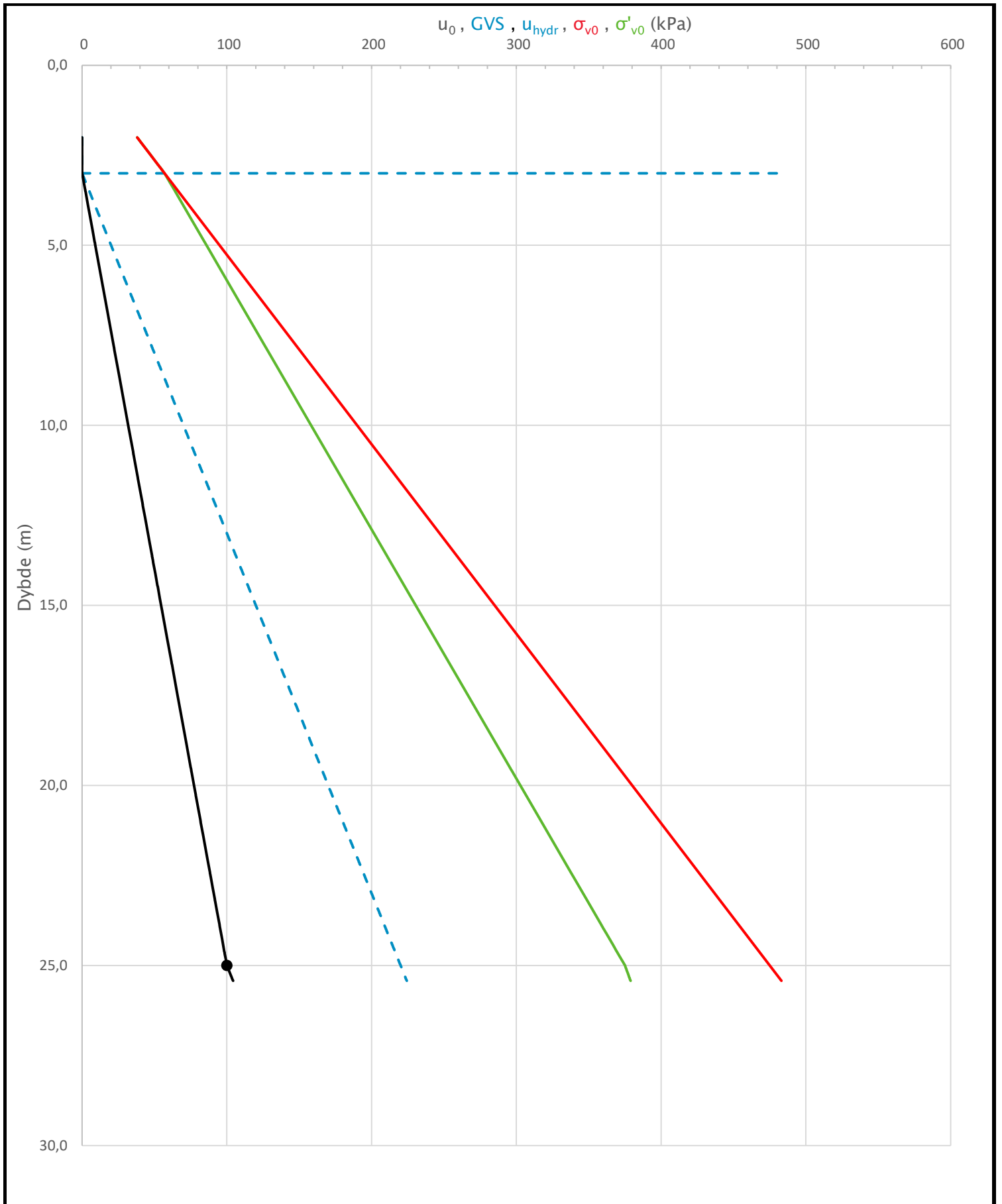
Konus BH 661-3: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 1,000$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)

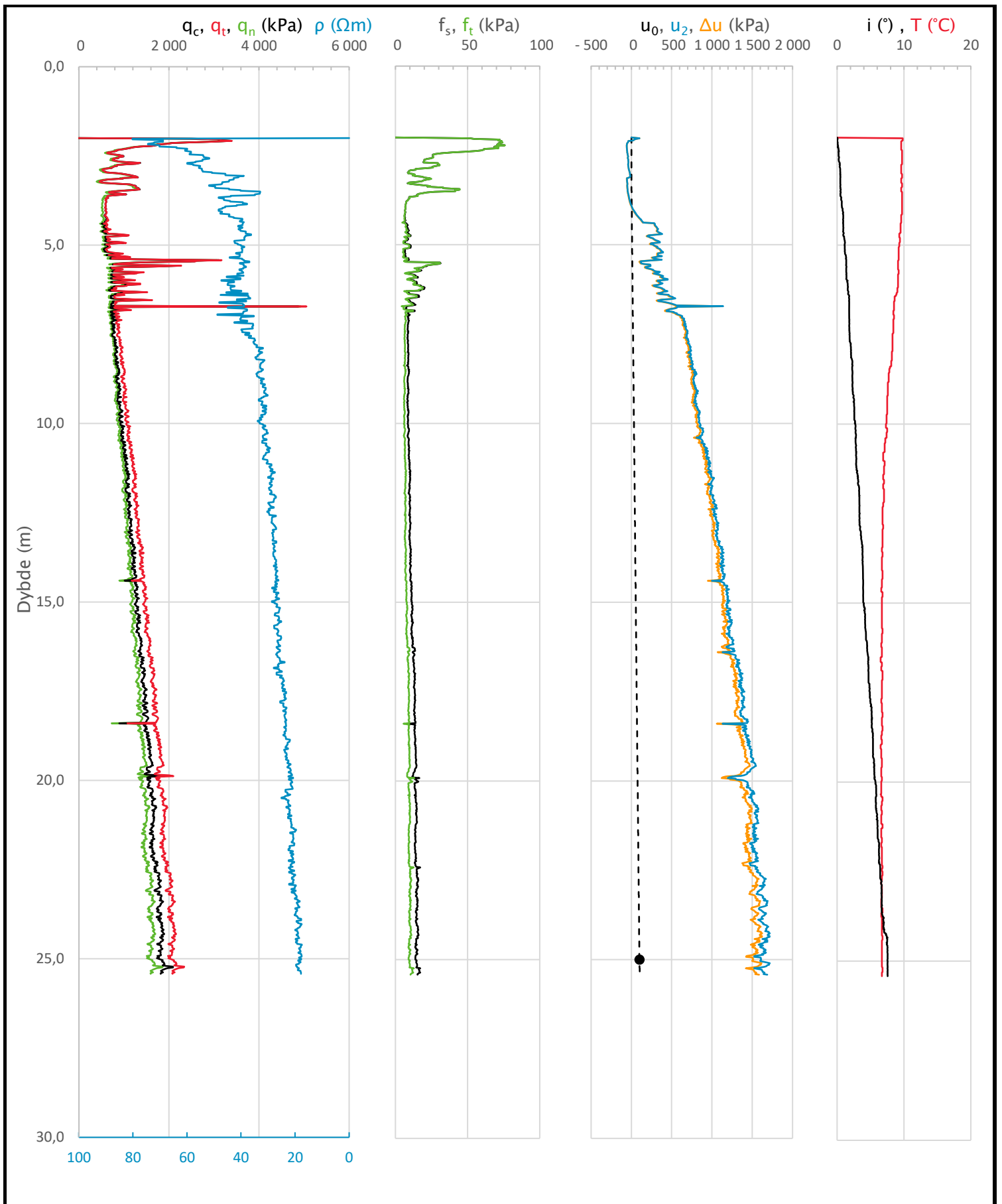


Prosjekt		Prosjektnummer: 10200526		Borhull	Kote +61,5
Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag				661-3	
Innhold				Sondenummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				4293	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	ANG	GURT	EMB		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	510.7
	Multiconsult	02.11.2017	0 Rev. dato 19.05.2023		

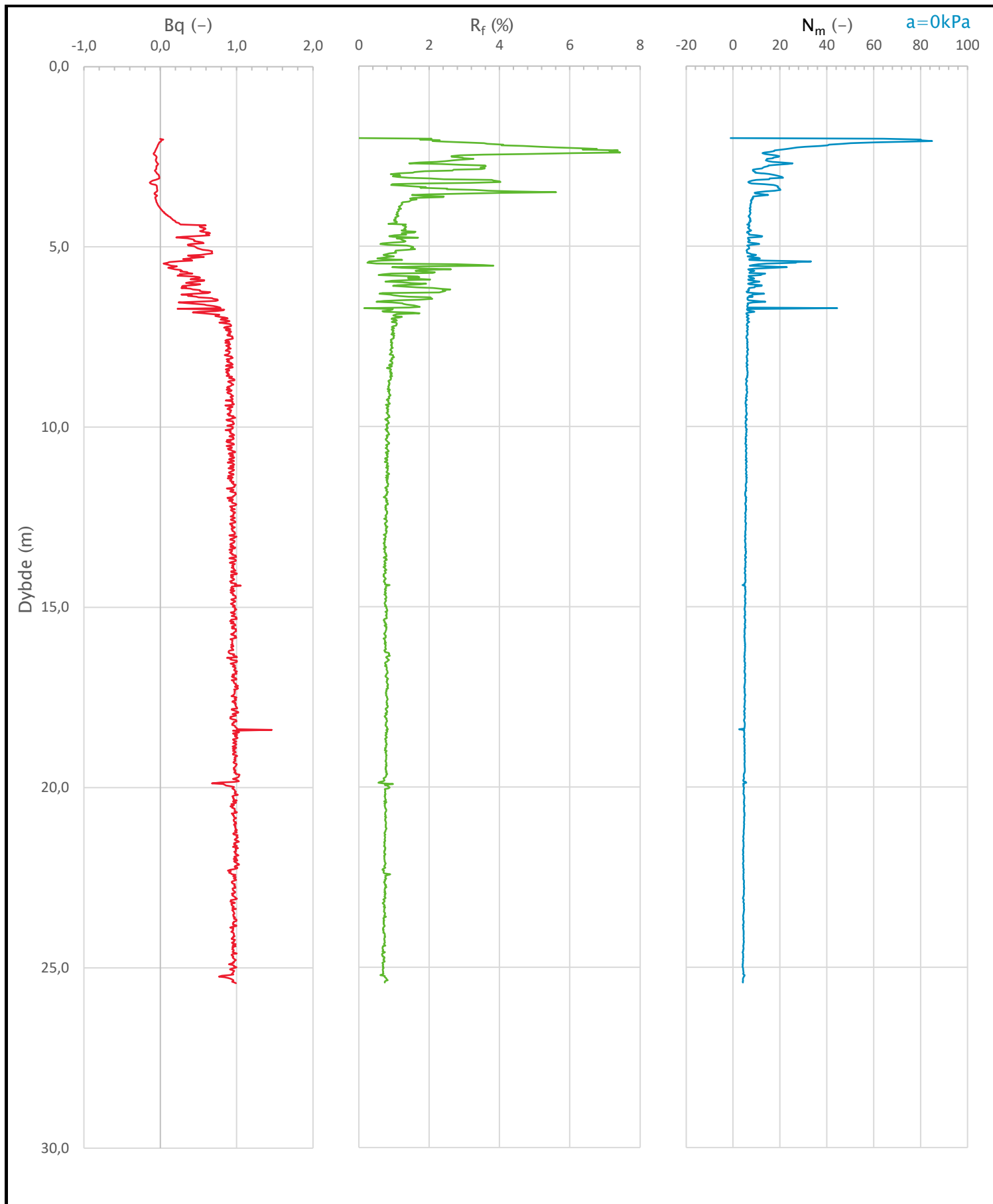
Sonde og utførelse						
Sondennummer	4293		Boreleder		Aslak	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		9,8	
Kalibreringsdato	18.01.2017		Maks helning (°)		7,6	
Dato sondering	07.11.2017		Maks avstand målinger (m)		0,02	
Filtertype	Porøst filter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	20		0,5		2	
Måleområde (MPa)	20		0,5		2	
Skaleringsfaktor	1326		3487		3656	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	-		-		-	
Arealforhold	0,8440		0,0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	-		-		-	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	7091,9		132,8		252,5	
Registrert etter sondering (kPa)	-13,8		0,4		-0,7	
Avvik under sondering (kPa)	13,8		0,4		0,7	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0,0		0,0		0,0	
Maksverdi under sondering (kPa)	4879,2		75,8		1720,0	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	13,8	0,3	0,4	0,5	0,7	0,0
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon		Poretrykk		Helning	
OK	OK		OK		OK	
Kommentarer:						
Prosjekt			Prosjektnummer: 10200526		Borhull Kote +30	
Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag					661-7	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					4293	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent		Anvend.klasse	
	ANG	PERB	EMB		1	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon		RIG-TEG	
	Multiconsult	07.11.2017	0		511.1	
			Rev. dato 19.05.2023			



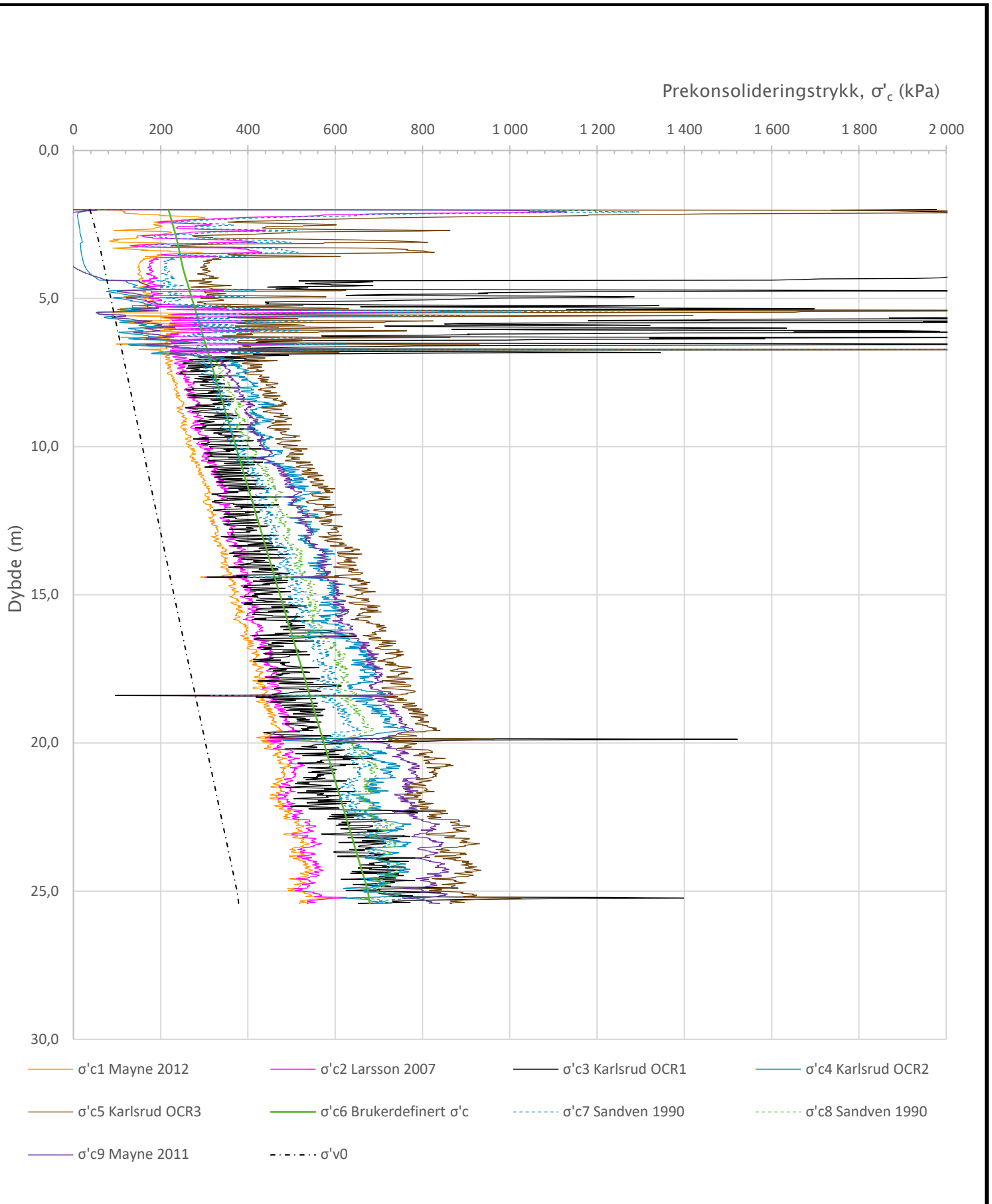
Prosjekt			Prosjektnummer: 10200526	Borhull	Kote +30
Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag				661-7	
Innhold			Sondenummer		
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger			4293		
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	ANG	PERB	EMB	1	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	
	Multiconsult	07.11.2017	0	511.2	
			Rev. dato	19.05.2023	



Prosjekt		Prosjektnummer: 10200526		Borhull	Kote +30
Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag				661-7	
Innhold				Sondennummer	
Måledata og korrigerte måleverdier				4293	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	ANG	PERB	EMB		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	511.3
	Multiconsult	07.11.2017	0 19.05.2023		

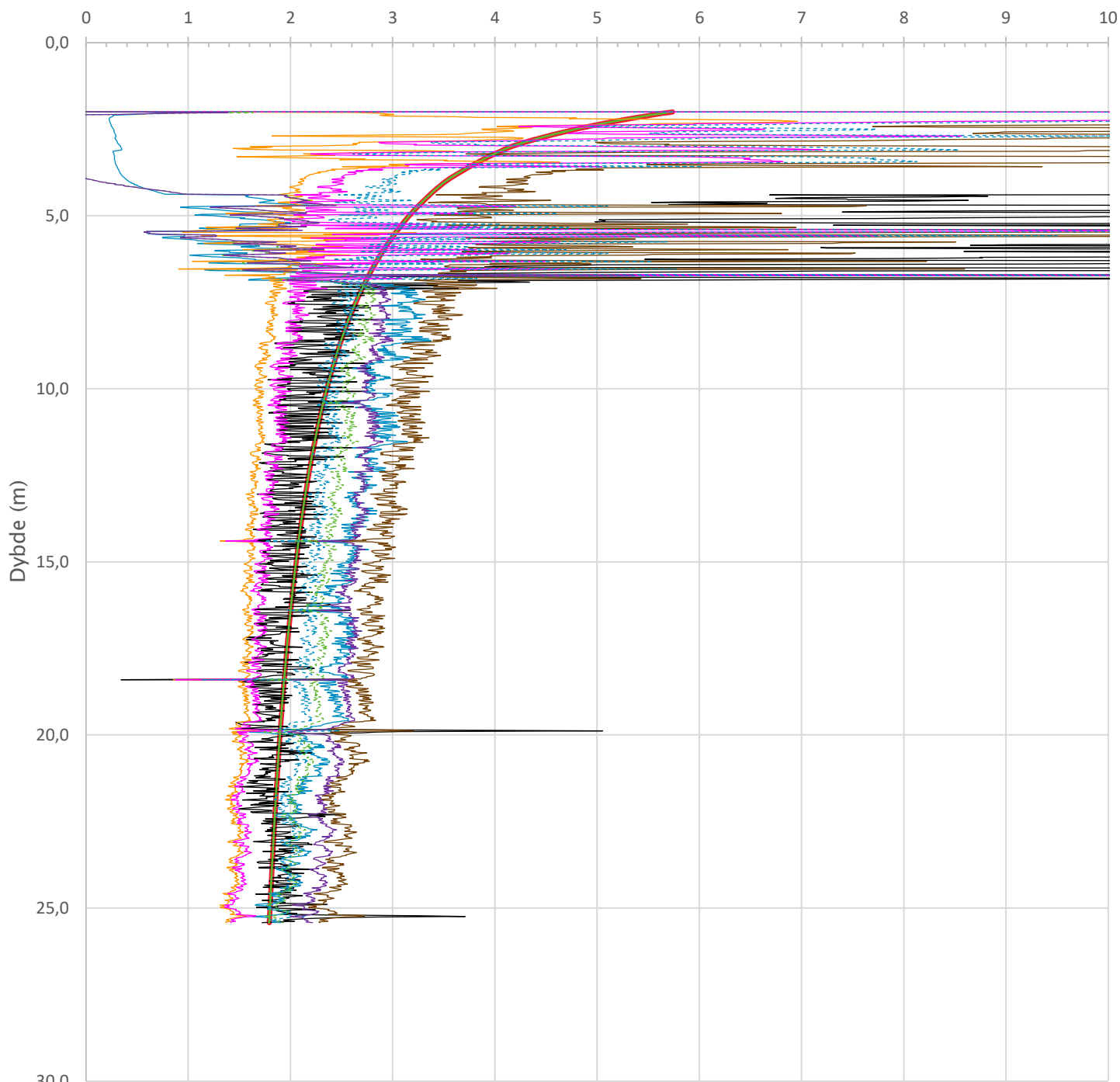


Prosjekt		Prosjektnummer: 10200526		Borhull	Kote +30
Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag				661-7	
Innhold				Sondenummer	
Avledede dimensjonsløse forhold				4293	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	ANG	PERB	EMB	RIG-TEG	511.4
	Utførende	Dato sondering	Revisjon		
	Multiconsult	07.11.2017	0		
			Rev. dato		
			19.05.2023		



Prosjekt		Prosjektnummer: 10200526		Borhull	Kote +30
Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag				661-7	
Innhold				Sondennummer	
Prekonsolideringstrykk, $\sigma'c$				4293	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	ANG	PERB	EMB		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	511.5
	Multiconsult	07.11.2017	0 Rev. dato 19.05.2023		

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 via $\sigma'c$
- OCR5 $\sigma'c1$ Mayne 2012
- OCR6 $\sigma'c2$ Larsson 2007
- OCR7 $\sigma'c7$ Sandven 1990
- OCR8 $\sigma'c8$ Sandven 1990
- OCR9 $\sigma'c9$ Mayne 2011

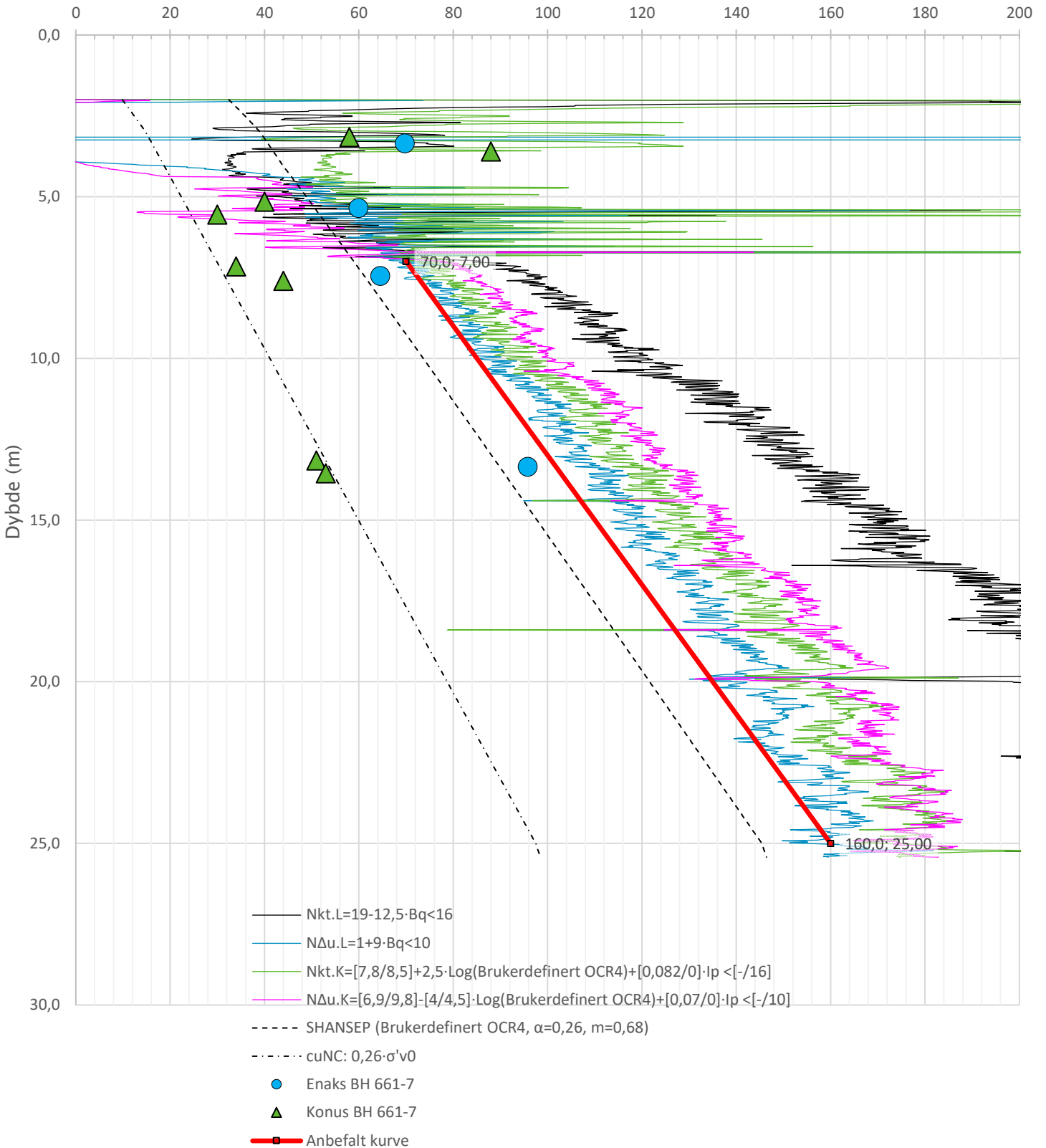
Prosjekt		Prosjektnummer: 10200526		Borhull	Kote +30
Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag				661-7	
Innhold				Sondenummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR				4293	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	ANG	PERB	EMB	1	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	
Multiconsult	07.11.2017	Rev. dato			
			0	511.6	
			19.05.2023		

Anisotropiforhold i figur:

Enaks BH 661-7: $c_{uuc}/c_{ucptu} = 1,000$

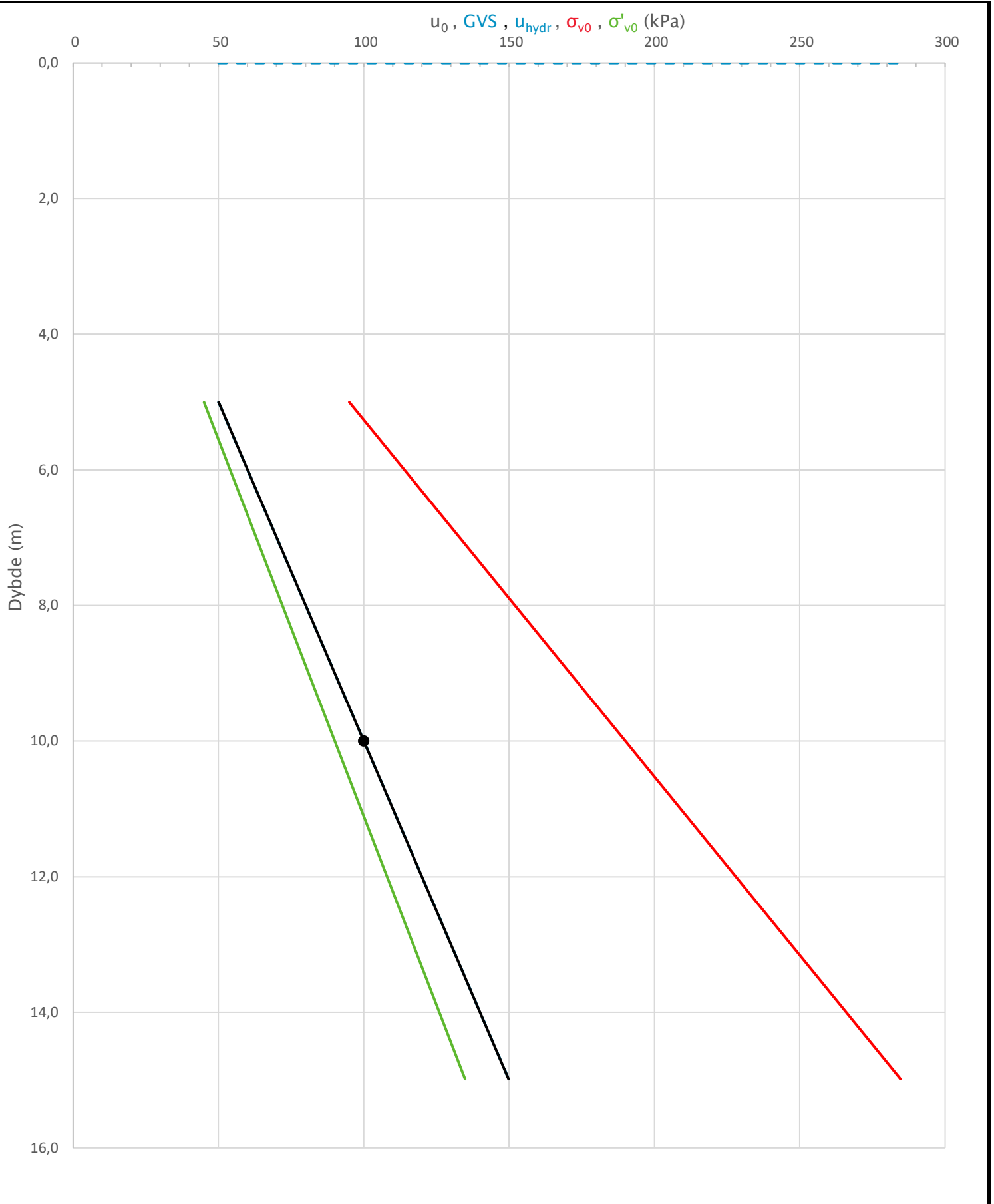
Konus BH 661-7: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 1,000$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)

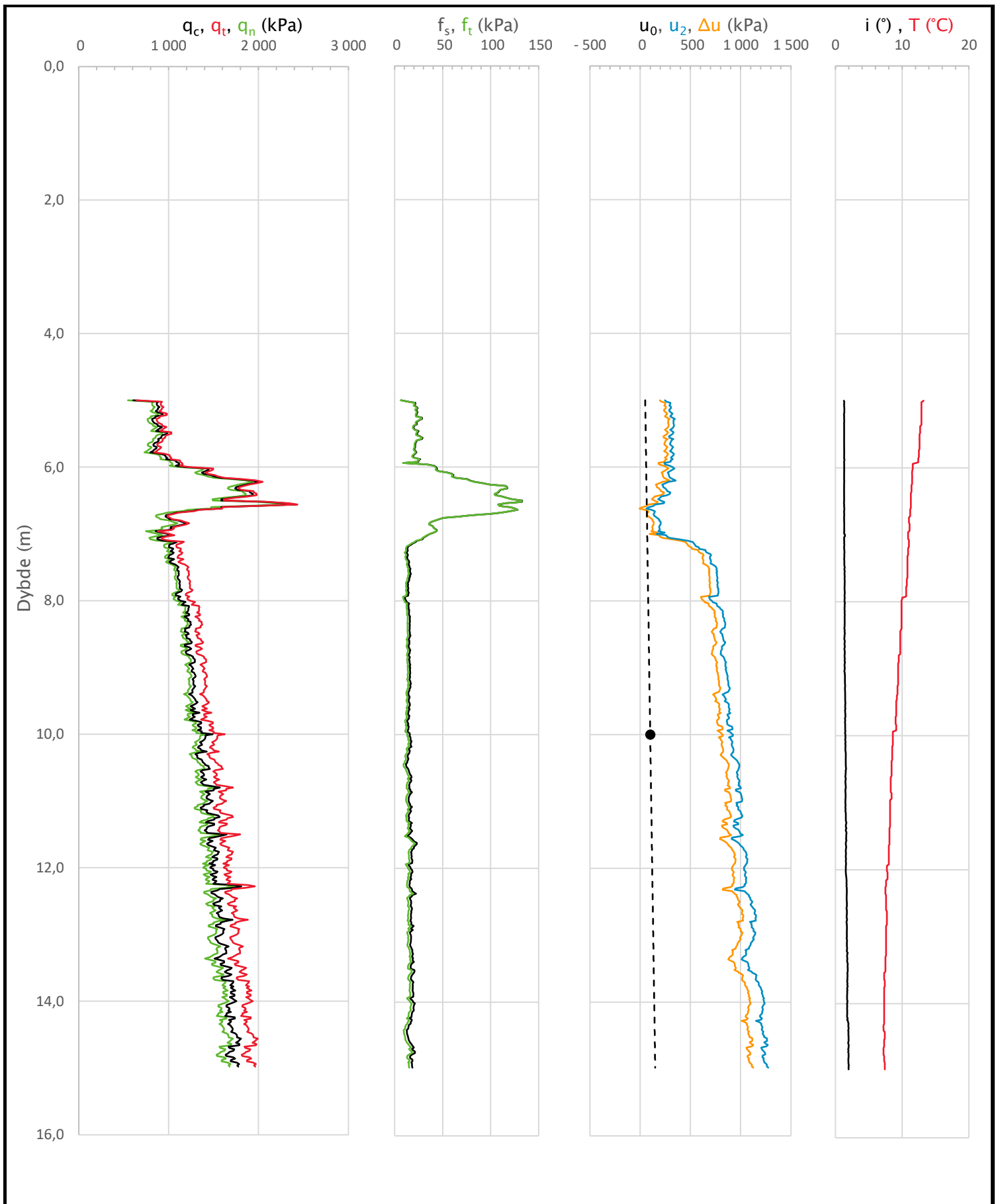


Prosjekt		Prosjektnummer: 10200526		Borhull	Kote +30
Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag				661-7	
Innhold				Sondenummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				4293	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	ANG	PERB	EMB	RIG-TEG	511.7
	Utførende	Dato sondering	Revisjon		
Multiconsult	07.11.2017	0	Rev. dato	19.05.2023	

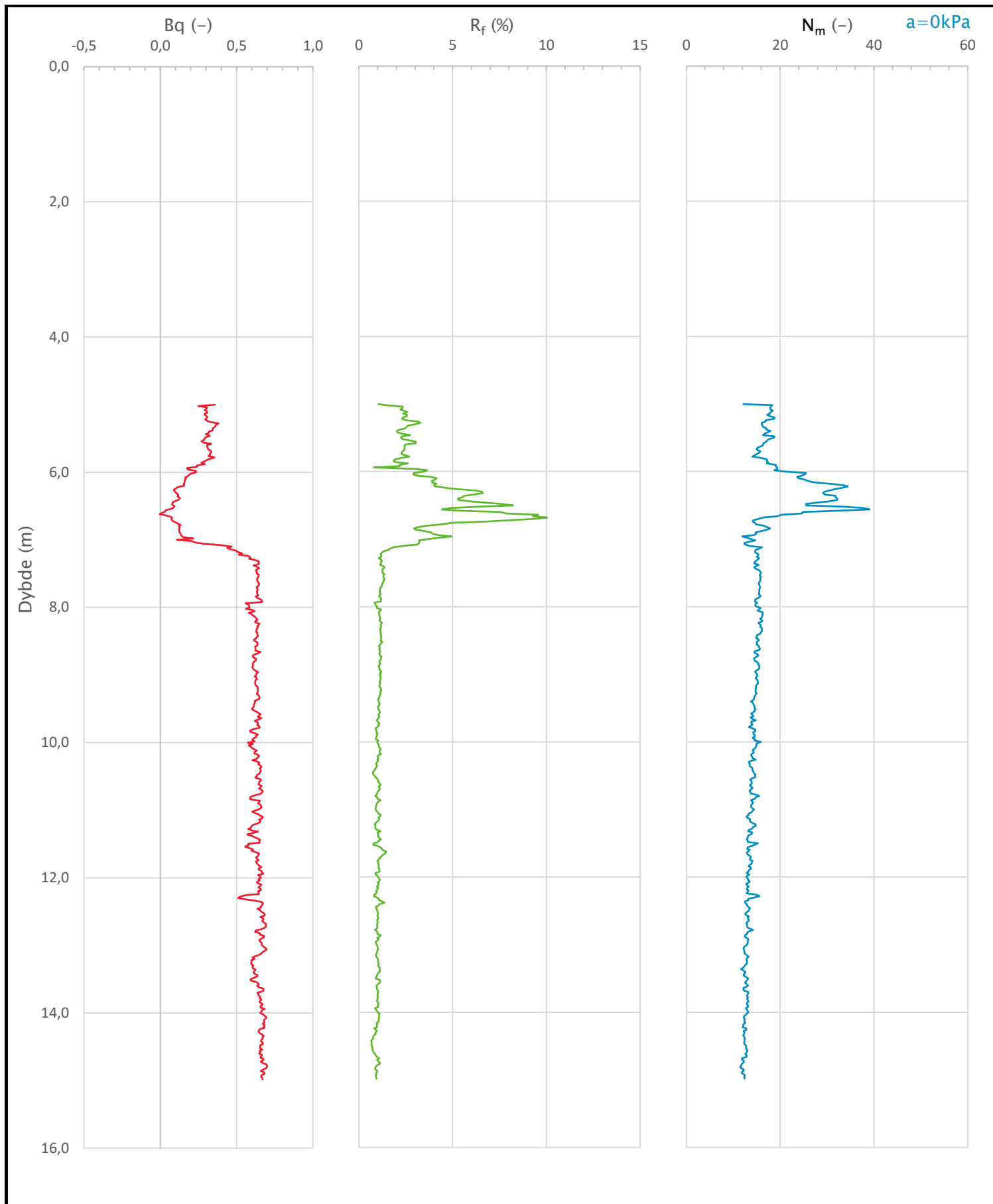
Sonde og utførelse						
Sondennummer	5310		Boreleder		Audun	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		6	
Kalibreringsdato	07.07.2022		Maks helning (°)		2,0	
Dato sondering	02.11.2022		Maks avstand målinger (m)		0,02	
Filtertype	Porøst filter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0,5		2	
Måleområde (MPa)	50		0,5		2	
Skaleringsfaktor	1210		3812		3954	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		0,0193	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	-		-		-	
Arealforhold	0,8530		0,0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	-		-		-	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	7869,5		120,9		232,1	
Registrert etter sondering (kPa)	-25,2		0,1		-10,1	
Avvik under sondering (kPa)	25,2		0,1		10,1	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0,0		0,0		0,0	
Maksverdi under sondering (kPa)	2411,6		132,9		1276,1	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	25,2	1,0	0,1	0,1	10,1	0,8
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	2	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon		Poretrykk		Helning	
OK	OK		OK		OK	
Kommentarer:						
Prosjekt			Prosjektnummer: 418771		Borhull Kote +16,7	
Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag					661-8	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					5310	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent		Anvend.klasse	
	ANG	GURT	EMB		1	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon		RIG-TEG	
	Mesta	02.11.2022	0		512.1	
			Rev. dato 19.05.2023			



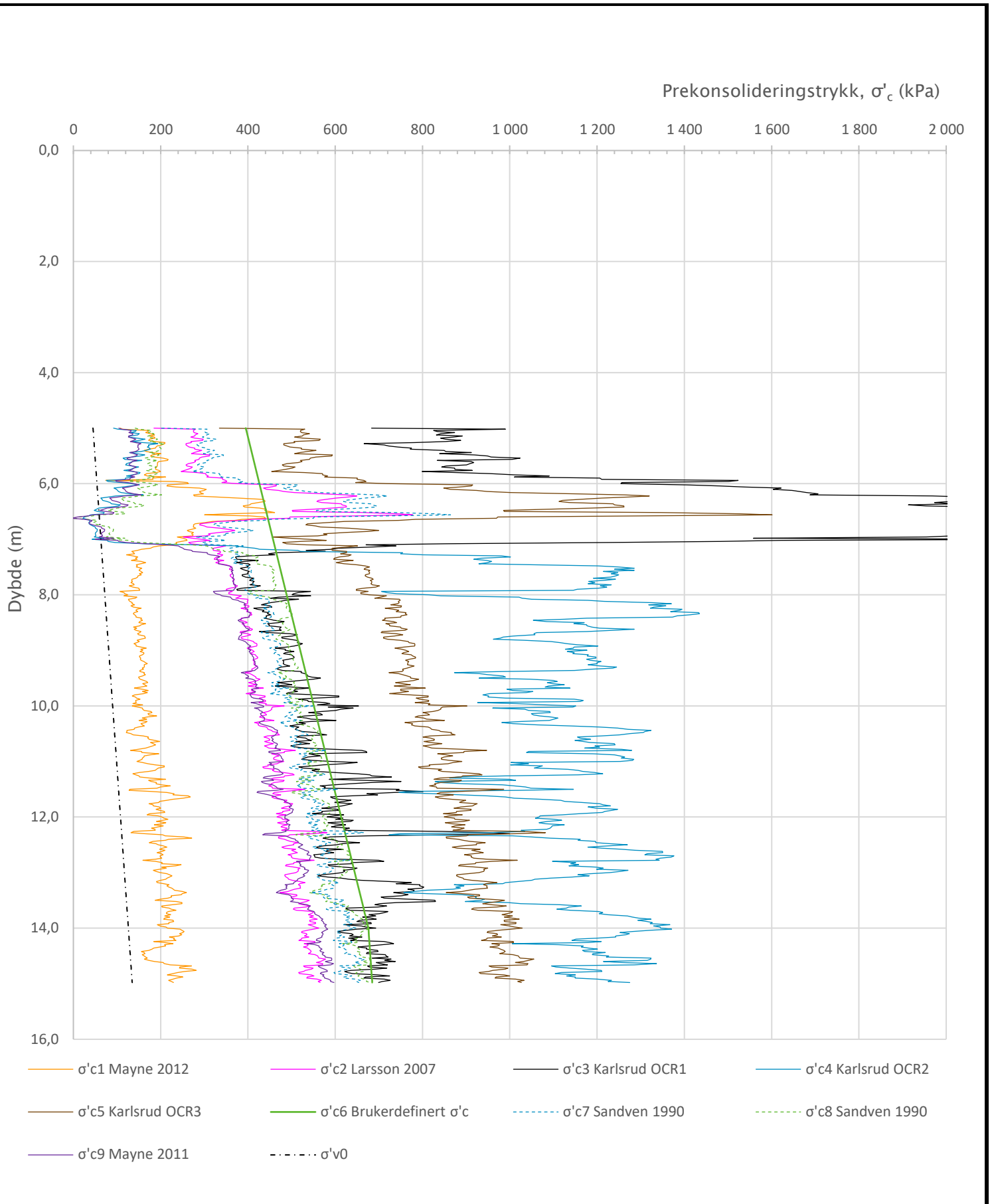
Prosjekt			Prosjektnummer: 418771	Borhull	Kote +16,7
Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag				661-8	
Innhold			Sondennummer		
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger			5310		
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	ANG	GURT	EMB	1	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	
	Mesta	02.11.2022	0	512.2	
			Rev. dato		
			19.05.2023		



Prosjekt		Prosjektnummer: 418771		Borhull	Kote +16,7
Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag				661-8	
Innhold				Sondennummer	
Måledata og korrigerte måleverdier				5310	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	ANG	GURT	EMB		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	512.3
	Mesta	02.11.2022	0 19.05.2023		

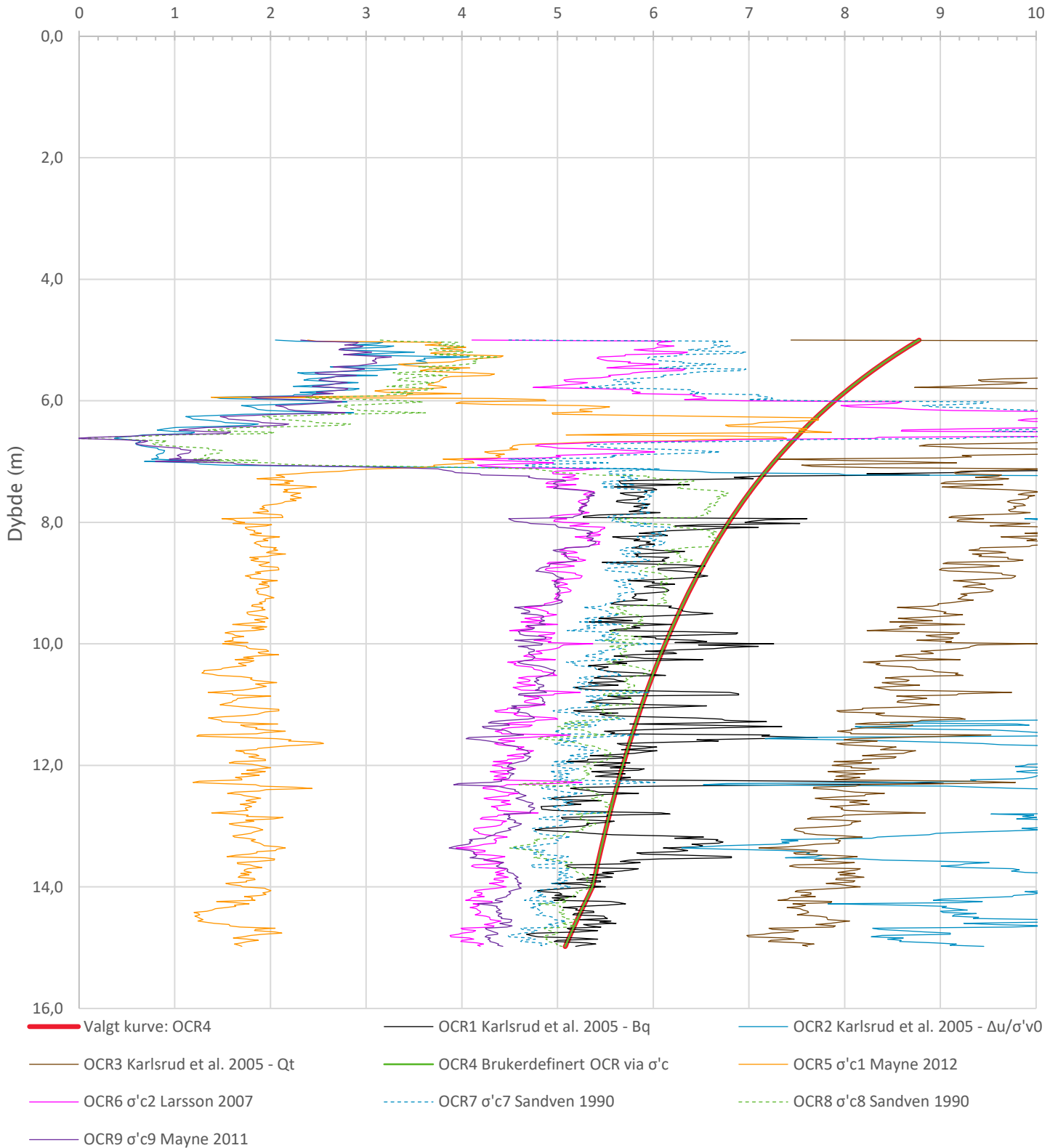


Prosjekt			Prosjektnummer: 418771	Borhull	Kote +16,7
Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag				661-8	
Innhold			Sondenummer		
Avledede dimensjonsløse forhold			5310		
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	ANG	GURT	EMB	1	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	
	Mesta	02.11.2022	0	512.4	
			Rev. dato	19.05.2023	



Prosjekt		Prosjektnummer: 418771		Borhull	Kote +16,7
Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag				661-8	
Innhold				Sondennummer	
Prekonsolideringstrykk, σ'_c				5310	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	ANG	GURT	EMB		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	512.5
	Mesta	02.11.2022	0 Rev. dato 19.05.2023		

Overkonsolideringsgrad, OCR (-)



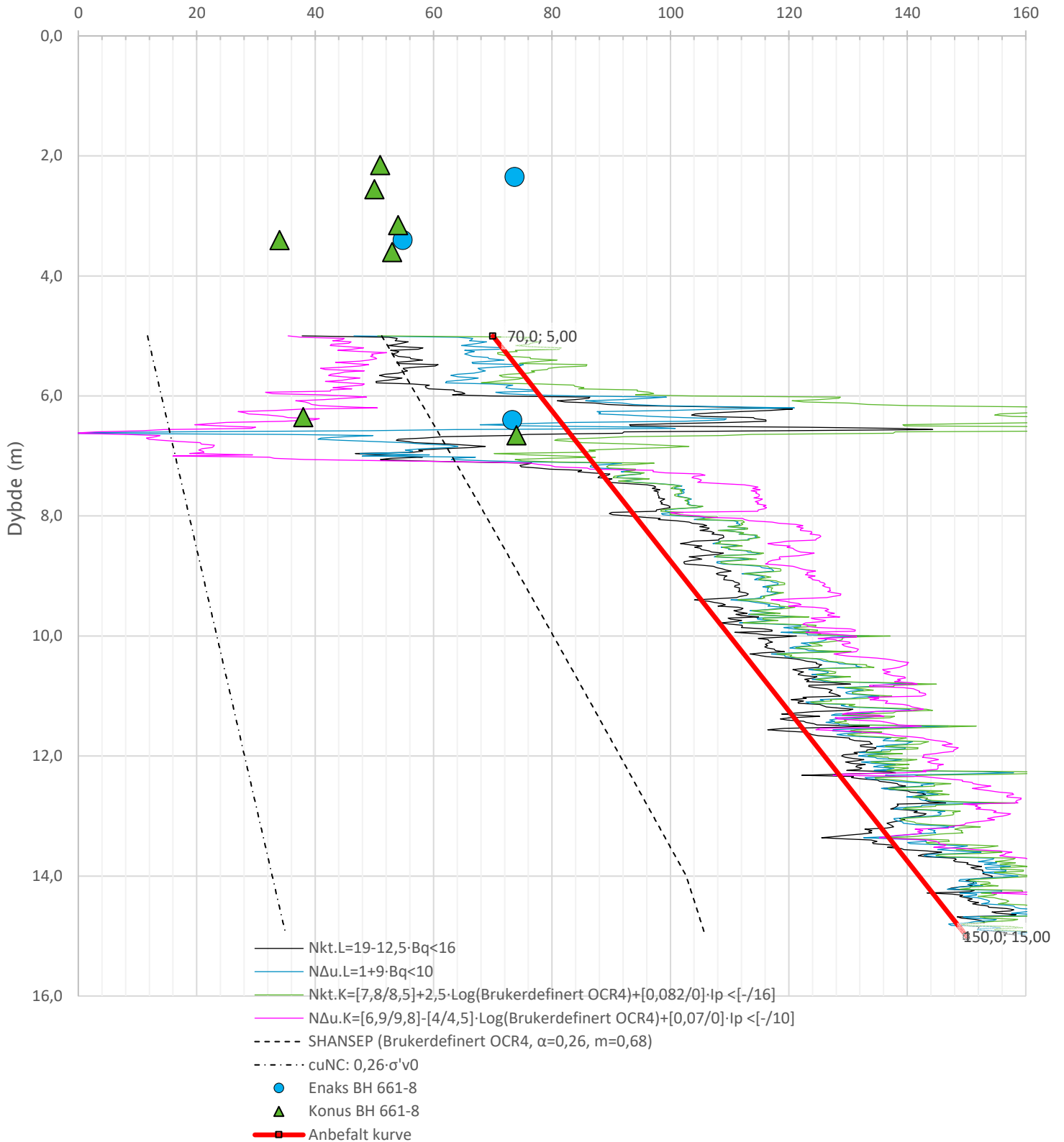
Prosjekt		Prosjektnummer: 418771		Borhull	Kote +16,7
Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag				661-8	
Innhold				Sondennummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR				5310	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	ANG	GURT	EMB		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	512.6
	Mesta	02.11.2022	0 Rev. dato 19.05.2023		

Anisotropiforhold i figur:

Enaks BH 661-8: $c_{uc}/c_{ucptu} = 1,000$

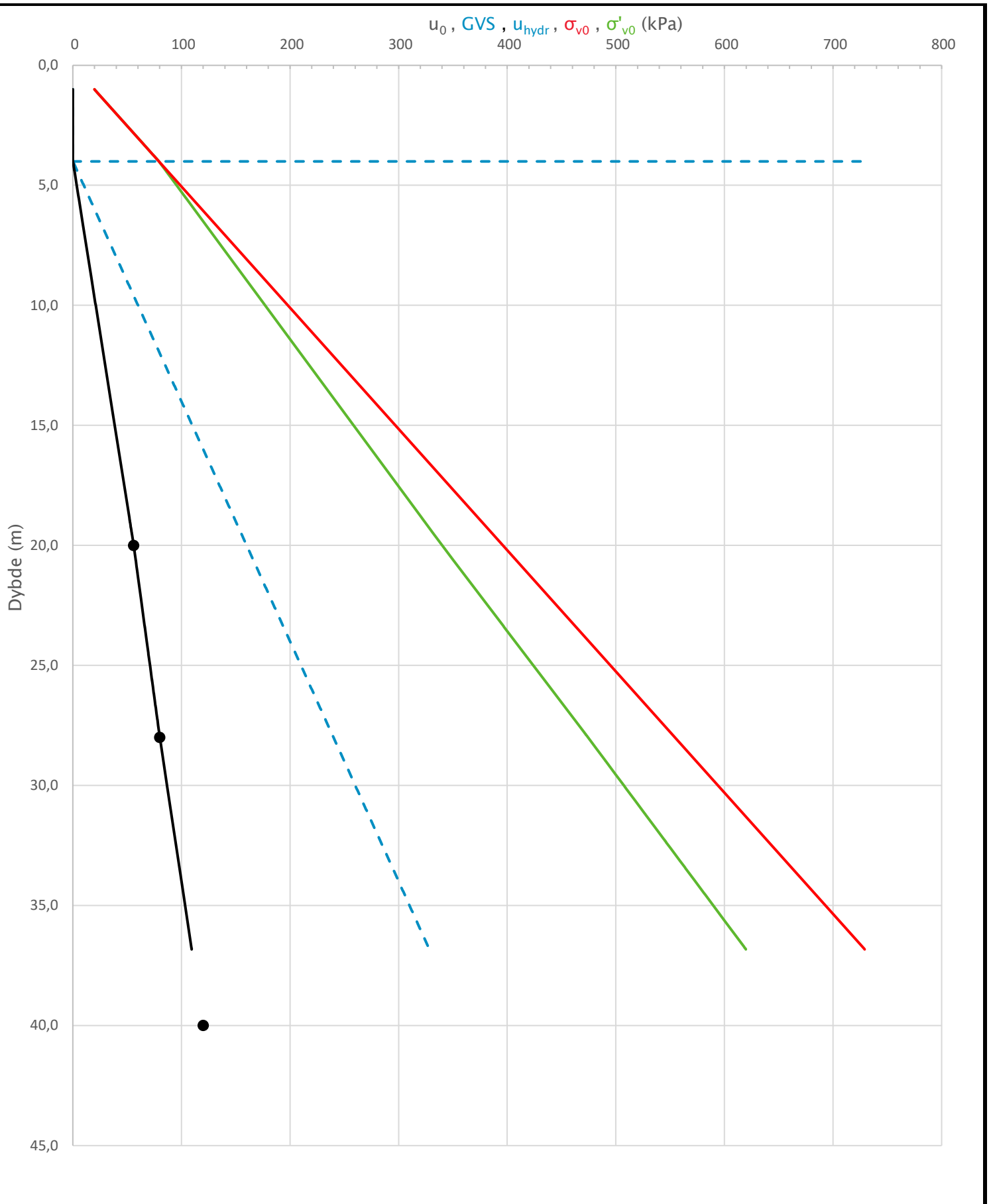
Konus BH 661-8: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 1,000$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)

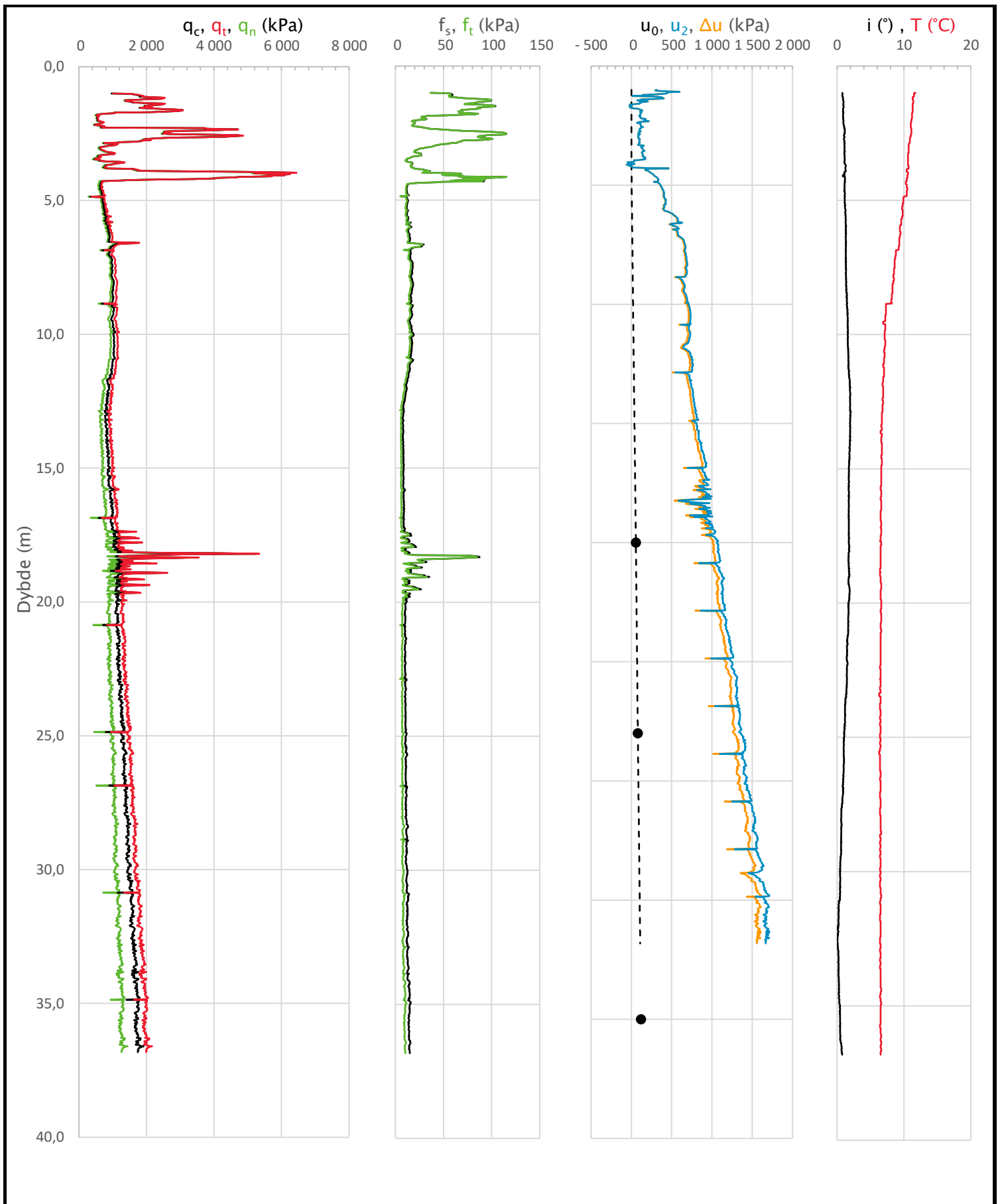


Prosjekt		Prosjektnummer: 418771		Borhull	Kote +16,7
Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag				661-8	
Innhold				Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				5310	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	ANG	GURT	EMB		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	512.7
	Mesta	02.11.2022	0 Rev. dato 19.05.2023		

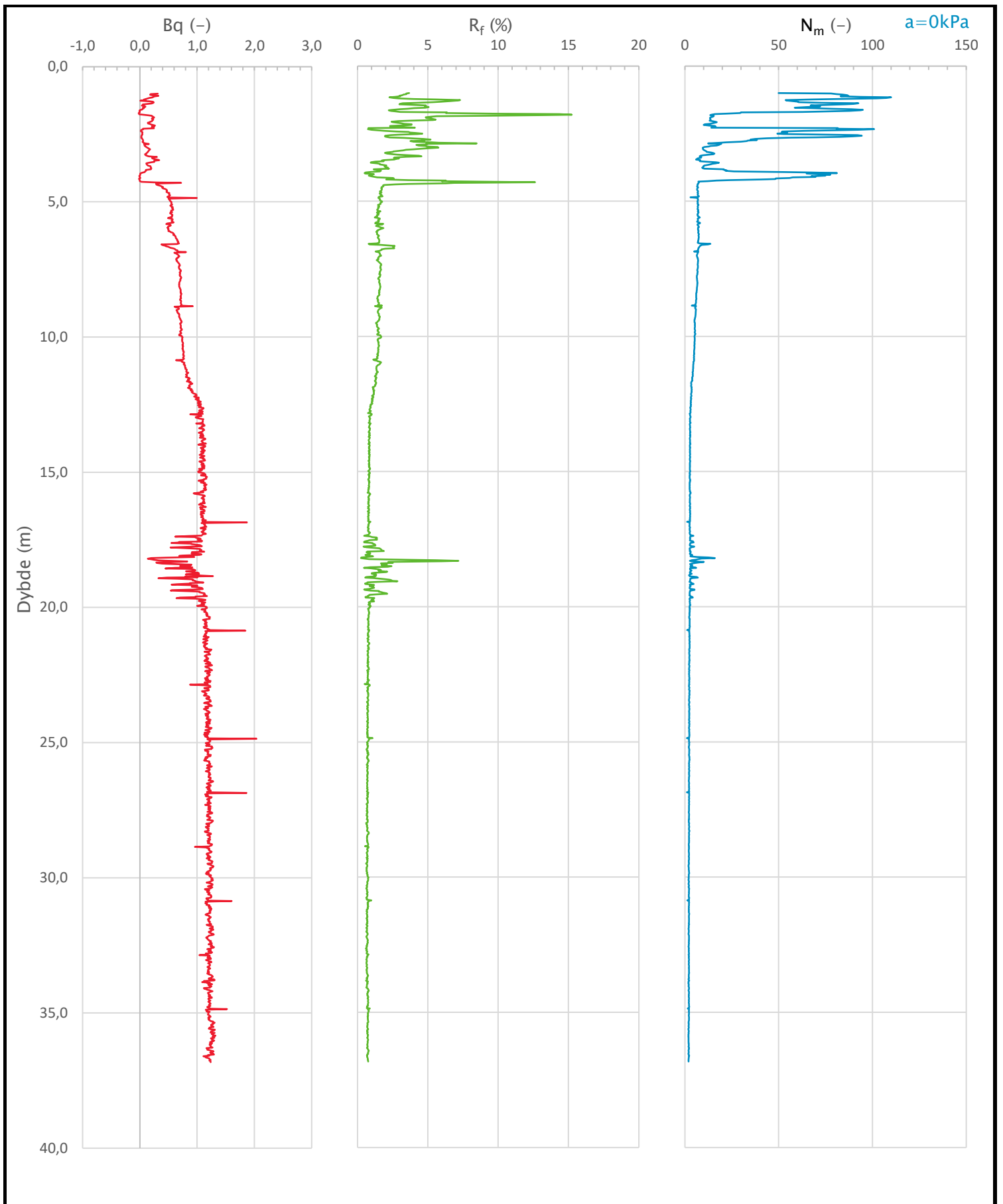
Sonde og utførelse						
Sondennummer	5310		Boreleder		Audun	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		5,4	
Kalibreringsdato	07.07.2022		Maks helning (°)		2,1	
Dato sondering	02.11.2022		Maks avstand målinger (m)		0,02	
Filtertype	Porøst filter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0,5		2	
Måleområde (MPa)	50		0,5		2	
Skaleringsfaktor	1210		3812		3954	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		0,0193	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	-		-		-	
Arealforhold	0,8530		0,0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	-		-		-	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	7880,8		121,4		231,3	
Registrert etter sondering (kPa)	-12,6		1,6		-2,0	
Avvik under sondering (kPa)	12,6		1,6		2,0	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0,0		0,0		0,0	
Maksverdi under sondering (kPa)	6436,5		115,5		1717,5	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	12,6	0,2	1,6	1,4	2,0	0,1
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur		
OK	OK	OK	OK	OK		
Kommentarer:						
Prosjekt			Prosjektnummer: 418771		Borhull Kote +48,1	
Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag					661-12	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					5310	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent		Anvend.klasse	
	ANG	GURT	EMB		1	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon		RIG-TEG	
	Mesta	02.11.2022	0		513.1	
			Rev. dato 19.05.2023			



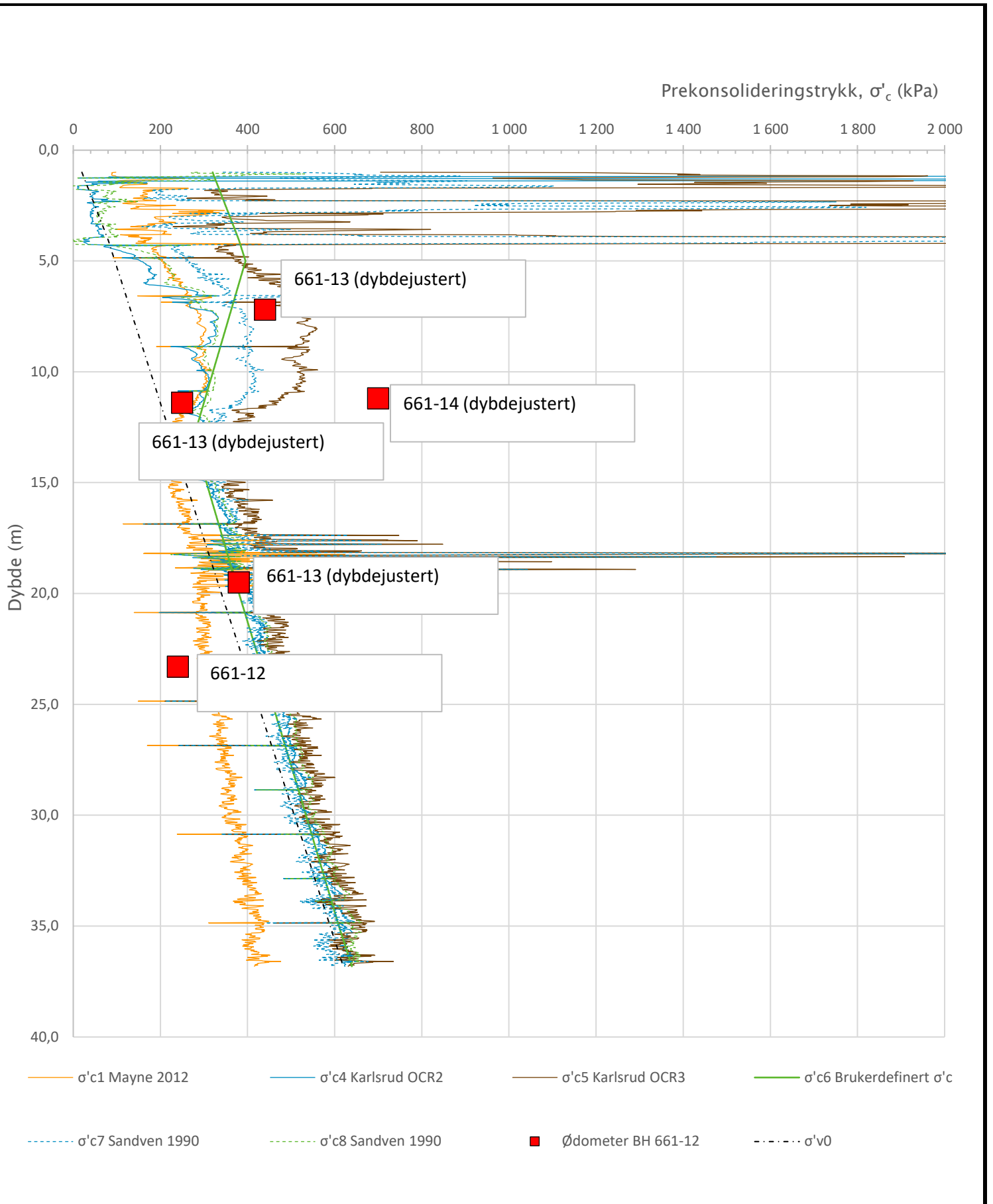
Prosjekt			Prosjektnummer: 418771	Borhull	Kote +48,1
Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag				661-12	
Innhold			Sondenummer		
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger			5310		
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	ANG	GURT	EMB	1	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	
	Mesta	02.11.2022	0	513.2	
			Rev. dato	19.05.2023	



Prosjekt		Prosjektnummer: 418771		Borhull	Kote +48,1
Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag				661-12	
Innhold				Sondennummer	
Måledata og korrigerte måleverdier				5310	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	ANG	GURT	EMB		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	513.3
	Mesta	02.11.2022	0 19.05.2023		

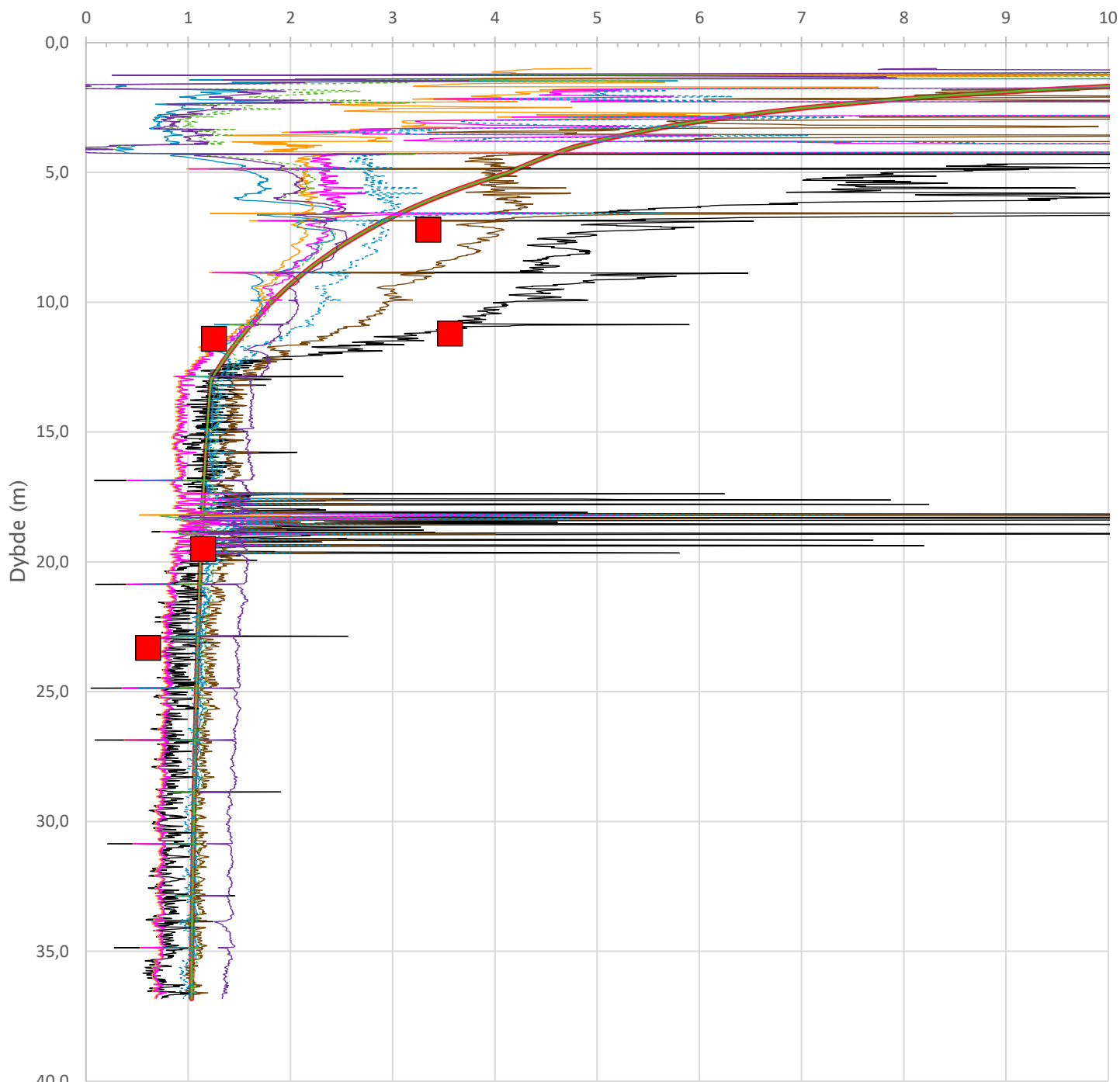


Prosjekt		Prosjektnummer: 418771		Borhull	Kote +48,1
Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag				661-12	
Innhold				Sondennummer	
Avledede dimensjonsløse forhold				5310	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	ANG	GURT	EMB		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	513.4
	Mesta	02.11.2022	0 19.05.2023		



Prosjekt		Prosjektnummer: 418771		Borhull	Kote +48,1
Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag				661-12	
Innhold				Sondennummer	
Prekonsolideringstrykk, σ'_c				5310	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	ANG	GURT	EMB		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	513.5
	Mesta	02.11.2022	0 Rev. dato 19.05.2023		

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 via $\sigma'c$
- OCR5 $\sigma'c1$ Mayne 2012
- OCR6 $\sigma'c2$ Larsson 2007
- OCR7 $\sigma'c7$ Sandven 1990
- OCR8 $\sigma'c8$ Sandven 1990
- OCR9 $\sigma'c9$ Mayne 2011
- Ødometer BH 661-12

Prosjekt		Prosjektnummer: 418771		Borhull	Kote +48,1
Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag				661-12	
Innhold				Sondenummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR				5310	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	ANG	GURT	EMB	1	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	
Mesta	02.11.2022	Rev. dato			
			0	513.6	
			19.05.2023		

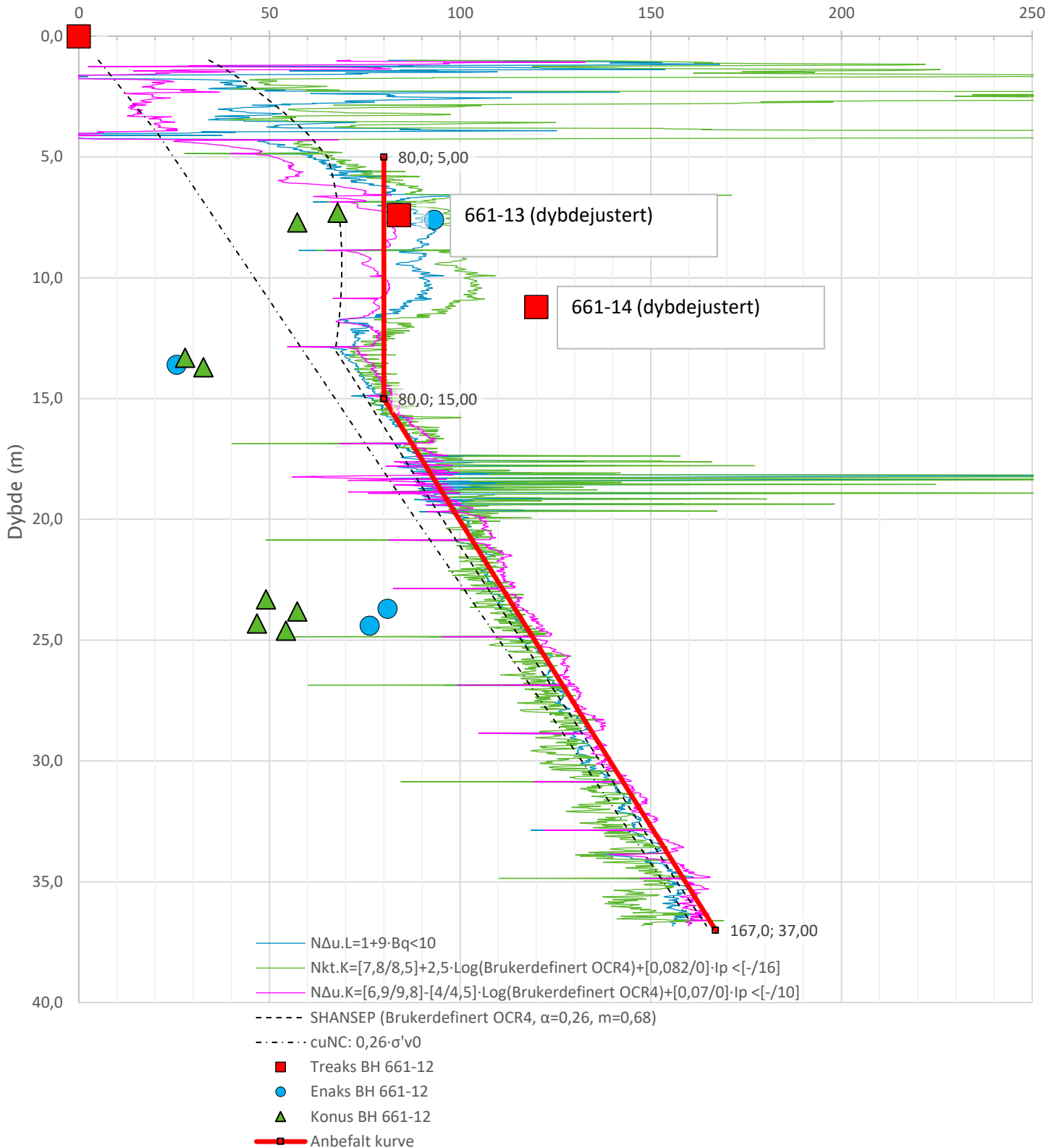
Anisotropiforhold i figur:

Treaks BH 661-12: $c_uC/c_{ucptu} = 1,000$

Enaks BH 661-12: $c_{uuc}/c_{ucptu} = 1,000$

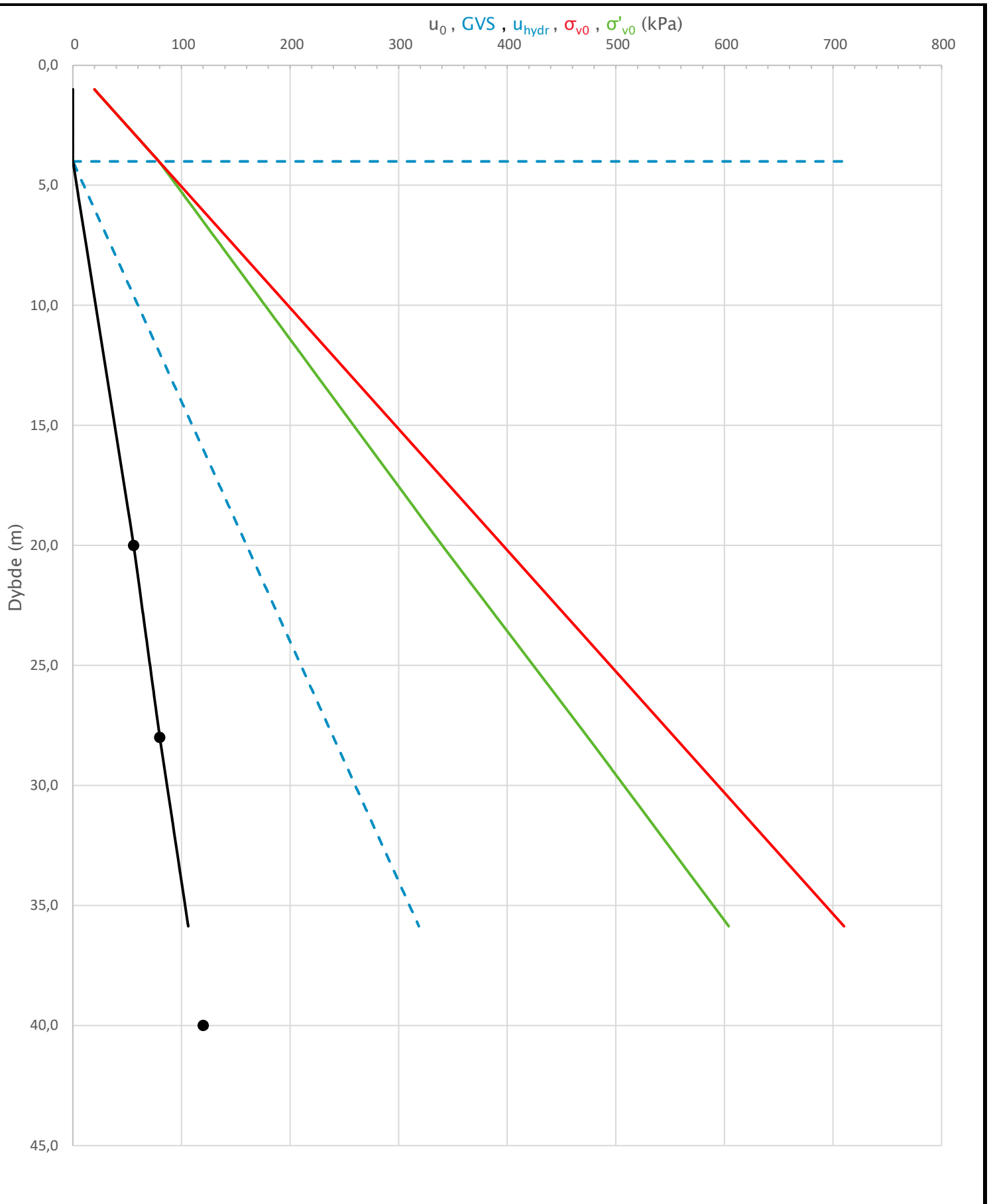
Konus BH 661-12: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 1,000$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)

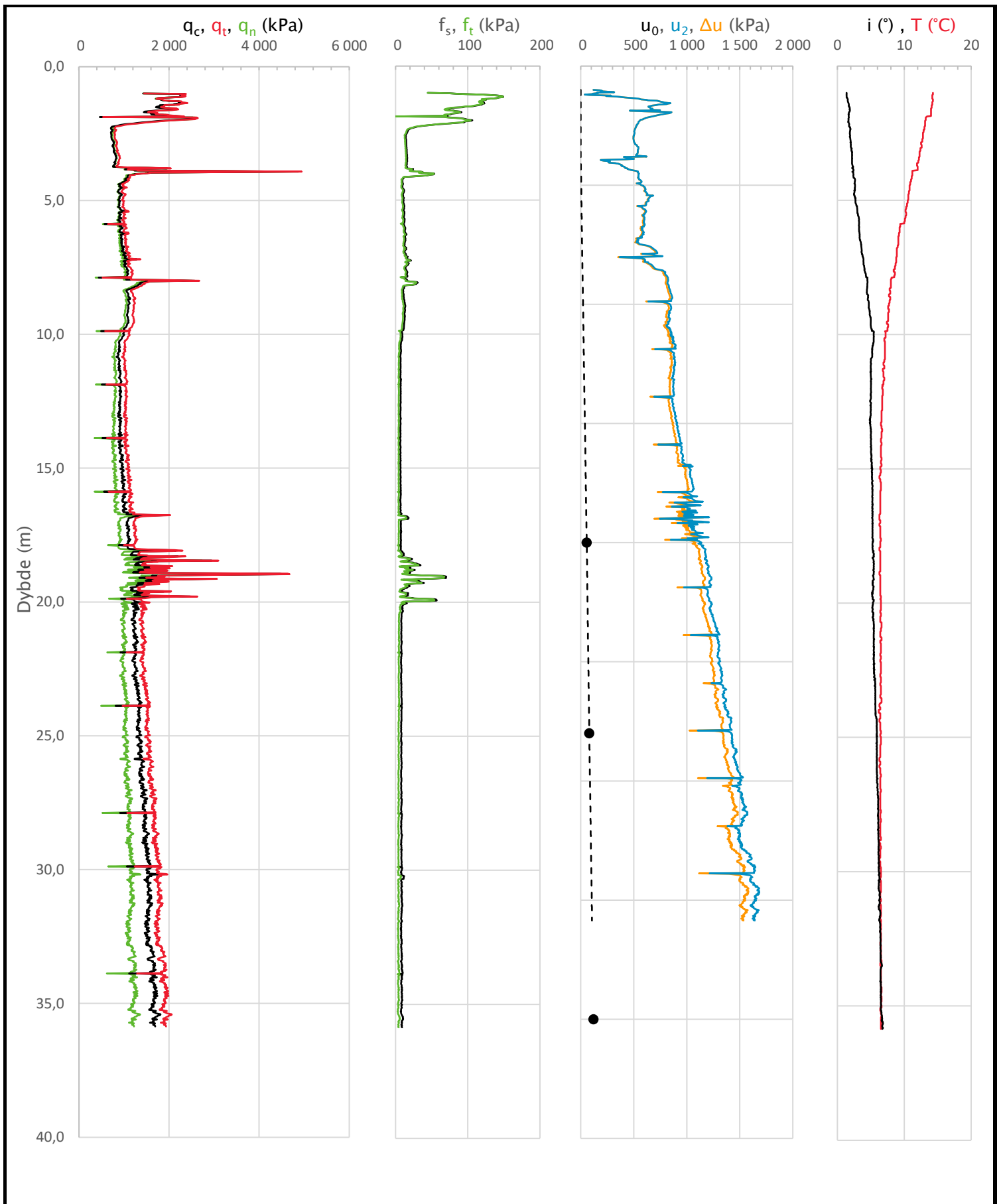


Prosjekt		Prosjektnummer: 418771		Borhull	Kote +48,1
Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag				661-12	
Innhold				Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				5310	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	ANG	GURT	EMB		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	513.7
	Mesta	02.11.2022	0 Rev. dato 19.05.2023		

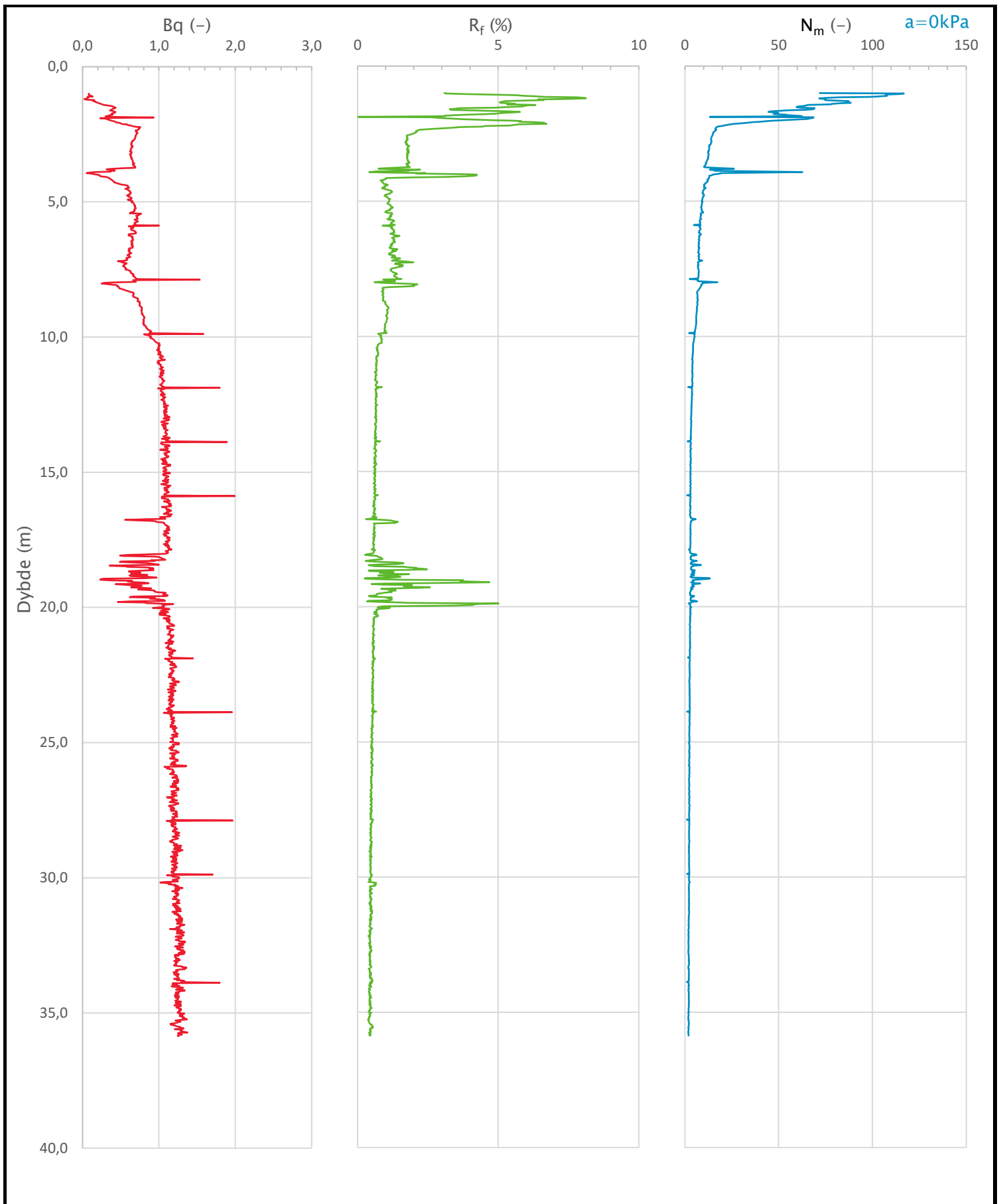
Sonde og utførelse						
Sondennummer	5310		Boreleder		Audun	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		8,1	
Kalibreringsdato	07.07.2022		Maks helning (°)		6,8	
Dato sondering	02.11.2022		Maks avstand målinger (m)		0,02	
Filtertype	Porøst filter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0,5		2	
Måleområde (MPa)	50		0,5		2	
Skaleringsfaktor	1210		3812		3954	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		0,0193	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	-		-		-	
Arealforhold	0,8530		0,0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	-		-		-	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	7873,3		121,1		231,1	
Registrert etter sondering (kPa)	-0,6		0,4		0,6	
Avvik under sondering (kPa)	0,6		0,4		0,6	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0,0		0,0		0,0	
Maksverdi under sondering (kPa)	4881,3		149,3		1684,7	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	0,6	0,0	0,4	0,3	0,6	0,0
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon		Poretrykk		Helning	
OK	OK		OK		OK	
Kommentarer:						
Prosjekt			Prosjektnummer: 418771		Borhull Kote +49,2	
Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag					661-13	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					5310	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent		Anvend.klasse	
	ANG	GURT	EMB		1	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon		RIG-TEG	
	Mesta	02.11.2022	0		514.1	
			Rev. dato 19.05.2023			



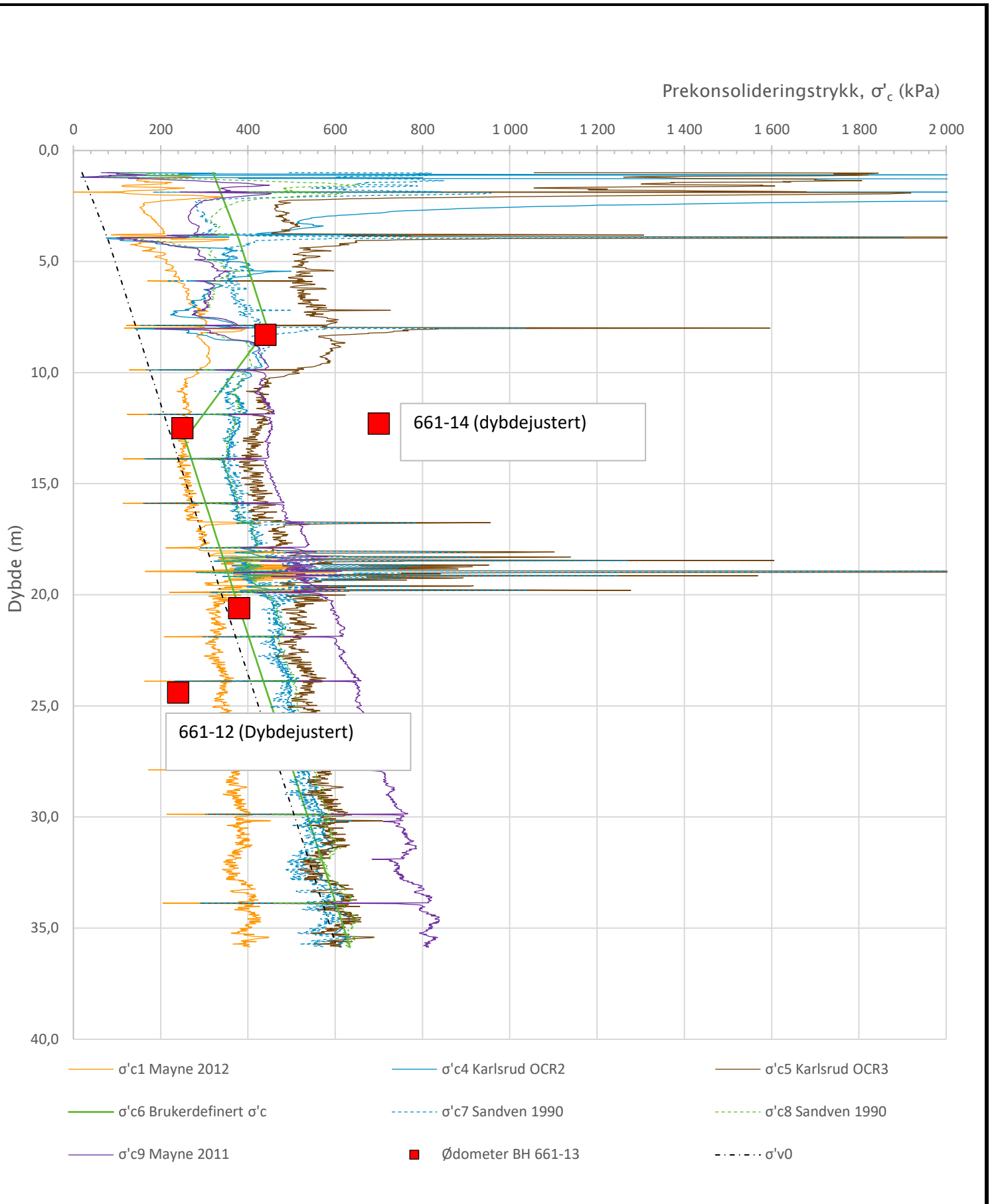
Prosjekt			Prosjektnummer: 418771	Borhull	Kote +49,2
Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag				661-13	
Innhold			Sondenummer		
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger			5310		
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	ANG	GURT	EMB	1	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	
	Mesta	02.11.2022	0	514.2	
			Rev. dato	19.05.2023	



Prosjekt		Prosjektnummer: 418771		Borhull	Kote +49,2
Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag				661-13	
Innhold				Sondennummer	
Måledata og korrigerte måleverdier				5310	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	ANG	GURT	EMB		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	514.3
	Mesta	02.11.2022	0 19.05.2023		

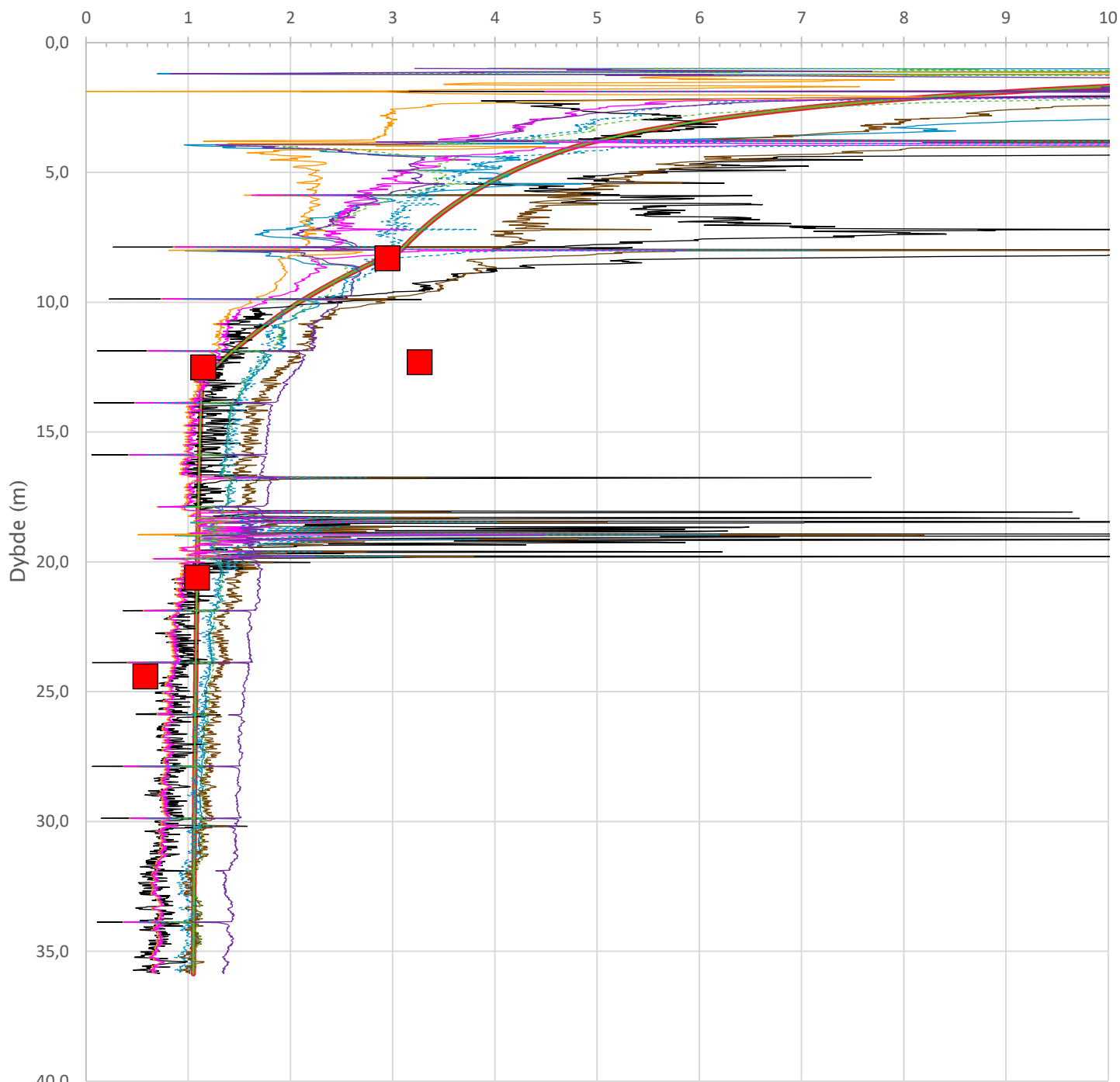


Prosjekt		Prosjektnummer: 418771		Borhull	Kote +49,2
Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag				661-13	
Innhold				Sondennummer	
Avledede dimensjonsløse forhold				5310	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	ANG	GURT	EMB		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	514.4
	Mesta	02.11.2022	0 19.05.2023		



Prosjekt		Prosjektnummer: 418771		Borhull	Kote +49,2
Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag				661-13	
Innhold				Sondennummer	
Prekonsolideringstrykk, σ'_c				5310	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	ANG	GURT	EMB	1	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	
	Mesta	02.11.2022	0	514.5	
			Rev. dato		
			19.05.2023		

Overkonsolideringsgrad, OCR (-)



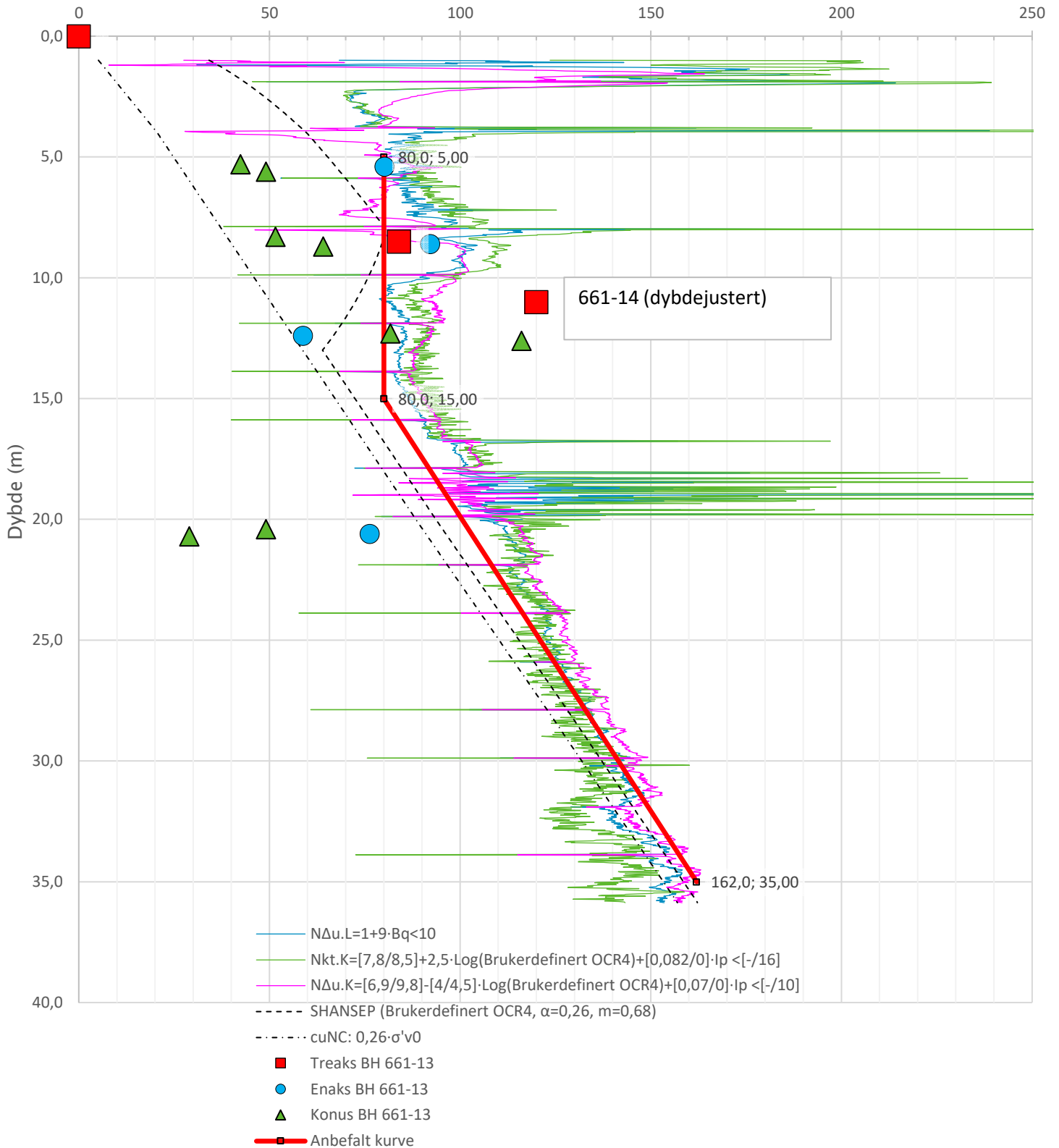
- Valgt kurve: OCR4
- OCR1 Karlsrud et al. 2005 - Bq
- OCR2 Karlsrud et al. 2005 - $\Delta u/\sigma'v0$
- OCR3 Karlsrud et al. 2005 - Qt
- OCR4 Brukerdefinert OCR via $\sigma'c$
- OCR5 $\sigma'c1$ Mayne 2012
- OCR6 $\sigma'c2$ Larsson 2007
- OCR7 $\sigma'c7$ Sandven 1990
- OCR8 $\sigma'c8$ Sandven 1990
- OCR9 $\sigma'c9$ Mayne 2011
- Ødometer BH 661-13

Prosjekt		Prosjektnummer: 418771		Borhull	Kote +49,2
Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag				661-13	
Innhold				Sondennummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR				5310	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	ANG	GURT	EMB	1	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	
	Mesta	02.11.2022	0 19.05.2023		

Anisotropiforhold i figur:

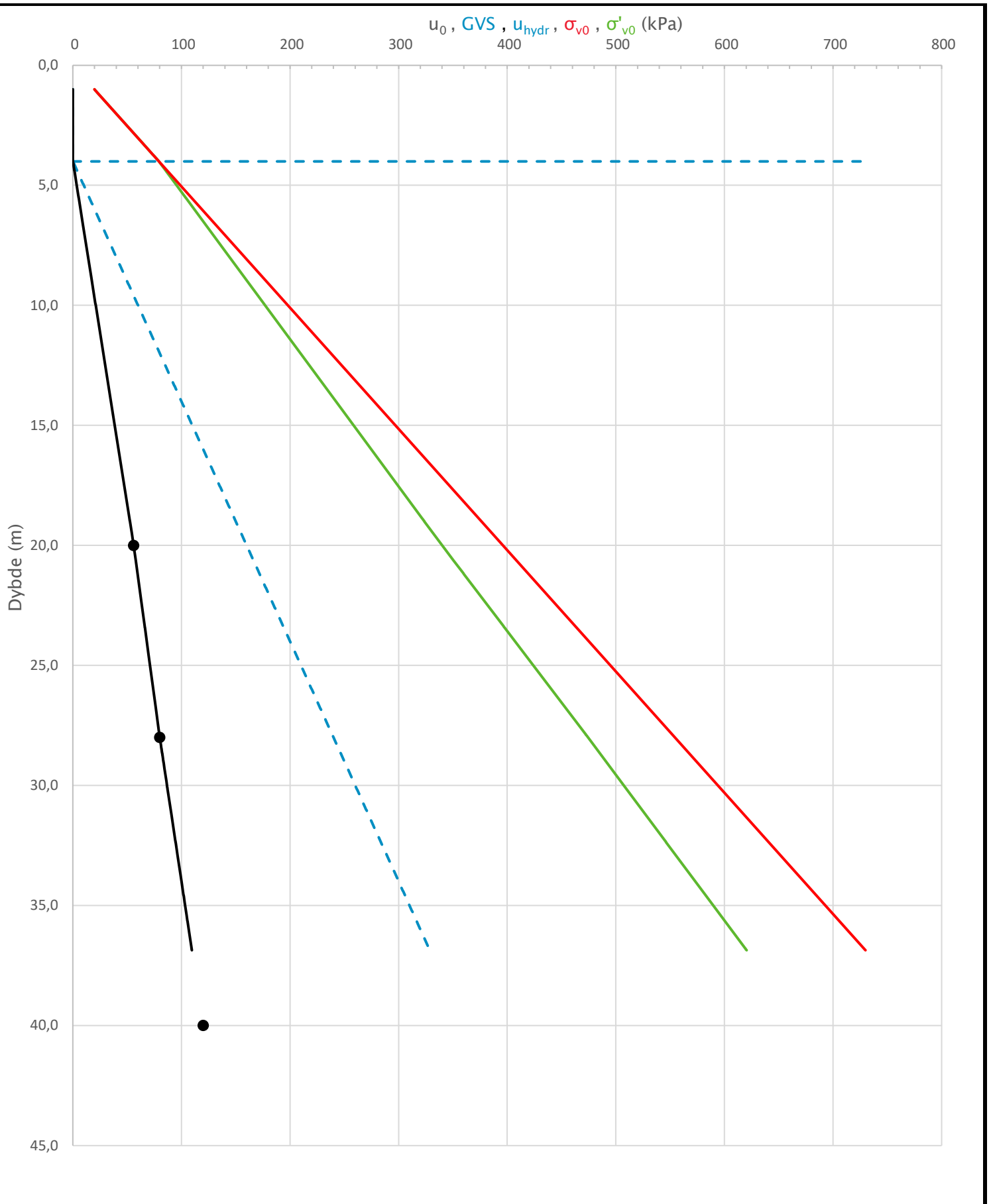
Treaks BH 661-13: $c_uC/c_{ucptu} = 1,000$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)

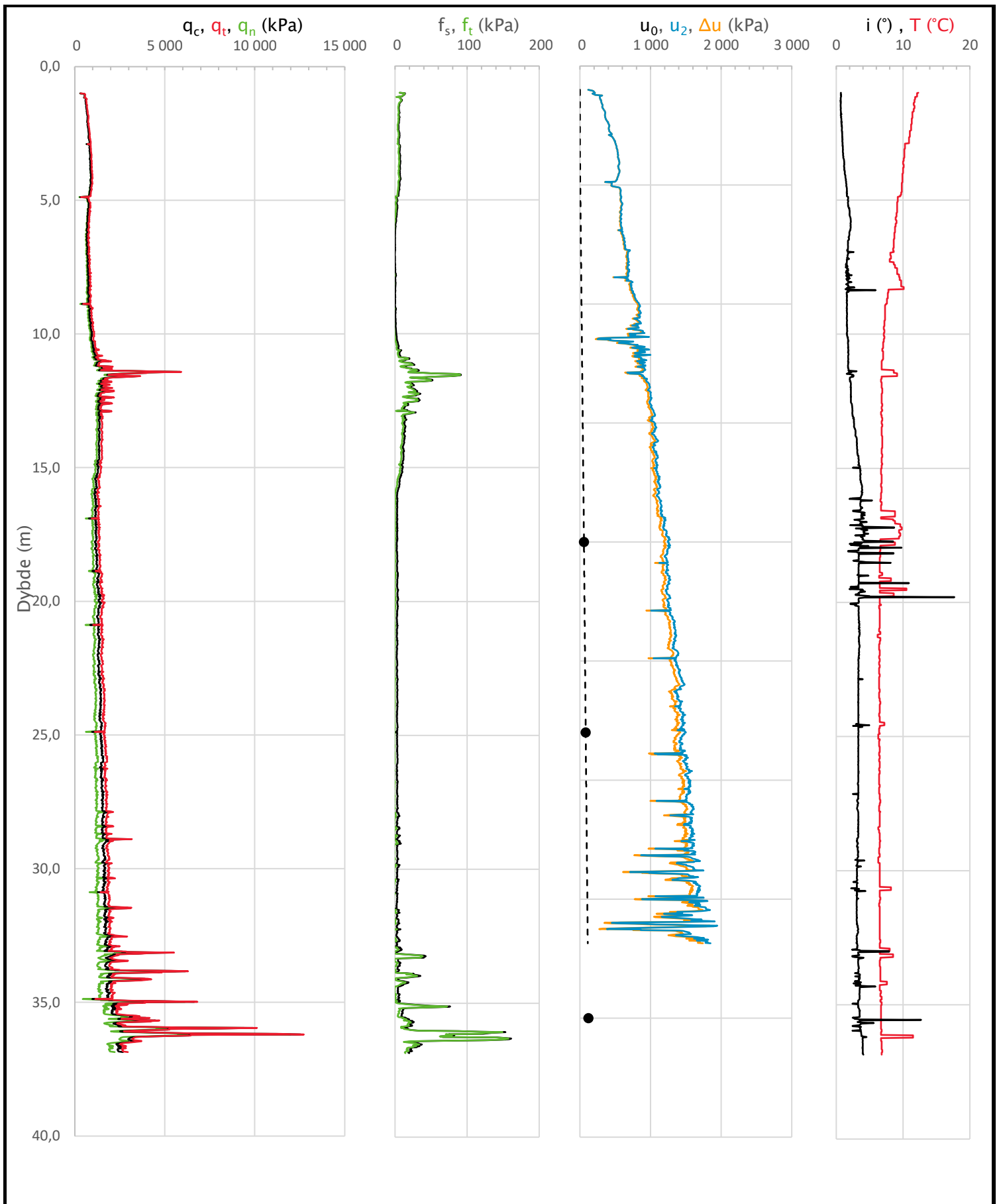


Prosjekt		Prosjektnummer: 418771		Borhull	Kote +49,2
Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag				661-13	
Innhold				Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				5310	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	ANG	GURT	EMB	1	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	
	Mesta	02.11.2022	0	514.7	
			Rev. dato	19.05.2023	

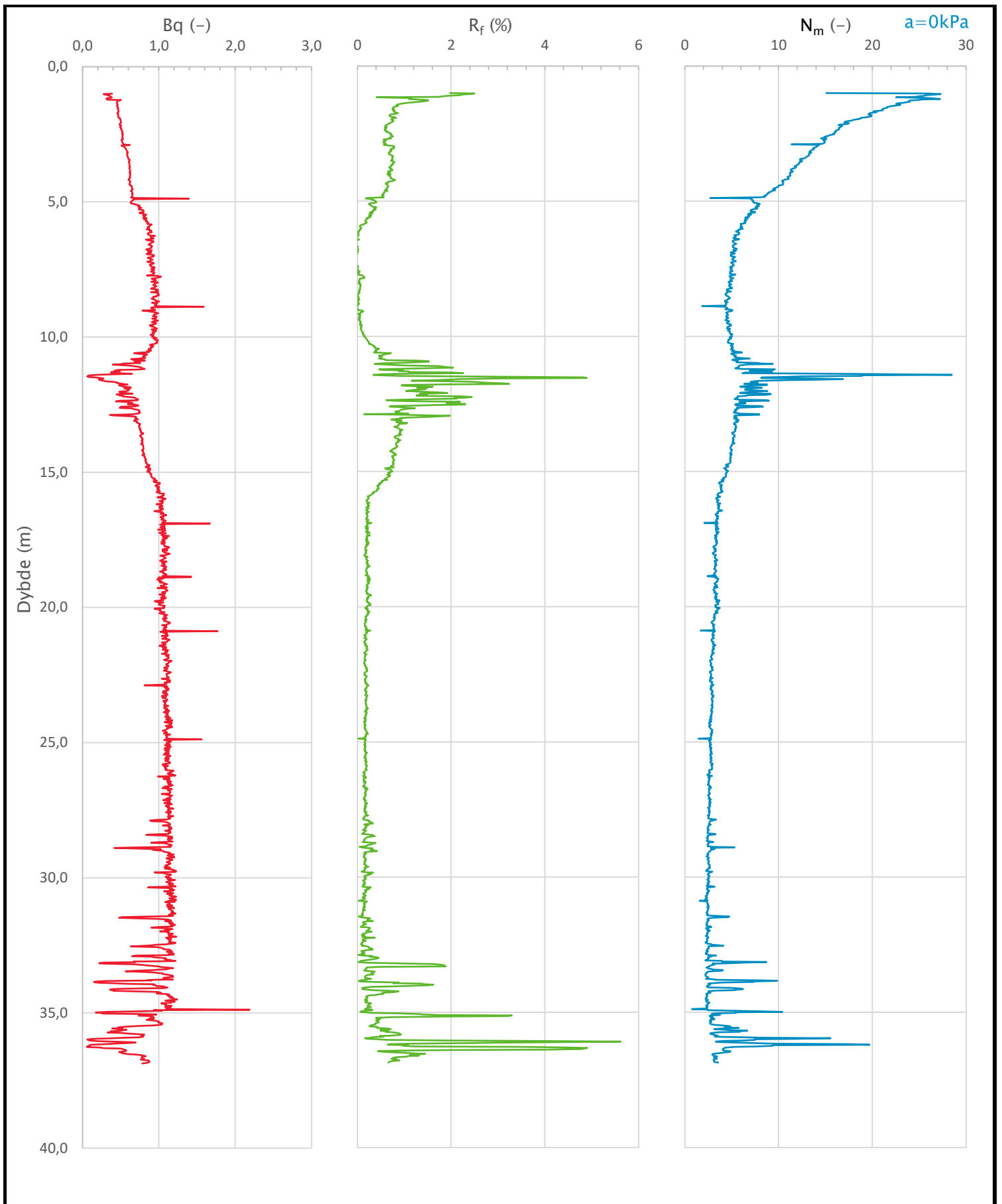
Sonde og utførelse						
Sondennummer	5310		Boreleder		Audun	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		6,1	
Kalibreringsdato	07.07.2022		Maks helning (°)		17,7	
Dato sondering	04.11.2022		Maks avstand målinger (m)		0,02	
Filtertype	Porøst filter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0,5		2	
Måleområde (MPa)	50		0,5		2	
Skaleringsfaktor	1210		3812		3954	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		0,0193	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	-		-		-	
Arealforhold	0,8530		0,0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	-		-		-	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	7869,5		122,1		231,8	
Registrert etter sondering (kPa)	5,7		-0,8		-3,5	
Avvik under sondering (kPa)	5,7		0,8		3,5	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0,0		0,0		0,0	
Maksverdi under sondering (kPa)	12560,5		161,3		1946,6	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	5,7	0,0	0,8	0,5	3,5	0,2
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning		Temperatur	
OK	OK	OK	Ikke OK		OK	
Kommentarer:						
Prosjekt			Prosjektnummer: 418771		Borhull Kote +49,4	
Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag					661-14	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					5310	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent		Anvend.klasse	
	ANG	GURT	EMB		1	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon		RIG-TEG	
	Mesta	04.11.2022	0		515.1	
			Rev. dato 19.05.2023			



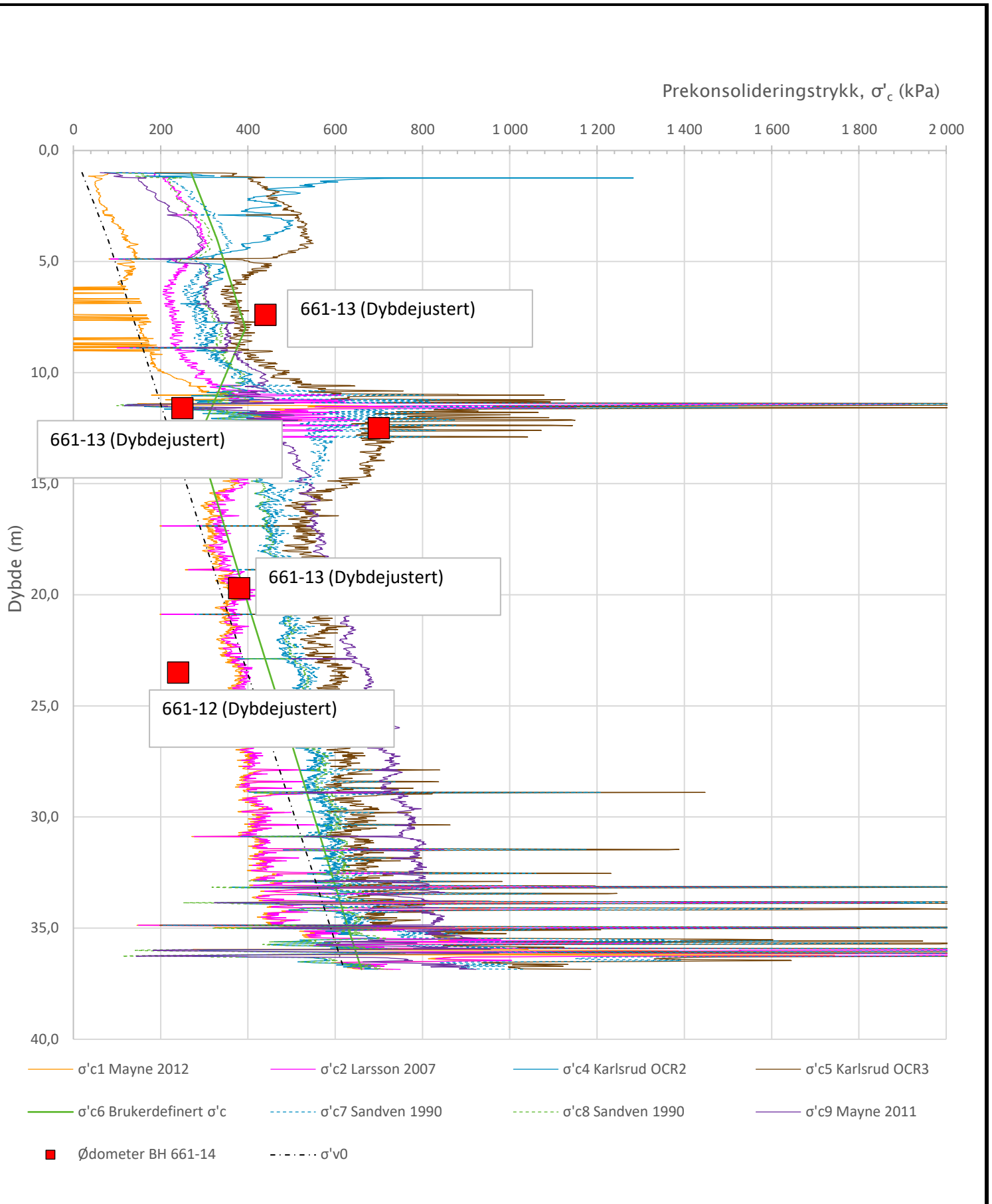
Prosjekt		Prosjektnummer: 418771		Borhull	Kote +49,4
Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag				661-14	
Innhold				Sondenummer	
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				5310	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	ANG	GURT	EMB	1	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	
	Mesta	04.11.2022	0	515.2	
			Rev. dato	19.05.2023	



Prosjekt		Prosjektnummer: 418771		Borhull	Kote +49,4
Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag				661-14	
Innhold				Sondennummer	
Måledata og korrigerte måleverdier				5310	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	ANG	GURT	EMB		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	515.3
	Mesta	04.11.2022	0 Rev. dato 19.05.2023		

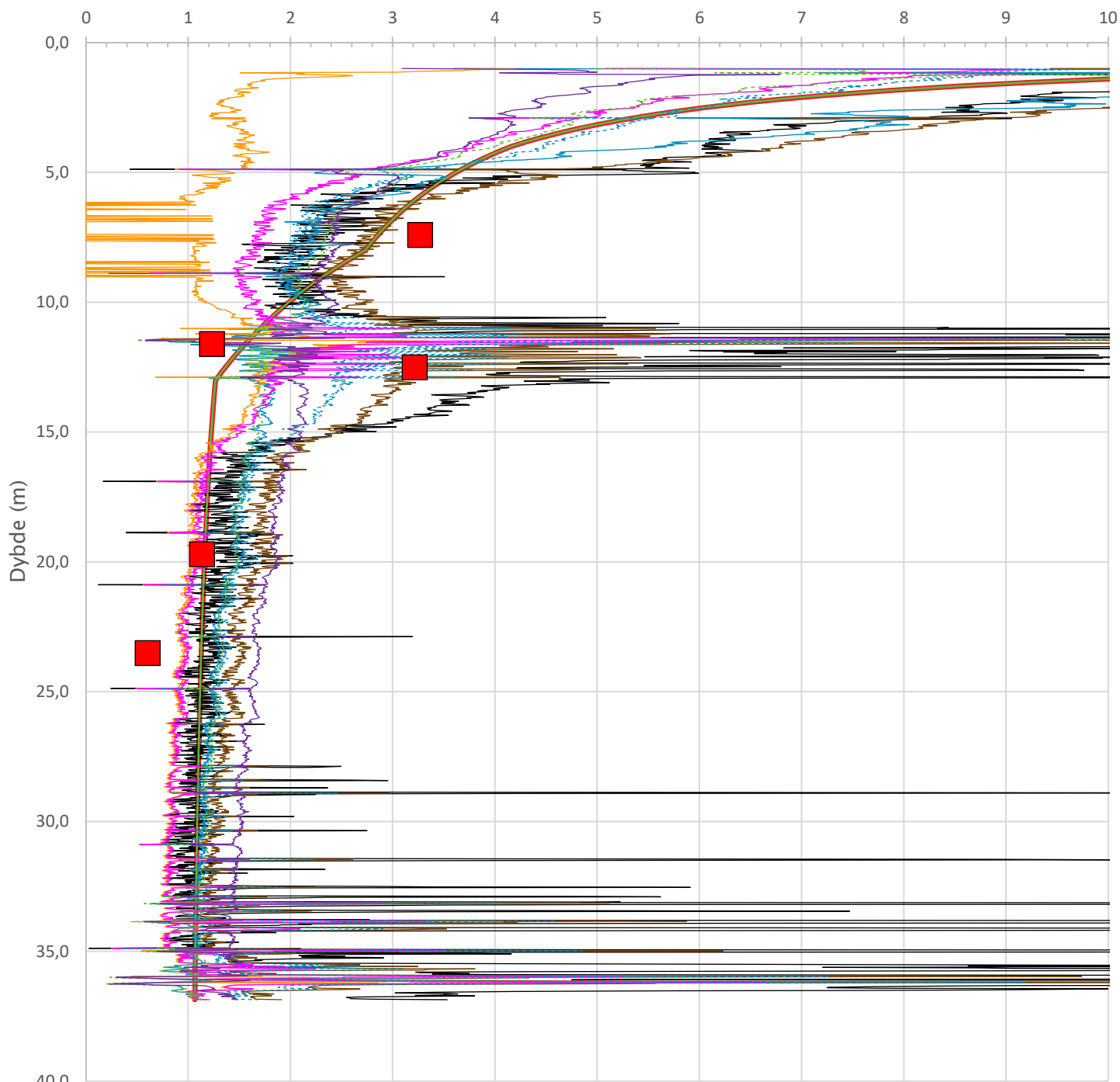


Prosjekt		Prosjektnummer: 418771		Borhull	Kote +49,4
Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag				661-14	
Innhold				Sondennummer	
Avledede dimensjonsløse forhold				5310	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	ANG	GURT	EMB	1	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	
	Mesta	04.11.2022	0	515.4	
			Rev. dato		
			19.05.2023		



Prosjekt		Prosjektnummer: 418771		Borhull	Kote +49,4
Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag				661-14	
Innhold				Sondennummer	
Prekonsolideringstrykk, σ'_c				5310	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	ANG	GURT	EMB		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	515.5
	Mesta	04.11.2022	0 Rev. dato 19.05.2023		

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 via $\sigma'c$
- OCR5 $\sigma'c1$ Mayne 2012
- OCR6 $\sigma'c2$ Larsson 2007
- OCR7 $\sigma'c7$ Sandven 1990
- OCR8 $\sigma'c8$ Sandven 1990
- OCR9 $\sigma'c9$ Mayne 2011
- Ødiameter BH 661-14

Prosjekt		Prosjektnummer: 418771		Borhull	Kote +49,4
Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag				661-14	
Innhold				Sondennummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR				5310	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	ANG	GURT	EMB	1	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	
Mesta	04.11.2022	Rev. dato			
			0	515.6	
			19.05.2023		

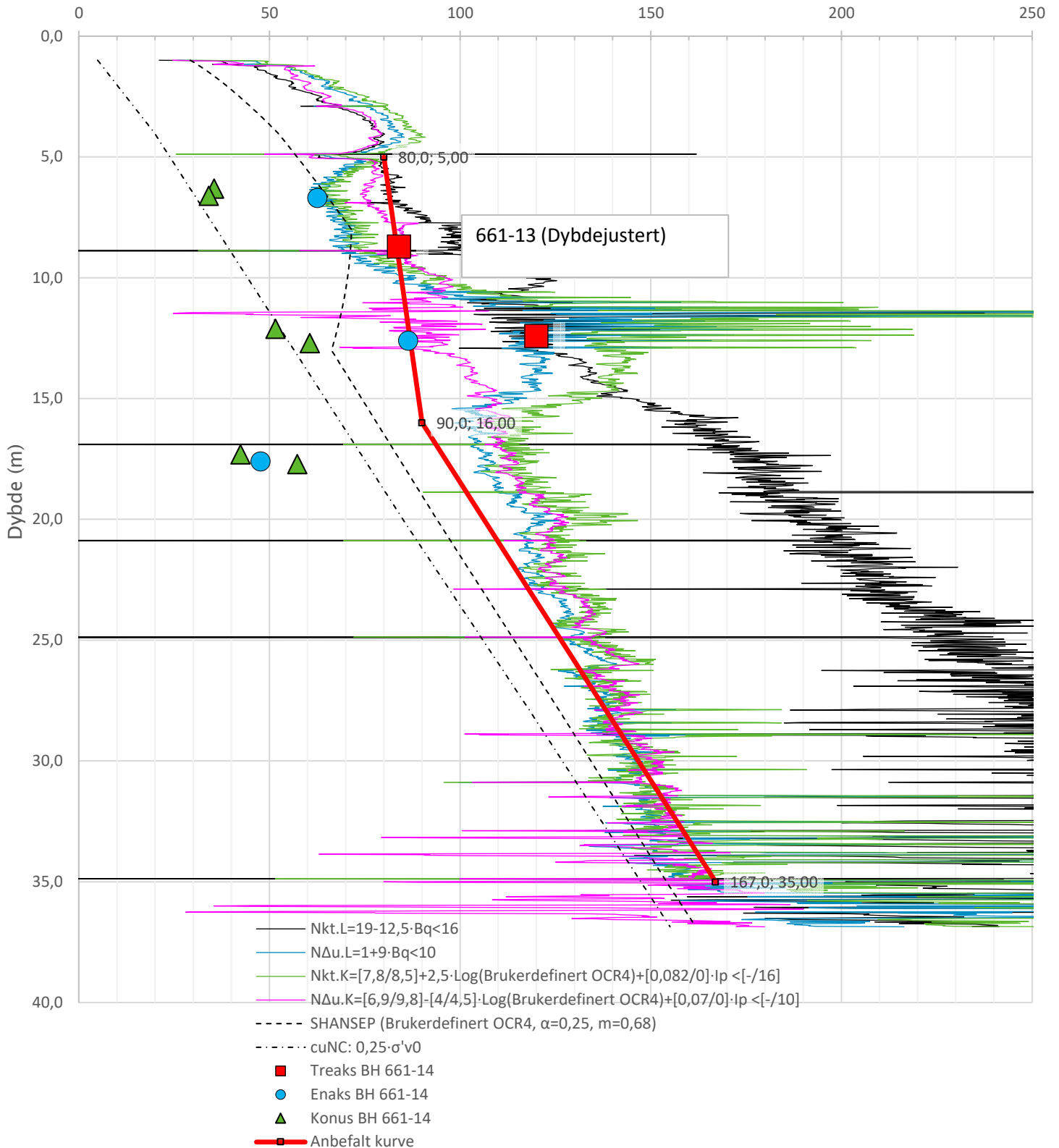
Anisotropiforhold i figur:

Treaks BH 661-14: $c_uC/c_{ucptu} = 1,000$

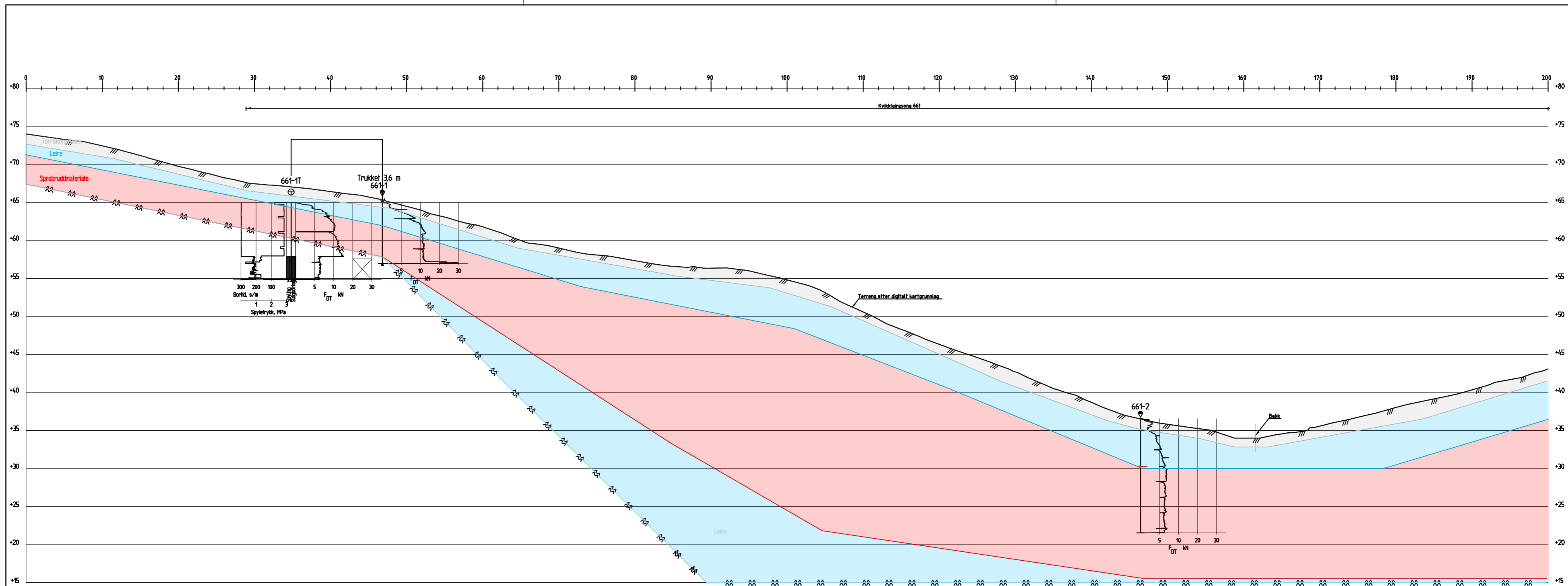
Enaks BH 661-14: $c_{uc}/c_{ucptu} = 1,000$

Konus BH 661-14: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 1,000$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)

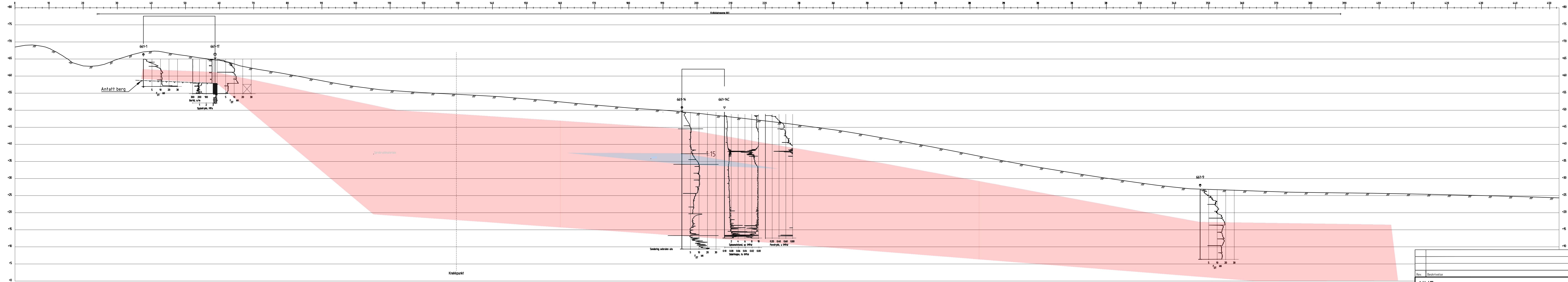


Prosjekt		Prosjektnummer: 418771		Borhull	Kote +49,4
Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag				661-14	
Innhold				Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				5310	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	ANG	GURT	EMB		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	515.7
	Mesta	04.11.2022	0 19.05.2023		



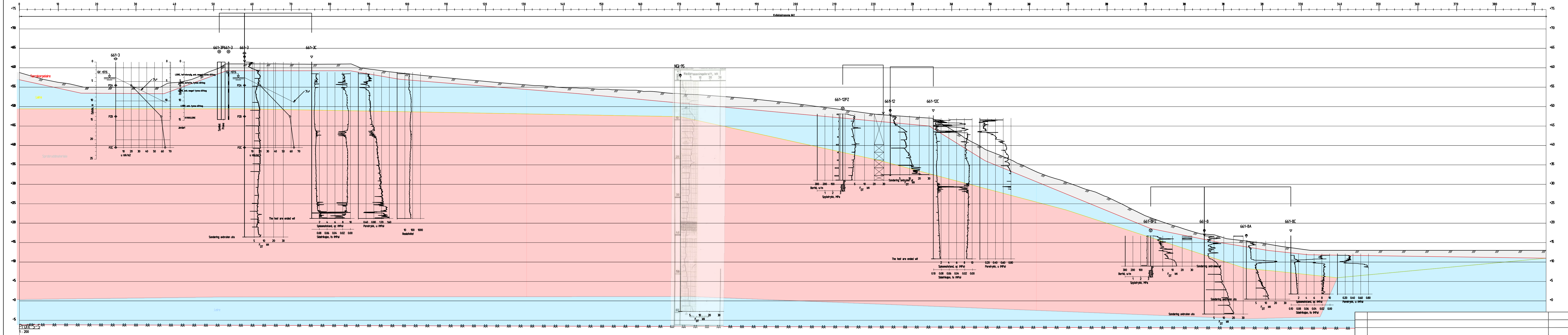
Profil 1-1

Rev.		Beskrivelse			Dato		Tegn.	Kontr.	Godkj.	
NVE							Fag	Format		
Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag							Geoteknikk	A3L		
Stjørdal kommune, sone 661 Smågård							Dato	27.04.2023		
Kritisk snitt 1							Format/Målestokk:			
Lagdeling							1:400			
Status		Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent						
Oppdragsnr.		ANG	GURT	EMB						
www.multiconsult.no		418771	RIG-TEG-661-600		00					

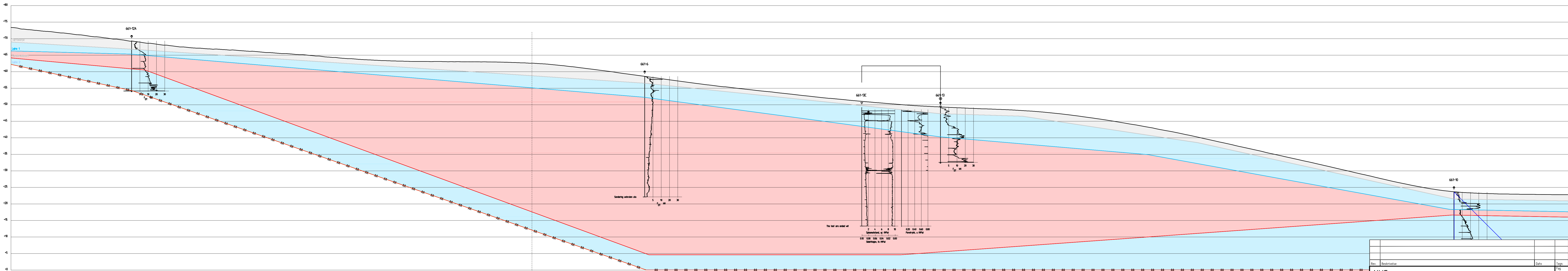


Profil 3-3

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE		Fsg		Format
	Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag		Geoteknikk		A3L
	Stjørdal kommune, sone 661 Smågård		Dato		27.04.2023
	Kritisk snitt 3		Format/Målestokk		1:400
	Lagdelling				
Multiconsult <small>www.multiconsult.no</small>		Status Oppdragsnr: 418771	Konstr./Tegnet ANG	Kontrollert GURT	Godkjent EMB
			Tegningsnr: RIG-TEG-661-601	Rev: 00	



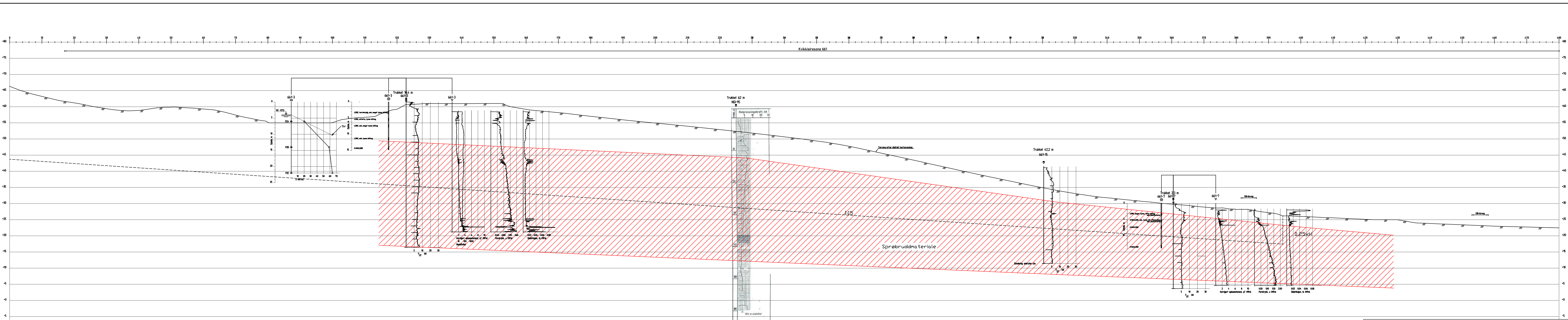
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE		Fag		Format
	Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag		Geoteknikk		A3L
	Stjørdal kommune, sone 661 Smågård	Dato			
	Kritisk snitt 5	27.04.2023			
	Lagdelling	Format/Målestokk			
		1:400			
Multiconsult www.multiconsult.no		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		Oppdragsnr.	ANG	GURT	EMB
		418771	RIG-TEG-661-602		
		Tegningsnr.			Rev.
					00



Profil 6-6
1:200

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag		F38 Geoteknikk		Format A3L
	Stjørdal kommune, sone 661 Smågård Kritisk snitt 6 Lagdelling		Date 27.04.2023		Format/Målestokk 1:400
Multiconsult www.multiconsult.no		Status Oppdragsnr. 418771	Konstr./Tegnet ANG RIG-TEG-661-603	Kontr./Tegnet GURT	Godgjent EMB 00

Z:\0418\418771\03_AREI\SD\RADE\418771_RIG_Supplerende grus og vurdering adkomstvegs\Stabilitet Smågård\Layout\661 (A3.LL). - P101et av: perb, Dato: 2023.12.12 kl. 15:56



Profil 4-4

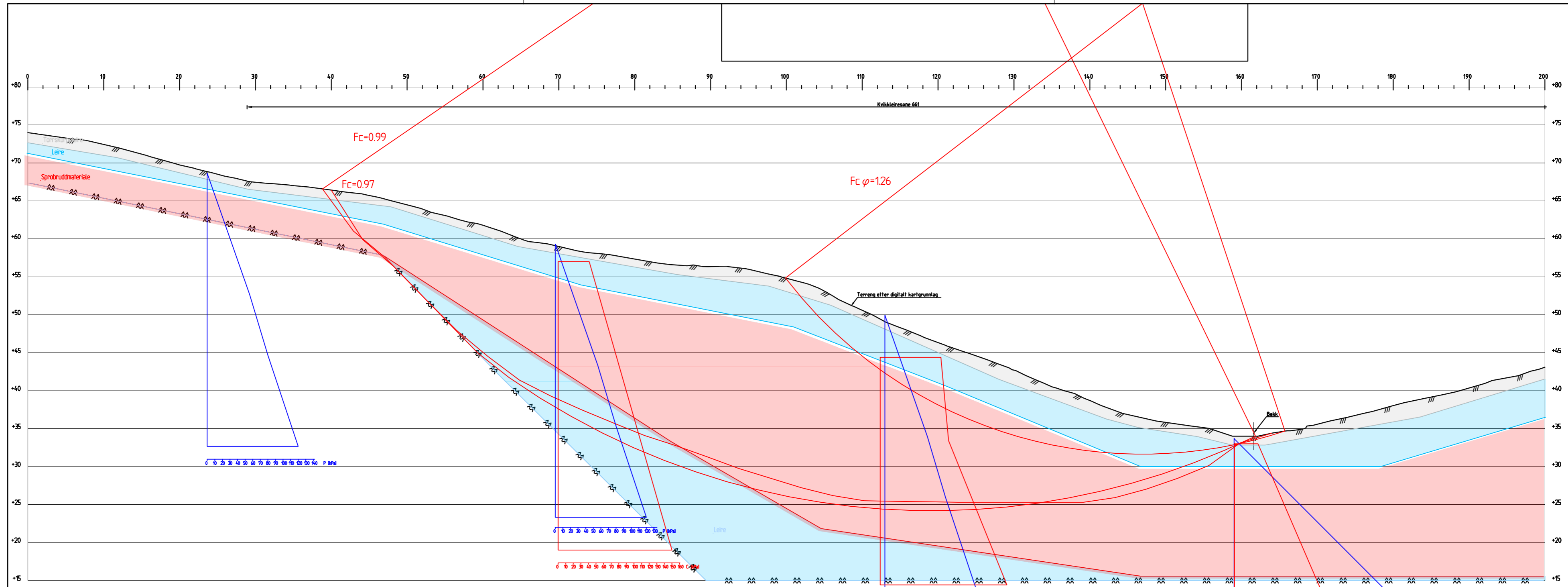
KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA NORGESKART
 HØYDEREFERANSE: NN2000

00	-	11.12.2023	PERB	ANG	EMB
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.



NVE
 Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag
 Stjørdal kommune, sone 661 Smågård
 Kritisk snitt 4

Status	Godkjent	Fag	RIG	Originalt format	A3LLL	Dato	11.12.2023
Konstr./Tegnet	PERB	Kontrollert	ANG	Godkjent	EMB	Målestokk	1:4.00
Oppdragsnr.	418771		Tegningsnr.	RIG-TEG-661-604		Rev.	00

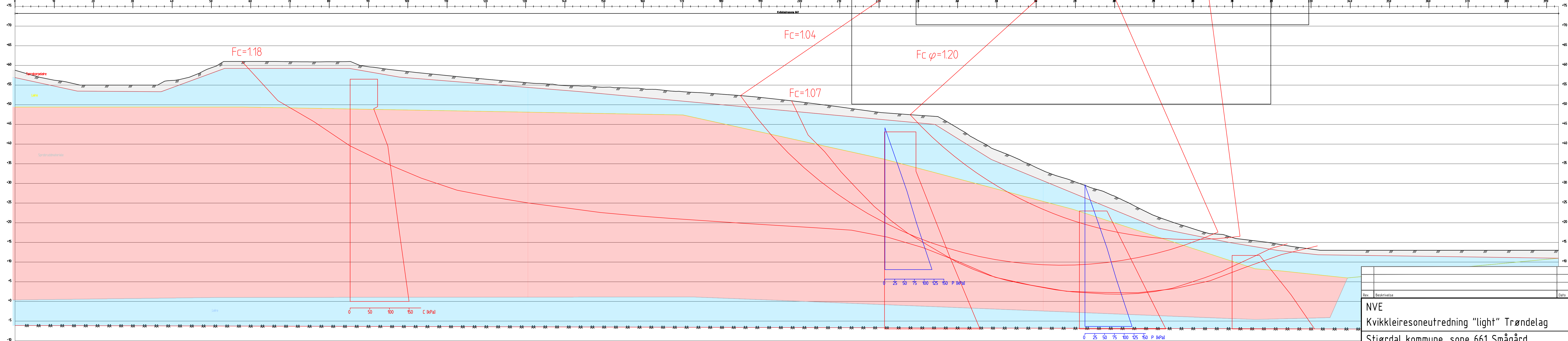


Profil 1-1

Material	Un	Weight	Sub	Weight	Fi	C	Aa	Ad	Ap
Tonnskorpeleire	19.50	9.50	310	0.6					
Leire	19.50	9.50	26.5	5.0	100	0.63	0.35		
Sprøbruddmateriale	19.50	9.50	25.6	3.8	100	0.63	0.35		
Leire	19.50	9.50	26.5	5.0	100	0.63	0.35		

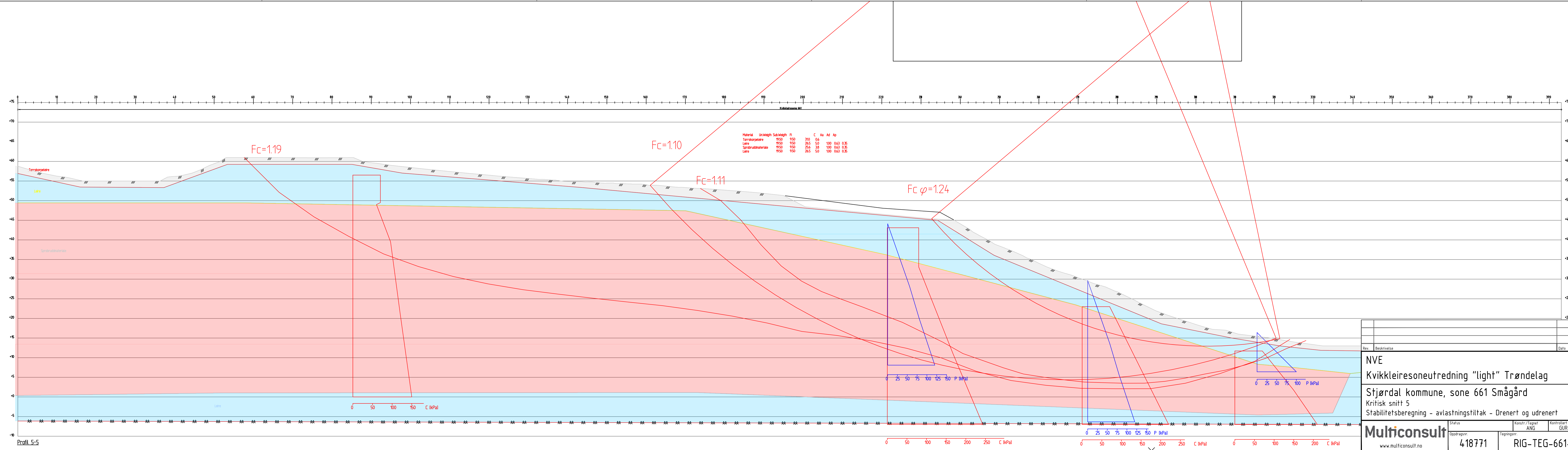
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE		Fag		Format
	Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag		Geoteknikk		A3L
	Stjørdal kommune, sone 661 Smågård	Dato	27.04.2023		
	Kritisk snitt 1	Format/Målestokk:	1:400		
	Stabilitetsberegning - dagens - drenert og udrenert	Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
	Multiconsult	Oppdragsnr.	ANG	GURT	EMB
	www.multiconsult.no	418771	Tegningsnr.	RIG-TEG-661-810	Rev.
					00

Material	UnWegh	SubWegh	Fi	C	Aa	Ad	Ap
Torrskorpelere	1950	950	310	0.6		100	0.63
Leire	1950	950	26.5	5.0		100	0.63
Sprøttubermateriale	1950	950	25.6	3.8		100	0.63
Leire	1950	950	26.5	5.0		100	0.63



Profil 5-5

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
			Fag Geoteknikk		Format A3L
		Dato 27.04.2023			Format/Målestokk: 1:400
NVE Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag Stjørdal kommune, sone 661 Smågård Kritisk snitt 5 Stabilitet, dagens tilstand, drenert og udrenert					
Multiconsult www.multiconsult.no		Status Oppdragsnr. 418771	Konstr./Tegnet ANG	Kontrollert GURT	Godkjent EMB
		Tegningsnr. RIG-TEG-661-811.1	Rev. 00		



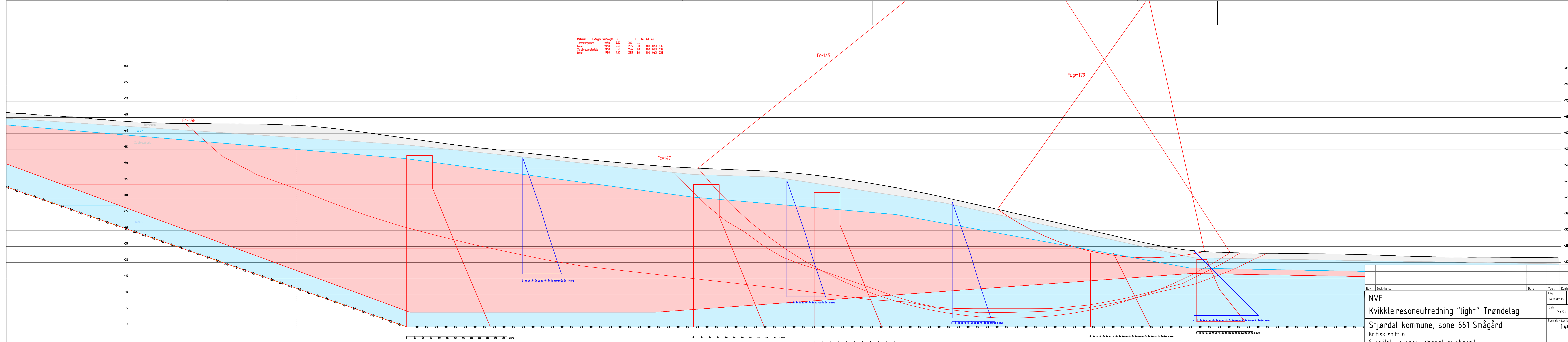
Material	Un	W _l	Sub	W _h	Fi	C	A _a	A _d	A _p
Torskjelleleire	1950	950	310	0.6					
Leire	1950	950	26.5	5.0	100	0.63	0.35		
Sprøbrudmateriale	1950	950	25.6	3.8	100	0.63	0.35		
Leire	1950	950	26.5	5.0	100	0.63	0.35		

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE		Fag		Format
	Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag		Geoteknikk		A3L
	Stjørdal kommune, sone 661 Smågård	Dato			
	Kritisk snitt 5	27.04.2023			
	Stabilitetsberegning - avlastningsiltak - Drenert og udrenert	Format/Målestokk			
		1:400			
		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		Oppdragsnr.	ANG	GURT	EMB
		Tegningsnr.	418771	RIG-TEG-661-811.2	00

Multiconsult
www.multiconsult.no

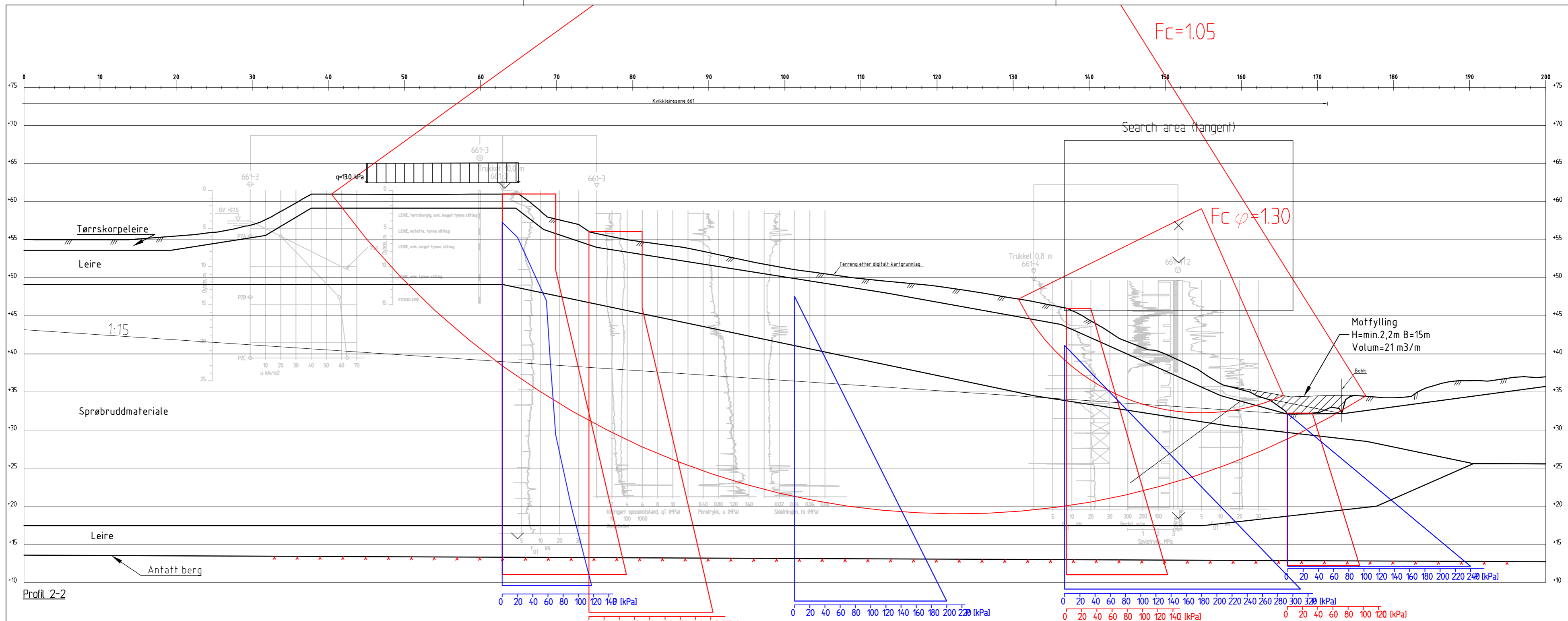
Profil 5-5

Material	Un	Wegh	Sub	Wegh	Fi	C	Aa	Ad	Ap
Torrskorpelere	950	950	310	0.6					
Leire	950	950	265	5.0	100	0.63	0.35		
Sprøttalmateriale	950	950	256	3.8	100	0.63	0.35		
Leire	950	950	265	5.0	100	0.63	0.35		



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE		Fsg		Format
	Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag		Geoteknikk		A3L
	Stjørdal kommune, sone 661 Smågård	27.04.2023			
	Kritisk snitt 6				Format/Målestokk:
	Stabilitet - dagens - drenert og udrenert				1:4.00
	Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	
	Oppdragsnr. 418771	ANG	GURT	EMB	
	Tegningsnr. RIG-TEG-661-812			Rev.	00

Multiconsult
www.multiconsult.no



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Motfylling	19.00	9.00	42.0	0.0				
Tørskorpeleire	9.40	9.40	31.0	0.6				
Leire	19.40	9.40			C-prof 1.00	0.63	0.35	
Sprøbruddmateriale	17.90	7.90			C-prof 0.85	0.63	0.35	
Leire	18.00	8.00			C-prof 1.00	0.63	0.35	

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Motfylling	19.00	9.00	42.0	0.0				
Tørskorpeleire	9.40	9.40	31.0	0.6				
Leire	19.40	9.40	26.5	5.0				
Sprøbruddmateriale	17.90	7.90	25.6	3.8				
Leire	18.00	8.00	26.5	5.0				

	Dagens situasjon, F	Med tiltak, F (%-vis forbedring)
Stabilitet (udrenert)	1.00	1.05 (5%)
Stabilitet (drenert)	1.07	1.30 (21%)

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE		Fag		Format
	Kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag		Geoteknikk		A3L
	Stjørdal kommune, sone 661 Smågård	Dato			
	Kritisk snitt 2 - Stabilitetsberegninger med sikringstiltak	11.01.2019			
	ADP-analyse (udrenert) og aφ-analyse (drenert)	Format/Målestokk:			
		1:400			
Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent		
Oppdragsnr.	JKM	GURT	ANG		
418771	RIG-TEG-661-900.3				
Rev.					



Vedlegg A

Befaringsrapport fra sone 661 Smågård i Stjørdal kommune. 22. mai og 9. november 2023

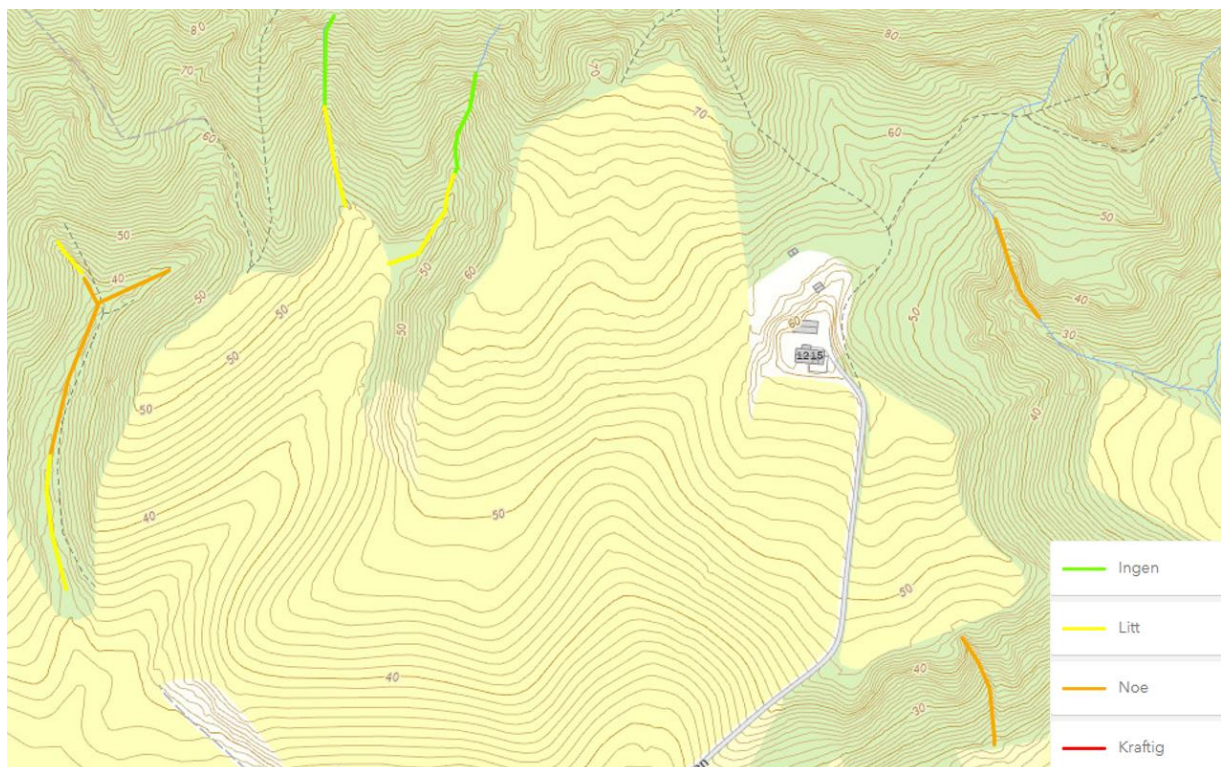
Innledning

Supplerende befaringsrapport i sone 661 Smågård utført 22.05.2023 og 09.11.2023 av Anders Gylland og Pernille Baustad. Pent vær på befaringsdagen den 22.05 og 5 dager siden sist dag med nedbør. Generelt tørt i terreng og bekker. Befaringsobservasjoner F53-F58 er fra befaringsutførelse utført 22.mai.

Pent vær den 9.november også. Ca. 4 grader, bakken bærer preg av nattefrost. Over en uke siden sist nedbørsperiode. Befaringsobservasjoner F59-F66 er fra befaringsutførelse utført 9. november.



Befaringspunkter er vist på tegning 418771-RIG-TEG-661-006. Befaringsobservasjon F46-F52 i sonen er gitt i rapport 418771-RIG-RAP-001_rev01. En oppsummering av erosjonskategori i sonen er vist i Figur 1.


Erosjonskategori er bestemt ut fra NVE eksternrapport nr. 9/2020.



Figur 1 Oppsummering av erosjonskategori iht. NVE eksternrapport nr. 9/2020 i befarte ravinedaler i sone 661 Smågård.

Observasjoner

F53		Litt erosjon fra landbruksdren
F54		Ravine med kanter 2-4 m skapt av landbruksdren. Svært bratt skråning. Noe erosjon. Bekk/drensvann har gravd mye over flere år og graver fortsatt i leire. Det ser ut som om situasjonen er forsøkt utbedret ved å legge nye drenerør nedover i ravina, men dette viser seg å ikke fungere. Forventer at det vil fortsette å erodere.

		
F55		Se kommentar for F54

F56



Noe erosjon. I hovedsak sideveis erosjon. Det eroderer i leire. Relativt flatt inn mot skråningene



F57



Noe erosjon 10-20 m nedstrøms bekkekryss. 2+ m kanter, graver sideveis og noe nedover, inn mot skråningsfot. Bekk graver i leire. Lite stein i bekkeløp

F57



F58



Noe erosjon. Bekk jobber seg i hovedsak nedover. Graver i leire.

F59





Litt til noe erosjon.



F60



Noe erosjon. Ganske mye aktivitet i ravinen.

F61		Bratt sideravine med noe erosjon.
F62		Litt til ingen erosjon. Mye stein i bekkeløp. Kan se blotninger av berg.

F63	 A photograph showing a steep, eroded slope. The ground is covered with a dense network of fallen tree trunks and branches, many of which are covered in moss. The soil appears dark and loose, indicating erosion. The background shows more trees and a slightly less eroded area.	Punkt med noe erosjon.
F64	 A photograph showing a steep, eroded slope. The ground is covered with a dense network of fallen tree trunks and branches, many of which are covered in moss. The soil appears dark and loose, indicating erosion. The background shows more trees and a slightly less eroded area.	Litt erosjon

F65	 A photograph showing a steep forest slope. The ground is covered with a dense layer of fallen branches, twigs, and some green moss. Several birch trees are visible, some leaning or fallen. The background shows more trees and a clear sky.	<p>En del aktivitet, men ikke noe nytt. Ser ut som det er ferdig erodert ned til ca. berg.</p>
F66	 A photograph showing a forest slope with a mix of birch and other trees. The ground is covered with fallen branches and some green moss. The slope appears to be eroding, with some trees leaning or fallen. The background shows more trees and a clear sky.	<p>Noe erosjon i yttersving. Vurderes at det kan forekommer utglidninger, uten større konsekvenser.</p>