



Dette dokumentet har blitt utarbeidet av Multiconsult på vegne av Multiconsult Norge AS eller selskapets klient. Klientens rettigheter til dokumentet er gitt for den aktuelle oppdragsavtalen eller ved anmodning. Tredjeparter har ingen rettigheter til bruk av dokumentet (eller deler av det) uten skriftlig forhåndsgodkjenning fra Multiconsult. Enhver bruk av dokumentet (eller deler av det) til andre formål, på andre måter eller av andre personer eller enheter enn de som er godkjent skriftlig av Multiconsult, er forbudt, og Multiconsult påtar seg intet ansvar for slikt bruk. Deler av dokumentet kan være beskyttet av immaterielle rettigheter og/eller eiendomsrettigheter. Kopiering, distribusjon, endring, behandling eller annen bruk av dokumentet er ikke tillatt uten skriftlig forhåndssamtykke fra Multiconsult eller annen innehaver av slike rettigheter.

## RAPPORT

OPPDRAG	<b>Kvikkleiresoneutredning «light» Trøndelag</b>	DOKUMENTKODE	418771-RIG-RAP-013
EMNE	Sone 581 – Gudding. Stabilitetsberegninger	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	<b>Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)</b>	OPPDRAGSLEDER	Guro Torpe Vassenden
KONTAKTPERSON	Ingrid Havnen	UTARBEIDET AV	Emil Trones
KOORDINATER	Sone: UTM 32 Øst: 630908 Nord: 7073483	ANSVARLIG ENHET	10234016 Geoteknikk, Naturfare Midt
GNR./BNR./SNR.	130 / 2 / Verdal		

## SAMMENDRAG

NVE engasjerte Multiconsult Norge AS i årene 2017-2019 til å utrede flere utvalgte kvikkleiresoner i Verdal kommune. Ut fra dette arbeidet ble det identifisert soner man ønsket å utrede videre, og våren 2023 ble det utført supplerende grunnundersøkelser (ERT) som grunnlag for lagdeling og avgrensning av kvikkleire.

Det er utført stabilitetsberegninger for profil I-I i sone 581 Gudding. Foreliggende rapport presenterer stabilitetsberegningene.

Utførte stabilitetsberegning viser en sikkerhetsfaktor på  $F_{cu} = 1,12$  for udrenert tilstand og  $F_{a-\phi} = 1,01$  for drenert tilstand.

00	29.09.2023	Beregningsrapport for profil I-I i kvikkleiresone 581 Gudding	Emil Trones	Pernille Baustad	Anders Gylland
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

## INNHOLDSFORTEGNELSE

<b>1</b>	<b>Innledning .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Beregningsprinsipper .....</b>	<b>6</b>
2.1	Generelt .....	6
2.2	Sikkerhetskrav .....	6
2.3	Beregningsprofil .....	6
2.4	Lagdeling .....	6
2.5	Laster .....	6
2.6	3D effekter .....	7
2.7	Sikrings- og stabiliseringstiltak .....	8
<b>3</b>	<b>Tolkning av materialparametere .....</b>	<b>9</b>
3.1	Generelt .....	9
3.2	Spenningshistorie .....	9
3.3	Udrenerte fasthetsparametere .....	10
3.3.1	$c_u$ fra enaks og konus .....	10
3.3.2	$c_{uA}$ fra CPTU-sonderinger .....	10
3.3.3	SHANSEP .....	10
3.3.4	Anisotropiforhold .....	11
3.4	Drenerte materialparametere .....	12
3.4.1	Materialparametere .....	12
3.4.2	Poretrykksforhold .....	12
<b>4</b>	<b>Kvalitet av grunnlagsdata .....</b>	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>Beregningsresultater .....</b>	<b>16</b>
5.1	Beregningsgrunnlag .....	16
5.2	Stabilitetsberegninger for dagens tilstand .....	16
<b>6</b>	<b>Konklusjon .....</b>	<b>17</b>
<b>7</b>	<b>Referanser .....</b>	<b>18</b>

## TEGNINGER

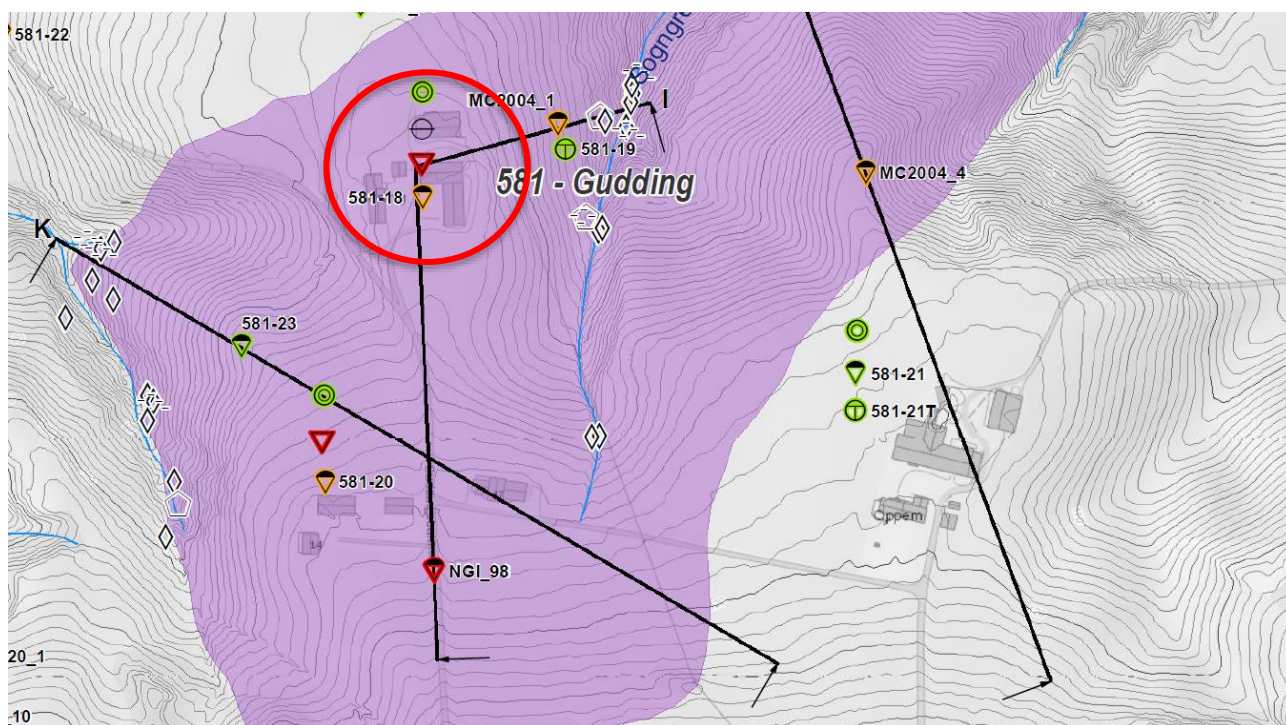
418771-RIG-TEG-581	-001	Oversiktskart
	-500.1	CPTU, BP.518-18, Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet
	-500.2	CPTU, BP.518-18, In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger
	-500.3	CPTU, BP.518-18, Måledata og korrigerede måleverdier
	-500.4	CPTU, BP.518-18, Avledede dimensjonsløse forhold
	-500.5	CPTU, BP.518-18, Prekonsolideringstrykk, $\sigma'_c$
	-500.6	CPTU, BP.518-18, Overkonsolideringsgrad, OCR
	-500.7	CPTU, BP.518-18, Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet
	-501.1	CPTU, BP.518-20, Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet
	-501.2	CPTU, BP.518-20, In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger
	-501.3	CPTU, BP.518-20, Måledata og korrigerede måleverdier
	-501.4	CPTU, BP.518-20, Avledede dimensjonsløse forhold
	-501.5	CPTU, BP.518-20, Prekonsolideringstrykk, $\sigma'_c$
	-501.6	CPTU, BP.518-20, Overkonsolideringsgrad, OCR
	-501.7	CPTU, BP.518-20, Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet
	-700	Lagdeling, profil I-I
	-800	Stabilitetsberegning, profil I-I

## 1 Innledning

NVE engasjerte Multiconsult Norge AS i årene 2017-2019 til å utrede flere utvalgte kvikkleiresoner i Verdal 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 i sone 581 Gudding i Verdal kommune våren 2023 utført 2D resistivitetsmålinger (ERT) som grunnlag for avgrensning av kvikkleiresonen, og lagdeling i grunnen. Resistivitetsmålingene er presentert i NGU rapport nr. 2023.014 [1].

Foreliggende rapport presenterer beregninger med formål om å vurdere stabilitet i sonen med hovedfokus på bebyggelsen på toppen av skråningen (Guddingsbakkan 37, se oversiktskart i Figur 1-1).



Figur 1-1: Oversiktskart som viser plassering av Guddingsbakkan 37 med rød sirkel. Kilde: [2]

## 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 tilfredstiller 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

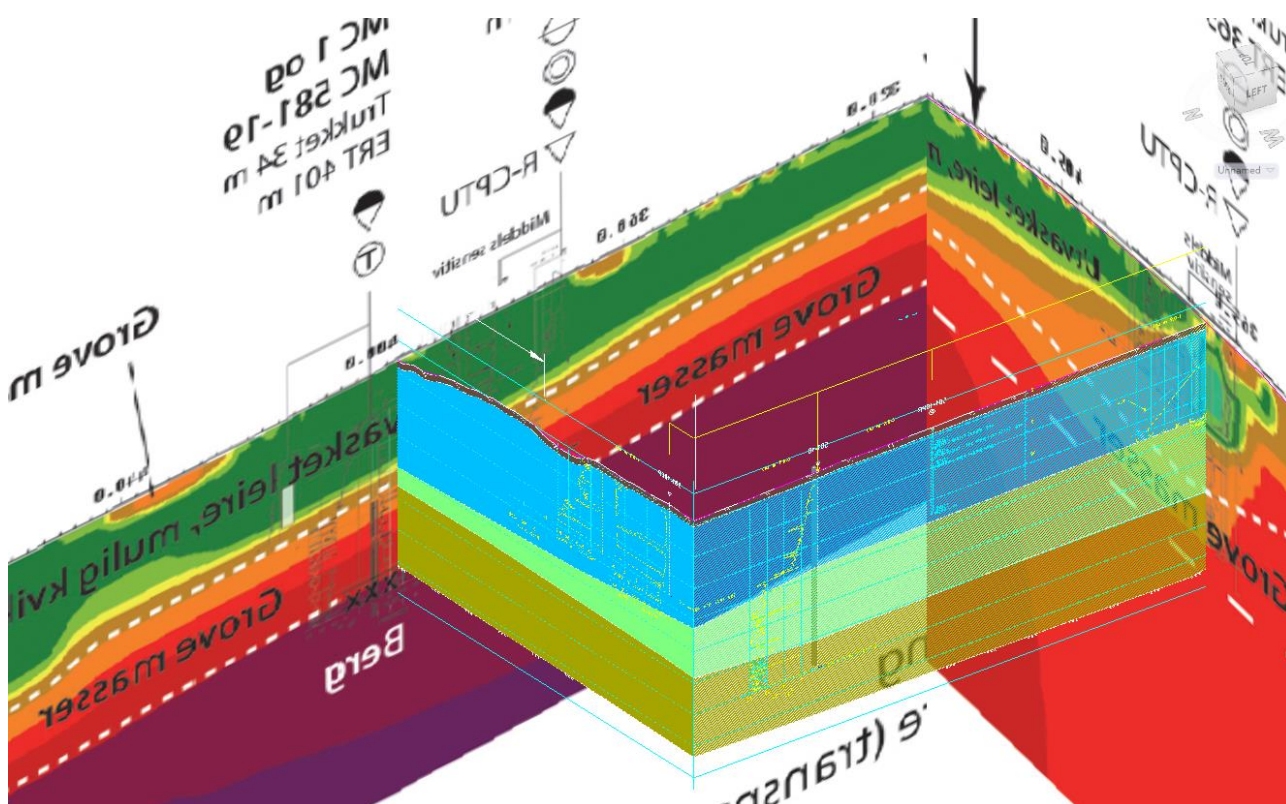
Det er ikke gitt sikkerhetskrav fra NVE og det er ikke vurdert omfang av sikringstiltak i denne rapporten.

### 2.3 Beregningsprofil

Det er utført beregninger for profil I-I etter ønske fra NVE. Tegning nr. 581-001 og Figur 1-1 viser plassering av profilet i sonen. Lagdeling og parametere i profilet er basert på parametere fra CPTU-sondering, laboratorieforsøk, samt SHANSEP, geologisk historie og resistivitetsmålinger.

### 2.4 Lagdeling

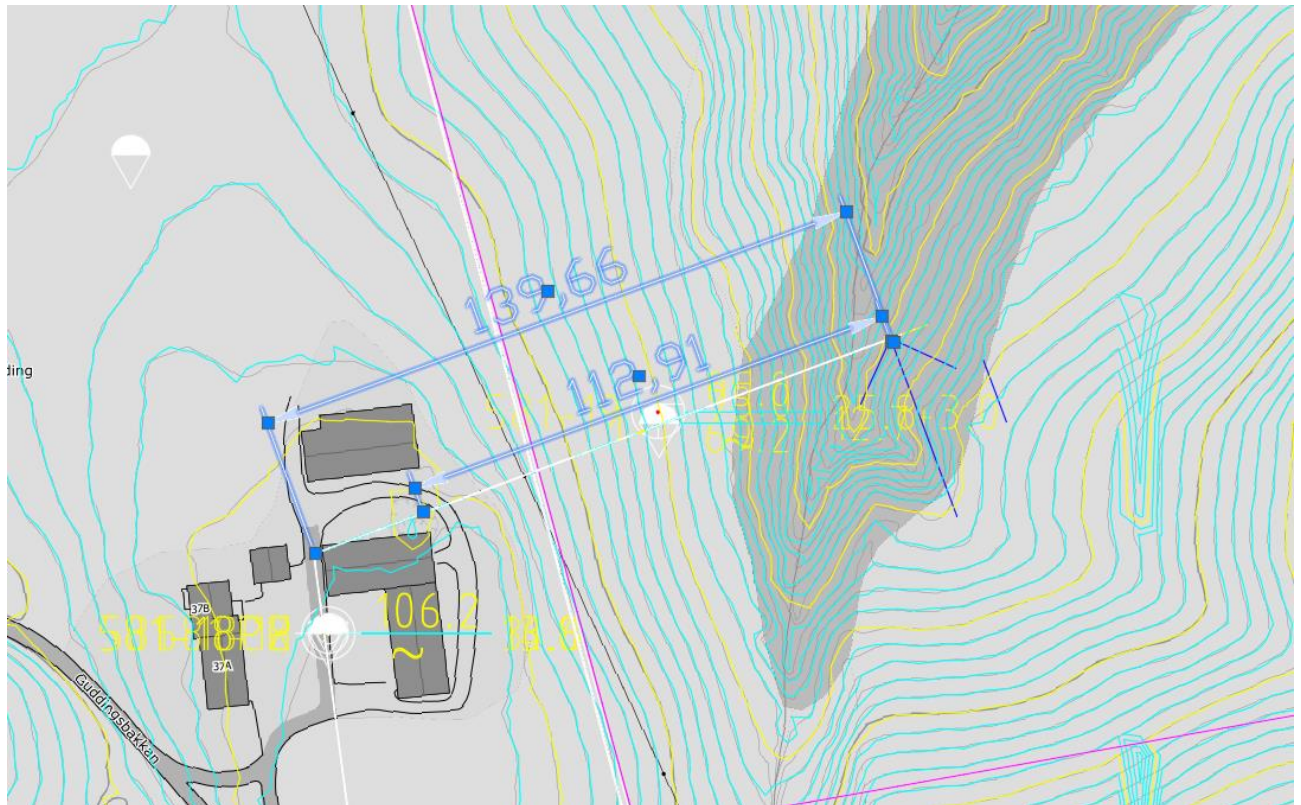
Lagdelingen er tolket i en kombinasjon mellom geotekniske borpunkter og resistivitetsmålinger. Grunnet er vurdert romlig i Autocad (Civil 3d). Utklipp fra den romlige modellen vises i Figur 2-1.



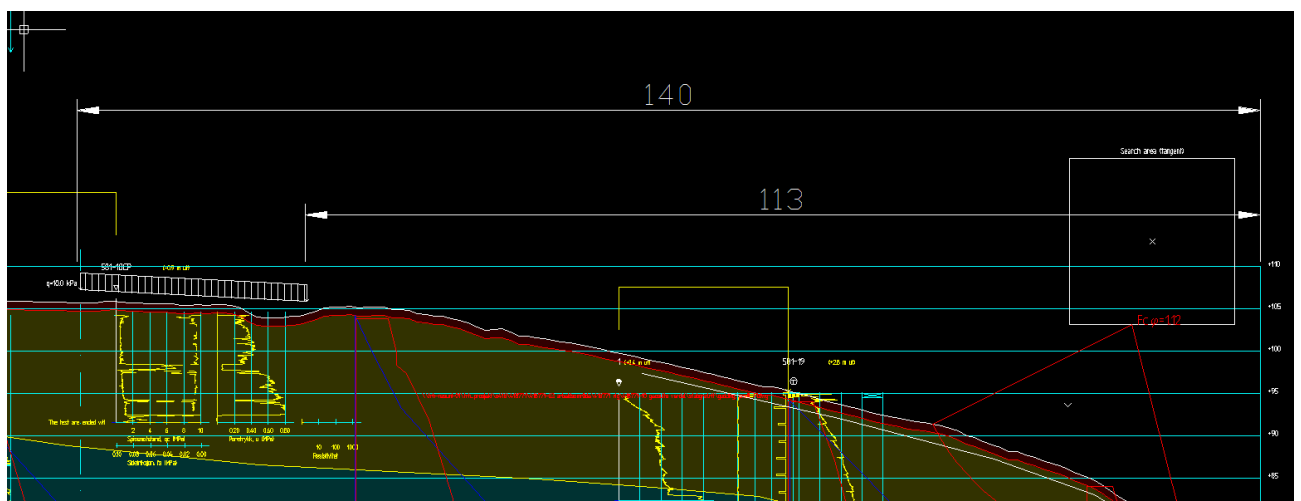
Figur 2-1: 3D-figur som viser lagdeling av beregningsprofil sammen med resultater fra resistivitetsmålingene

### 2.5 Laster

En generell last fra bebyggelsen på toppen av skråningen, på 10 kPa, er benyttet i stabilitetsberegningen. Utstrekningen av lasten vises i plan i Figur 2-2 og i profil i Figur 2-3.



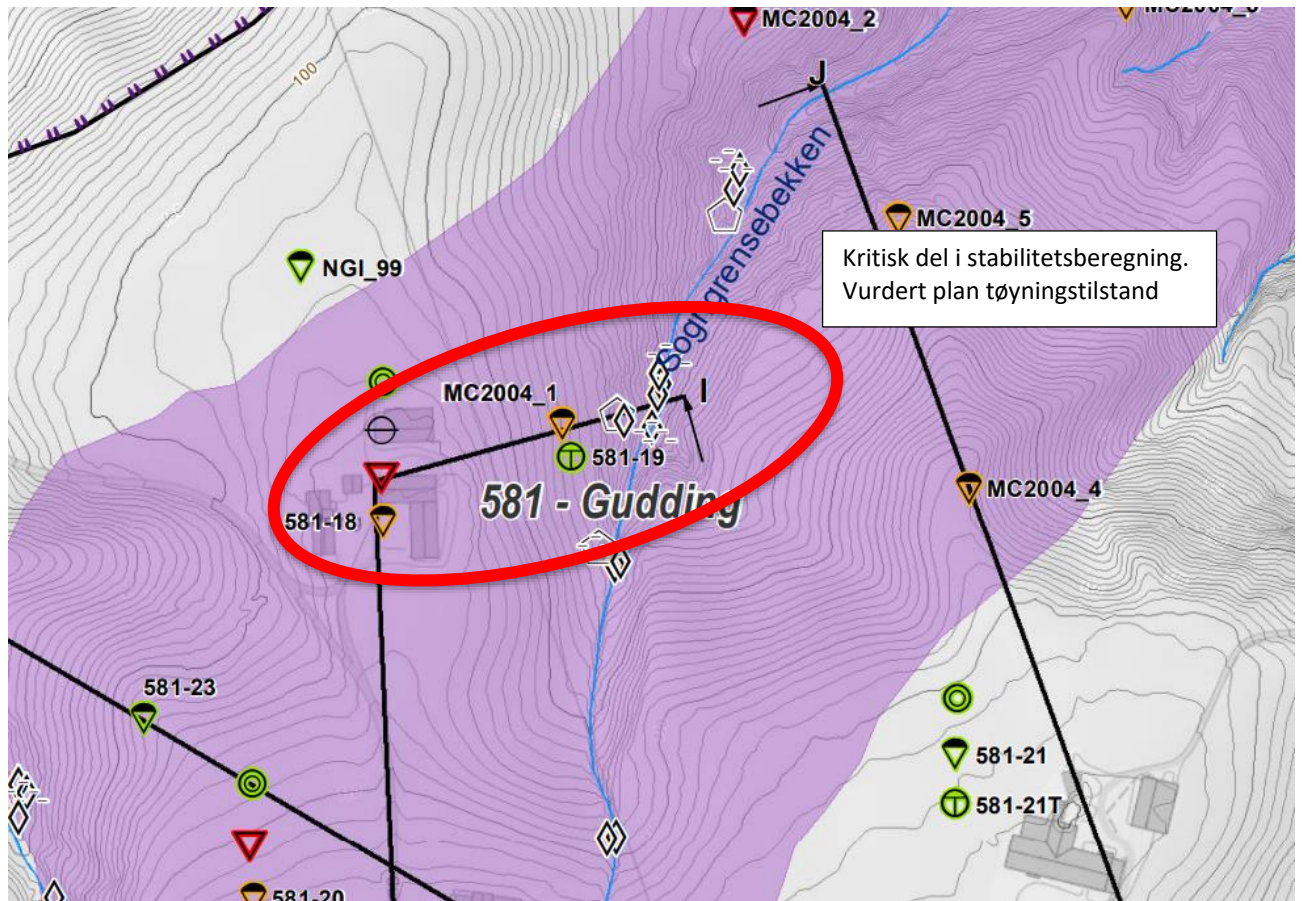
Figur 2-2: Utstrekning av lasten som er satt på toppen av skråningen



Figur 2-3: Utstrekning av lasten i stabilitetsberegningen

## 2.6 3D effekter

For den kritiske delen av beregningen er det vurdert at det er plan tøyningstilstand. 3d-effekter er dermed ikke relevant.



Figur 2-4: Oversiktskart som viser plassering av profil I-I. Kilde: [2]

## 2.7 Sikrings- og stabiliseringstiltak

Sikrings- og stabiliseringstiltak er ikke vurdert.



### 3 Tolkning av materialparametere

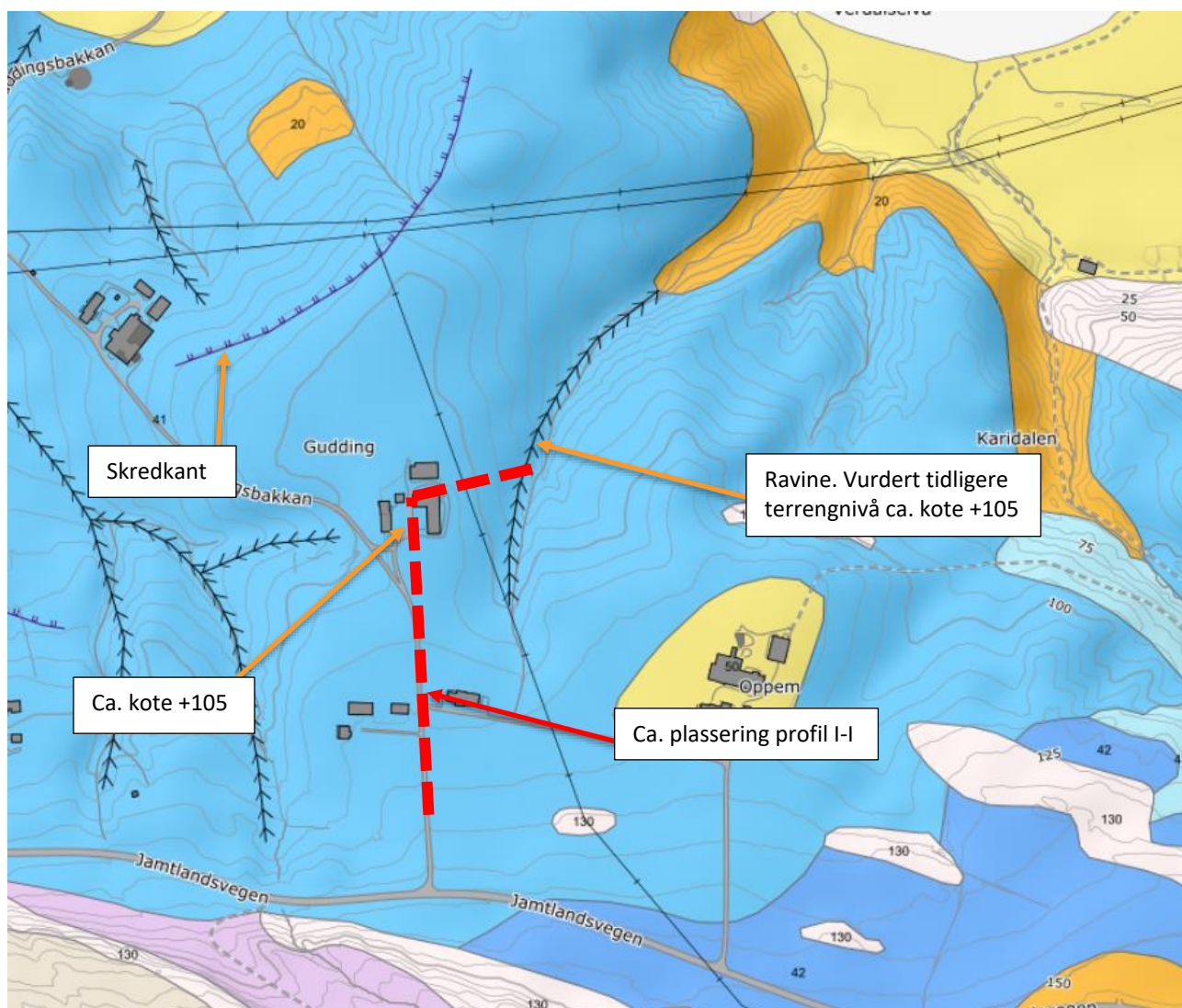
#### 3.1 Generelt

Tolkning av beregningsparametere er utført med bakgrunn i resultat av utførte CPTU-sonderinger og opptatte 54 mm prøveserier som er presentert i datarapport nr. 10200523-RIG-RAP-003 [3]. Ved mangel på datagrunnlag benyttes det i utgangspunktet lokale erfaringsverdier eller erfaringsverdier fra Statens vegvesenets håndbok V220 [4].

#### 3.2 Spenningshistorie

Prekonsolideringsspenning  $\sigma'_c$  og overkonsolideringsforhold OCR er tolket ut fra ødometerforsøk og CPTU-sonderingene. Opptegning av CPTU-sonderingene i tegning -581-500.1 til -501.7 viser tolket designprofil for  $\sigma'_c$  og OCR sammen med benyttede tolkningsmetoder i borpunktene der det er utført CPTU.

Det er i tillegg utført helhetlig vurdering av geologien for tidligere overlaging der det ikke er utført grunnundersøkelser (se Figur 3-1).



Figur 3-1: Kvartærgeologisk kart med plassering av profil I-I vist med rød stiplet linje. Kilde: [5]

### 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 CPTU-sonderinger

For bestemmelse av udrenert skjærfasthet er CPTU-sonderingene korrelert iht. empirisk baserte tolkningsfaktorer som vist på tegning -581-500.1 til -501.7, hvor tolket designlinje er inkludert.

#### 3.3.3 SHANSEP

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

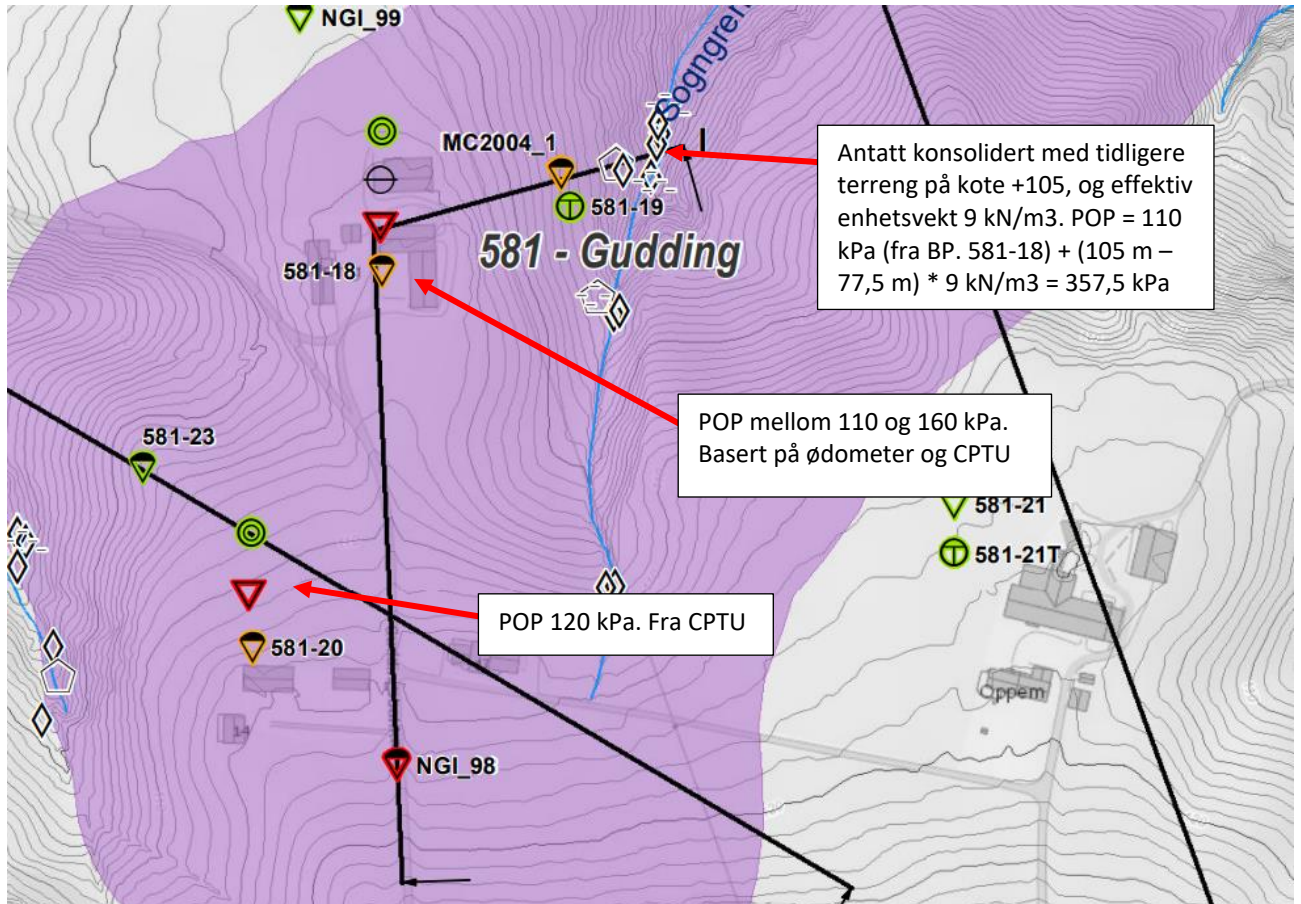
$$c_{uA} = \alpha * OCR^m * \sigma'_0$$

Der:

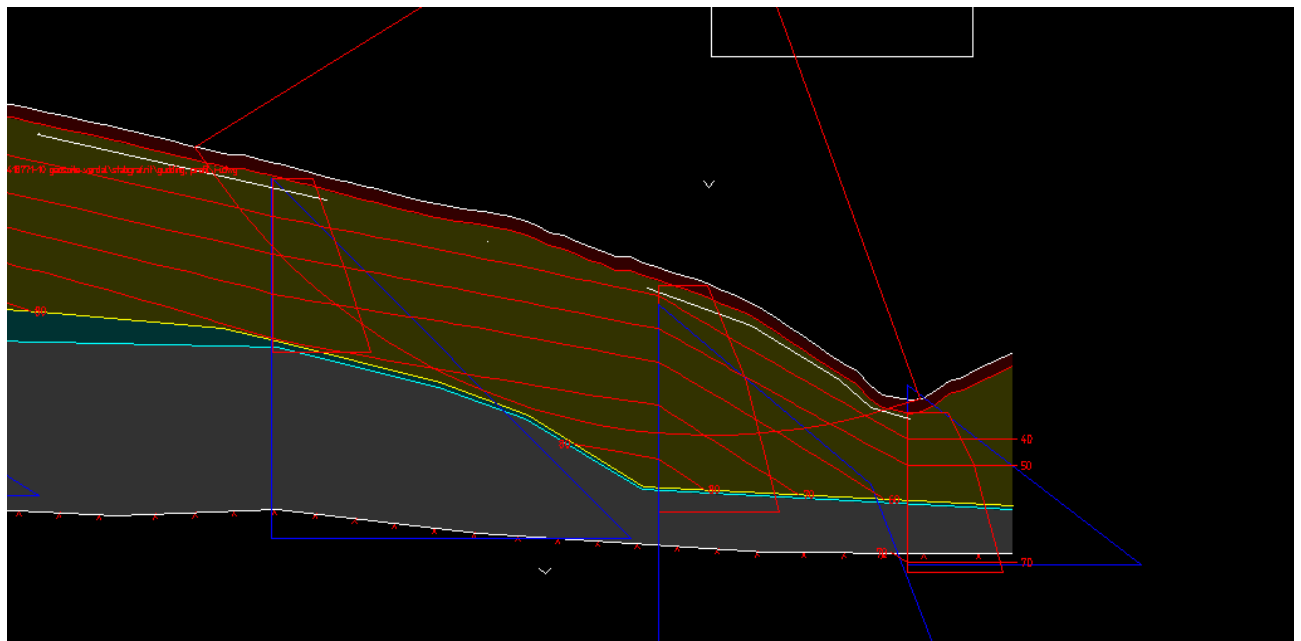
- $\alpha$  = Stigningstall som varierer vanligvis mellom 0,25 og 0,35 for aktiv skjærfasthet. Med støtte fra CPTU i borpunkt 581-18 og 581-20 er verdien satt til  $\alpha = 0,3$  i utførte beregninger
- OCR = Overkonsolideringsgrad =  $\sigma'_c / \sigma'_0$ . Beregnet ut fra tidligere overlaging, POP (pre-overburden pressure), hvor OCR =  $(POP + \sigma'_0) / \sigma'_0$ . Oversiktskart som viser benyttede verdier for POP vises i Figur 3-2
- m = Eksponent som for norske leirer typisk har vist seg å variere mellom ca. 0,65 og 0,75 avhengig av leire. Med støtte fra CPTU i borpunkt 581-18 og 581-20 er verdien satt til m = 0,65 i utførte beregninger
- $\sigma'_{v0}$  = In situ vertikal effektivspenning

Der hvor det er nødvendig å plassere et fasthetsprofil i stabilitetsberegningene, men det ikke foreligger 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 -581-500.1 til -501.7. Isolinjer mellom  $c_u$ -profilene vises i Figur 3-3.



Figur 3-2: vurderinger rundt prekonsolidering og tidligere terrengnivå



Figur 3-3: Isolinjer mellom  $c_u$ -profilene

### 3.3.4 Anisotropiforhold

I totalspenninganalysene tas det hensyn til spenningsanisotropi i leira. Dette betyr at udrenert skjærfasthet ( $c_u$ ) varierer med hovedspenningsretningene (ADP-analyse). Utgangspunktet for fastsetting av skjærfasthet i de forskjellige hovedspenningsretningene er udrenert aktiv skjærfasthet. For leira er direkte og passiv skjærfasthet beregnet ut ifra følgende sammenheng:

$$c_{u,DSS} = c_{u,A} \cdot 0,63$$

$$c_{u,P} = c_{u,A} \cdot 0,35$$

Dette er i henhold til NIFS rapport 14/2014, ref. [6].

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 erfaringsverdier fra området.

Attraksjon og friksjonsvinkel benyttet i beregninger vises i Tabell 3-1.

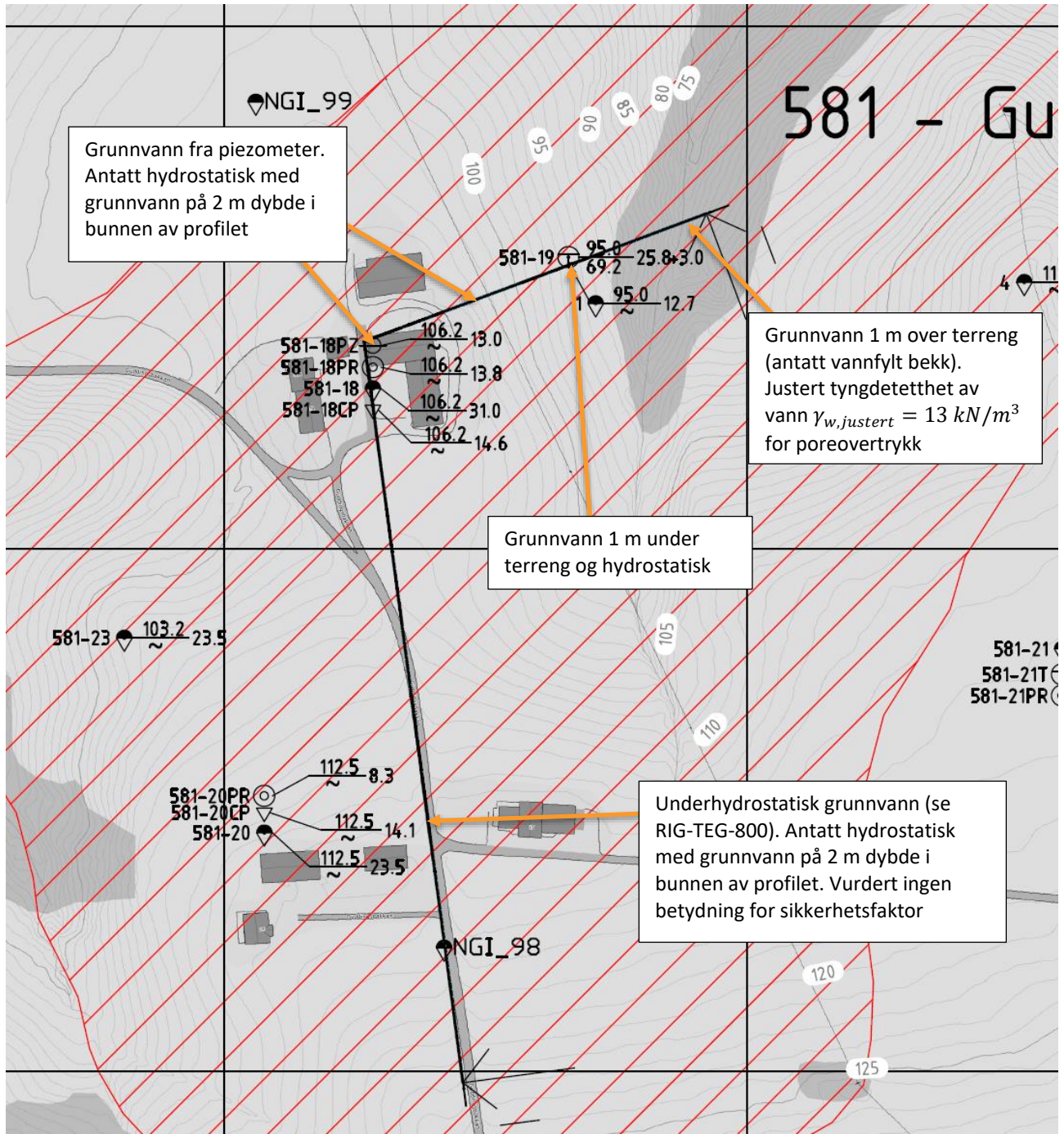
Tabell 3-1: Oppsummering effektivspenningsparametere

Materiale	Tyngdetetthet $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi$ (°); $\tan\phi$	Kohesjon $c$ (kPa)
Tørrskorpe	19	30; 0,58	0
Leire	19	29; 0,55	9
Sand/silt	19	33; 0,65	5
Sand/grus	19	35; 0,7	5

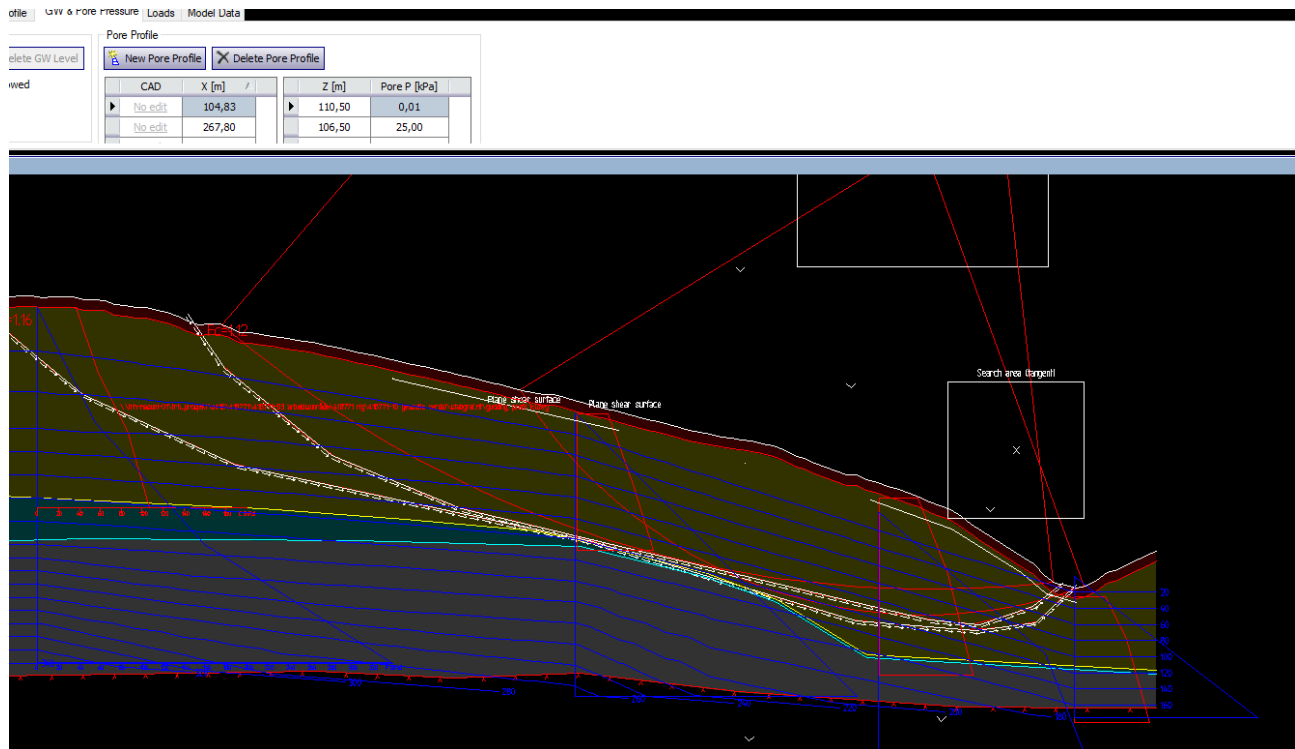
#### 3.4.2 Poretrykksforhold

Poretrykksforhold er basert på piezometer satt som del av grunnundersøkelsene i Multiconsult rapport nr. 10200523-RIG-RAP-003 [7]. Det er påvist underhydrostatisk poretrykk på topp av skrånningene. I bunn er det antatt overhydrostatisk poretrykksfordeling med dybden (antatt justert tyngdetetthet for vann  $\gamma_{w,justert} = 13 \text{ kN/m}^3$ ). Benyttede profiler for poretrykk er vist på beregningsprofilene, tegning 418771-RIG-TEG-581-800. Isolinjer vises i Figur 3-5.

Oversiktskart som oppsummerer vurderingene gjort ifm. poretrykk vises i Figur 3-4.



Figur 3-4: Vurderinger gjort av poretrykk i stabilitetsberegningene



Figur 3-5: isolinjer mellom poretrykksprofilene i stabilitetsberegningen

#### 4 Kvalitet av grunnlagsdata

Samtlige utførte CPTU havner i anvendelsesklasse 1 for både spissmotstand, friksjon og poretrykk, ref. dokumentasjon måledata i datarapport ref. [7].

Ødometerforsøkene viser en tydelig markering av prekonsolideringsspenning.

Totalt sett vurderes kvaliteten i tilgjengelig parametergrunnlag å være tilfredsstillende. Men på grunn av at det ikke er utført CPTU eller annen parameterinnhenting mot bunn av skrånings i profil I, og at det er dette området hvor de kritiske skjærflatene ligger, er det en usikkerhet i beregnede sikkerhetsfaktorer.

## 5 Beregningsresultater

Situasjonsplan over sone 581 Gudding er vist på tegning 418771-RIG-TEG-581-001.

### 5.1 Beregningsgrunnlag

Benyttede designlinjer for udrenert skjærfasthet er vist på profiltegninger med beregningsresultater 418771-RIG-TEG-581-800. Drenerte parametere og tyngdetetthet er vist i tabell på de samme tegningene.

### 5.2 Stabilitetsberegninger for dagens tilstand

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

Tabell 5-1: Sikkerhetsfaktor for kritisk glideflater

Tegning nr.	Beregning	Analyse	Sikkerhetsfaktor F for kritisk glideflate
-581-800	Profil I-I	ADP (udrenert)	1,12 / 1,12*
-581-800	Profil I-I	aφ (drenert)	1,01

\*sammensatt skjærflate



## 6 Konklusjon

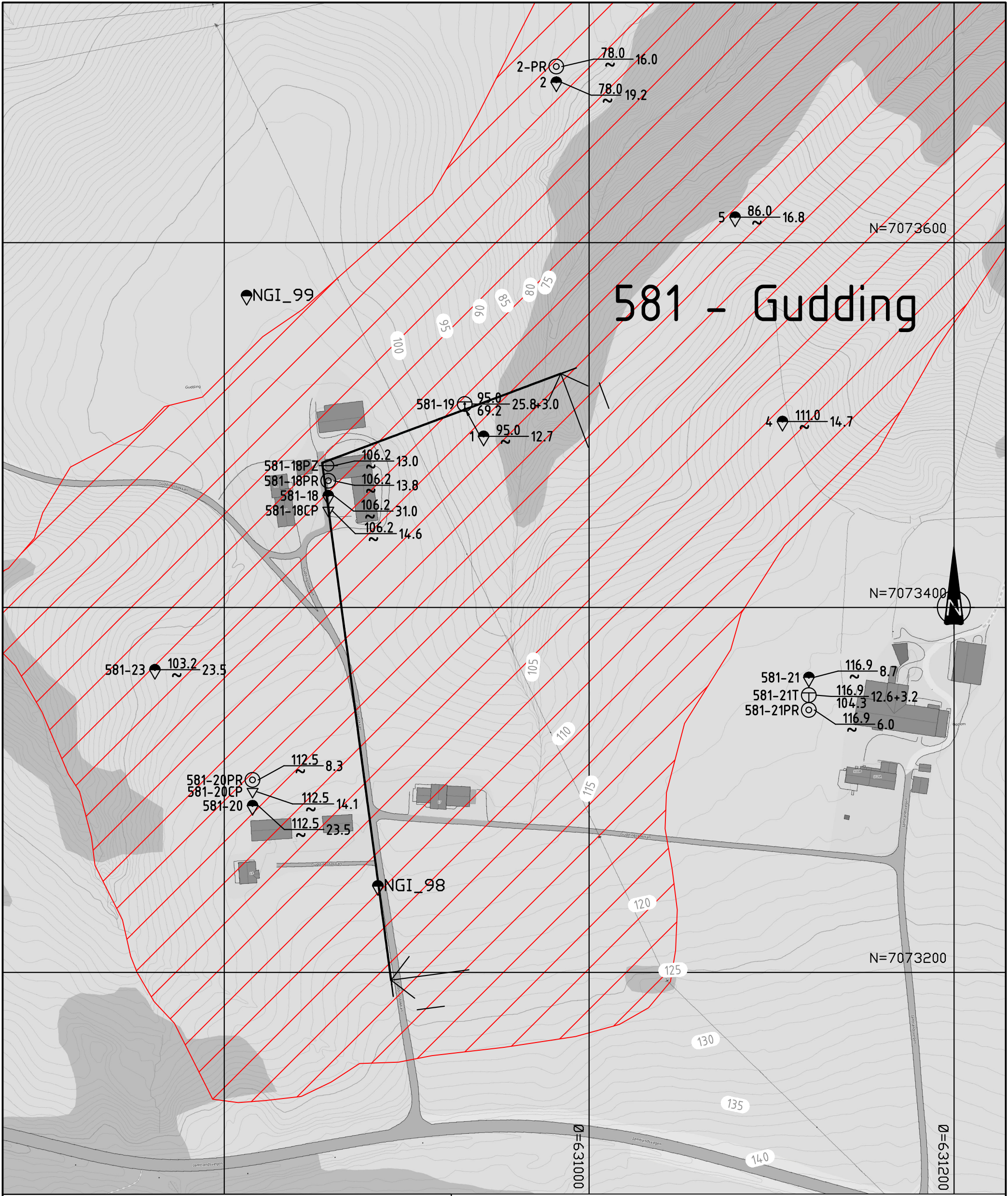
I forlengelse av Kvikkleiresoneutredning «light» prosjektet i Trøndelag i regi av NVE er det utført en stabilitetsberegning i kvikkleiresone 581 – Gudding med formål om å vurdere stabilitet med hovedfokus på bebyggelsen i Guddingsbakkan 37.

Utførte stabilitetsberegning i profil I-I viser en sikkerhetsfaktor på  $F_{cu} = 1,12$  for udrenert tilstand og  $F_{a-\phi} = 1,01$  for drenert tilstand.

## 7 Referanser

- [1] NGU, "2023.014. Resistivitetmålinger for løsmassekartlegging i Verdal, Trøndelag," Jun. 2023.
- [2] NGI, "20170397-11-R. Rev. nr. 1/07.11.20187. Kvikkleiresoneutredning 'light'. Risiko for kvikkeleireskred i Verdal kommune.," Nov. 2018.
- [3] Multiconsult, "10200526-RIG-RAP-001. Kvikkleiresoneutredning 'light' Trøndelag - Utlysingsområde 2 - Stjørdal," Aug. 2018.
- [4] Statens vegvesen, Vegdirektoratet, "Geoteknikk i vegbygging (Håndbok V220)," 2018.
- [5] NGU, "Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase - kvartærgeologiske kart." [Online]. Available: [https://geo.ngu.no/kart/losmasse\\_mobil/](https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/)
- [6] V. Thakur *et al.*, "En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer," Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), Statens Vegvesen (SVV) og Jernbaneverket (JV), NIFS rapport 14/2014, Jan. 2014. [Online]. Available: [http://www.google.no/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB4QFjAAahUKEwjph6iNrvPGAhWfKSwKHY6iCwM&url=http%3A%2F%2Fwebby.nve.no%2Fpublikasjoner%2Frapport%2F2014%2Frapport2014\\_14.pdf&ei=vPixVem5HYWjsgGOxa4Y&usq=AFQjCNFK2WfQ8A2IcC3AD4IL00vCX9K0vA&sig2=zUFtBvtv8oXiCiiVyGXPUA&bvm=bv.98476267,d.bGg](http://www.google.no/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB4QFjAAahUKEwjph6iNrvPGAhWfKSwKHY6iCwM&url=http%3A%2F%2Fwebby.nve.no%2Fpublikasjoner%2Frapport%2F2014%2Frapport2014_14.pdf&ei=vPixVem5HYWjsgGOxa4Y&usq=AFQjCNFK2WfQ8A2IcC3AD4IL00vCX9K0vA&sig2=zUFtBvtv8oXiCiiVyGXPUA&bvm=bv.98476267,d.bGg)
- [7] Mutlconsult, "10200523-RIG-RAP-003. Kvikkleiresoneutredning 'light' Trøndelag - Utlysingsområde 1 – Verdal," Feb. 2018.

\\frh-nasuni-01\TRH\_Projekt\04\18\4\18771\4\18771-RIG\_Gudding, Ekren og Fåren\Gudding\Borplan - Gudding.dwg, - Layout: [001 (A3 stående)]; - Plottet av: emf, Dato: 2023.09.21 kl 11:43



**HENVISNINGER:**

NGI\_x: Fra NGI rapport nr. 86024-1 og -2, [1987]  
 581-x: Fra Multiconsult rapport nr. 10200523-RIG-RAP-003 [2018]  
 Uten prefiks: Fra Multiconsult rapport nr. 410622 [2004]

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
00	-	-	-	-	-

**TEGNFORKLARING:**

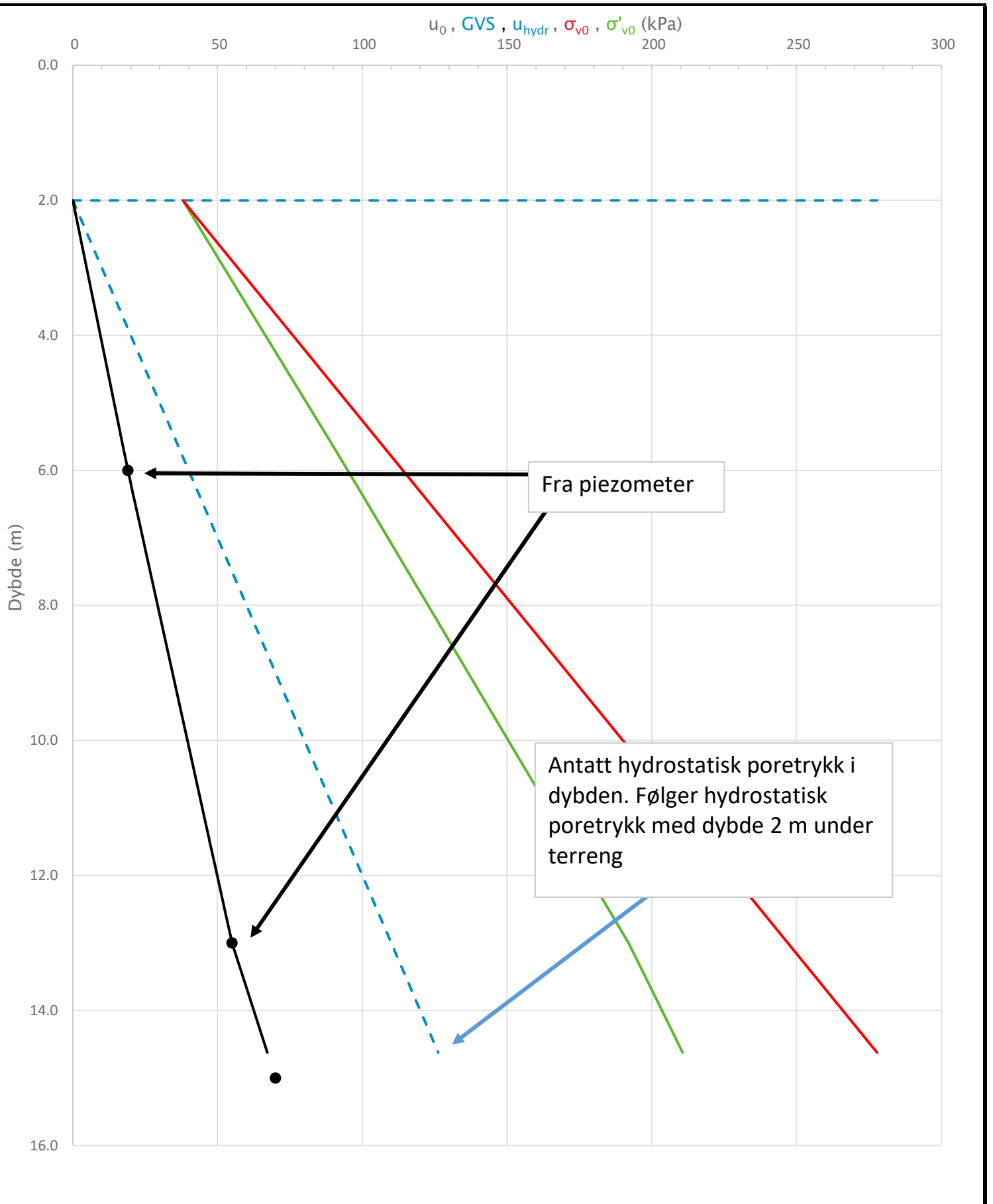
● DREIESONDERING	⊙ PRØVESERIE	⊖ PORETRYKKMÅLING
○ ENKEL SONDERING	□ PRØVEGROP	⊕ KJERNEBORING
▼ RAMSONDERING	⬇ DREIETRYKKSONDERING	⊗ FJELLKONTROLLBORING
▽ TRYKKSONDERING	⊠ SKRUPATEFORSØK	⊞ BERG I DAGEN
⊕ TOTALSONDERING	+ VINGEBORING	

KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA KARTVERKET/NVE  
 KOORDINATSYSTEM: EUREF89, sone 32  
 HØYDEREFERANSE: NN2000

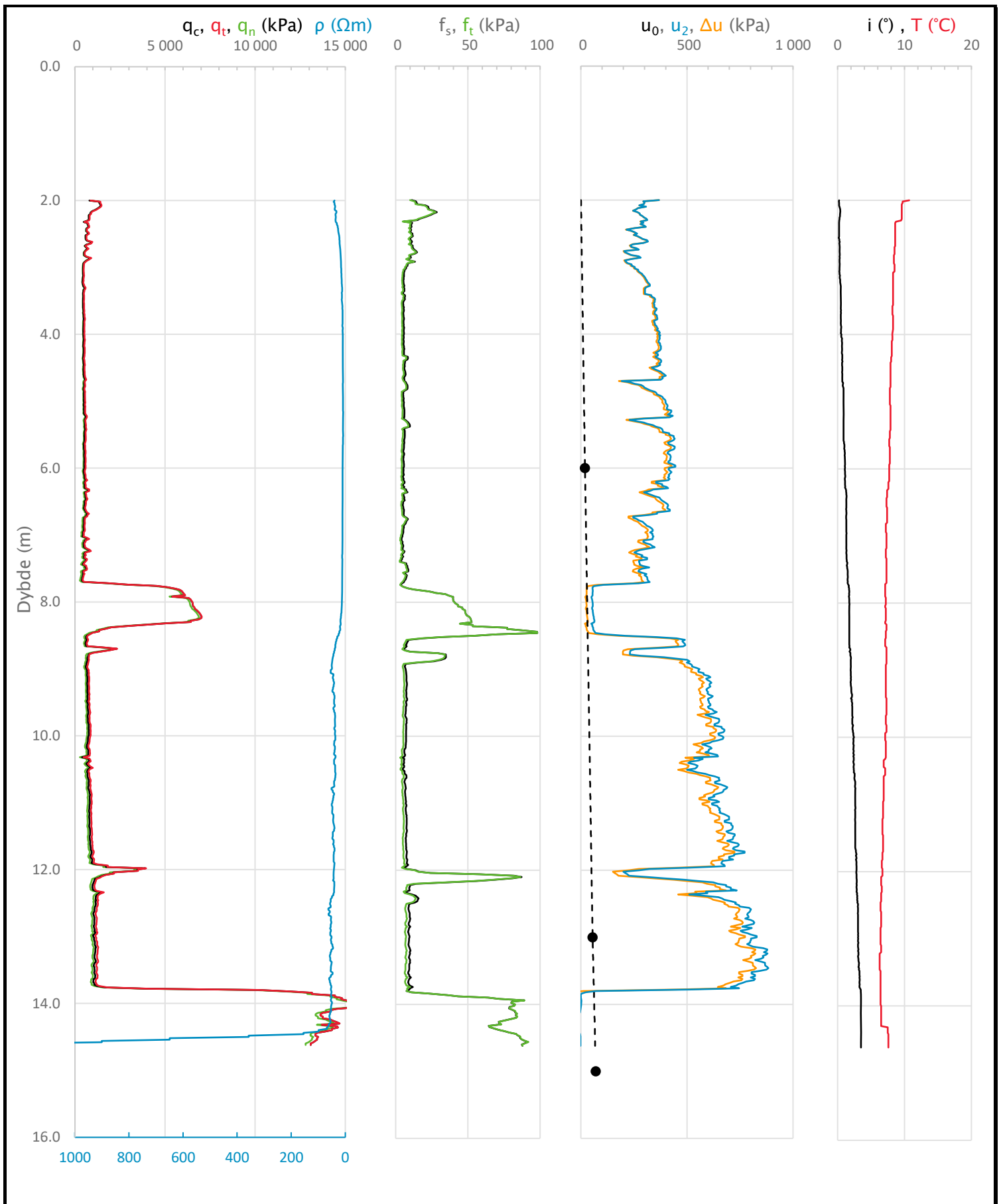
**EKSEMPEL:**  
 ⊕ TERRENGKOTE/SJOBUNNKOTE BORET DYBDE+BORET I BERG  
 ⊖ ANTATT BERGKOTE

 www.multiconsult.no	<b>NVE</b> Kvikleirsonedretning "ligh" Trøndelag Verdal kommune, sone 581 Gudding Oversiktskart for profil I-I	Status	Godkjent	Fag	RIG	Originalt format	A3	Dato	2023-09-20
		Konstr./Tegnet	EMT	Kontrollert	PERB	Godkjent	ANG	Målestokk	1:2000
		Oppdragsnr.	418771	Tegningsnr.	RIG-TEG-581-001	Rev.	00		

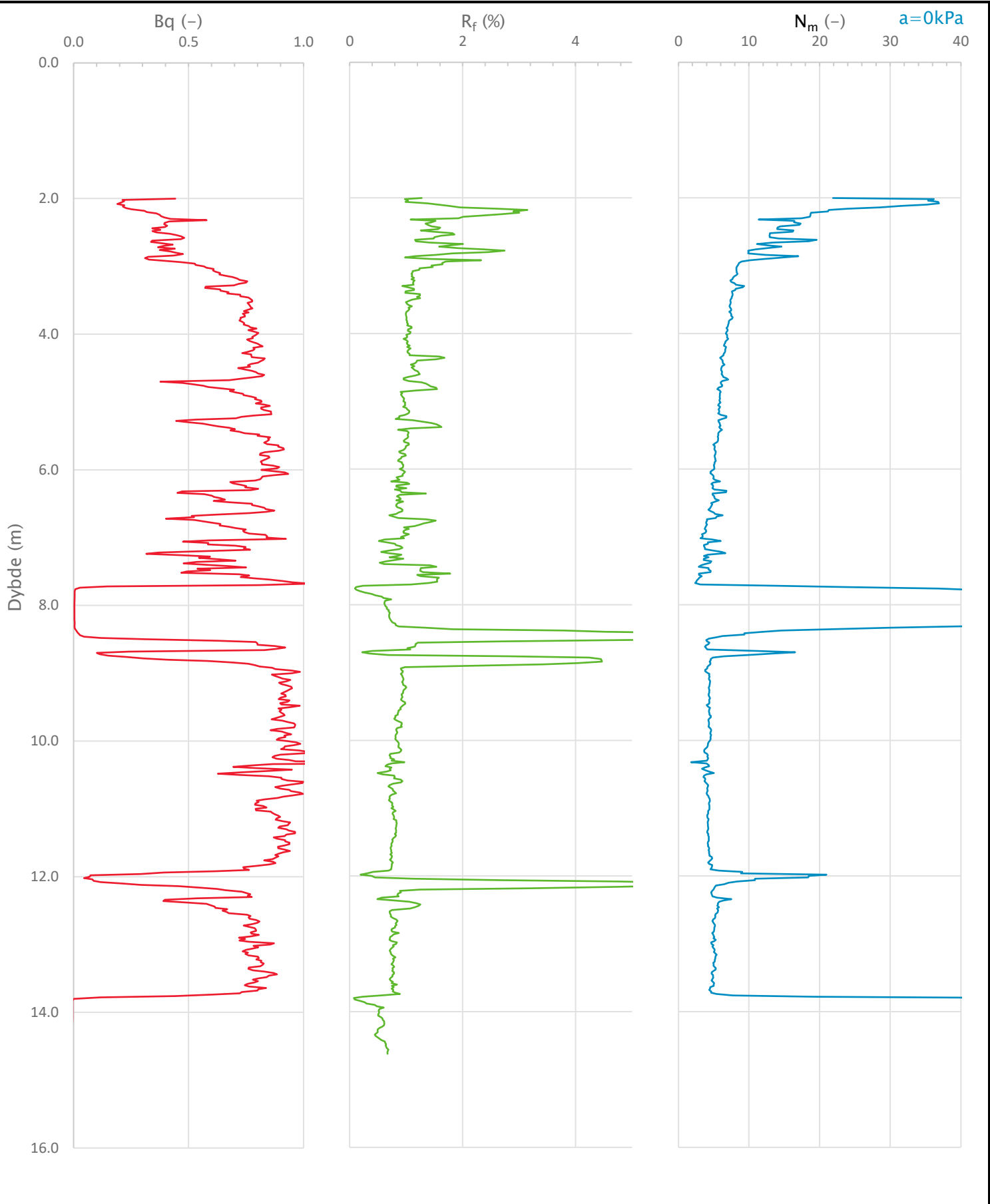
Sonde og utførelse						
Sondennummer	4293		Boreleder		Oddbjørn	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		4.4	
Kalibreringsdato	18.01.2017		Maks helning (°)		3.5	
Dato sondering	23.11.2017		Maks avstand målinger (m)		0.02	
Filtertype	Porøst filter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	20		0.5		2	
Måleområde (MPa)	20		0.5		2	
Skaleringsfaktor	-		-		-	
Oppløsning 2 <sup>12</sup> bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 <sup>18</sup> bit (kPa)	0.21		0.01		0.02	
Arealforhold	0.8440		0.0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	12.08		0.26		0.81	
Temperaturområde (°C)	50					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	7096.5		132.7		247.0	
Registrert etter sondering (kPa)	-21.8		-0.1		3.0	
Avvik under sondering (kPa)	21.8		0.1		3.0	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	1.1		0.0		0.1	
Maksverdi under sondering (kPa)	15803.8		98.2		884.1	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
<b>Samlet nøyaktighet (kPa)</b>	<b>23.1</b>	<b>0.1</b>	<b>0.1</b>	<b>0.1</b>	<b>3.1</b>	<b>0.3</b>
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					
<b>Anvendelsesklasse</b>	<b>1</b>					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon		Poretrykk		Helning	
OK	OK		OK		OK	
Kommentarer:						
Prosjekt			Prosjektnummer: 418771 Rapportnummer: RIG-RAP-581-001		Borhull Kote +106.2	
<b>Kvikkleiresoneutredning «light» Trøndelag</b>					<b>581.18</b>	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					<b>4293</b>	
<b>Multiconsult</b>	Utført		Kontrollert		Godkjent	
	EMT		PERB		ANG	
Divisjon		Dato sondering		Revisjon		Anvend.klasse
Multiconsult		23.11.2017		0		
				Rev. dato		<b>500.1</b>
				28.09.2023		



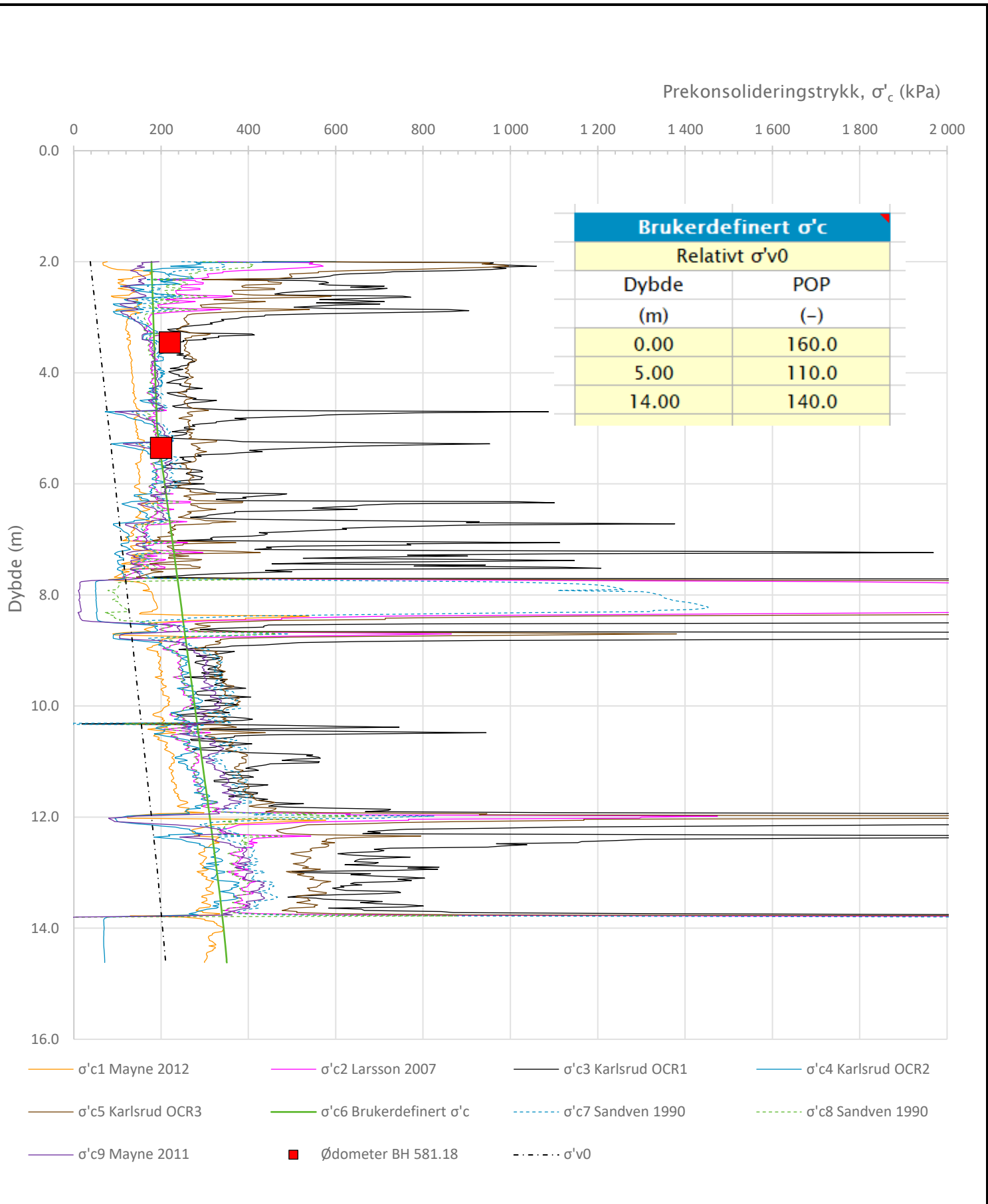
Prosjekt		Prosjektnummer: 418771 Rapportnummer: RIG-RAP-581-001		Borhull	Kote +106.2
<b>Kvikkleiresoneutredning «light» Trøndelag</b>				<b>581.18</b>	
Innhold		In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger		Sondennummer	<b>4293</b>
<b>Multiconsult</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	<b>1</b>
	EMT	PERB	ANG		
Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Rev. dato	RIG-TEG	<b>500.2</b>
Multiconsult	23.11.2017	0	28.09.2023		



Prosjekt		Prosjektnummer: 418771 Rapportnummer: RIG-RAP-581-001		Borhull	Kote +106.2
<b>Kvikkleiresoneutredning «light» Trøndelag</b>				<b>581.18</b>	
Innhold				Sondennummer	
Måledata og korrigerte måleverdier				<b>4293</b>	
<b>Multiconsult</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	<b>1</b>
	EMT	PERB	ANG		
Divisjon	Dato sondering	Revisjon		RIG-TEG	
Multiconsult	23.11.2017	0		<b>500.3</b>	
		Rev. dato	28.09.2023		

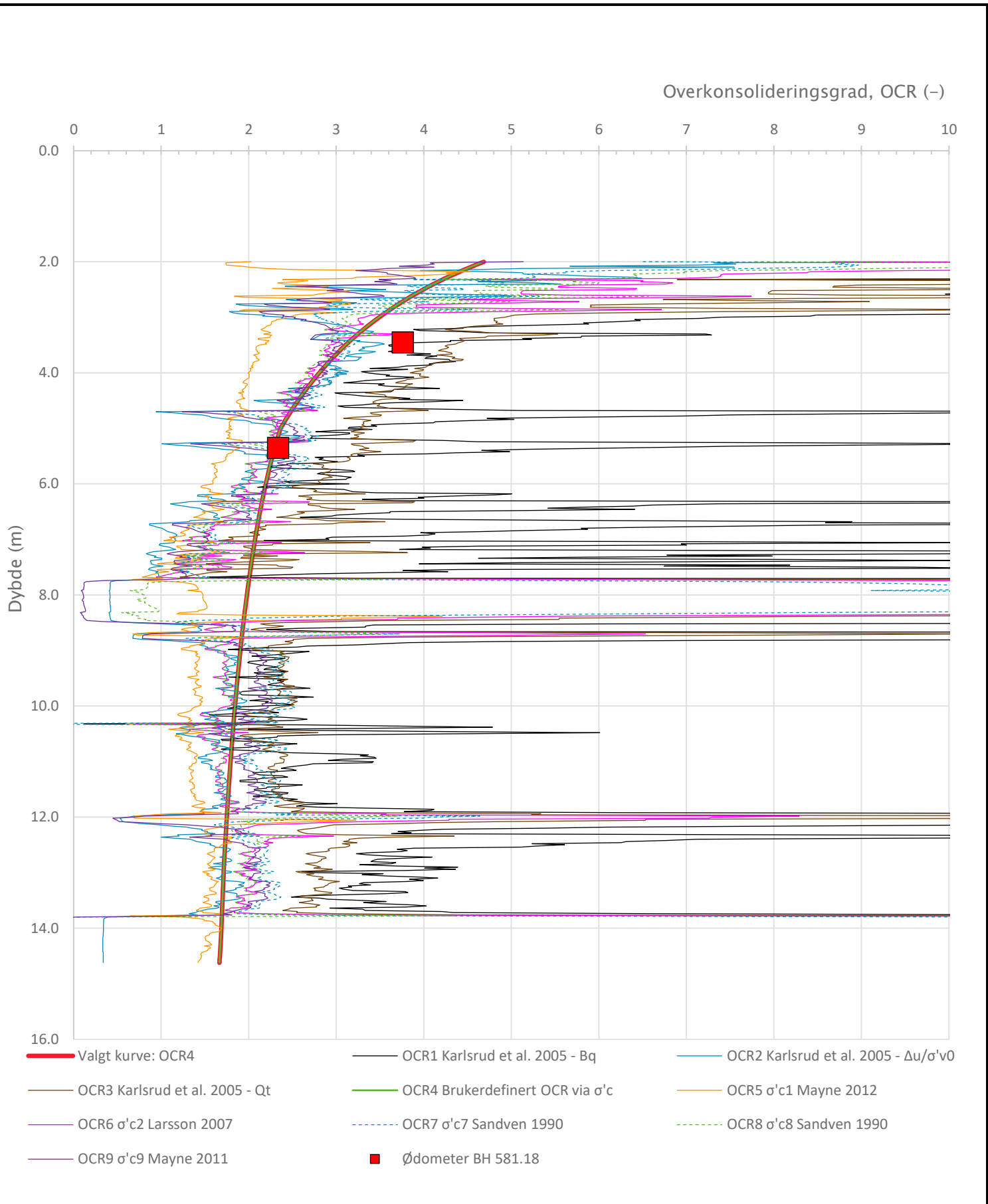


Prosjekt		Prosjektnummer: 418771 Rapportnummer: RIG-RAP-581-001		Borhull	Kote +106.2
<b>Kvikkleiresoneutredning «light» Trøndelag</b>				<b>581.18</b>	
Innhold				Sondenummer	
Avledede dimensjonsløse forhold				<b>4293</b>	
<b>Multiconsult</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	EMT	PERB	ANG	<b>1</b>	
Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Rev. dato	RIG-TEG	<b>500.4</b>
Multiconsult	23.11.2017	0	28.09.2023		



Prosjekt		Prosjektnummer: 418771 Rapportnummer: RIG-RAP-581-001		Borhull	Kote +106.2
<b>Kvikkleiresoneutredning «light» Trøndelag</b>				<b>581.18</b>	
Innhold				Sondenummer	
Prekonsolideringstrykk, $\sigma'_c$				<b>4293</b>	
<b>Multiconsult</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	EMT	PERB	ANG	<b>1</b>	
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	
Multiconsult	23.11.2017	Rev. dato			
			0	<b>500.5</b>	
			28.09.2023		





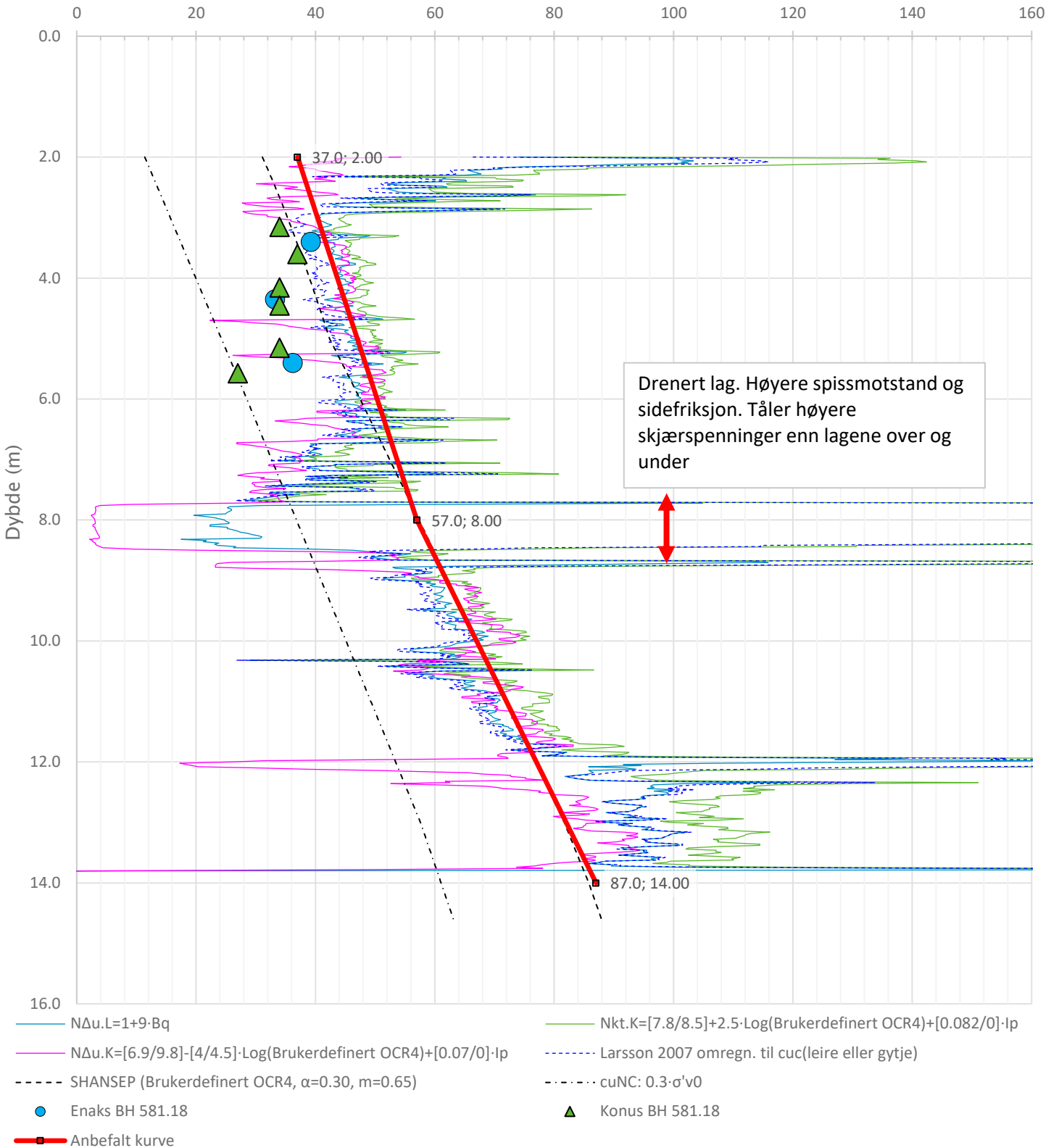
Prosjekt			Prosjektnummer: 418771 Rapportnummer: RIG-RAP-581-001		Borhull	Kote +106.2
<b>Kvikkleiresoneutredning «light» Trøndelag</b>					<b>581.18</b>	
Innhold					Sondennummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR					<b>4293</b>	
<b>Multiconsult</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent		Anvend.klasse	1
	EMT	PERB	ANG			
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	0	RIG-TEG	<b>500.6</b>
Multiconsult	23.11.2017	Rev. dato	28.09.2023			

Anisotropiforhold i figur:

Enaks BH 581.18:  $c_{uc}/c_{ucptu} = 1.000$

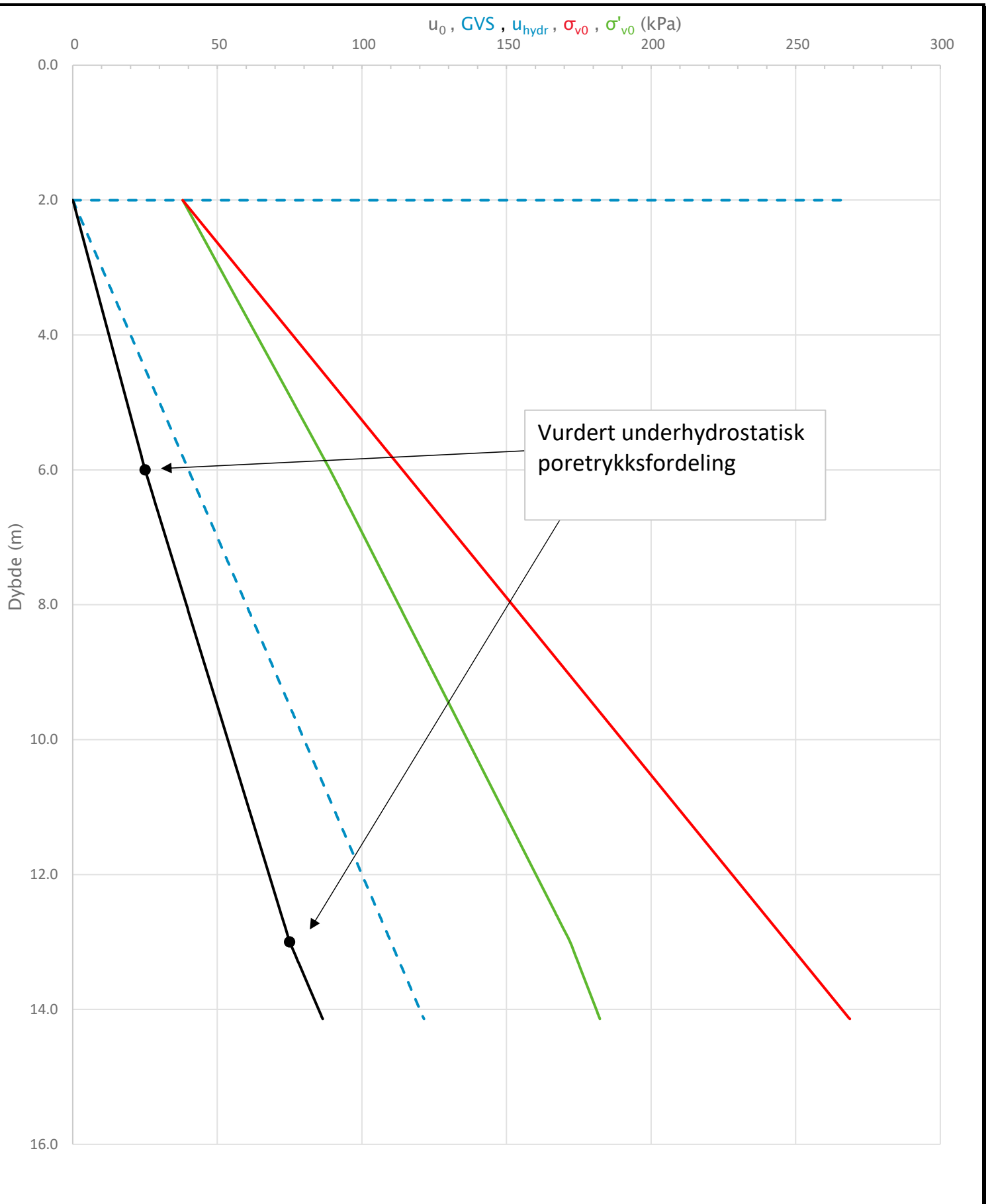
Konus BH 581.18:  $c_{ufc}/c_{ucptu} = 1.000$

Udrenert aktiv skjærfasthet,  $c_{ucptu}$  (kPa)

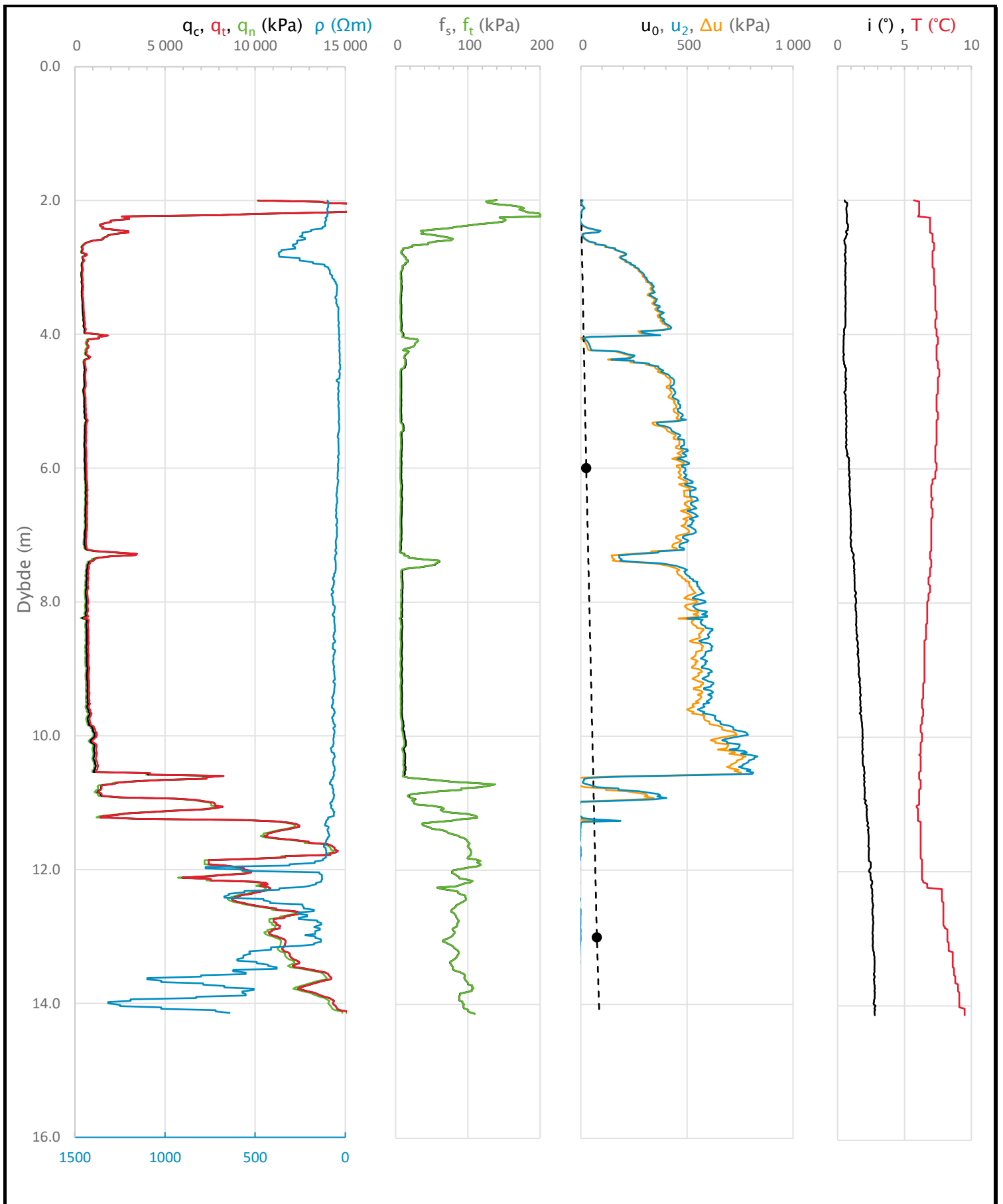


Prosjekt		Prosjektnummer: 418771 Rapportnummer: RIG-RAP-581-001		Borhull	Kote +106.2
<b>Kvikkleiresoneutredning «light» Trøndelag</b>				<b>581.18</b>	
Innhold		Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet		Sondennummer	
				<b>4293</b>	
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	EMT	PERB	ANG		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	500.7
	Multiconsult	23.11.2017	0 Rev. dato 28.09.2023		

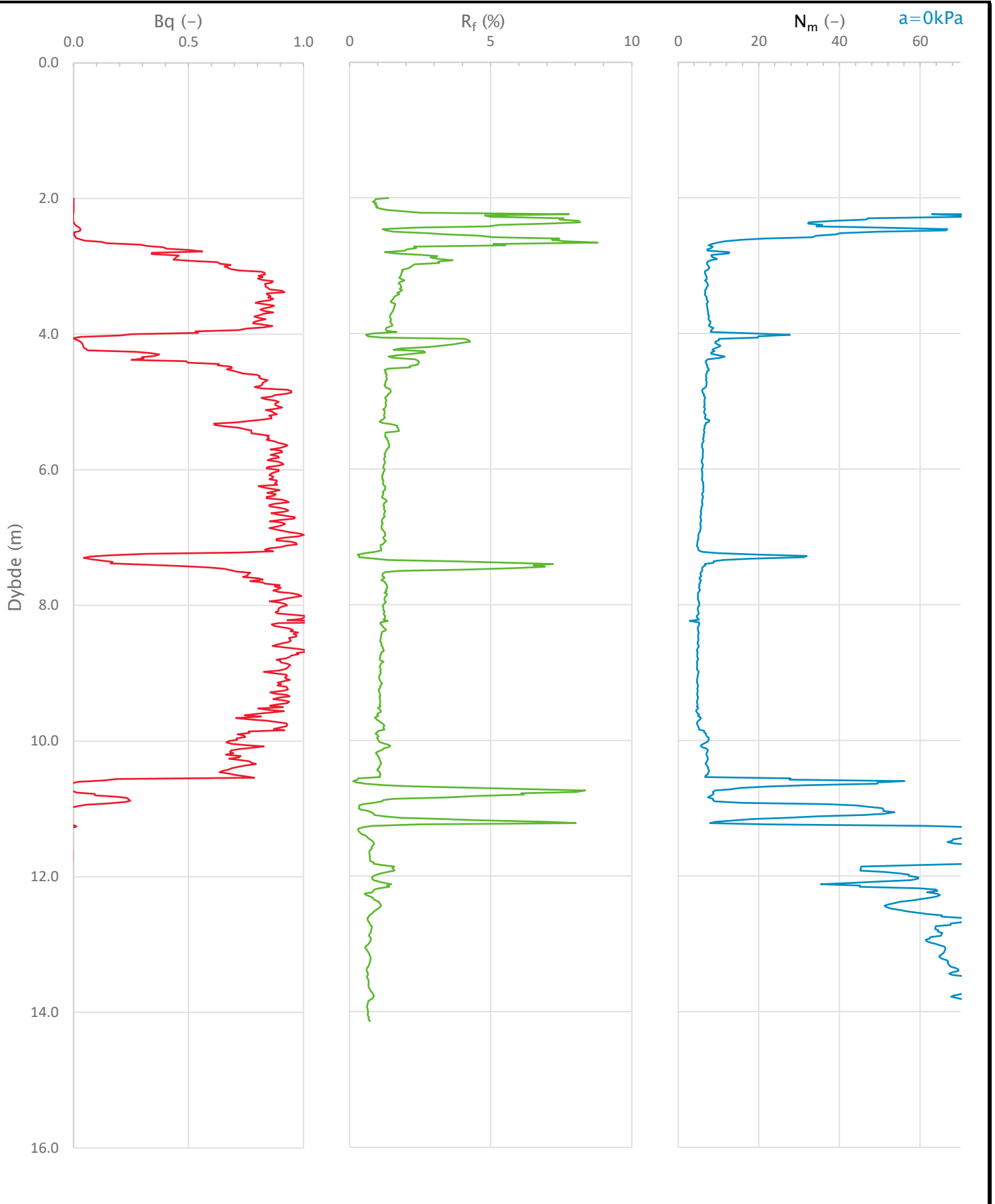
Sonde og utførelse						
Sondennummer	4293		Boreleder		Oddbjørn	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		3.8	
Kalibreringsdato	18.01.2017		Maks helning (°)		2.8	
Dato sondering	24.11.2017		Maks avstand målinger (m)		0.02	
Filtertype	Porøst filter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	20		0.5		2	
Måleområde (MPa)	20		0.5		2	
Skaleringsfaktor	-		-		-	
Oppløsning 2 <sup>12</sup> bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 <sup>18</sup> bit (kPa)	0.21		0.01		0.02	
Arealforhold	0.8440		0.0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	12.08		0.26		0.81	
Temperaturområde (°C)	50					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	7100.6		133.2		248.3	
Registrert etter sondering (kPa)	-15.6		0.3		0.1	
Avvik under sondering (kPa)	15.6		0.3		0.1	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0.9		0.0		0.1	
Maksverdi under sondering (kPa)	19066.0		204.2		832.7	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
<b>Samlet nøyaktighet (kPa)</b>	<b>16.7</b>	<b>0.1</b>	<b>0.3</b>	<b>0.2</b>	<b>0.2</b>	<b>0.0</b>
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					
<b>Anvendelsesklasse</b>	<b>1</b>					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon		Poretrykk		Helning	
OK	OK		OK		OK	
Kommentarer:						
Prosjekt			Prosjektnummer: 418771 Rapportnummer: RIG-RAP-581-001		Borhull Kote +112.5	
<b>Kvikleirsoneutredning "light" Trøndelag</b>					<b>581.20</b>	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					<b>4293</b>	
<b>Multiconsult</b>	Utført		Kontrollert		Godkjent	
	EMT		PERB		ANG	
Divisjon		Dato sondering		Revisjon		Anvend.klasse
Multiconsult		24.11.2017		0		
				Rev. dato		RIG-TEG
				28.09.2023		<b>501.1</b>



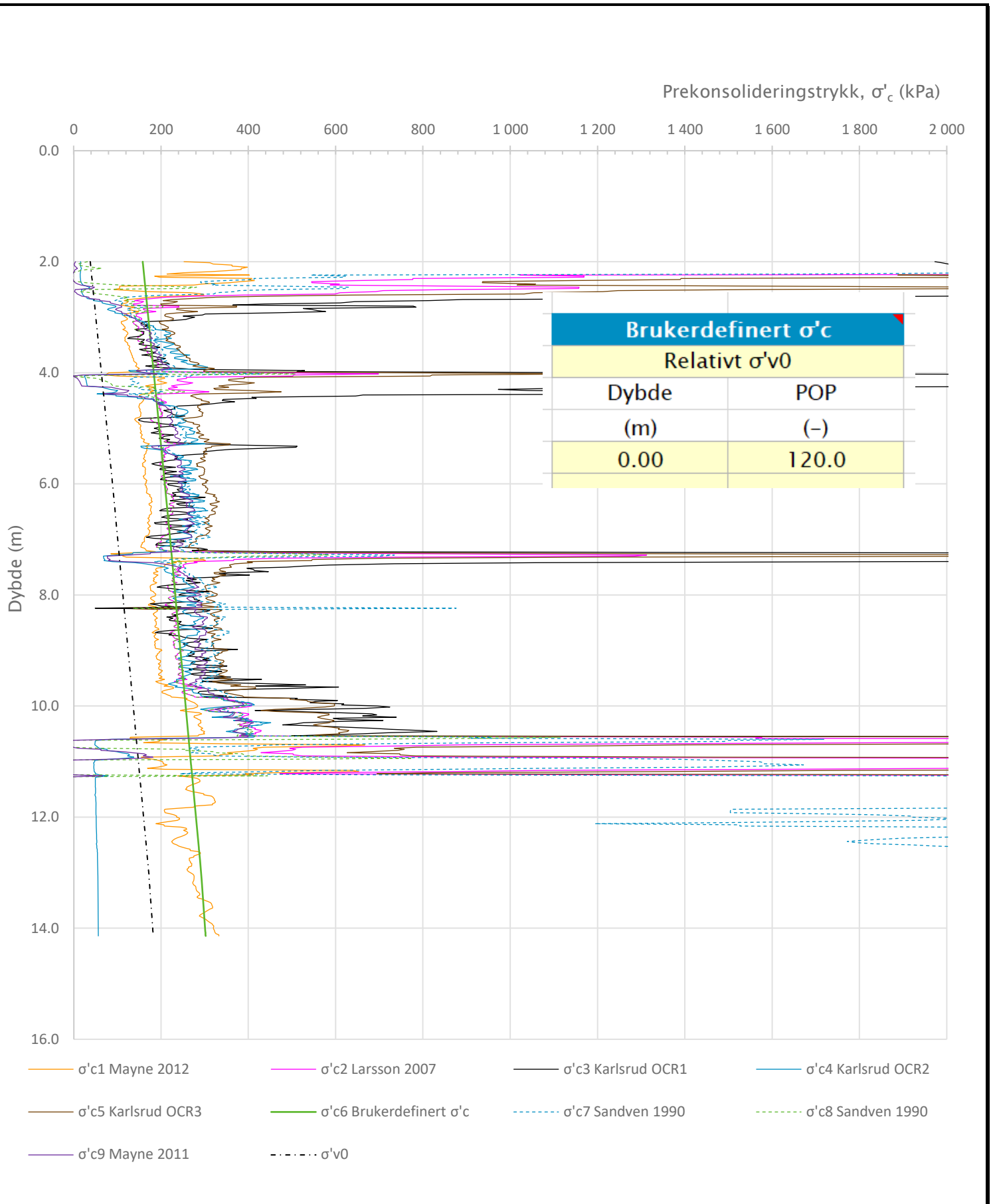
Prosjekt		Prosjektnummer: 418771 Rapportnummer: RIG-RAP-581-001		Borhull	Kote +112.5
<b>Kvikleirsoneutredning "light" Trøndelag</b>				<b>581.20</b>	
Innhold		In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger		Sondennummer	<b>4293</b>
<b>Multiconsult</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	<b>1</b>
	EMT	PERB	ANG		
Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Rev. dato	RIG-TEG	<b>501.2</b>
Multiconsult	24.11.2017	0	28.09.2023		



Prosjekt		Prosjektnummer: 418771 Rapportnummer: RIG-RAP-581-001		Borhull	Kote +112.5
<b>Kvikleirsonetredning "light" Trøndelag</b>				<b>581.20</b>	
Innhold				Sondennummer	
Måledata og korrigerte måleverdier				<b>4293</b>	
<b>Multiconsult</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	<b>1</b>
	EMT	PERB	ANG		
Divisjon	Dato sondering	Revisjon	0	RIG-TEG	<b>501.3</b>
Multiconsult	24.11.2017	Rev. dato	28.09.2023		

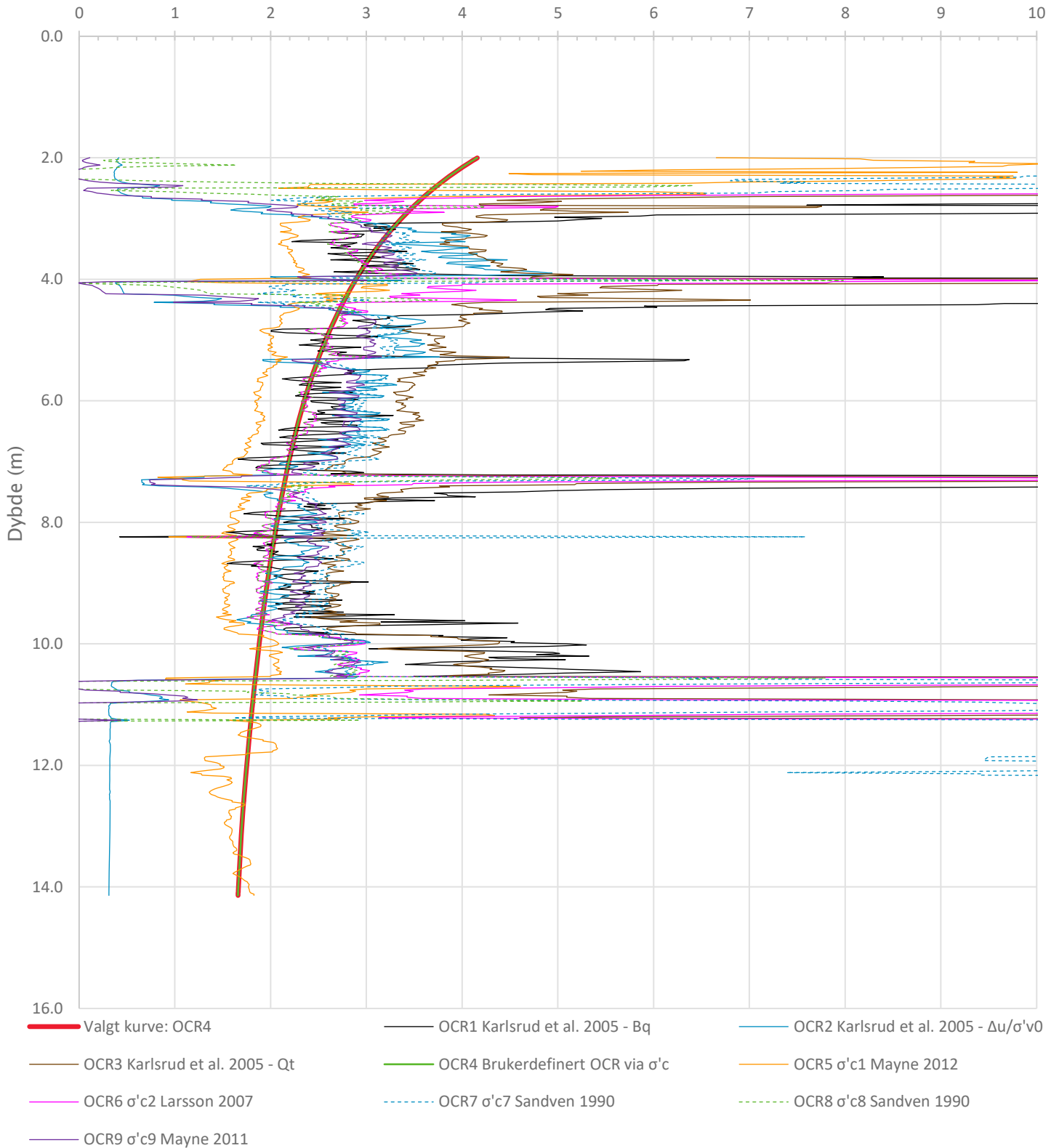


Prosjekt		Prosjektnummer: 418771 Rapportnummer: RIG-RAP-581-001		Borhull	Kote +112.5
<b>Kvikleirsonetredning "light" Trøndelag</b>				<b>581.20</b>	
Innhold				Sondenummer	
Avledede dimensjonsløse forhold				<b>4293</b>	
<b>Multiconsult</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	EMT	PERB	ANG	<b>1</b>	
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	
	Multiconsult	24.11.2017	0	<b>501.4</b>	
			Rev. dato	28.09.2023	



Prosjekt		Prosjektnummer: 418771 Rapportnummer: RIG-RAP-581-001		Borhull	Kote +112.5
<b>Kvikleirsoneutredning "light" Trøndelag</b>				<b>581.20</b>	
Innhold				Sondennummer	
Prekonsolideringstrykk, $\sigma'_c$				<b>4293</b>	
<b>Multiconsult</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	<b>1</b>
	EMT	PERB	ANG		
Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Rev. dato	RIG-TEG	<b>500.5</b>
Multiconsult	24.11.2017	0	28.09.2023		

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: 418771 Rapportnummer: RIG-RAP-581-001		Borhull	Kote +112.5
<b>Kvikleirsonetredning "light" Trøndelag</b>					<b>581.20</b>	
Innhold					Sondennummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR					<b>4293</b>	
<b>Multiconsult</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent		Anvend.klasse	
	EMT	PERB	ANG		1	
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Rev. dato	RIG-TEG	
	Multiconsult	24.11.2017	0	28.09.2023	500.6	

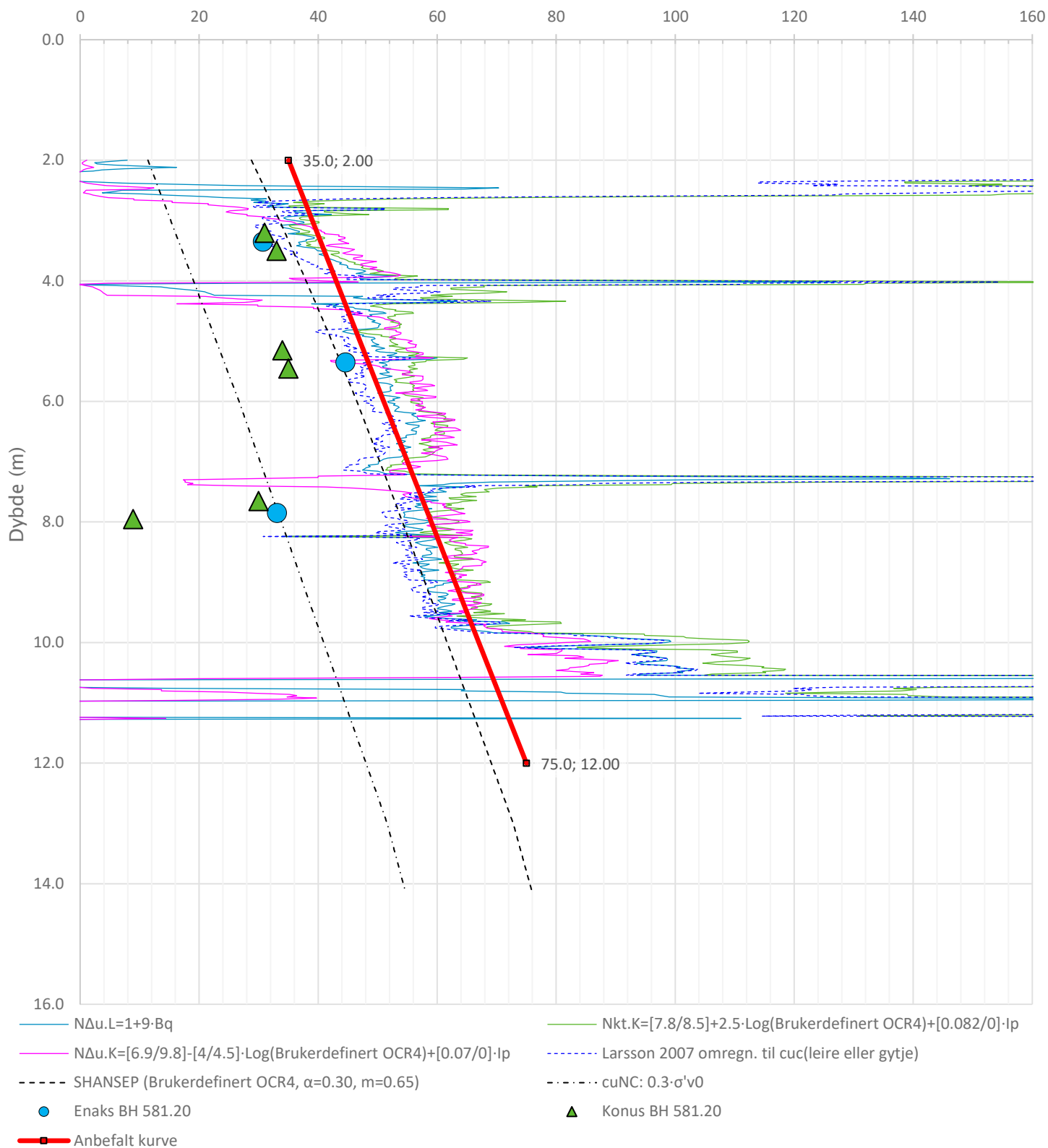


Anisotropiforhold i figur:

Enaks BH 581.18:  $c_{uc}/c_{ucptu} = 1.000$

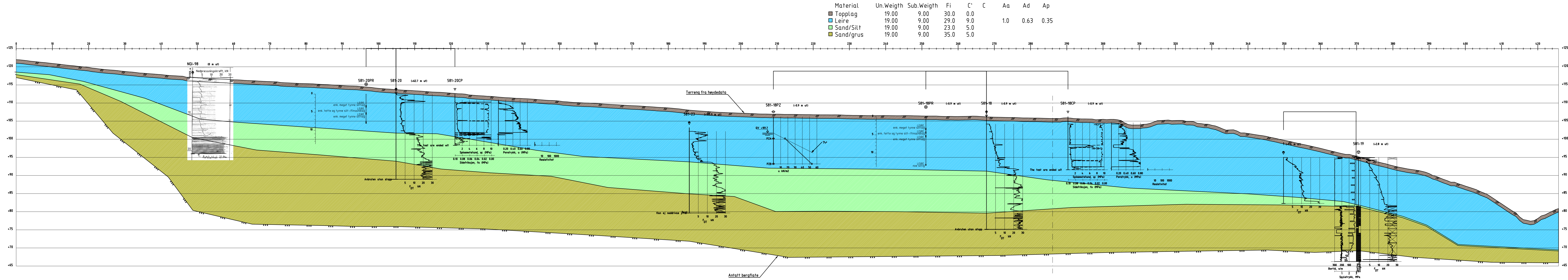
Konus BH 581.18:  $c_{ufc}/c_{ucptu} = 1.000$

Udrenert aktiv skjærfasthet,  $c_{ucptu}$  (kPa)



Prosjekt		Prosjektnummer: 418771 Rapportnummer: RIG-RAP-581-001		Borhull	Kote +112.5
<b>Kvikleirsoneutredning "light" Trøndelag</b>				<b>581.20</b>	
Innhold				Sondenummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				<b>4293</b>	
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	EMT	PERB	ANG		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	<b>501.7</b>
	Multiconsult	24.11.2017	0 Rev. dato 28.09.2023		

\\Mtb-nasuni-01\TRH\_Projekt\04\18\48771\48771-03\_ARBEDSOVRÅDE\48771\_RIG\_Gudding\_Erken og Fåren\Gudding\Profil I-I.dwg. - Layout: 600 [A3(LL)], - Prittel av: eml. Dato: 2023.09.21 kl 10:48



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Toplag	19.00	9.00	30.0	0.0				
Leire	19.00	9.00	29.0	9.0		1.0	0.63	0.35
Sand/Silt	19.00	9.00	23.0	5.0				
Sand/grus	19.00	9.00	35.0	5.0				

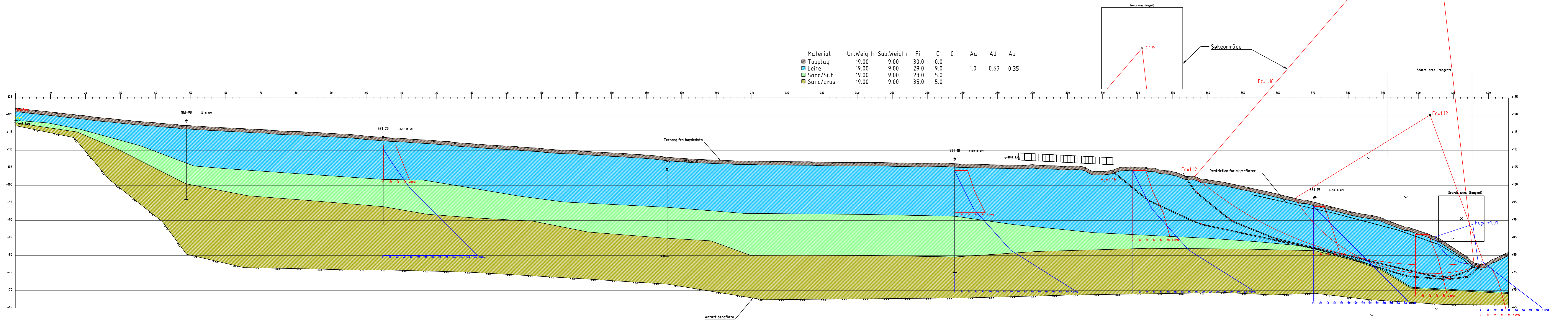
KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA HØYDEDATA  
HØYDEREFERANSE: NN2000

00	-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Godkj.

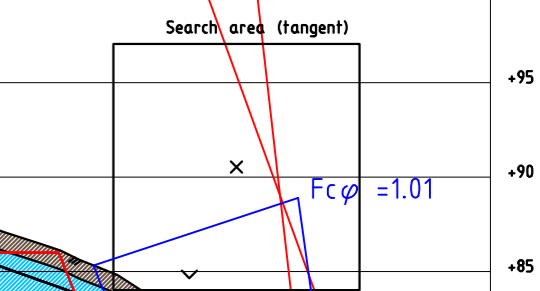
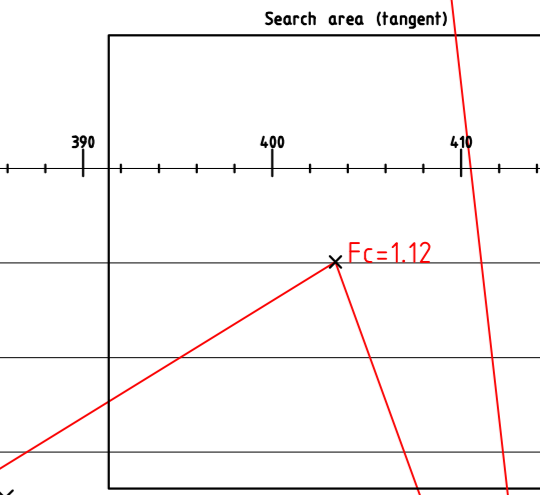
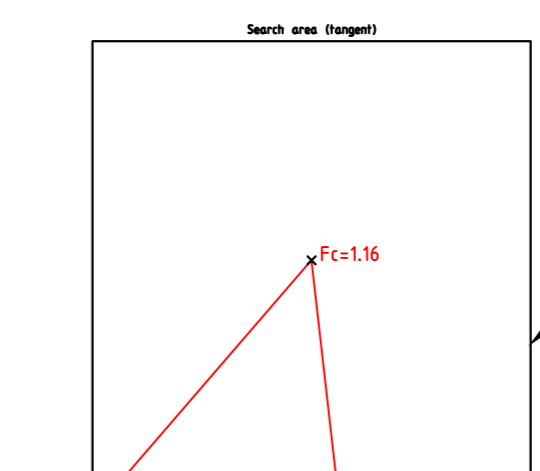
**Multiconsult**  
www.multiconsult.no

NVE		Status	Godkjent	Fag	RIG	Originalt format	A3	Dato	2023-09-20
Kvikleirsoneutredning "light" Trøndelag		Konstr./Tegnet	EMT	Kontrollert	PERB	Godkjent	ANG	Målestokk	1:4.00
Verdal kommune, sone 581 Gudding		Oppdragsnr.	418771		Tegningsnr.	RIG-TEG-581-700		Rev.	00
Ladeling, profil I-I									

\\Mtb-nasun-01\TRH\_Prosjekt\0418\418771\418771-03\_ARBEDSOVRÅDE\418771\_RIG\_Gulding\_Eken og Fåren\Gulding\Gulding, profil I-I.dwg - Layout: (A3,LL), - Plottet av emt., Dato: 2023.09.21 kl 11:50



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Topplag	19.00	9.00	30.0	0.0				
Leire	19.00	9.00	29.0	9.0		1.0	0.63	0.35
Sand/Silt	19.00	9.00	23.0	5.0				
Sand/grus	19.00	9.00	35.0	5.0				



KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA HØYDEDATA  
HØYDEREFERANSE: NN2000

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
00	--	--	--	--	--

**Multiconsult**  
www.multiconsult.no

NVE  
Kvikleirsoneutredning "light" Trøndelag  
Verdal kommune, sone 581 Gulding  
Stabilitetsberegning, profil I-I

Status	Godkjent	Fag	RIG	Originalt format	A3	Dato	2023-09-20
Konstr./Tegnet	EMT	Kontrollert	PERB	Godkjent	ANG	Målestokk	1:4.00
Oppdragsnr.	418771	Tegningsnr.	RIG-TEG-581-800	Rev.	00		