

RAPPORT

# Fjellheimveien supplerende grunnundersøkelser

OPPDRAKSGIVER

Sandefjord kommune

EMNE

Datarapport – Geotekniske  
grunnundersøkelser

DATO / REVISJON: 19. april 2024 / 00

DOKUMENTKODE: 10253602-02-RIG-RAP-001

---



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Tredjepart har ikke rett til å anvende rapporten eller deler av denne uten Multiconsults skriftlige samtykke.

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	<b>Fjellheimveien supplerende grunnundersøkelser</b>	DOKUMENTKODE	10253602-02-RIG-RAP-001
EMNE	Datarapport – Geotekniske grunnundersøkelser	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	<b>Sandefjord kommune</b>	OPPDRAGSLEDER	Michael Paszkiewicz
KONTAKTPERSON	Mehry A. Hosseiny	UTARBEIDET AV	Astrid Thorvik Øveraas
KOORDINATER	SONE: 32 ØST: 571146 NORD: 6555401	ANSVARLIG ENHET	10101050 Seksjon Grunnundersøkelser
GNR./BNR./SNR.	117/ 1/ 0/ Sandefjord kommune		

## SAMMENDRAG

Hensikten med grunnundersøkelsene er å kartlegge eksisterende grunnforhold i sammenheng med at Sandefjord kommune skal etablere nytt vann- og avløpsanlegg langs Fjellheimveien.

Foreliggende grunnundersøkelser er supplerende grunnundersøkelser som grunnlag for geotekniske vurderinger og områdestabilitetsvurdering.

Det er utført totalt 8 totalsonderinger, tatt opp 2 prøveserier, installert 2 hydrauliske poretrykksmålere og utført 3 trykksonderinger (CPTu).

Registrert dybde til antatt berg varierer mellom ca. 3 og 19,5 m i borpunktene.

Leiren klassifiseres som meget bløt til middels fast, lite til meget sensitiv, og middels til meget plastisk.

Det er påvist sprøbruddmateriale i borpunkt 2 ved ca. 3-5 meters dyp og ved 8-9 meters dyp, og kvikkleire ved ca. 5-8 meters dyp.

Det er utført hydraulisk vannstandsmåling i borpunkt 1 og 6. For borpunkt 1 antyder avlesningen at det er artesisk poretrykk (poreovertrykk) med en trykkehøyde 1 meter over terreng. For borpunkt 6 antyder avlesningen at grunnvannstanden ligger ca. 3,6 m under terreng, gitt en hydrostatisk poretrykksfordeling.

00	19.04.2024	Utarbeidet	Astrid T. Øveraas	Marina Jansen	Michal Paszkiewicz
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

## INNHOLDSFORTEGNELSE

<b>1</b>	<b>Innledning .....</b>	<b>5</b>
1.1	Formål og bakgrunn .....	5
1.2	Utførelse .....	5
1.3	Kvalitetssikring og standardkrav .....	5
1.4	Innhold og bruk av rapporten .....	5
<b>2</b>	<b>Områdebeskrivelse .....</b>	<b>6</b>
2.1	Området og topografi .....	6
<b>3</b>	<b>Geotekniske grunnundersøkelser .....</b>	<b>8</b>
3.1	Tidligere grunnundersøkelser .....	8
3.2	Utførte grunnundersøkelser .....	8
3.2.1	Feltundersøkelser .....	8
3.2.2	Laboratorieundersøkelser .....	9
<b>4</b>	<b>Grunnforholdsbeskrivelse .....</b>	<b>10</b>
4.1	Kvartærgeologisk kart .....	10
4.2	Eksisterende faresoner for kvikkleireskred .....	11
4.3	Grunnforhold tolket ut fra grunnundersøkelser .....	12
4.3.1	Generelt .....	12
4.3.2	Dybde til antatt berg .....	12
4.3.3	Løsmasser .....	12
4.3.4	Poretrykk og grunnvann .....	12
<b>5</b>	<b>Geoteknisk evaluering av resultatene .....</b>	<b>13</b>
5.1	Avvik fra standard utførelsesmetoder .....	13
5.2	Viktige forutsetninger .....	13
5.3	Undersøkelses- og prøve kvalitet .....	13
5.4	Måling av poretrykk .....	13
5.5	Påvisning av bergnivå .....	13
<b>6</b>	<b>Behov for supplerende grunnundersøkelser .....</b>	<b>14</b>
<b>7</b>	<b>Referanser .....</b>	<b>15</b>

## TEGNINGER

10253602-02-RIG-TEG	-000	Oversiktskart
	-001	Borplan
	-010 til -017	Totalsonderinger
	-200 til -201	Geotekniske data
	-350 til -351	Piezometeravlesning
	-500.1 til -502.4	Trykksondring, CPTu

## VEDLEGG

1. Kalibreringsskjema CPTu

## BILAG

1. Geoteknisk bilag – Feltundersøkelser
2. Geoteknisk bilag – Laboratorieundersøkelser
3. Geoteknisk bilag – Oversikt over metodestandarder og retningslinjer

## 1 Innledning

Foreliggende rapport presenterer resultater fra utførte geotekniske grunnundersøkelser ved Fjellheimveien rett nord for Grans bryggeri i Sandefjord kommune.

### 1.1 Formål og bakgrunn

Hensikten med grunnundersøkelsene er å kartlegge eksisterende grunnforhold i sammenheng med at Sandefjord kommune skal etablere nytt vann- og avløpsanlegg langs Fjellheimveien. Foreliggende grunnundersøkelser er supplerende grunnundersøkelser som grunnlag for geotekniske vurderinger og områdestabilitetsvurdering.

### 1.2 Utførelse

Boringens utførelse er generelt beskrevet i geoteknisk bilag 1, mens oversikt over metodestandarder for utførelse er gitt i geoteknisk bilag 3.

Metodikk/prosedyre for utførelse av laboratorieundersøkelsene er generelt beskrevet i geoteknisk bilag 2.

Feltundersøkelsene ble utført av Multiconsult ASA med hydraulisk borerigg av typen Geotech 605 i starten av mars 2024. Alle kotehøyder referer til NN 2000 og borpunktene er målt inn i koordinatsystem Euref 89 UTM 32.

Laboratorieundersøkelsene er utført ved Multiconsults geotekniske laboratorium i Oslo i månedsskiftet mars/april 2024.

### 1.3 Kvalitetssikring og standardkrav

Oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Multiconsults styringssystem. Systemet omfatter prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for kvalitetsstandard NS-EN ISO 9001:2015 [1]. Feltundersøkelsene er utført iht. NS 8020-1:2016 [3] og tilgjengelige metodestandarder fra Norsk Geoteknisk Forening [6].

Laboratorieundersøkelsene er utført iht. NS 8000-serien og relevante ISO-standarder. Datarapporten er utarbeidet i henhold til NGF-melding nr. 2 [6] og krav i NS-EN-1997 (Eurokode 7) – Del 2 [2].

Oversikt over utvalgte metodestandarder er vist i geoteknisk bilag 3.

### 1.4 Innhold og bruk av rapporten

Geoteknisk datarapport presenterer resultater fra utførte geotekniske grunnundersøkelser i geotekniske termer og krever geoteknisk kompetanse for videre bruk i rådgivings- og prosjekteringsammenheng. Rapporten inneholder i så måte ingen vurderinger av byggbarhet, metoder eller tiltak, og vi anbefaler at det engasjeres geoteknisk kompetanse i det videre arbeidet med prosjektet.

Geoteknisk datarapport omhandler ikke data eller vurderinger knyttet til tilstedeværelse av forurenset grunn i det undersøkte området. Dersom det foreligger mistanke om forurenset grunn, anbefaler vi at det bestilles miljøtekniske grunnundersøkelser. Dersom miljøtekniske grunnundersøkelser er utført av Multiconsult, rapporteres disse undersøkelsene med tilhørende analyser og resultater i separat miljøteknisk datarapport.

## 2 Områdebeskrivelse

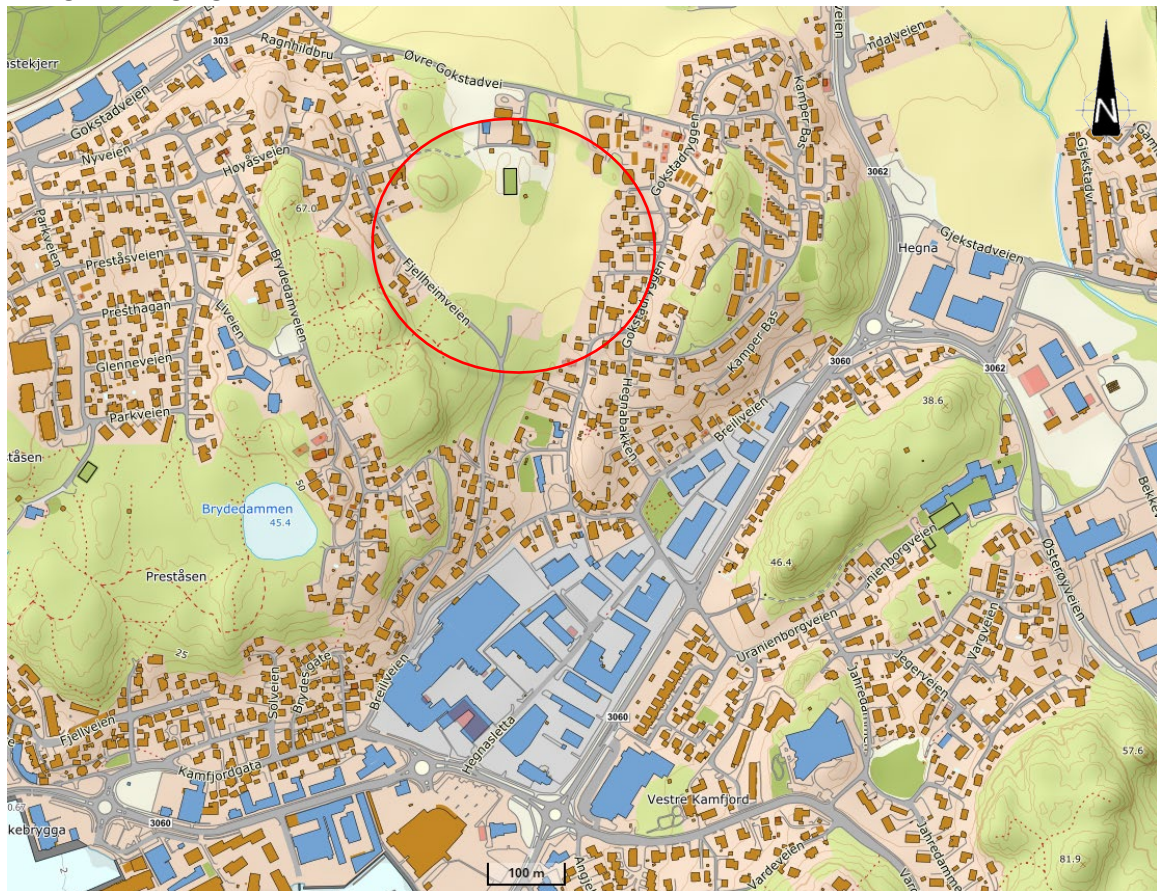
### 2.1 Området og topografi

Det undersøkte området ligger nord for Grans bryggeri på Gokstad ved Fjellheimveien i delvis bebyggt område og på delvis dyrket mark. Det dyrkede området er omkranset av koller i nord, øst og vest.

Terrenget faller fra Gokstad gård som ligger på ca. kote +40 moh., ned mot Fjellheimveien på ca. kote + 25 moh., og videre ned mot Grans bryggeri på ca. kote + 5 moh.

Terrenget fallet i tillegg fra vest fra øvre del av jordet ved Fjellheimveien fra ca. kote + 43 moh. og mot øst til ca. kote + 30 med en helning på ca. 1:18, før terrenget stiger mot øst igjen. Dette bunnpunktet i terrenget følger østkanten av jordet med forhøyninger på begge sider.

Se Figur 2-1 og Figur 2-2 for et oversiktsbilde av det undersøkte området.



Figur 2-1: Oversiktskart med undersøkt område [norgeskart.no].



Figur 2-2: Flyfoto over undersøkelsesområdet[norgeskart.no]

### 3 Geotekniske grunnundersøkelser

#### 3.1 Tidligere grunnundersøkelser

I innledende runder er det utført geotekniske grunnundersøkelser i nedre del av Fjellheimveien.

Tabell 3-1 viser en oppsummering av grunnundersøkelsene i nærliggende område.

Tabell 3-1 Tidligere utførte grunnundersøkelser i området

Rapport nr.	Tittel/kommentarer	Utarbeidet av	Datert
10253602-01	Fjellheimveien nedre del	Multiconsult Norge AS	23.11.2023

#### 3.2 Utførte grunnundersøkelser

##### 3.2.1 Feltundersøkelser

Utførte grunnundersøkelser omfatter:

- 8 stk. totalsonderinger
- 2 stk. prøveserie med poseprøver og ø54 mm sylinderprøver (stål)
- 2 stk. hydraulisk piezometer
- 3 trykksonderinger (CPTu)

Borpunktens plassering er vist på borplan, se tegning -001. Utskrifter av totalsonderinger er vist på tegning -010 t.o.m. -017. Koordinat- og høydesystem, samt koordinatliste er oppsummert i Tabell 3-2 og Tabell 3-3.

Tabell 3-2: Koordinat-/høydesystem

Høydesystem	Koordinatsystem	Sone
NN 2000	Euref 89	UTM 32

Tabell 3-3: Utførte feltundersøkelser

Borpunkt	Koordinater			Metode	Boret dybde			Kommentar
	Nord (X)	Øst (Y)	Z		Løsmasse	Ant. Berg	Totalt	
	[m]	[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	
1	6555409,5	571146,3	5,9	TOT CPT PZ	19,5	0,0	19,5	Ikke boret inn i antatt berg pga. veldig bløte masser.
2	6555499,0	571153,1	17,4	TOT CPT PR	14,6	0,0	14,6	Ikke boret inn i antatt berg pga. veldig bløte masser.
3	6555610,9	571139,5	29,7	TOT CPT PR	7,9	3,1	10,9	
4	6555636,9	571041,9	37,0	TOT	7,3	2,5	9,7	
5	6555694,7	571148,9	31,5	TOT	8,2	3,0	11,2	
6	6555562,4	571139,0	26,0	TOT PZ	11,3	0,0	11,3	
7	6555601,8	571085,8	33,1	TOT	3,6	0,0	3,6	



Borpunkt	Koordinater			Metode	Boret dybde			Kommentar
	Nord (X)	Øst (Y)	Z		Løsmasse	Ant. Berg	Totalt	
	[m]	[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	
8	655537,4	571082,6	30,5	TOT	3,3	0,0	3,3	

*TOT=Totalsondering; PZ=Poretrykkmåling; PR=Prøveserie; CPT = Trykksondering*

### 3.2.2 Laboratorieundersøkelser

Prøvene er undersøkt i geoteknisk laboratorium med tanke på klassifisering og identifisering av jordartene, samt bestemmelse av prøvenes mekaniske egenskaper.

Ved undersøkelsen er prøvene klassifisert og beskrevet med måling av vanninnhold, tyngdetetthet, samt udrenert og omrørt skjærfasthet i massene.

Følgende laboratorieundersøkelser er utført:

- Rutineundersøkelser av 5 poseprøver
- Rutineundersøkelser av 11 sylinderprøver (54 mm)
- Konsistensgrenser i 11 prøver
- Vanninnhold i 5 poseprøver

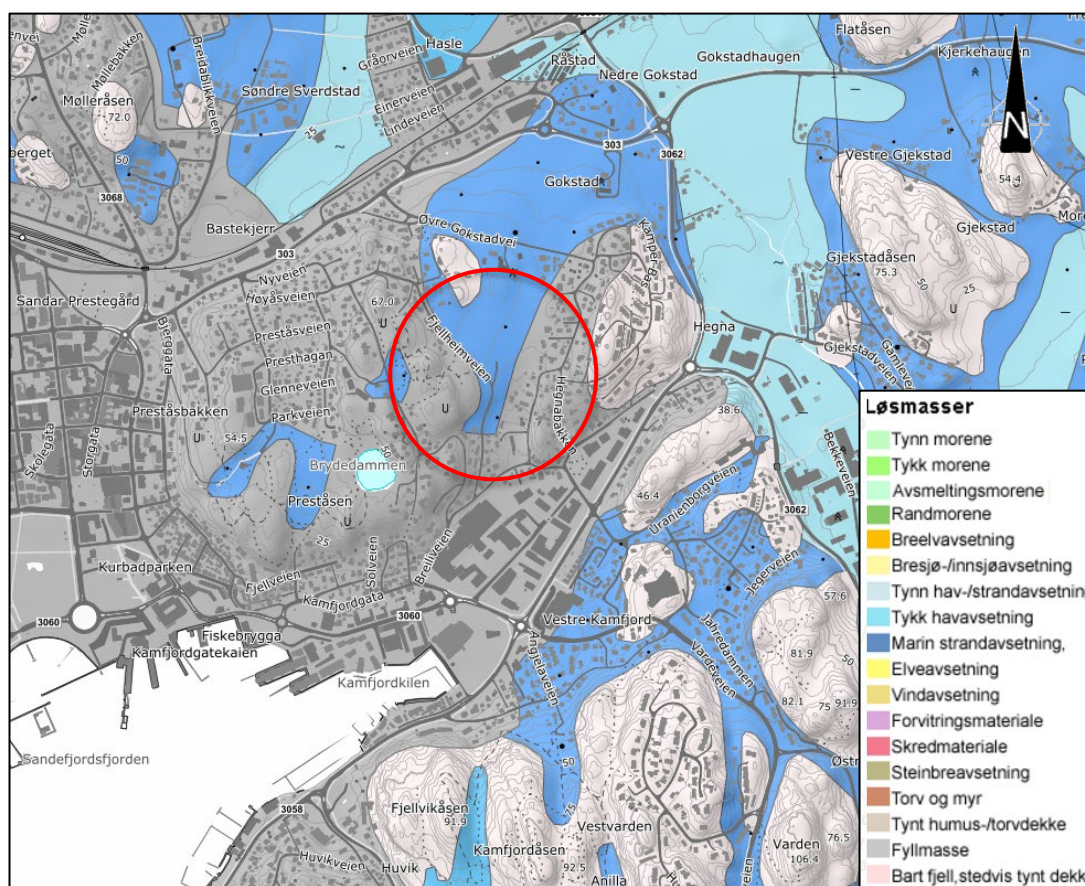
Resultatene fra rutineundersøkelser er presentert som geotekniske data i tegning -200 til -201.

## 4 Grunnforholdsbeskrivelse

### 4.1 Kvartærgeologisk kart

Figur 4-1 viser et utsnitt av det kvartærgeologiske kartet for det aktuelle området. Kartet indikerer at løsmassene i området består av «Marin strandavsetning, sammenhengende dekke» og «fyllmasse» [5].

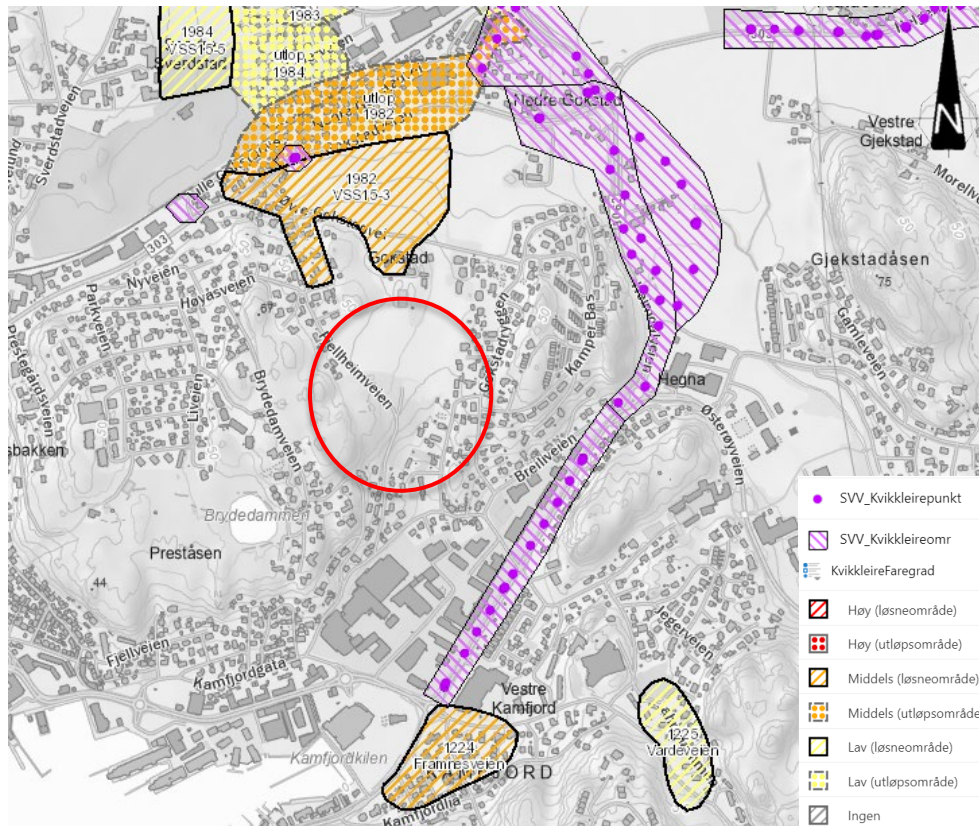
Det kvartærgeologiske kartgrunnet gir en visuell oversikt over landskapsformende prosesser over tid, samt løsmassenes overordnede fordeling. Utgangspunktet for disse oversiktskartene er i all hovedsak visuell overflatekartlegging, og kun i begrenset omfang fysiske undersøkelser. Kartene gir ingen informasjon om løsmassefordeling i dybden og kun begrenset informasjon om løsmassemekthet. For mer informasjon om kvartærgeologiske kart og anvendelse/kvalitet vises til [www.ngu.no](http://www.ngu.no). Merk at målestokken for bruk av disse omrissene er laget for 1:50 000, og skal benyttes deretter.



Figur 4-1: Kvartærgeologisk kart over området [5]. Undersøkt området er omtrentlig vist med rød sirkel.

## 4.2 Eksisterende faresoner for kvikkleireskred

I henhold til faresonekart på NVE-Atlas [7] ligger tiltaket i nærheten av registrerte kvikkleireområder. Tiltaket ligger ikke innenfor en registrert faresone.



Figur 4-2. Kartutsnitt som viser registrerte faresoner og kvikkleireområder fra Statens Vegvesen [7].

### 4.3 Grunnforhold tolket ut fra grunnundersøkelser

#### 4.3.1 Generelt

Beskrivelse av usikkerhet og evaluering av resultatene fra grunnundersøkelsen er angitt i kap.5.

#### 4.3.2 Dybde til antatt berg

Registrert dybde til antatt berg varierer mellom ca. 3 og 19,5 m i borpunktene.

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

#### 4.3.3 Løsmasser

Grunnundersøkelsene viser at løsmassene i området varier i stor grad, da grunnundersøkelsene er utført i bebygd område, i grensen mot Fjellheimveien og på dyrket mark. Sonderingene indikerer et 1-2 meter topplag av fyllmasse eller tørrskorpeleire over siltig leire med mektighet 0-20 meter over stedvis morene over antatt berg.

Sonderingene viser flere steder veldig lav bormotstand og negativ helning, som kan indikere sprøbruddmateriale. Dette gjelder for store deler av dybden for borpunkt 1, fra 2-9 meter for borpunkt 2, fra ca. 2-9 meter for punkt 5.

Resultatene fra laboratorieundersøkelsene i området viser at løsmassene har et naturlig vanninnhold i intervallet 14,9-47,6 %. Plastisitetsindeksen til det finkornige materialet varierer mellom 11-22,3 %, og kan karakteriseres som middels til meget plastisk. Enaksial- og konusforsøk viser udrenert skjærfasthet mellom 5,93-26,8 kPa, som betyr at leiren karakteriseres som meget bløt til middels fast. Konusforsøk på omrørte prøver viser omrørt skjærfasthet fra ca. 0,12-2,83 kPa, med tilhørende sensitivitet i størrelsesorden 5-67 (lite til meget sensitiv).

Det er påvist sprøbruddmateriale i borpunkt 2 ved ca. 3-5 meters dyp og ved 8-9 meters dyp, og kvikkleire ved. ca. 5-8 meters dyp.

#### 4.3.4 Poretrykk og grunnvann

Det er utført hydraulisk vannstandsmåling i borpunkt 1 og 6.

For borpunkt 1 (kt. +5,9) er det installert piezometer 5 meter under terreng. Avlesning antyder at det er artesisk poretrykk med en trykkehøyde 1 meter over terreng.

For borpunkt 6 (kt. +26,0) er det installert piezometer 6 meter under terreng. Avlesning antyder at grunnvannstanden ligger ca. 3,6 m under terreng på kote + 22,4, gitt en hydrostatisk poretrykkfordeling. Ved første måling ble grunnvannstanden målt ved 3,6 meters dyp. Ved andre måling kom man kun ned til 3 meter med måleutstyret, og fikk ikke registrert grunnvannstand.

Det vises til tegning -350 til -351 for detaljer vedr. de enkelte målepunktene og avlesninger.

## 5 Geoteknisk evaluering av resultatene

### 5.1 Avvik fra standard utførelsesmetoder

For borpunkt 1,2, og 3 er det benyttet en CPTu av eldre kalibreringsdato. Dette kan ha påvirket innmålingen, og dermed må tolkning av opptegningen tolkes deretter. Helning for borpunkt 1 og 2 oversteg grenseverdi på 15 grader.

For boring 1 og 2 er det ikke boret inn i antatt berg grunnet veldig bløte masser/antatt kvikkleire og mulig utløsning av skred pga. rystelser og vanntrykk.

### 5.2 Viktige forutsetninger

Det gjøres oppmerksom på at grunnundersøkelsene kun avdekker lokale forhold i de respektive utførte borpunktene. Dette benyttes videre til å gi en generell beskrivelse av grunnforholdene i området. Grunnforholdene mellom borpunktene kan variere mer enn det som eventuelt kan interpoleres fra utførte grunnundersøkelser.

### 5.3 Undersøkelses- og prøve kvalitet

Enaksiale trykkforsøk utført på prøveserien viser:

- borpunkt 2: 11-24% i bruddtøyning.
- borpunkt 3: 15-27% i bruddtøyning.

Bruddtøyning over 5 % antas å ha noe prøveforstyrrelse [4].

Noe prøveforstyrrelse må forventes i lagdelte masser, spesielt med siltinnhold.

### 5.4 Måling av poretrykk

Grunnvannstand- og poretrykkssituasjonen i grunnen vil kunne variere med nedbør og årstidsvariasjoner. Det kan derfor ikke utelukkes at variasjonen over året eller i nedbørsintensive perioder er større enn det som er påvist ved måling i denne omgang.

### 5.5 Påvisning av bergnivå

Påvisning av overgang til antatt berg foregår normalt sett ved at det kontrollbores 2-3 m ned i antatt berg.

Spesielt for påvisning av overgang til antatt berg ved totalsondering anmerkes følgende:

1. Påvisning av overgang til antatt berg foregår normalt sett ved at det kontrollbores 2-3 m ned i antatt berg. Slik påvisning kan være utfordrende i tilfeller med fast morene over berg. Dette på grunn av at sonderingsresultatet (responsen) fra fast morenemateriale i noen tilfeller er vanskelig å skille fra respons i berg.
2. I områder med dårlig bergkvalitet i overgangssonen mellom løsmasser og berg er det ofte meget vanskelig å skille ut berghorisonten, spesielt i overgangen mellom faste løsmasser (f.eks. morene) og berg. Som utgangspunkt settes alltid antatt bergnivå til tolket øvre berghorisont, uavhengig av kvaliteten til berget. Antatt sone med i tekst i rapporten og/eller angitt på sonderingsutskrifter.
3. I tilfeller der det kan være blokk i grunnen med størrelse over 2-3 m i tverrmål, vil det også være en mulighet for at det som antas som bergnivå i virkeligheten er blokk dersom kontrollboringen avsluttes etter 2-3 m boring i blokk.

I nevnte tilfeller kan virkelig bergnivå/berghorisont avvike vesentlig fra antatte nivåer tolket fra undersøkelsene. Angitte kotenivåer for antatt bergoverflate må derfor benyttes med forsiktighet.

## 6 Behov for supplerende grunnundersøkelser

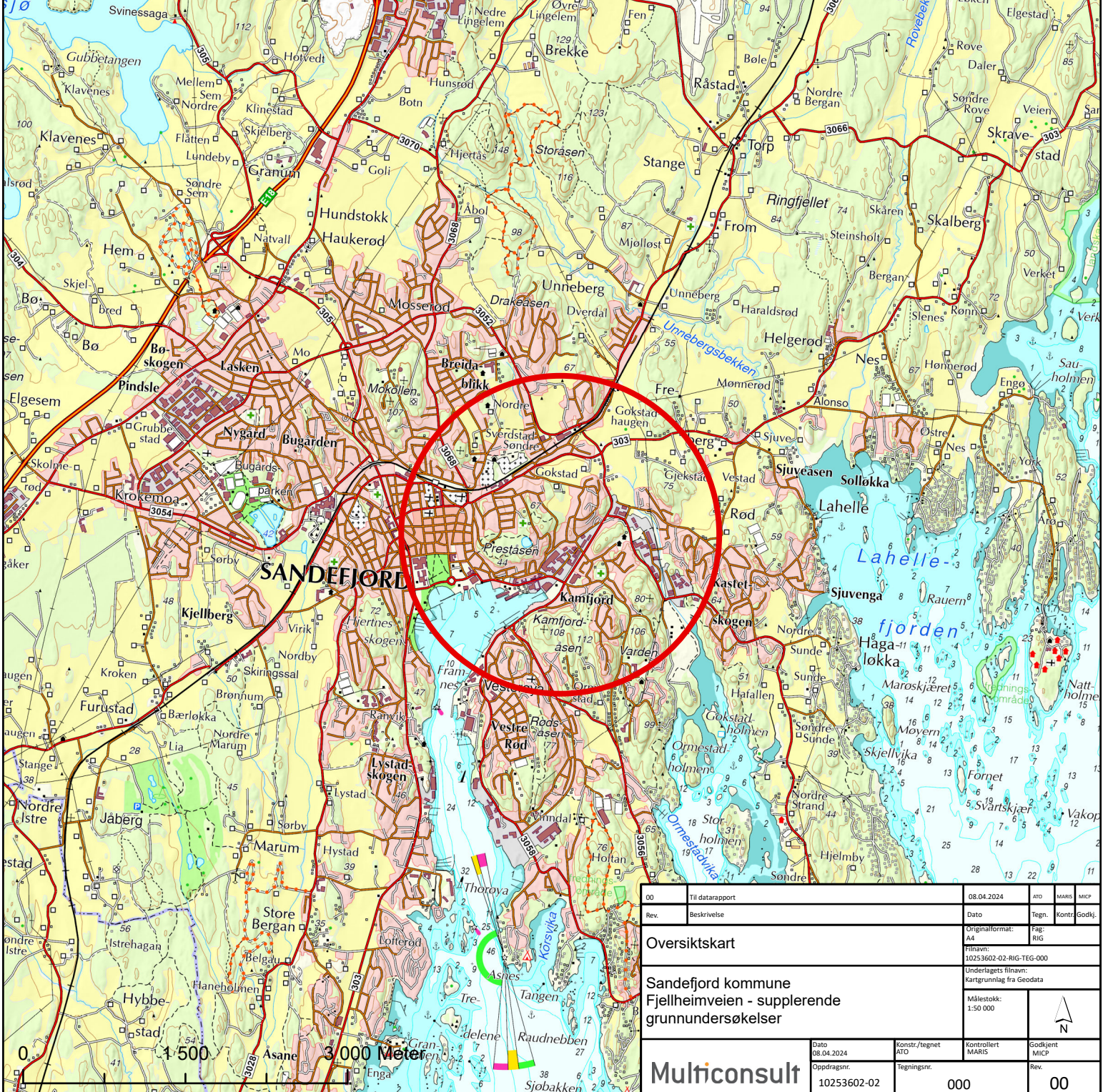
Iht. NS-EN-1997-2 skal grunnundersøkelser normalt utføres i minst to omganger;



- Forundersøkelser (typisk skisse-/forprosjekt)
- Prosjekteringsundersøkelser (typisk detaljprosjekt)

Det er geoteknisk prosjekterende som er ansvarlig for å bedømme nødvendig omfang for geotekniske grunnundersøkelser for aktuelt prosjekt og relevante problemstillinger. Tilsvarende er det også geoteknisk prosjekterende som må vurdere om det er behov for supplerende grunnundersøkelser, utover de undersøkelsene som er presentert i foreliggende rapport.

## 7 Referanser

- [1] Standard Norge, «Systemer for kvalitetsstyring. Krav (ISO 9001:2015)», Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN ISO 9001:2015.
- [2] Standard Norge, «Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver (NS-EN 1997-2:2007)», Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN 1997-2:2007/AC:2010+NA:2008, September 2010
- [3] Standard Norge, «Kvalifikasjonskrav til utførende av grunnundersøkelser – Del 1: Geotekniske feltundersøkelser (NS 8020-1:2016)», Standard Norge, Norsk standard NS 8020-1:2016, Juni 2016
- [4] Statens vegvesen, Vegdirektoratet, «Geoteknikk i vegbygging (Håndbok V220)», Vegdirektoratet, Oslo, Veiledning, 2018.
- [5] NGU, «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase - kvartærgeologiske kart».
- [6] Norsk Geoteknisk Forening (NGF): NGF-Melding nr. 1-11.
- [7] Norges Vassdrags- og energidirektorat (NVE): atlas.nve.no



00	Til datarapport	08.04.2024	ATO	MARIS	MCP
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
<b>Oversiktskart</b>		Originalformat:	Fag: RIG		
Sandefjord kommune		Finnavn:	10253602-02-RIG-TEG-000		
Fjellheimveien - supplerende grunnundersøkelser		Underlagets finnavn:	Kartgrunnlag fra Geodata		
Målestokk:	1:50 000				
		Dato	Konstr./tegn. ATO	Kontrollert MARIS	Godkjent MICP
Oppdragsnr. 10253602-02		Tegningsnr.	000		00





**SYMBOLER**

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ⚓ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ★ Fjellkontrollboring
- + Vingeboring
- ⊙ Prøveserie (PR)/Naver (SK)
- Prøvegrop
- ⊖ Poretrykksmåling
- ▲ Berg i dagen

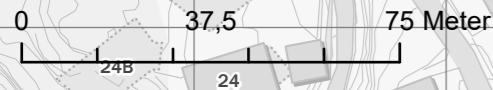
Borhull nr.      Terreng (bunn) kote      Boret dybde + (boret i berg)

Borboknr. :      Antatt bergkote

Lab.boknr.:      Digital

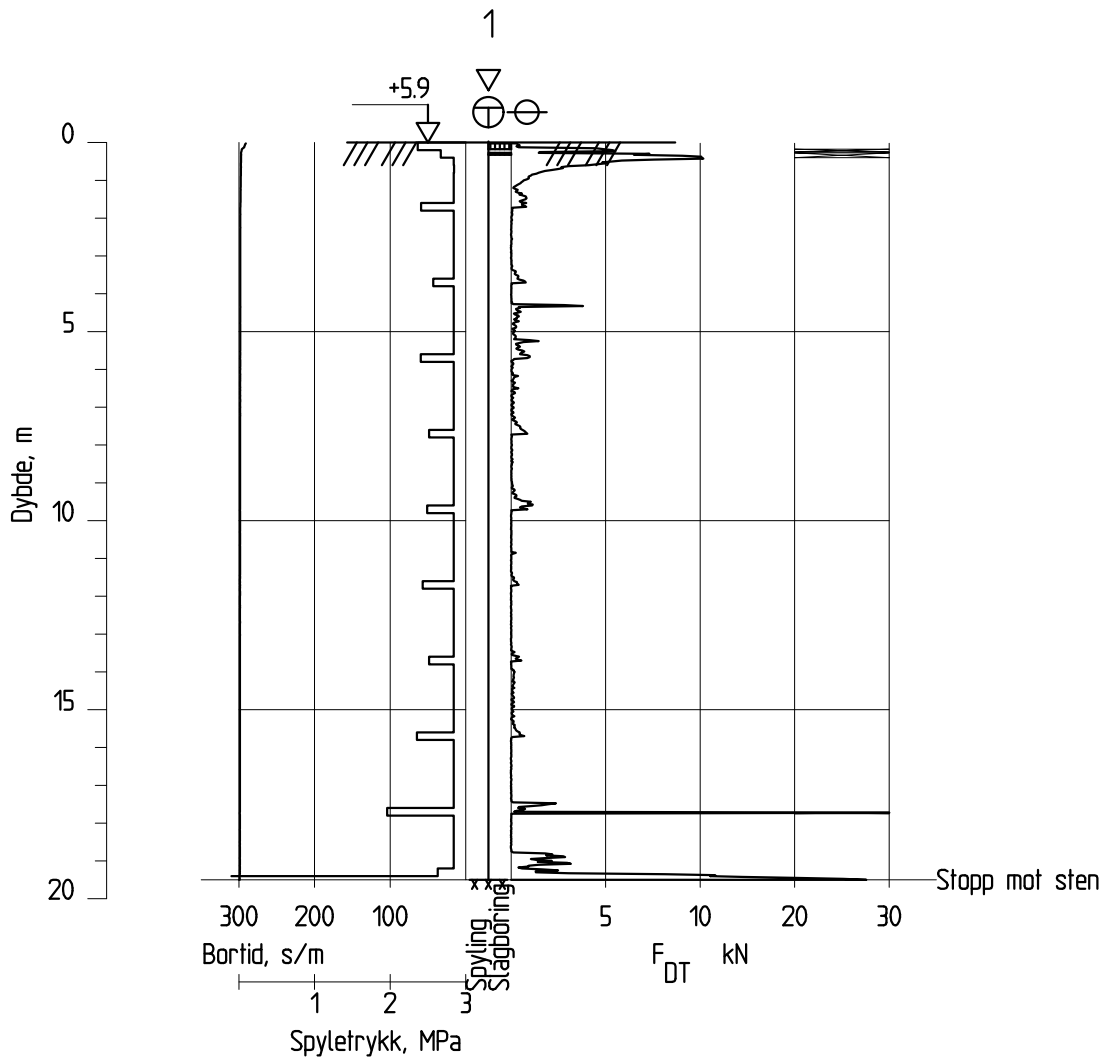
Kartgrunnlag:      Digital

                                 Fra Geodata



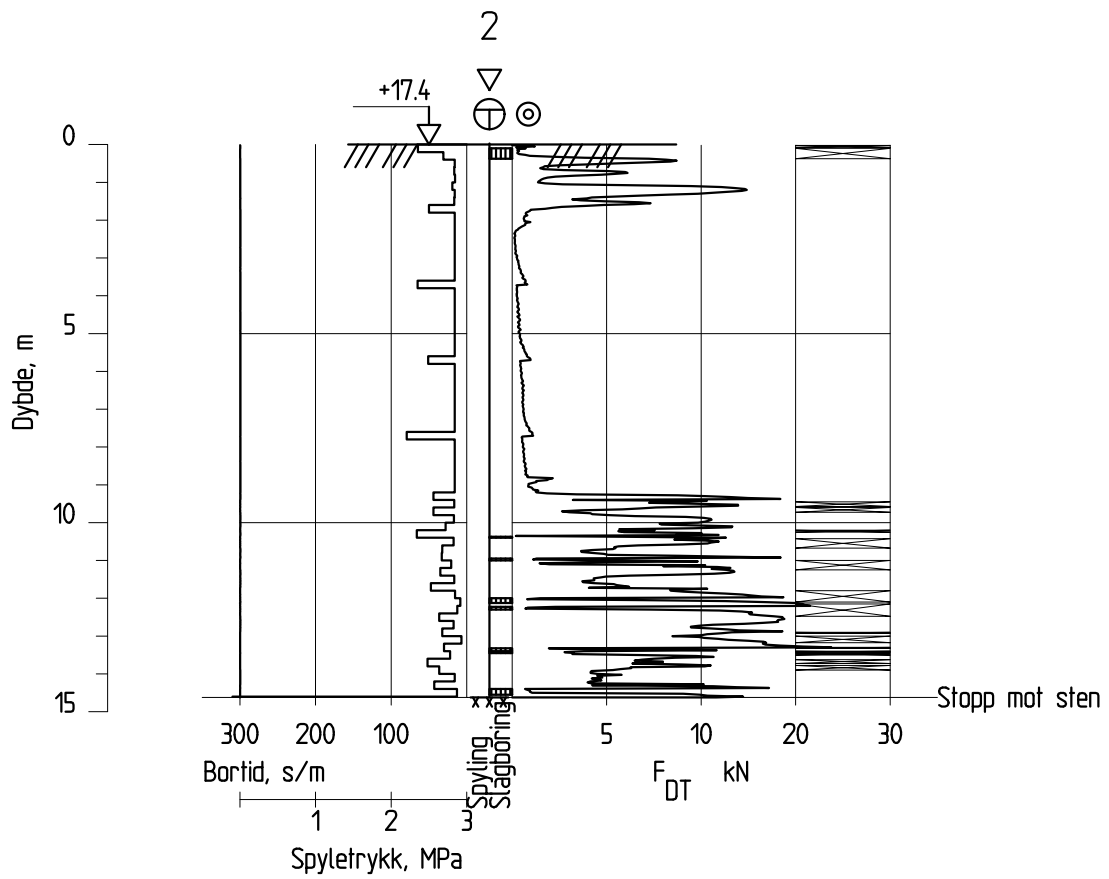
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 32N. Høydegrunnlag: NN2000

00	Til datarapport	08.04.2024	ATO	MARIS	MICP
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
<b>Borplan</b>		Original format: A3	Fag: RIG		
		Filnavn: 10253602-02-RIG-TEG-001			
<b>Sandefjord kommune</b>		Underlagets filnavn: Kartgrunnlag fra Geodata			
<b>Fjellheimveien - supplerende grunnundersøker</b>		Målestokk: 1:1 500			
<b>Multiconsult</b>		Dato: 08.04.2024	Konstr./tegnet: ATO	Kontrollert: MARIS	Godkjent: MICP
		Oppdragsnr.: 10253602-02	Tegningsnr.: 001	Rev.: 00	



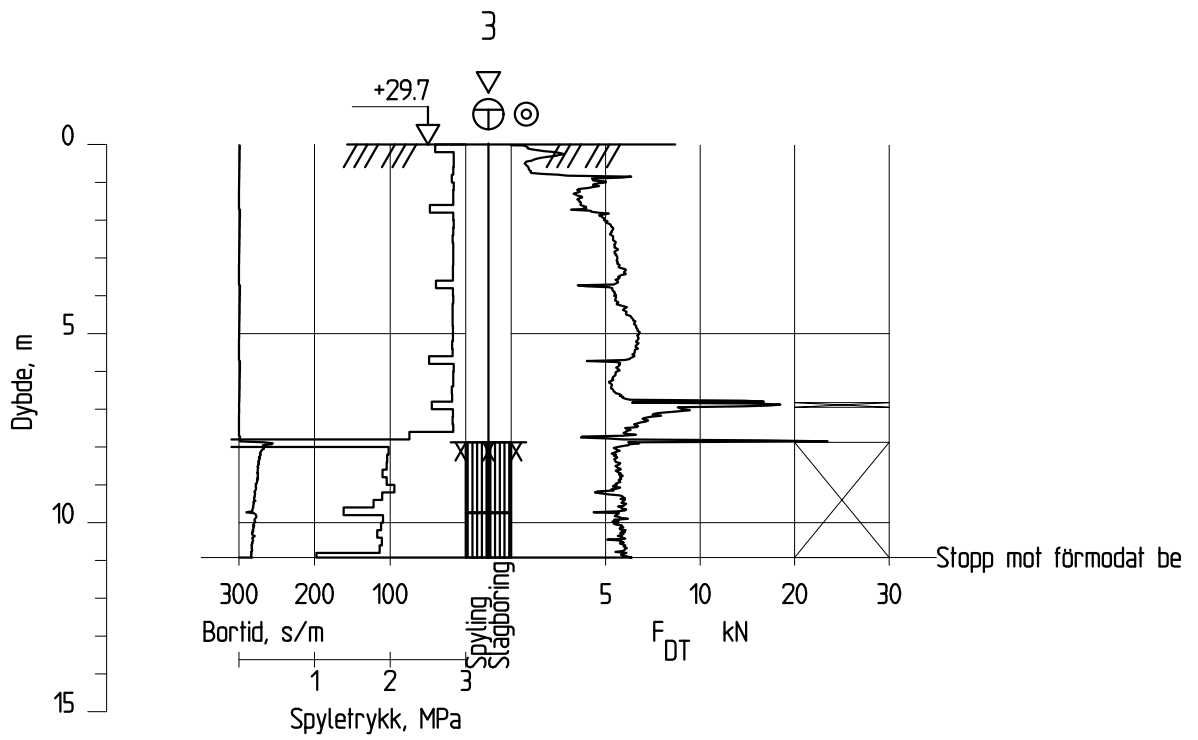
Dato boret :05.03.2024

Posisjon: X 6555409.53 Y 571146.33



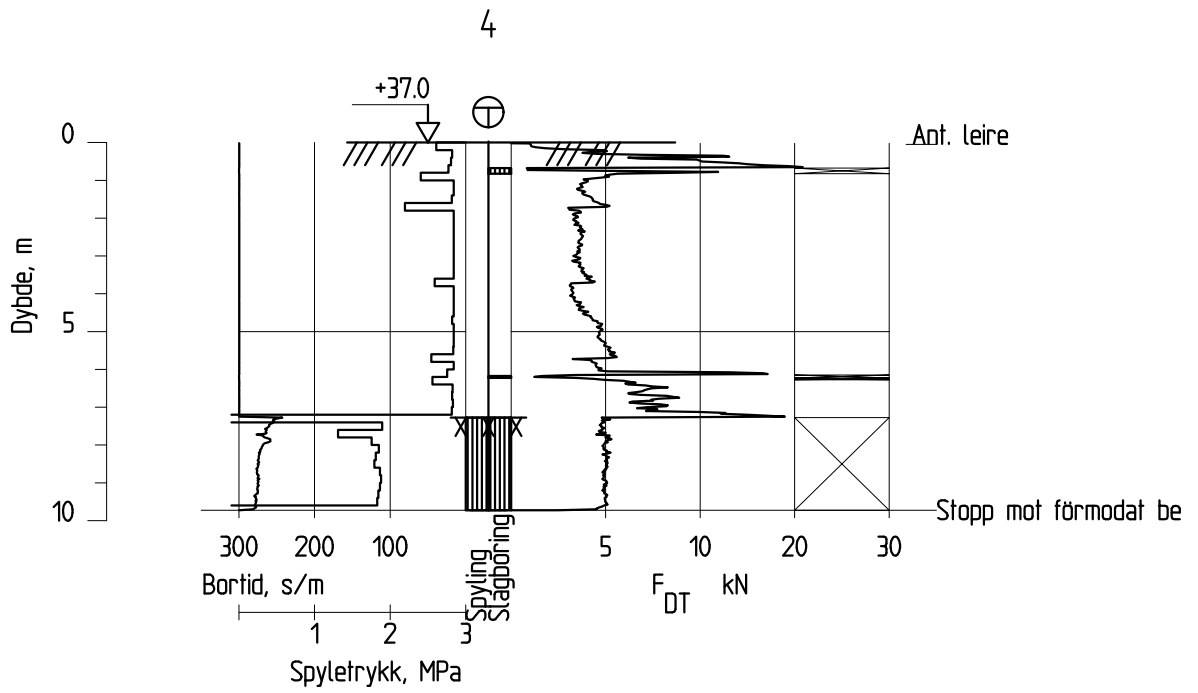
Dato boret :05.03.2024

Posisjon: X 6555498.98 Y 571153.08



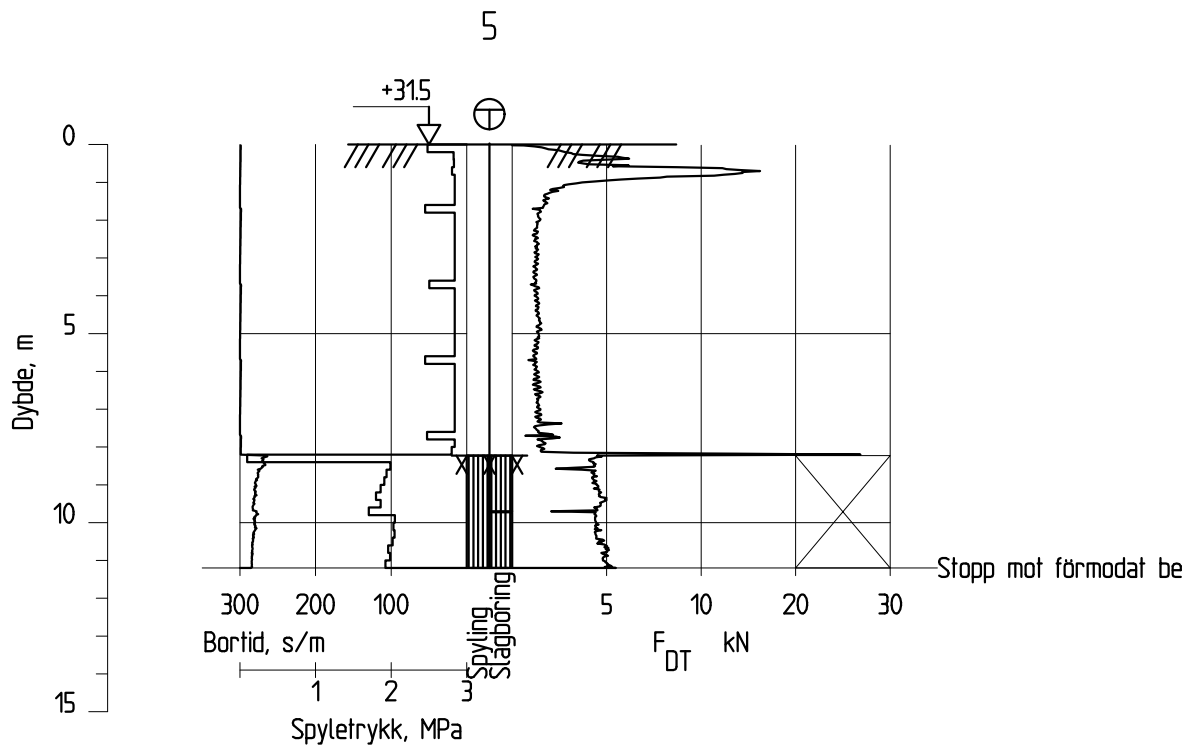
Dato boret :05.03.2024

Posisjon: X 6555610.92 Y 571139.54



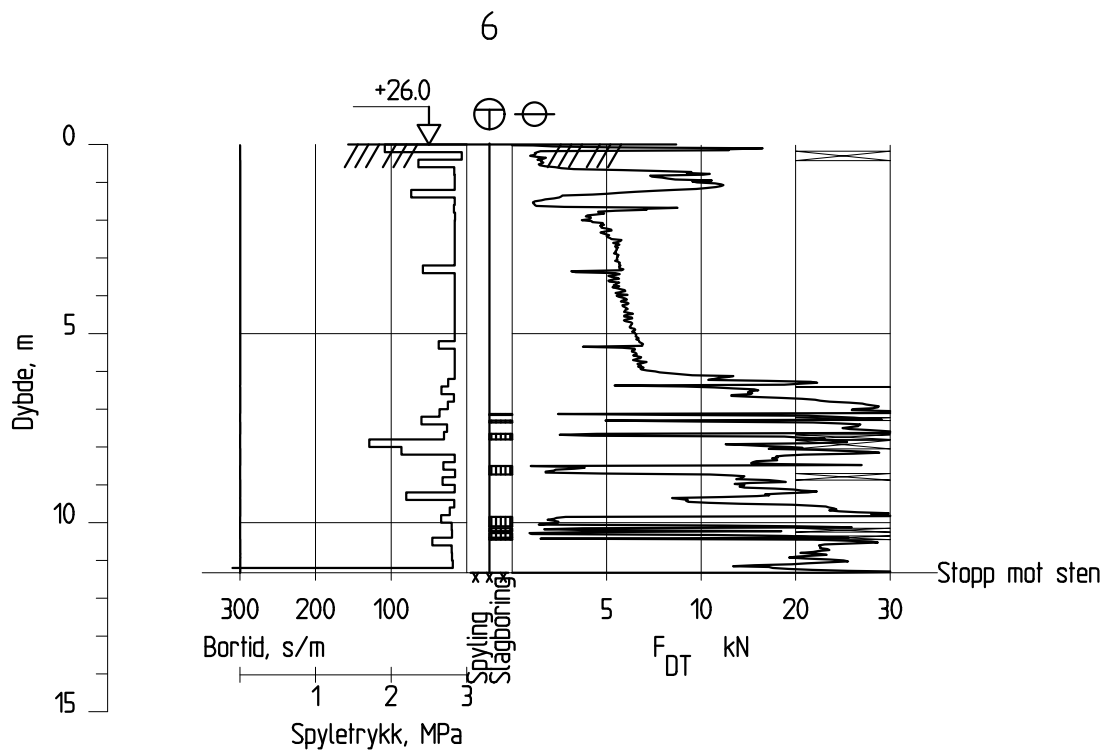
Dato boret :05.03.2024

Posisjon: X 6555636.86 Y 57104187



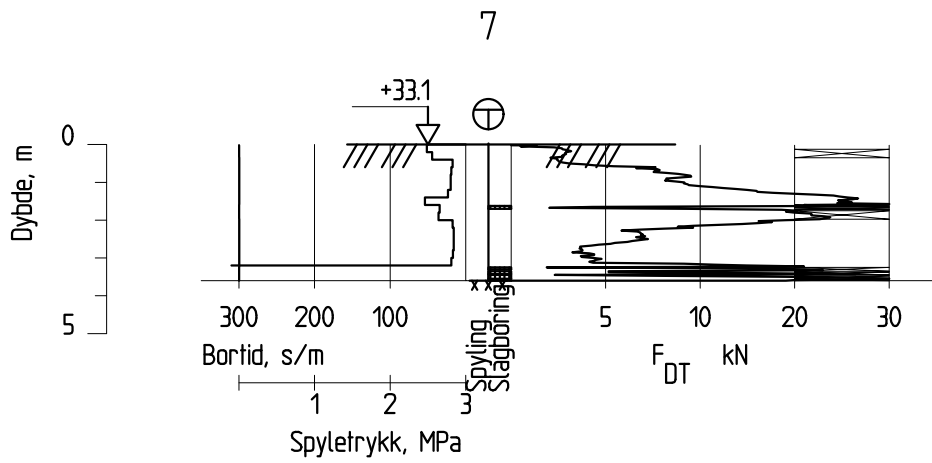
Dato boret :05.03.2024

Posisjon: X 6555694.69 Y 571148.94



Dato boret :06.03.2024

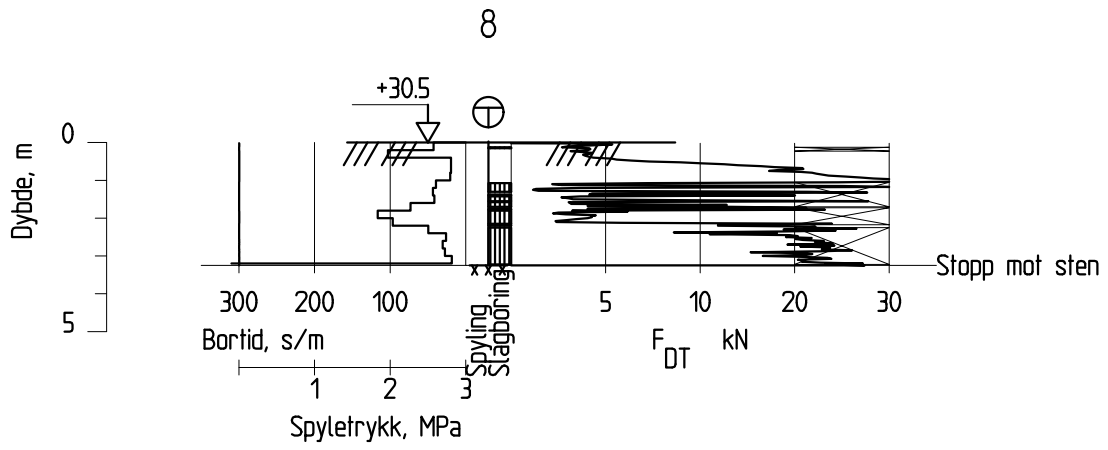
Posisjon: X 6555562.43 Y 571138.97



Dato boret :06.03.2024

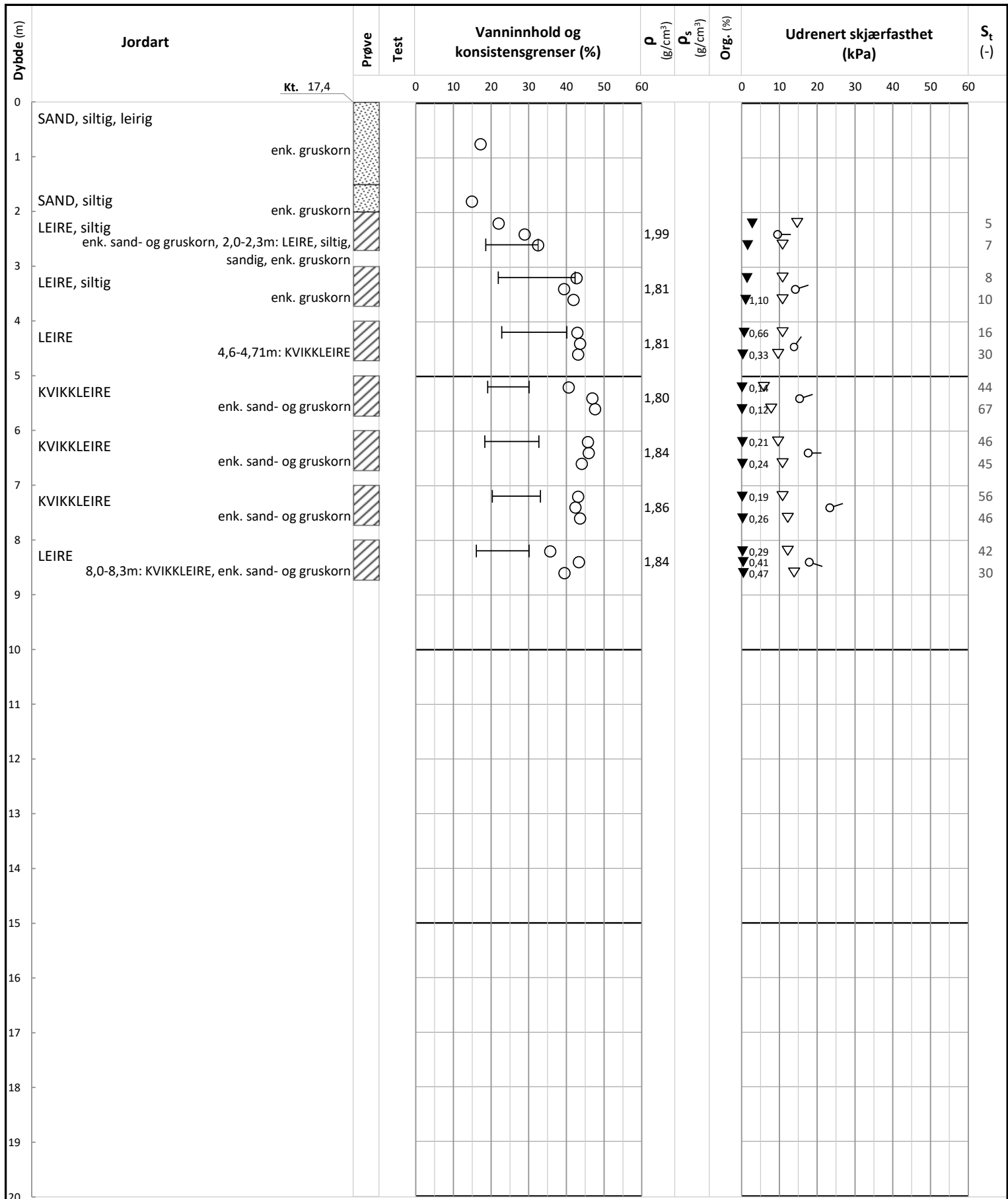
Posisjon: X 6555601.77 Y 571085.75





Dato boret :06.03.2024

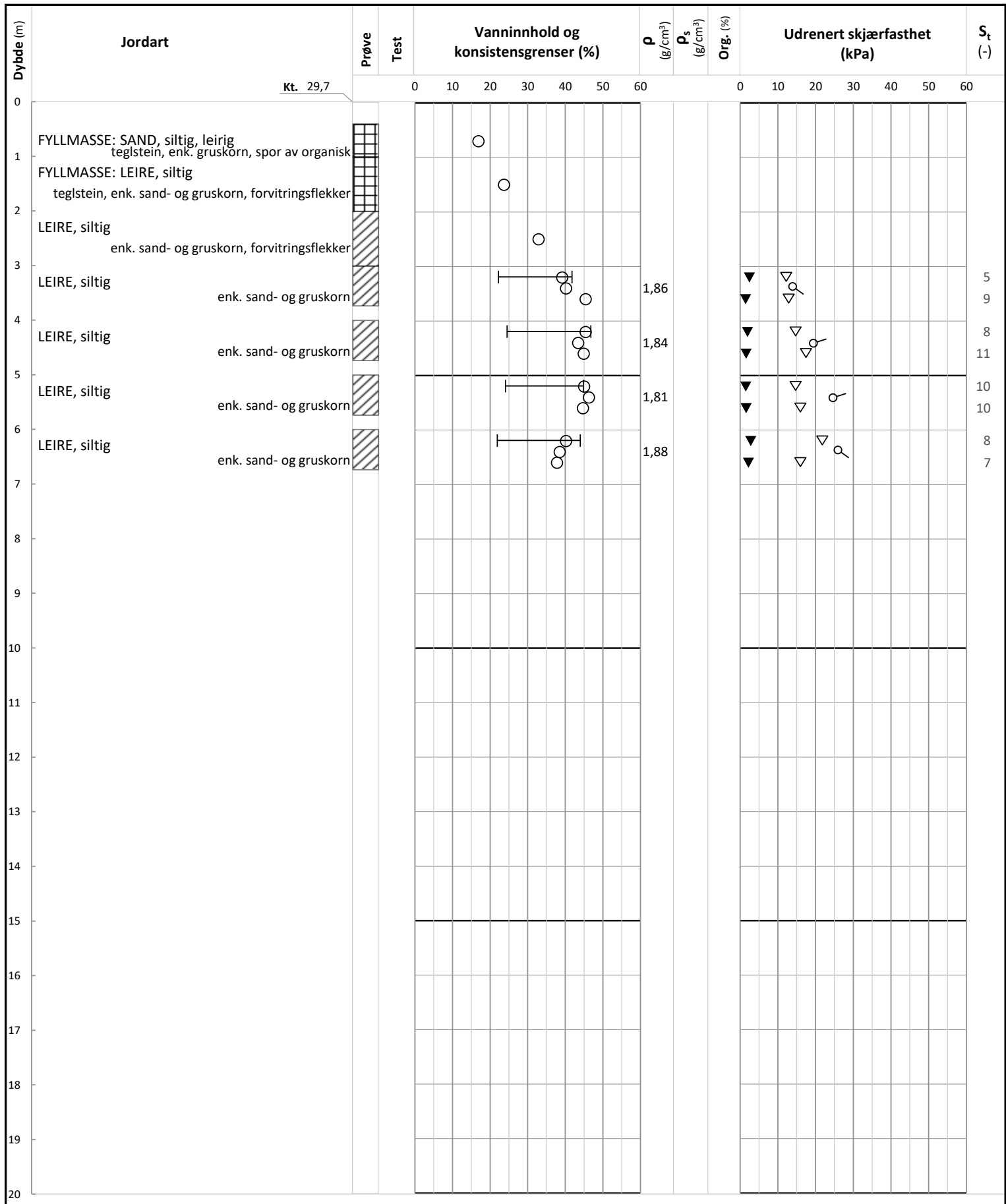
Posisjon: X 6555537.37 Y 571082.62



**Symboler:**

- T: Treaxialforsøk
- Ø: Ødometerforsøk
- K: Korngradering
- $\rho$ : Densitet
- $\rho_s$ : Korndensitet
- Org.: Organisk innhold
- $S_t$ : Sensitivitet
- : Vanninnhold
- |—: Plastisitetsindeks ( $I_p$ )
- ▽: Uomrørt konus
- ▼: Omrørt konus
- : Enaksialforsøk (strek angir aksial tøyning (%) ved brudd)

Sandefjord kommune	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent
	SISJ	ANNM	MICP
Fjellheimveien supplerende grunnundersøkelser	Borpunkt	Dato	Revisjon
	2	02.04.2024	00
Multiconsult	Oppdragsnummer	Tegningsnummer	
	Prøveserie	10253602-02	RIG-TEG-200



**Symboler:**

- T: Treaxialforsøk
- Ø: Ødometerforsøk
- K: Korngradering
- ρ: Densitet
- ρ<sub>s</sub>: Korndensitet
- Org.: Organisk innhold
- S<sub>t</sub>: Sensitivitet
- : Vanninnhold
- |—: Plastisitetsindeks (I<sub>p</sub>)
- ▽: Uomrørt konus
- ▼: Omrørt konus
- : Enaksialforsøk (strek angir aksial tøyning (%) ved brudd)

Grunnvannstand: Digital

Borbok: Digital

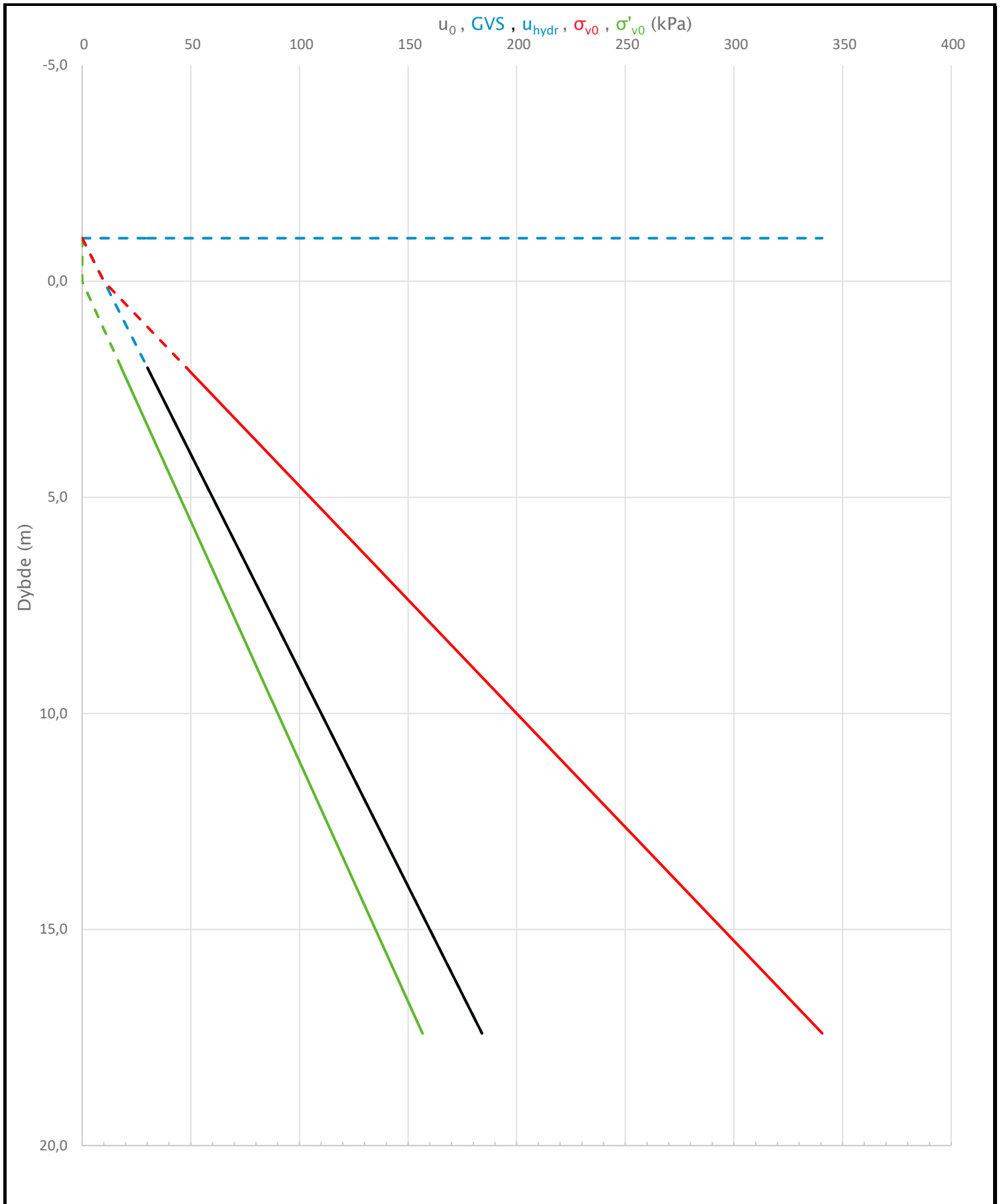
Sandefjord kommune	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent
	SISJ	ANNM	MICP
Fjellheimveien supplerende grunnundersøkelser	Borpunkt	Dato	Revisjon
	3	02.04.2024	00
Multiconsult	Oppdragsnummer	Tegningsnummer	
	Prøveserie	10253602-02	RIG-TEG-201

V.1.17.2.06.03.2024

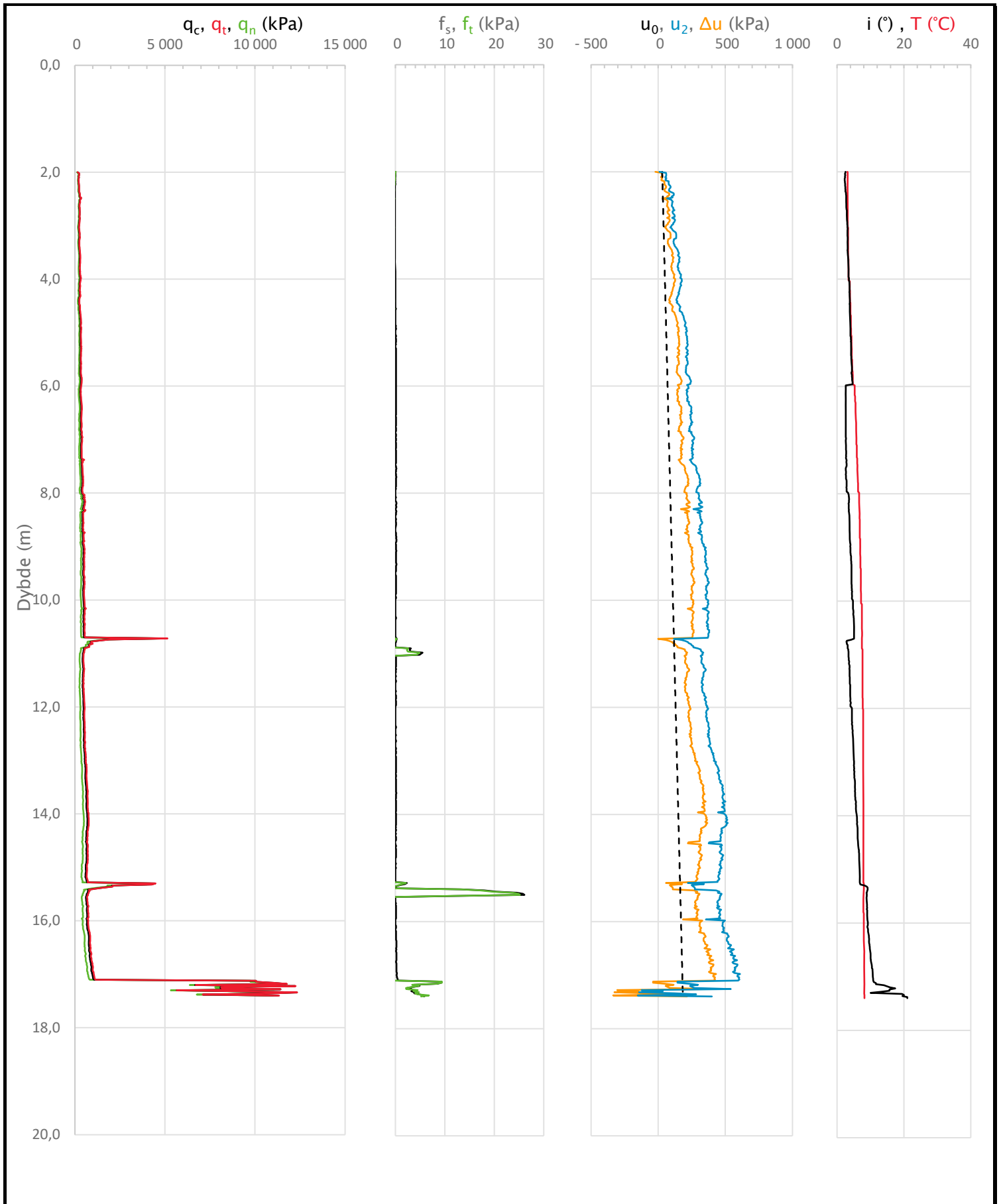




Sonde og utførelse						
Sondennummer	5982		Boreleder		Terje	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		5,1	
Kalibreringsdato	08.02.2023		Maks helning (°)		21,0	
Dato sondering	07.03.2024		Maks avstand målinger (m)		0,02	
Filtertype	Porøst filter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0,5		2	
Måleområde (MPa)	50		0,5		2	
Skaleringsfaktor	1337		4286		3601	
Oppløsning 2 <sup>12</sup> bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 <sup>18</sup> bit (kPa)	0,5706		0,0089		0,02	
Arealforhold	0,8550		0,0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	21,671		0,302		1,037	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	7064,4		110,1		261,7	
Registrert etter sondering (kPa)	74,1		0,0		1,2	
Avvik under sondering (kPa)	74,1		0,0		1,2	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	2,8		0,0		0,1	
Maksverdi under sondering (kPa)	12331,2		26,1		610,7	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
<b>Samlet nøyaktighet (kPa)</b>	<b>77,4</b>	<b>0,6</b>	<b>0,0</b>	<b>0,2</b>	<b>1,4</b>	<b>0,2</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	2	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		Ikke OK	
Temperatur						
OK						
Kommentarer:						
Prosjekt			Prosjektnummer: 10253602-02 Rapportnummer: 1		Borhull Kote +5,9	
<b>Fjellheimveien supplerende grunnundersøkelser</b>					<b>1</b>	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					<b>5982</b>	
Multiconsult	Tegnet		Kontrollert		Godkjent	
	ATO		MARIS		MICP	
Utførende		Dato sondering		Revisjon		Anvend.klasse
Multiconsult		07.03.2024		0		
				Rev. dato		RIG-TEG
				16.04.2024		<b>500.1</b>

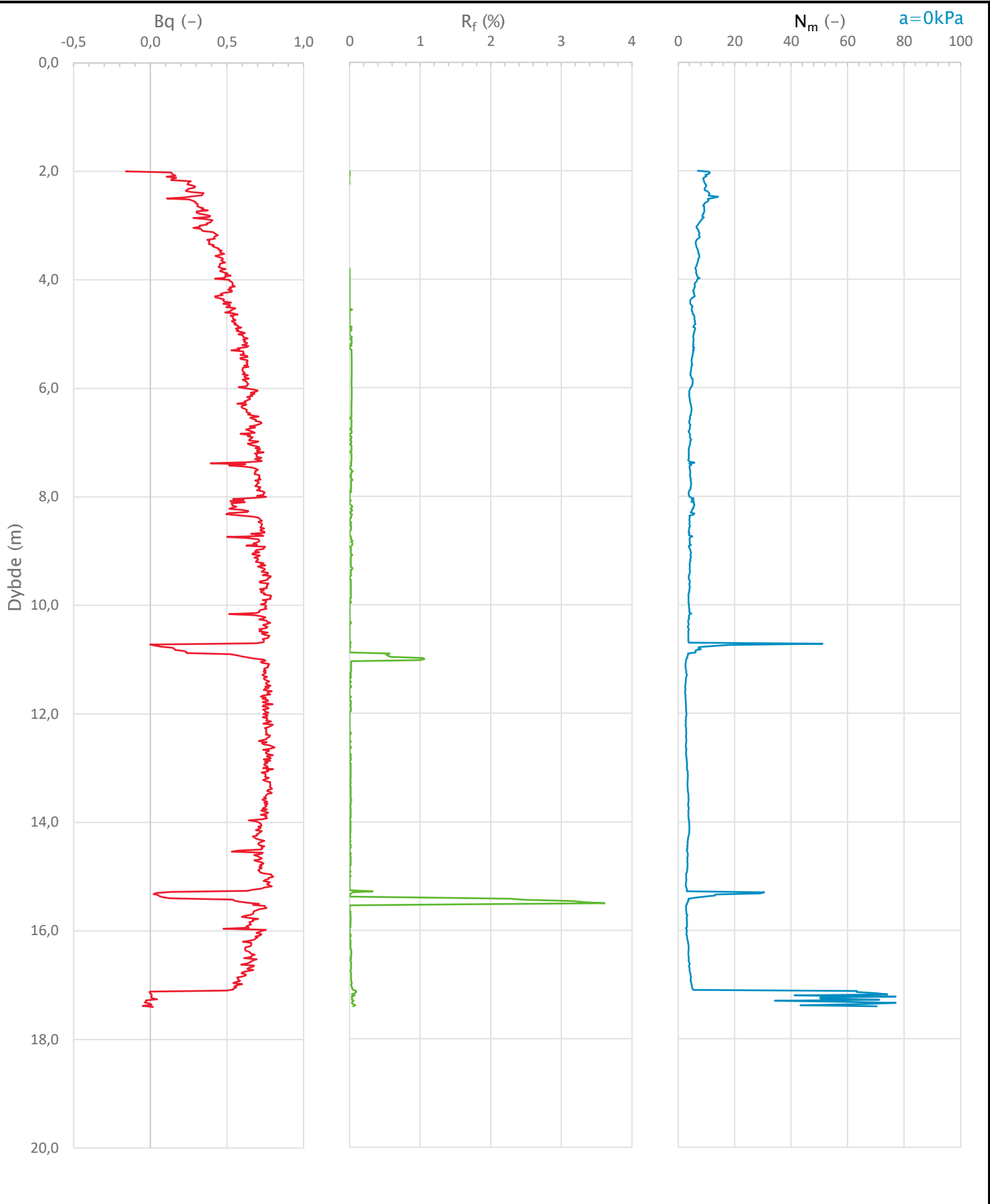


Prosjekt			Prosjektnummer: 10253602-02 Rapportnummer: 1		Borhull	Kote +5,9
<b>Fjellheimveien supplerende grunnundersøkelser</b>					<b>1</b>	
Innhold			In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger		Sondennummer	<b>5982</b>
<b>Multiconsult</b>	Tegnet	Kontrollert	Godkjent		Anvend.klasse	<b>1</b>
	ATO	MARIS	MICP			
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	Rev. dato	RIG-TEG	<b>500.2</b>
	Multiconsult	07.03.2024	0	16.04.2024		



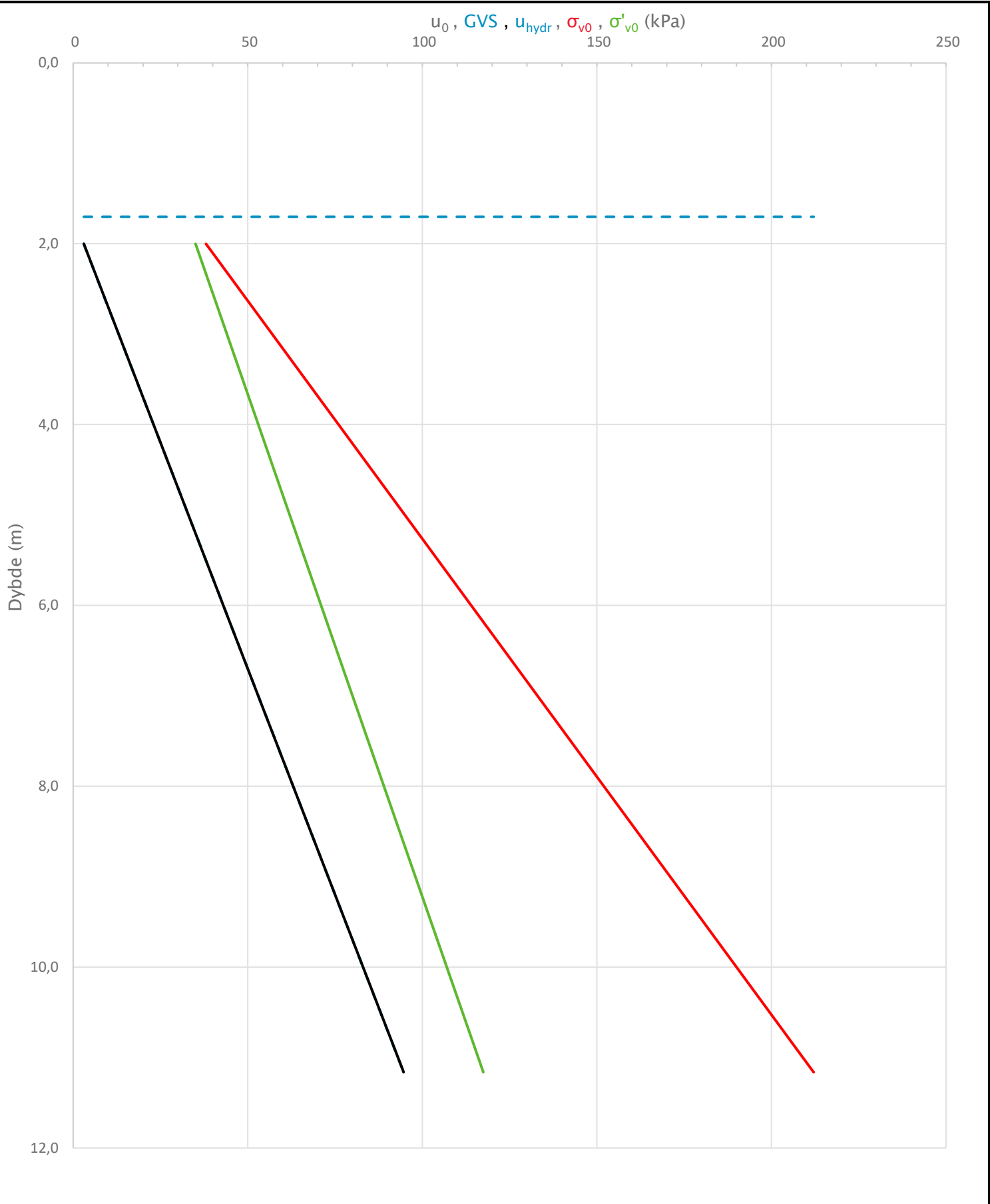
Prosjekt		Prosjektnummer: 10253602-02 Rapportnummer: 1		Borhull	Kote +5,9
<b>Fjellheimveien supplerende grunnundersøkelser</b>				<b>1</b>	
Innhold				Sondennummer	
Måledata og korrigerte måleverdier				<b>5982</b>	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	ATO	MARIS	MICP	<b>1</b>	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	
	Multiconsult	07.03.2024	0	<b>500.3</b>	
			Rev. dato		
			16.04.2024		



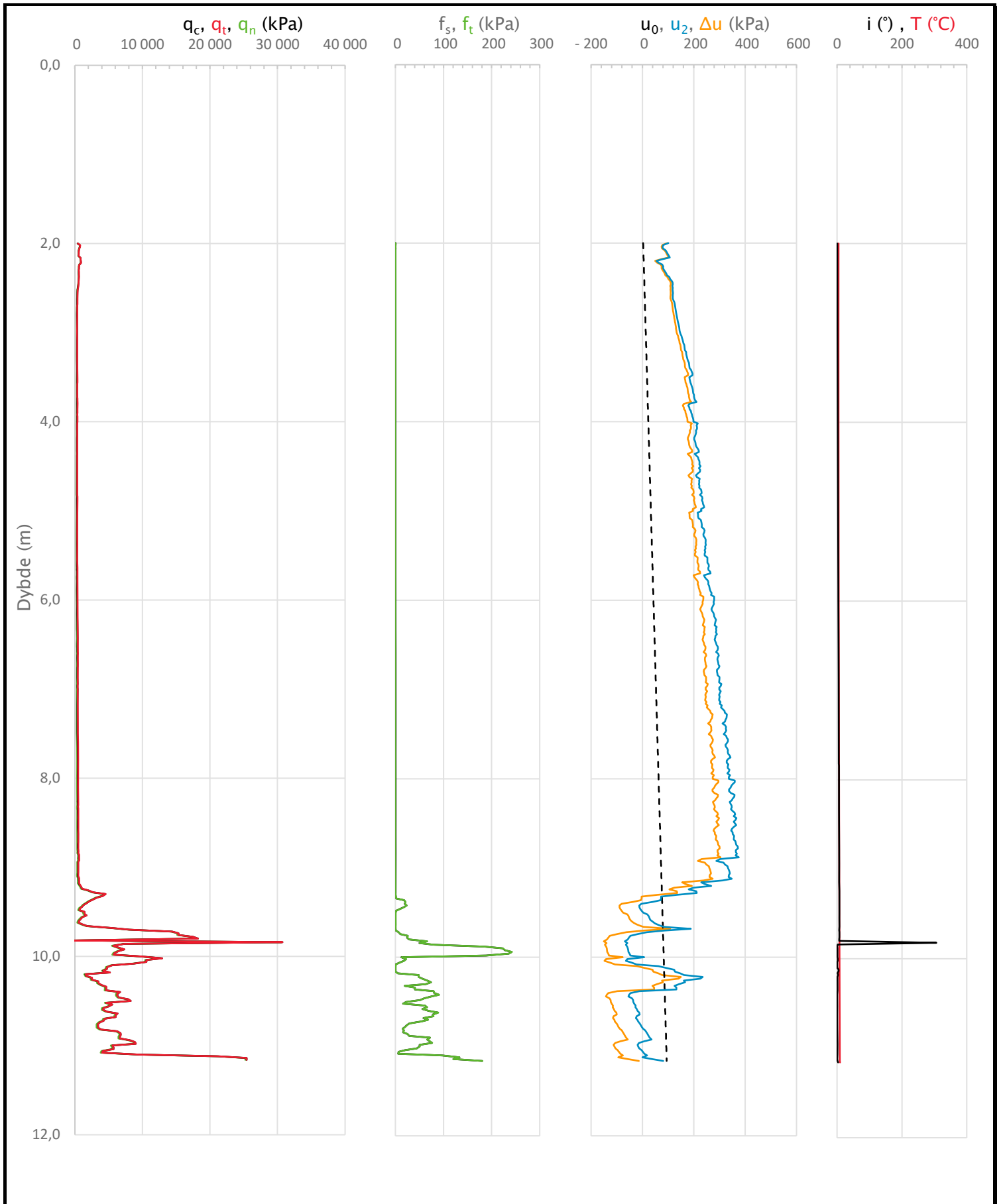


Prosjekt		Prosjektnummer: 10253602-02 Rapportnummer: 1		Borhull	Kote +5,9
<b>Fjellheimveien supplerende grunnundersøkelser</b>				<b>1</b>	
Innhold				Sondennummer	
Avledede dimensjonsløse forhold				<b>5982</b>	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	ATO	MARIS	MICP	<b>1</b>	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	
	Multiconsult	07.03.2024	0	<b>500.4</b>	
			Rev. dato	16.04.2024	

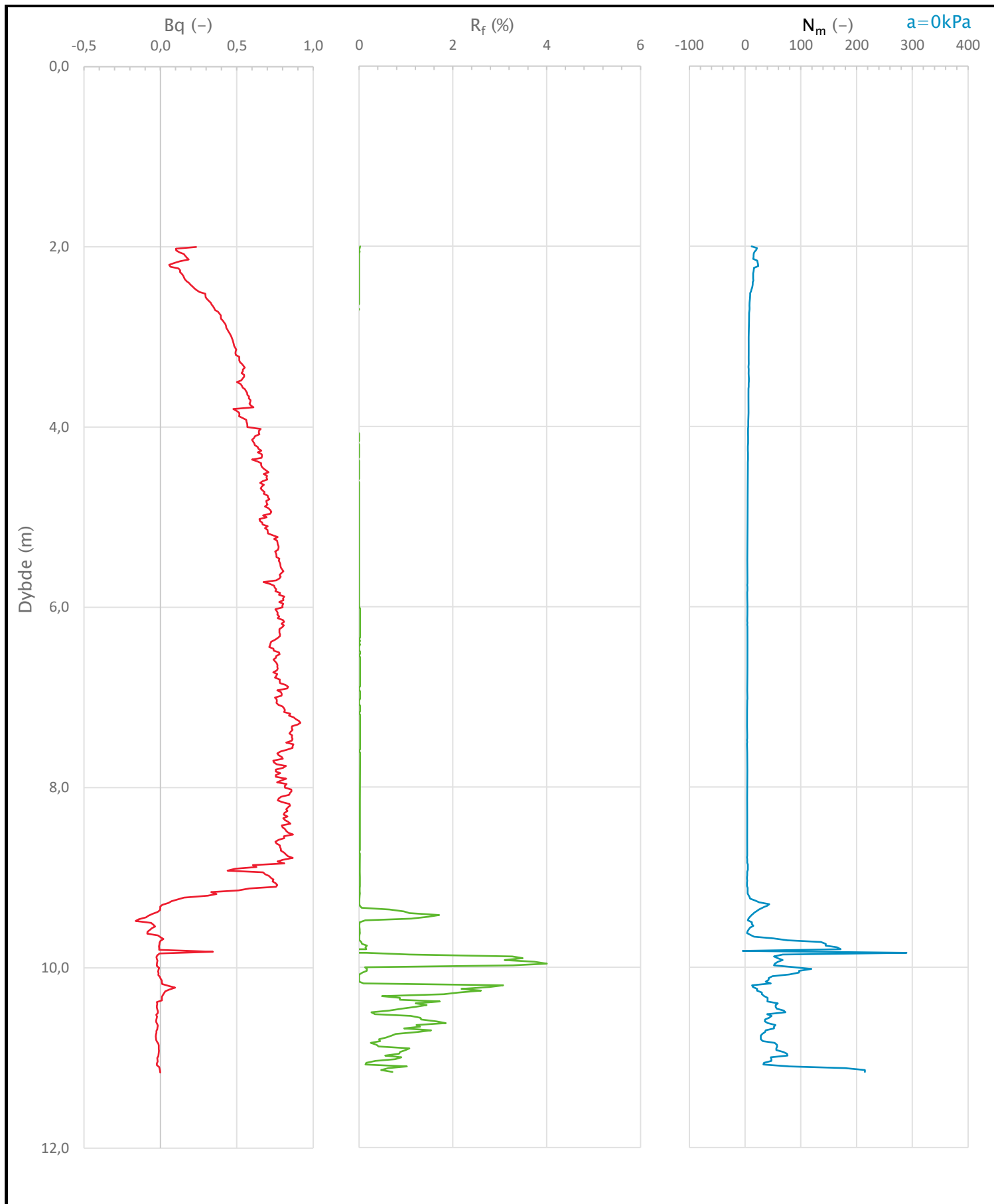
Sonde og utførelse						
Sondennummer	5982		Boreleder		Terje	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		4,8	
Kalibreringsdato	08.02.2023		Maks helning (°)		306,2	
Dato sondering	07.03.2024		Maks avstand målinger (m)		0,02	
Filtertype	Porøst filter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0,5		2	
Måleområde (MPa)	50		0,5		2	
Skaleringsfaktor	1337		4286		3601	
Oppløsning 2 <sup>12</sup> bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 <sup>18</sup> bit (kPa)	0,5706		0,0089		0,02	
Arealforhold	0,8550		0,0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	21,671		0,302		1,037	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	7065,0		110,0		261,3	
Registrert etter sondering (kPa)	112,3		0,1		2,1	
Avvik under sondering (kPa)	112,3		0,1		2,1	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	2,6		0,0		0,1	
Maksverdi under sondering (kPa)	30753,2		242,1		375,8	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
<b>Samlet nøyaktighet (kPa)</b>	<b>115,5</b>	<b>0,4</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>2,2</b>	<b>0,6</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	3	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
<b>Anvendelsesklasse</b>	<b>1</b>					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning		Temperatur	
OK	OK	OK	Ikke OK		OK	
Kommentarer:						
Prosjekt			Prosjektnummer: 10253602-02 Rapportnummer: 1		Borhull Kote +17,4	
<b>Fjellheimveien supplerende grunnundersøkelser</b>					<b>2</b>	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					<b>5982</b>	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent		Anvend.klasse	
	ATO	MARIS	MICP		1	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon		RIG-TEG	
	Multiconsult	07.03.2024	0		501.1	
			Rev. dato 16.04.2024			



Prosjekt		Prosjektnummer: 10253602-02 Rapportnummer: 1		Borhull	Kote +17,4
<b>Fjellheimveien supplerende grunnundersøkelser</b>				<b>2</b>	
Innhold				Sondennummer	
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				<b>5982</b>	
<b>Multiconsult</b>	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	ATO	MARIS	MICP	<b>1</b>	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	
	Multiconsult	07.03.2024	0	<b>501.2</b>	
			Rev. dato		
			16.04.2024		

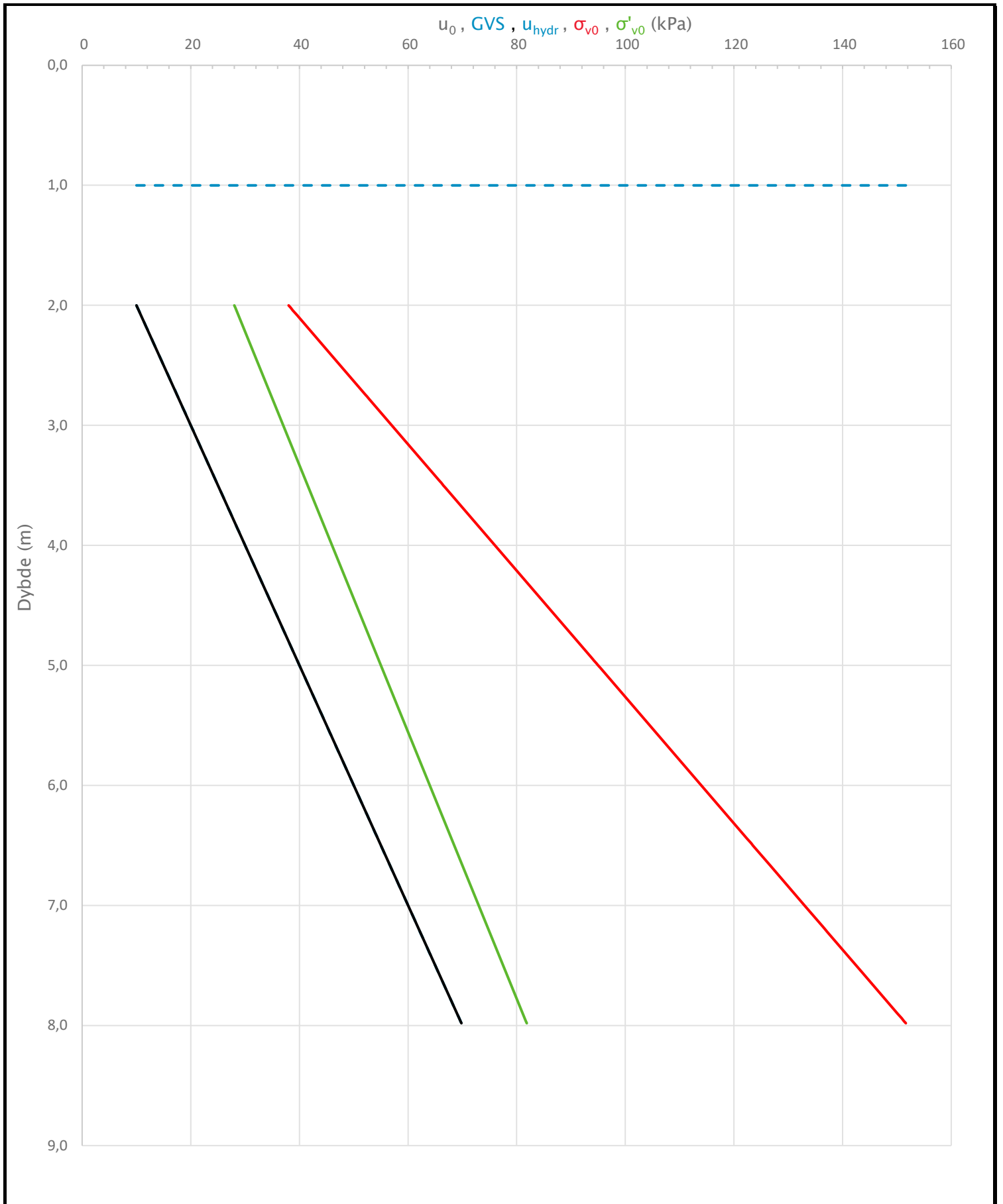


Prosjekt		Prosjektnummer: 10253602-02 Rapportnummer: 1		Borhull	Kote +17,4
<b>Fjellheimveien supplerende grunnundersøkelser</b>				<b>2</b>	
Innhold				Sondennummer	
Måledata og korrigerte måleverdier				<b>5982</b>	
<b>Multiconsult</b>	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	<b>1</b>
	ATO	MARIS	MICP		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	<b>501.3</b>
	Multiconsult	07.03.2024	0 16.04.2024		

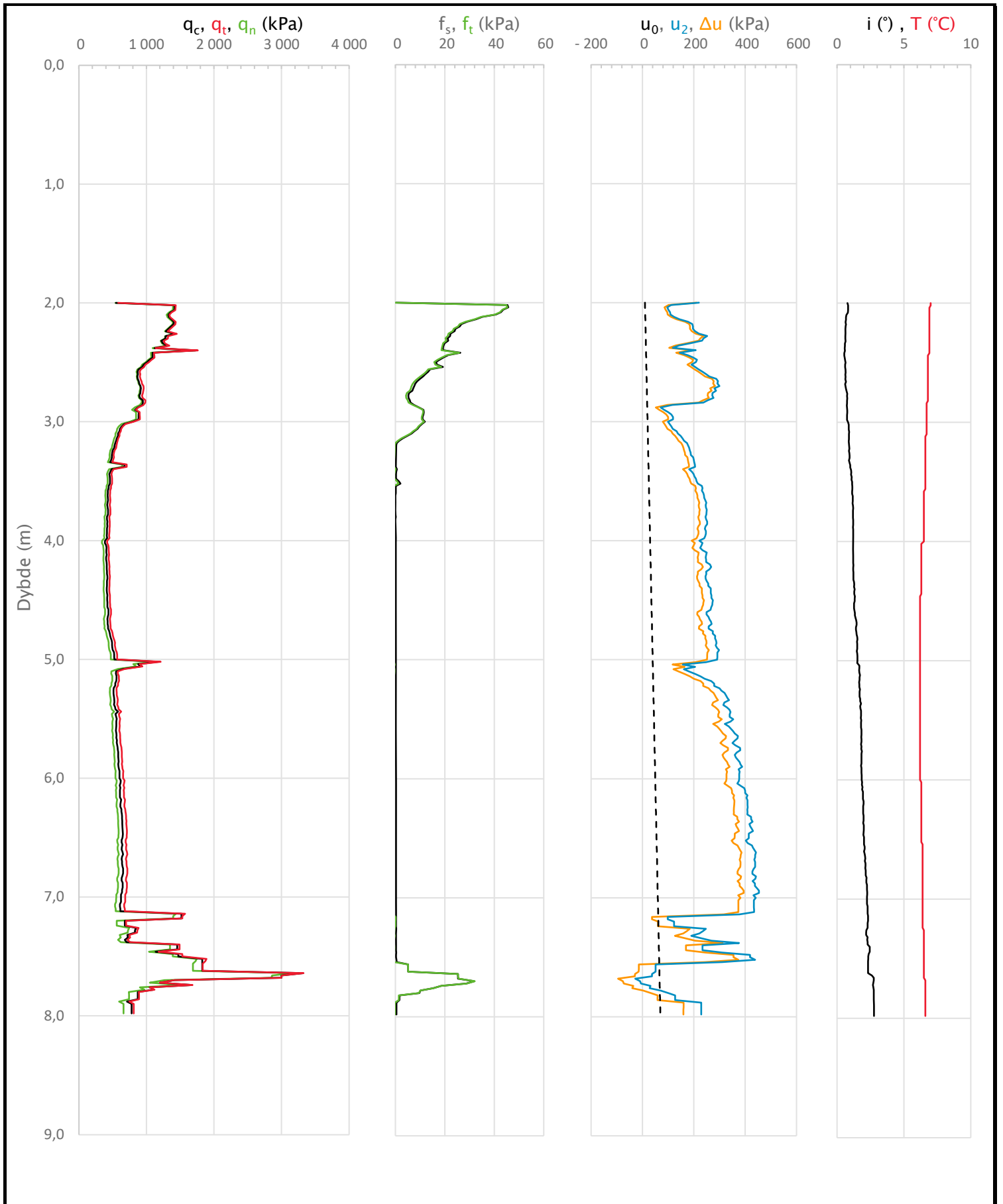


Prosjekt			Prosjektnummer: 10253602-02 Rapportnummer: 1		Borhull	Kote +17,4
<b>Fjellheimveien supplerende grunnundersøkelser</b>					<b>2</b>	
Innhold					Sondennummer	
Avledede dimensjonsløse forhold					<b>5982</b>	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent		Anvend.klasse	<b>1</b>
	ATO	MARIS	MICP			
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	0	RIG-TEG	<b>501.4</b>
	Multiconsult	07.03.2024	Rev. dato	16.04.2024		

Sonde og utførelse						
Sondennummer	5982		Boreleder		Terje	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		0,8	
Kalibreringsdato	08.02.2023		Maks helning (°)		2,8	
Dato sondering	06.03.2024		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	1337		4286		3601	
Oppløsning 2 <sup>12</sup> bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 <sup>18</sup> bit (kPa)	0,5706		0,0089		0,02	
Arealforhold	0,8550		0,0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	21,671		0,302		1,037	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	7079,2		109,9		261,4	
Registrert etter sondering (kPa)	32,5		0,3		-1,7	
Avvik under sondering (kPa)	32,5		0,3		1,7	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0,4		0,0		0,0	
Maksverdi under sondering (kPa)	3322,0		45,7		454,2	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
<b>Samlet nøyaktighet (kPa)</b>	<b>33,5</b>	<b>1,0</b>	<b>0,3</b>	<b>0,7</b>	<b>1,7</b>	<b>0,4</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: 10253602-02 Rapportnummer: 1		Borhull Kote +29,7	
<b>Fjellheimveien supplerende grunnundersøkelser</b>					<b>3</b>	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					<b>5982</b>	
Multiconsult	Tegnet		Kontrollert		Godkjent	
	ATO		MARIS		MICP	
Utførende		Dato sondering		Revisjon		Anvend.klasse
Multiconsult		06.03.2024		0		
				Rev. dato		RIG-TEG
				16.04.2024		<b>502.1</b>

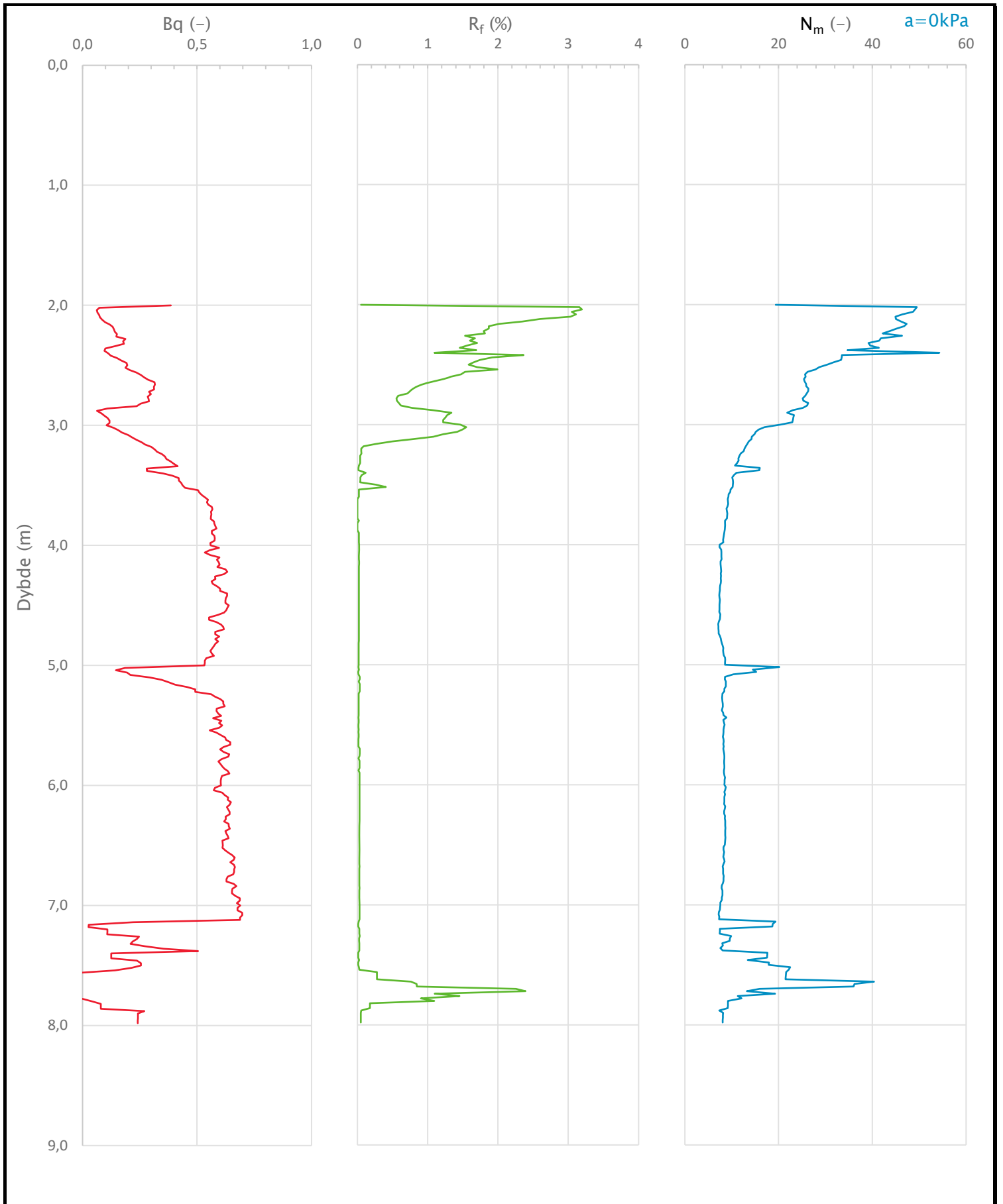


Prosjekt			Prosjektnummer: 10253602-02 Rapportnummer: 1		Borhull	Kote +29,7
<b>Fjellheimveien supplerende grunnundersøkelser</b>					<b>3</b>	
Innhold			In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger		Sondennummer	<b>5982</b>
<b>Multiconsult</b>	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	ATO	MARIS	MICP	<b>1</b>		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG		
	Multiconsult	06.03.2024	0	<b>502.2</b>		
			Rev. dato	16.04.2024		



Prosjekt		Prosjektnummer: 10253602-02 Rapportnummer: 1		Borhull	Kote +29,7
<b>Fjellheimveien supplerende grunnundersøkelser</b>				<b>3</b>	
Innhold				Sondennummer	
Måledata og korrigerte måleverdier				<b>5982</b>	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	ATO	MARIS	MICP	<b>1</b>	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	
	Multiconsult	06.03.2024	0	<b>502.3</b>	
			Rev. dato		
			16.04.2024		





Prosjekt		Prosjektnummer: 10253602-02 Rapportnummer: 1		Borhull	Kote +29,7
<b>Fjellheimveien supplerende grunnundersøkelser</b>				<b>3</b>	
Innhold				Sondennummer	
Avledede dimensjonsløse forhold				<b>5982</b>	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	ATO	MARIS	MICP	<b>1</b>	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	
	Multiconsult	06.03.2024	0	<b>502.4</b>	
			Rev. dato	16.04.2024	

# CALIBRATION CERTIFICATE FOR CPT PROBE 5982

Probe No 5982  
 Date of Calibration 2023-02-08  
 Calibrated by Joakim Tingström.....  
 Run No 2577  
 Test Class: ISO 1

**Point Resistance**                      **Tip Area 10cm<sup>2</sup>**  
 Maximum Load                      50                      MPa  
 Range                                      50                      MPa  
 Scaling Factor                      **1337**  
 Resolution                              0,5706                      kPa  
 Area factor (a)                      0,855  
 Zero                                      6,993 MPa

## ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded                      21,671                      kPa  
 Temperature range 5 –40 deg. Celsius.

**Local Friction**                              **Sleeve Area 150cm<sup>2</sup>**  
 Maximum Load                      0,5                      MPa  
 Range                                      0,5                      MPa  
 Scaling Factor                      **4286**  
 Resolution                              0,0089                      kPa  
 Area factor (b)                      0  
 Zero                                      111,16 kPa

## ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded                      0,302                      kPa  
 Temperature range 5 –40 deg. Celsius.

## **Pore Pressure**

Maximum Load                      2                      MPa  
 Range                                      2                      MPa  
 Scaling Factor                      **3601**  
 Resolution                              0,0212                      kPa  
 Zero                                      258,07 kPa

## ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded                      1,037                      kPa  
 Temperature range 5 –40 deg. Celsius.

## **Tilt Angle**



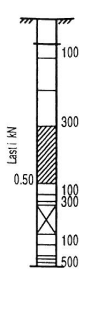
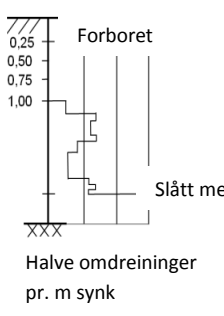
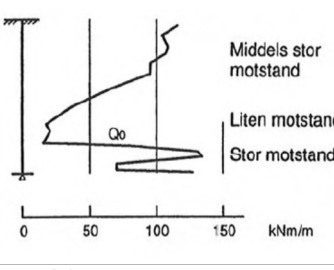
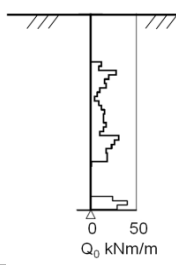
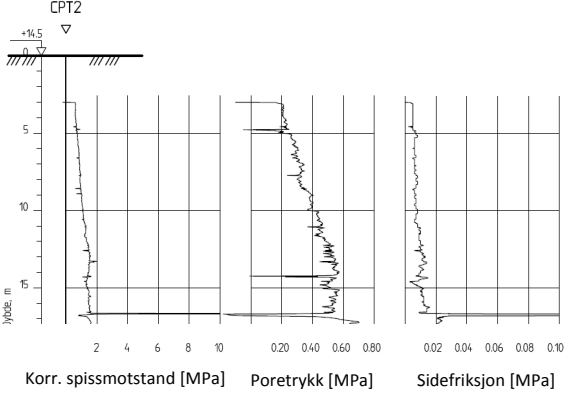
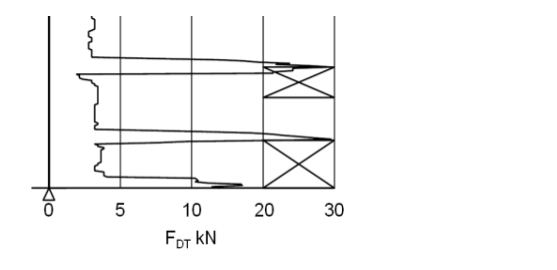
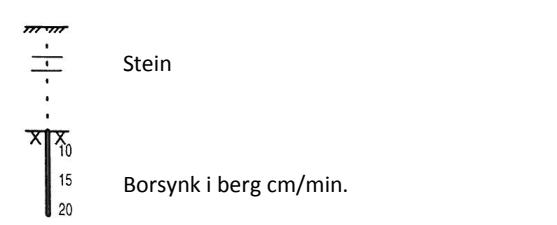
Scaling Factor                      **0,92**  
 Range                                      0 - 40                      Deg.

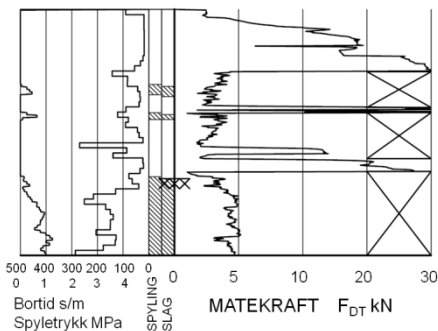
## **Backup memory**

## **Temperature sensor**



Specialists in  
 Geotechnical  
 Field Equipment

 <p>Avsluttet mot stein, blokk eller fast grunn</p>  <p>Avsluttet mot antatt berg</p>	<p>Sonderinger utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn. For utførelsesstandarder henvises det til «Geoteknisk bilag – Oversikt over metodestandarder og retningslinjer».</p>
 <p>Forboret</p> <p>Middels stor motstand</p> <p>Meget liten motstand</p> <p>Meget stor motstand</p> <p>Avsluttet uten å nå fast grunn eller berg</p>  <p>Forboret</p> <p>0,25 0,50 0,75 1,00</p> <p>Slått med slegge</p> <p>Halve omdreininger pr. m synk</p>	<p><b>DREIESONDERING</b></p> <p>Utføres med skjøtbare <math>\phi 22</math> mm borstenger med 200 mm vridd spiss. Boret dreies manuelt eller maskinelt ned i grunnen med inntil 1 kN (100 kg) vertikalbelastning på stengene. Hvis det ikke synker for denne lasten, dreies boret maskinelt eller manuelt. Antall <math>\frac{1}{2}</math>-omdreininger pr. 0,2 m synk registreres.</p> <p>Boremotstanden presenteres i diagram med vertikal dybdeskala og tverrstrek for hver 100 <math>\frac{1}{2}</math>-omdreininger. Skravur angir synk uten dreining, med påført vertikallast under synk angitt på venstre side. Kryss angir at borstengene er rammet ned i grunnen.</p>
 <p>Middels stor motstand</p> <p>Liten motstand</p> <p>Stor motstand</p> <p>0 50 100 150 kNm/m</p>  <p>Q<sub>0</sub> kNm/m</p>	<p><b>RAMSONDERING</b></p> <p>Boringen utføres med skjøtbare <math>\phi 32</math> mm borstenger og spiss med normert geometri. Boret rammes med en rammeenergi på 0,38 kNm. Antall slag pr. 0,2 m synk registreres. Boremotstanden illustreres ved angivelse av rammemotstanden <math>Q_0</math> pr. m nedramming.</p> <p><math>Q_0 = \text{loddets tyngde} \cdot \text{fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)}</math></p>
 <p>CPT2</p> <p>Korr. spissmotstand [MPa] Poretrykk [MPa] Sidefriksjon [MPa]</p>	<p><b>TRYKKSONDERING (CPT - CPTU)</b></p> <p>Utføres ved at en sylindrisk, instrumentert sonde med konisk spiss presses ned i grunnen med konstant penetrasjonshastighet 20 mm/s. Under nedpressingen måles kraften mot konisk spiss og friksjonshylse, slik at spissmotstand <math>q_c</math> og sidefriksjon <math>f_s</math> kan bestemmes (CPT). I tillegg kan poretrykket <math>u</math> måles like bak den koniske spissen (CPTU). Målingene utføres kontinuerlig for hver 0,02 m, og metoden gir derfor detaljert informasjon om grunnforholdene.</p> <p>Resultatene kan benyttes til å bestemme lagdeling, jordart, lagringsbetingelser og mekaniske egenskaper (skjærfasthet, deformasjons- og konsolideringsparametre).</p>
 <p>F<sub>DT</sub> kN</p>	<p><b>DREIETRYKKSONDERING</b></p> <p>Utføres med glatte skjøtbare <math>\phi 36</math> mm borstenger med en normert spiss med hardmetallsveis. Borstengene presses ned i grunnen med konstant hastighet 3 m/min og konstant rotasjonshastighet 25 omdreininger/min. Rotasjonshastigheten kan økes hvis nødvendig (markeres med kryss på høyre side). Nedpressingskraften <math>F_{DT}</math> (kN) registreres automatisk under disse betingelsene, og gir grunnlag for å bedømme grunnforholdene.</p> <p>Metoden er spesielt hensiktsmessig ved påvisning av kvikkleire i grunnen, men den gir ikke sikker dybde til bergoverflaten.</p>
 <p>Stein</p> <p>Borsynk i berg cm/min.</p>	<p><b>BERGKONTROLLBORING</b></p> <p>Utføres med skjøtbare <math>\phi 45</math> mm stenger og hardmetall borkrone med tilbakeslagsventil. Det benyttes tung slagborhammer og vannspyling med høyt trykk. Boring gjennom lag med ulike egenskaper, for eksempel grus og leire, kan registreres, likedan penetrasjon av blokker og større steiner. For verifisering av berginntrengning bores 3 m ned i berget, eventuelt med registrering av borsynk for sikker påvisning.</p>



**TOTALSONDERING**

Kombinerer metodene dreietrykksondring og bergkontrollboring. Det benyttes  $\phi 45$  mm borstenger og  $\phi 57$  mm stiftborkrone med tilbakeslagsventil. Under nedboring i bløte lag presses boret ned i bakken med konstant hastighet 3 m/min og konstant rotasjonshastighet 25 omdreininger/min. Når faste lag påtreffes økes først rotasjonshastigheten (markeres som kryss til høyre). Gir ikke dette synk av boret benyttes spyling og slag på borkronen.

Nedpressingskraften  $F_{DT}$  (kN) registreres kontinuerlig og vises på diagrammets høyre side, mens markering av spyletrykk, slag og bortid vises til venstre.



Prøvemarkering



**PRØVETAKING**

Utføres for undersøkelse av jordlagenes geotekniske egenskaper i laboratoriet.

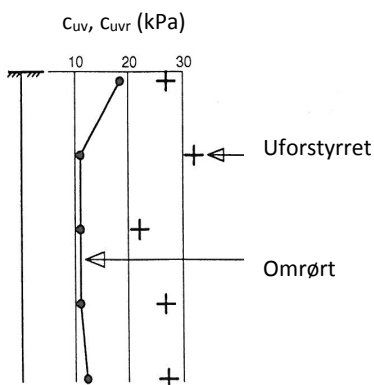
Maskinell naverboring (forstyrrede poseprøver):

Utføres med hul borstang påsveiset en metallspiral med fast stighøyde (auger). Med borrigg kan det bores til 5-20 m dybde, avhengig av jordart, lagringsfasthet og beliggenhet av grunnvannstanden. Med denne metoden kan det tas forstyrrede poseprøver ved å samle materialet mellom spiralskivene. Det er også mulig å benytte enklere håndholdt utstyr som for eksempel skovlprøvetaking.

Sylinder/blokkprøvetaking (Uforstyrrede prøver):

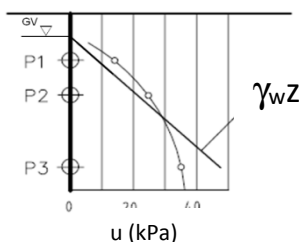
Vanligvis benyttes stempel-prøvetaking med innvendig stempel for opptak av 60-100 cm lange sylinderprøver. Prøvesylinderen kan være av plast eller stål, og det kan benyttes utstyr både med og uten innvendig prøvesylinder. På ønsket dybde skjæres det ut en jordprøve som trekkes opp til overflaten, der den blir forseglet for transport til laboratoriet. Prøvediameteren kan variere mellom  $\phi 54$  mm (vanligst) og  $\phi 95$  mm. Det er også mulig å benytte andre typer prøvetakere, som for eksempel ramprøvetakere og blokkprøvetakere.

Prøvekvaliteten inndeles i Kvalitetsklasse 1-3, der 1 er høyeste kvalitet.



**VINGEBORING**

Utføres ved at et vingekorset med dimensjoner  $b \times h = 55 \times 110$  mm eller  $65 \times 130$  mm presses ned i grunnen til ønsket målenivå. Her blir vingekorset påført et økende dreiemoment til jorden rundt vingen når brudd. Det tilhørende dreiemomentet blir registrert. Dette utføres med jorden i uforstyrret ved første gangs brudd og omrørt tilstand etter 25 gjentatte omdreininger av vingekorset. Udrenert skjærfasthet  $c_{uv}$  og  $c_{ur}$  beregnes ut fra henholdsvis dreiemomentet ved brudd og etter omrøring. Fra dette kan også sensitiviteten  $S_t = c_{uv}/c_{ur}$  bestemmes. Tolkede verdier må vanligvis korrigeres empirisk for opptredende effektivt overlagingstrykk i måledybden, samt for jordartens plastisitet.



**PORETRYKSMÅLING**

Målingene utføres med et standrør med filterspiss eller med hydraulisk (åpent)/elektrisk piezometer (poretrykksmåler). Filteret eller piezometerspissen påmontert piezometerrør presses ned i grunnen til ønsket dybde. Stabilt poretrykk registreres fra vannets stighøyde i røret, eller ved avlesning av en elektrisk trykkmåler i spissen. Valg av utstyr vurderes på bakgrunn av grunnforhold og hensikten med målingene.

Grunnvannstand observeres eller peiles direkte i borhullet.

Laboratorieundersøkelser utføres for sikker klassifisering og bestemmelse av mekaniske egenskaper. Forsøkene utføres på prøver som er tatt opp i felt. For utførelsesstandarder henvises det til «Geoteknisk bilag 3 – Oversikt over metodestandarder og retningslinjer».

## MINERALSKE JORDARTER

Ved prøveåpning klassifiseres og indentifiseres jordarten. Mineralske jordarter klassifiseres vanligvis på grunnlag av korngraderingen. Betegnelse og kornstørrelser for de enkelte fraksjonene er:

Fraksjon	Leire	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørrelse [mm]	<0,002	0,002-0,063	0,063-2	2-63	63-630	>630

En jordart kan inneholde en eller flere av fraksjonene over. Jordarten benevnes i henhold til korngraderingen med substantiv for den fraksjon som har dominerende betydning for jordartens egenskaper og adjektiv for medvirkende fraksjoner (for eksempel siltig sand). Leirinnholdet har størst betydning for benevnelse av jordarten. Morene er en usortert breavsetning som kan inneholde alle fraksjoner fra leir til blokk. Den største fraksjonen angis først i beskrivelsen etter egne benevningsregler, for eksempel grusig morene.

## ORGANISKE JORDARTER

Organiske jordarter klassifiseres på grunnlag av jordartens opprinnelse og omdanningsgrad. De viktigste typer er:

Benevnelse	Beskrivelse
Torv	Myrplanter, mer eller mindre omdannet
<ul style="list-style-type: none"> <li>Fibrig torv</li> <li>Delvis fibrig torv, mellomtorv</li> <li>Amorf torv, svarttorv</li> </ul>	Fibrig med lett gjenkjennelig plantestruktur. Viser noe styrke Gjenkjennelig plantestruktur, ingen styrke i planterestene Ingen synlig plantestruktur, svampig konsistens
Gytje og dy	Nedbrutt struktur av organisk materiale, kan inneholde mineralske bestanddeler
Humus	Planterester, levende organismer sammen med ikke-organisk innhold
Mold og matjord	Sterkt omdannet organisk materiale med løs struktur, utgjør vanligvis det ovre jordlaget

## KORNFORDELINGSANALYSER

En kornfordelingsanalyse utføres ved våt eller tørr sikting av fraksjonene med diameter  $d > 0,063$  mm. For mindre partikler bestemmes den ekvivalente korndiameteren ved slemmeanalyse og bruk av hydrometer. I slemmeanalysen slemmes materialet opp i vann og densiteten av suspensjonen måles ved bestemte tidsintervaller. Kornfordelingen kan da bestemmes fra Stokes lov om sedimentering av kuleformede partikler i vann. Det vil ofte være nødvendig med en kombinasjon av metodene.

## VANNINNHOOLD

Vanninnholdet angir masse av vann i % av masse tørt (fast) stoff i massen og bestemmes fra tørking av en jordprøve ved 110°C i 24 timer.

## KONSISTENSGRENSER

Konsistensgrensene (Atterbergs grenser) for en jordart angir vanninnholdsområdet der materialet er plastisk (formbart). Flytegrensen angir vanninnholdet der materialet går fra plastisk til flytende tilstand. Plastisitetsgrensen (utrullingsgrensen) angir vanninnholdet der materialet ikke lenger kan formes uten at det sprekker opp. Plastisitetsindeksen  $I_p = w_f - w_p$  (%) angir det plastiske området for jordarten og benyttes til klassifisering av plastisiteten. Er det naturlige vanninnholdet høyere enn flytegrensen blir materialet flytende ved omrøring (vanlig for kvikkleire).

## HUMUSINNHOOLD

Humusinnholdet kan bestemmes ved kolorimetri og bruk av natronlut (NaOH-forbindelse), glødning av jordprøve i varmeovn eller våt-oksidasjon med hydrogenperoksyd. Metoden angir innholdet av humufiserte organiske bestanddeler i en relativ skala.

**DENSITET, TYNGDETETHET, PORETALL OG PORØSITET**

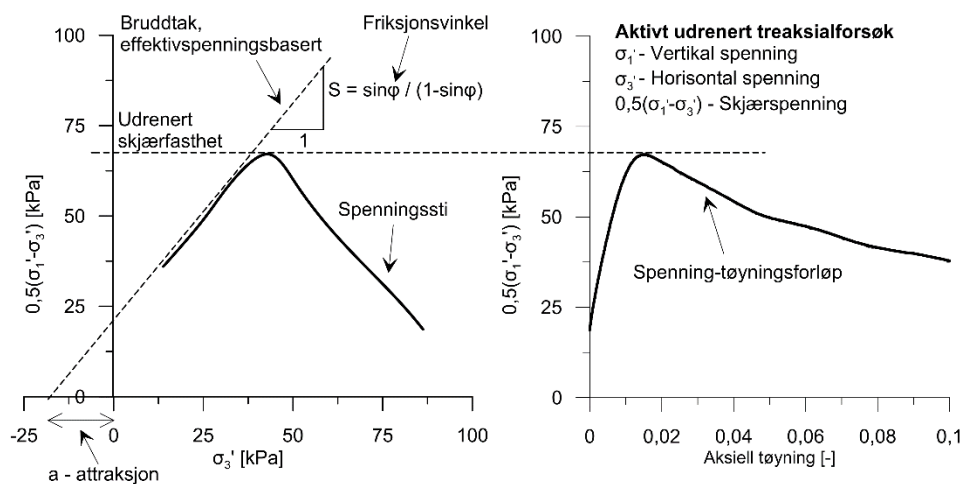
Navn	Symbol	Enhet	Beskrivelse
Densitet	$\rho$	g/cm <sup>3</sup>	Masse av prøve per volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del
Korndensitet	$\rho_s$	g/cm <sup>3</sup>	Masse av fast stoff per volumenhet fast stoff
Tørr densitet	$\rho_d$	g/cm <sup>3</sup>	Masse tørt stoff per volumenhet
Tyngdetetthet	$\gamma$	kN/m <sup>3</sup>	Tyngde av prøve per volumenhet ( $\gamma = \rho g = \gamma_s(1+w/100)(1-n/100)$ , der $g$ er tyngdeakselerasjonen)
Spesifikk tyngdetetthet	$\gamma_s$	kN/m <sup>3</sup>	Tyngde av fast stoff per volumenhet fast stoff ( $\gamma_s = \rho_s g$ )
Tørr tyngdetetthet	$\gamma_d$	kN/m <sup>3</sup>	Tyngde av tørt stoff per volumenhet ( $\gamma_d = \rho_d g = \gamma_s(1-n/100)$ )
Poretall	$e$	-	Volum av porer dividert med volum av fast stoff ( $e = n/(1-n)$ , $n$ som desimaltall)
Porøsitet	$n$	%	Volum av porer i % av totalt volum av prøven ( $n = e/(1+e)$ )

**SKJÆRFASHET**

Skjærfastheten beskriver jordens styrke og benyttes bla. til beregning av motstand mot utglidninger og grunnbrudd. Skjærfasthet benyttes i beregninger av skråningsstabilitet og bæreevne. For korttidsbelastninger i finkornige materialer (leire) oppfører jorden seg udrenert og skjærfastheten beskrives ved udrenert skjærfasthet. Over lengre tidsintervaller vil oppførselen karakteriseres som drenert. Det benyttes da effektivspenningsparametere.

Effektive skjærfasthetsparametre  $a$  (attraksjon) og  $\tan \phi$  (friksjon) bestemmes ved treaksiale belastningsforsøk på uforstyrrede (leire) eller innbyggede prøver (sand). Skjærfastheten er avhengig av effektiv normalspenning (totalspenning – poretrykk) på kritisk plan. Forsøksresultatene fremstilles som spenningsstier som viser spenningsutvikling og tilhørende tøyningutvikling i prøven frem mot brudd. Fra disse, samt fra annen informasjon, bestemmes karakteristiske verdier for skjærfasthetsparametre for det aktuelle problemet.

Udrenert skjærfasthet  $c_u$  (kPa) bestemmes som den maksimale skjærspenning et materiale kan påføres før det bryter sammen i en situasjon med raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk. I laboratoriet bestemmes denne egenskapen ved enaksiale trykkforsøk ( $c_{ut}$ ), konusforsøk (uforstyrret  $c_{ufc}$ , omrørt  $c_{urfc}$ ), udrenerte treaksialforsøk (kompresjon/aktiv  $c_{uA}$ , avlastning/passiv  $c_{uP}$ ) og direkte skjærforsøk ( $c_{uD}$ ). Udrenert skjærfasthet kan også bestemmes i felt ved for eksempel trykksondering med poretrykksmåling (CPTU) ( $c_{uceptu}$ ) eller vingebor (uforstyrret  $c_{uv}$ , omrørt  $c_{uvr}$ ).

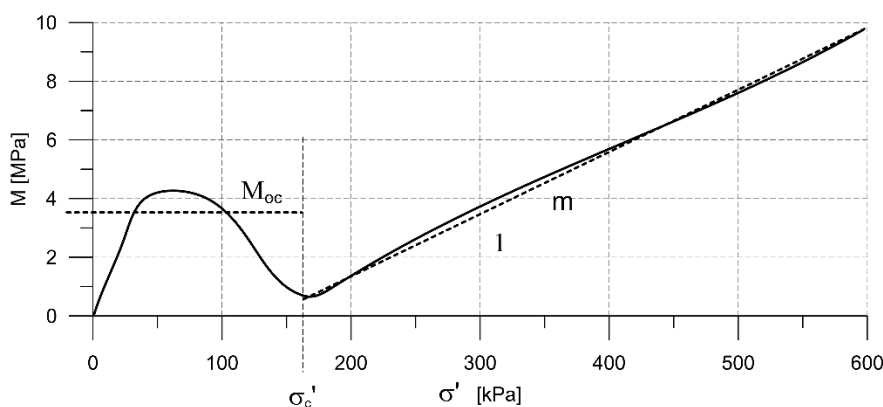


**SENSITIVITET**

Sensitiviteten  $St = c_u/c_r$  uttrykker forholdet mellom en leires udrenerte skjærfasthet i uforstyrret og omrørt tilstand. Denne størrelsen kan bestemmes fra konusforsøk i laboratoriet eller ved vingeborforsøk i felt. Kvikkleire har for eksempel meget lav omrørt skjærfasthet ( $c_r < 0,5$  kPa NS8015,  $c_r < 0,33$  kPa ISO 17892-6), og viser derfor som regel meget høye sensitivitetsverdier.

## DEFORMASJONS- OG KONSOLIDERINGSEGENSKAPER

Jordartens deformasjons- og konsolideringsegenskaper benyttes ved beregning av setninger og deformasjoner. Disse mekaniske egenskapene bestemmes ved hjelp av belastningsforsøk i ødometer. Jordprøven bygges inn i en stiv ring som forhindrer sideveis deformasjon. Belastningen skjer vertikalt med trinnvis eller kontinuerlig økende last/spenning ( $\sigma'$ ). Sammenhørende verdier for spenning og deformasjon (tøyning  $\epsilon$ ) registreres, og materialets stivhet (deformasjonsmodul) kan beregnes som  $M = \Delta\sigma' / \Delta\epsilon$ . Denne presenteres som funksjon av vertikalspenningen. En sentral parameter som tolkes i sammenheng med ødometerforsøk er forkonsolideringsspenningen ( $\sigma'_c$ ). Dette er det største lastnivået som jorda har opplevd tidligere (f.eks. tidligere overlaging eller islast). Deformasjonsmodulen viser typisk forskjellig oppførsel under og over forkonsolideringsspenningen. I leire vil stivheten for spenningsnivåer under  $\sigma'_c$  representeres ved en konstant stivhetsmodul  $M_{oc}$ . For spenningsnivåer over  $\sigma'_c$  vil stivheten øke med økende spenning. Denne økningen kan beskrives ved modultallet  $m$ .



## TELEFARLIGHET

En jordarts telefarlighet bestemmes ut i fra kornfordelingskurven eller ved å måle den kapillære stighøyde for materialet. Telefarligheten klassifiseres i gruppene T1 (Ikke telefarlig), T2 (Litt telefarlig), T3 (Middels telefarlig) og T4 (Meget telefarlig) etter SVV Håndbok N200.

## KOMPRIMERINGSEGENSKAPER

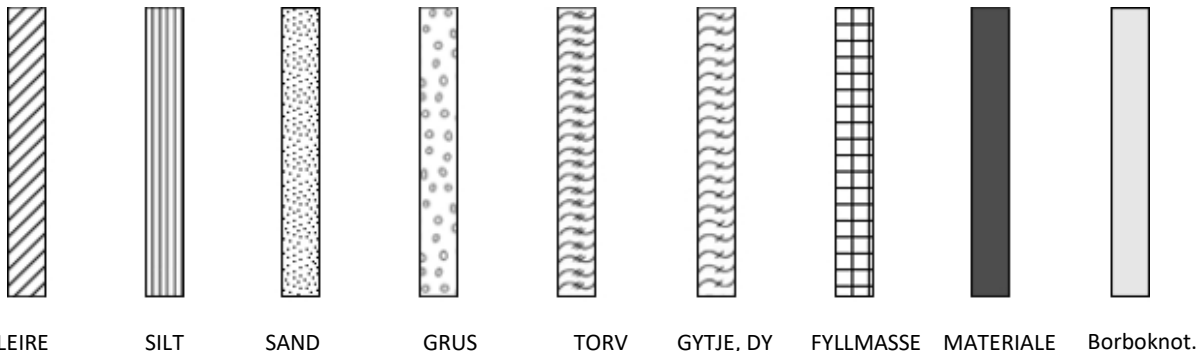
Ved komprimering av en jordart oppnås tettere lagring av mineralkornene. Komprimeringsegenskapene for en jordart bestemmes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Standard eller Modifisert Proctor). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr densitet  $\rho_d$  som funksjon av innbyggingsvanninnhold  $w_i$ . Den maksimale tørrdensiteten som oppnås ( $\rho_{dmax}$ ) benyttes ved spesifisering av krav til utførelsen av komprimeringsarbeider. Det tilhørende vanninnhold benevnes optimalt vanninnhold ( $w_{opt}$ ).

## PERMEABILITET

Permeabiliteten defineres som den vannmengden  $q$  som under gitte betingelser vil strømme gjennom et jordvolum pr. tidsenhet. Generelt bestemmes permeabiliteten fra følgende sammenheng:  $q = kiA$ , der  $A$  er bruttoareal av tverrsnittet normalt på vannets strømningsretning og  $i$  = hydraulisk gradient i strømningsretningen (= potensialforskjell pr. lengdeenhet). Permeabiliteten kan bestemmes ved strømningsforsøk i laboratoriet, ved konstant eller fallende potensial, eventuelt ved pumpe- eller strømningsforsøk i felt samt ødometerforsøk.

## OPPTEGNING AV PRØVESERIE - PRØVESKRAVERING

Analyserte prøver skraveres på prøveserietegningen i henhold til hovedbenevnelsen av materialet. Det er i tillegg en egen skravering for eventuelle notater hentet fra borbok til den gjeldende prøveserien. De ulike skraveringene er som følger:



**NB:** Med mindre en kornfordelingsanalyse er utført, er dette kun en subjektiv og veiledende klassifisering som er basert på laborantens visuelle vurdering av materialet.

**LEIRE:** Leirinnholdet er større enn 15 %

**SILT:** Siltinnholdet er større enn 45 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %

**SAND:** Sandinnholdet er større enn 60 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %

**GRUS:** Grusinnholdet er større enn 60 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %

**MATERIALE:** Brukes når materialet har en slik sammensetning at ingen av de ovennevnte betegnelsene kan benyttes.

Dette fremkommer normalt fra en kornfordelingsanalyse

**TORV:** Mer eller mindre omvandlede planterester

**GYTJE/DY:** Består av vannavsatte plante- og dyrerester. De kan virke fete og elastiske

**MATERIALE ORG.:** Sterkt omdannet organisk materiale med løs struktur

**FYLLMASSE:** Avsetninger som ikke er naturlige (utlagte masser)

**Borboknotat:** Merknader fra borleder (hentet fra borbok), f.eks. «tom sylindere», «foringsrør», «forboring» osv.

## OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SPESIALFORSØK – Korngradering (K) / Treksialforsøk (T) / Ødometerforsøk (Ø)

Eventuelt utførte spesialforsøk på en prøveserie markeres med K, T eller Ø ved tilhørende prøve. Markeringene indikerer ikke nøyaktig dybde for spesialforsøkene, men er referanse til at det foreligger egne tegninger for forsøket inkludert resultater og ytterlig forsøksinformasjon.

## OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SYMBOLFORKLARING - Vanninnhold og konsistensgrenser

Vanninnhold og konsistensgrenser utført ved rutineundersøkelsen fremvises på prøveserietegningen ved plassering av symboler på tilhørende graf. Dersom et vanninnhold overstiger grafens maksimum vil verdien oppgis i siffer ved grafens øvre ytterpunkt.

Vanninnhold $w$		Plastisitetsgrense $w_p$	
		Flytegrense $w_f$	

## OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SYMBOLFORKLARING - Udrenert skjærfasthet

Resultatene fra utførte konus- og enaksiale trykkforsøk ved rutineundersøkelsen fremvises på prøveserietegningen ved plassering av symboler på tilhørende graf. Dersom en skjærfasthetverdi overstiger grafens maksimum vil verdien oppgis i siffer ved grafens øvre ytterpunkt.

Uomrørt konus $c_{urfc}$		Omrørt konus $c_{urfc}$	
Enaksialt trykkforsøk Strek angir aksial tøyning (%) ved brudd		Omrørt konus $c_{urfc} \leq 1,27 \text{ kPa}$	



### METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – FELTUNDERSØKELSER

Feltundersøkelsesmetoder beskrevet i geotekniske bilag, samt terminologi og klassifisering benyttet i rapportering, baserer seg på gjeldende versjon av følgende standarder og referansedokumenter:

Dokument	Tema
NGF Melding 1	SI-enheter
NGF Melding 2, NS-EN ISO 14688-1 og -2	Symboler og terminologi
NGF Melding 3	Dreiesondering
NGF Melding 4	Vingeboring
NGF Melding 5, NS-EN ISO 22476-1	Trykksondering med poretrykksmåling (CPTU)
NGF Melding 6	Grunnvanns- og poretrykksmåling
NGF Melding 7	Dreietrykksondering
NGF Melding 8	Kommentarkoder for feltundersøkelser
NGF Melding 9	Totalsondering
NS-EN ISO 22476-2	Ramsondering
NGF Melding 10	Beskrivelsestekster for grunnundersøkelser
NGF Melding 11, NS-EN ISO 22475-1	Prøvetaking
Statens vegvesen Håndbok R211	Feltundersøkelser
NS 8020-1	Kvalifikasjonskrav til utførende av grunnundersøkelser

### METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – LABORATORIEUNDERSØKELSER

Laboratorieundersøkelser beskrevet i geotekniske bilag, samt terminologi og klassifisering benyttet i rapportering, baserer seg på følgende standarder og referansedokumenter:

Dokument	Tema
NS8000	Konsistensgrenser – terminologi
NS-EN ISO 17892-12:2018	Støtflytegrense
NS-EN ISO 17892-12:2018	Konusflytegrense
NS-EN ISO 17892-12:2018	Plastisitetsgrense (utrullingsgrense)
NS8004	Svinggrense
NS-EN ISO 17892-4:2016	Kornfordelingsanalyse
NS8010, NS-EN ISO 14688-1 og -2:2018	Jord – bestanddeler og struktur. Klassifisering og indentifisering.
NS-EN ISO 17892-2:2014	Densitet
NS-EN ISO 17892-3:2015	Korndensitet
NS-EN ISO 17892-1:2014	Vanninnhold
NS8014	Poretall, porøsitet og metningsgrad
NS-EN ISO 17892-6:2017	Skjærfasthet ved konusforsøk
NS-EN ISO 17892-7:2018	Skjærfasthet ved enaksialt trykkforsøk
NS-EN ISO 17892-11:2019	Permeabilitetsforsøk
NS-EN ISO 17892-5:2017	Ødometerforsøk, trinnvis belastning
NS8018	Ødometerforsøk, kontinuerlig belastning
NS-EN ISO 17892-8 og -9:2018	Treaksialforsøk (UU, CD)
Statens vegvesen Håndbok R210	Laboratorieundersøkelser