
RAPPORT

NVE Ras Saltkjelvika

OPPDRAGSGIVER

NVE

EMNE

Datarapport - Geotekniske
grunnundersøkelser

DATO / REVISJON: 2019-01-14 / 00

DOKUMENTKODE: 10209257-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. Hvis kunden i samsvar med oppdragsavtalen gir tredjepart tilgang til rapporten, har ikke tredjepart andre eller større rettigheter enn det han kan utlede fra kunden. Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

RAPPORT

OPPDRAG	NVE Ras Saltkjelvika	DOKUMENTKODE	10209257-RIG-RAP-001
EMNE	Datarapport - Geotekniske grunnundersøkelser	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	NVE	OPPDRAGSLEDER	Magne Wold
KONTAKTPERSON	Ingrid Havnen	UTARBEIDET AV	Jin Kjellsdatter Melhus
KOORDINATER	SONE: 32V ØST: 60813 NORD: 716533	ANSVARLIG ENHET	10234011 Geoteknikk Midt
GNR./BNR./SNR.	- / - / - / Namsos kommune		

SAMMENDRAG

Torsdag 06. desember 2018 ca. klokka 20.00, ble Namsos kommune og politiet varslet om at det hadde gått et undersjøisk ras i Saltkjelvika ved Årnes på Otterøya i Namsos kommune.

NVE engasjerte Multiconsult Norge AS til å utføre grunnundersøkelser og utarbeide en geoteknisk rapport med beskrivelse av grunnforholdene. Måling av poretrykk indikerer en grunnvannstand i terreng høyde.

Feltundersøkelsen har bestått i:

Sonderinger land


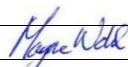
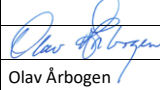
- Dreietrykkssonderinger i 9 borpunkt
- Totalsondering i 1 borpunkt
- Trykksonderinger (CPTU) i 3 borpunkt
- Opptak av sylinderprøver i 2 borpunkt
- Poretrykksmåling i 1 punkt

Grunnundersøkelsene viser at løsmassene generelt består av sprøbruddsmaterialer og kvikkleire med innslag av sand og gruskorn.

Sonderinger sjø

- Totalsonderinger i 9 borpunkt
- Trykksondering (CPTU) i 1 borpunkt
- Opptak av sylinderprøver i 1 borpunkt

Grunnundersøkelsene viser at løsmassene generelt består av leire med innslag av sand og gruskorn.

					
00	2019-01-14	Datarapport – Geotekniske grunnundersøkelser	Jin Kjellsdatter Melhus	Maghe Wold	Olav Årbogen
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	6
1.1	Formål og bakgrunn	6
1.2	Utførelse	6
1.3	Kvalitetssikring og standardkrav	6
1.4	Innhold og bruk av rapporten	7
2	Områdebeskrivelse	8
2.1	Området og topografi	8
3	Geotekniske grunnundersøkelser	9
3.1	Tidligere grunnundersøkelser	9
3.2	Utførte grunnundersøkelser	9
3.2.1	Feltundersøkelser	9
3.2.2	Laboratorieundersøkelser	10
4	Grunnforholdsbeskrivelse	11
4.1	Kvartærgeologisk kart	11
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 berg	12
4.3.3	Løsmasser	13
4.3.4	Poretrykk og grunnvann	13
5	Geoteknisk evaluering av resultatene	14
5.1	Avvik fra standard utførelsesmetoder	14
5.2	Viktige forutsetninger	14
5.3	Undersøkelles- og prøvекvalitet	14
5.4	Måling av poretrykk	14
5.5	Generell kommentar om påvisning av bergnivå	14
6	Behov for supplerende grunnundersøkelser	16
7	Referanser	17

TEGNINGER

10209257-RIG-TEG	-000	Oversiktskart
	-001	Borplan
	-010	Sonderingsresultater, BP. 1 – BP. 4
	-011	Sonderingsresultater, BP. 5 – BP. 13
	-012	Sonderingsresultater, BP. 14 – BP. 18
	-200	Geotekniske data, PR. 2, dybde 8,8 m
	-201	Geotekniske data, PR. 4, dybde 18,8 m
	-202	Geotekniske data, PR. 13, dybde 5,0 m
	-300	Korngraderingsanalyser, PR. 13, dybde 4,75 m
	-350	Elektrisk poretrykksmåling, BP.4, dybde= 10 m og 18 m
	-400.1	Kontinuerlig ødometerforsøk BP. 4, dybde 9,35 m, plott A
	-400.2	Kontinuerlig ødometerforsøk BP. 4, dybde 9,35 m, plott B
	-401.1	Kontinuerlig ødometerforsøk BP. 4, dybde 12,55 m, plott A
	-401.2	Kontinuerlig ødometerforsøk BP. 4, dybde 12,55 m, plott B
	-402.1	Kontinuerlig ødometerforsøk BP. 4, dybde 12,25 m, plott A
	-402.2	Kontinuerlig ødometerforsøk BP. 4, dybde 12,25 m, plott B
	-450.1	Aktivt treaksialforsøk BP. 4, dybde 9,25 m, spenningssti NTNU-plott
	-450.2	Aktivt treaksialforsøk BP. 4, dybde 9,25 m, mobiliseringskurve
	-450.3	Aktivt treaksialforsøk BP. 4, dybde 9,25 m, vannutpressing-volumtøyning
	-500.1	CPTU BP. 2, dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet
	-500.2	CPTU BP. 2, In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger
	-500.3	CPTU BP. 2, Måledata og korrigererte måleverdier

- 500.4 CPTU BP. 2, Avledede dimensjonsløse forhold
- 501.1 CPTU BP. 4, dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet
- 501.2 CPTU BP. 4, In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger
- 501.3 CPTU BP. 4, Måledata og korrigerte måleverdier
- 501.4 CPTU BP. 4, Avledede dimensjonsløse forhold
- 502.1 CPTU BP. 9, dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet
- 502.2 CPTU BP. 9, In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger
- 502.3 CPTU BP. 9, Måledata og korrigerte måleverdier
- 502.4 CPTU BP. 9, Avledede dimensjonsløse forhold
- 503.1 CPTU BP. 13, dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet
- 503.2 CPTU BP. 13, In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger
- 503.3 CPTU BP. 13, Måledata og korrigerte måleverdier
- 503.4 CPTU BP. 13, Avledede dimensjonsløse forhold

VEDLEGG

1. Kalibreringsskjema CPTU-sonde(r)
2. Kalibreringsskjema poretrykk

BILAG

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

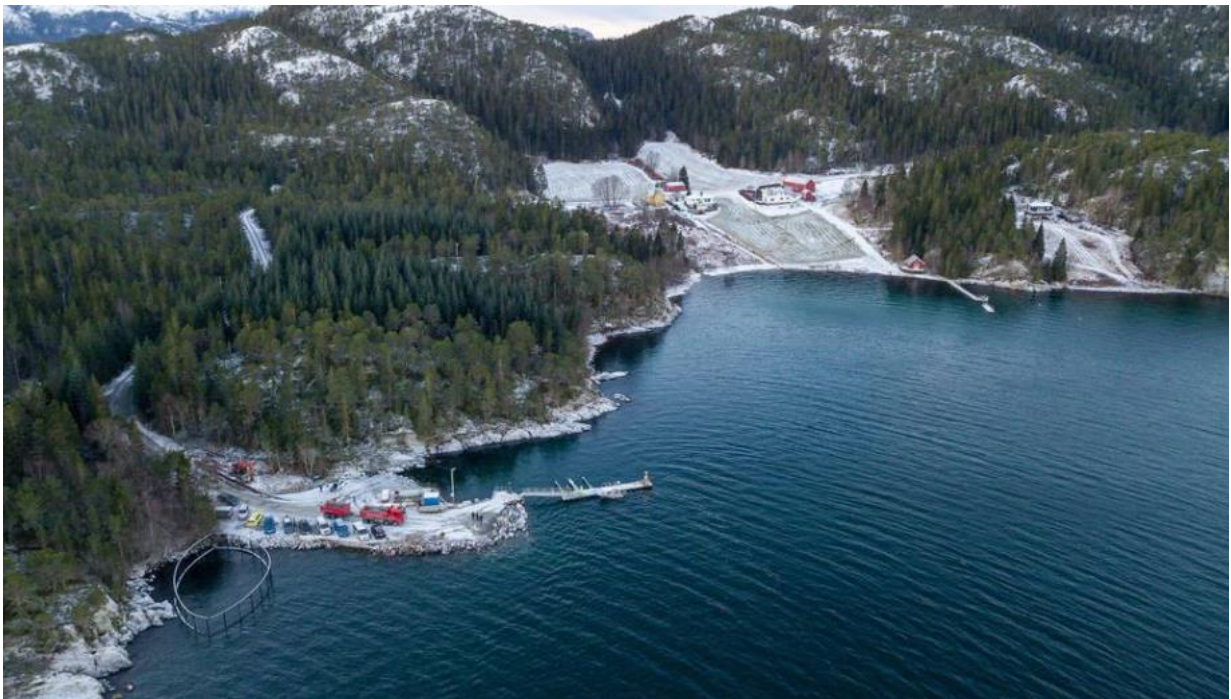
1 Innledning

Foreliggende rapport presenterer resultater fra utførte geotekniske grunnundersøkelser ved et undersjøisk ras i Saltkjelvika på Otterøya i Namsos kommune.

1.1 Formål og bakgrunn

Torsdag 06. desember 2018 ca. klokka 20.00, ble Namsos kommune og politiet varslet om at det hadde gått et undersjøisk ras i Saltkjelvika ved Årnes på Otterøya i Namsos kommune. Se Figur 1-1.

NVE engasjerte Multiconsult Norge AS til å utføre grunnundersøkelser og utarbeide en geoteknisk rapport med beskrivelse av grunnforholdene.



Figur 1-1: Oversiktsbilde over deler av jordraset (kilde: www.namdalsavisa.no)

1.2 Utførelse

Feltundersøkelsene på land ble utført av Multiconsult Norge AS med hydraulisk borerigg av typen Geotech 607 H i desember i 2018. Arbeidet ble ledet av borleder Stian Langolf. Grunnundersøkelsene på sjøen ble utført av Multiconsults borebåt, Bore Cat ledet av borleder Jan-Tore Johansen. Borpunktene på land er målt inn med Trimble GPS CPOS. Borpunktene på sjø er målt inn og korrigert for tidevannsvariasjoner basert på vannstandsmålinger. Alle kotehøyder refererer til NN2000 og koordinatsystemet er Euref 89, UTM sone 32V.

Laboratorieundersøkelsene er utført ved Multiconsults geotekniske laboratorium i Trondheim i uke 51/2018.

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.

1.3 Kvalitetssikring og standardkrav

Oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Multiconsults styringssystem. Systemet er bygget opp med prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for kvalitetsstandard NS-EN ISO 9001:2015 [1].

Oppdraget er også gjennomført i henhold til Eurokode EN-1997, del 1 for geoteknisk prosjektering [2] og – Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver [3] samt gjeldende metodestandarder. I tillegg er NS 8000-serien benyttet ved utførelse av laboratorieundersøkelsene, mens feltundersøkelsene er utført i henhold til Norsk Geoteknisk Forenings meldinger [4].

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.

Geoteknisk datarapport omhandler ikke data eller vurderinger knyttet til tilstedeværelse av forurenset grunn i det undersøkte området.

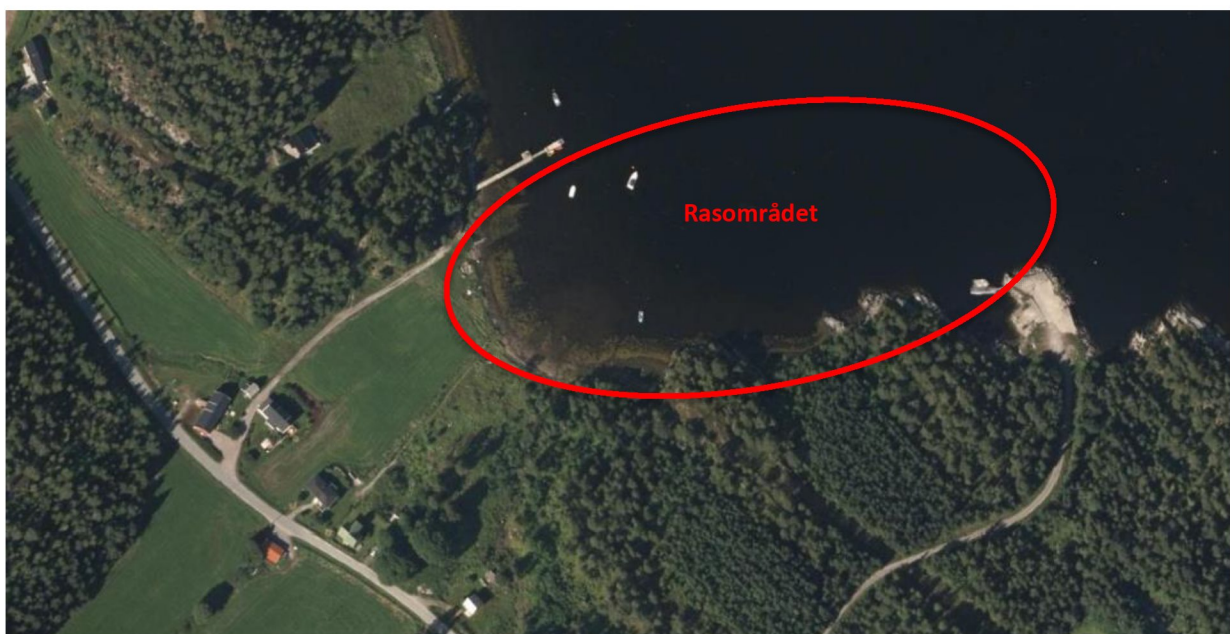
2 Områdebeskrivelse

2.1 Området og topografi

Det undersjøiske skredet ligger i Saltkjelvika på østsiden av Otterøya, vis a vis Altbotnen, i Namsos kommune, se Figur 2-1 og 2-2. På begge sidene av vika er det et relativt bratt skogholt, men i selve vika er det grense mot privat eiendom med dyrket mark ned til strandlinja. Det ligger flere private eiendommer opp mot Aglenvegen. Terrengekoten for grunnundersøkelser på land ligger på koter +1,8 til +22,4, mens bunnkoter i fjorden ligger på koter -0,6 til -13,4.



Figur 2-1: Oversiktskart med omtrentlig plassering av skredområdet markert med rødt. [www.atlas.nve.no].



Figur 2-2: Flyfoto med omtrent plassering av lokasjonen markert med rødt. [kilde: <https://kart.finn.no>]

3 Geotekniske grunnundersøkelser

3.1 Tidligere grunnundersøkelser

Statens Vegvesen (SVV) har tidligere utført grunnundersøkelser i Årvika nordvest for det aktuelle området. Resultater fra disse undersøkelsene er oppsummert i SVV sine rapporter:

- Vd646r01 «Fv. 465 Skomsvoll x767-Aglen, Grunnundersøkelse i Aarvika» datert 05.12.1985.
- Vd646-Geot-R2 «Fv. 465 Årvika. Graving for ny overvannledning. Geotekniske vurderinger» datert 03.10.2017.

3.2 Utførte grunnundersøkelser

3.2.1 Feltundersøkelser

Borplan med plassering av grunnundersøkelsene er vist på tegning nr. 10209257-RIG-TEG-001.

Borpunktene er opptegnet i sonderingsresultat i tegning nr. -RIG-TEG-010 t.o.m. 012.

Poretrykksmåling (PZ) er vist på tegning nr. -RIG-TEG-350.

Trykksonderingene (CPTU) er vist på tegning nr. -RIG-TEG-500.1 t.o.m. -503.4.

Koordinater og høydesystem benyttet ved grunnundersøkelsene er vist i Tabell 3-1.

Utførte feltundersøkelser er presentert i Tabell 3-2.

Tabell 3-1: Koordinat-/høydesystem

Høydesystem	Koordinatsystem	Sone
NN 2000	Euref 89	UTM 32

Tabell 3-2: Utførte feltundersøkelser

BP	Koordinater			Metode	Boret dybde			Dybde PR og PZ	Kommentar
	X	Y	Z		Løsmasse	Ant. Berg	Totalt		
	[m]	[m]	[m]						
1	7165278.0	608043.6	1,8	DTR	8,8	-	8,8		Sondering, land
2	7165255.6	608096.1	1,7	DTR	8,9	-	8,9		Sondering, land
				PR				8,8 m	
				CPTU	9,0	-	9,0		Sondering, land
3	7165168.3	608073.4	9,5	DTR	9,7	-	9,5		Sondering, land
4	7165197.4	608027.4	10,4	DTR	25,1	-	25,1		Sondering, land
				PR				18,8 m	
				CPTU	22,0	-	22,0		Sondering, land
				PZ				10 og 18 m	A og B
5	7165241.9	607970.5	13,6	DTR	14,6	-	14,6		Sondering, land
6	7165237.1	608033.8	6,4	DTR	15,4	-	15,4		Sondering, land
7	7165162.7	607985.5	15,3	DTR	22,5	-	22,5		Sondering, land
8	7165266.5	608079.4	1,4	TOT	9,3	3,0	12,3		Sondering, land
9	7165140.8	607911.9	22,4	DTR	14,7	-	14,7		Sondering, land
				CPTU	12,0	-	12,0		Sondering, land

BP	Koordinater			Metode	Boret dybde			Dybde PR og PZ	Kommentar
	X	Y	Z		Løsmasse	Ant. Berg	Totalt		
	[m]	[m]	[m]		[m]	[m]	[m]		
10	7165091.6	607966.0	21,8	DTR	13,1	-	13,1		Sondering, land
11	7165287.6	608100.2	-0.7	TOT	0,4	3,0	3,4		Sondering, sjø
12	7165324.6	608107.8	-1.7	TOT	5,3	3,0	8,3		Sondering, sjø
13	7165301.3	608124.7	-1.2	TOT	5,5	3,0	8,5		Sondering, sjø
				PR				5,0 m	
				CPTU	4,9	-	4,9		Sondering, sjø
14	7165280.4	608146.5	-1.2	TOT	4,4	3,0	7,4		Sondering, sjø
15	7165309.1	608089.3	-1.2	TOT	5,4	3,0	8,5		Sondering, sjø
16	7165274.3	608121.9	-0.6	TOT	3,8	0,8	4,6		Sondering, sjø, Antatt skrens på berg.
16B	7165276.1	608121.9	-0.5	TOT	5,2	3,0	8,2		Sondering, sjø
17	7165314.3	608146.1	-7.7	TOT	7,7	3,0	10,7		Sondering, sjø
18	7165327.1	608165.0	-13.4	TOT	12,9	3,0	15,9		Sondering, sjø

TOT=Totalsondering; DTR=Dreietrykksondering; CPTU=Trykksondering; PZ=Poretrykksmåling; PR=Prøveserie; Ann.=Annen metode (spesifiser)

A: PZ nr. 9854 i dybde 10 m under terreng + 1 m over terreng.

B: PZ nr. 11137 i dybde 18 m under terreng + 1 m over terreng.

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, porøsitet, uomrørt og omrørt skjærfasthet i massene. Det er også utført korngraderingsanalyse, ødometerforsøk og Treksialforsøk.

Følgende laboratorieundersøkelser er utført:

- Rutineundersøkelser av 20 sylinderprøver (54 mm)
- Konsistensgrenser i 8 sylinderprøver
- Korngraderingsanalyse på 1 utvalgt prøve

Resultatene fra rutineundersøkelser er presentert som geotekniske data i tegning nr.10209257-RIG-TEG- 200 t.o.m. 202.

Korngraderingsanalysene er vist på tegning nr. 10209257-RIG-TEG-300.

Ødometerforsøk (CRS) er vist på tegning nr. 10209257-RIG-TEG-400.1 t.o.m.402.2.

Treksialforsøk er vist på tegning nr. 10209257-RIG-TEG-450.1 t.o.m.450.3.

4 Grunnforholdsbeskrivelse

4.1 Kvartærgeologisk kart

NGUs kvartærgeologiske løsmassekart viser at det undersøkte området i hovedsak ligger i et område med tykk havavsetning og tynt humus-/torvdekke, se Figur 4-1.

Marine avsetninger er løsmasser som opprinnelig er avsatt i saltvann, og som på grunn av landheving etter istiden finnes nær eller over havnivå.

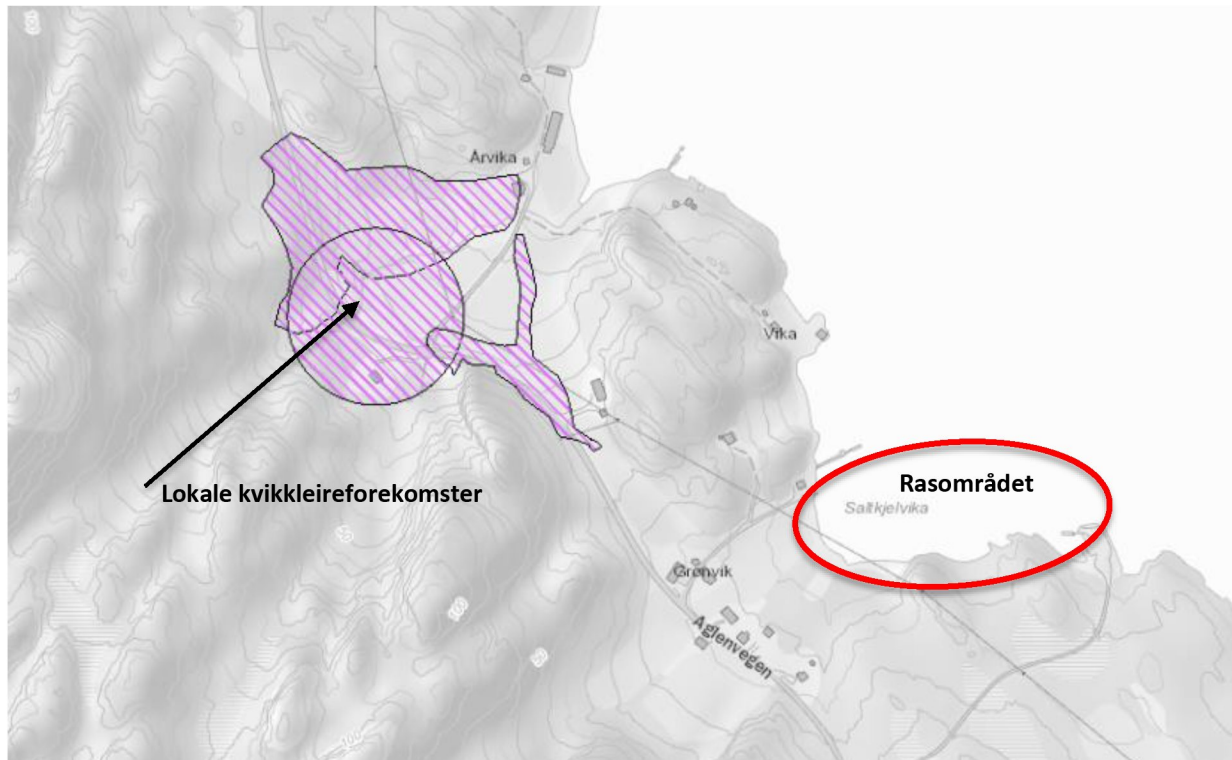
Det kvartærgeologiske kartgrunnlaget gir en visuell oversikt over landskapsformende prosesser over tid, samt løsmassenes overordnede fordeling. Utgangspunktet for disse oversiktskartene er i all hovedsak visuell overflatekartlegging, og kun i begrenset omfang fysiske undersøkelser. Kartene gir ingen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



Figur 4-1: Utsnitt av kvartærgeologisk kart – løsmasser. Omtrentlig plassering av skredområdet markert med rødt. [kilde: www.ngu.no]

4.2 Eksisterende faresoner for kvikkleireskred

I henhold til faresonekart på NVE-atlas [5] er det ingen tidligere kartlagte faresoner for kvikkleireskred i/ved det aktuelle skredområdet. Faresonekartet viser imidlertid flere lokale kvikkleireforekomster avdekket av Statens Vegvesen, i Årvika, ca. 250 m nordvest for Saltkjelvika, se Figur 4-2.



Figur 4-2: Registrerte faresoner for kvikkleireskred. Omtrentlig plassering av skredområde markert med rødt. [atlas.nve.no].

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 berg

Sonderinger land

Det er boret med dreietrykksondering og berg er ikke påvist i sonderingene. Løsmassemekktigheten varierer mellom 8,8 og 25,1 m. I borpunkt 8 ble det utført totalsondering og bergkontrollboring. Antatt berg er her påtruffet i dybde 9,3 m under terreng.

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

Sonderinger sjø

Registrert dybde til antatt berg varierer mellom ca. 0,4 m og 13 m under sjøbunn. Vanndybder er loddet ved borpunktene og korrigert for tidevannsvariasjoner. Sonderingene indikerer at løsmassemekktigheten avtar inn mot land.

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

4.3.3 Løsmasser

Sonderinger land

Grunnundersøkelsene viser at løsmassene generelt består av sprøbruddsmaterialer og kvikkleire med innslag av sand og gruskorn. Basert på resultatene fra prøvene har leira et gjennomsnittlig naturlig vanninnhold på ca. 35 % og udrenert skjærfasthet er mellom 11-39 kPa. Leira kan karakteriseres bløt til middels fast. Plastisitetsindeksen er gjennomsnittlig ca. 6% og leira karakteriseres som lite plastisk. Det er påvist Sprøbruddsmateriale 1,0 m under terreng over kvikkleire i borpunkt 2 og 4 i dybder ned til 19,8 m under terreng.

Sonderinger sjø

Grunnundersøkelsene viser at løsmassene generelt består av leire med innslag av sand og gruskorn. Basert på resultatene fra prøvene i borpunkt 13, har leira et gjennomsnittlig naturlig vanninnhold på ca. 30 % og udrenert skjærfasthet er mellom 12-20 kPa. Leira kan karakteriseres som bløt. Plastisitetsindeksen er ca. 8% og leira karakteriseres som lite plastisk. Det er påvist antatt sprøbruddsmateriale ca.3,0 m under terreng.

4.3.4 Poretrykk og grunnvann

Det er satt ned elektriske piezometer med registrering en gang i døgnet i borpunkt 4. Piezometerene er installert 10 m og 18 m under terreng. Måling av poretrykk indikerer en grunnvannstand i terrenghøyde. Det vises til tegning nr. -350 for detaljer vedr. de enkelte målepunkter og avlesninger.

5 Geoteknisk evaluering av resultatene

5.1 Avvik fra standard utførelsesmetoder

Sonderingene ble utført i henhold til gjeldende standardprosedyrer.

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 Undersøkelles- og prøve kvalitet

Generelt vurderes kvaliteten på opptatte prøver og utførte undersøkelser som god/akseptabel. Noe prøveforstyrrelse må forventes i lagdelte masser, spesielt med siltinnhold. Utførte enaksiale trykkforsøk viser hovedsakelig relativt lav bruddtøyning (2-7 %), noe som indikerer tilstrekkelig god prøve kvalitet.

Prøvetaking av sjøbunn er utfordrende, særlig i masser med noe silt/sand og grusinnhold slik som her. Trykk/spenningsendringer når prøven tas opp av bakken og opp av sjøen medfører noe svelling av prøvene som igjen medfører at prøvene mister noe av sin «geologiske historie». Dette betegnes prøveforstyrrelse. De opptatte prøvene i sjø har vist tegn til lite/noe prøveforstyrrelse.

Ved totalsondering i borpunkt 16, er det påtruffet skrått berg med skrens på berg som resultat. Skrens på berg vanskeligjør tolkning av dybder til berg, samt at det har medført stangbrudd med noe tap av utstyr.

5.4 Måling av poretrykk

Grunnvannstand- og poretrykkssituasjonen i grunnen vil kunne variere med nedbør og årstidsvariasjoner. Registreringene i borpunkt 4 viser lite variasjon over måleperioden på 4 dager, men dette er en relativt kort måleperiode. 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. Vi anbefaler at måling av poretrykk videreføres.

Poretrykksmålerene ble avlest relativt kort tid etter installasjon og målingene kan derfor fortsatt være påvirket av installasjonseffekter.

Poretrykksmålerne ble satt til å registrere en gang i døgnet.

5.5 Generell kommentar om påvisning av bergnivå

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 dårlig bergkvalitet er evt. beskrevet 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.

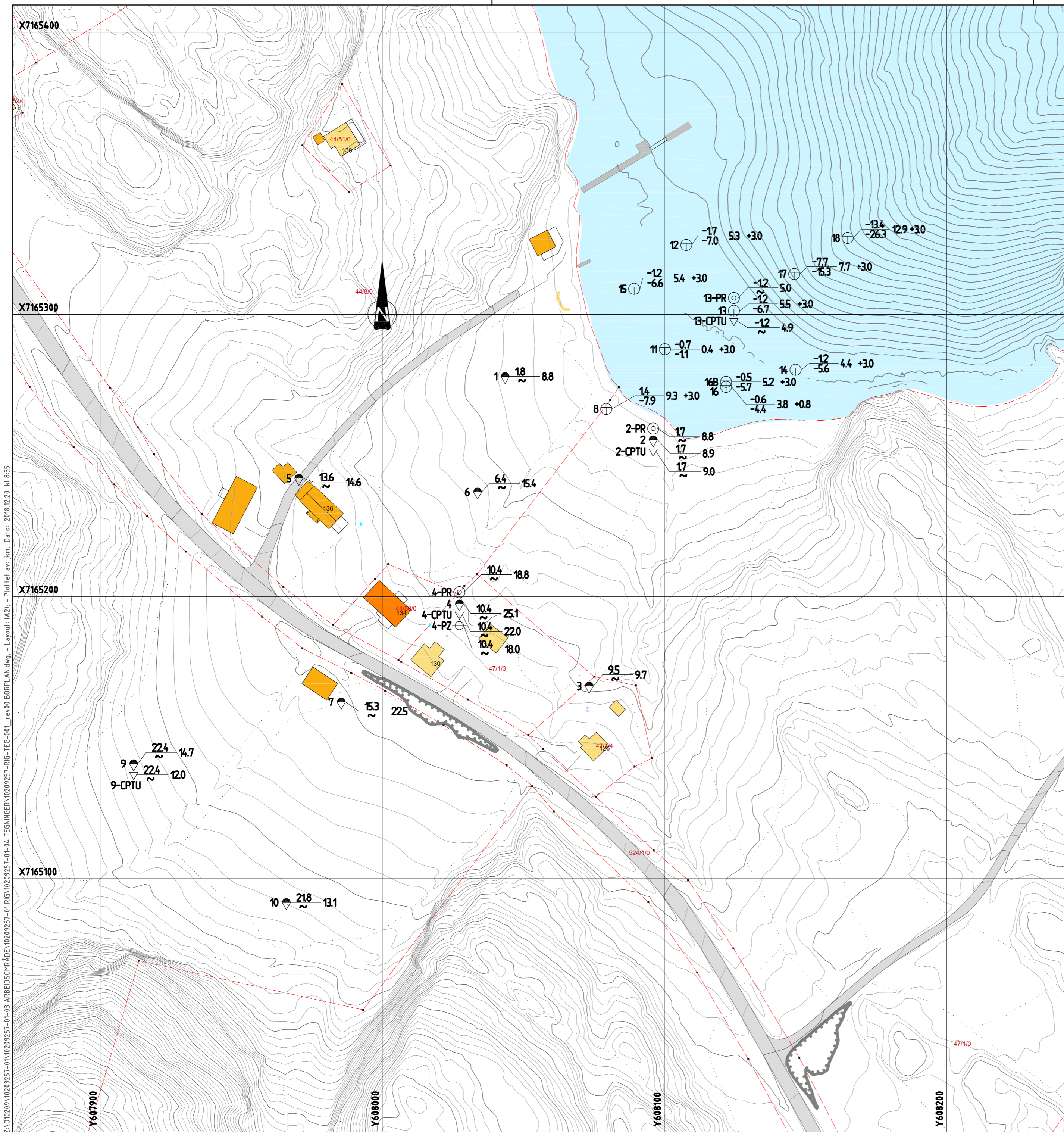
7 Referanser

- [1] Standard Norge, «Systemer for kvalitetsstyring. Krav (ISO 9001:2015)», Norsk standard (Eurokode) NS-EN ISO 9001:2015.
- [2] Standard Norge, «Kvalifikasjonskrav til utførende av grunnundersøkelser – Del 1: Geotekniske feltundersøkelser (NS 8020-1:2016)», Norsk standard NS 8020-1:2016, juni 2016
- [3] Standard Norge, «Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver (NS-EN 1997-2:2007)», Norsk standard (Eurokode) NS-EN 1997-2:2007/AC:2010+NA:2008, mars 2007.
- [4] Norsk Geoteknisk Forening (NGF): NGF-Melding nr. 1-11.
- [5] Norges Vassdrags- og energidirektorat (NVE), www.atlas.nve.no
- [6] Norges Geologiske Undersøkelse (NGU), «Løsmasser – Nasjonal løsmassedatabase – Kvartærgeologisk kart»: <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>
- [7] FINN.no AS, <https://kart.finn.no/>

Z:\010209257-01\10209257-01-03 ARBEIDSSOMRÅDE\10209257-01-04 TEGNINGER\10209257-RIG-TEG-000 OVERSIKTSKART.dwg - Layout: (A4, Stående skjema), - Plottet av: jkm, Dato: 2018.12.20 kl 8:41



 www.multiconsult.no	Oversiktskart		Status	Fag	Original format	Dato
	NVE		Konstr./Tegnet	Geoteknikk	A4	20.12.2018
	NVE Ras i Saltkjelvika		JKM	Kontrollert	MAGW	Godkjent
		Oppdragsnr:	Tegningsnr.		OAA	1:50000
		10209257	RIG-TEG-000			Rev.
						00



TEGNFORKLARING:

- DRIESONDERING
- ENKEL SONDERING
- ▼ RAMSONDERING
- ▽ TRYKSONDERING
- ⊕ TOTALSONDERING
- ⊙ PRØVESERIE
- PRØVEGROP
- ◆ DREI TRYKSONDERING
- ⊗ SKRUPLATEFORSØK
- + VINGEBORING
- ⊕ PORETRYK MÅLING
- ⊕ KJERNEBORING
- ⊗ FJELLKONTROLLBORING
- ⊕ BERG I DAGEN

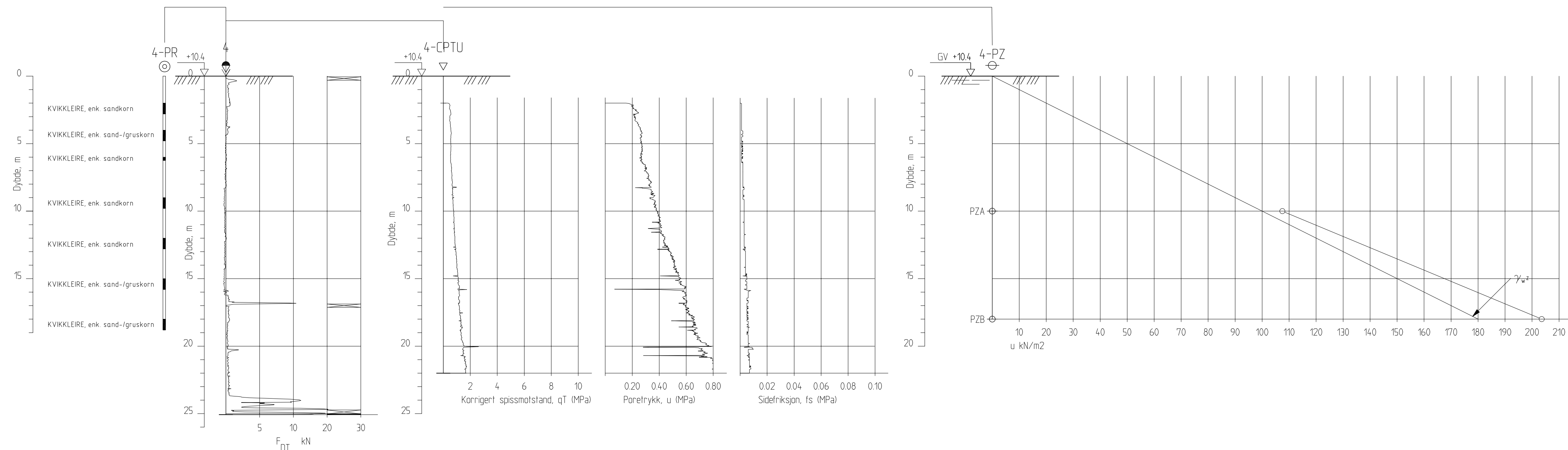
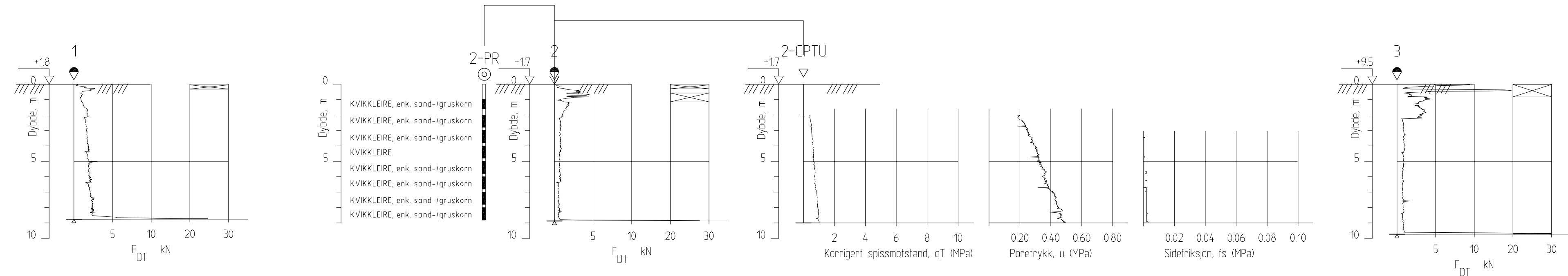
KARTGRUNNLAG:
 KOORDINATSYSTEM:
 HØYDEREFERANSE:
 UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMENT:
 BORBOK NR:
 LAB.BOK NR:

Digitalt kart fra NVE, NN 2000
 UTM Sone 32V
 NN 2000
 GPS GLONAS CPOS
 Digital
 Digital

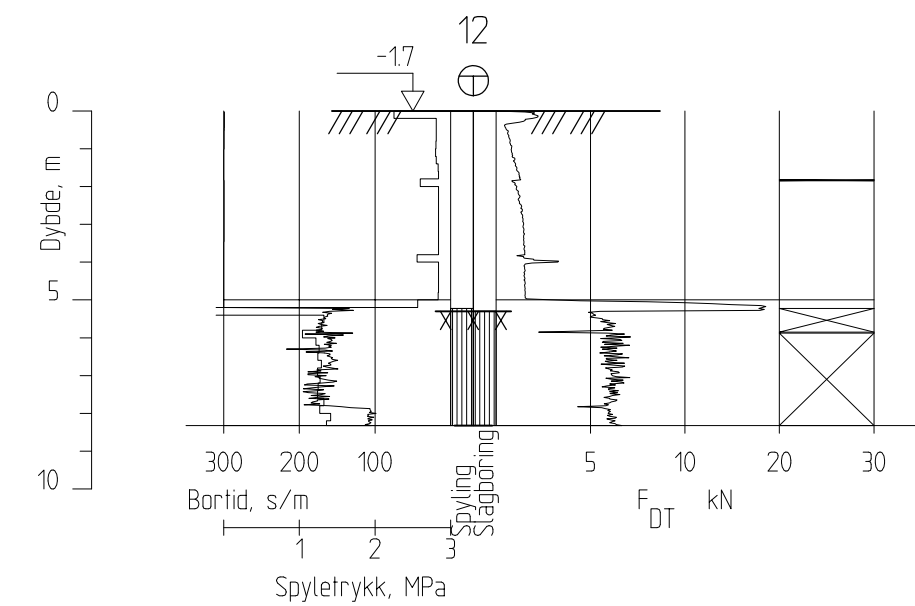
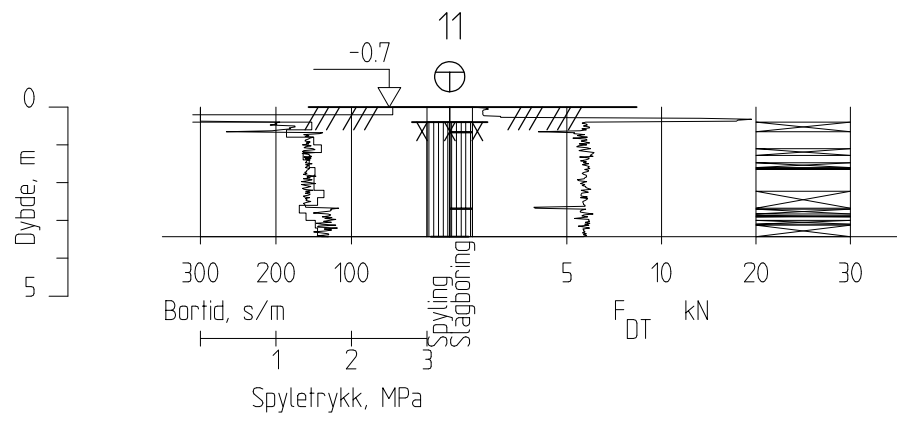
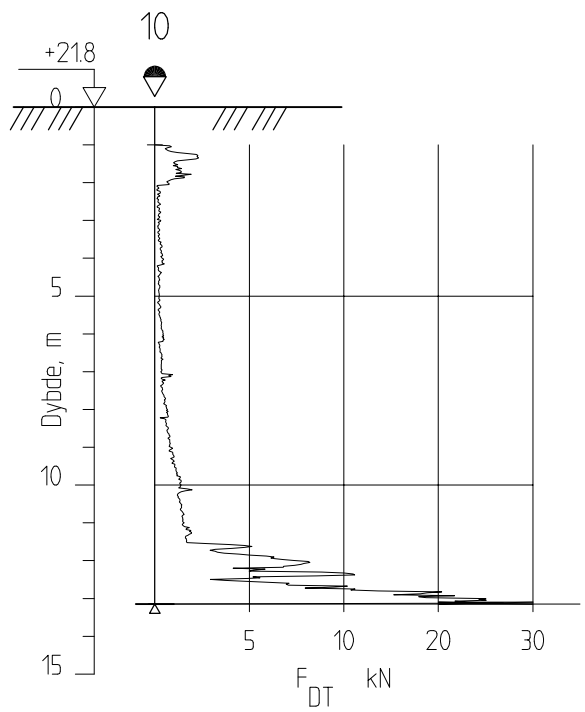
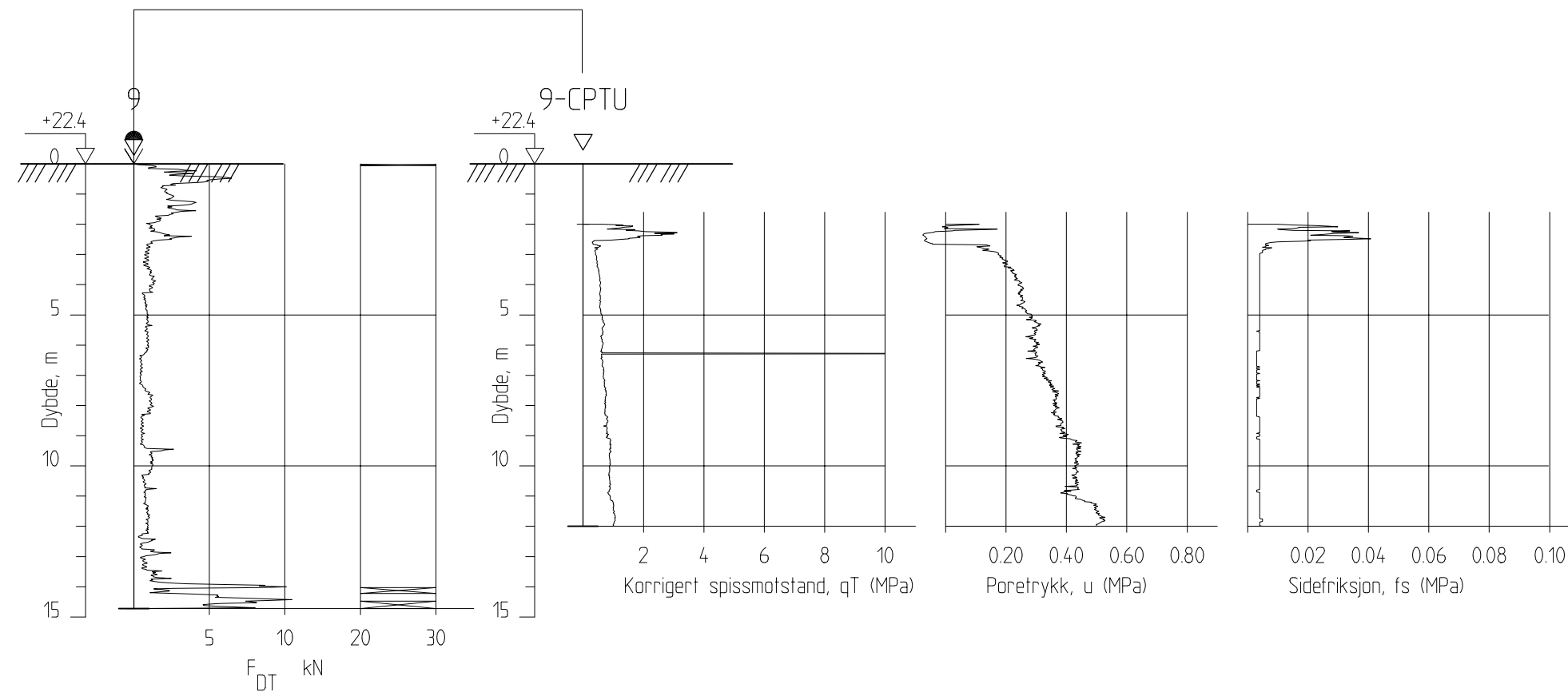
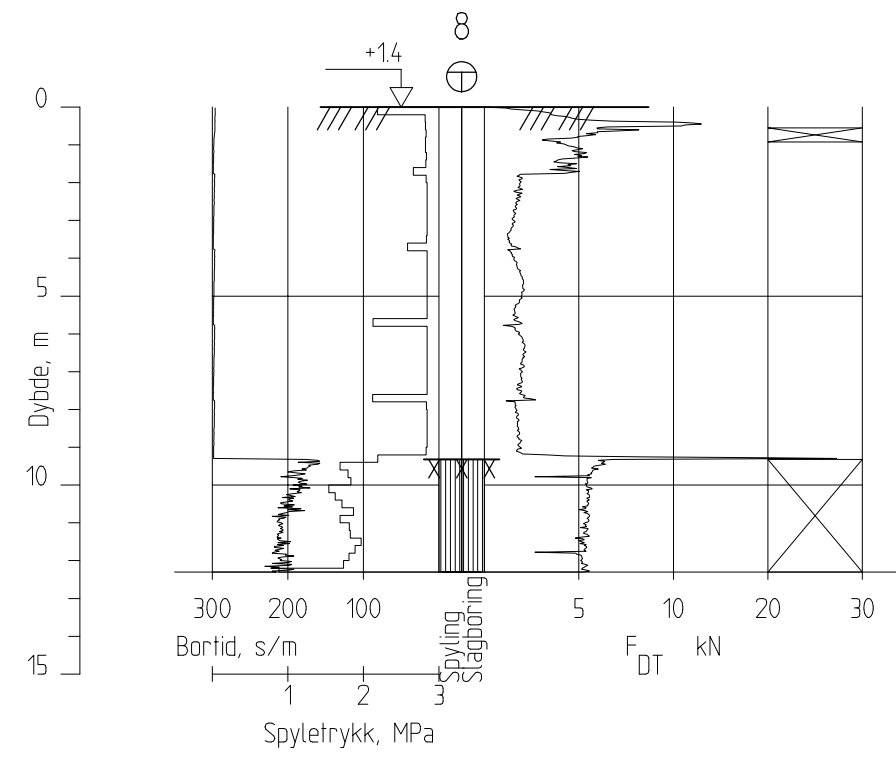
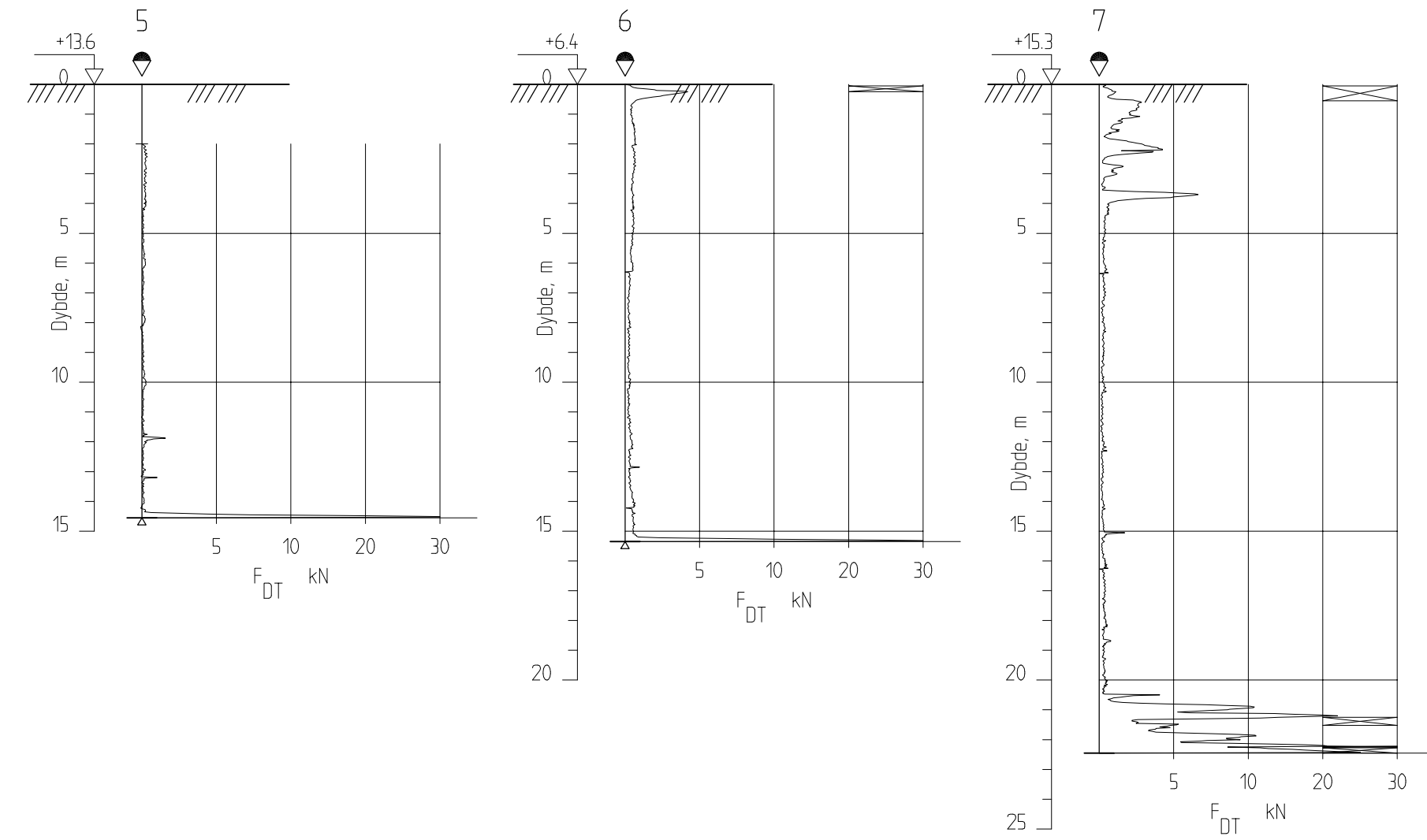
TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE
 EKSEMPEL
 BP 1 ⊕ $\frac{430}{28.2}$ 14,8 +2,4 — BORET DYBDE + BORET I BERG
 ANTATT BERGKOTE

Z:\0102091\10209257-01-03 ARBEIDSDOMRAÅDE\10209257-01 RIG\10209257-01-04 TEGNINGER\10209257-RIG-TEG-001 - rev00 BORPLAN.dwg - Layout: (A2) - Plottet av: jkm, Dato: 2018.12.20 kl.8:35

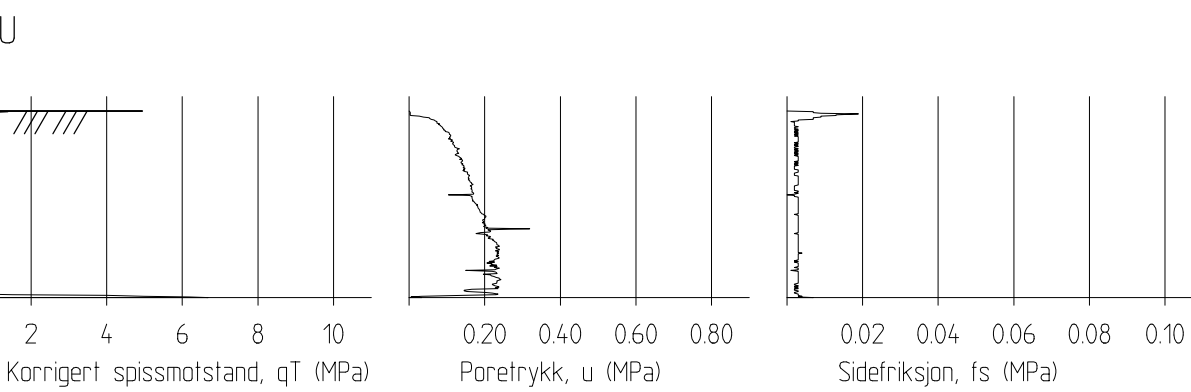
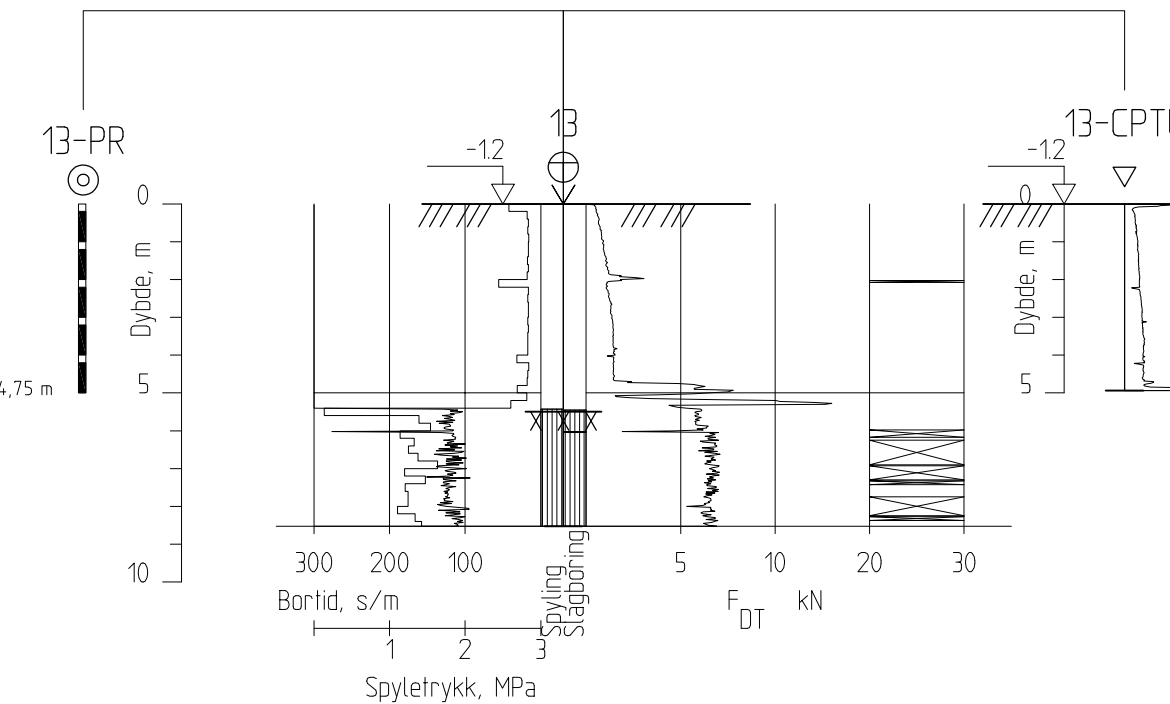
00	-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
			Fag	Format
			Geoteknikk	A2
		Dato		
		20.12.2018		
		Format/Målestokk:		
		1:1000		
Multiconsult www.multiconsult.no		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert
		Oppdragsnr.	JKM	MAGW
		Tegningsnr.		Godkjent
		10209257	RIG-TEG-001	OAA
				Rev.
				00



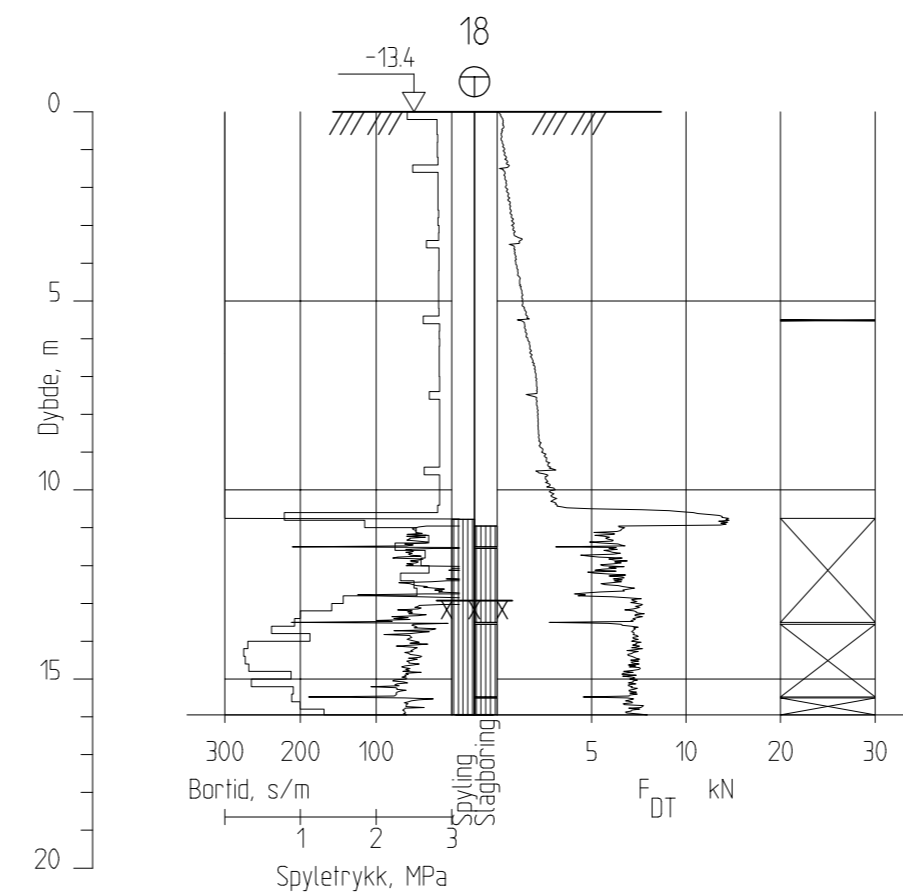
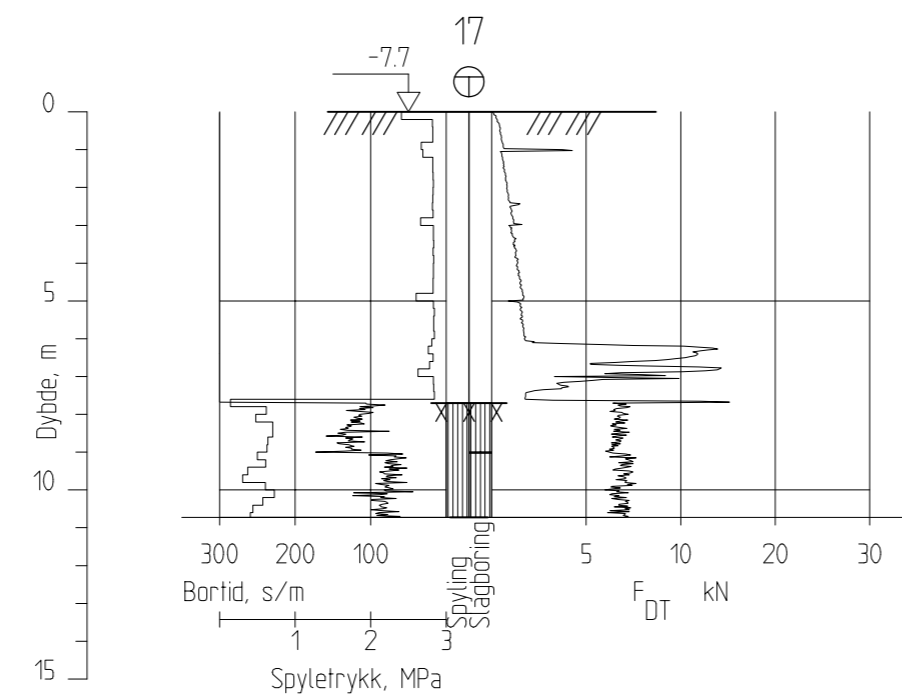
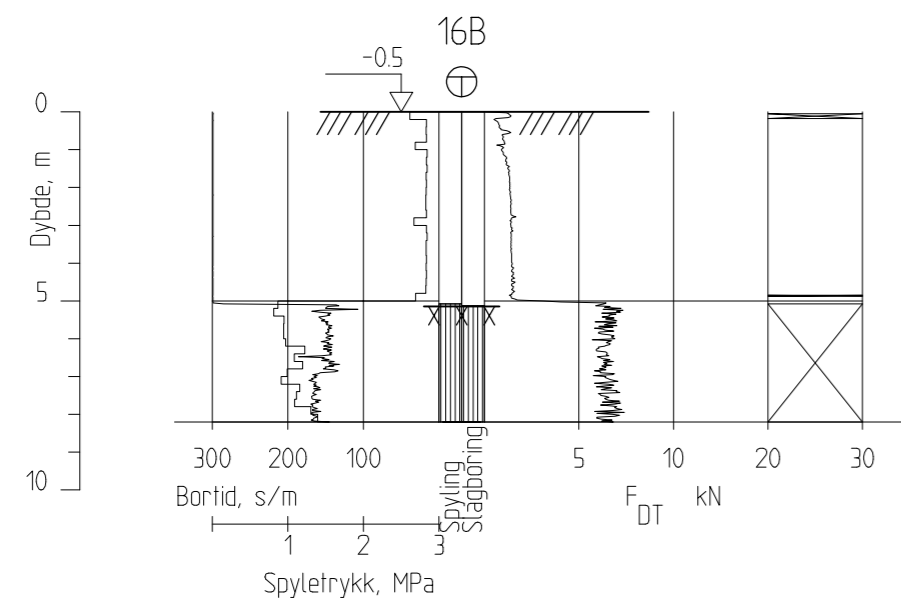
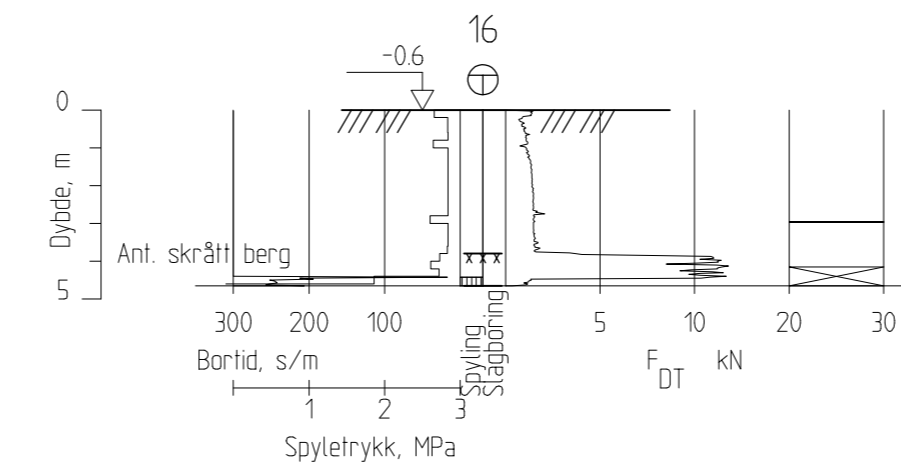
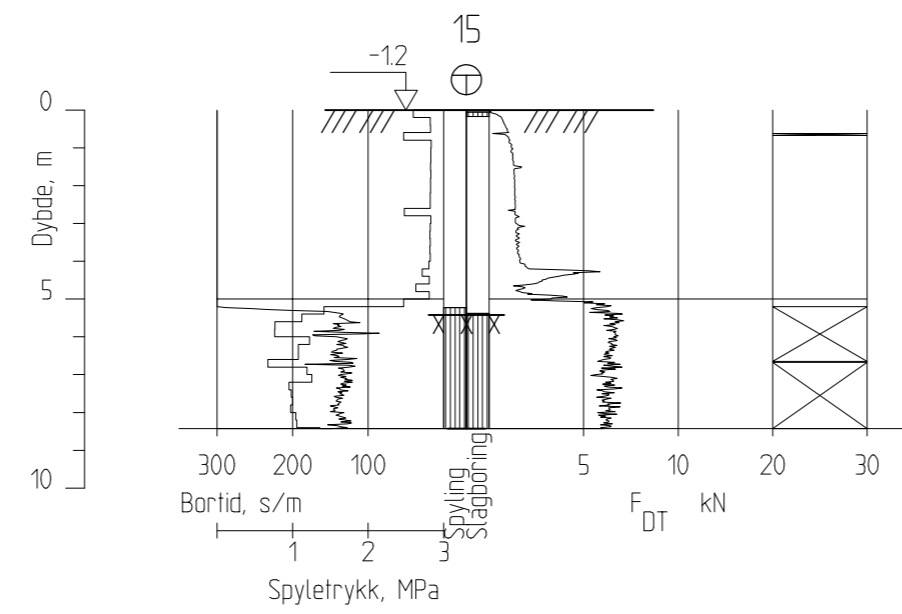
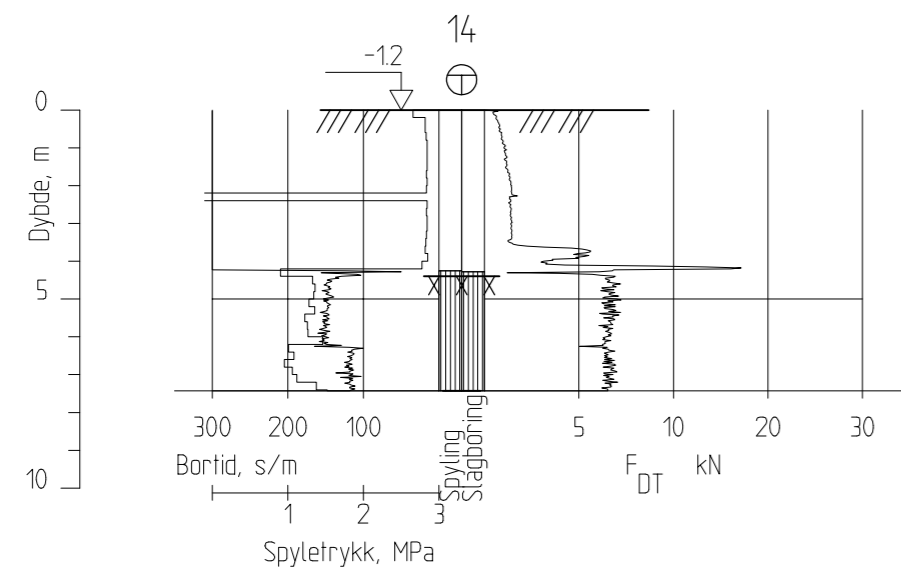
00	-	-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE		Fag	Kontr.	Format
	NVE Ras Saltkjelvika		Geoteknikk	MAGW	A3L
	Sonderingsresultat		Date		
	BP. 1 - BP. 4		19.12.2018		
			Format/Målestokk:		
			1:200		
Multiconsult www.multiconsult.no		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		Oppdragsnr.	JKM	MAGW	OAA
		Tegningsnr.	10209257	RIG-TEG-010	Rev.
					00



0 LEIRE, enk små sand-/gruskorn
 0 LEIRE, enk små sand-/gruskorn
 5 LEIRE, noe sand-/gruskorn
 5 LEIRE, noe sand-/gruskorn
 5 LEIRE, sandig, enk gruskorn
 5 MATERIALE, sandig, siltig, leirig ved 4,75 m



00	-	-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE		Fag	Kontr.	Format
	NVE Ras Saltkjelvika		Geoteknikk	MAGW	A3L
	Sonderingsresultat		Date		Format/Målestokk:
	BP. 5 - BP. 13		19.12.2018		1:200
Multiconsult www.multiconsult.no		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		Oppdragsnr.	JKM	MAGW	OAA
		Tegningsnr.	10209257	RIG-TEG-011	00



00	-	-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
NVE			Fag	Format	
NVE Ras Saltkjelvika			Geoteknikk	A3L	
			Dato	19.12.2018	
Sonderingsresultat			Format/Målestokk:	1:200	
BP. 14 - BP. 18					
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
www.multiconsult.no		Oppdragsnr.	JKM	MAGW	OAA
		Tegningsnr.	RIG-TEG-012		Rev.
		10209257			00

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	Porsitet (%)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					St (-)
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50	
5	KVIKKLEIRE, enk sand-/gruskorn							1,98 1,99	44 44								12 110 85
	KVIKKLEIRE, enk sand-/gruskorn			H				1,94 1,91	48 49	▼0,2 ▼0,2	○	▽					110 120
	KVIKKLEIRE, enk sand-/gruskorn							1,96 1,92	47 48	▼0,1 ▼0,1	▽		○				130 130
	KVIKKLEIRE			H				1,93 1,93	48 49	▼0,1 ▼0,1	▽		○				140 140
	KVIKKLEIRE, enk sand-/gruskorn							1,96 1,95	48 48	▼0,1 ▼0,1	▽		○				120 110
	KVIKKLEIRE, enk sand-/gruskorn			H				2,00 1,96	45 46	▼0,1 ▼0,1	▽		○				190 250
	KVIKKLEIRE, enk sand-/gruskorn							2,00 1,98	45 45	▼0,1 ▼0,2	▽		○				210 155
	KVIKKLEIRE, enk sand-/gruskorn							2,03 2,00	43 44	▼0,4 ▼0,7	▽		○				68 41
10																	
15																	
20																	

Symboler:



Enaksialforsøk (strek angir aksjell tøyning (%) ved brudd)

○ Vanninnhold

▼ Omrørt konus

ρ = Densitet

T = Treaksialforsøk

ρ_s : 2,75 g/cm³

Grunnvannstand: m

┌ Plastisitetesindeks, Ip

▽ Uomrørt konus

S_t = Sensitivitet

Ø = Ødometerforsøk

Borbok:

K = Korngradering

Lab-bok:

Digital

PRØVESERIE

Borhull:

2

NVE

Dato:

2018-12-13

NVE Ras Saltkjelvika

Multiconsult

www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet:

vt

Kontrollert:

mash

Godkjent:

oaa

Oppdragsnummer:

10209257

Tegningsnr.:

RIG-TEG-200

Rev. nr.:

00

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	Porsitet (%)		Udrenert skjærfasthet (kPa)					St (-)
				10	20	30	40	50		Porsitet (%)	Organisk innhold (%)	10	20	30	40	50	
5	KVIKKLEIRE, enk sandkorn	[diagonal lines]	T						1,86	52	▼0,2	▽				85	
									1,82	53	▼0,1	▽		♂		170	
5	KVIKKLEIRE, enk sand-/gruskorn	[diagonal lines]	T						1,89	51	▼0,1	▽				150	
									1,86	51	▼0,1	▽		♂		110	
10	KVIKKLEIRE, enk sandkorn	[diagonal lines]	T						1,92	49	▼0,1						
									1,95	48	▼0,1	▽				170	
10	KVIKKLEIRE, enk sandkorn	[diagonal lines]	T						1,95	48	▼0,1	▽				150	
									1,95	48	▼0,1	▽		♂			
15	KVIKKLEIRE, enk sandkorn	[diagonal lines]	Ø						1,95	47	▼0,1	▽				240	
									1,94	48	▼0,1	▽		♂		240	
15	KVIKKLEIRE, enk sand-/gruskorn	[diagonal lines]	T						2,05	42	▼0,1	▽				130	
									2,02	43	▼0,1	▽		♂	▽	390	
20	KVIKKLEIRE, enk sand-/gruskorn	[diagonal lines]	T						2,09	41	▼0,1	▽				180	
									2,02	43	▼0,1	▽		♂		180	

Symboler:



Enaksialforsøk (strek angir aksiell tøyning (%) ved brudd)



Vanninnhold



Omrørt konus



ρ = Densitet

T = Treaksialforsøk

ρ_s : 2,75 g/cm³

Ø = Ødometerforsøk

Grunnvannstand: m

K = Korngradering

Borbok:

Lab-bok: Digital

—|— Plastisitetesindeks, Ip



Uomrørt konus

S_t = Sensitivitet

PRØVESERIE

Borhull:

4

NVE

Dato:

2018-12-13

NVE Ras Saltkjelvika

Multiconsult

www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet:

vt

Kontrollert:

mash

Godkjent:

oaa

Oppdragsnummer:

10209257

Tegningsnr.:

RIG-TEG-201

Rev. nr.:

00

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	Porøsitet (%)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					St (-)	
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50		
5	LEIRE, enk små sand-/gruskorn	kt. - 1,2	K						1,90	50		▼		▼				7
	LEIRE, enk små sand-/gruskorn								1,94	48		▼		▼				5
	LEIRE, noe sand-/gruskorn								1,97	46		▼		▼				7
	LEIRE, noe sand-/gruskorn								1,99	45		▼		▼				7
	LEIRE, sandig, enk gruskorn MATERIALE, sandig, siltig, leirig ved 4,75m								2,12	38		▼		▼				10
																11		
10																26		
15																		
20																		

Symboler:



Enaksialforsøk (strek angir aksiell tøyning (%) ved brudd)



Vanninnhold



Omrørt konus



Uomrørt konus

ρ = Densitet

S_t = Sensitivitet

T = Treaksialforsøk

\emptyset = Ødometerforsøk

K = Korngradering

ρ_s : 2,75 g/cm³

Grunnvannstand: m

Borbok:

Lab-bok: Digital

PRØVESERIE

Borhull:

13

NVE

NVE Rasaltkjelvika

Dato:

2018-12-14

Multiconsult
www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet:

mash

Kontrollert:

truk

Godkjent:

oaa

Oppdragsnummer:

10209257

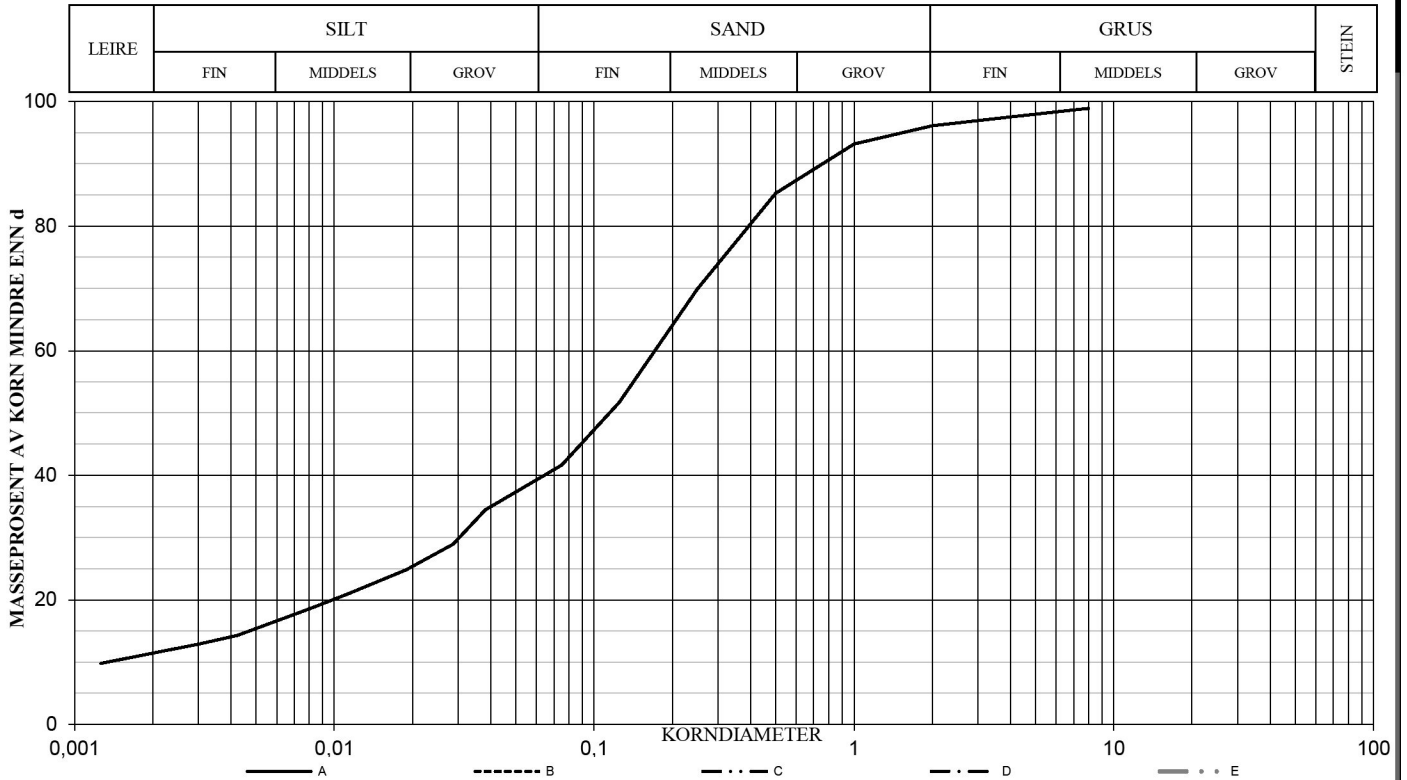
Tegningsnr.:

RIG-TEG-202

Rev. nr.:

00

SYMBOL OL	SERIE NR.	DYBDE (m)	JORDARTS BETEGNELSE	Anmerkninger	METODE		
					TS	VS	HYD
A	13	4,75	MATERIALE, sandig, siltig, leirig		X		X
B							
C							
D							
E							



SYMBOL:

Ogl. = Glødetap (%)

Ona. = Humusinnhold (%)

Perm. = Permeabilitet (m/s)

$$C_z = \frac{D_{30}^2}{(D_{60})(D_{10})}$$

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

METODE:

TS = Tørr sikt

VS = Våt sikt

HYD = Hydrometer

SYM BOL	Tele gruppe	W %	Su kN/m ²	Su r kN/m ²	Plastisitet		Glødetap Ogl %	< 0,02 mm %	Tot. densitet kN/m ³	D ₁₀ mm	D ₃₀ mm	D ₅₀ mm	D ₆₀ mm
					W _f	W _p							
A		19,7								0,0014	0,0305	0,1163	0,1818
B													
C													
D													
E													

KORNGRADERING

NVE
NVE Ras Saltkjelvika
Grunnundersøkelser

Konstr./Tegnet
mash

Kontrollert
truk

Godkjent
oaa

Dato
17.12.18

Multiconsult
www.multiconsult.no

OPPDRAG NR.

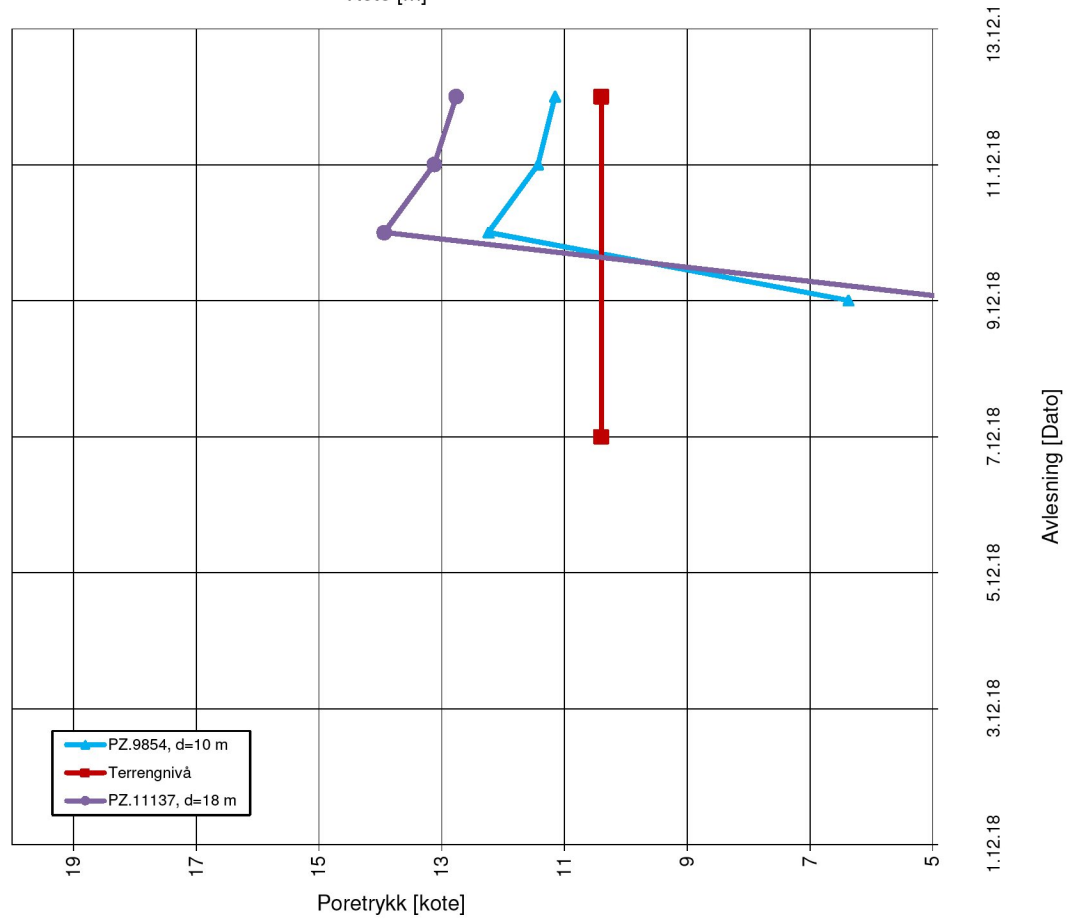
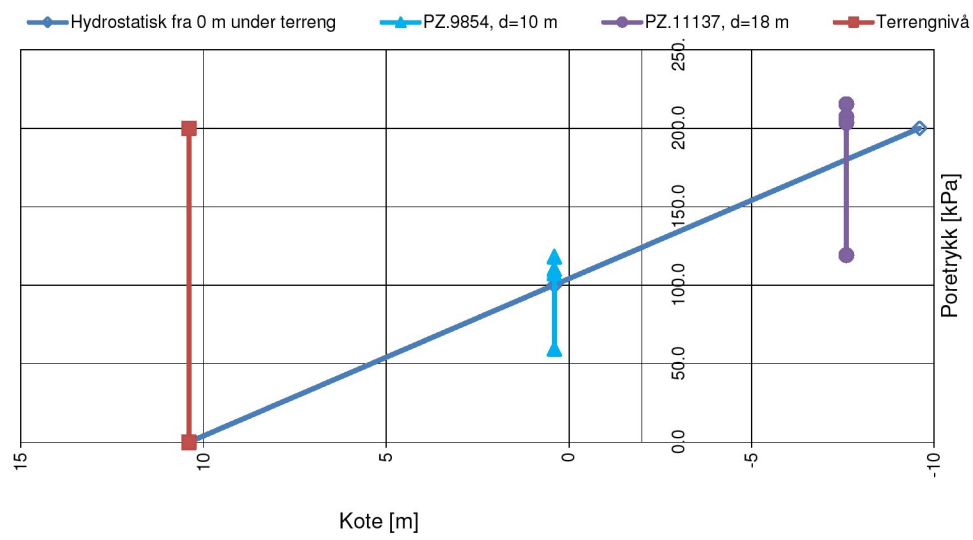
10209257

TEGN.NR.

RIG-TEG-300

REV.

00



PORETRYKSMÅLING

Elektriske poretrykksmålere, BP. 4

NVE
NVE Ras Saltkjelvika

Konstr./Tegnet	Kontrollert
jkm	magw
Dato	Godkjent
20.12.18	oaa

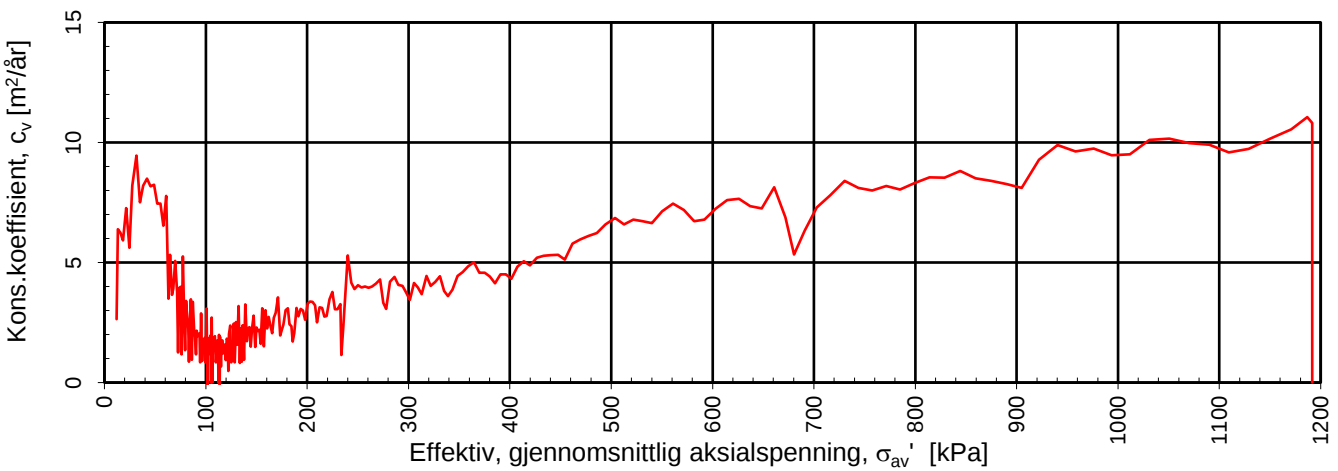
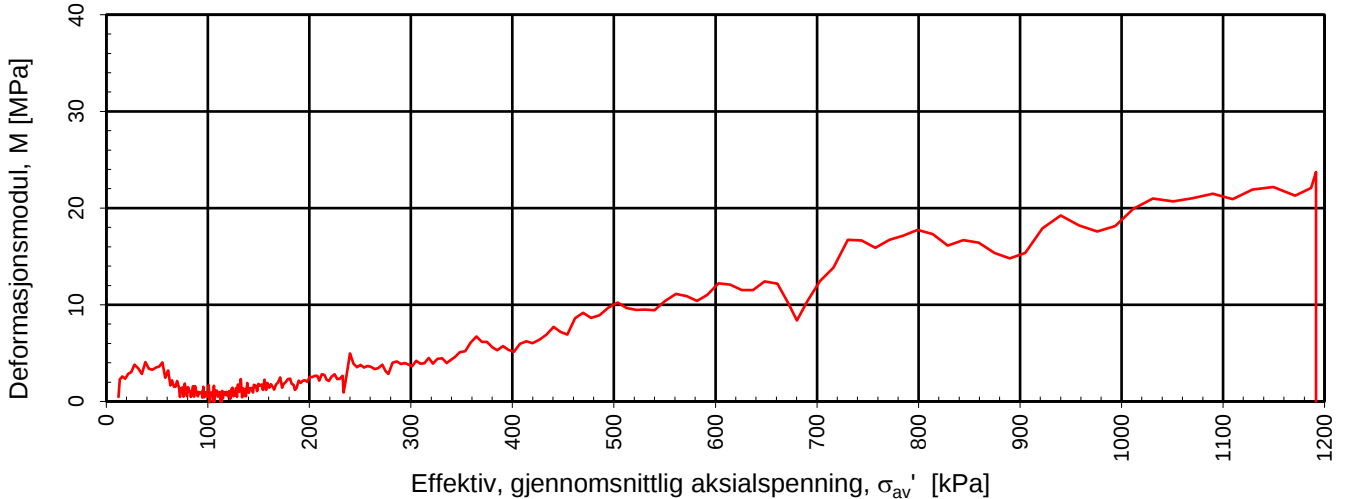
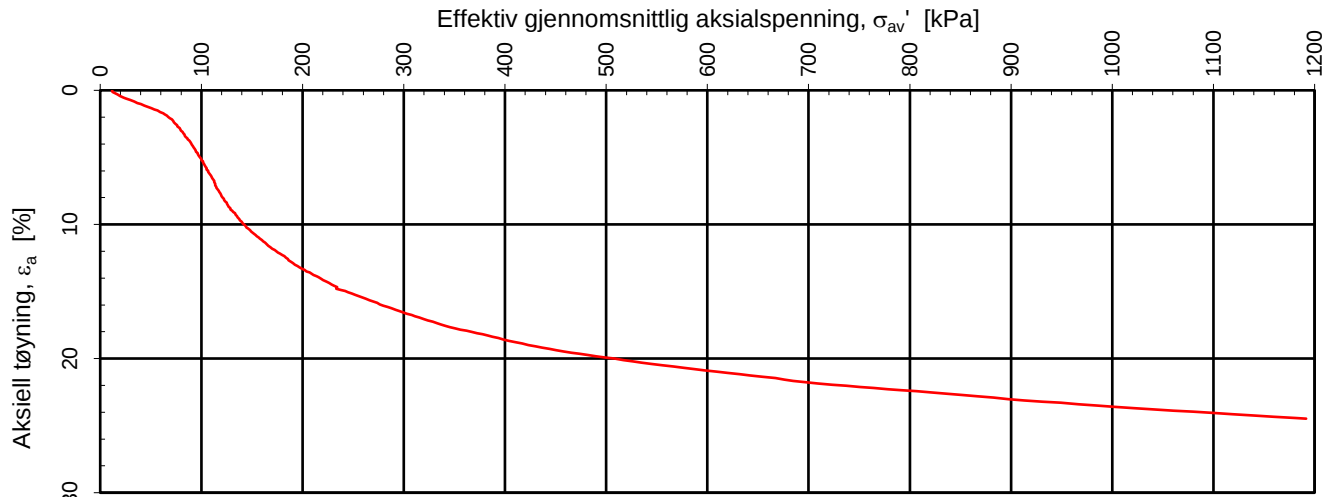


MULTICONSULT NORGE AS
Sluppenvegen, 15
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00

Oppdragsnr.
10209257

Tegn.nr.
RIG-TEG-350

Rev.
00



Densitet ρ (g/cm³): **1,95**
 Vanninnhold w (%): **32,80**

Effektivt overlagingstrykk, σ_{v0}' (kPa): **71,27**

NVE
NVE Ras Saltkjelvika

Tegningens filnavn:

10209257-RIG-TEG-400_h4, d9,35m .xlsx

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

MULTICONSULT
NORGE AS

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

Forsøksdato:
 10.12.2018

Dybde, z (m):
 9,35

Borpunkt nr.:
 4

Forsøknr.:
 1

Tegnet av:
 vt

Kontrollert:
 mash

Godkjent:
 oaa

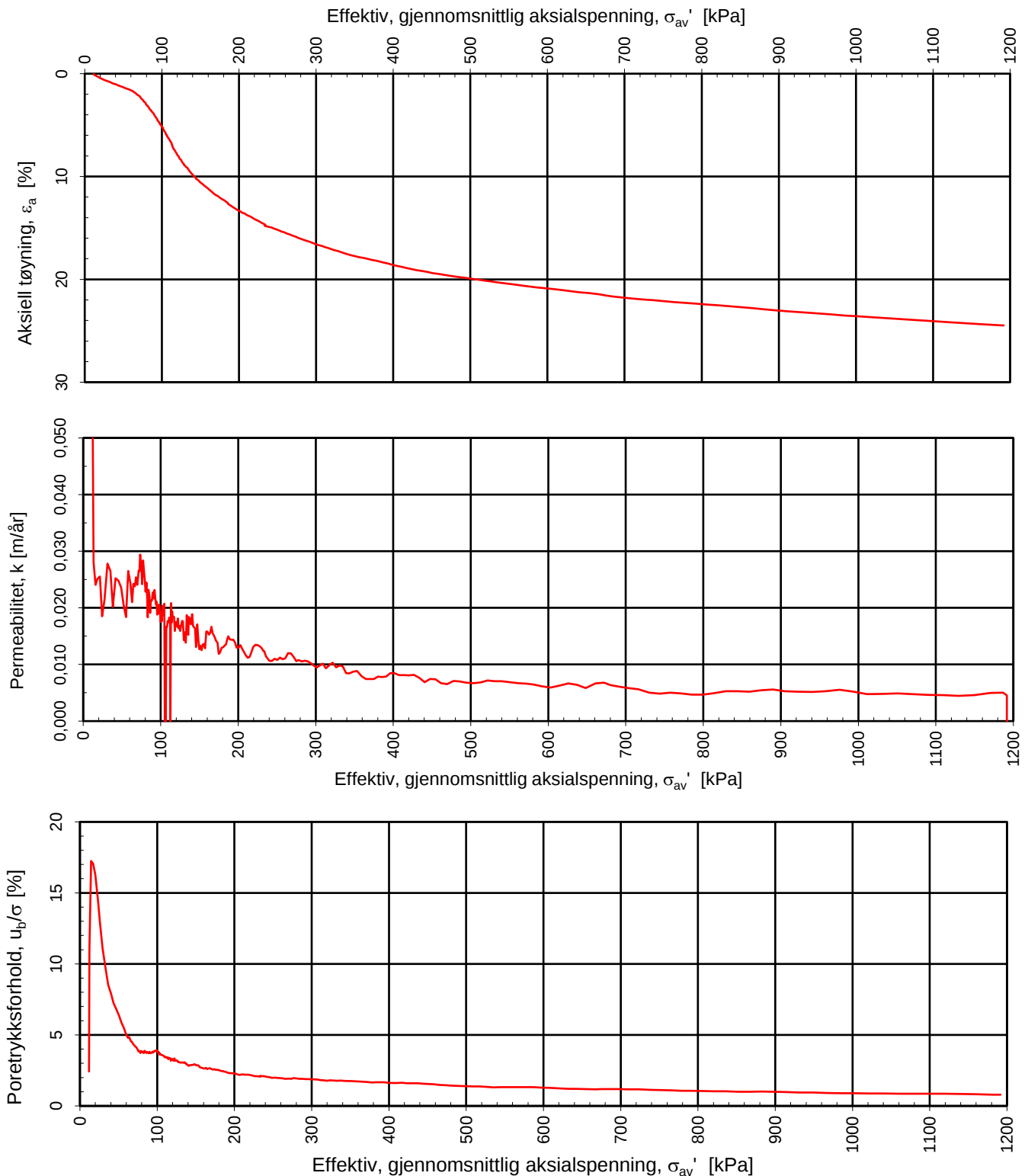
Oppdrag nr.:
 10209257

Tegning nr.:
 RIG-TEG-400.1

Prosedyre:
 CRS

Programrevisjon:
 16.07.2018





Densitet ρ (g/cm³):

1,95

Vanninnhold w (%):

32,80

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

71,27

NVE

NVE Ras Saltkjelvika

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Plott B: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, k og u_b/σ .

Tegningens filnavn:

10209257-RIG-TEG-400_h4, d9,35m .xlsx

**MULTICONSULT
NORGE AS**

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

Forsøksdato:

10.12.2018

Dybde, z (m):

9,35

Borpunkt nr.:

4

Forsøknr.:

1

Tegnet av:

vt

Kontrollert:

mash

Oppdrag nr.:

10209257

Tegning nr.:

RIG-TEG-400.2

Prosedyre:

CRS

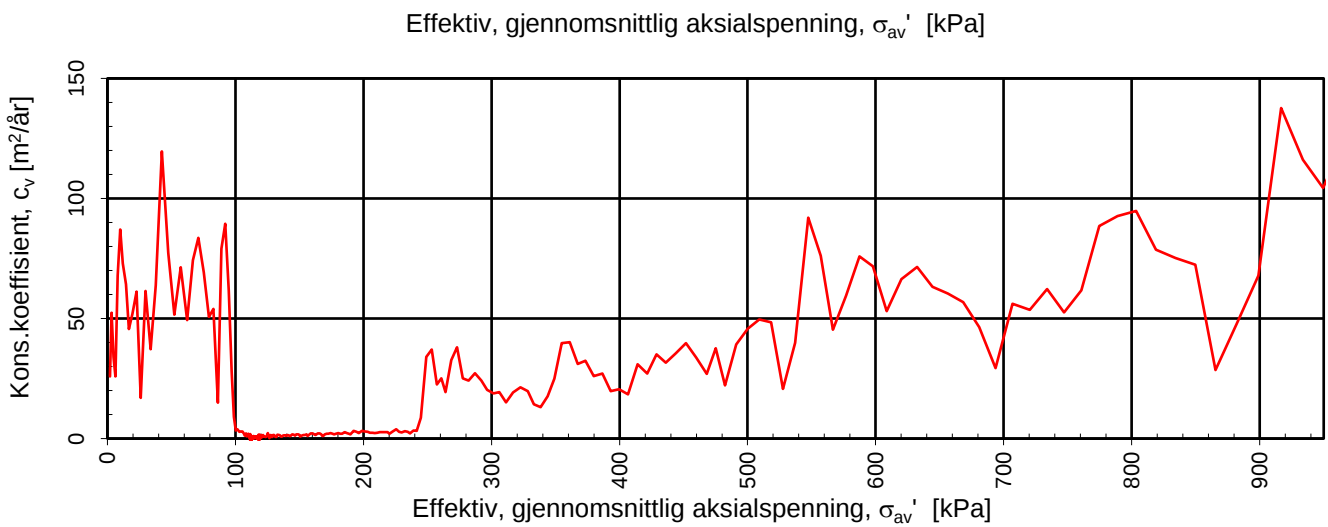
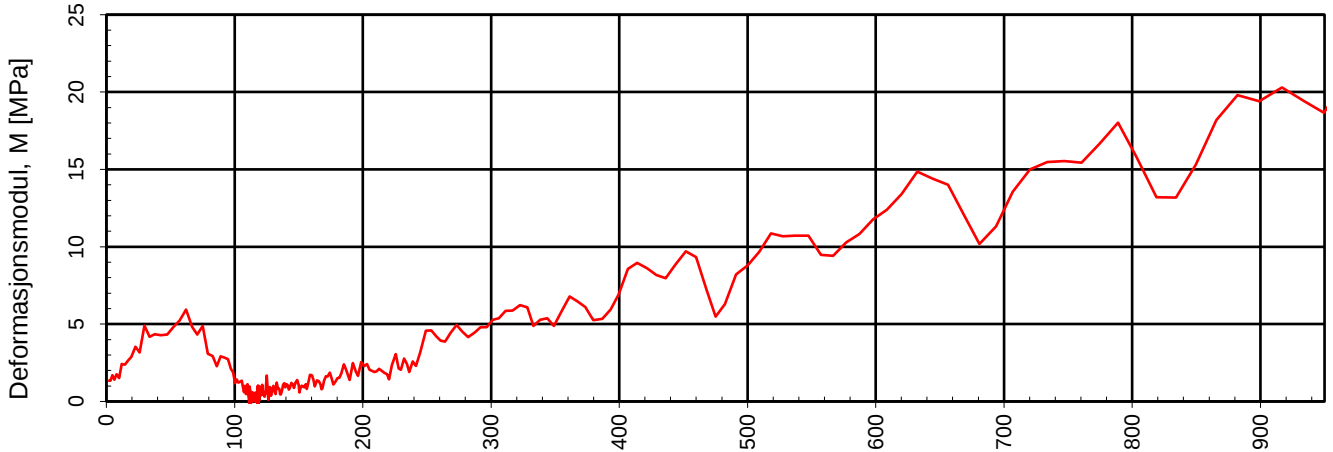
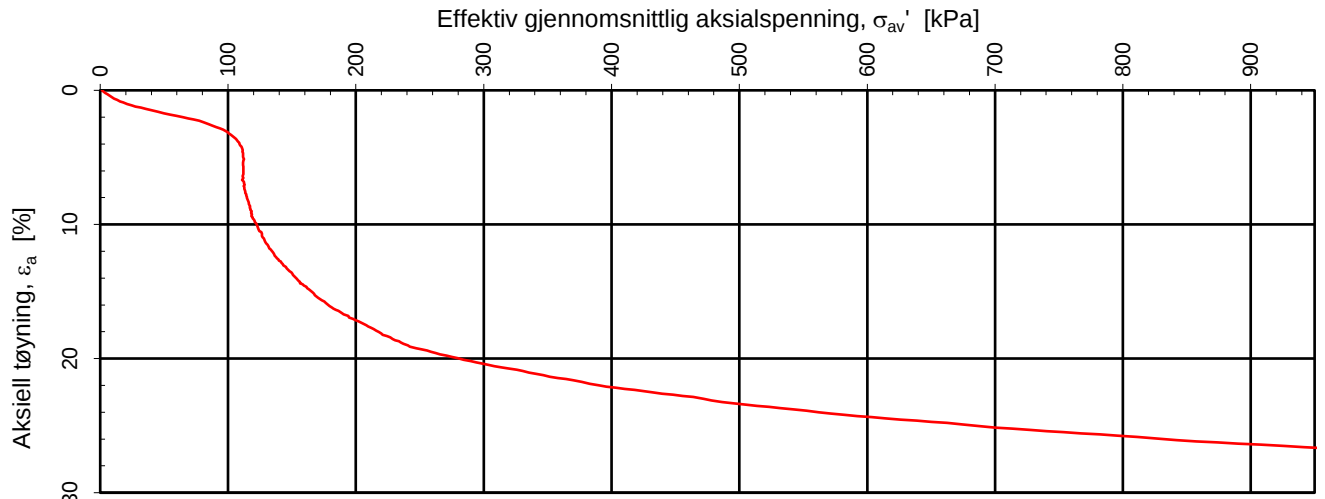
Godkjent:

oaa

Programrevisjon:

16.07.2018

**Multi
consult**



Densitet ρ (g/cm³): **1,94**
 Vanninnhold w (%): **34,10**

Effektivt overlagingstrykk, σ_{v0}' (kPa): **99,33**

NVE
NVE Ras Saltkjelvika

Tegningens filnavn:

10209257-RIG-TEG-401_h4, d12,55 .xlsx

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

MULTICONSULT
NORGE AS

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

Forsøksdato:

10.12.2018

Dybde, z (m):

12,55

Borpunkt nr.:

4

Forsøknr.:

2

Tegnet av:

vt

Kontrollert:

mash

Godkjent:

oaa

Oppdrag nr.:

10209257

Tegning nr.:

RIG-TEG-401.1

Prosedyre:

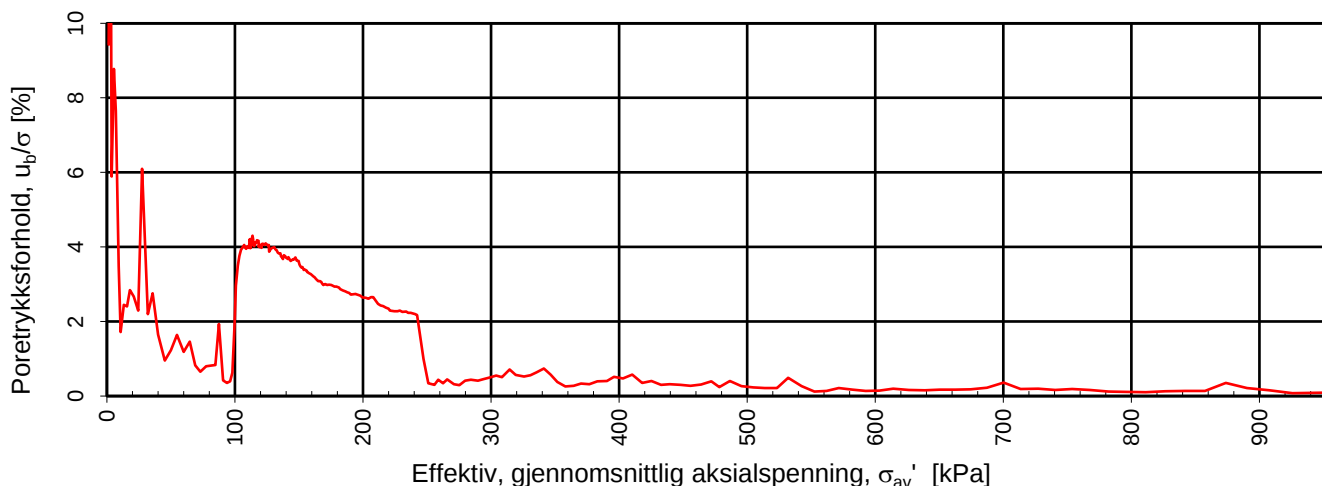
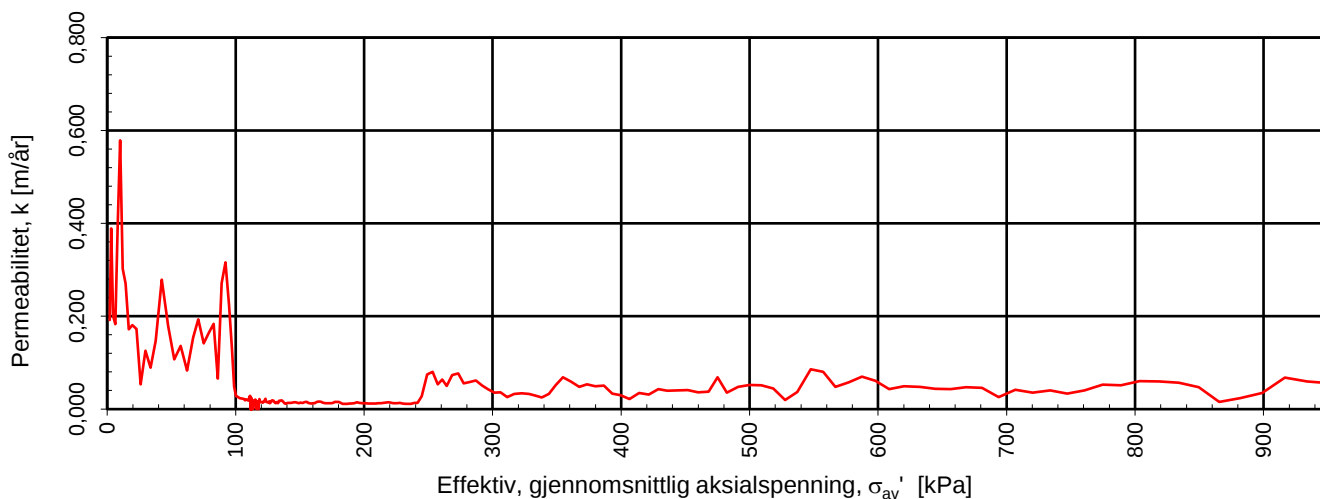
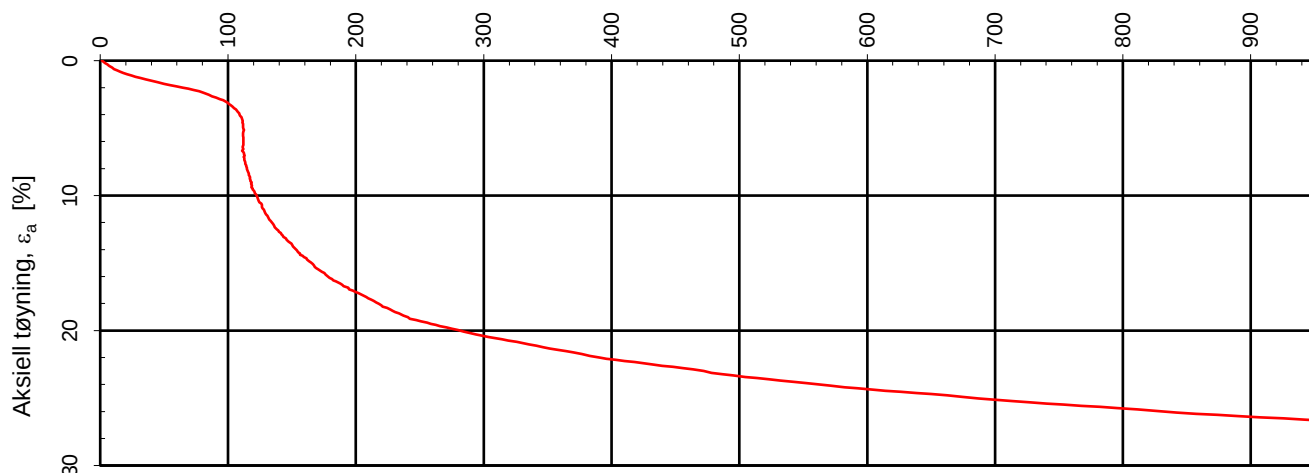
CRS

Programrevisjon:

16.07.2018

Multi
consult

Effektiv, gjennomsnittlig aksialspenning, σ_{av}' [kPa]



Densitet ρ (g/cm³):

1,94

Vanninnhold w (%):

34,10

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

99,33

NVE

NVE Ras Saltkjelvika

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Plott B: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, k og u_b/σ .

Tegningens filnavn:

10209257-RIG-TEG-401_h4, d12,55 .xlsx

**MULTICONSULT
NORGE AS**

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

Forsøksdato:

10.12.2018

Dybde, z (m):

12,55

Borpunkt nr.:

4

Forsøknr.:

2

Tegnet av:

vt

Kontrollert:

mash

Oppdrag nr.:

10209257

Tegning nr.:

RIG-TEG-401.2

Prosedyre:

CRS

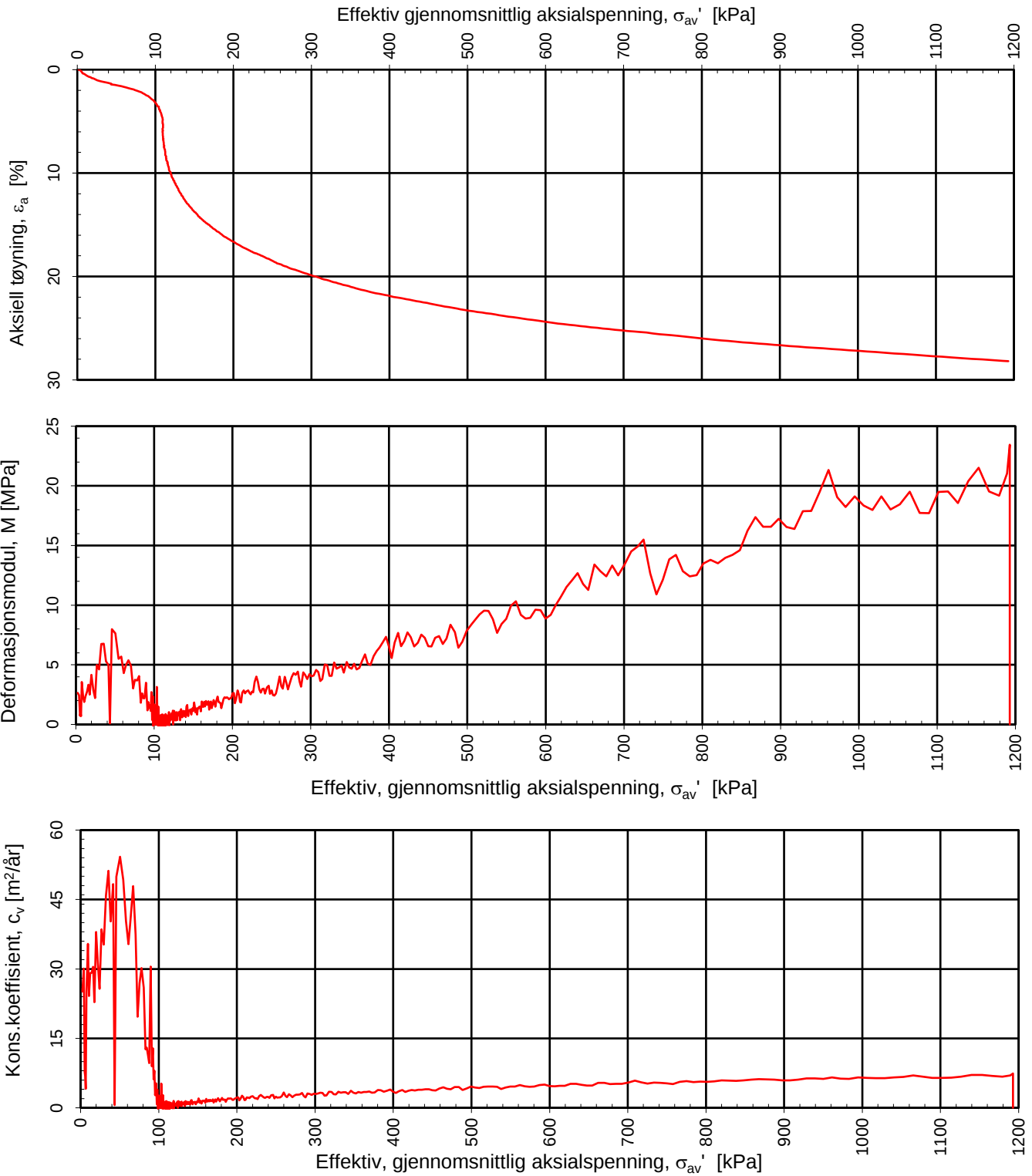
Godkjent:

oaa

Programrevisjon:

16.07.2018

**Multi
consult**



Densitet ρ (g/cm^3):
Vanninnhold w (%):

2,02
36,00

Effektivt overlagingstrykk, σ_{v0}' (kPa):

120,17

NVE
NVE Ras Saltkjelvika

Tegningens filnavn:

10209257-RIG-TEG-402_h4, d12,25m

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Plott A: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, M og c_v .

MULTICONSULT
NORGE AS

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

Forsøksdato:

12.12.2018

Dybde, z (m):

12,25

Borpunkt nr.:

4

Forsøknr.:

3

Tegnet av:

mash

Kontrollert:

truk

Oppdrag nr.:

10209257

Tegning nr.:

RIG-TEG-402.1

Prosedyre:

CRS

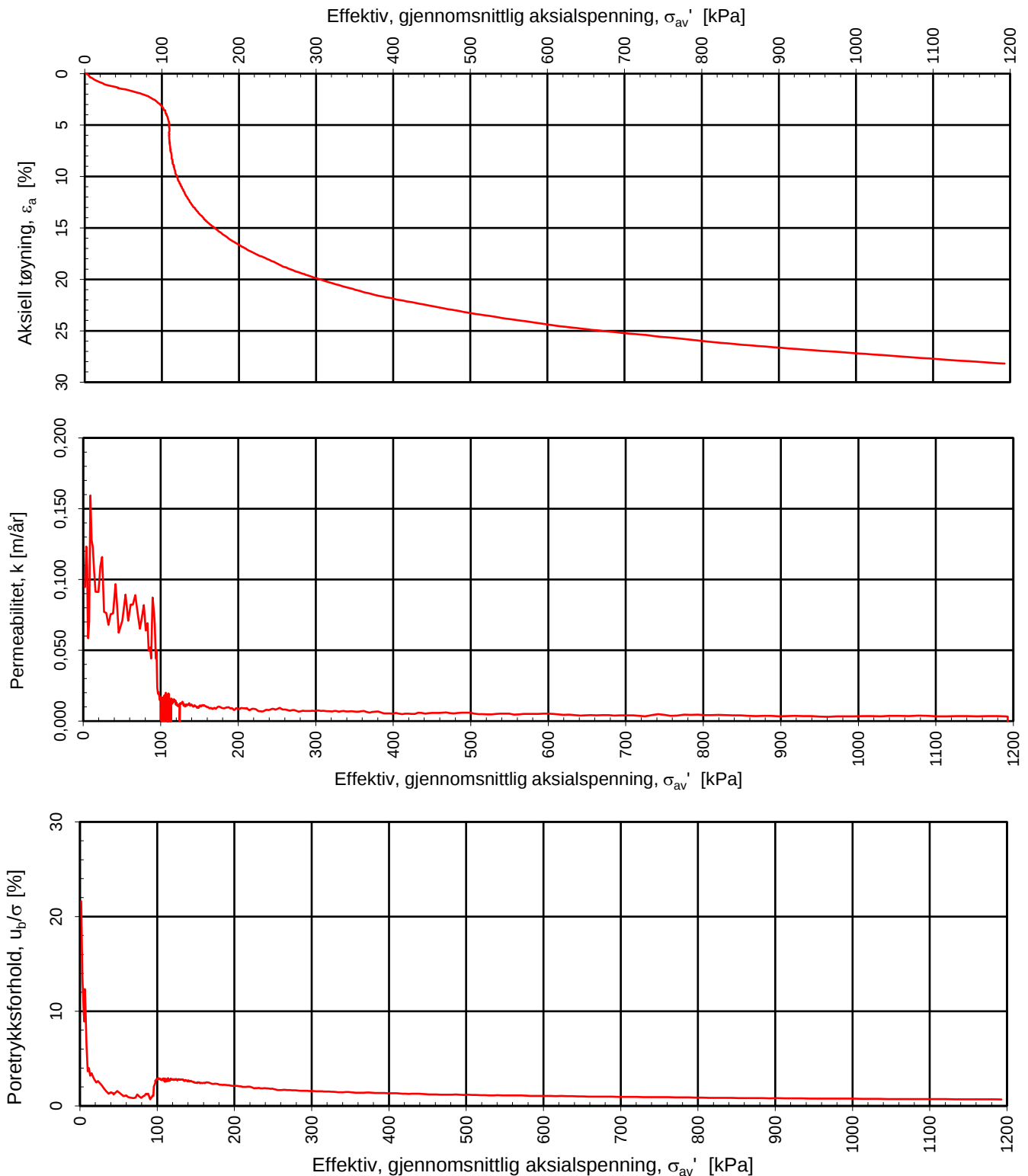
Godkjent:

oaa

Programrevisjon:

16.07.2018

Multi
consult



Densitet ρ (g/cm³):

2,02

Vanninnhold w (%):

36,00

Effektivt overlagringstrykk, σ_{v0}' (kPa):

120,17

NVE

NVE Ras Saltkjelvika

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Plott B: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, k og u_b/σ .

Tegningens filnavn:

10209257-RIG-TEG-402_h4, d12.25m

**MULTICONSULT
NORGE AS**

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

Forsøksdato:

12.12.2018

Dybde, z (m):

12,25

Borpunkt nr.:

4

Forsøknr.:

3

Tegnet av:

mash

Kontrollert:

truk

Oppdrag nr.:

10209257

Tegning nr.:

RIG-TEG-402.2

Prosedyre:

CRS

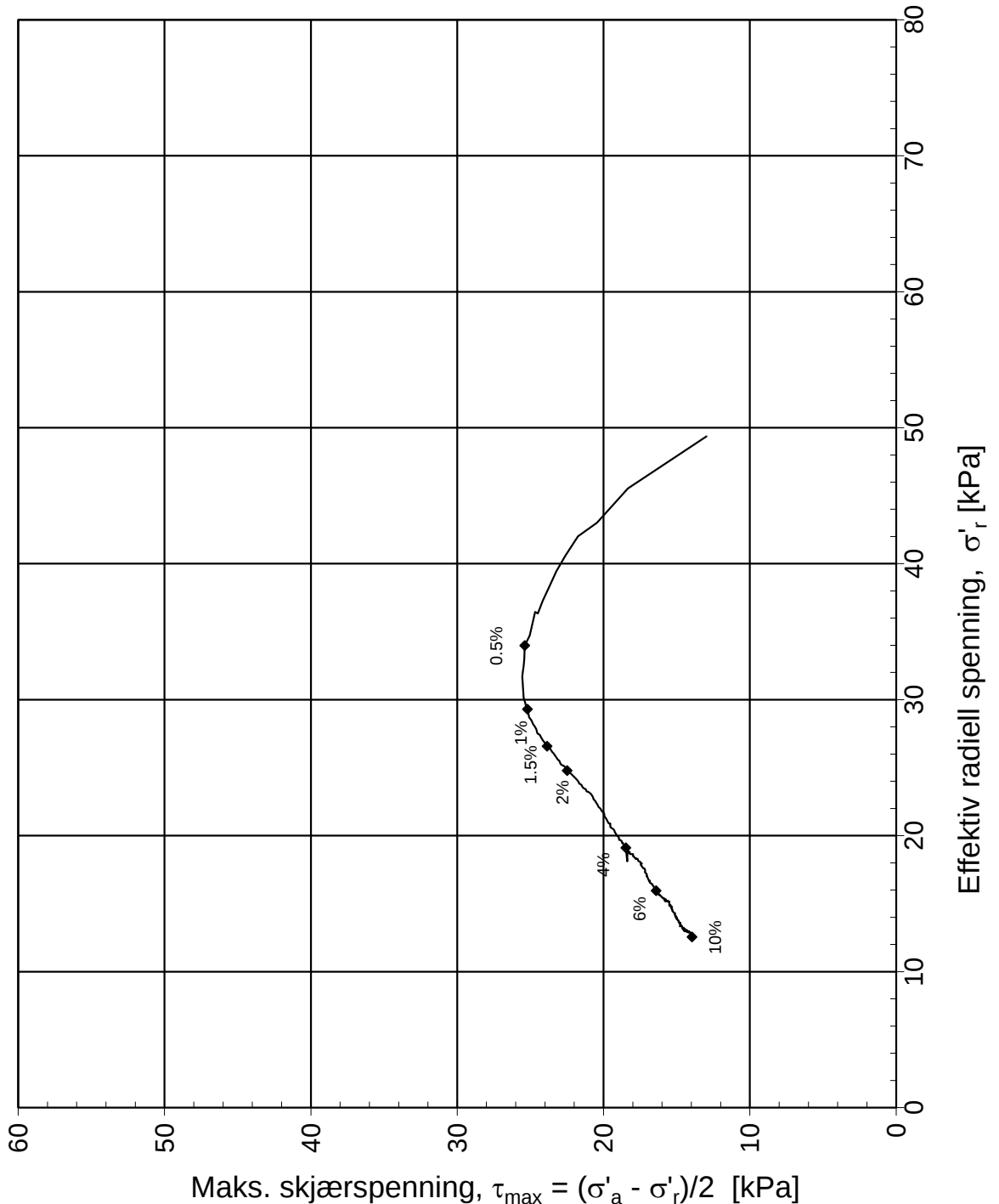
Godkjent:

oaa

Programrevisjon:

16.07.2018

**Multi
consult**



Konsolideringsspenning, aksial:	σ'_{ac} (kPa):	75,29	
Konsolideringsspenning, radial:	σ'_{rc} (kPa):	49,37	
Volumtøyning i konsolideringsfase:	ε_{vol} (%) = $\Delta V/V_0$:	1,63	$\Delta e/e_0$ (-): 0,04
Baktrykk u_b (kPa):	500	B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c$ (-):	0,99
Vanninnhold w_i (%):	39,01	Densitet ρ_i (g/cm ³):	1,95

NVE

NVE Ras Saltkjelvika

Treaksialforsøk. Deviatorspenningssti. NTNU-plott.

Tegningens filnavn:

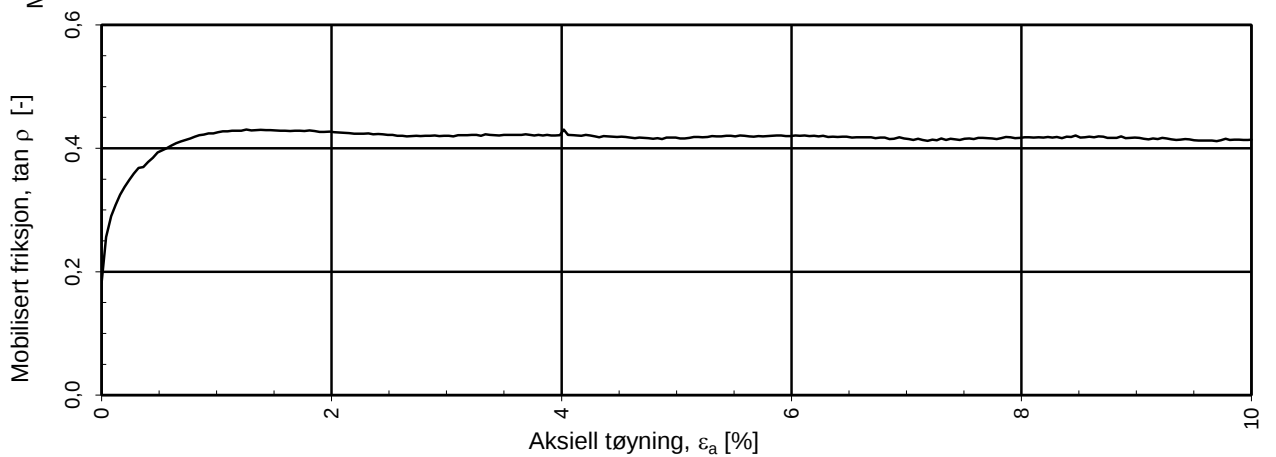
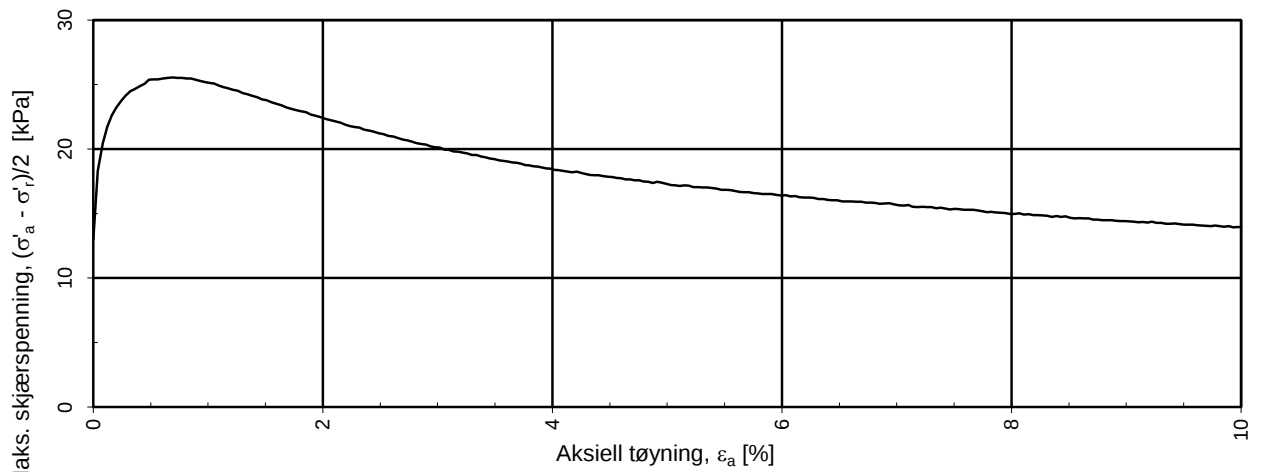
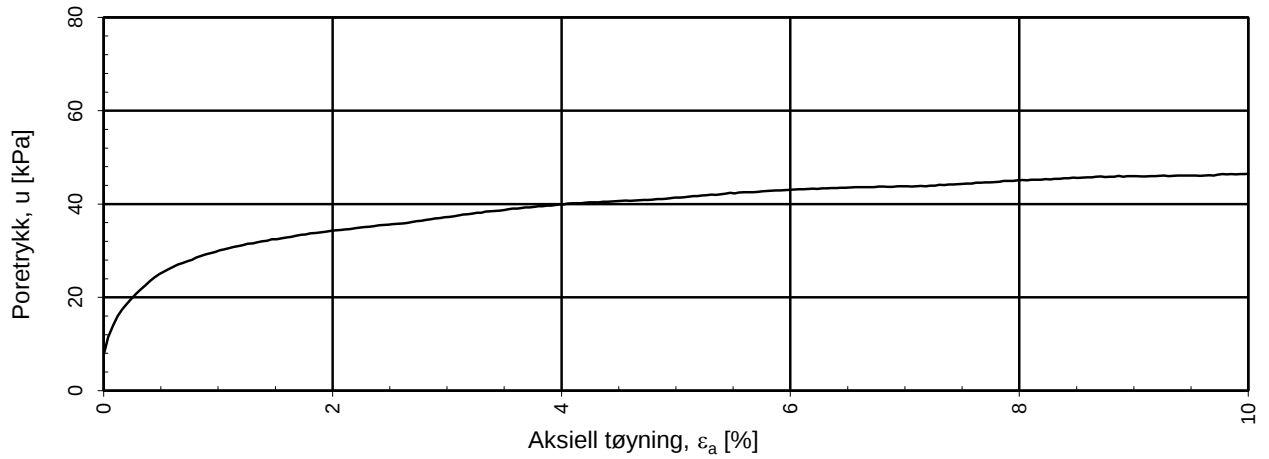
10209257-RIG-TEG-450_h4, d9,25



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

Forsøksdato: 10.12.2018	Dybde, z (m): 9,25	Borpunkt nr.: 4
Forsøk nr.: 1	Tegnet/kontrollert lab: vt	Kontrollert: mash
Oppdrag nr.: 10209257	Tegning nr.: RIG-TEG-450.1	Prosedyre: CAUa

Godkjent: oaa
Programrevisjon: 15.12.2014



$a = 10$ kPa benyttet for tolkning av $\tan \rho$

NVE

NVE Ras Saltkjelvika

Treaksialforsøk. Poretrykks- og mobiliseringsforløp.

Tegningens filnavn:

10209257-RIG-TEG-450_h4, d9,25

**Multi
consult**

**MULTICONSULT
NORGE AS**

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

Forsøksdato:

10.12.2018

Dybde, z (m):

9,25

Borpunkt nr.:

4

Forsøk nr.:

1

Tegnet/kontrollert lab:

vt

Kontrollert:

mash

Godkjent:

oaa

Oppdrag nr.:

10209257

Tegning nr.:

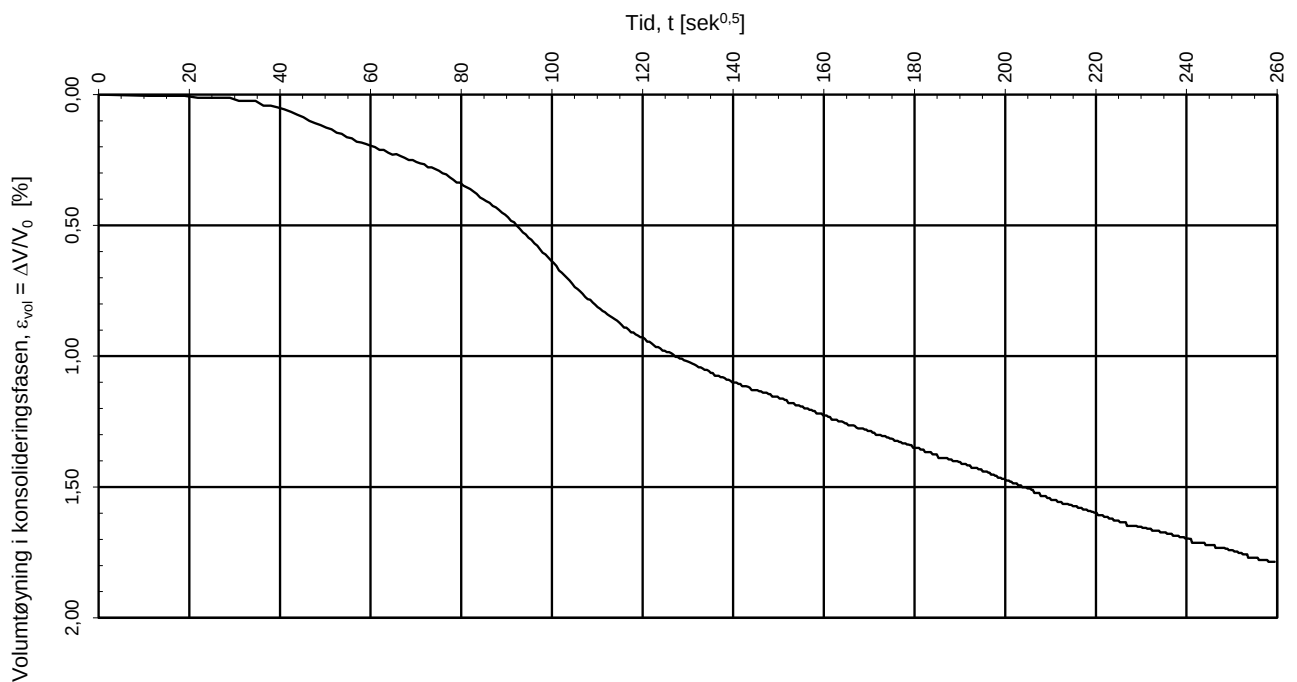
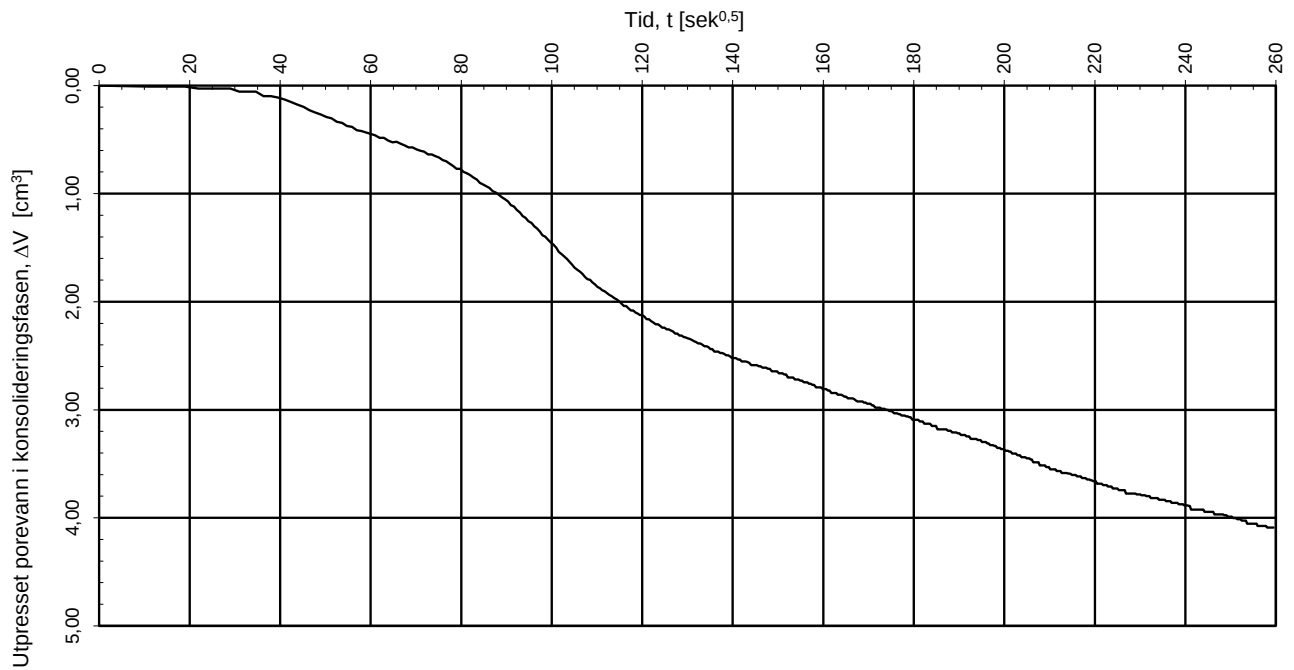
RIG-TEG-450.2

Prosedyre:

CAUa

Programrevisjon:

15.12.2014



Konsolideringsspenning, aksial:	σ'_{ac} (kPa):	75,29	
Konsolideringsspenning, radial:	σ'_{rc} (kPa):	49,37	$\Delta e/e_0$ (-): 0,04
Volumtøyning i konsolideringsfase:	ε_{vol} (%) = $\Delta V/V_0$:	1,63	
Baktrykk u_b (kPa):	500	B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c$ (-):	0,99
Vanninnhold w_i (%):	39,01	Densitet ρ_i (g/cm ³):	1,95

NVE

NVE Ras Saltkjelvika

Treaksialforsøk. Vannutpressing - tid, konsolideringsfase.

MULTICONSULT NORGE AS

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

Forsøksdato:
10.12.2018

Forsøk nr.:
1

Oppdrag nr.:
10209257

Dybde, z (m):
9,25

Tegnetkontrollert lab:
vt

Tegning nr.:
RIG-TEG-450.3

Borpunkt nr.:
4

Kontrollert:
mash

Prosedyre:
CAUa

Tegningens filnavn:

10209257-RIG-TEG-450_h4, d9,25

Multi
consult

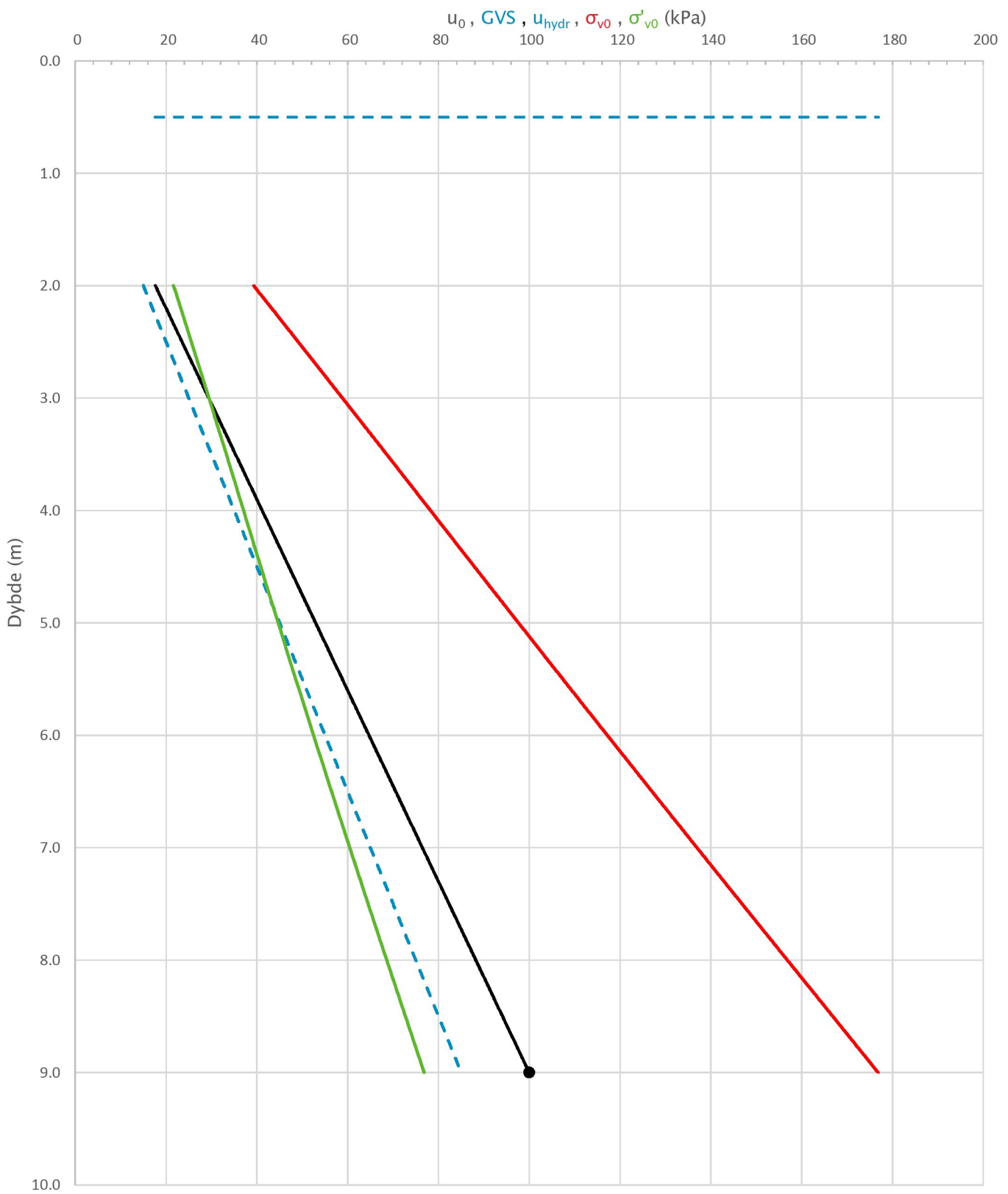
Godkjent:

oaa

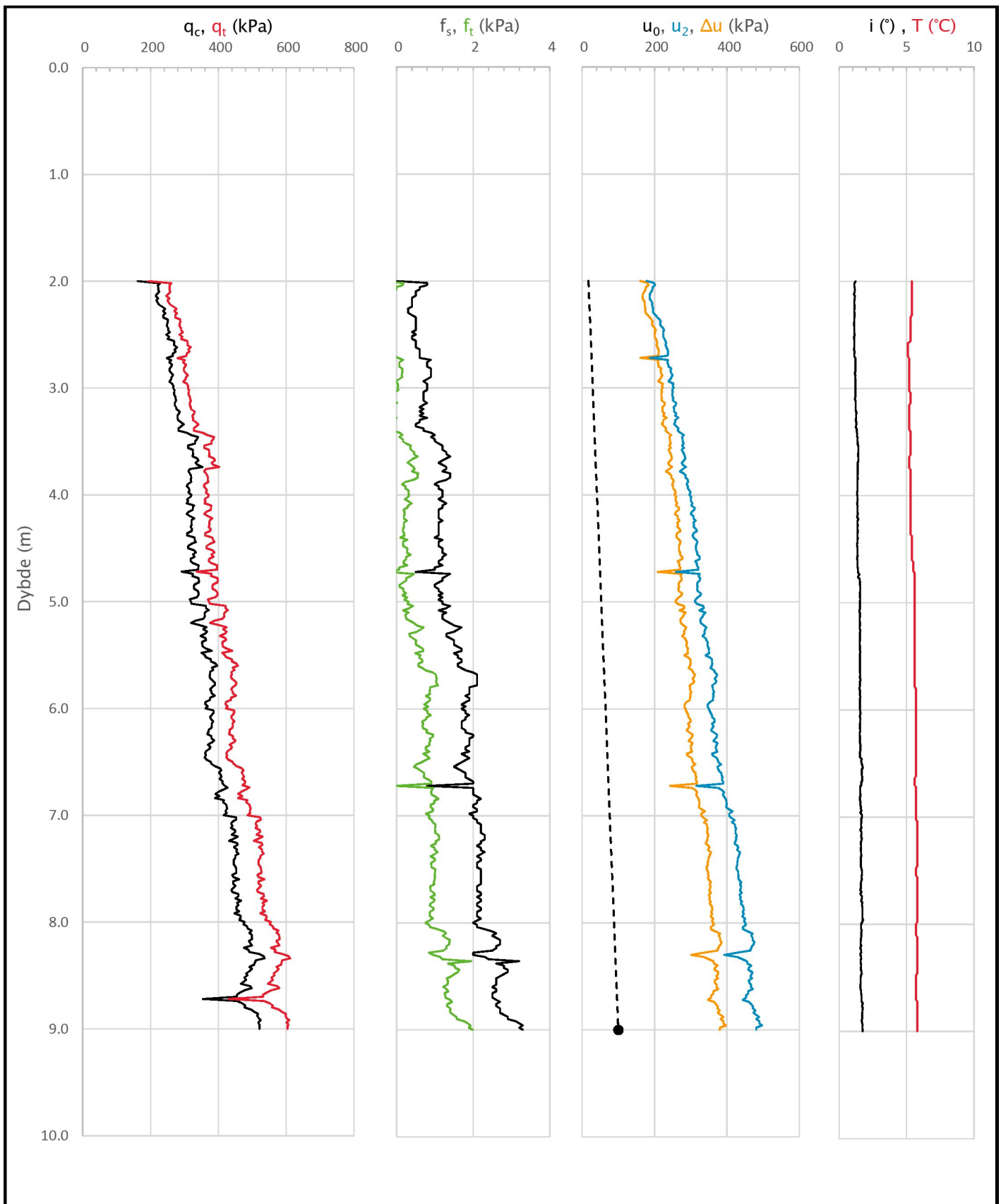
Programrevisjon:

15.12.2014

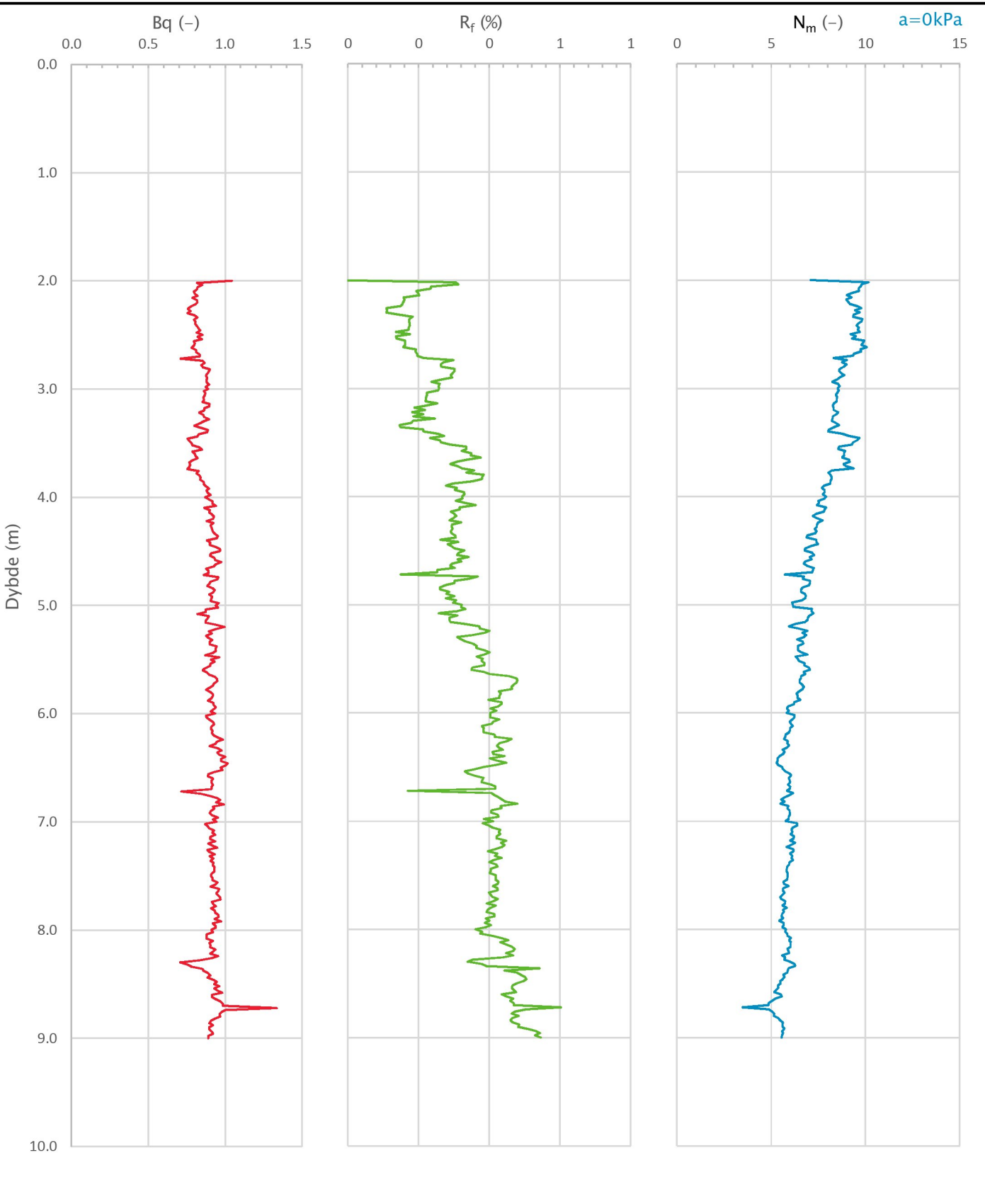
Sonde og utførelse						
Sondennummer	4926	Boreleder	Stian			
Type sonde	Nova	Temperaturrendring (°C)		0.7		
Kalibreringsdato	19.03.2018	Maks helning (°)		1.8		
Dato sondering	18.12.2018	Maks avstand målinger (m)		0.02		
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0.5		2	
Måleområde (MPa)	50		0.5		2	
Skaleringsfaktor	1577		4059		4208	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	#N/A		#N/A		#N/A	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0.4838		0.0094		0.0181	
Arealforhold	0.8280		0.0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	66.724		1.324		1.051	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	6575.8		128.4		212.9	
Registrert etter sondering (kPa)	-1.0		-0.8		2.6	
Avvik under sondering (kPa)	1.0		0.8		2.6	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	1.2		0.0		0.0	
Maksverdi under sondering (kPa)	536.2		3.3		496.9	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	2.7	0.5	0.8	25.2	2.6	0.5
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	OBS	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur		
OK	OK	OK	OK	OK		
Kommentarer:						
Prosjekt NVE Ras Saltkjelvika				Prosjektnummer: 10209257		Borhull 2
Innhold Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					Sondennummer 4926	
Multiconsult	Tegnet MAGW	Kontrollert ANG	Godkjent OAA		Anvend.klasse 1	
	Utførende Multiconsult	Dato sondering 18.12.2018	Revisjon 0	Rev. dato 19.12.2018	RIG-TEG 500.1	



Prosjekt			Prosjektnummer: 10209257		Borhull
NVE Ras Saltkjelvika					2
Innhold					Sondennummer
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger					4926
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	MAGW	ANG	OAA	1	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	
	Multiconsult	18.12.2018	0	500.2	
			Rev. dato	19.12.2018	

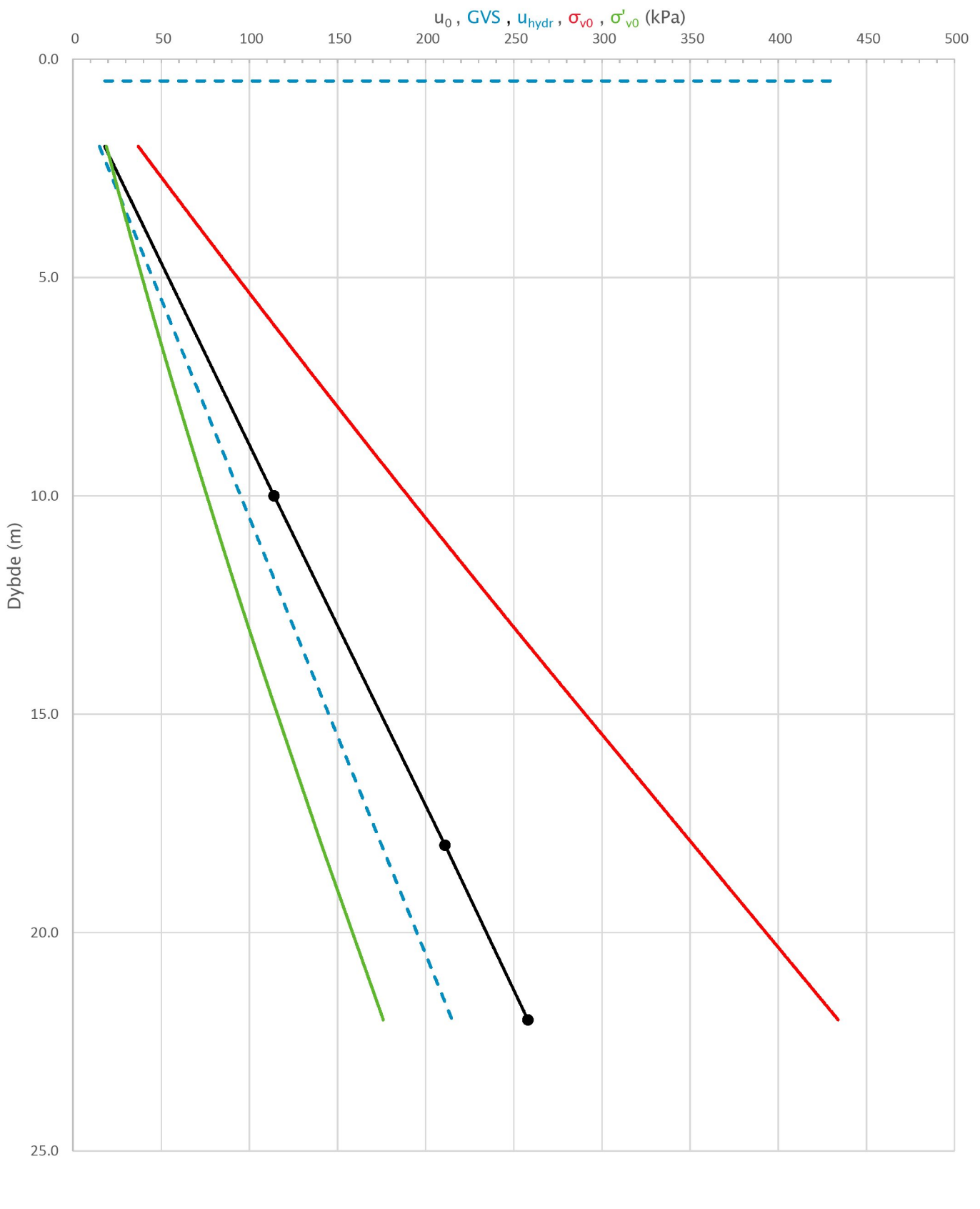


Prosjekt			Prosjektnummer: 10209257		Borhull	
NVE Ras Saltkjelvika					2	
Innhold					Sondenummer	
Måledata og korrigerte måleverdier					4926	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent		Anvend.klasse	
	MAGW	ANG	OAA		1	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon		RIG-TEG	
	Multiconsult	18.12.2018	0		500.3	
			Rev. dato			
			19.12.2018			

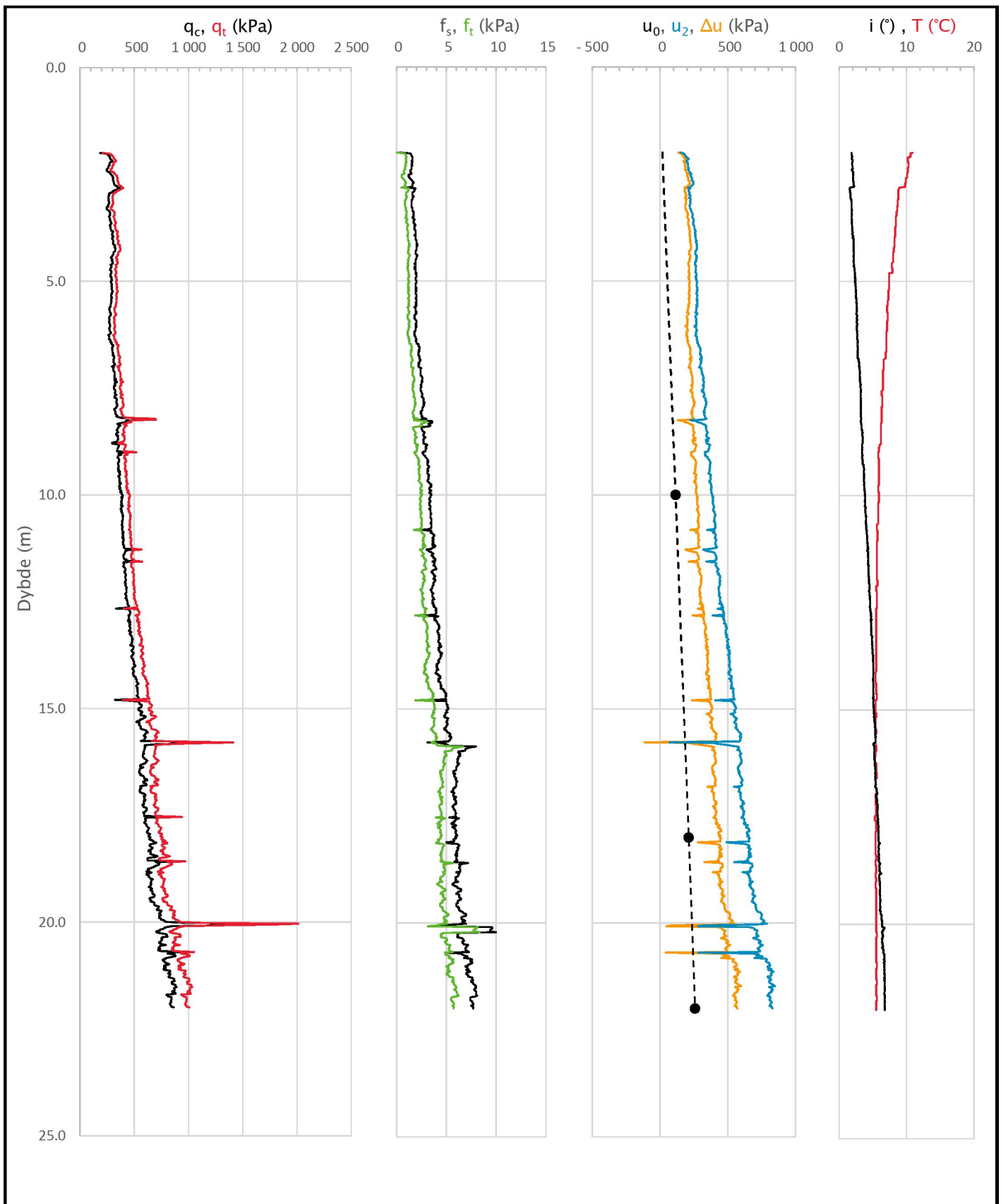


Prosjekt			Prosjektnummer: 10209257		Borhull
NVE Ras Saltkjelvika					2
Innhold					Sondennummer
Avledede dimensjonsløse forhold					4926
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	MAGW	ANG	OAA	1	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	
	Multiconsult	18.12.2018	0	500.4	
			Rev. dato	19.12.2018	

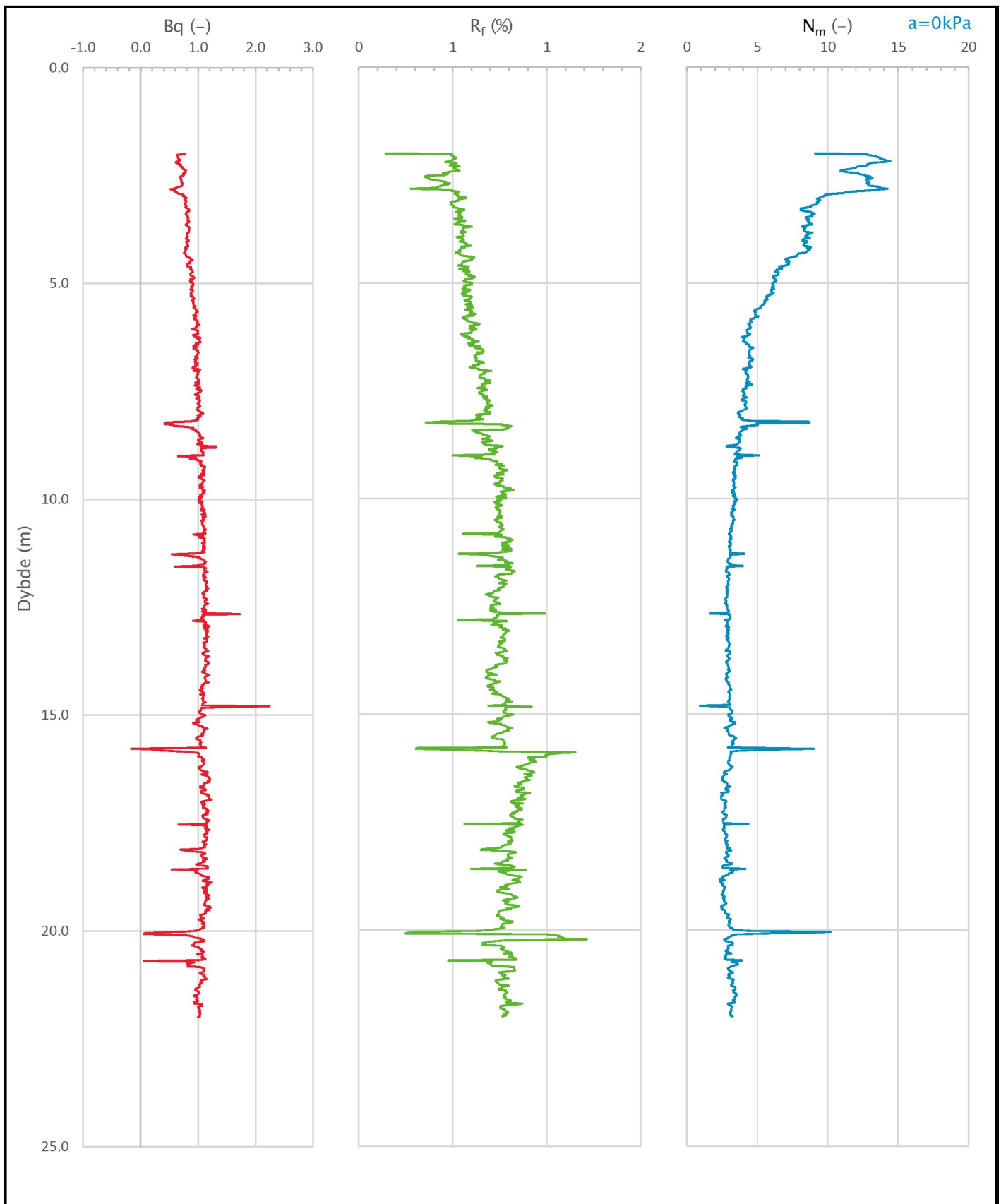
Sonde og utførelse						
Sondennummer	4926	Boreleder	Stian			
Type sonde	Nova	Temperaturrendring (°C)		5.6		
Kalibreringsdato	19.03.2018	Maks helning (°)		6.8		
Dato sondering	18.12.2018	Maks avstand målinger (m)		0.02		
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0.5		2	
Måleområde (MPa)	50		0.5		2	
Skaleringsfaktor	1577		4059		4208	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	#N/A		#N/A		#N/A	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0.4838		0.0094		0.0181	
Arealforhold	0.8280		0.0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	66.724		1.324		1.051	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	6589.8		127.0		214.9	
Registrert etter sondering (kPa)	-6.3		0.5		-0.4	
Avvik under sondering (kPa)	6.3		0.5		0.4	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	9.3		0.2		0.1	
Maksverdi under sondering (kPa)	1889.1		10.0		850.1	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	16.1	0.9	0.7	6.9	0.6	0.1
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur		
OK	OK	OK	OK	OK		
Kommentarer:						
Prosjekt			Prosjektnummer: 10209257		Borhull	
NVE Ras Salkjelvika					4	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					4926	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent		Anvend.klasse	
	MAGW	ANG	OAA		1	
Utførende	Dato sondering	Revisjon		RIG-TEG		
Multiconsult	18.12.2018	0		501.1		
		Rev. dato 19.12.2018				



Prosjekt		Prosjektnummer: 10209257		Borhull
NVE Ras Salkjelvika				4
Innhold				Sondennummer
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				4926
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	MAGW	ANG	OAA	1
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG
	Multiconsult	18.12.2018	0 Rev. dato 19.12.2018	501.2

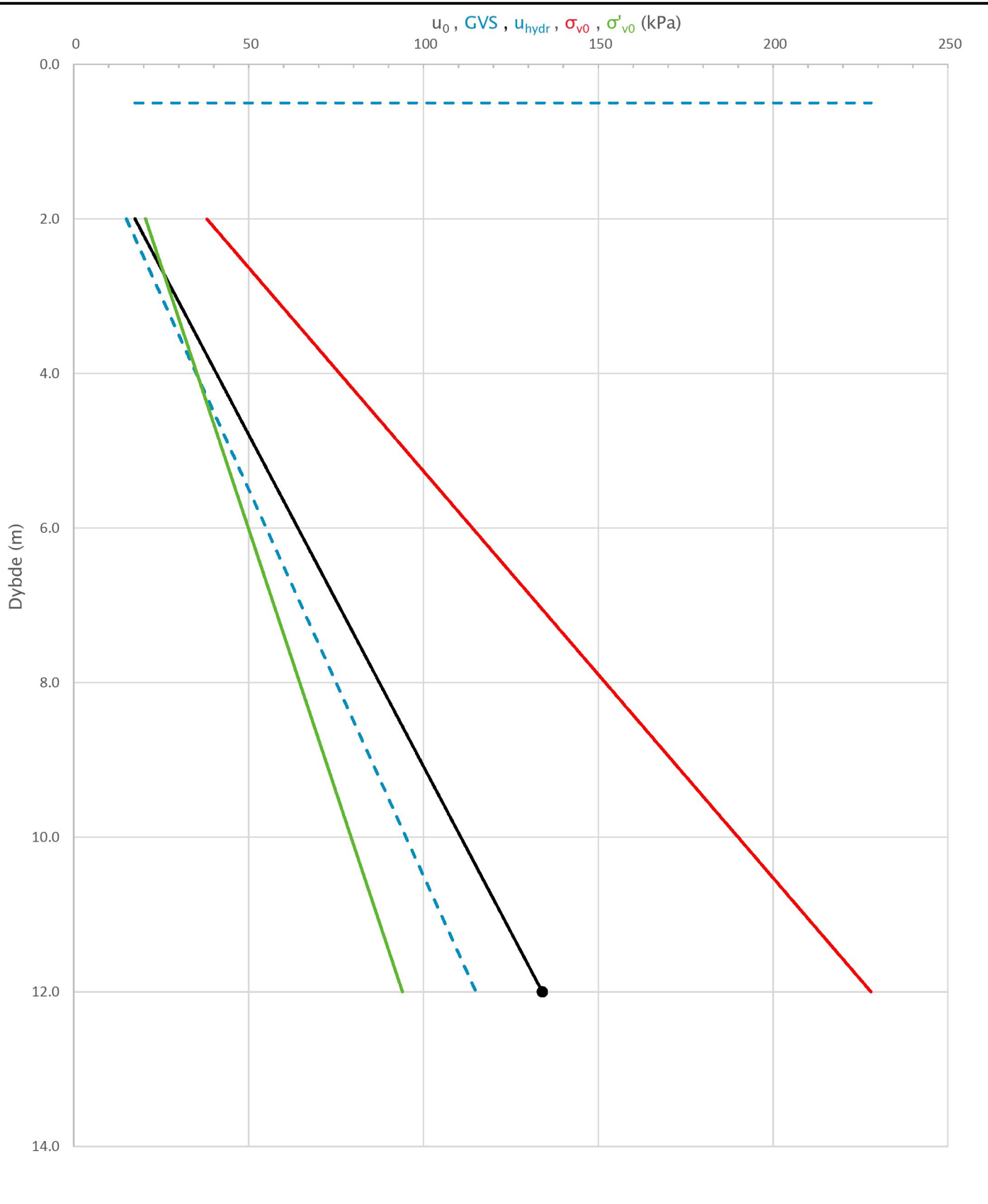


Prosjekt NVE Ras Salkjelvika			Prosjektnummer: 10209257	Borhull 4
Innhold Måledata og korrigerte måleverdier			Sondenummer 4926	
Multiconsult	Tegnet MAGW	Kontrollert ANG	Godkjent OAA	Anvend.klasse 1
	Utførende Multiconsult	Dato sondering 18.12.2018	Revisjon 0 Rev. dato 19.12.2018	RIG-TEG 501.3

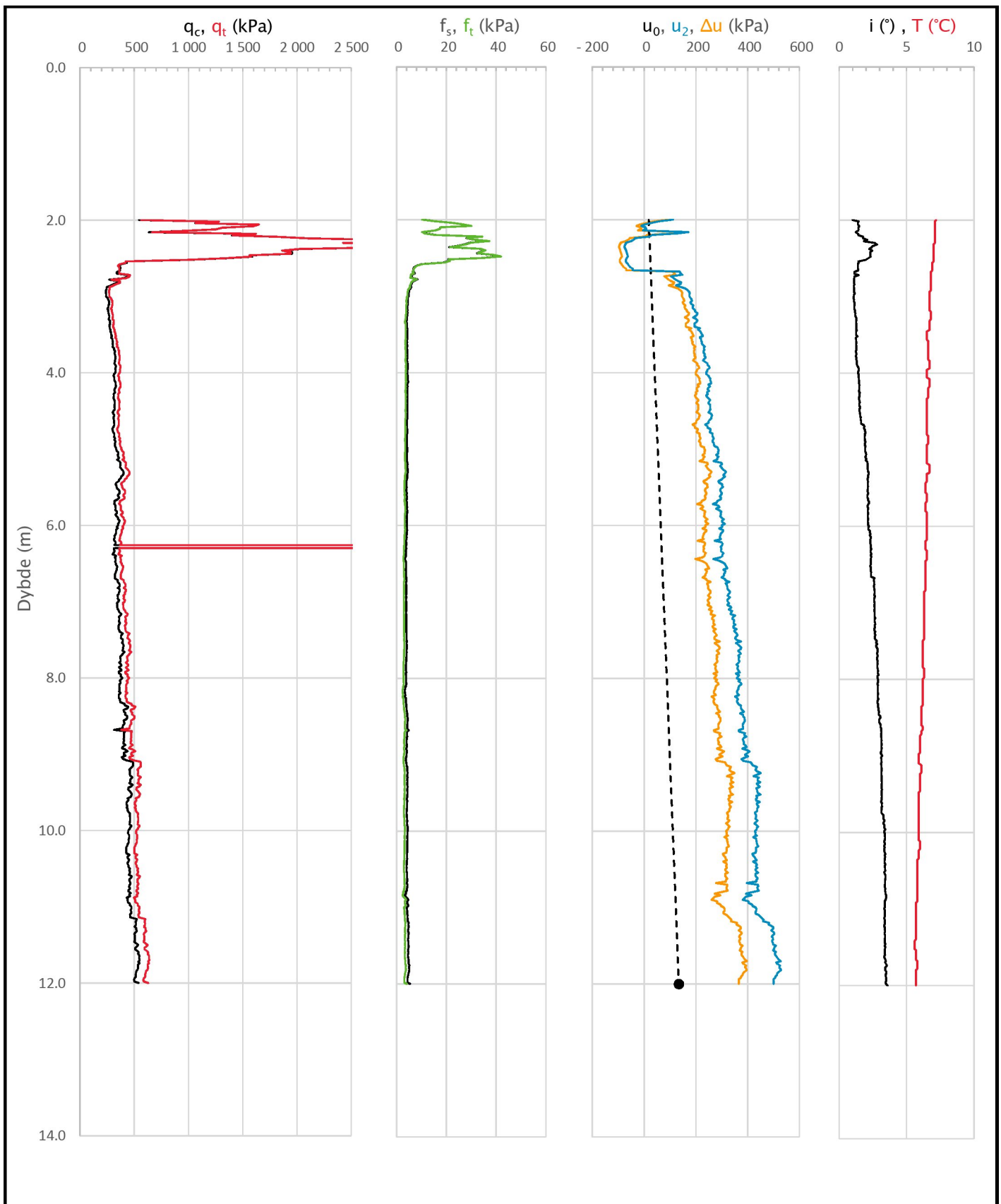


Prosjekt			Prosjektnummer: 10209257		Borhull	
NVE Ras Salkjelvika					4	
Innhold					Sondenummer	
Avledede dimensjonsløse forhold					4926	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent		Anvend.klasse	
	MAGW	ANG	OAA		1	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon		RIG-TEG	
	Multiconsult	18.12.2018	0		501.4	
			Rev. dato 19.12.2018			

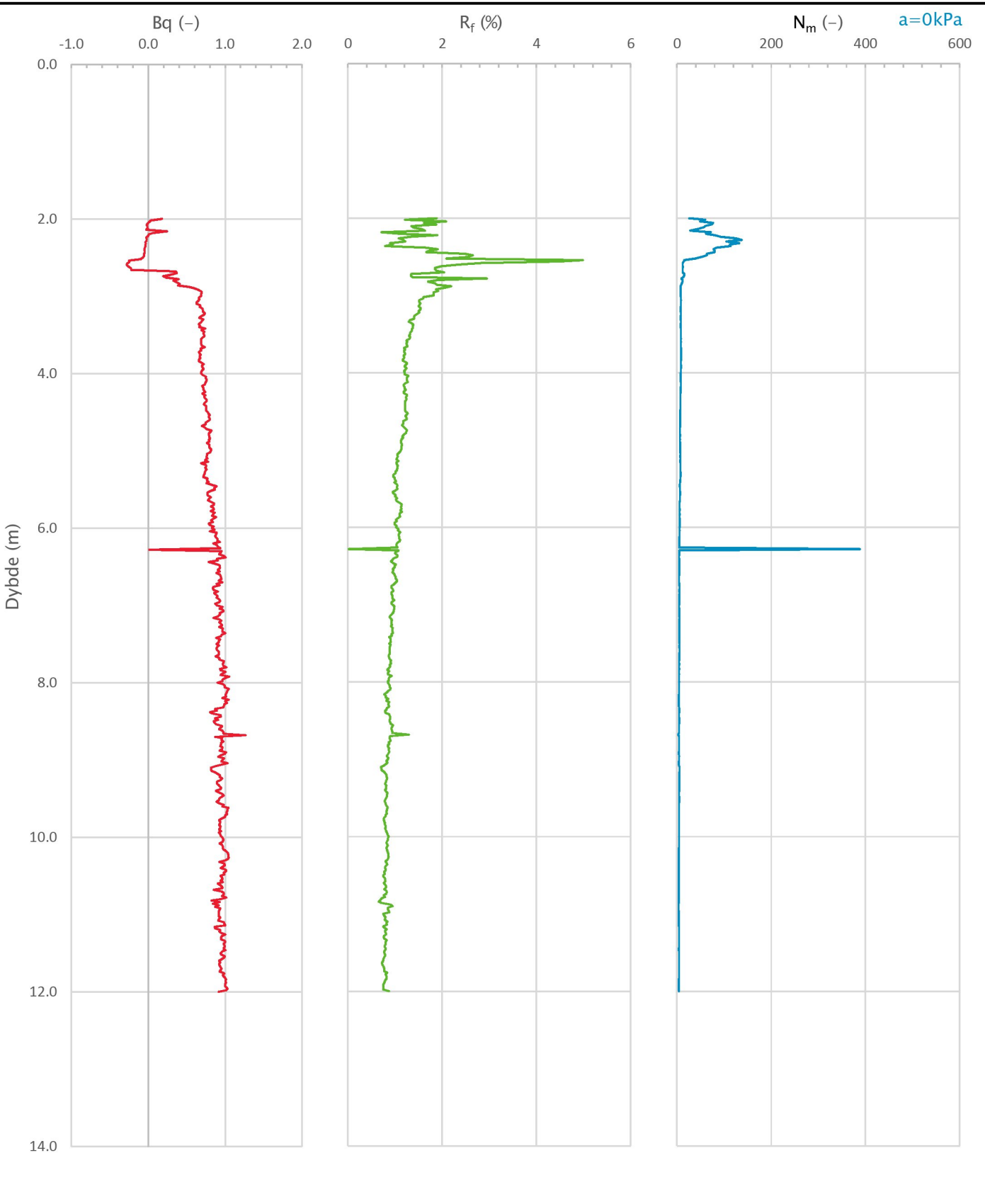
Sonde og utførelse						
Sondennummer	4926	Boreleder	Stian			
Type sonde	Nova	Temperaturrendring (°C)		1.6		
Kalibreringsdato	19.03.2018	Maks helning (°)		3.6		
Dato sondering	10.12.2018	Maks avstand målinger (m)		0.02		
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0.5		2	
Måleområde (MPa)	50		0.5		2	
Skaleringsfaktor	1577		4059		4208	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	#N/A		#N/A		#N/A	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0.4838		0.0094		0.0181	
Arealforhold	0.8280		0.0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	66.724		1.324		1.051	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	6550.2		127.6		219.7	
Registrert etter sondering (kPa)	-2.5		0.3		-3.5	
Avvik under sondering (kPa)	2.5		0.3		3.5	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	2.7		0.1		0.0	
Maksverdi under sondering (kPa)	20263.5		41.8		528.8	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	5.7	0.0	0.4	0.9	3.6	0.7
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur		
OK	OK	OK	OK	OK		
Kommentarer:						
Prosjekt NVE Ras Saltkjelvika				Prosjektnummer: 10209257		Borhull 9
Innhold Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet				Sondennummer 4926		
Multiconsult	Tegnet MAGW	Kontrollert ANG	Godkjent OAA	Anvend.klasse 1		
	Utførende Multiconsult	Dato sondering 10.12.2018	Revisjon 0 Rev. dato 19.12.2018	RIG-TEG 502.1		



Prosjekt			Prosjektnummer: 10209257		Borhull
NVE Ras Saltkjelvika					9
Innhold					Sondennummer
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger					4926
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	MAGW	ANG	OAA	1	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	
	Multiconsult	10.12.2018	0	502.2	
			Rev. dato	19.12.2018	

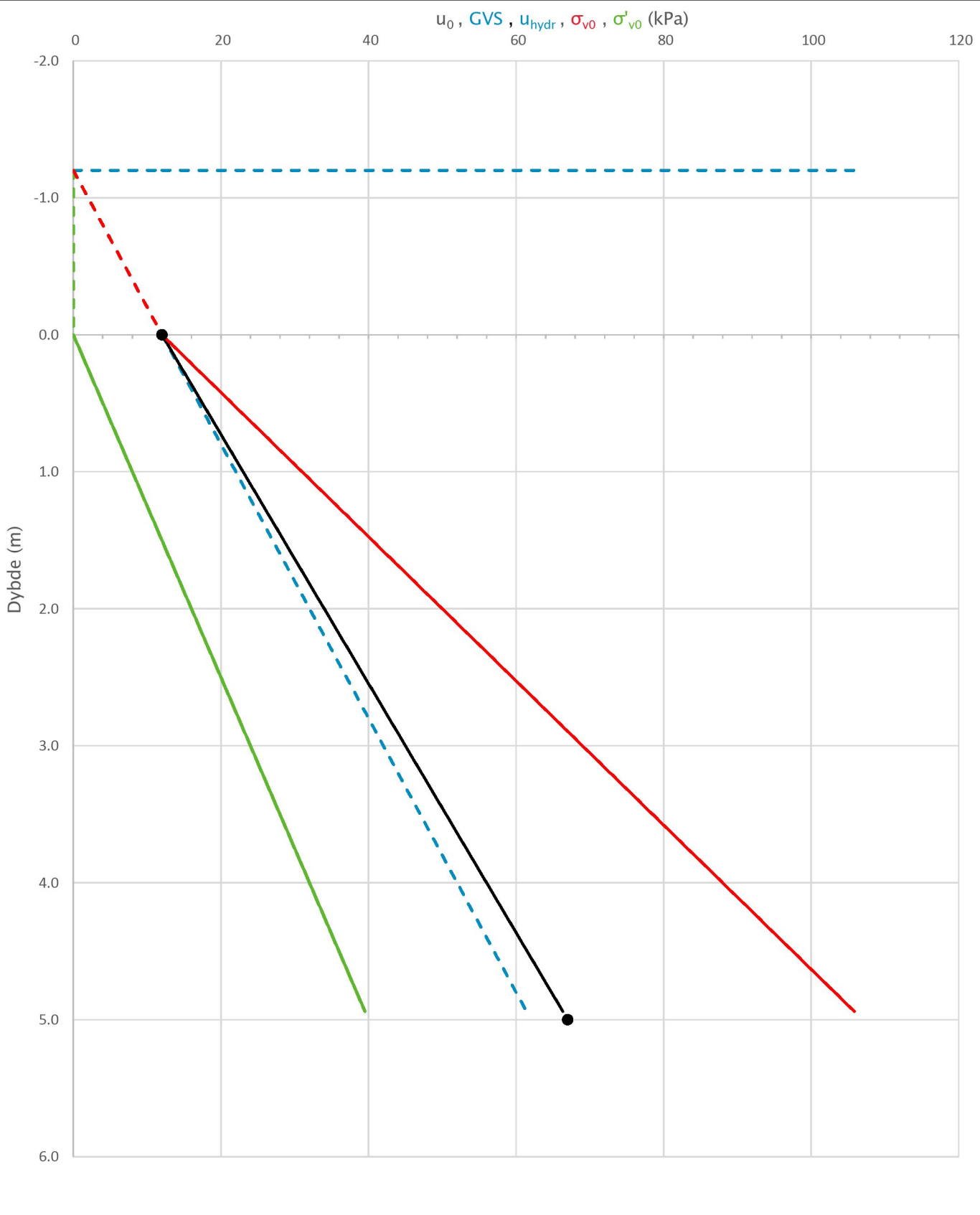


Prosjekt NVE Ras Saltkjelvika			Prosjektnummer: 10209257		Borhull 9
Innhold Måledata og korrigerte måleverdier					Sondennummer 4926
Multiconsult	Tegnet MAGW	Kontrollert ANG	Godkjent OAA		Anvend.klasse 1
	Utførende Multiconsult	Dato sondering 10.12.2018	Revisjon 0 Rev. dato 19.12.2018		RIG-TEG 502.3

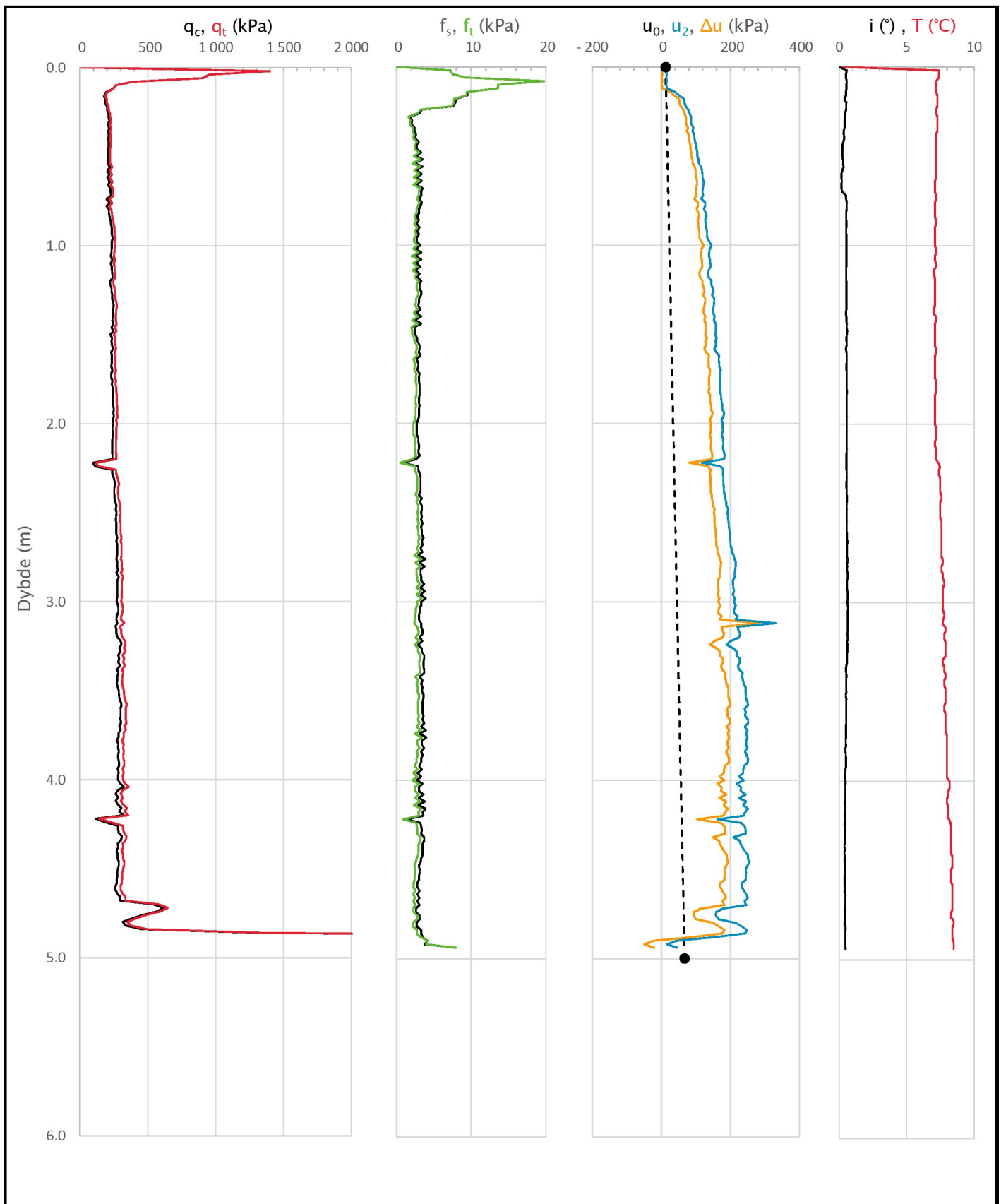


Prosjekt			Prosjektnummer: 10209257		Borhull	
NVE Ras Saltkjelvika					9	
Innhold					Sondenummer	
Avledede dimensjonsløse forhold					4926	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent		Anvend.klasse	
	MAGW	ANG	OAA		1	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon		RIG-TEG	
	Multiconsult	10.12.2018	0		502.4	
			Rev. dato			
			19.12.2018			

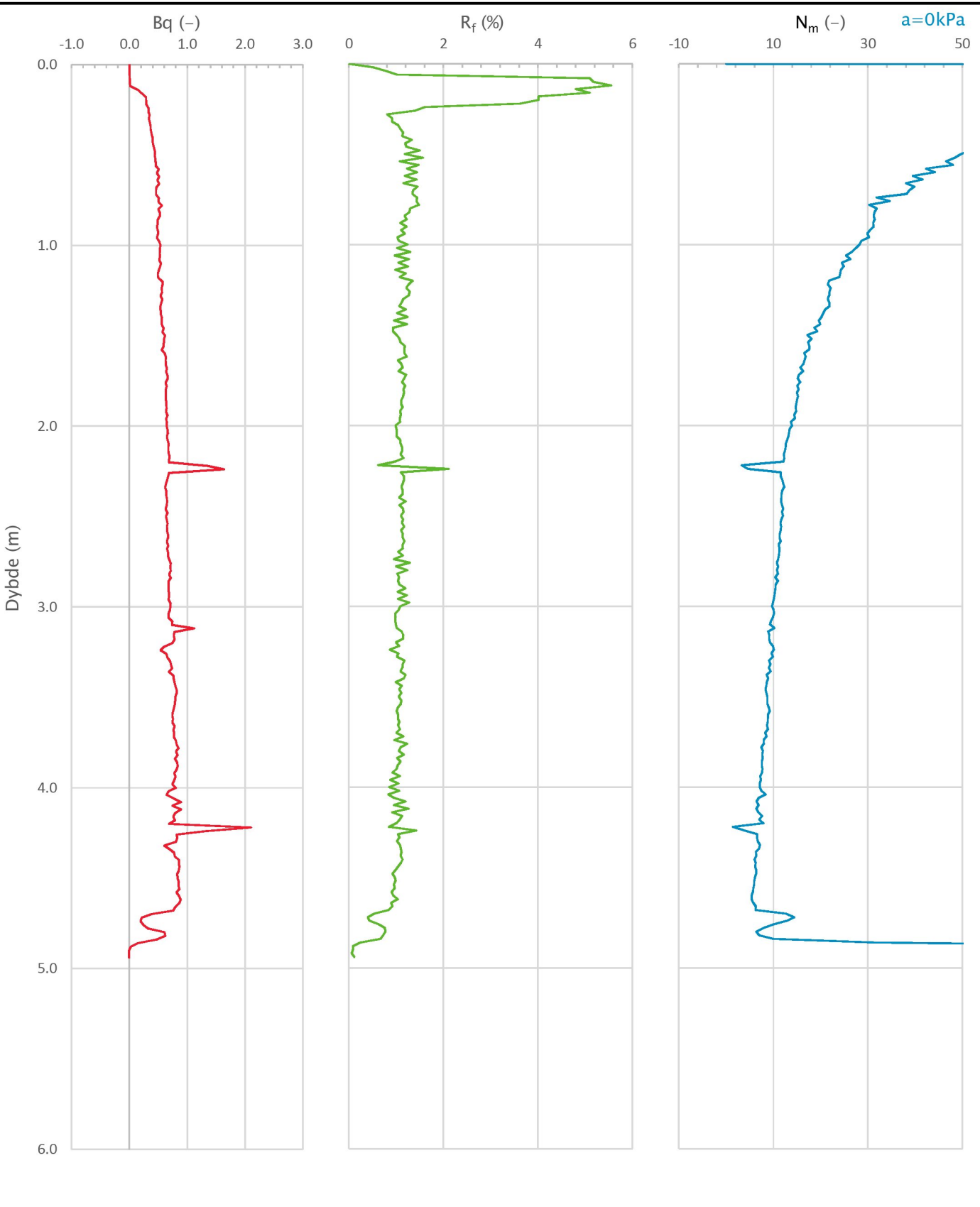
Sonde og utførelse						
Sondennummer	4357	Boreleder	JTJ			
Type sonde	Nova	Temperaturrendring (°C)	8.5			
Kalibreringsdato	25.08.2016	Maks helning (°)	0.7			
Dato sondering	25.08.2016	Maks avstand målinger (m)	0.02			
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk			
Maksimal last (MPa)	50	0.5	2			
Måleområde (MPa)	50	0.5	2			
Skaleringsfaktor	1312	3672	3736			
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-	-	-			
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0.5815	0.0104	0.0204			
Arealforhold	0.8140	0.0000				
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	20.341	0.477	0.224			
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktsskontroll						
	NA	NB	NC			
Registrert før sondering (kPa)	7415.5	124.6	269.6			
Registrert etter sondering (kPa)	-4.1	0.4	-0.4			
Avvik under sondering (kPa)	4.1	0.4	0.4			
Maksimal temperatureffekt (kPa)	4.3	0.1	0.0			
Maksverdi under sondering (kPa)	6661.9	19.8	331.4			
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	9.0	0.1	0.5	2.6	0.5	0.1
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur		
OK	OK	OK	OK	OK		
Kommentarer:						
Prosjekt NVE Ras Saltkjelvika				Prosjektnummer: 10209257		Borhull 13
Innhold Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet				Sondennummer 4357		
Multiconsult	Tegnet JKM	Kontrollert ANG	Godkjent OAA	Anvend.klasse 1		
	Utførende Multiconsult	Dato sondering 25.08.2016	Revisjon 0 Rev. dato 19.12.2018	RIG-TEG 503.1		



Prosjekt			Prosjektnummer: 10209257		Borhull
NVE Ras Saltkjelvika					13
Innhold					Sondennummer
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger					4357
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	JKM	ANG	OAA	1	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	
	Multiconsult	25.08.2016	0	503.2	
			Rev. dato	19.12.2018	



Prosjekt NVE Ras Saltkjelvika			Prosjektnummer: 10209257		Borhull 13	
Innhold Måledata og korrigerte måleverdier					Sondennummer 4357	
Multiconsult	Tegnet JKM	Kontrollert ANG	Godkjent OAA		Anvend.klasse 1	
	Utførende Multiconsult	Dato sondering 25.08.2016	Revisjon 0	Rev. dato 19.12.2018	RIG-TEG 503.3	



Prosjekt			Prosjektnummer: 10209257		Borhull
NVE Ras Saltkjelvika					13
Innhold					Sondennummer
Avledede dimensjonsløse forhold					4357
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	JKM	ANG	OAA	1	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	
	Multiconsult	25.08.2016	0	503.4	
			Rev. dato	19.12.2018	

VEDLEGG 1

Kalibrerings skjema CPTU-sonde

(2 sider)

CALIBRATION CERTIFICATE FOR CPT PROBE 4357

Probe No 4357
 Date of Calibration 2016-08-25
 Calibrated by Christoffer Hurtig.....
 Run No 183
 Test Class: ISO 1

Point Resistance Tip Area 10cm²

Maximum Load 50 MPa
 Range 50 MPa
 Scaling Factor **1312**
 Resolution 0,5815 kPa
 Area factor (a) 0,814

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 20,341 kPa
 Temperature range 0 –40 deg. Celsius.

Local Friction Sleeve Area 150cm²

Maximum Load 0,5 MPa
 Range 0,5 MPa
 Scaling Factor **3672**
 Resolution 0,0104 kPa
 Area factor (b) 0

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 0,477 kPa
 Temperature range 0 –40 deg. Celsius.

Pore Pressure

Maximum Load 2 MPa
 Range 2 MPa
 Scaling Factor **3736**
 Resolution 0,0204 kPa

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 0,224 kPa
 Temperature range 0 –40 deg. Celsius.

Tilt Angle. Scaling Factor: 0,92

Range 0 - 40 Deg.

Backup memory
Temperature sensor



CALIBRATION CERTIFICATE FOR CPT PROBE 4926

Probe No 4926
 Date of Calibration 2018-03-19
 Calibrated by Christoffer Hurtig.....
 Run No 673
 Test Class: ISO 1

Point Resistance **Tip Area 10cm²**

Maximum Load 50 MPa
 Range 50 MPa
 Scaling Factor 1577
 Resolution 0,4838 kPa
 Area factor (a) 0,828

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 66,724 kPa
 Temperature range 5 -40 deg. Celsius.

Local Friction **Sleeve Area 150cm²**

Maximum Load 0,5 MPa
 Range 0,5 MPa
 Scaling Factor 4059
 Resolution 0,0094 kPa
 Area factor (b) 0

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 1,324 kPa
 Temperature range 5 -40 deg. Celsius.

Pore Pressure

Maximum Load 2 MPa
 Range 2 MPa
 Scaling Factor 4208
 Resolution 0,0181 kPa

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 1,051 kPa
 Temperature range 5 -40 deg. Celsius.

Tilt Angle. **Scaling Factor: 0,93**

Range 0 - 40 Deg.

Backup memory
Temperature sensor



Specialists in
 Geotechnical
 Field Equipment

VEDLEGG 2

Kalibreringsskjema poretrykksmålere

(2 sider)

Kalibreringscertifikat för PVT-mätare

PVT-Serienummer: 9854 (med minne)

Kalibreringsdag: 20160902

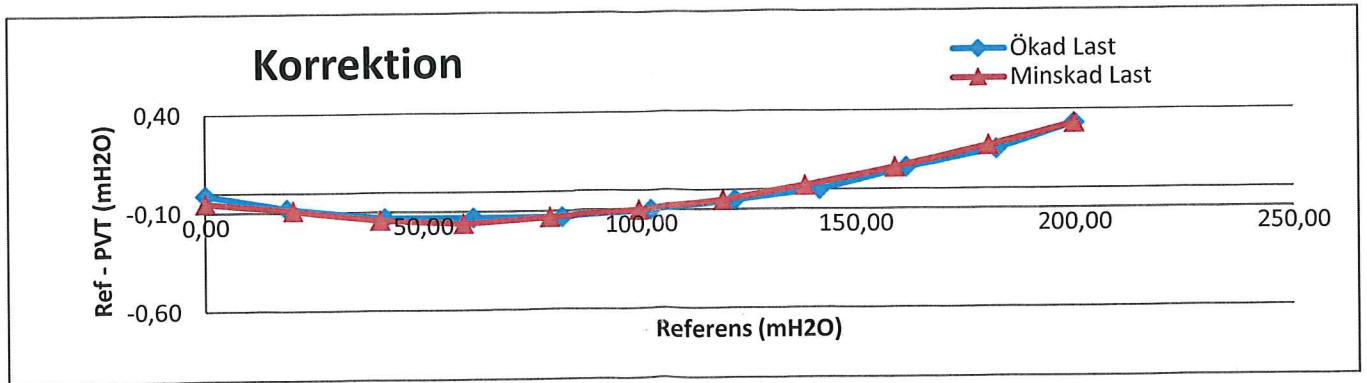
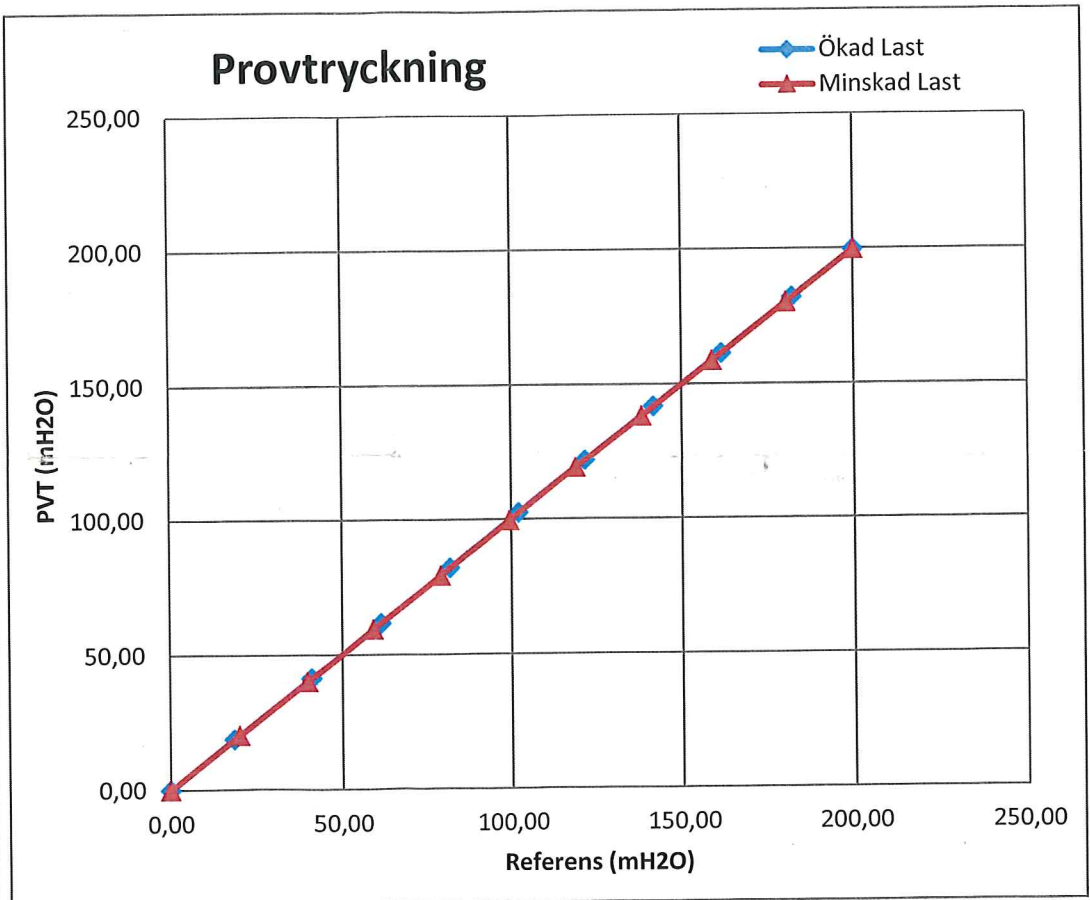
Kalibrerad av: *Mikael Engdahl*

Mikael Engdahl

Referensutrustning: GE Druck PACE 1000

S/N: 4393171

Ref mH2O	PVT mH2O	Korr mH2O
0,00	0,01	-0,01
18,66	18,74	-0,08
41,17	41,30	-0,13
61,48	61,61	-0,13
81,93	82,06	-0,13
102,22	102,32	-0,10
121,79	121,84	-0,05
141,80	141,80	0,00
161,48	161,37	0,11
182,20	182,00	0,20
200,00	199,67	0,33
180,43	180,21	0,22
158,79	158,68	0,11
138,30	138,28	0,02
119,02	119,07	-0,05
99,46	99,56	-0,10
79,10	79,23	-0,13
59,20	59,36	-0,16
40,06	40,20	-0,14
20,16	20,25	-0,09
0,00	0,05	-0,05



18 m DYBDE

Calibration certificate for piezometer

PM Serial number: 11137 (with memory)

Calibration day: 20170112

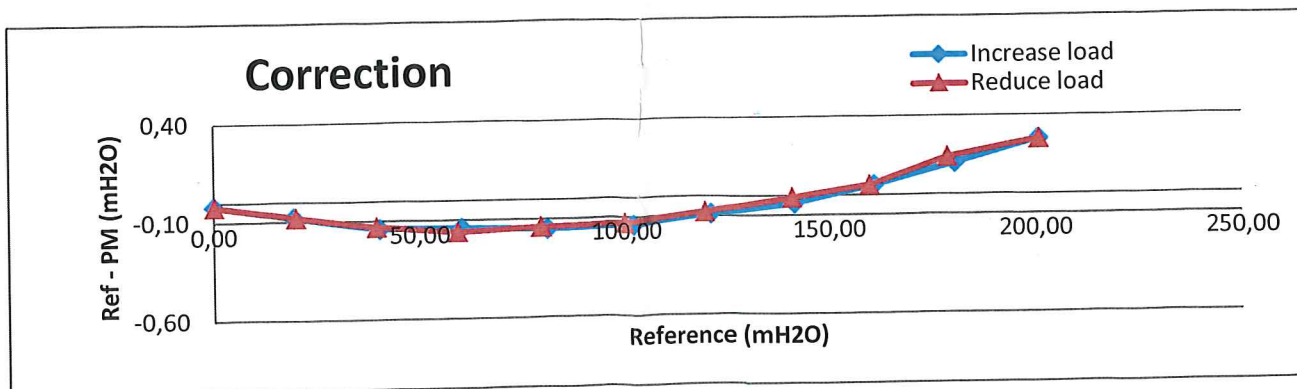
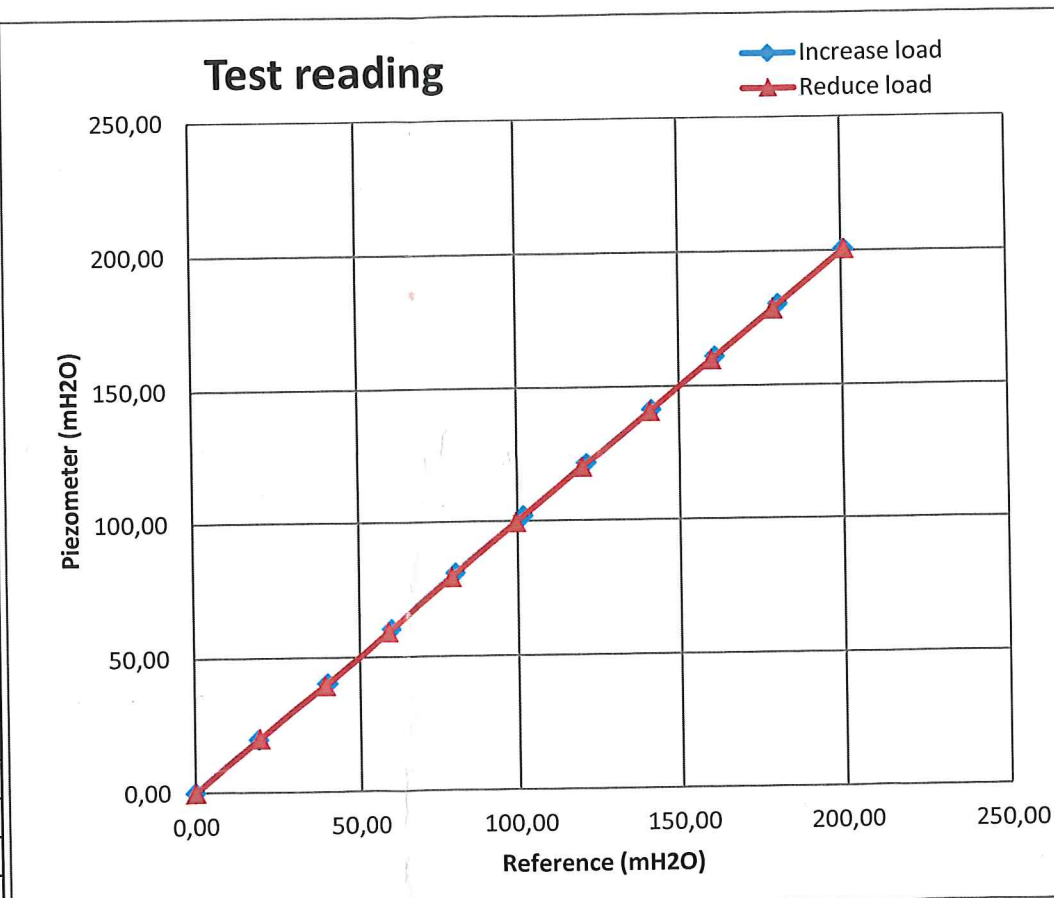
Calibrated by: *[Signature]*

Mikael Engdahl

Reference equipment: GE Druck PACE 1000

S/N: 4393171

Ref mH2O	PM mH2O	Corr mH2O
0,00	0,02	-0,02
19,53	19,61	-0,08
40,29	40,43	-0,14
60,24	60,38	-0,14
80,79	80,94	-0,15
101,76	101,90	-0,14
121,33	121,42	-0,09
141,47	141,51	-0,04
161,00	160,95	0,05
180,50	180,34	0,16
200,82	200,54	0,28
178,70	178,51	0,19
159,83	159,78	0,05
140,83	140,84	-0,01
119,82	119,90	-0,08
99,44	99,57	-0,13
79,35	79,49	-0,14
59,18	59,34	-0,16
39,46	39,59	-0,13
19,94	20,02	-0,08
0,00	0,02	-0,02

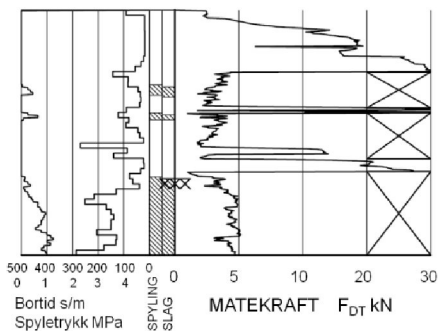


BILAG 1

Feltundersøkelser

(2 sider)

<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 Middels stor motstand Meget liten motstand Meget stor motstand Avsluttet uten å nå fast grunn eller berg</p>	<p>Forboret 0,25 0,50 0,75 1,00 Slått med slegge Halve omdreininger pr. m synk</p>	<p>DREIESONDERING Utføres med skjøtbare $\phi 22$ 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 $\frac{1}{2}$-omdreininger pr. 0,2 m synk registreres. Boremotstanden presenteres i diagram med vertikal dybdeskala og tverrstrek for hver 100 $\frac{1}{2}$-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 Liten motstand Stor motstand</p> <p>0 50 100 150 kNm/m</p>	<p>0 50 Q_0 kNm/m</p>	<p>RAMSONDERING Boringen utføres med skjøtbare $\phi 32$ 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 Q_0 pr. m nedramming. $Q_0 = \text{loddets tyngde} \cdot \text{fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)}$</p>
<p>CPT2 +16,5 5 10 15 dybde, m</p> <p>Korr. spissmotstand [MPa] Poretrykk [MPa] Sidefriksjon [MPa]</p>	<p>TRYKKSONDERING (CPT - CPTU) 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 q_c og sidefriksjon f_s kan bestemmes (CPT). I tillegg kan poretrykket u måles like bak den koniske spissen (CPTU). Målingene utføres kontinuerlig for hver 0,02 m, og metoden gir derfor detaljert informasjon om grunnforholdene. Resultatene kan benyttes til å bestemme lagdeling, jordart, lagringsbetingelser og mekaniske egenskaper (skjærfasthet, deformasjons- og konsolideringsparametre).</p>	
<p>0 5 10 20 30 F_{DT} kN</p>	<p>DREIETRYKKSONDERING Utføres med glatte skjøtbare $\phi 36$ 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 F_{DT} (kN) registreres automatisk under disse betingelsene, og gir grunnlag for å bedømme grunnforholdene. Metoden er spesielt hensiktsmessig ved påvisning av kvikkleire i grunnen, men den gir ikke sikker dybde til bergoverflaten.</p>	
<p>Stein Borsynk i berg cm/min. 10 15 20</p>	<p>BERGKONTROLLBORING Utføres med skjøtbare $\phi 45$ 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.

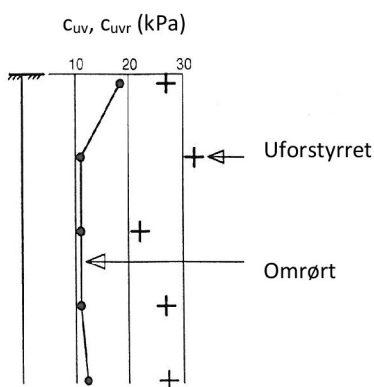
Maskinell naverboring (forstyrrede poseprøver):

Utføres med hul borstang påsveiset en metallspiral med fast stige høyde (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):

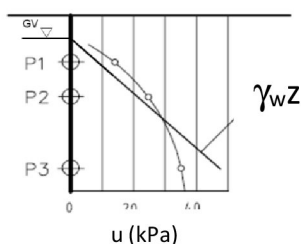
Vanligvis benyttes stempel-prøvetaking med innvendig stempel for opptak av 60-100 cm lange sylinderprøver. Prøvesylinderen kan være av plast eller stål, og det kan benyttes utstyr både med og uten innvendig prøvesylinder. På ønsket dybde skjæres det ut en jordprøve som trekkes opp til overflaten, der 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 65×130 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 stige høyde 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.

BILAG 2

Geotekniske bilag - laboratorieforsøk

(4 sider)

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"> Fibrig torv Delvis fibrig torv, mellomtorv Amorf torv, svarttorv 	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

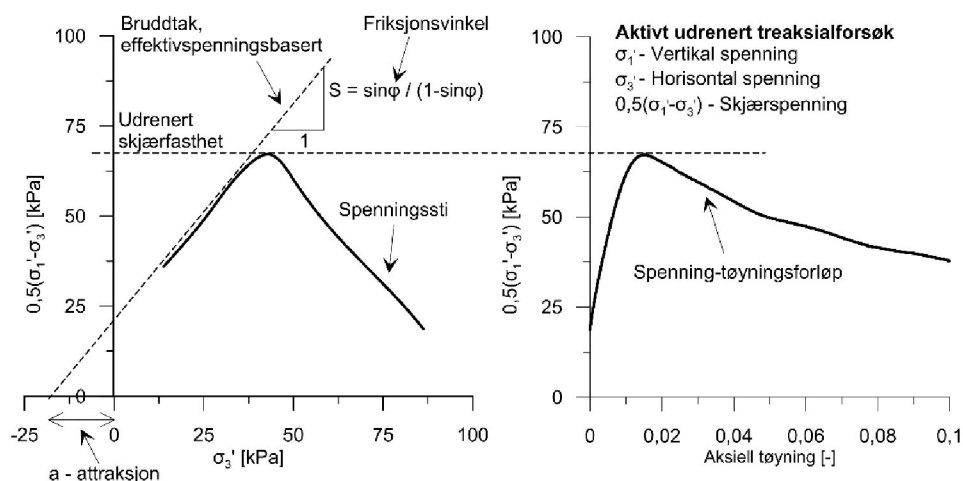
Navn	Symbol	Enhet	Beskrivelse
Densitet	ρ	g/cm^3	Masse av prøve per volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del
Korndensitet	ρ_s	g/cm^3	Masse av fast stoff per volumenhet fast stoff
Tørr densitet	ρ_d	g/cm^3	Masse tørt stoff per volumenhet
Tyngdetetthet	γ	kN/m^3	Tyngde av prøve per volumenhet ($\gamma = \rho g = \gamma_s(1+w/100)(1-n/100)$, der g er tyngdeakselerasjonen)
Spesifikk tyngdetetthet	γ_s	kN/m^3	Tyngde av fast stoff per volumenhet fast stoff ($\gamma_s = \rho_s g$)
Tørr tyngdetetthet	γ_d	kN/m^3	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 ($n = e/(1+e)$)

SKJÆRFASTHET

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 $\tan \varphi$ (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) ($c_{u\text{CPTU}}$) eller vingebor (uforstyrret c_{uv} , omrørt c_{uvr}).

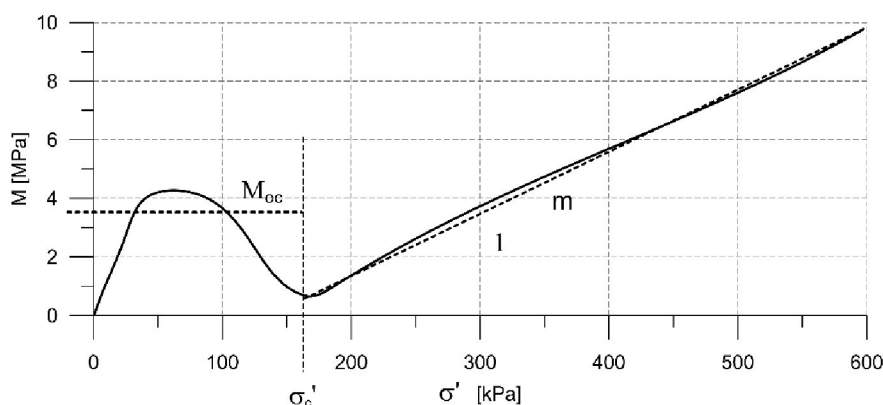


SENSITIVITET

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), 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 (σ'). Sammenhørende verdier for spenning og deformasjon (tøyning ε) registreres, og materialets stivhet (deformasjonsmodul) kan beregnes som $M = \Delta\sigma' / \Delta\varepsilon$. Denne presenteres som funksjon av vertikalspenningen. En sentral parameter som tolkes i sammenheng med ødometerforsøk er forkonsolideringsspenningen (σ'_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 σ'_c representeres ved en konstant stivhetsmodul M_{oc} . For spenningsnivåer over σ'_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

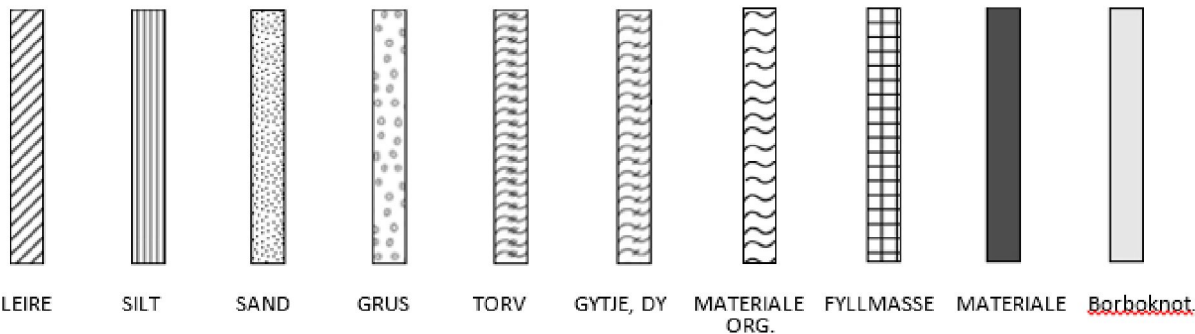
Ved komprimering av en jordart oppnås tettere lagring av mineralkornene. Komprimeringsegenskapene for en jordart bestemmes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Standard eller Modifisert Proctor). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr densitet ρ_d som funksjon av innbyggingsvanninnhold w_i . Den maksimale tørrdensiteten som oppnås (ρ_{dmax}) benyttes ved spesifikasjon 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 betegnelse 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 sylinder», «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 $c_{urfc} \leq 2,0 \text{ kPa}$	0,9

BILAG 3

Oversikt over metodestandarder og retningslinjer

(2 sider)

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
NS8001	Støtflytegrense
NS8002	Konusflytegrense
NS8003	Plastisitetsgrense (utrullingsgrense)
NS8004	Svinggrense
NS8005, NS-EN ISO 17892-4	Kornfordelingsanalyse
NS8010, NS-EN ISO 14688-1 og -2	Jord – bestanddeler og struktur. Klassifisering og indentifisering.
NS8011, NS-EN ISO 17892-2	Densitet
NS8012, NS-EN ISO 17892-3	Korndensitet
NS8013, NS-EN ISO 17892-1	Vanninnhold
NS8014	Poretall, porøsitet og metningsgrad
NS8015	Skjærfasthet ved konusforsøk
NS8016	Skjærfasthet ved enaksialt trykkforsøk
NS8017	Ødometerforsøk, trinnvis belastning
NS8018	Ødometerforsøk, kontinuerlig belastning
NS-EN ISO/TS 17892-8 og -9	Treaksialforsøk (UU, CD)
Statens vegvesen Håndbok R210	Laboratorieundersøkelser