

Fredrikstad kommune



Overvannsledning, Jøtul

Geoteknisk datarapport

Oktober 2019

RIGeo

RAPPORT

Saksnummer: 19016	Rapportnummer: RIG-02	Dato: 15.10.2019	
Oppdragsgiver: Fredrikstad kommune			
Prosjekt: OVERVANNsledning, JØTUL			
Sammendrag: Fredrikstad kommune planlegger å legge en ny overvannsledning ved Jøtulfabrikken på Kråkerøy. I den forbindelse er RIGeo AS engasjert gjennom Pöyry Norway AS til å foreta geotekniske undersøkelser for å kartlegge grunnforholdene. Feltundersøkelsene er utført av Mesta AS i perioden 11. – 17. september til 2019. Det er foretatt 5 stk. totalsonderinger til 10 m dybde, trykksonderinger (CPTU) i 2 borpunkt til 9,5-10 m dybde samt tatt opp prøver i et hull. Basert på sonderingskurvene, bormannskapetets inntrykk samt resultatene fra geoteknisk laboratorium kan følgende lagdeling for området oppgis: ✓ Fyllmasser av varierende karakter med tykkelse på 1-3 m. Borpunkt 1 og 2 er plassert på en parkeringsplass og det antas at fyllmassene består av steinmasser for vegoppbygning. På resten av området rapporterte bormannskapet om mye søppel og slagg fra fabrikk. ✓ Siltig leire med spor av skjell fra ca. 1-3 m dybde fra terreng. Leira er meget bløt med skjærfasthet økende fra 10-15 kN/m² i toppen til 20-25 kN/m² på 10 m dybde. Resultatene fra geoteknisk laboratorium tilsier at leira har en tyngdetetthet på 16 – 16,5 kN/m³. Vanninnholdet varierer mellom 63% og 77%, og sensitiviteten varierer i intervallet 4-11. ✓ Et fastere lag av stein/blokk ble påtruffet i borpunkt 3 fra 8 m dybde			
	Rev.:	Dato:	Sign.:
Utarbeidet av: Hans Jonny Kvalsvik		15.10.2019	HJK
Kontrollert av: Michael Laubo		15.10.2019	MILA

INNHold

1	INNLEDNING	4
2	PLANOMRÅDET	4
3	FELT- OG LABORATORIEARBEID	4
4	GRUNNFORHOLD	5
4.1	GENERELT	5
4.2	UTFØRTE GRUNNUNDERSØKELSER	5
4.3	LABORATORIEUNDERSØKELSER	6
4.4	GRUNNVANNSTAND	6
4.5	GRUNNFORHOLD	6

VEDLEGG

Vedlegg 1: Borplan

Vedlegg 2: Totalsonderinger

Vedlegg 3: Trykksonderinger

Vedlegg 4: Resultater fra geoteknisk laboratorium

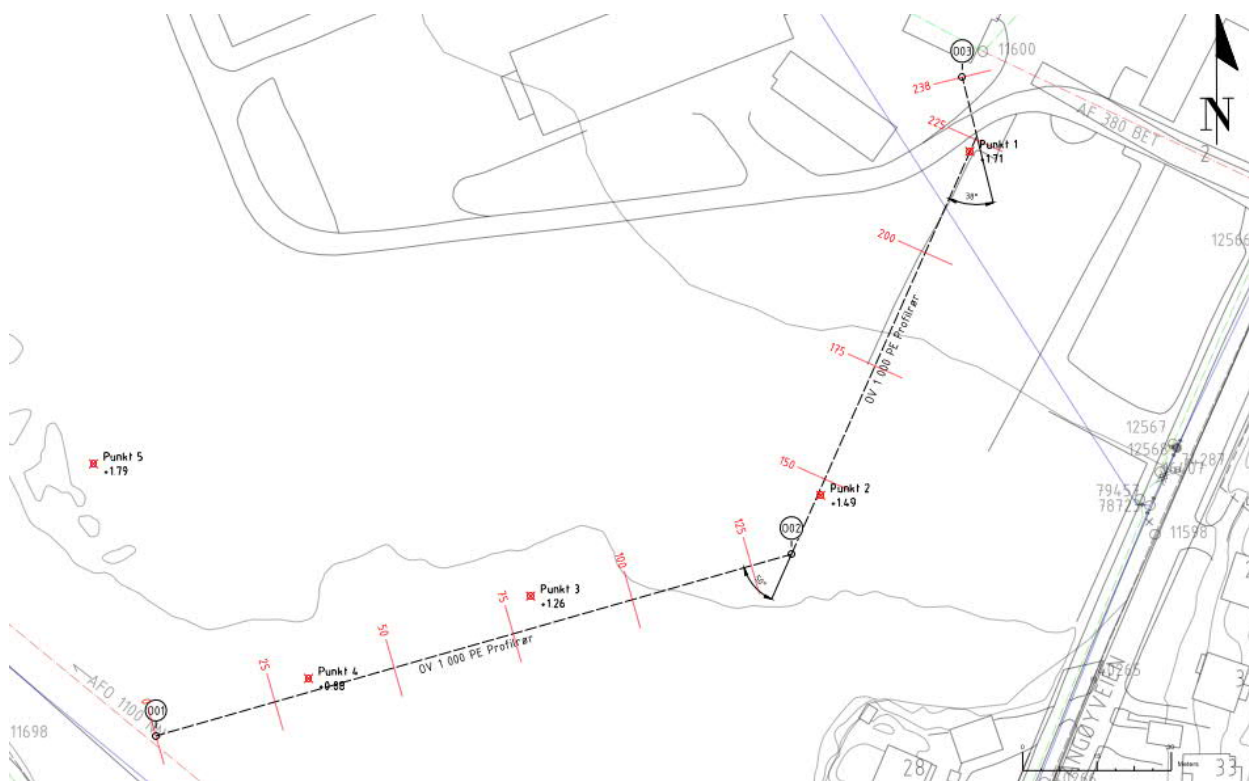
1 INNLEDNING

Fredrikstad kommune planlegger å legge en ny overvannsledning ved Jøtulfabrikken på Kråkerøy. I den forbindelse er RIGeo AS engasjert gjennom Pöry Norway AS til å foreta geotekniske undersøkelser for å kartlegge grunnforholdene.

Denne rapporten gir en oppsummering av de utførte feltarbeidene. Det er ikke gjort noen geotekniske vurderinger i rapporten.

2 PLANOMRÅDET

Det undersøkte området ligger ved Jøtulfabrikken på Kråkerøy. Overvannsledningen er planlagt å gå fra en eksisterende kum på parkeringsplassen ved fabrikken, over parkeringsplassen, videre forbi fabrikken og tilkobles en eksisterende overvannsledning som fører ut til Vesterelva. Traseen er omtrent 240 m lang. Det vises til figur 1 samt borplanen i vedlegg 1.



Figur 1: Kart over planområdet med planlagt trase (Pöry Norway AS)

Terrenget langs traseen ligger ifølge innmålingene mellom kote 0,8 og kote 1,7.

3 FELT- OG LABORATORIEARBEID

Feltundersøkelsene er utført av Mesta AS i perioden 11. – 17. september til 2019. For plassering av borpunktene vises det til borplanen i vedlegg 2. Borpunktene er innmålt med koordinater og høyde av Mesta.

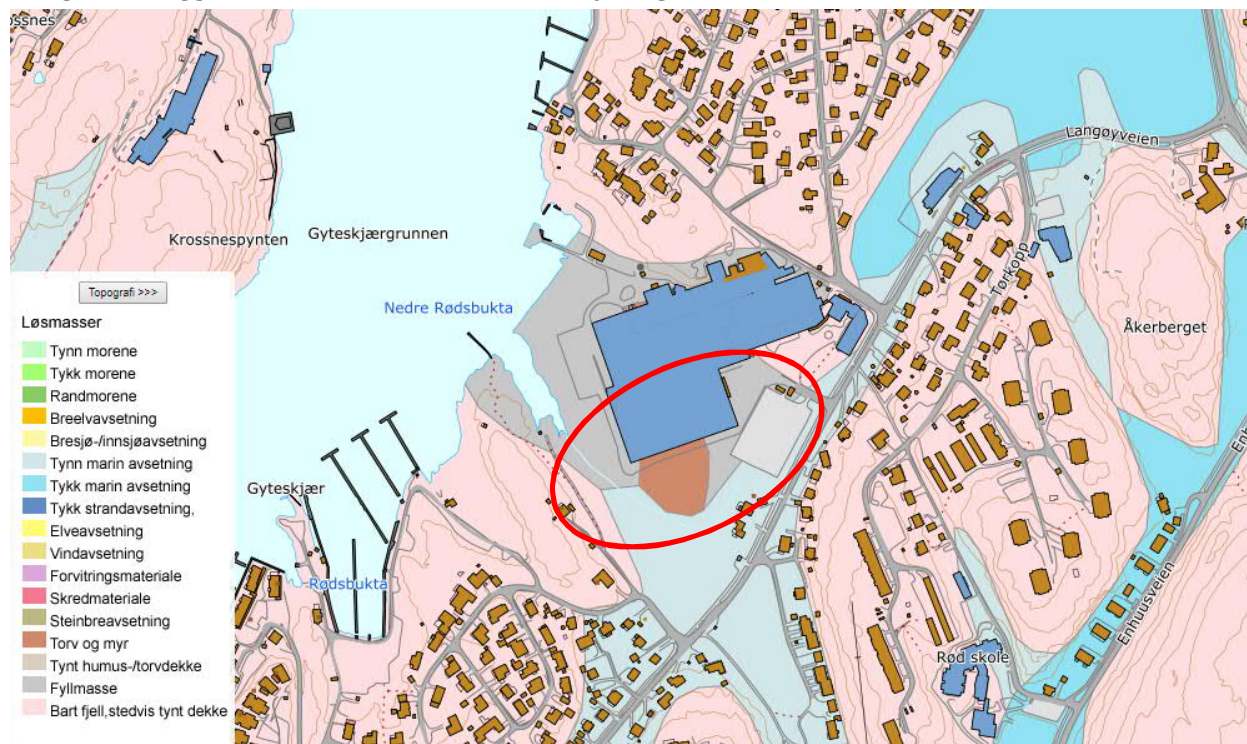
Det er foretatt 5 stk. totalsonderinger til 10 m dybde, trykksonderinger (CPTU) i 2 borpunkt til 9,5-10 m dybde samt tatt opp prøver i et hull.

Totalsondering gir normalt sikker bergbestemmelse ved at det bores ned til berg og inn i berg. Trykksondering gir skjær- og deformasjonsegenskaper på semi-empirisk basis.

4 GRUNNFORHOLD

4.1 Generelt

Grunnen i området består ifølge kart fra NGU av fyllmasser, torv/myr og tynn marin avsetning. Det vises til figur 2. Berggrunnen skal videre bestå av Iddefjordsgranitt.



Figur 2: Utskrift av NGU sitt løsmassekart over området

4.2 Utførte grunnundersøkelser

Undersøkelsene utført på strekningen består av 5 totalsonderinger, 2 trykksonderinger (CPTU) og 1 prøveserie.

Plassering av borpunktene er vist på borplanen i vedlegg 1. Totalsonderingene er avsluttet i 10 m dybde uten innboring i berg. Det vises til tabeller 1 til 2.

Borhull	Undersøkelser					
	Totalsondering avsluttet i løsmasser	Totalsondering til berg	Naver-sondering	Prøveserie	Poretrykks-måler	CPTU-sondering
1	x					x
2	x					
3	x			x		
4	x					x
5	x					

Tabell 1: Oversikt over utførte grunnundersøkelser

Anvendelsesklassen for CPTU sonderingene er oppsummert under:

CPTU nr.	1	4
Spissmotstand	1	1
Friksjon	1	1
Poretrykk	1	1

Tabell 2: Anvendelsesklasser for CPTU-sonderingene

4.3 Laboratorieundersøkelser

Undersøkelsene utført i geoteknisk laboratorium består av følgende elementer:

Undersøkelse	Type	Antall	Merknad/avvik
Prøveåpning (standard undersøkelse)	54mm	3	

Tabell 3: Spesifisering av undersøkelser i geoteknisk laboratorium

Resultatene fra laboratorieundersøkelsene er angitt i tabell 4. Det vises også til vedlegg 4.

Borpunkt 3															
Beskrivelse	Konus														
	Dybde-intervall	Dybde	Vanninnhold	Uforstyrret	Omrørt	Sensitivitet	Enaks	Brudd-tøyning	Utrullingsgrense	Flytegrense	Glødetap	Kom-densitet	Total densitet	Porøsitet	Spes.forsøk
	z	z	w	C _{uic}	C _{urc}	S _t	C _{uuc}	ε _r	w _p	w _l	O	p _s	p	n	
	m	m	%	kN/m ²	kN/m ²		kN/m ²	%	%	%	%	g/cm ³	g/cm ³	%	
LEIRE, siltig	2,0-3,0	2,2	62,7	9,7	1,96	5									
		2,4	70,0				13,4	5,4					1,62		
enk. sand og gruskorn, spor av skjell		2,6	70,7	16,0	2,48	6									
LEIRE, siltig	3,0-4,0	3,2	73,6	9,7	2,20	4									
		3,4	75,5				14,23	4,1					1,60		
spor av planterester og skjellrester		3,6	77,1	12,3	1,10	11									
LEIRE, siltig	4,0-5,0	4,2	68,8	12,3	1,59	8									
		4,4	67,9				12,8	5,5					1,65		
spor av skjell		4,6	67,8	9,7	2,15	5									

Tabell 4: Oppsummering av laboratorieresultater for prøveserien i borpunkt 3

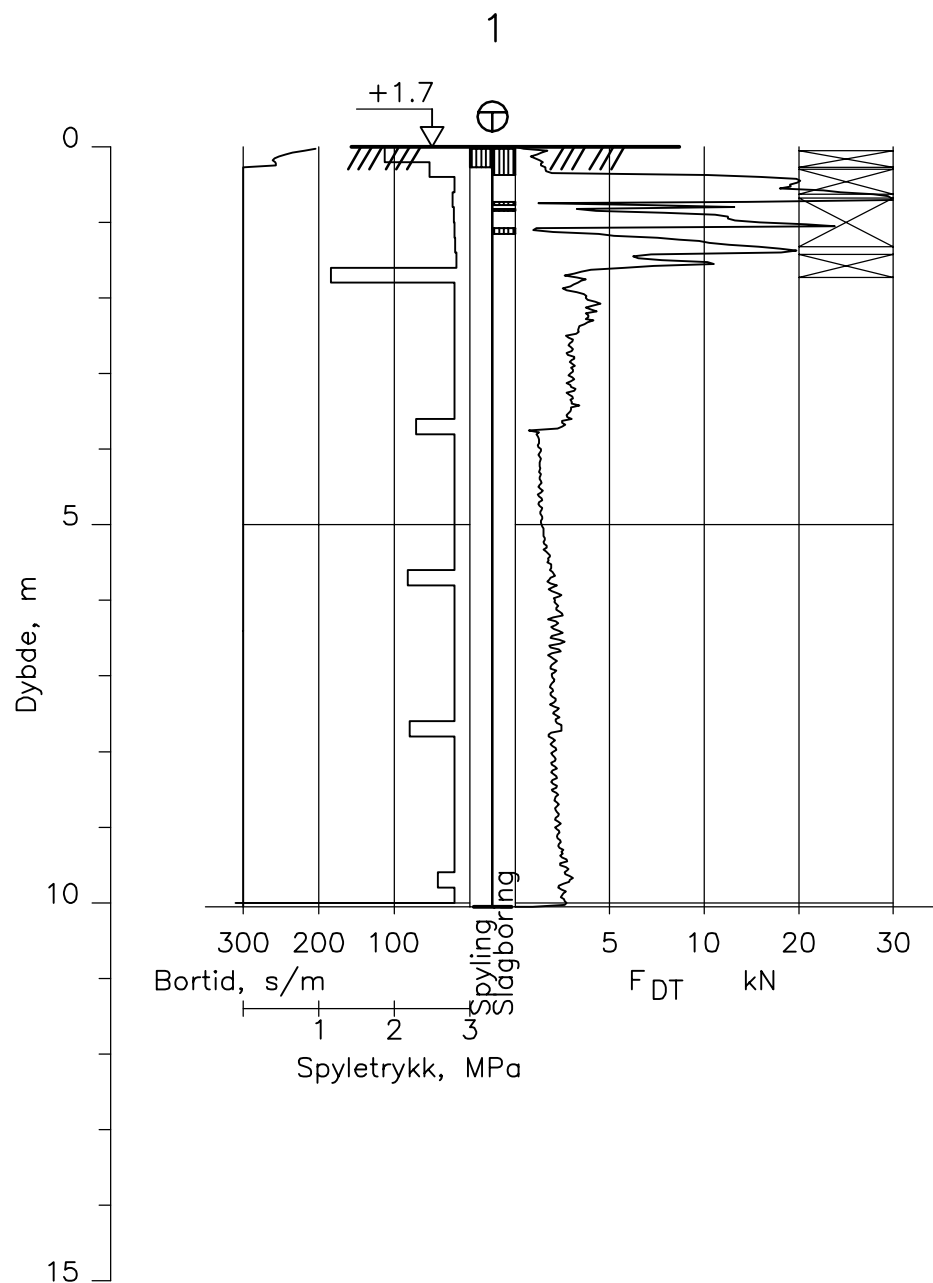
4.4 Grunnvannstand

Det er ikke installert poretrykksmålere i området. Området ligger imidlertid lavt og det antas at grunnvannstanden står grunt. Variasjoner i grunnvannstanden vil forekomme avhengig av nedbørsmengder og sesong.

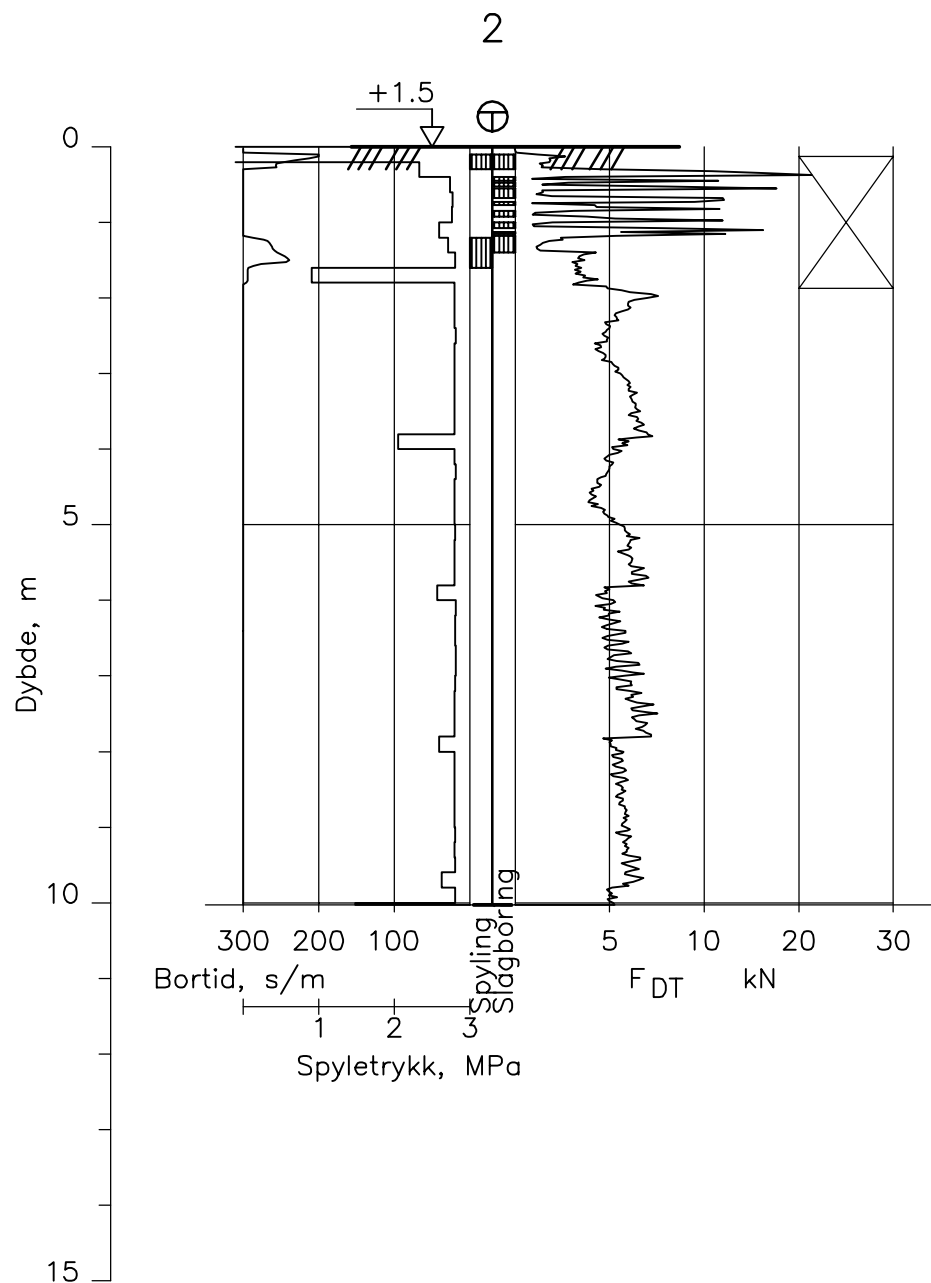
4.5 Grunnforhold

Basert på sonderingskurvene, bormannskapet inntrykk samt resultatene fra geoteknisk laboratorium kan følgende lagdeling for området oppgis:

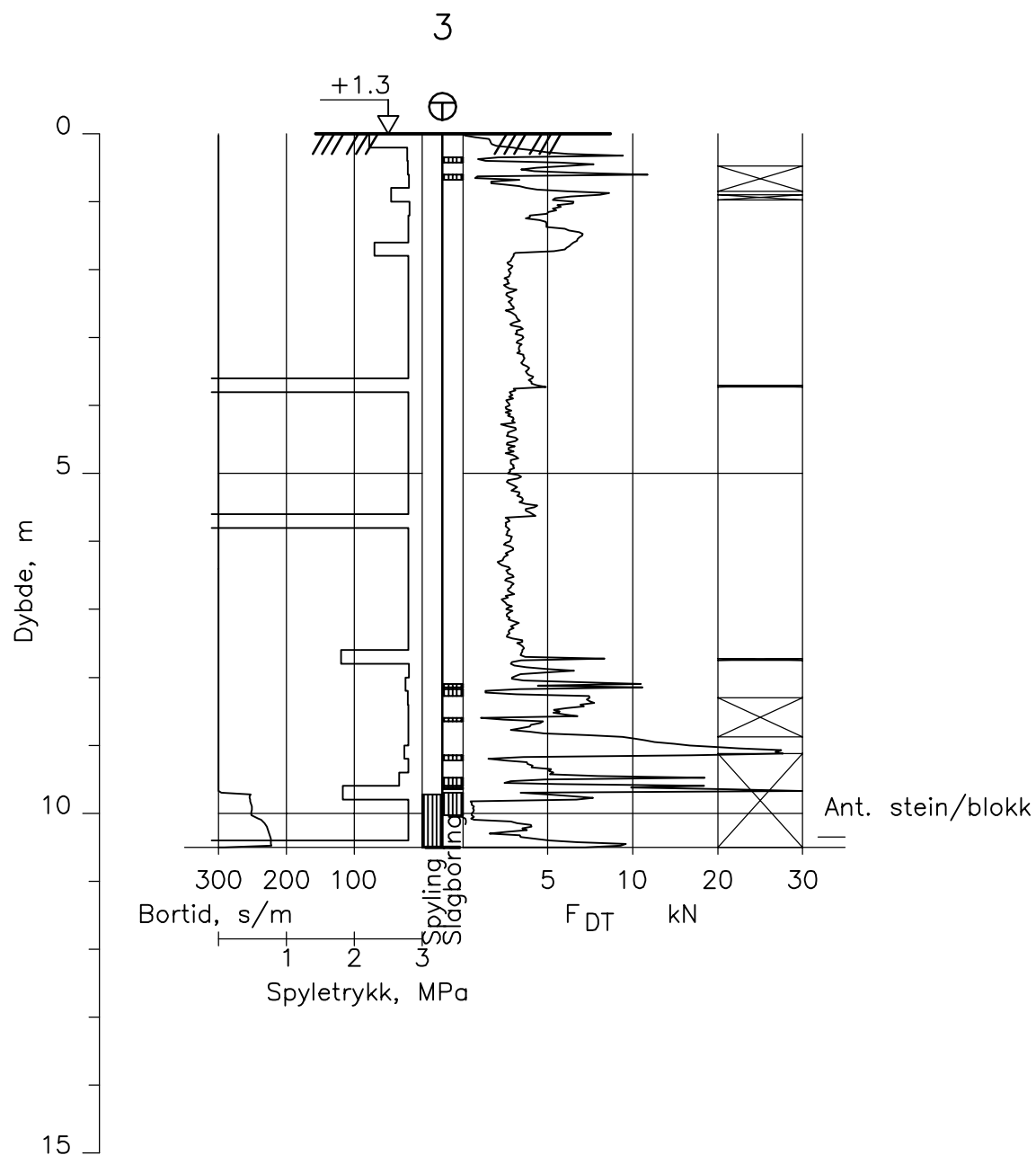
- ✓ Fyllmasser av varierende karakter med tykkelse på 1-3 m. Borpunkt 1 og 2 er plassert på en parkeringsplass og det antas at fyllmassene består av steinmasser for vegoppbygning. På resten av området rapporterte bormannskapet om mye søppel og slagg fra fabrikken.
- ✓ Siltig leire med spor av skjell fra ca. 1-3 m dybde fra terreng. Leira er meget bløt med skjærfasthet økende fra 10-15 kN/m² i toppen til nærmere 20-25 kN/m² på 10 m dybde. Resultatene fra geoteknisk laboratorium tilsier at leira har en tyngdetetthet på 16 – 16,5 kN/m³. Vanninnholdet varierer mellom 63% og 77%, og sensitiviteten varierer i intervallet 4-11.
- ✓ Et fastere lag av stein/blokk ble påtruffet i borpunkt 3 fra 8 m dybde.



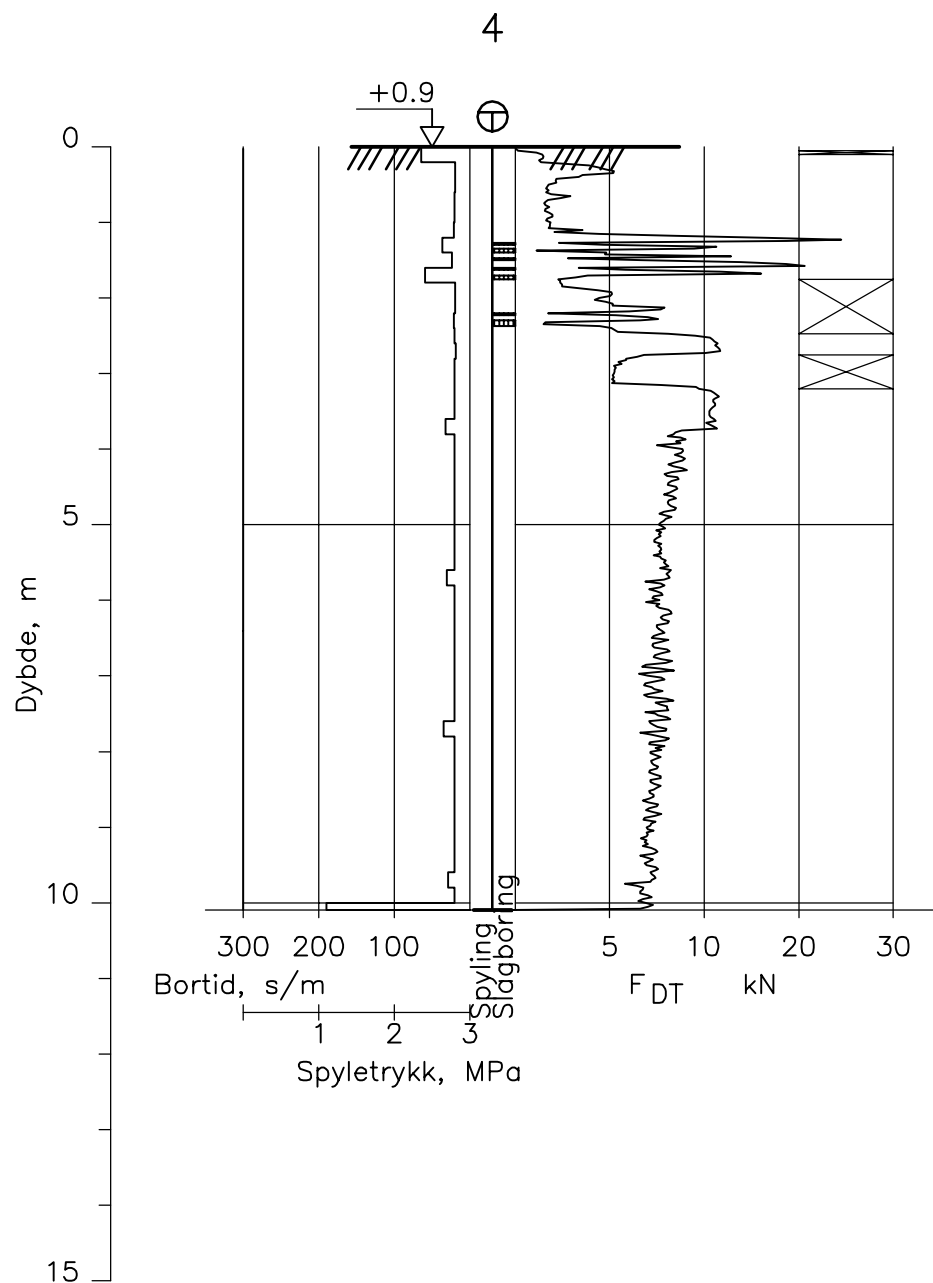
TOTALSONDERING	Borpunkt nr.	1	Dato	20.09.2019
			Målestokk	1:100
Boret av	Tegnet	HJK	Oppdragsnr.	19016
MESTA AS	Kontr.	MILA		
OVERVANNsledning JØTUL	RIGeo NESBRUVEIEN 75 1394 NESBRU			



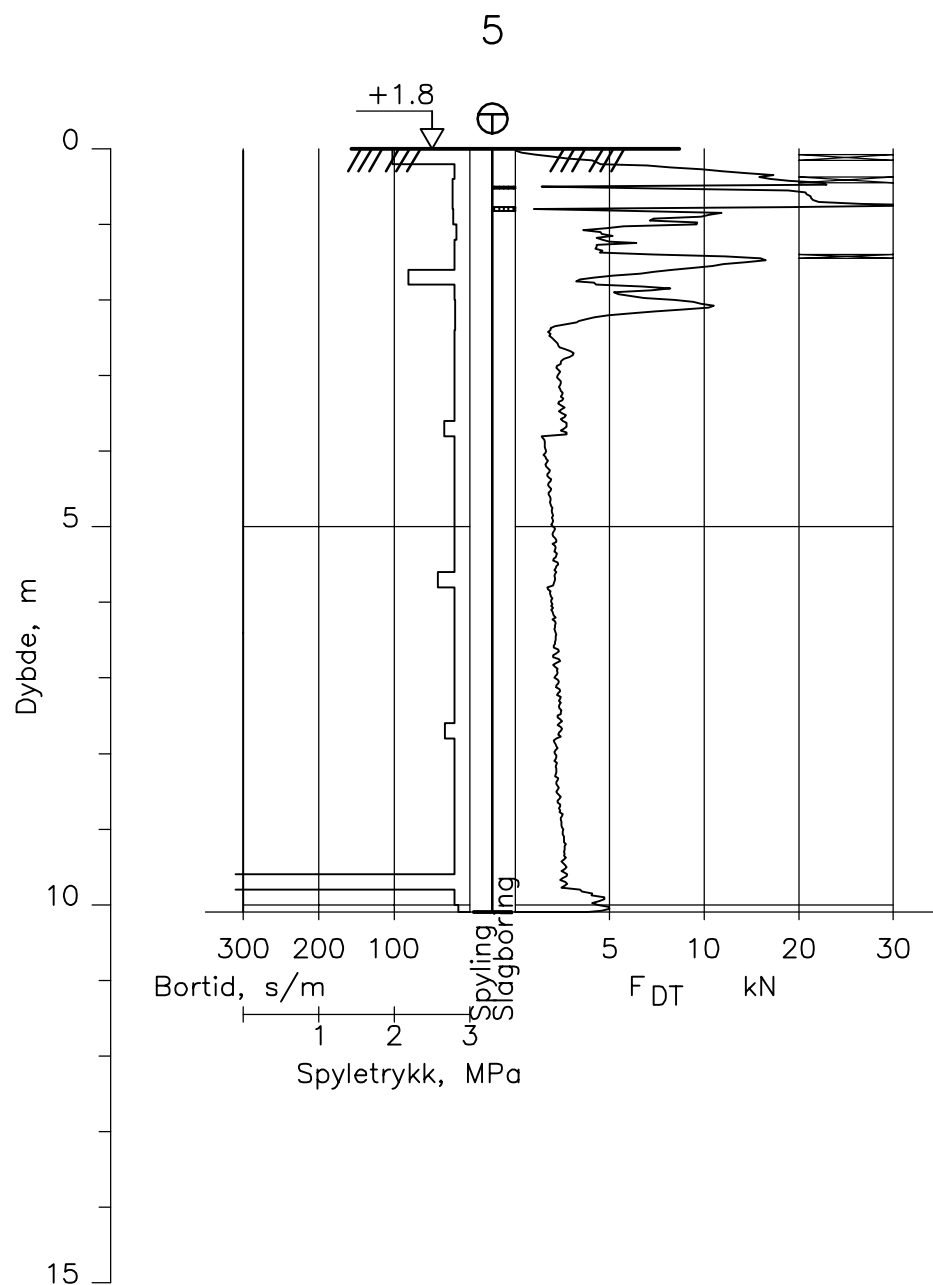
TOTALSONDERING	Borpunkt nr.	Dato
	2	20.09.2019
Boret av MESTA AS	Tegnet	Målestokk
	HJK	1:100
	Kontr.	Oppdragsnr.
	MILA	19016
OVERVANNsledning JØTUL	RIGeo NESBRUVEIEN 75 1394 NESBRU	



TOTALSONDERING	Borpunkt nr.	Dato
	3	20.09.2019
Boret av MESTA AS	Tegnet	Målestokk
	HJK	1:100
	Kontr.	Oppdragsnr.
	MILA	19016
OVERVANNsledning JØTUL	RIGeo NESBRUVEIEN 75 1394 NESBRU	



TOTALSONDERING	Borpunkt nr.	Dato
	4	20.09.2019
Boret av MESTA AS	Tegnet	Målestokk
	HJK	1:100
	Kontr.	Oppdragsnr.
	MILA	19016
OVERVANNsledning JØTUL	RIGeo NESBRUVEIEN 75 1394 NESBRU	

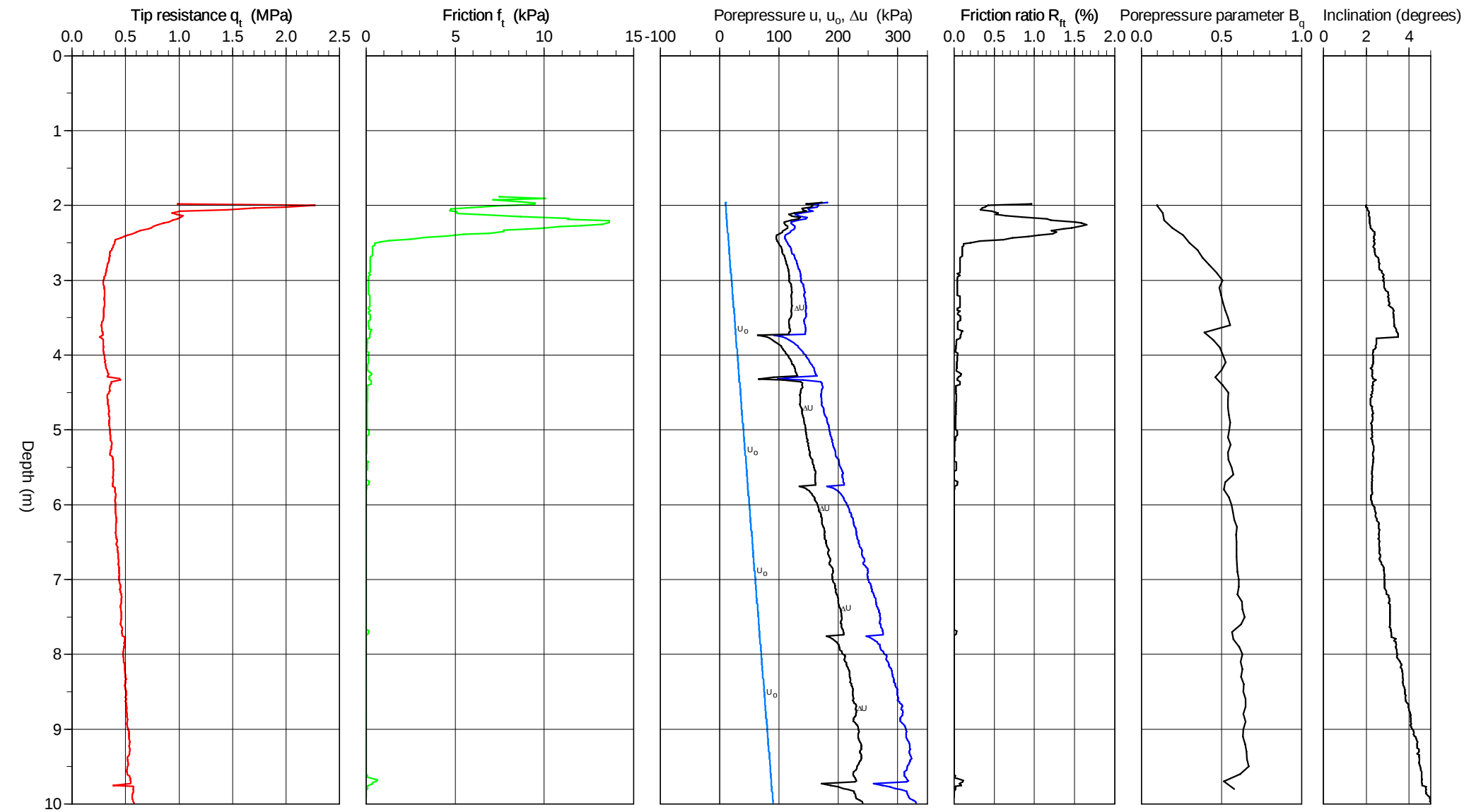


TOTALSONDERING	Borpunkt nr.	Dato
	5	20.09.2019
Boret av MESTA AS	Tegnet	Målestokk
	HJK	1:100
	Kontr.	Oppdragsnr.
	MILA	19016
OVERVANNsledning JØTUL	RIGeo NESBRUVEIEN 75 1394 NESBRU	

CPT-test performed according to EN ISO 22476-1

Predrilling depth	2.00 m	Reference	Fluid in filter
Start depth	2.00 m	Level at reference	Coordinats
Stop depth	10.04 m	Predrilled material	Equipment
Ground water level	1.00 m	Geometry	Cone nr
		Normal	4634

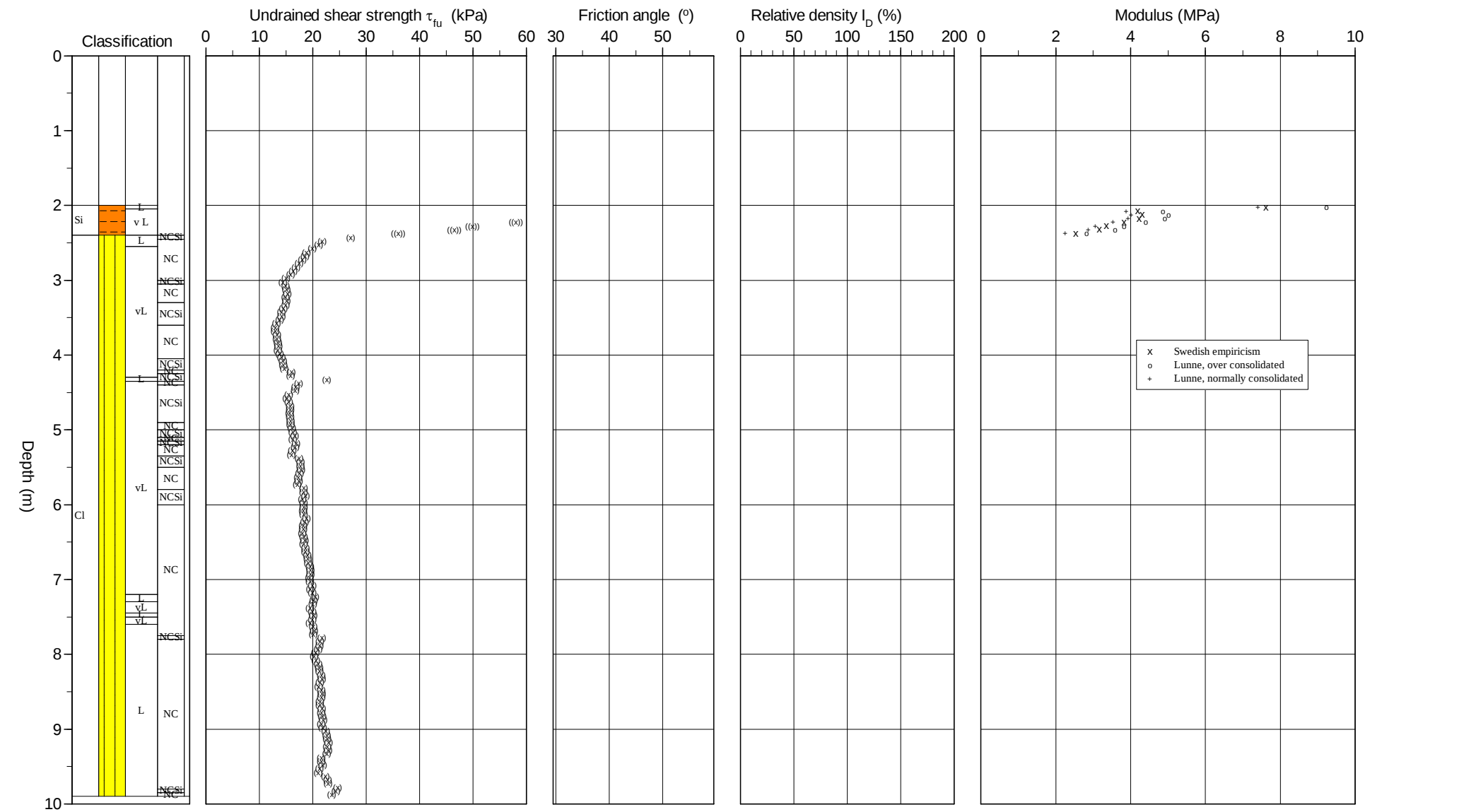
Project	Jøtul
Project nr	
Site	Jøtul
Designation	1
Date	11.09.2019



CPT test evaluated according to SGI Information 15 rev. 2007

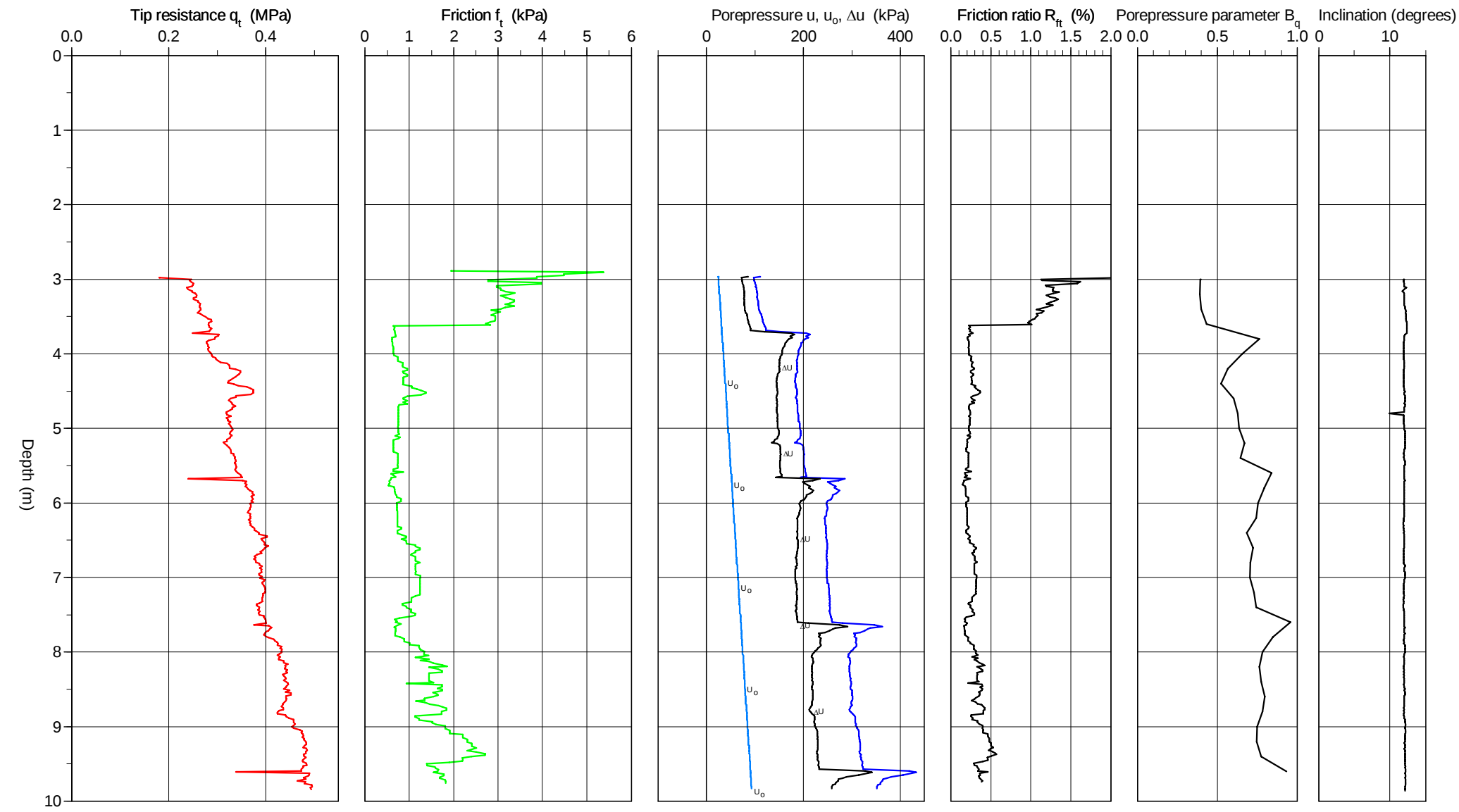
Reference	Predrilling depth	2.00 m	Evaluator	MILA
Level at reference	Predrilled material		Evaluation date	11.09.2019
Ground water level	1.00 m	Equipment		
Start depth	2.00 m	Geometry	Normal	

Project	Jøtul
Project nr	
Site	Jøtul
Designation	1
Date	11.09.2019



CPT-test performed according to EN ISO 22476-1

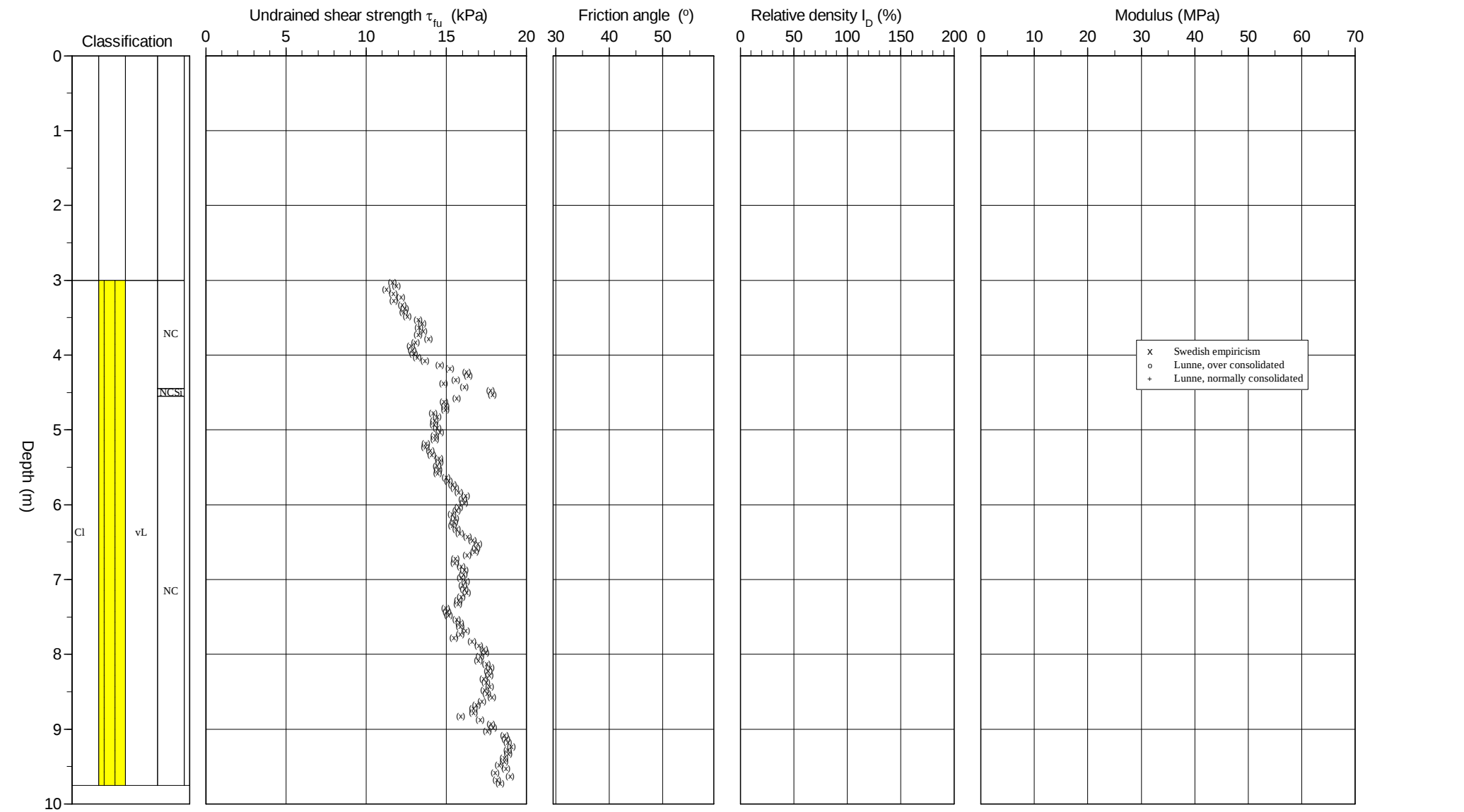
Predrilling depth	3.00 m	Reference	Fluid in filter	Project	Jøtul
Start depth	3.00 m	Level at reference	Coordinats	Project nr	19016
Stop depth	10.02 m	Predrilled material	Equipment	Site	Jøtul
Ground water level	0.50 m	Geometry	Cone nr	Designation	4
		Normal	4634	Date	16.09.2019



CPT test evaluated according to SGI Information 15 rev. 2007

Reference	Predrilling depth	3.00 m	Evaluator	MILA
Level at reference	Predrilled material		Evaluation date	17.09.2019
Ground water level	0.50 m	Equipment		
Start depth	3.00 m	Geometry	Normal	

Project	Jøtul
Project nr	19016
Site	Jøtul
Designation	4
Date	16.09.2019



RAPPORT

Overvannsledning Jøtul

OPPDAGSGIVER

RIGeo AS

EMNE

Laboratorieundersøkelser

DATO / REVISJON: 14. oktober 2019 / 00

DOKUMENTKODE: 10214470-RIG-LAB-RAP



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

OPPDRAAG	Overvannsledning Jøtul	DOKUMENTKODE	10214470-RIG-LAB-RAP
EMNE	Laboratorieundersøkelser	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	RIGeo AS	OPPDRAAGSLEDER	Anna Molnes
KONTAKTPERSON	Hans Jonny Kvalsvik	UTARBEIDET AV	Simon O'Rawe
KOORDINATER	SONE: XXX ØST: XXXX NORD: XXXXXX	ANSVARLIG ENHET	10101070 GeoLab
GNR./BNR./SNR.	X / X / X /		

SAMMENDRAG

Multiconsult er engasjert av RIGeo AS til å utføre laboratorieundersøkelser på prøver fra grunnundersøkelser utført av Mesta.

Foreliggende rapport beskriver utførelse og presenterer resultater fra utførte laboratorieundersøkelser.

00	14.10.2019	Første utsendelse av rapport	SIOR	ANNM	ANNM
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Bakgrunn	5
2	Omfang av laboratorieundersøkelsen	5
3	Prosedyrer for gjennomføring	5
4	Resultater	6
	4.1 Borpunkt 3	6
5	Tegningsliste	6
6	Vedlegg	6
	6.1 Geotekniske bilag	6

1 Bakgrunn

Multiconsult AS har på oppdrag fra RIGeo AS utført laboratorieundersøkelser for oppdrag Overvannsledning Jøtul. Omfang av undersøkelsen er i henhold til bestilling mottatt fra oppdragsgiver 01.10.2019 og er angitt i tabell i pkt. 2. Prøvetakingen er utført av Mesta og prøvene ble levert til vårt laboratorium som 54 mm sylinderprøver den 23.09.2019. Multiconsult AS har ikke vært involvert i bestemmelse av omfang, verken for prøvetaking eller analyse.

2 Omfang av laboratorieundersøkelsen

Laboratorieundersøkelsen ble utført i perioden 10-11.10.2019 og omfatter følgende undersøkelser:

Undersøkelse	Type	Antall	Merknad/avvik
Prøveåpning (standard undersøkelse)	54mm	3	

3 Prosedyrer for gjennomføring

Multiconsult utfører sine laboratorieundersøkelser i henhold til Norsk standard NS 8000-serien og NS-EN ISO 17892 serien, samt vår interne laboratoriehåndbok som er basert på disse. En oversikt over gjeldende standarder er vist i vedlegg 2.

Gjennomføringen av oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Multiconsults styringssystem. Systemet er bygget opp med prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for NS-EN ISO 9000 serien og NS-EN ISO/IEC 17025.

4 Resultater

Laboratorieundersøkelsen er utført i henhold til avtalt omfang og følgende resultater er oppnådd:

4.1 Borpunkt 3

Borpunkt 3																
				Konus												
	Dybde-intervall	Dybde	Vann-innhold	Uforstyrret	Omrørt	Sensitivitet	Enaks	Bruddtøyning	Utrullingsgrense	Flytegrense	Glødetap	Korn-densitet	Total densitet	Porøsitet	Spes.forsøk	
Beskrivelse																
	z	z	w	C _{ufc}	C _{urf}	S _t	C _{uuc}	ε _f	w _p	w _l	O	ρ _s	ρ	n		
	m	m	%	kN/m ²	kN/m ²		kN/m ²	%	%	%	%	g/cm ³	g/cm ³	%		
LEIRE, siltig	2,0-3,0	2,2	62,7	9,7	1,96	5										
		2,4	70,0				13,4	5,4					1,62			
enk. sand og gruskorn, spor av skjell		2,6	70,7	16,0	2,48	6										
LEIRE, siltig	3,0-4,0	3,2	73,6	9,7	2,20	4										
		3,4	75,5				14,23	4,1					1,60			
spor av planterester og skjellrester		3,6	77,1	12,3	1,10	11										
LEIRE, siltig	4,0-5,0	4,2	68,8	12,3	1,59	8										
		4,4	67,9				12,8	5,5					1,65			
spor av skjell		4,6	67,8	9,7	2,15	5										

5 Tegningsliste

10214470-RIG-TEG-200 Geotekniske data, borpunkt 3

10214470-RIG-TEG-250.1-3 Enaksialforsøk, borpunkt 3

6 Vedlegg

6.1 Geotekniske bilag

1. Laboratorieforsøk
2. Oversikt over metodestandarder og retningslinjer

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser										ρ (g/cm ³)	ρ_s (g/cm ³)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					St (-)			
				10	20	30	40	50	60	70	80	90	10				20	30	40	50					
1	kt.																								
2																									
3																									
4																									
5																									

Symboler:


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



Vanninnhold


 Plastisitetsindeks, I_p


ISO 17829-6: 2017

Omrørt konus



Uomrørt konus

 ρ = Densitet

 ρ_s = Korndensitet

 S_t = Sensitivitet

T = Treaksialforsøk

 $\emptyset$ = Ødometerforsøk

K = Korngradering

Grunnvannstand: m

Borrbok: Mesta

PRØVESERIE

Borhull:

3

RIGeo AS

Overvannsledning Jøtul

Dato:

2019-10-14

Multiconsult
www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet:

EIVSO

Oppdragsnummer:

10214470

Kontrollert:

SIOR

Tegningsnr.:

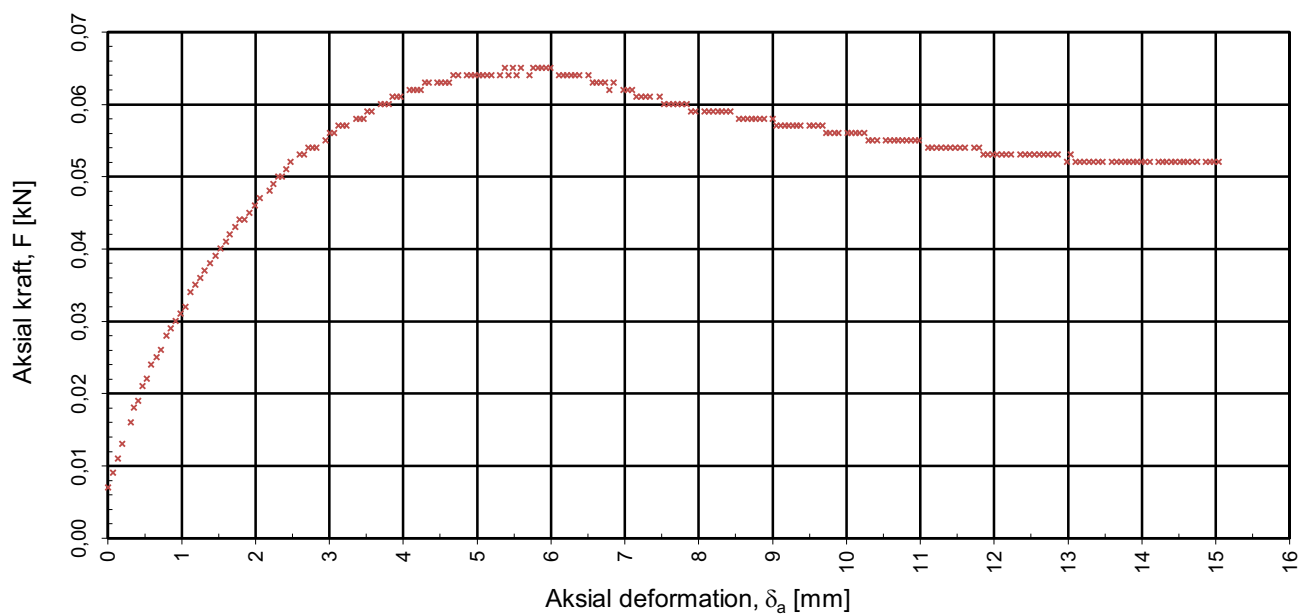
RIG-TEG-200

Godkjent:

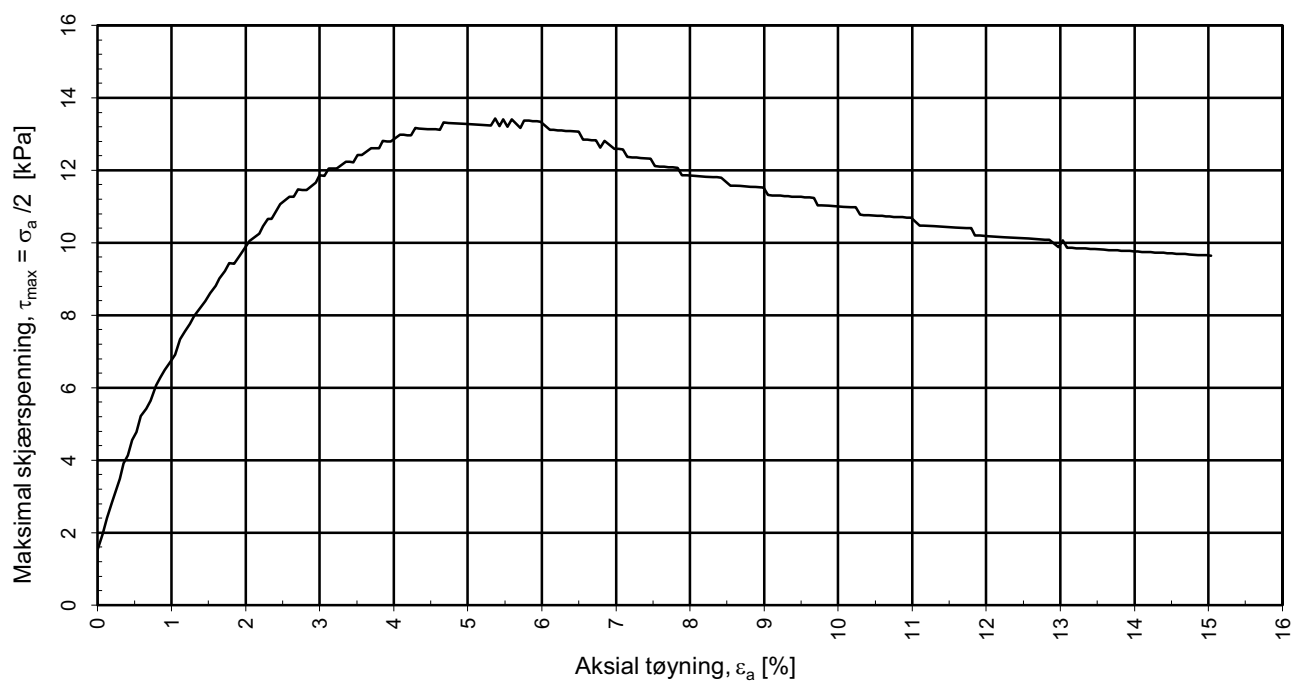
ANNM

Rev. nr.:

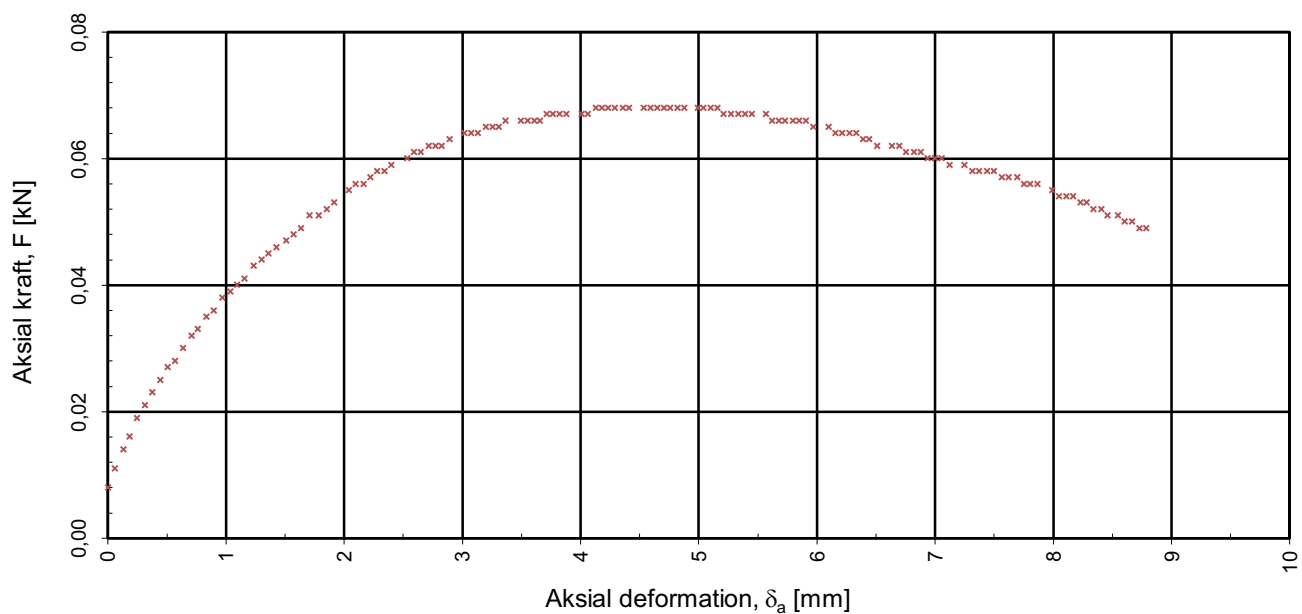
00



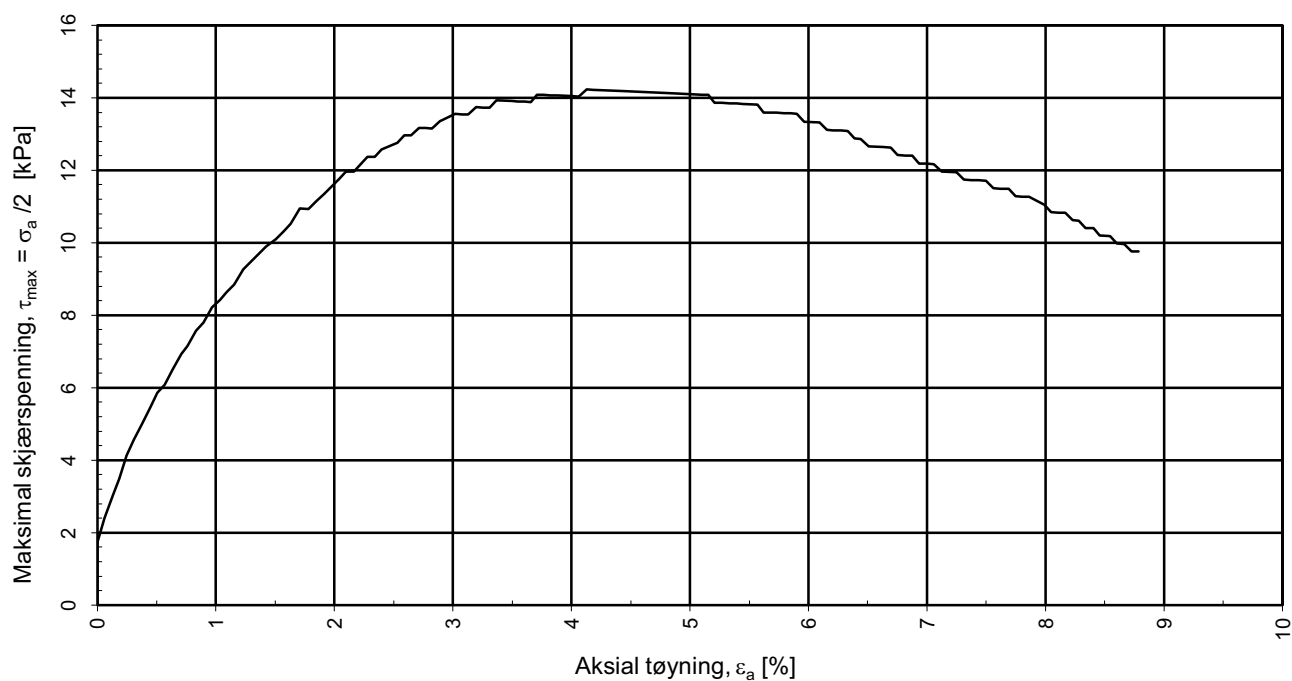
strain v av stress



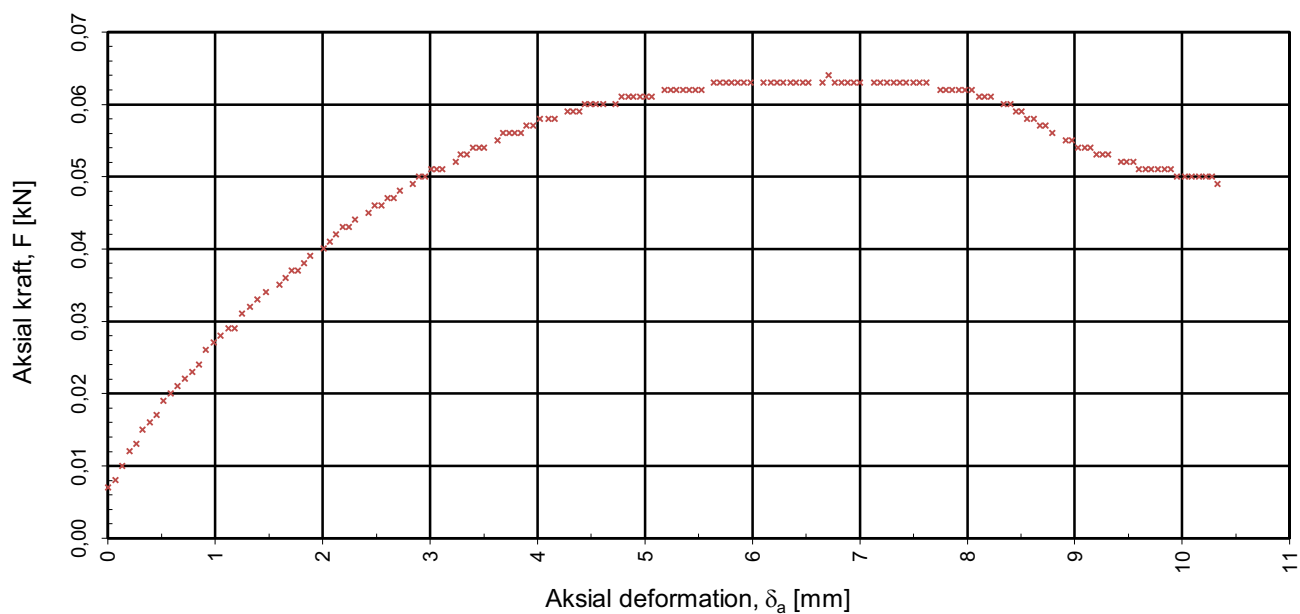
				Tegningens filnavn:
Prøvediameter	Prøvehøyde			
54,00	100,00			
MULTICONSULT AS Nedre Skøyen vei 2, 0213 OSLO Tlf.: +47 21 58 50 00 www.multiconsult.no	Forsøksdato:	Dybde, z (m):	Borpunkt nr.:	
	10.10.2019	2,4	3	
	Forsøk nr.:	Tegnet:	Kontrollert:	Godkjent:
	1	aas	EIVSO	ANNM
	Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Prosedyre:	Programrevisjon:
	10214470	RIG-TEG-250.1	Enaks	00



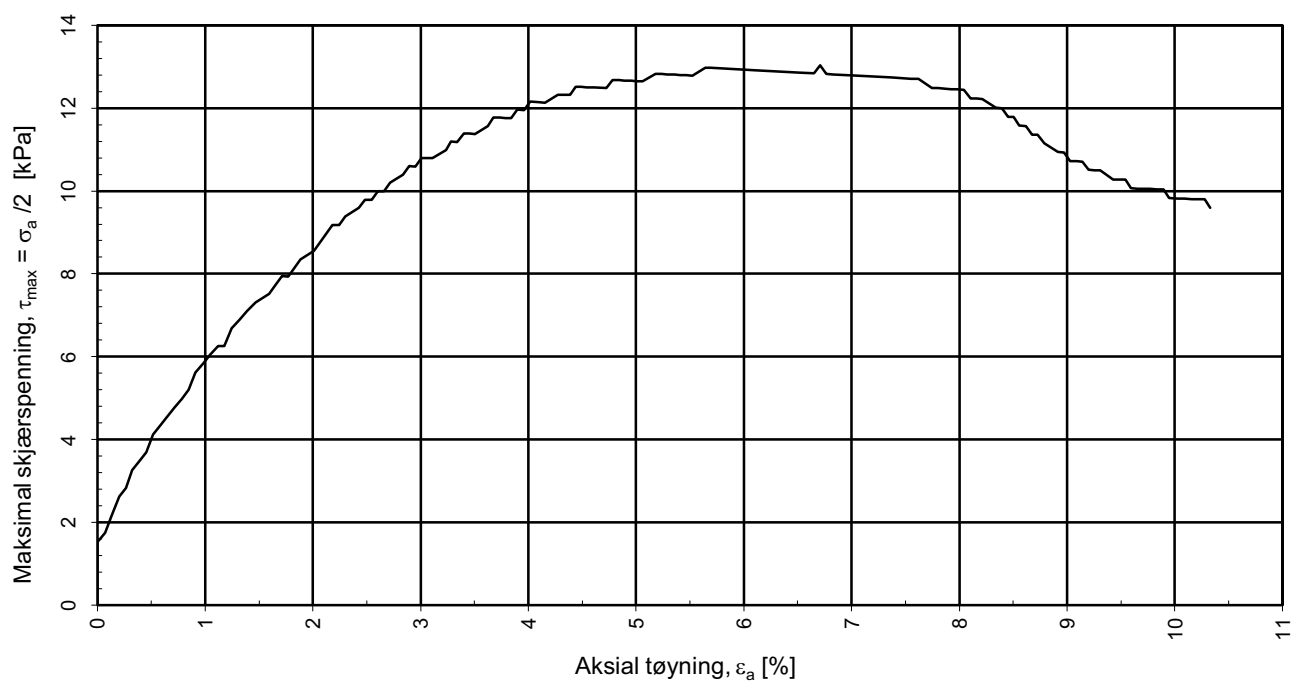
strain v av stress



				Tegningens filnavn:
Prøvediameter	Prøvehøyde			
54,00	100,00			
MULTICONSULT AS Nedre Skøyen vei 2, 0213 OSLO Tlf.: +47 21 58 50 00 www.multiconsult.no	Forsøksdato:	Dybde, z (m):	Borpunkt nr.:	
	10.10.2019	3,4	3	
	Forsøk nr.:	Tegnet:	Kontrollert:	Godkjent:
	1	aas	EIVSO	ANNM
	Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Prosedyre:	Programrevisjon:
	10214470	RIG-TEG-250.2	Enaks	00



strain v av stress



				Tegningens filnavn:
Prøvediameter	Prøvehøyde			
54,00	100,00			
MULTICONSULT AS Nedre Skøyen vei 2, 0213 OSLO Tlf.: +47 21 58 50 00 www.multiconsult.no	Forsøksdato:	Dybde, z (m):	Borpunkt nr.:	
	10.10.2019	4,45	3	
	Forsøk nr.:	Tegnet:	Kontrollert:	Godkjent:
	1	aas	EIVSO	ANNM
	Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Prosedyre:	Programrevisjon:
	10214470	RIG-TEG-250.3	Enaks	00

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
Fibrig torv	Fibrig med lett gjenkjennelig plantestruktur. Viser noe styrke
Delvis fibrig torv, mellomtorv	Gjenkjennelig plantestruktur, ingen styrke i planterestene
Amorf torv, svarttorv	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 øvre 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.

VANNINNHold

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).

HUMUSINNHold

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

DENSITET, TYNGDETETHET, PORETALL OG PORØSITET

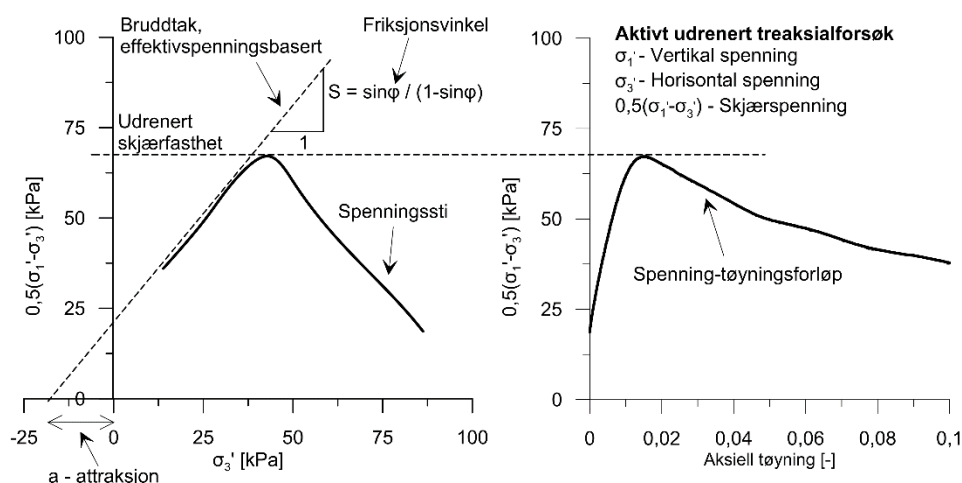
Navn	Symbol	Enhet	Beskrivelse
Densitet	ρ	g/cm ³	Masse av prøve per volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del
Korndensitet	ρ_s	g/cm ³	Masse av fast stoff per volumenhet fast stoff
Tørr densitet	ρ_d	g/cm ³	Masse tørt stoff per volumenhet
Tyngdetetthet	γ	kN/m ³	Tyngde av prøve per volumenhet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

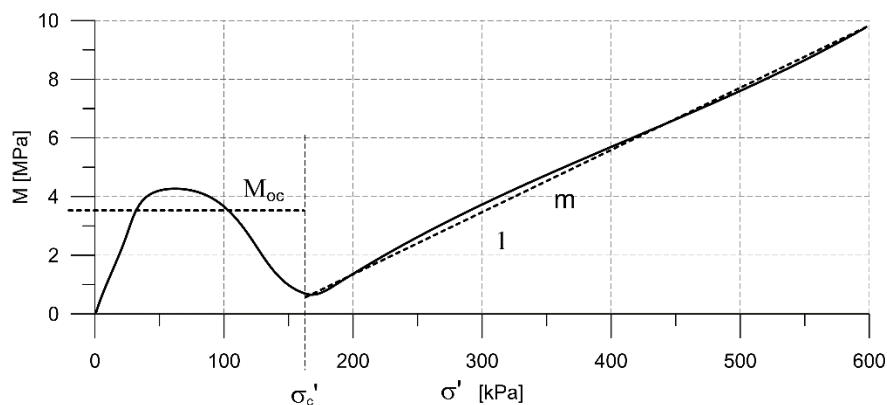
Udrenert skjærfasthet c_u (kPa) bestemmes som den maksimale skjærspenning et materiale kan påføres før det bryter sammen i en situasjon med raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk. I laboratoriet bestemmes denne egenskapen ved enaksiale trykkforsøk (c_{ut}), konusforsøk (uforstyrret c_{ufc} , 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_{ucptu}) 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 (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

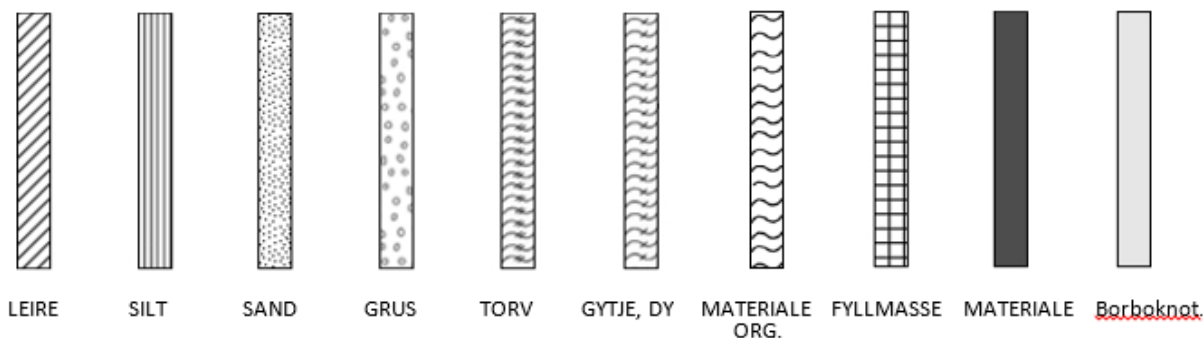
Ved komprimering av en jordart oppnås tettere lagring av mineralkornene. Komprimeringsegenskapene for en jordart bestemmes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Standard eller Modifisert Proctor). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr densitet ρ_d som funksjon av innbyggingsvanninnhold w_i . Den maksimale tørrdensiteten som oppnås (ρ_{dmax}) benyttes ved 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 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 maksgrænse 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 maksgrænse vil verdien oppgis i siffer ved grafens øvre ytterpunkt.

Uomrørt konus c_{ufc}		Omrørt konus c_{urfc}	
Enaksialt trykkforsøk Strek angir aksial tøyning (%) ved brudd		Omrørt konus $c_{urfc} \leq 2,0 \text{ kPa}$	0,9

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	Svinngrense
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
ISO 17892-6:2017	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