

SEPTEMBER 2021
HOLLERUD BOLIGTOMTER AS

BOLIGFELT HOLLERUD GU

GEOTEKNISK DATARAPPORT



SEPTEMBER 2021
HOLLERUD BOLIGTOMTER AS

BOLIGFELT HOLLERUD GU

GEOTEKNISK DATARAPPORT

OPPDRAGSNR.

A223896

DOKUMENTNR.

A223896-RAP-RIG-001

VERSJON

1.0

UTGIVELSES DATO

02.09.2021

BESKRIVELSE

RIG

UTARBEIDET

KMCH

KONTROLLERT

BRBU

GODKJENT

GEK

INNHOOLD

1	Innledning	7
1.1	Kvartærgeologisk kart	7
1.2	Formål	8
1.3	Endringslogg	8
2	Grunnundersøkelser	9
2.1	Feltarbeid	9
2.2	Laboratorieundersøkelser	9
3	Undersøkelserresultater	10
3.1	Presentasjon av resultater	10
3.2	Grunnforhold	10
3.3	Konklusjon	11
3.4	Kontroll av grunnundersøkelser	11

1 Innledning

For COWI AS ble det utført grunnundersøkelser av Brødrene Myhre AS sør for Tyristrand i Ringerike Kommune i forbindelse med etablering av nyt boligfelt.

Oppdraget er bestilt av Hollerud Boligtomter AS.

Foreliggende rapport presenterer det som foreligger av resultater fra geotekniske grunnundersøkelser utført i uke 26, 2021.

1.1 Kvartærgeologisk kart

Kvartærgeologisk kart fra Norges geologiske undersøkelse (NGU) (se figur 1), viser at området størstedels består av bart fjell (rosa). I den nordøstlige delen av utbyggingsområdet indikerer løsmassekartet tykke havavsetninger, vist med blå i Fig 1.

Grunnundersøkelsene er utelukkende utført i løsmassene i prosjektets nordøstlige hjørne.



Figur 1: Løsmassekart fra NGU.no. Rød markering angir planlagt boligfelt. Det er kartlagt løsmasser i det nordøstlige hjørne. Inneholder data under Norsk lisens for offentlig data (NLOD) tilgjengeliggjort av NGU.

1.2 Formål

Foreliggende rapport presenterer grunnundersøkelser utført i forbindelse med den delen av planlagt boligfelt hvor det er kartlagt løsmasser.

1.3 Endringslogg

Versjon	Dato	Utarbeider	Beskrivelse av endring
1.0	02.09.2021	KMCH	Første utgave

2 Grunnundersøkelser

Feltundersøkelsen ble utført i uke 21, 2021, med geoteknisk borerigg av typen Georigg 607 Environmental av borefirma Brdr. Myhre AS under ledelse av boreformann Lars Holten.

2.1 Feltarbeid

Feltarbeidet omfattet:

- > 2 stk. totalsonderinger
- > 1 stk. trykksondering (CPTu)
- > 1 stk. prøveserie
- > 1 stk. hydraulisk poretrykksmål

2.2 Laboratorieundersøkelser

De opptatte prøvene er undersøkt i laboratoriet hos Multiconsult med tanke på klassifisering og identifisering av jordart og egenskaper.

Følgende undersøkelser ble utført:

- > 1 stk. rutineundersøkelser på poseprøve. Rutineundersøkelser av poseprøvene omfatter visuell beskrivelse av prøvemateriale.
- > 3 stk. rutineundersøkelser på Ø54 mm sylindre. Rutineundersøkelser av sylinderprøvene omfatter visuell beskrivelse av prøvemateriale, bestemmelse av densitet, vanninnhold, konus u/o og 1-aks

3 Undersøkelsesresultater

3.1 Presentasjon av resultater

Lokaliteten er vist på figur 1 og tegning 1.

Borepunktene plassering med boredybder er vist på boreplan, tegning 1. Det er benyttet kartdatum i Euref 89 UTM sone 32. Høyde NN2000.

Borepunktene er målt inn med GPS.

Resultater fra feltundersøkelser, sortert etter borepunkt nummer, er vist i vedlegg 1.

Resultater fra geoteknisk laboratorium, sortert etter borepunkt nummer, er vist i vedlegg 2.

Koordinat- og borpunktliste er vist i vedlegg 3.

CPTu kalibrerings skjema er vist i vedlegg 4.

Undersøkelsesmetoder er forklart i tillegg.

3.2 Grunnforhold

Terreng

Terrengnivået for borehullene ligger mellom kote +135,68 meter over havet (moh.) ved borehull 1 og +135,96 moh. ved borehull 2.

Berg

Overside fjell er registrert i borehull 1 i kote + 126,8 moh. og i borehull 2 i +130,0 moh.

Løsmasser

Det er tatt opp 1 poseprøver og 3 sylinderprøver fra borehull 1 for testing i laboratoriet. Boredybden i løsmasser er ned til 9,8 m under terreng i borepunkt 1 og 5,8 m u.t. i borepunkt 2. Begge borehuller viser sammenlignlike løsmasseprofiler.

Basert på boreloggene består løsmassene generelt av leire, silt, sand og stein. Basert på boreprofil fra laboratorieundersøkelsene består løsmassene generelt av leire, siltig med enkelte sand og grusinnslag. Det er ikke påvist kvikkleira.

Materialene er beskrevet i henhold til NGF-melding nr. 2 utgitt i 1982, revidert 2011 "Veiledning for symboler og definisjoner i geoteknikk, identifisering og klassifisering av jord".

Grunnvann

En hydraulisk poretryksmåler er satt ned den 02.07.21 og ble avlest 13.08.2021. Tabell 2 viser oversikt over den hydrauliske poretryksmåler.

Tabell 2: Oversikt over den hydrauliske poretryksmåleren

Borhull	Dato satt ned	Terrengkote (moh.)	Spissdybde (m)	Spisskote (moh.)	Vannkote 13.08.21 (moh.)
1	02.07.21	+135,68	7,00	+128,68	+127,63

3.3 Konklusjon

Ytre forhold har ikke påvirket kvaliteten på feltarbeidet.

Prosedyrer og styringssystem er fulgt og det er ingen kvalitetsavvik.

3.4 Kontroll av grunnundersøkelser

Arbeidet tilknyttet dette prosjektet faller under geoteknisk kategori 2, som medfører krav til sidemannskontroll. Denne kontrollen er utført blant annet ved at alle bergnivå er kontrollert samt at rådatafilen er kontrollert mot informasjon i borelogg.

Utførelse og kvalitetssikring av rapporteringsarbeidet er utført i henhold til kvalitetssikringsskjema.

Tegning-, vedlegg- og tilleggslister Nummer

Detaljert boreplan 1

Vedlegg Nummer

Resultater fra feltundersøkelser 1

Resultater fra geoteknisk laboratorium 2

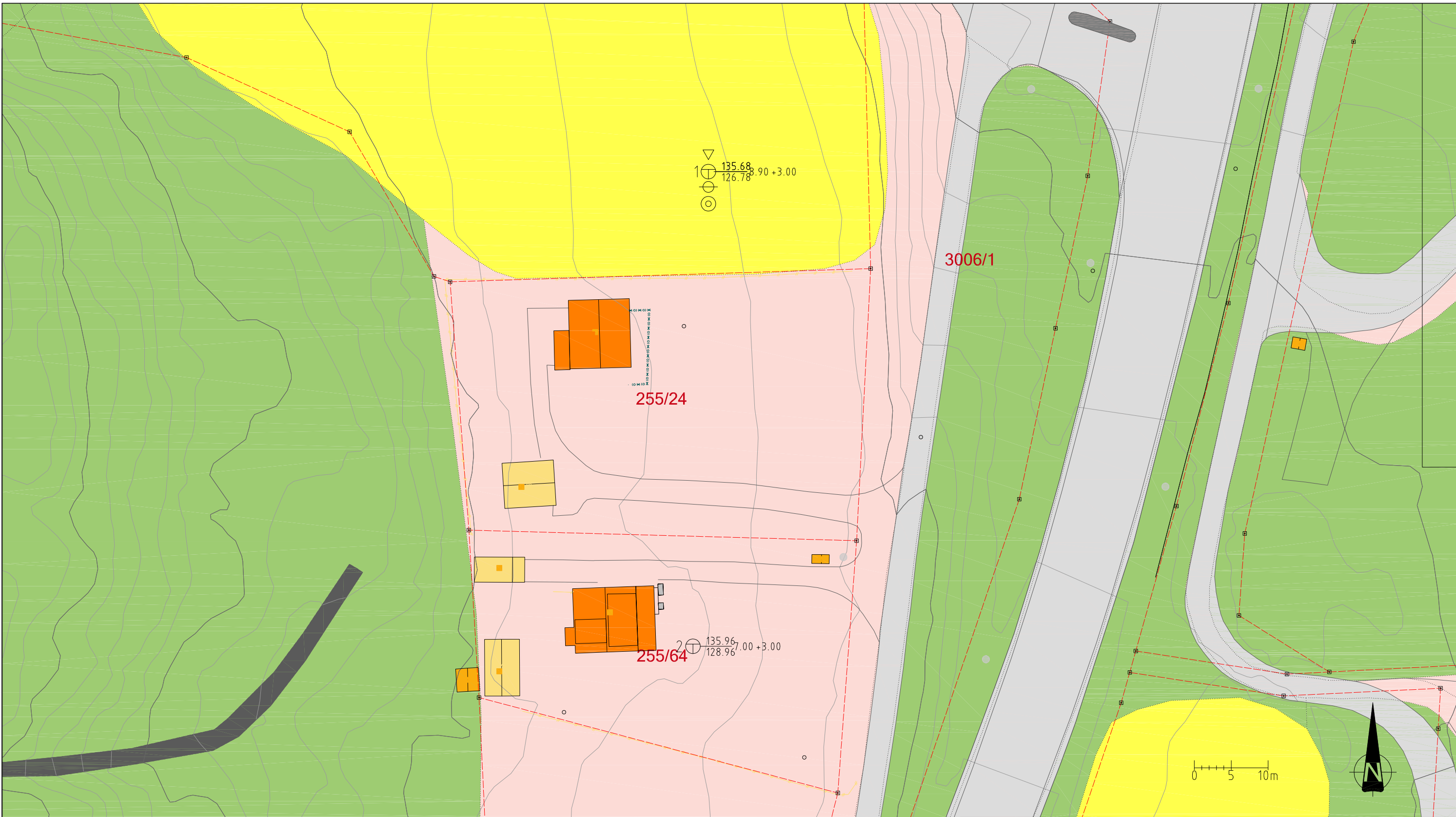
Koordinat- og borpunktliste 3

CPTu kalibreringsskjema 4

Tillegg	Nummer
Beskrivelse av Totalsonderinger	1
Beskrivelse av Trykksondering	3
Beskrivelse av Grunnvannstandsmåling	4
Beskrivelse av Løsmasseprofil	5

Tegninger





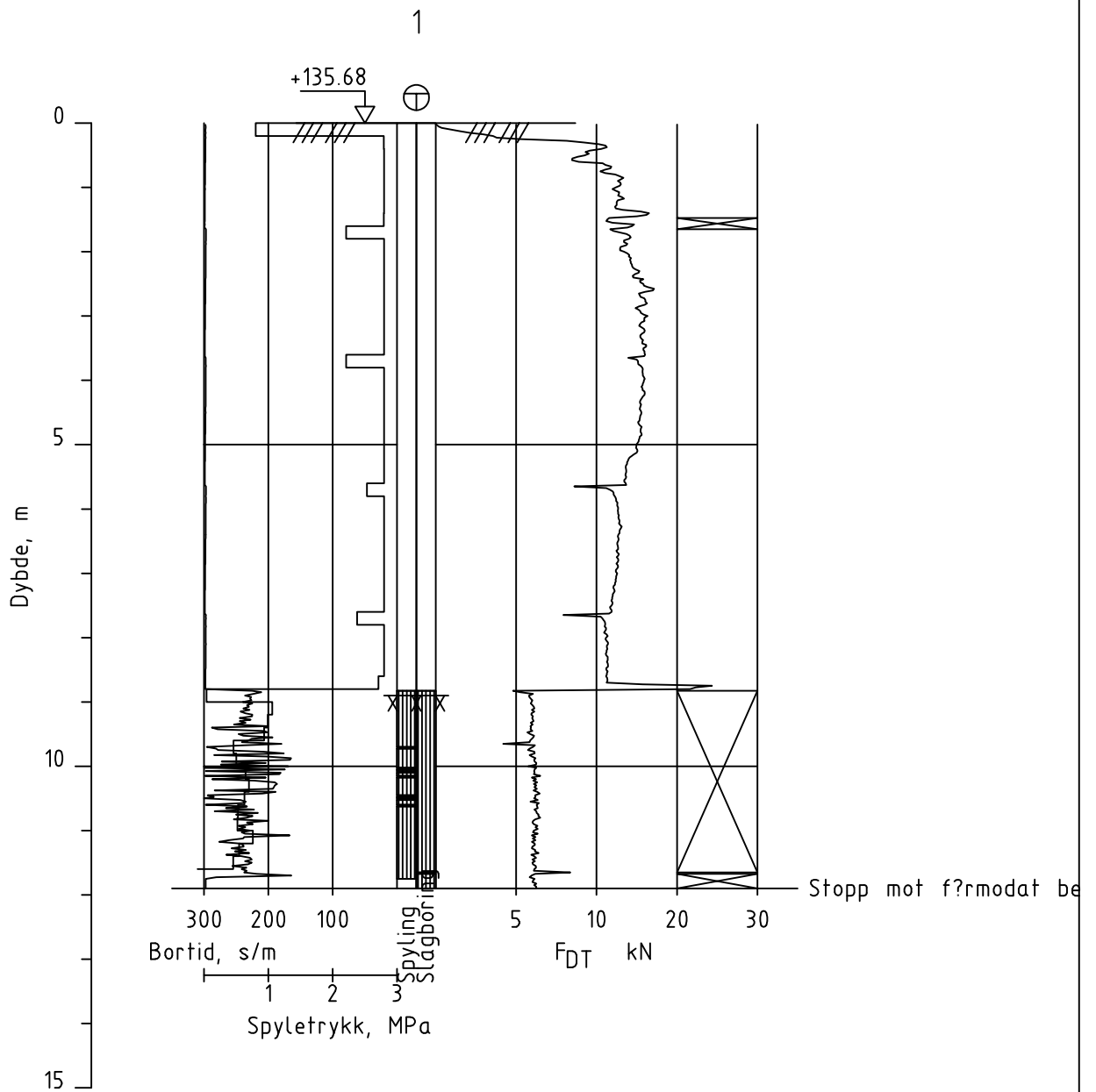
- DREIESONDERING
- ENKEL SONDERING
- ▽ RAMSONDERING
- ⊕ TOTALSONDERING
- △ FJELLKONTROLLBORING
- ⊙ KJERNEBORING
- ◐ DREIETRYKKSONDERING
- ⊖ PRØVESERIE
- PRØVEGROP
- ▽ TRYKKSONDERING
- ⊕ TERRENGKOTE (BUNN)KOTE
ANTATT FJELLKOTE
- + VINGEBORING
- ⊖ PORETRYKKMÅLING
- ^^ FJELL I DAGEN
- BORET DYBDE + BORET I FJELL

Rev.	Dato	Revideringen gjelder				Nr.	Saksb.	Sidem.k.	Oppdr.a.
Boligfelt Hollerud						Tegnet av		Saksbehandler	
						HJT		KMCH	
						Sidemannskontr. KMCH		Oppdragsansvarlig	
						Målestokk		1:500	
						Dato		19.08.2021	
COWI						Oppdragsnr. A223896		Status	
						Tegning nr.		1	
								Rev. 1.0	

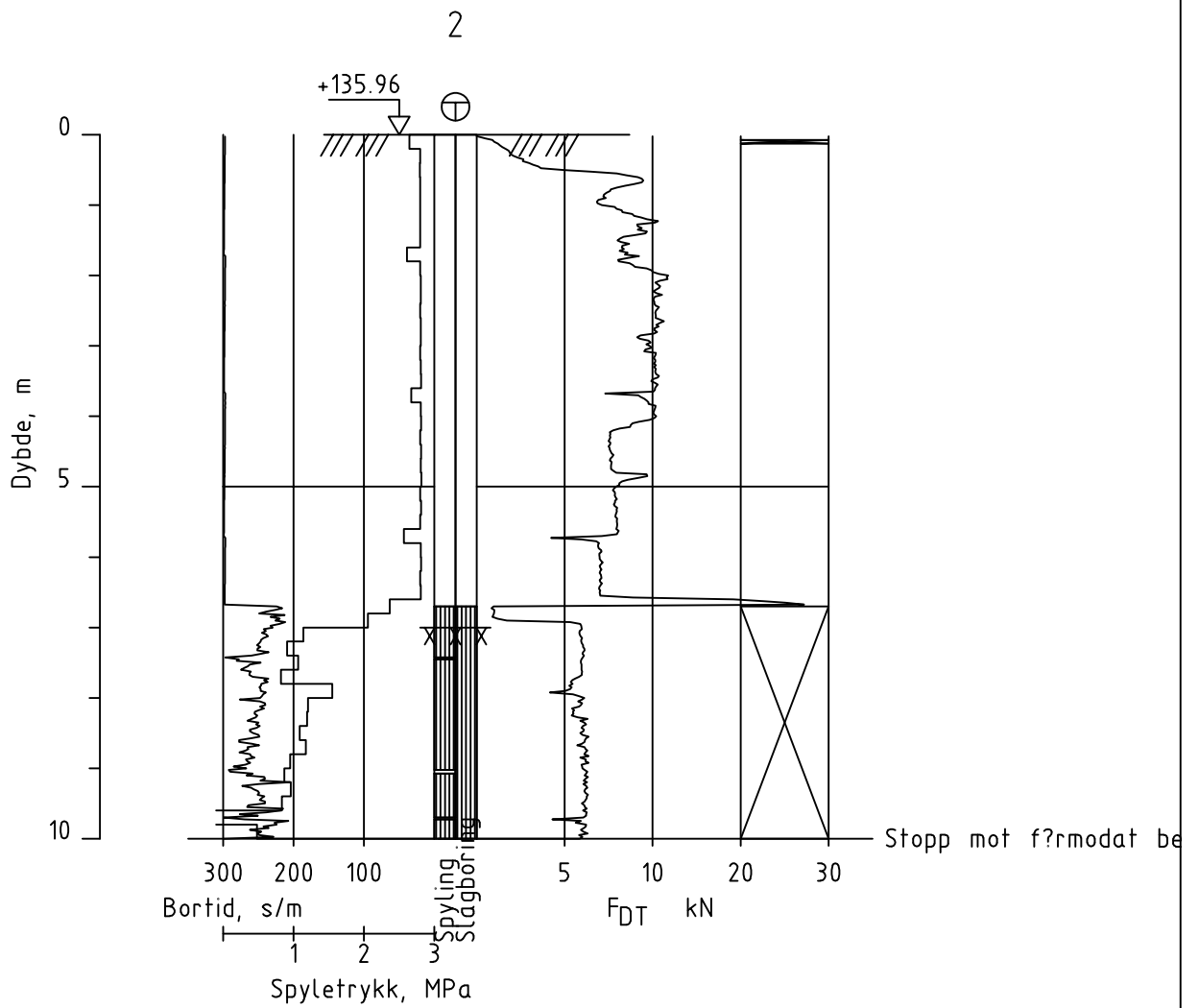
Vedlegg 1

Resultater fra feltundersøkelser

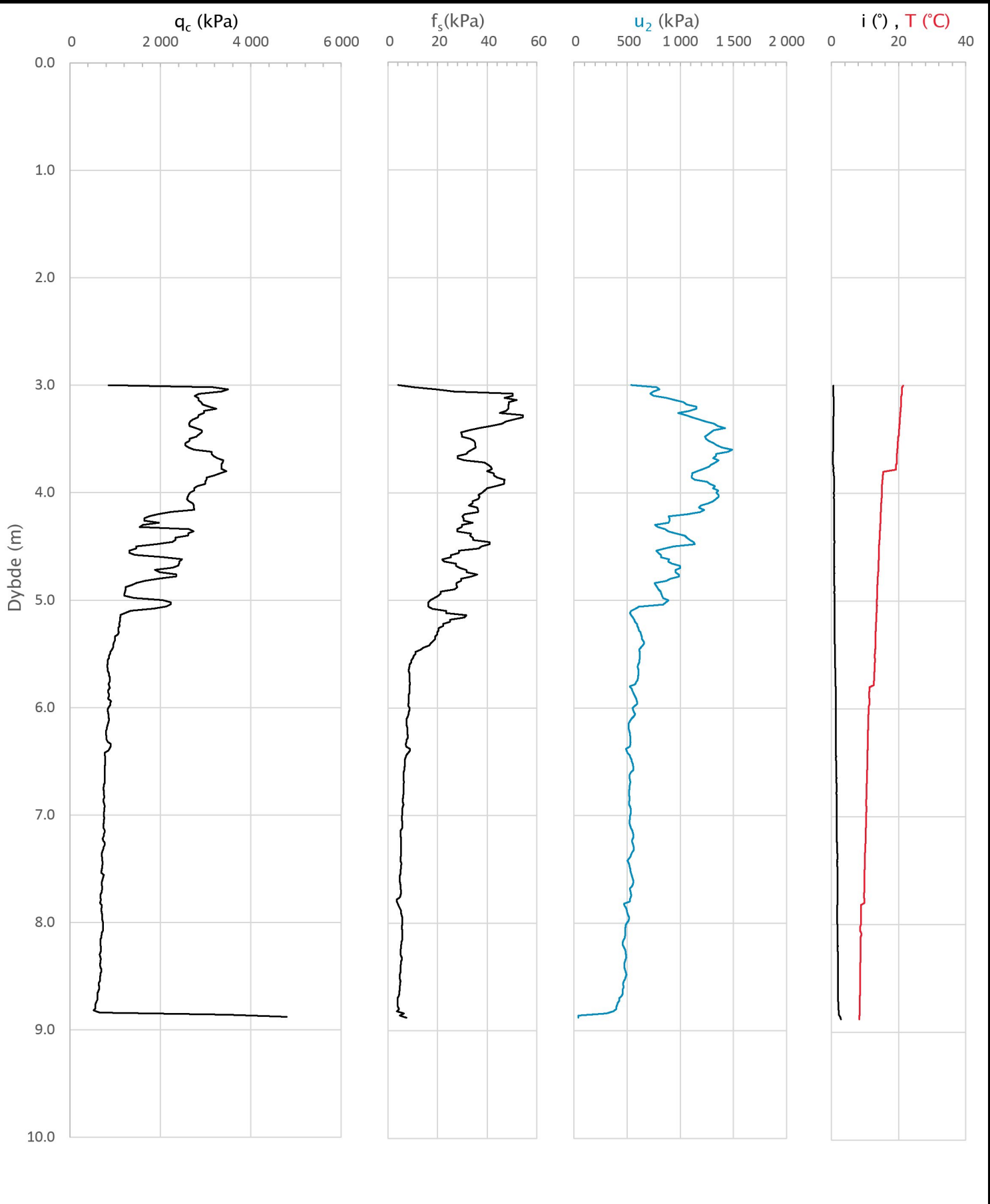





		Sonderingsnummer 1	
Hollerud Bolig		Målestokk	Godkjent KMCH
		Fag RIG	Sidemanskontr. KMCH
COWI	Dato 01.07.2021	Format A4	Saksbehandler HJT
	Oppdragsnr. A223896	Tegningsnr. 1.1	Rev. 1.0



		Sonderingsnummer 2	
Hollerud Bolig		Målestokk	Godkjent KMCH
		Fag RIG	Sidemanskontr. KMCH
COWI	Dato 01.07.2021	Format A4	Saksbehandler HJT
	Oppdragsnr. A223896	Tegningsnr. 1.2	Rev. 1.0



Prosjekt		Prosjektnummer: A223896 Rapportnummer: A223896-RAP-RIG-001		Borhull
Bolifeldt Hollerud				Sondennummer 4838
Innhold		Måledata og korrigerte måleverdier		
COWI	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	KMCH	BRBU	GEK	1
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur
Brdr. Myhre AS	02/07/2021	Rev. dato	3	

Sonde og utførelse						
Sondennummer	4838		Boreleder		lars	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		13.1	
Kalibreringsdato	16/03/2021		Maks helning (°)		2.8	
Dato sondering	02/07/2021		Maks avstand målinger (m)		0.02	
Filtertype	Porøst filter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0.5		2	
Måleområde (MPa)	50		0.5		2	
Skaleringsfaktor	1697		3671		3656	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0.4496		0.0104		0.0209	
Arealforhold	0.8390		0.0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	47.178		0.415		1.897	
Temperaturområde (°C)	35					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	5430.5		129.1		253.8	
Registrert etter sondering (kPa)	9.4		0.2		0.1	
Avvik under sondering (kPa)	9.4		0.2		0.1	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	17.7		0.2		0.7	
Maksverdi under sondering (kPa)	4794.3		54.5		1488.8	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	27.5	0.6	0.4	0.7	0.8	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	
OK	OK		OK		OK	
Kommentarer:						
Prosjekt			Prosjektnummer: A223896 Rapportnummer: A223896-RAP-RIG-001			Borhull
Bolifeldt Hollerud						
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					4838	
	Utført		Kontrollert		Godkjent	
	KMCH		BRBU		GEK	
	Divisjon		Dato sondering		Revisjon	
Geo og felt		02/07/2021		Rev. dato		
					Anvend.klasse	1
					Figur	2

Vedlegg 2

Resultater fra laboratorieundersøkelser



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				10	20	30	40	50	
5	LEIRE, siltig enk. gruskorn, rothår																
	TØRRSKORPELEIRE, siltig, overgang til LEIRE, siltig, forvitret, ett sand lag i bunn							1,98									8 13
10	LEIRE, siltig enk. sand- og gruskorn							2,00									7 7
	LEIRE, siltig enk. siltsjikt							1,96									6 7
15																	
20																	

Symboler:



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

Vanninnhold
 Plastisitetindeks, I_p

ISO 17892-6: 2017
 Omrørt konus
 Uomrørt konus

ρ = Densitet
 ρ_s = Korndensitet
 S_t = Sensitivitet

T = Treaksialforsøk
Ø = Ødometerforsøk
K = Korngradering

Grunnvannstand: _____ m
Borbok: _____ Br. Myhre

PRØVESERIE

Borhull: 1

COWI AS

Boligfelt Hollerud

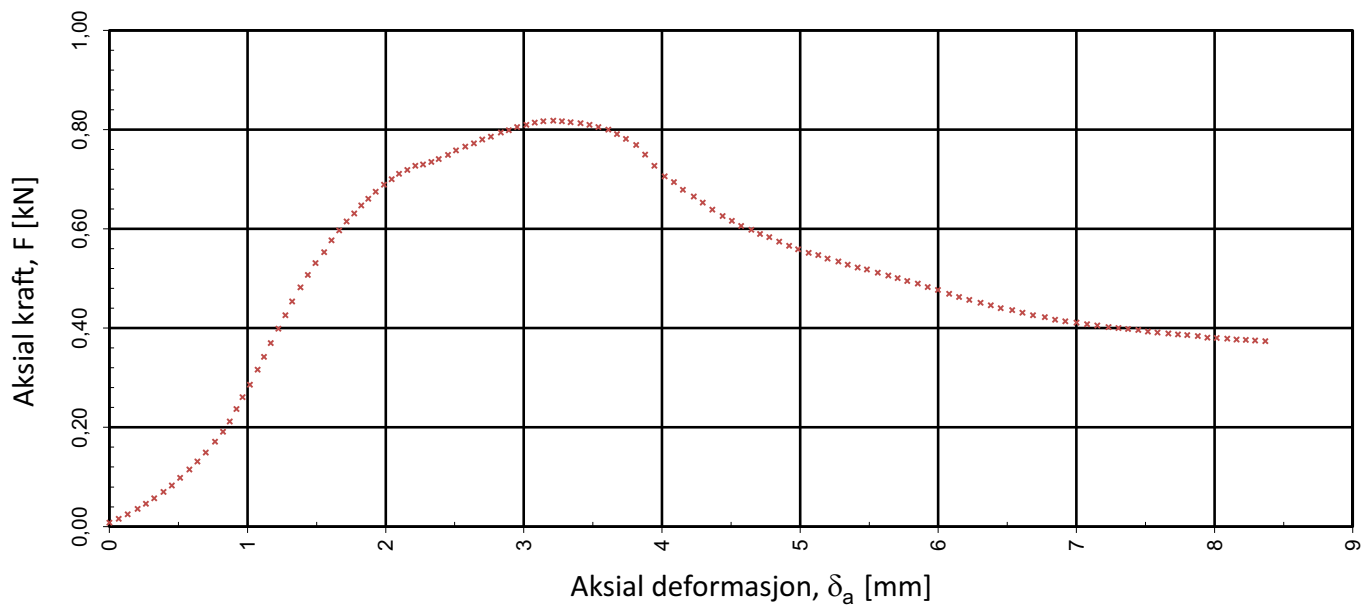
Dato: 2021-08-17

Multiconsult
www.multiconsult.no

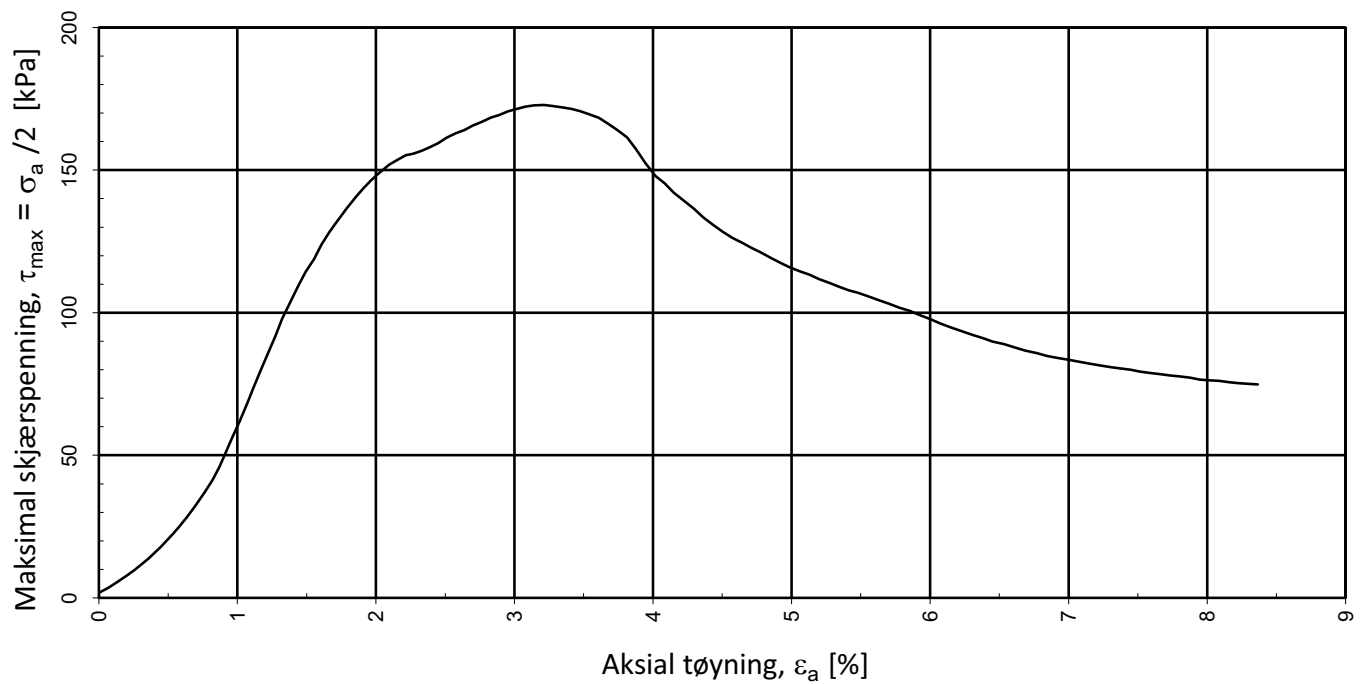
Konstr./Tegnet: ANNM
Oppdragsnummer: 10227795

Kontrollert: GEO
Tegningsnr.: RIG-TEG-200

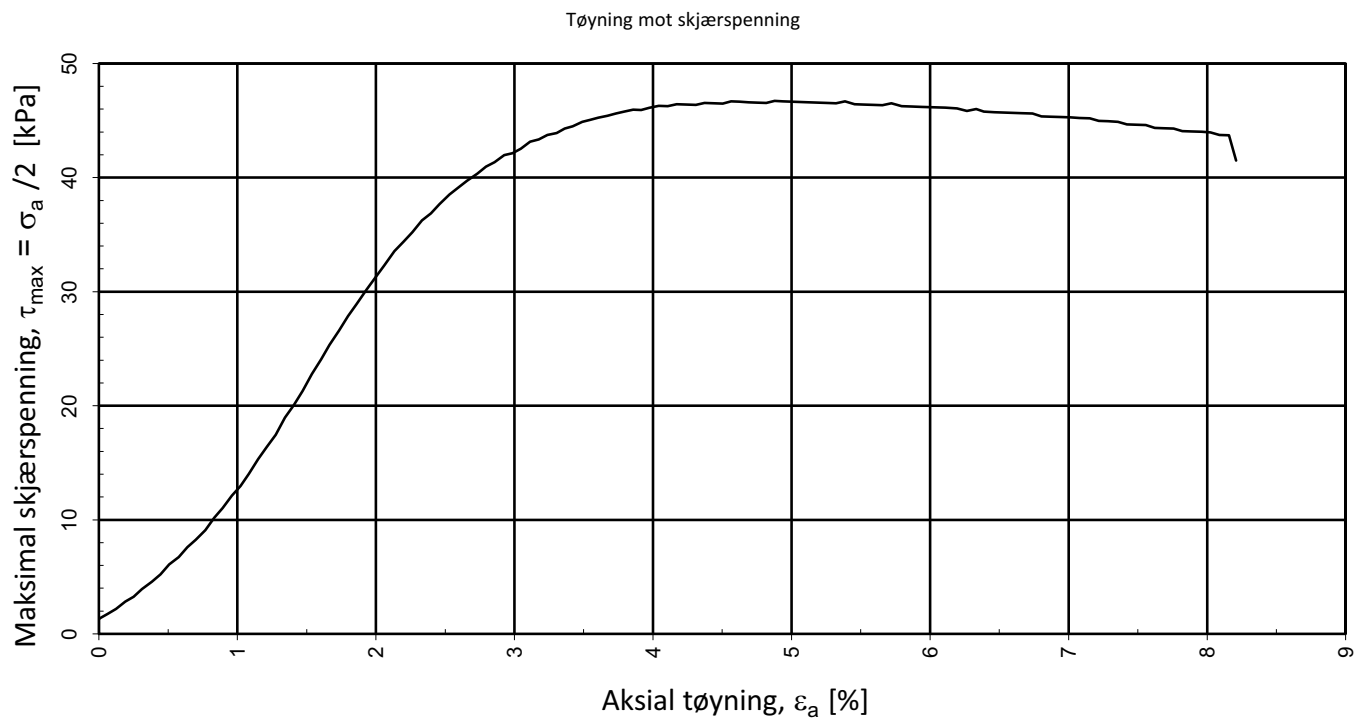
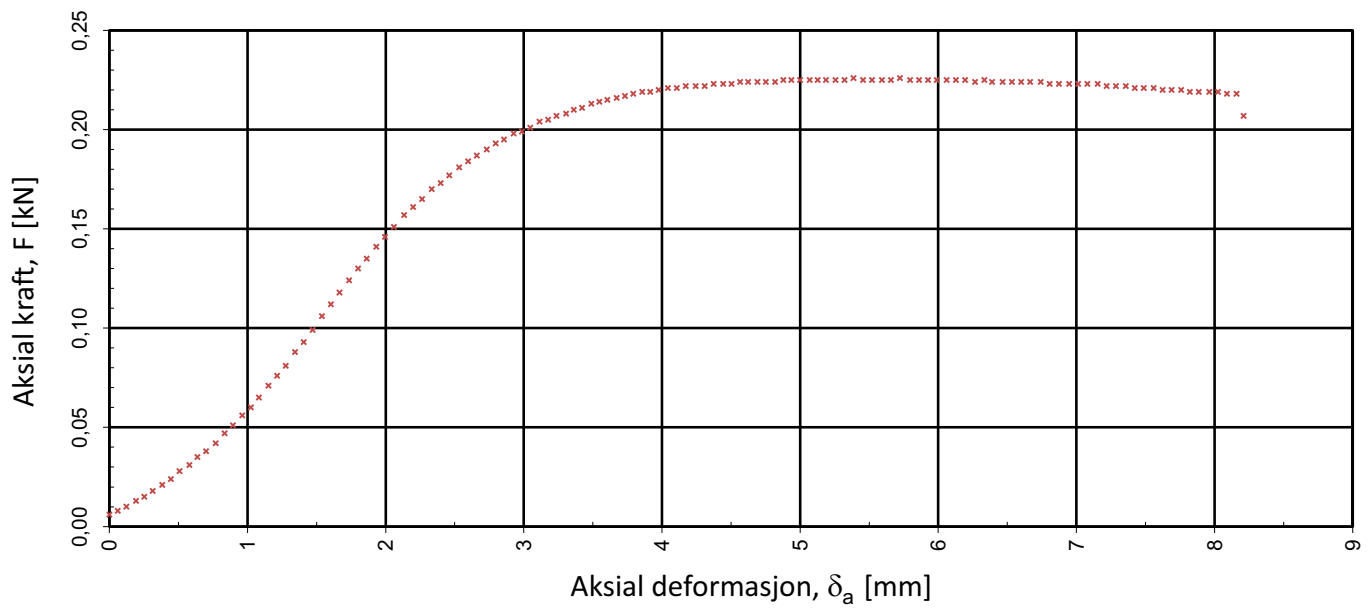
Godkjent: SIOR
Rev. nr.: 00



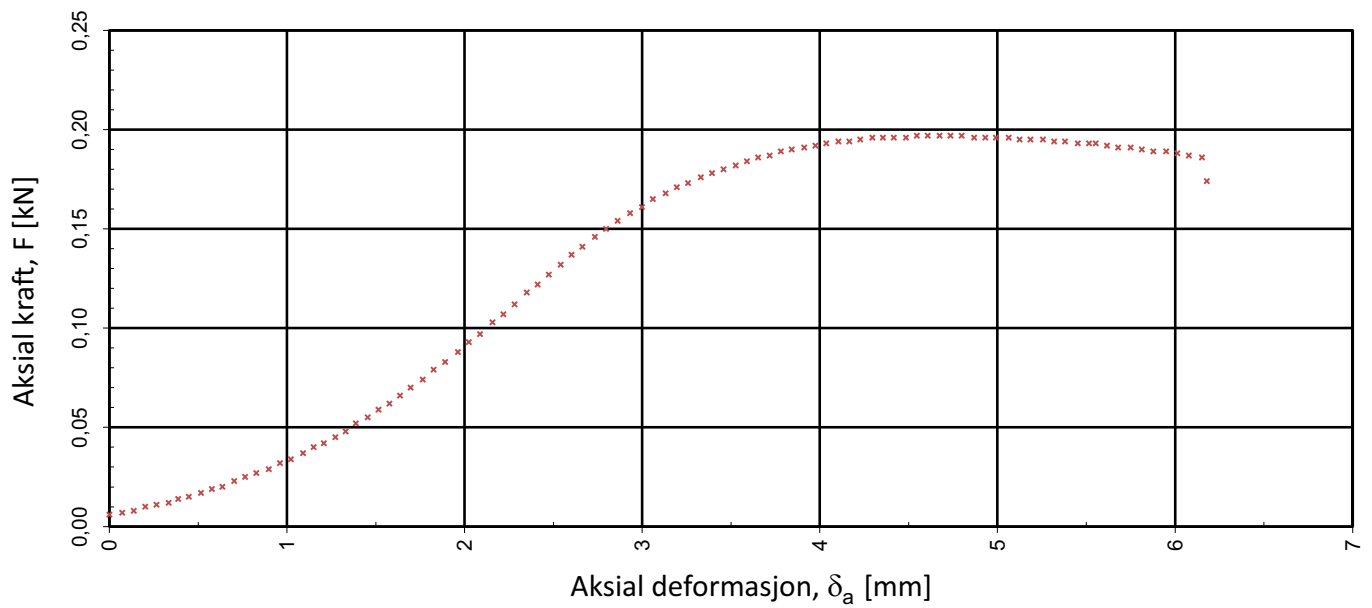
Tøyning mot skjærspenning



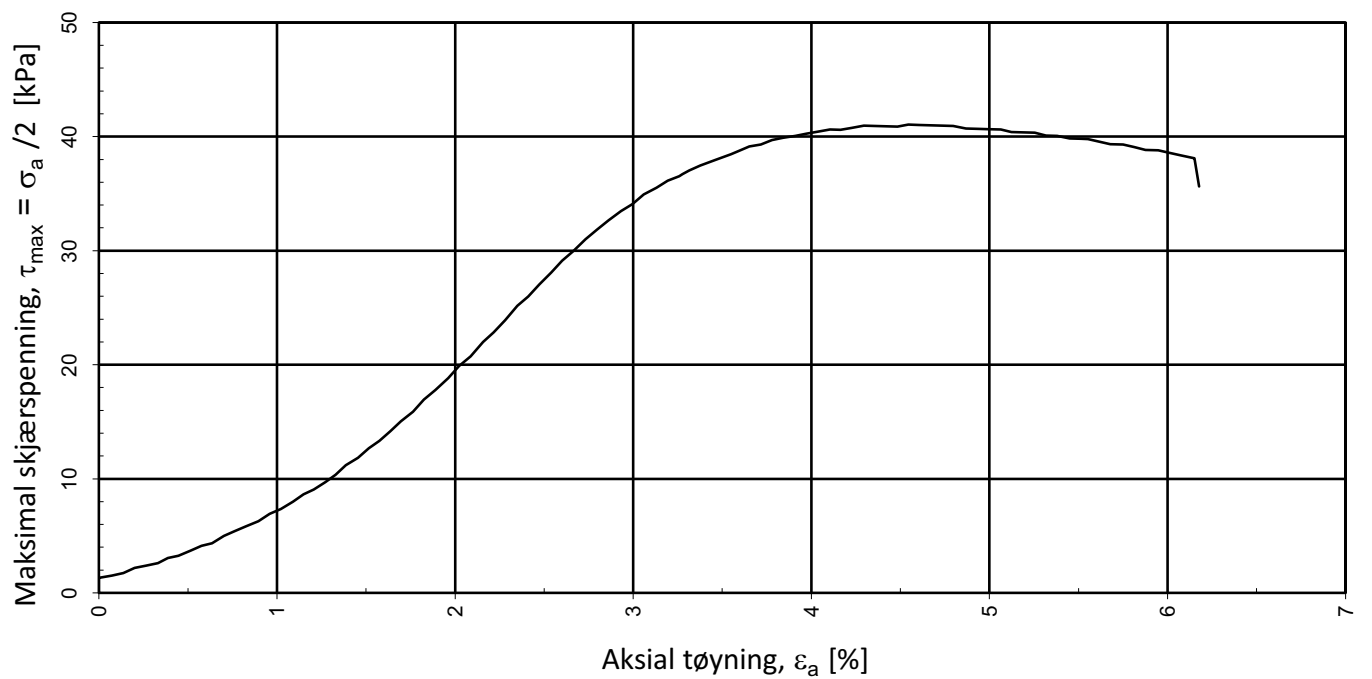
Prøvediameter (mm)		Prøvehøyde (mm)		Dybde, z (mm)		Forsøk nr			
54,0		100,0		4,5		1			
COWI AS				Utarbeidet		Kontrollert		Godkjent	
				CHPS		SIRIN		SIOR	
Boligfelt Hollerud				Borpunkt		Dato		Revisjon	
				1		04.08.2021		0	
Multiconsult		Enaksforsøk		Oppdragsnummer		Tegningsnummer			
				10227795		RIG-TEG-250.1			



Prøvediameter (mm)	Prøvehøyde (mm)	Dybde, z (mm)	Forsøk nr
54,0	100,0	6,5	1
COWI AS	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent
	CHPS	SIRIN	SIOR
Boligfelt Hollerud	Borpunkt	Dato	Revisjon
	1	04.08.2021	0
Multiconsult	Enaksforsøk	Oppdragsnummer	Tegningsnummer
		10227795	RIG-TEG-250.2



Tøyning mot skjærspenning



Prøvediameter (mm)	Prøvehøyde (mm)	Dybde, z (mm)	Forsøk nr
54,0	100,0	7,9	1
COWI AS	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent
	CHPS	SIRIN	SIOR
Boligfelt Hollerud	Borpunkt	Dato	Revisjon
	1	04.08.2021	0
Multiconsult	Enaksforsøk	Oppdragsnummer	Tegningsnummer
		10227795	RIG-TEG-250.3

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 	Fibrig med lett gjenkjennelig plantestruktur. Viser noe styrke
<ul style="list-style-type: none"> Delvis fibrig torv, mellomtorv 	Gjenkjennelig plantestruktur, ingen styrke i planterestene
<ul style="list-style-type: none"> 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 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

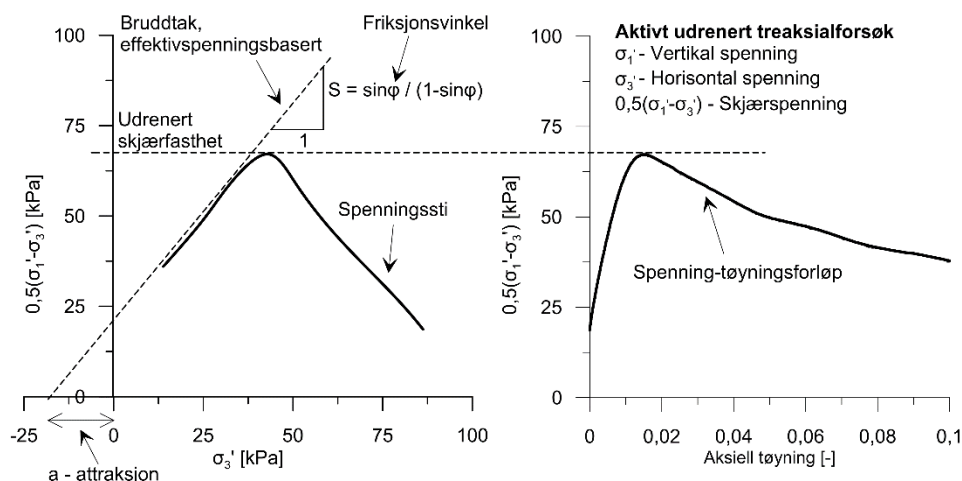
Navn	Symbol	Enhet	Beskrivelse
Densitet	ρ	g/cm^3	Masse av prøve per volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del
Korndensitet	ρ_s	g/cm^3	Masse av fast stoff per volumenhet fast stoff
Tørr densitet	ρ_d	g/cm^3	Masse tørt stoff per volumenhet
Tyngdetetthet	γ	kN/m^3	Tyngde av prøve per volumenhet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

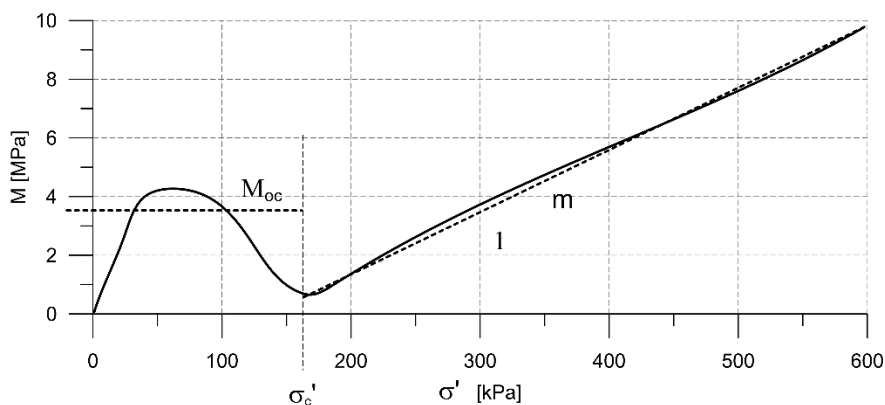


SENSITIVITET

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 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 $M = \Delta\sigma' / \Delta\epsilon$. 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

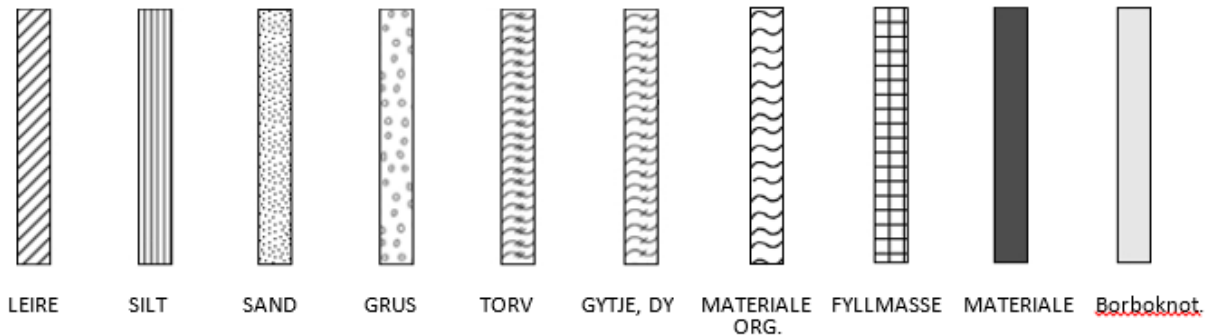
Ved komprimering av en jordart oppnås tettere lagring av mineralkornene. Komprimeringsegenskapene for en jordart bestemmes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Standard eller Modifisert Proctor). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr 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 maksimumsgrense 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 maksimumsgrense 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

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, NS-EN ISO 17892-12:2018	Støtflytegrense
NS8002, NS-EN ISO 17892-12:2018	Konusflytegrense
NS8003, NS-EN ISO 17892-12:2018	Plastisitetsgrense (utrullingsgrense)
NS8004	Svinggrense
NS8005, NS-EN ISO 17892-4:2016	Kornfordelingsanalyse
NS8010, NS-EN ISO 14688-1 og -2	Jord – bestanddeler og struktur. Klassifisering og indentifisering.
NS8011, NS-EN ISO 17892-2:2014	Densitet
NS8012, NS-EN ISO 17892-3:2015	Korndensitet
NS8013, NS-EN ISO 17892-1:2014	Vanninnhold
NS8014	Poretall, porøsitet og metningsgrad
NS-EN ISO 17892-6:2017	Skjærfasthet ved konusforsøk
NS8016, NS-EN ISO 17892-7:2018	Skjærfasthet ved enaksialt trykkforsøk
NS-EN ISO 17892-11:2019	Permeabilitetsforsøk
NS-EN ISO 17892-5:2017	Ødometerforsøk, trinnvis belastning
NS8018	Ødometerforsøk, kontinuerlig belastning
NS-EN ISO/TS 17892-8 og -9:2018	Treaksialforsøk (UU, CD)
Statens vegvesen Håndbok R210	Laboratorieundersøkelser

Vedlegg 3

Koordinat- og borpunktliste



Koordinat- og borpunktliste
A223896 Boligfelt Hollerud GU

Borhull	Dato boret	Metode	Koordinater (EUREF89 UTM sone 32. NN2000)			Bergkote (moh.)	Boret i (m)		
			X	Y	Z		Løsmasser	Berg	Total
1	27/05/2021	Total Cpt Prøve PZ	1217043.722	75712.045	+135.68	+126.78	8.90	3.00	11.90
2	26/05/2021	Total	1217030.447	75744.141	+135.96	+128.96	7.00	3.00	10.00

Vedlegg 4

CPTu kalibreringsskjema



CALIBRATION CERTIFICATE FOR CPT PROBE 4838

Probe No 4838
 Date of Calibration 2021-03-16
 Calibrated by Alexander Dahlin.....
 Run No 1632
 Test Class: ISO 1

Point Resistance Tip Area 10cm²

Maximum Load 50 MPa
 Range 50 MPa
 Scaling Factor **1697**
 Resolution 0,4496 kPa
 Area factor (a) 0,839

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 47,178 kPa
 Temperature range 5 –40 deg. Celsius.

Local Friction Sleeve Area 150cm²

Maximum Load 0,5 MPa
 Range 0,5 MPa
 Scaling Factor **3671**
 Resolution 0,0104 kPa
 Area factor (b) 0

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 0,415 kPa
 Temperature range 5 –40 deg. Celsius.

Pore Pressure

Maximum Load 2 MPa
 Range 2 MPa
 Scaling Factor **3656**
 Resolution 0,0209 kPa

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 1,897 kPa
 Temperature range 5 –40 deg. Celsius.

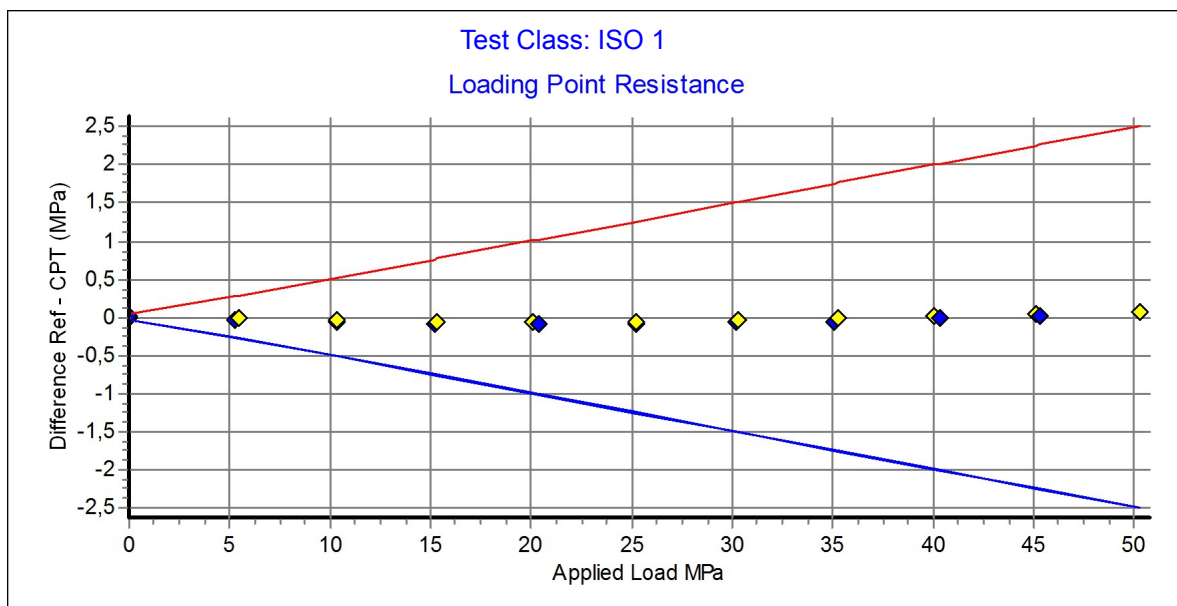
Tilt Angle. Scaling Factor: 0,93

Range 0 - 40 Deg.

Backup memory
Temperature sensor

Probe No: **4838**
 Date of Calibration: **2021-03-16**
 Calibration Run No: **1632**
 Calibrated by: **Alexander Dahlin**
Scaling Factor: 1697
 Reference Cell: 75672

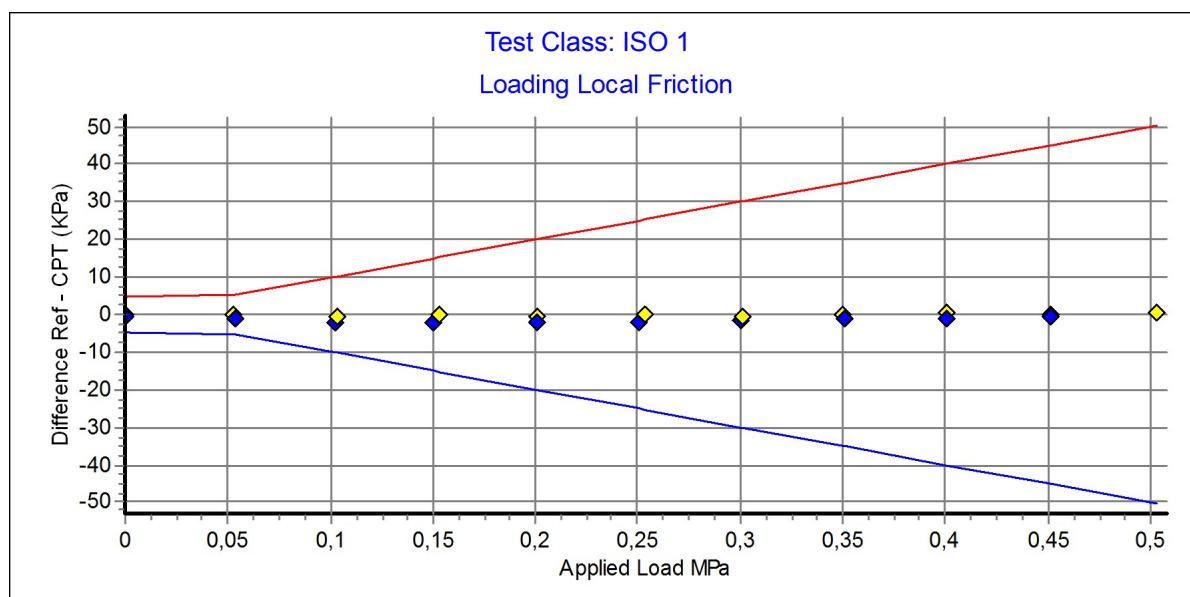
Applied Load MPa	PointRes. MPa	Difference MPa	Accuracy %/MV	Friction MPa	PorePress MPa
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5,438	5,460	-0,022	-0,404	0,000	0,000
10,306	10,352	-0,046	-0,446	0,000	0,000
15,305	15,363	-0,058	-0,379	0,000	-0,001
20,105	20,166	-0,061	-0,303	0,000	-0,001
25,260	25,318	-0,058	-0,229	0,000	-0,002
30,262	30,301	-0,039	-0,128	0,000	-0,001
35,294	35,318	-0,024	-0,068	0,001	-0,001
40,040	40,038	0,002	0,005	0,001	-0,002
45,100	45,061	0,039	0,086	0,002	-0,002
50,257	50,178	0,079	0,157	0,002	-0,001
45,326	45,305	0,021	0,046	0,001	-0,001
40,324	40,340	-0,016	-0,039	0,001	-0,001
35,029	35,085	-0,056	-0,159	0,000	-0,001
30,234	30,311	-0,077	-0,254	0,000	0,000
25,244	25,342	-0,098	-0,388	0,000	0,000
20,352	20,454	-0,102	-0,501	0,000	0,000
15,204	15,301	-0,097	-0,638	0,000	0,000
10,287	10,360	-0,073	-0,709	0,000	0,000
5,301	5,332	-0,031	-0,584	0,000	0,000
0,012	-0,005	0,017	0,000	0,000	0,000



Specialists in Geotechnical Field Equipment

Probe No: **4838**
 Date of Calibration: **2021-03-16**
 Calibration Run No: **1632**
 Calibrated by: **Alexander Dahlin**
Scaling Factor: 3671
 Reference Cell: **76360**

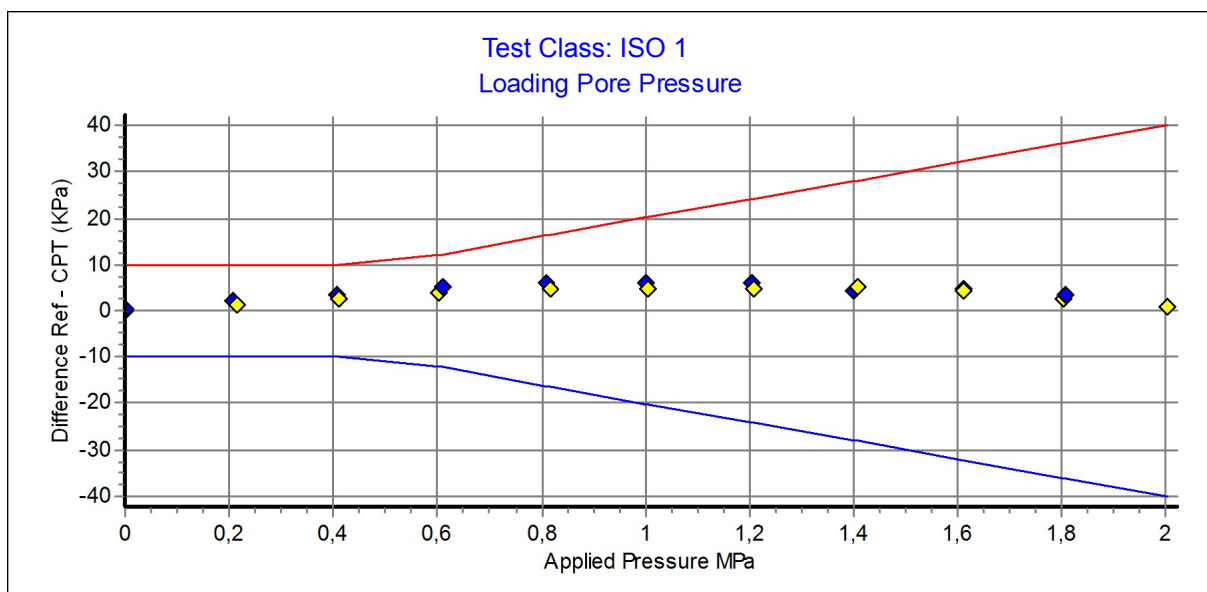
Ref MPa	Friction MPa	Difference KPa	Accuracy %/MV	PointRes. MPa	PorePress MPa
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,053	0,053	-0,204	0,000	0,004	0,000
0,103	0,104	-0,550	0,000	0,005	0,000
0,153	0,153	-0,217	0,000	0,006	0,000
0,201	0,201	-0,424	-0,210	0,004	0,000
0,253	0,253	-0,159	-0,063	0,006	0,000
0,301	0,302	-0,356	-0,117	0,005	0,000
0,350	0,350	-0,065	-0,018	0,006	0,000
0,401	0,401	0,304	0,075	0,007	0,000
0,451	0,451	0,201	0,044	0,007	0,000
0,503	0,502	0,511	0,101	0,009	0,000
0,451	0,451	-0,269	-0,059	0,006	0,000
0,401	0,402	-0,818	-0,203	0,005	0,000
0,351	0,352	-1,272	-0,360	0,004	0,000
0,300	0,302	-1,713	-0,566	0,004	0,000
0,251	0,253	-2,016	-0,797	0,003	0,000
0,201	0,203	-2,280	-1,121	0,002	0,000
0,150	0,152	-2,225	0,000	0,003	0,000
0,102	0,104	-2,086	0,000	0,003	0,000
0,054	0,055	-1,202	0,000	0,003	0,000
0,000	0,000	-0,309	0,000	0,000	0,000



Specialists in Geotechnical Field Equipment

Probe No: **4838**
 Date of Calibration: **2021-03-16**
 Calibration Run No: **1632**
 Calibrated by: **Alexander Dahlin**
Scaling Factor: 3656
 Reference Cell: 44410026

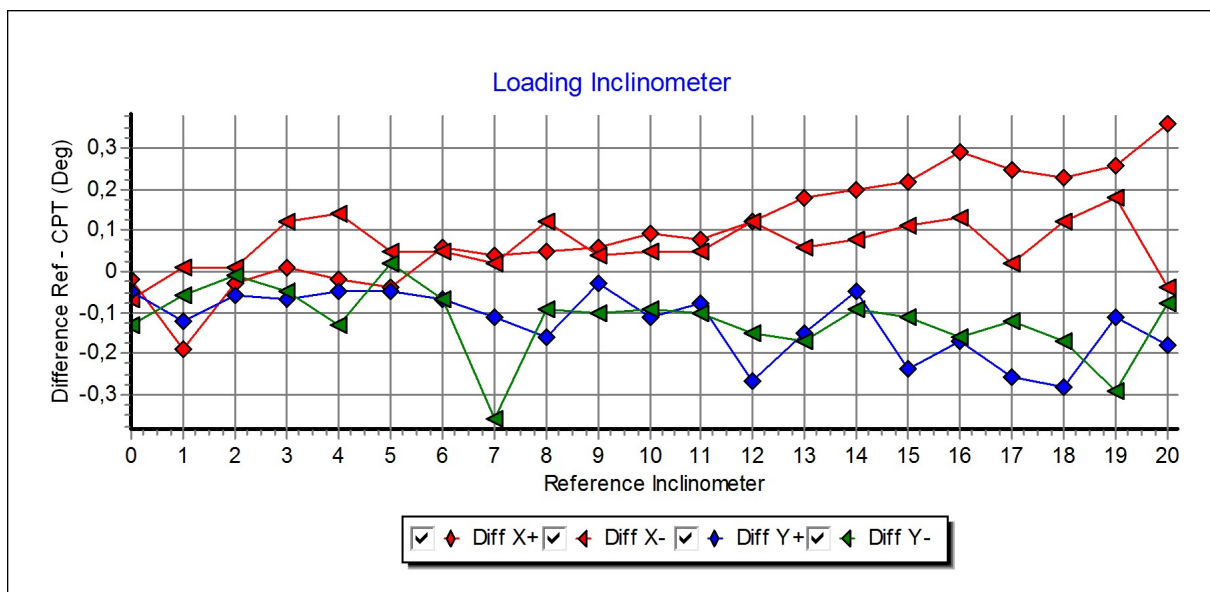
Appl. Press MPa	PorePress MPa	Difference KPa	Accuracy %/MV	PointRes. MPa	Friction MPa	Area Factor A = PR/PP	Area Factor B = LF/PP
0,000	0,000	0,100	0,000	0,000	0,000		
0,215	0,214	1,388	0,648	0,174	0,000	0,813	0,000
0,409	0,407	2,541	0,624	0,332	0,000	0,815	0,000
0,604	0,601	3,743	0,622	0,498	0,000	0,828	0,000
0,818	0,813	4,629	0,569	0,678	0,000	0,833	0,000
1,006	1,002	4,811	0,480	0,838	0,000	0,836	0,000
1,208	1,203	4,897	0,406	1,010	0,000	0,839	0,000
1,406	1,401	4,960	0,353	1,177	0,000	0,840	0,000
1,611	1,607	4,092	0,254	1,351	0,000	0,840	0,000
1,804	1,801	2,743	0,152	1,517	0,000	0,842	0,000
2,002	2,001	1,075	0,053	1,687	0,000	0,843	0,000
1,805	1,801	3,266	0,181	1,518	0,000	0,842	0,000
1,609	1,604	4,806	0,299	1,352	0,000	0,842	0,000
1,400	1,396	4,327	0,310	1,175	0,000	0,841	0,000
1,206	1,199	6,156	0,513	1,012	0,000	0,844	0,000
1,002	0,996	5,935	0,595	0,840	0,000	0,843	0,000
0,808	0,802	5,838	0,727	0,677	0,000	0,844	0,000
0,609	0,604	5,005	0,828	0,510	0,000	0,844	0,000
0,406	0,402	3,636	0,903	0,338	0,000	0,840	0,000
0,209	0,206	2,199	1,062	0,171	0,000	0,830	0,000
0,000	0,000	0,319	0,000	-0,002	0,000		



Specialists in
Geotechnical
Field Equipment

Probe No: **4838**
 Date of Calibration: **2021-03-16**
 Calibration Run No: **1632**
 Calibrated by: **Alexander Dahlin**
Scaling Factor: 0,93

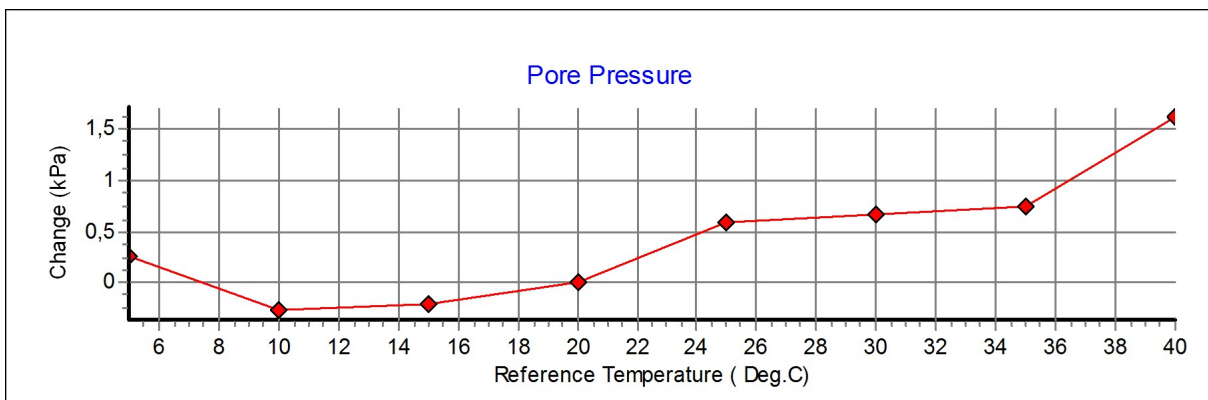
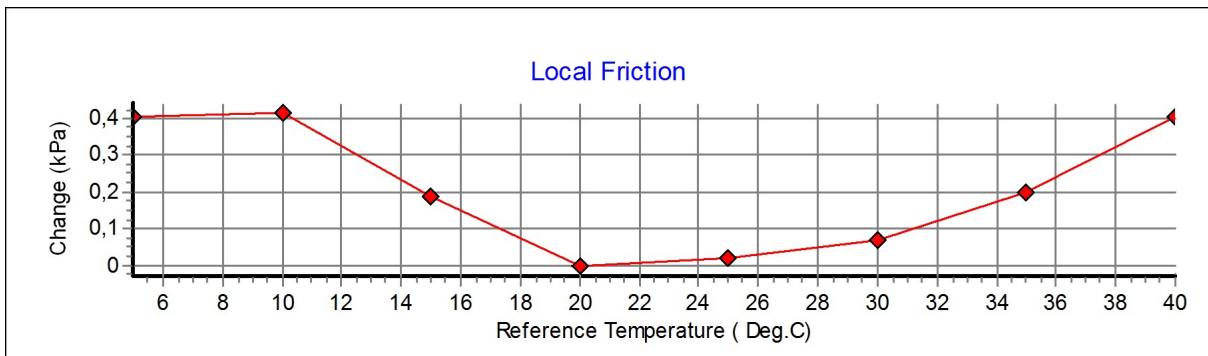
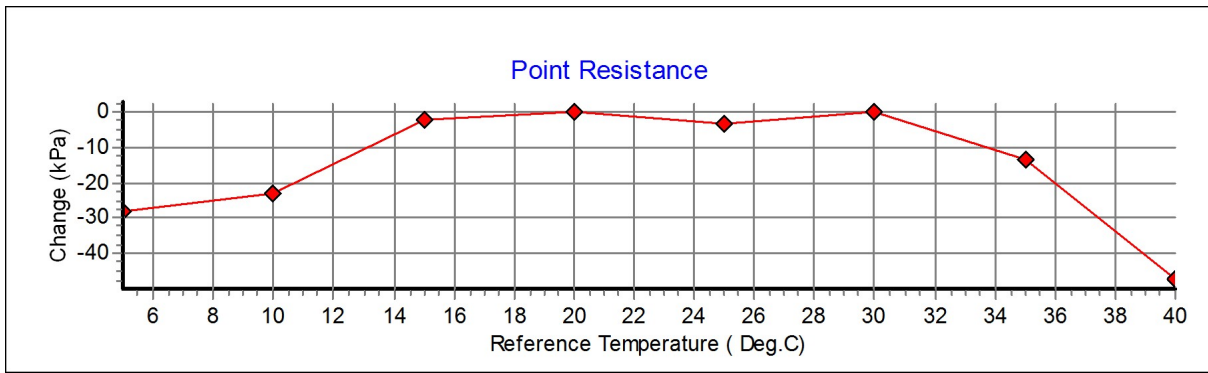
Appl. Incin. Deg	X+ Deg	X- Deg	Y+ Deg	Y- Deg	Diff X+ Deg	Diff X- Deg	Diff Y+ Deg	Diff Y- Deg
0,00	0,02	0,07	0,05	0,13	-0,02	-0,07	-0,05	-0,13
1,00	1,19	0,99	1,12	1,06	-0,19	0,01	-0,12	-0,06
2,00	2,03	1,99	2,06	2,01	-0,03	0,01	-0,06	-0,01
3,00	2,99	2,88	3,07	3,05	0,01	0,12	-0,07	-0,05
4,00	4,02	3,86	4,05	4,13	-0,02	0,14	-0,05	-0,13
5,00	5,04	4,95	5,05	4,98	-0,04	0,05	-0,05	0,02
6,00	5,94	5,95	6,07	6,07	0,06	0,05	-0,07	-0,07
7,00	6,96	6,98	7,11	7,36	0,04	0,02	-0,11	-0,36
8,00	7,95	7,88	8,16	8,09	0,05	0,12	-0,16	-0,09
9,00	8,94	8,96	9,03	9,10	0,06	0,04	-0,03	-0,10
10,00	9,91	9,95	10,11	10,09	0,09	0,05	-0,11	-0,09
11,00	10,92	10,95	11,08	11,10	0,08	0,05	-0,08	-0,10
12,00	11,88	11,88	12,27	12,15	0,12	0,12	-0,27	-0,15
13,00	12,82	12,94	13,15	13,17	0,18	0,06	-0,15	-0,17
14,00	13,80	13,92	14,05	14,09	0,20	0,08	-0,05	-0,09
15,00	14,78	14,89	15,24	15,11	0,22	0,11	-0,24	-0,11
16,00	15,71	15,87	16,17	16,16	0,29	0,13	-0,17	-0,16
17,00	16,75	16,98	17,26	17,12	0,25	0,02	-0,26	-0,12
18,00	17,77	17,88	18,28	18,17	0,23	0,12	-0,28	-0,17
19,00	18,74	18,82	19,11	19,29	0,26	0,18	-0,11	-0,29
20,00	19,64	20,04	20,18	20,08	0,36	-0,04	-0,18	-0,08



Calibration of temperature effect when not loaded.

Göteborg:2021-03-16

Probe No: **4838**
Date of Calibration: **2021-03-16**
Calibration Run No: **1632**
Calibrated by: **Alexander Dahlin**



Specialists in
Geotechnical
Field Equipment

Calibration procedure.

Göteborg: 2021-03-16

Upon delivery, the equipment complies with ISO 22476-1:2012, including Technical Corrigendum 1 (ISO 22476-1:2012/Cor 1:2013)

Point resistance.

The point resistance is calibrated from 0 to maximum range in 10 steps up and down. Then we adjust the calibration factor to fit the best linearity.

Local friction.

A special adapter unit substitutes the cone and transfers the axial forces to the lower end of the friction sleeve. The friction is calibrated from 0 to maximum range in 10 steps up and down then the sleeve is turned 90 degrees and the calibration repeated. Then we adjust the calibration factor to fit the best linearity.

Pore pressure & Area ratio a and b.

The completed probe is installed in a special chamber and the pore pressure sensor are calibrated from 0 to maximum range in 10 step up and down. Then we adjust the calibration factor to fit the best linearity. At half range the pressure of the point and friction is registered and used for calculation of the area factor.

Tilt inclination.

The tilt sensor is calibrated +/- 20deg. from vertical line in steps of 1 deg. This will be done in 2 orthogonal directions.

Temperature.

The temperature sensor are calibrated in steps of 5°C from 5 to 40 °C.

Temperature compensation.

The Point, Friction and the Pore pressure sensors in the probe is temperature compensated and tested in the range 5 to 40 °C.

Calibration reference equipment.

Reference	Load cell	HBM C2/100kN FB088 no.N75672
Reference	Load cell	HBM C2/20kN FB088 no.N76360
Reference	Pressure sensor	HBM P3MB 1MPa no.160410072
Reference	Pressure sensor	HBM P3MB 2MPa no.44410026
Reference	Pressure sensor	HBM P3MB 50MPa no.140510158

The reference sensors are connected to the Geotech black box together with the CPT probe. The measuring data from the reference sensors are simultaneously send to the computer and stored in the Geotech calibration software. The completed systems are recalibrated at RISE Research Institutes of Sweden once a year.

Environment.

Air pressure: - hPa.

Cptlog Cone data base information

Göteborg: 2021-03-16

Cone name

4838

Serial number

4838

Date of purchase

User.

Ranges

Point resistance

50

(Mpa)

Geometric parameters

Area factor a

0,839

Scaling factors

Point resistance

1697

Local friction

0,5

(Mpa)

Area factor b

0

Local friction

3671

Pore pressure

2

(Mpa)

Tip area

10

(cm²)

Pore pressure

3656

Tilt sensor

40

(Deg)

Sleeve area

150

(cm²)

Tilt sensor

0,93

temperature

©

temperature

1

Elect. Conductivity

(mS/m)

Elect. Conductivity A

Type

NOVA cone

Memory option

With memory

Elect. Conductivity B

Technical specification and equipment

(Design and equipment can be customized upon request)

Power:

- 126 kW Perkins diesel engine, 6 cylinder – Emission control Stage 3b

Hydraulics:

- System pressure, 220 bar
- Hydraulic valves Danfoss
- Hydraulic directional control valves
- Hydraulic return filters are mounted
- Load holding valves on all hydraulic cylinders
- Synthetic biodegradable hydraulic oil

Drive:

- Raised drive wheels in the front
- Armoured, split rubber tracks, width 390 mm
- 68 external steel fittings per track
- Solid wheels front and rear
- One bogie at each track
- Ground clearance 370 mm

Mast:

- Cylinder feeded
- Stroke 2450 mm
- Push force: 70 kN
- Pulling force: 130 kN
- Adjustable power and speed
- Mast stand can be raised or lowered
- Mast can be tilted side ways
- Mast can be tilted in the longitudinal direction

- Rotation unit 1 OMS200
- Rotation unit 2 OMS200

Dimensions:

- Width: 2050 mm
- Length: 4640 mm
- Height: 2500 mm

Lighting:

- 1 pcs driving light (halogen)
- 1 pcs in top of mast (halogen)
- 1 pcs towards drilling center (halogen)
- 1 pcs rotating warning light

Recording/measurement:

Data logger (interface) and software made by Geotech.

Sensors:

- Depth
- Feed force
- Rotation
- Torque (optional)
- Rotation pressure (optional)
- Hammer pressure (optional)

All sensors are recorded in SGF (Swedish Geotechnical Society) format.

Additional supplied software converts SGF files to other formats such as Tekla.

Equipment:

- Water pump CAT1010, max 50 liters / 50 bar
- Radio remote control, 9 functions
- Hydraulic winch with 30 m wire, Warn
- Hydraulic chuck 22-45 mm
- Hydraulic rod clamp
- Percussion drilling AC-TT150, R32 connection
- Dynamic sounding (Hfa/SPT/Heijari) (optional)
- Swedish weight sounding (optional)
- Hydraulic rod storage (optional)
- Diamond coring (optional)

Tillegg

Forklaring av totalsondering

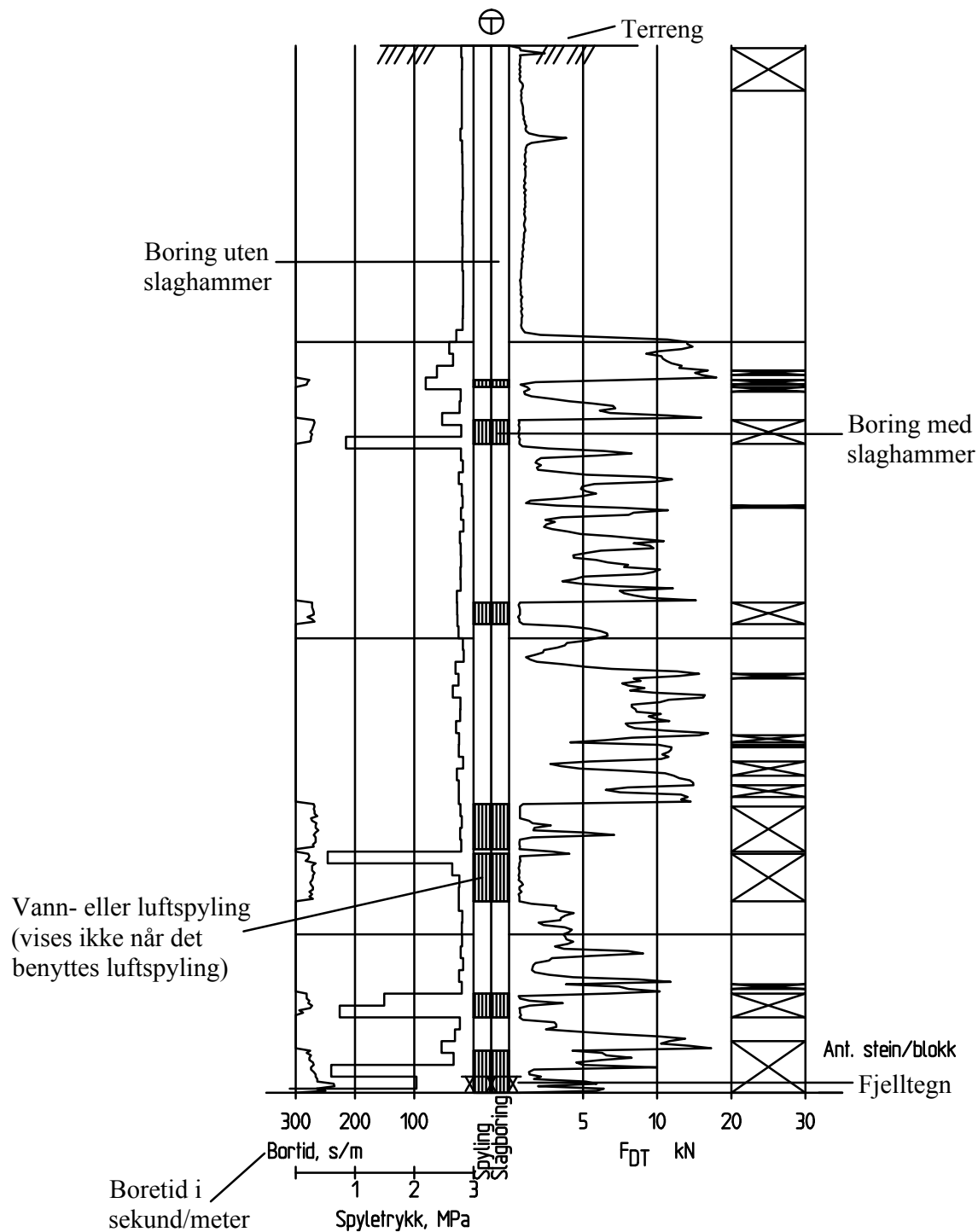
Forklaring av trykksondering

Forklaring av grunnvannstandsmåling

Forklaring av løsmasseprofil



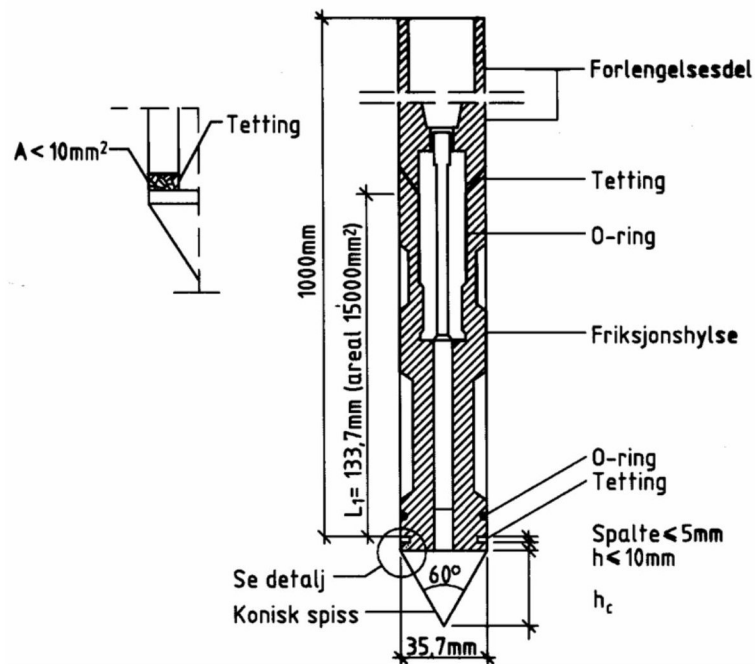
Eksempel på totalsondering med forklaring



Forklaring av trykksondering (CPTU)

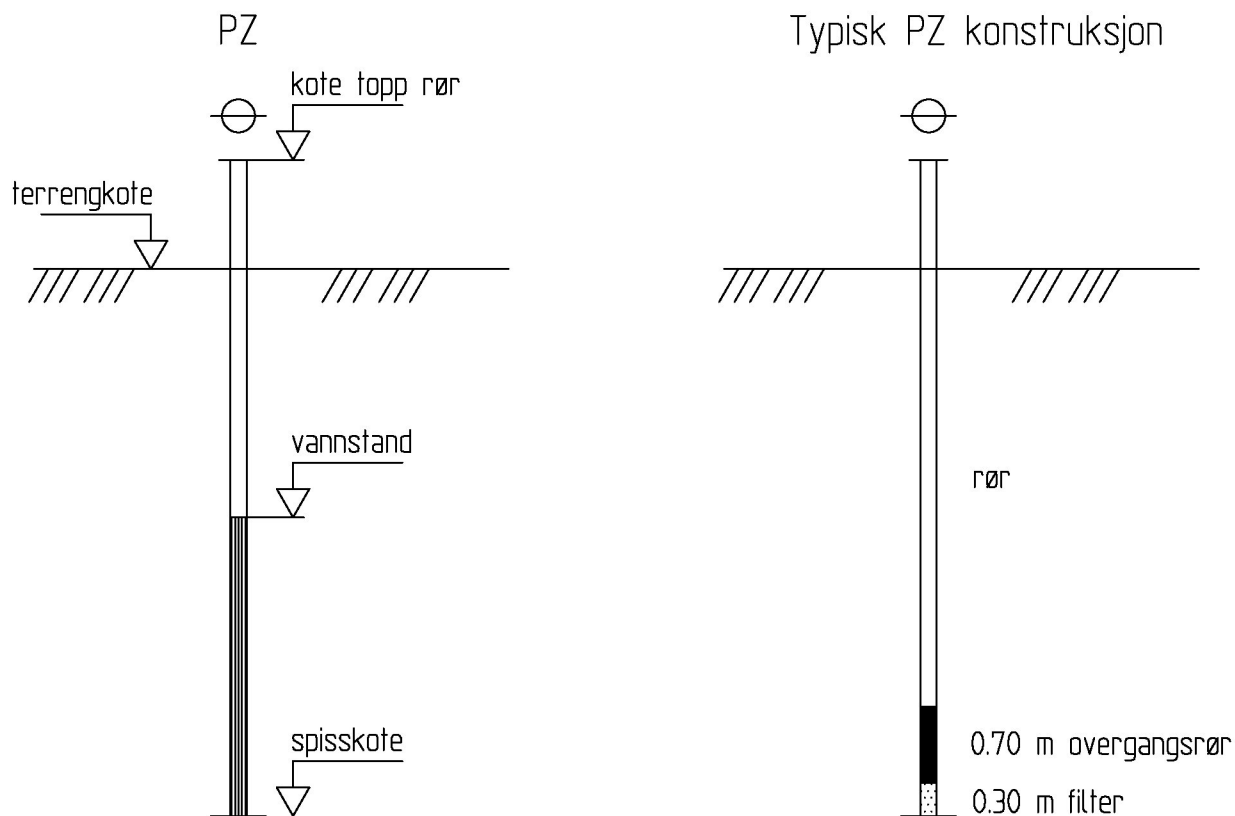
Prinsipp

Trykksondering, CPT (cone penetration test), med poretrykksmåling blir gjerne forkortet CPTU. Sonderingen utføres ved at en sylindrisk sonde med konisk spiss presses ned i grunnen med konstant penetrasjonshastighet 20 mm/s. Under nedpressingen måles kraften mot den koniske spissen, poretrykket like bak spissen og sidefriksjon mot en friksjonshylse på den sylindriske delen.



Målingene skjer ved elektronisk eller akustisk signaloverføring.

Forklaring av grunnvannstandsmåling

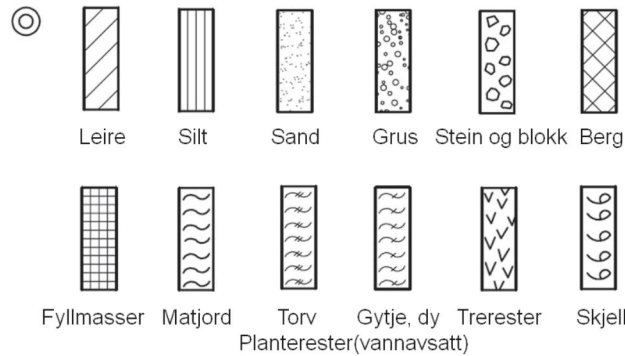


VANNSTAND

HFV	Høyeste flomvannstand
HRV	Høyeste regulerte vannstand
LRV	Laveste regulerte vannstand
HHV	Høyeste høyvannstand
LLV	Laveste lavvannstand
HV	Normal høyvannstand
LV	Normal lavvannstand
MV	Normal middelvannstand
V	Vannstand (dato angis)
GV	Grunnvannstand (dato angis)

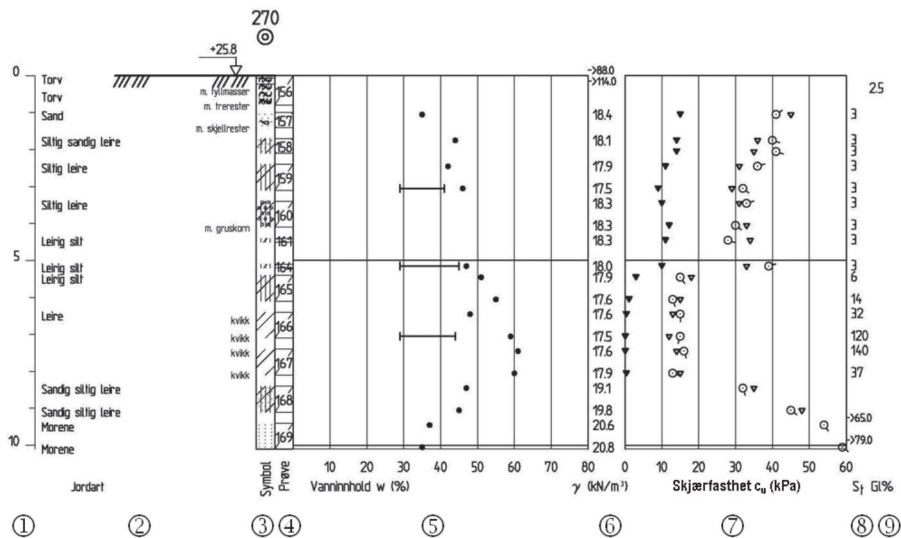
Forklaring av løsmasseprofil

Prøveserie, materialsymboler.



Ved blandingsjordarter som for eksempel morene kombineres symboler.

Framstilling av laboratoriedata.



- (1) Dybden fra terreng. Ved boring i vann, fra elvebunn eller sjøbunn.
- (2) Jordartsbeskrivelse. Grunnvannsstanden kan angis.
- (3) Materialsymboler.
- (4) Prøvens beliggenhet angis ved skråstrek, eventuelt påføres prøvenummer.
- (5) Verdier som faller utenfor diagrammet angis med tall og markeres med pil. I sand kan angis både feltverdier og beregnede verdier tilsvarende vannmettet materiale.
- (6) Tyngdetetthet γ i kN/m^3 , alternativt densitet ρ i kg/m^3 . Eventuelt kan i sand også angis beregnet verdi tilsvarende vannmettet materiale.
- (7) Skjærfasthet c_u angis i kpa
- (8) Sensitivitet S_t angis i hele tall.
- (9) Glødetap angis i %.