
RAPPORT

Hedrumsgate 6, grunnundersøkelser

OPPDRAAGSGIVER

Tønsberg kommune

EMNE

Datarapport – Geotekniske
grunnundersøkelser

DATO / REVISJON: 06. mars 2020 / 00

DOKUMENTKODE: 10216748-01-RIG-RAP-001



Multiconsult

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

Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

RAPPORT

OPPDRAG	Hedrumsgate 6, grunnundersøkelser			DOKUMENTKODE	10216748-01-RIG-RAP-001
EMNE	Datarapport – Geotekniske grunnundersøkelser			TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Tønsberg kommune			OPPDRAGSLEDER	Anniken Wall
KONTAKTPERSON	Svein Wensaas			UTARBEIDET AV	Simon O'Rawe
KOORDINATER	SONE: 32	ØST: 581342	NORD: 6571219	ANSVARLIG ENHET	10112011 Geofag BVT
GNR./BNR.	1008 / 6 / Tønsberg				

SAMMENDRAG

Multiconsult er engasjert av Tønsberg kommune for å utføre orienterende geotekniske grunnundersøkelser i Hedrumsgate 6. Feltundersøkelsene er utført i februar 2020 og omfatter 8 totalsonderinger, 1 trykksondering (CPTU), installasjon av 2 hydrauliske piezometere, samt prøvetaking i ett borpunkt.

Registrerte dybder til berg varierer mellom ca. 20 og 35 meter. Flere av totalsonderingene er avbrutt før stopp i antatt berg.

Løsmassene består hovedsakelig av bløt leire og siltig leire med udrenert skjærfasthet mellom ca. 5-25 kPa. Alle sonderingene indikerer sprøbruddmateriale eller kvikkleire fra varierende dybde. Konusforsøk på omrørte prøver fra borpunkt 6 viser omrørt skjærfasthet fra ca. 1-9 kPa.

Avlesning av poretrykksmålere den 17.02.2020 indikerer at grunnvannstanden ligger rett under terrengoverflaten.

00	06.03.2020	Utarbeidet	Simon O'Rawe	Anniken Wall	Anniken Wall
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHALDSFORTEGNELSE

1	Innledning	5
1.1	Utførelse	5
1.2	Kvalitetssikring og standardkrav	5
1.3	Innhold og bruk av rapporten	5
2	Områdebeskrivelse	6
2.1	Området og topografi	6
3	Geotekniske grunnundersøkelser	7
3.1	Tidligere grunnundersøkelser	7
3.2	Utførte grunnundersøkelser	7
3.2.1	Feltundersøkelser	7
3.2.2	Laboratorieundersøkelser	8
4	Grunnforholdsbeskrivelse	9
4.1	Kvartærgeologisk kart	9
4.2	Eksisterende faresoner for kvikkleireskred	9
4.3	Grunnforhold tolket ut fra grunnundersøkelser	10
4.3.1	Dybde til berg	10
4.3.2	Løsmasser	10
4.3.3	Poretrykk og grunnvann	11
5	Geoteknisk evaluering av resultatene	12
5.1	Viktige forutsetninger	12
5.2	Påvisning av bergnivå	12
6	Behov for supplerende grunnundersøkelser	13
7	Referanser	13

TEGNINGER

10219748-01-RIG-TEG	-000	Oversiktskart
	-001	Borplan
	-010 til -017	Totalsonderinger
	-200	Geotekniske data
	-500.1 til -500.4	Trykksondering (CPTU)

VEDLEGG

1. Kalibreringsskjema CPTU-sonde

BILAG

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

1 Innledning

Foreliggende rapport presenterer resultater fra utførte geotekniske grunnundersøkelser for Hedrumsgate 6 i Tønsberg kommune. Dette er en orienterende grunnundersøkelse i forbindelse med en reguleringsendring av området.

1.1 Utførelse

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

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

Feltundersøkelsene ble utført av Multiconsult AS i februar 2020 med hydraulisk borerigg av typen Geotech 605. Riggeren er utstyrt med en elektronisk registreringsenhet for automatisk logging og opptegning av sonderingsdata.

Laboratorieundersøkelsene er utført ved Multiconsults geotekniske laboratorium i Oslo i uke 7, 2020.

1.2 Kvalitetssikring og standardkrav

Oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Multiconsults styringsystem. Systemet omfatter prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for kvalitetsstandard NS-EN ISO 9001:2015 0. Feltundersøkelsene er utført iht. NS 8020-1:2016 0 og tilgjengelige metodestandarder fra Norsk Geoteknisk Forening 0.

Laboratorieundersøkelsene er utført iht. NS 8000-serien og relevante ISO-standarder. Datarapporten er utarbeidet i henhold til NGF-melding nr. 2 0 og krav i NS-EN-1997 (Eurokode 7) – Del 2 0.

Oversikt over utvalgte metodestandarder er vist i geoteknisk bilag 3.

1.3 Innhold og bruk av rapporten

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

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

2 Områdebeskrivelse

2.1 Området og topografi

Området består i dag av trær og annen vegetasjon, og fire boliger lengst nord. Terrenget er relativt flatt med kotenivå på mellom ca. +1 til +3, og heller slakt ned mot sjøen i øst. Det vises til kartutsnitt i Figur 2-1 nedenfor [4].



Figur 2-1: Oversiktskart med undersøkt område markert i rødt [4]

3 Geotekniske grunnundersøkelser

3.1 Tidligere grunnundersøkelser

Multiconsult kjenner ikke til at det er utført grunnundersøkelser i området tidligere.

3.2 Utførte grunnundersøkelser

3.2.1 Feltundersøkelser

Utførte grunnundersøkelser omfatter:

- 8 stk. totalsonderinger hvorav 3 av disse er utført til antatt berg uten innboring
- 1 stk. trykksone (CPTU)
- 1 stk. prøveserie med poseprøver og ø54 mm sylindereprøver (stål)
- 2 stk. hydrauliske poretrykksmålere

Borpunktens plassering er vist på borplan, se tegning 10216748-01-RIG-TEG-001.

Utskrifter av totalsonderinger er vist på tegninger 10216748-01-RIG-TEG-010 tom. -017.

Utskrift av trykksone (CPTU) er vist på tegning 10216748-01-RIG-TEG-500.1 tom. -500.4.

Det refereres til Tabell 3-2 for koordinat-/høydesystem som er anvendt i oppdraget. Tabell 3-3 gir en oversikt over plassering, metode og boreddybder for hvert borpunkt.

Tabell 3-1: Koordinat-/høydesystem

Høydesystem	Koordinatsystem	Sone
NN 2000	Euref 89	UTM 32

Tabell 3-2: Utførte feltundersøkelser

Borpunkt	Koordinater			Metode	Boret dybde			Kommentar
	X (Nord)	Y (Øst)	Z		Løs- masse	Ant. Berg	Totalt	
	[m]	[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	
1	6571218,5	581341,6	2,9	TOT	35,0	0,0	35,0	
2	6571226,8	581384,2	1,7	TOT, PZ	15,3	0,0	15,3	
3	6571192,1	581338,4	2,7	TOT	19,8	0,0	19,8	
4	6571198,4	581375,7	2,0	TOT	15,6	0,0	15,6	
5	6571171,5	581320,0	2,8	TOT	15,6	0,0	15,6	
6	6571174,7	581353,8	2,4	TOT, PR, CPTU	15,4	0,0	15,4	
7	6571143,5	581315,6	2,7	TOT	20,1	0,0	20,1	
8	6571138,9	581342,0	2,7	TOT	23,7	0,0	23,7	

TOT=Totalsondering; CPTU=Trykksone; PZ=Poretrykksmåling; PR=Prøveserie

3.2.2 Laboratorieundersøkelser

Prøvene er undersøkt i geoteknisk laboratorium med tanke på klassifisering og identifisering av jordartene, samt bestemmelse av prøvenes mekaniske egenskaper. Dette omfatter vanninnhold, tyngdetetthet, konsistensgrenser, samt udrenert og omrørt skjærfasthet i massene.

Følgende laboratorieundersøkelser er utført:

- Rutineundersøkelser av 2 poseprøver
- Rutineundersøkelser av 5 sylinderprøver (54 mm)
- Konsistensgrenser i 4 sylinderprøver

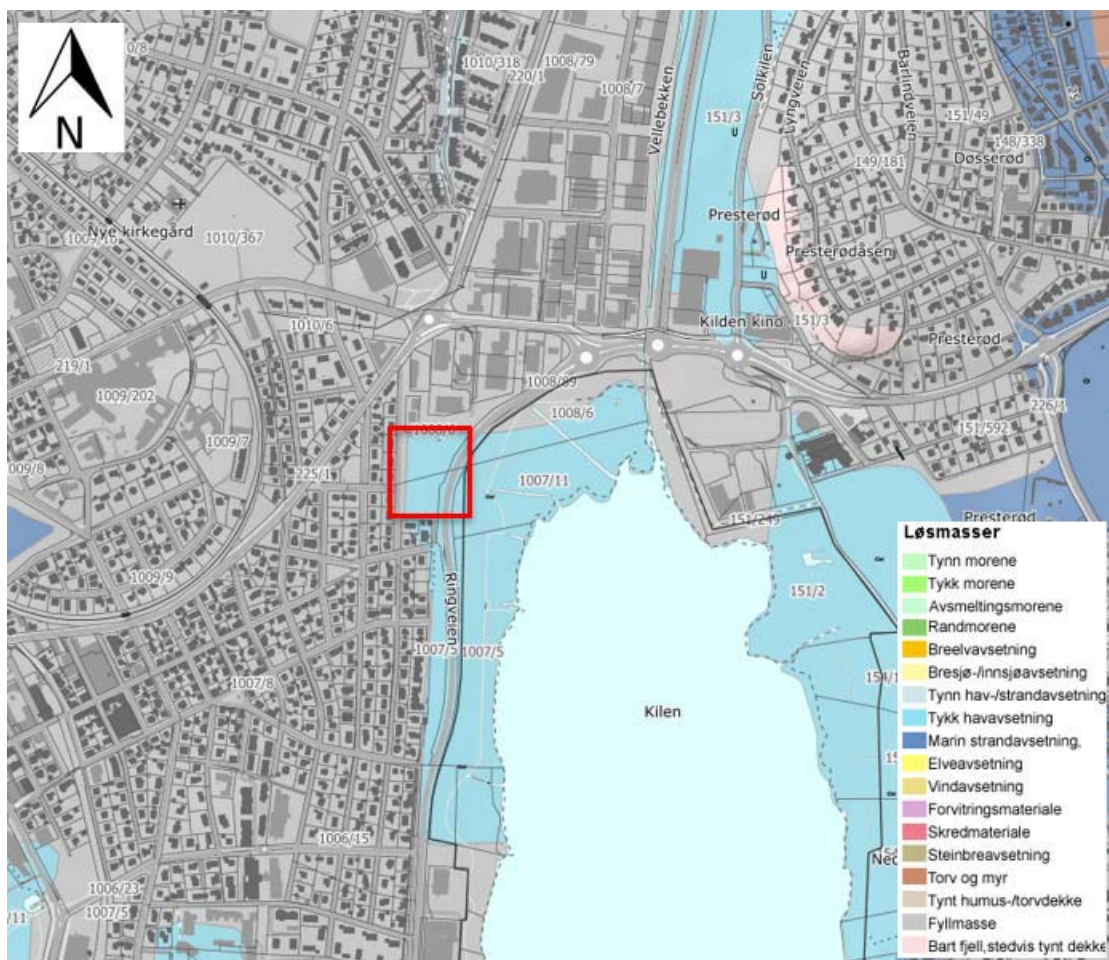
Resultatene fra laboratorieundersøkelsene er presentert som geotekniske data i tegning 10216748-01-RIG-TEG-200.

4 Grunnforholdsbeskrivelse

4.1 Kwartærgeologisk kart

Figur 4-1 viser et utsnitt av kvartærgeologisk kart for det aktuelle området. Kartet indikerer at løsmassene i området hovedsakelig består av tykke havavsetninger. I slike masser kan en forvente å finne finkornige, marine avsetninger med mektighet fra 0,5 m til flere titalls meter. Det er som regel få eller ingen fjellblotninger i disse områdene.

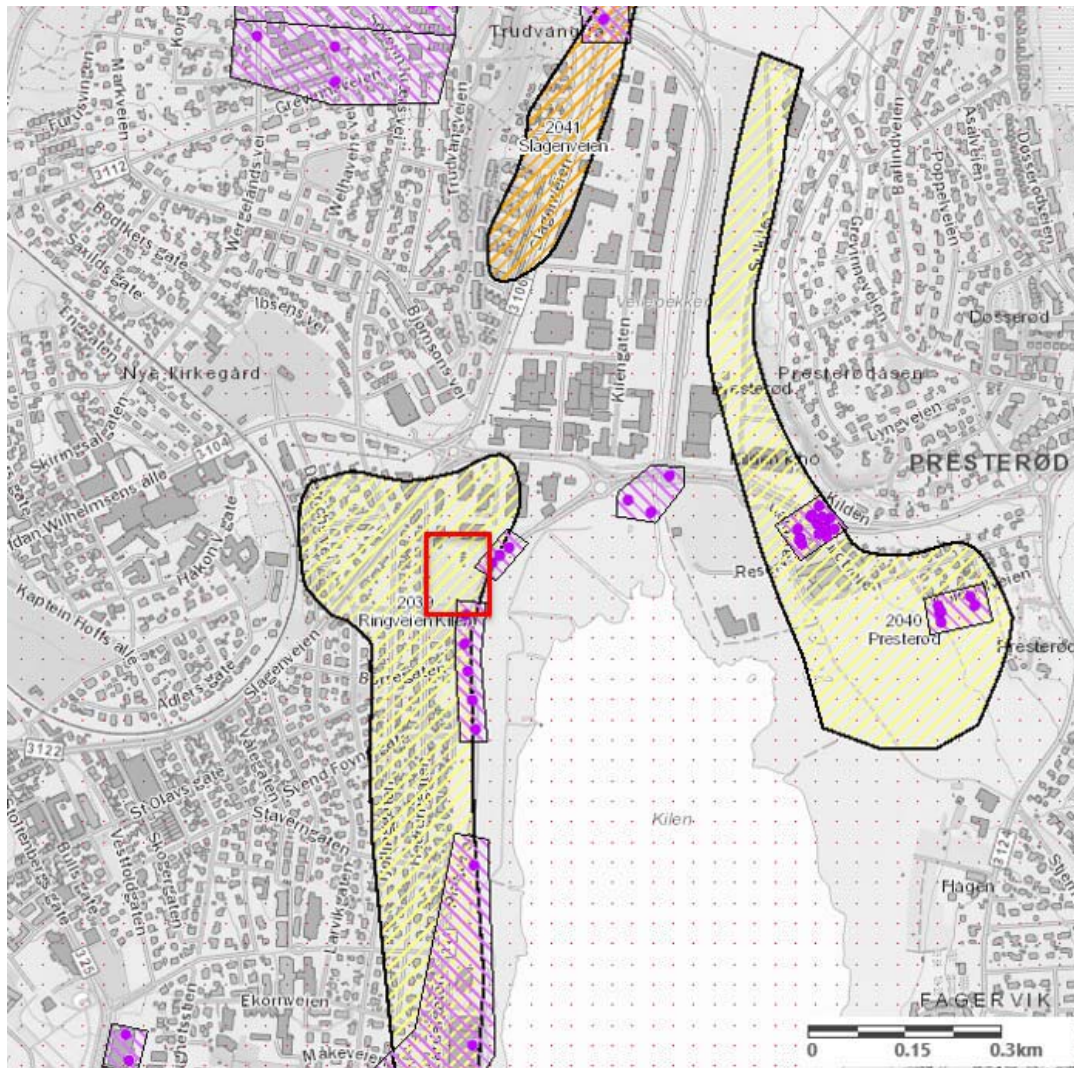
Det kvartærgeologiske kartgrunnlaget gir en visuell oversikt over landskapsformende prosesser over tid, samt løsmassenes overordnede fordeling. Utgangspunktet for disse oversiktskartene er i all hovedsak visuell overflatekartlegging, og kun i begrenset omfang fysiske undersøkelser. Kartene gir ingen 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: Kwartærgeologisk kart over området 0.

4.2 Eksisterende faresoner for kvikkleireskred

Hele tomten ligger under marin grense, og i henhold til faresonekart på NVE-Atlas [7] ligger den innenfor en kartlagt faresone for kvikkleireskred. Sonen har ID-nummer 2039 og er registrert med faregrad «lav» og konsekvens «meget alvorlig». Dermed havner sonen i risikoklasse 3. Det er også registrert andre faresoner i nærheten. Figur 4-2 viser en oversikt over de registrerte faresonene for kvikkleireskred i det aktuelle området.



Figur 4-2: Registrerte faresoner for kvikkleireskred 0.

4.3 Grunnforhold tolket ut fra grunnundersøkelser

4.3.1 Dybde til berg

Registrert dybde til antatt berg varierer mellom ca. 20 og 35 m i de tre borpunktene som er boret til antatt berg. Koter for antatt bergnivå varierer mellom ca. -17 og -32.

Totalsonderingene indikerer at det er store lokale forskjeller i dybde til antatt berg, med variasjoner på opptil 15 meter innenfor en radius på ca. 80 meter. Det er registrert størst dybde til berg i den nordlige delen av tomten, mens de grunneste registreringene er gjort helt i sør. Ettersom flere av boringene er avsluttet uten stopp i antatt fjell, er det ikke mulig å trekke noen konklusjoner om antatt bergoverflate utover dette. Generelt vil imidlertid bergoverflatens forløp mellom borpunktene kunne være svært variabel, og det kan finnes lokale forhøyninger eller forsenkninger i bergoverflaten som ikke er fanget opp av utførte undersøkelser.

4.3.2 Løsmasser

Alle totalsonderingene indikerer mulig sprøbruddmateriale eller kvikkleire. Fra hvilken dybde sprøbruddmaterialet inntreffer varierer.

Det er utført prøvetaking i ett borpunkt i forbindelse med grunnundersøkelsene på tomten.

Laboratorieanalysene viser at løsmassene i dette borpunktet hovedsakelig består av leire og siltig

leire. Det er tatt opp prøver ned til en dybde på 10 m. Vanninnholdet i de uforstyrrede sylindrerprøvene ligger mellom ca. 38 og 62 %. Enaksial- og konusforsøk viser udrenert skjærfasthet mellom ca. 5-25 kPa, og leiren kan dermed karakteriseres som «bløt» iht. Håndbok V220 [8]. Plastisitetsindeksen varierer mellom ca. 12-22 %, slik at leiren karakteriseres som middels til meget plastisk. Konusforsøk på omrørte prøver viser omrørt skjærfasthet fra ca. 1-9 kPa, med tilhørende sensitivitet i størrelsesorden 2-16. Fra 5 m dybde er omrørt konus < 1,27 kPa og materialet klassifiseres som sprøbruddmateriale, men ikke kvikkleire siden omrørt skjærfasthet er over 0,33 kPa. Herfra er også vanninnholdet over flytegrensen. Det er registrert fastere masser i øvre del av prøveserien hvor leiren er delvis forvitret. I hovedsak kan materialet klassifiseres som lite sensitivt, med unntak av én delprøve som havner i nedre del av skalaen for middels sensitivt materiale.

Bormannskapet har notert at det er et topplag av torv/myr på ca. 0,5-1,0 meter tykkelse i flere av borpunktene.

Borpunkt 1 indikerer at det er et morenelag over berg. Innboring i berg må utføres i senere fase for sikker påvisning av bergnivå.

4.3.3 Poretrykk og grunnvann

Det er utført hydraulisk vannstandsmåling i borpunkt 2. Piezometerene er installert 4 m og 8 m under terreng. Peiling av vannstanden i piezometerene den 17.02.2020 indikerer at grunnvannstanden ligger rett under terrengoverflaten.

I tillegg er vannstanden i prøvetakingshullet ved borpunkt 6 peilet til ca. 0,5 m under terreng.

Det presiseres at grunnvannstand- og poretrykkssituasjonen i grunnen vil kunne varierer med nedbør og årstidsvariasjoner.

5 Geoteknisk evaluering av resultatene

5.1 Avvik fra standard utførelsesmetoder

Det er ikke registrert om avvik fra standard metoder/prosedyrer.

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

Tre av totalsonderingene er ført ned til antatt berg. Resterende sonderinger er avsluttet i løsmasser fordi det ble boret over 15 m uten å treffe antatt berg. Siden dette er en orienterende grunnundersøkelse ble dette vurdert som tilstrekkelig.

Kvaliteten på opptatte prøver er generelt akseptabel. Prøven i 7,5 m derimot viser en bruddtøyning på 15% for enaksialforsøk som betyr at prøven er forstyrret. For de andre prøvene ligger bruddtøyningen i enaksforsøkene på ca.3-7%.

Trykksonderingen (CPTU) er i anvendelsesklasse 1.

5.4 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

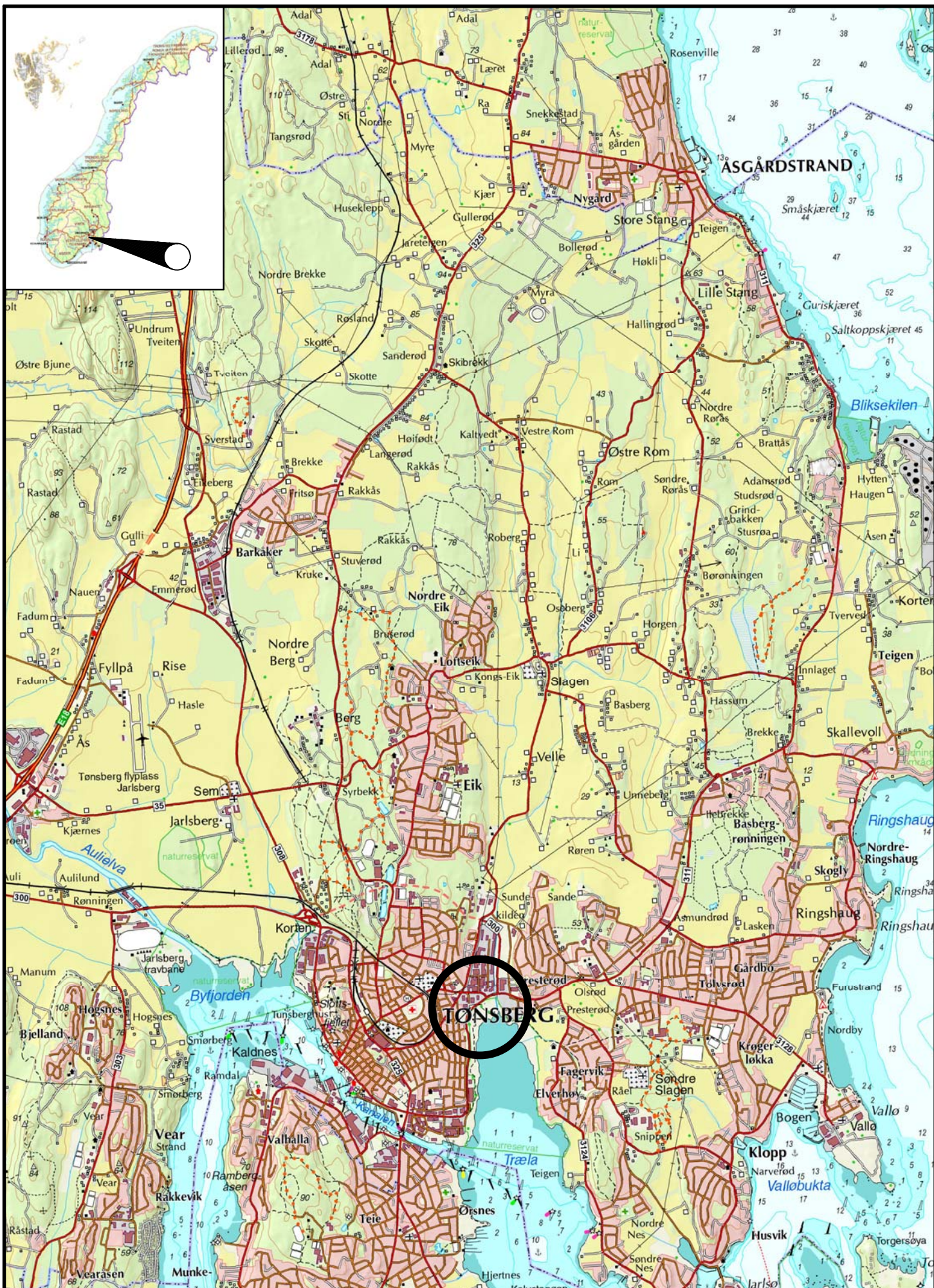
Iht. NS-EN-1997-2 skal grunnundersøkelser normalt utføres i minst to omganger;

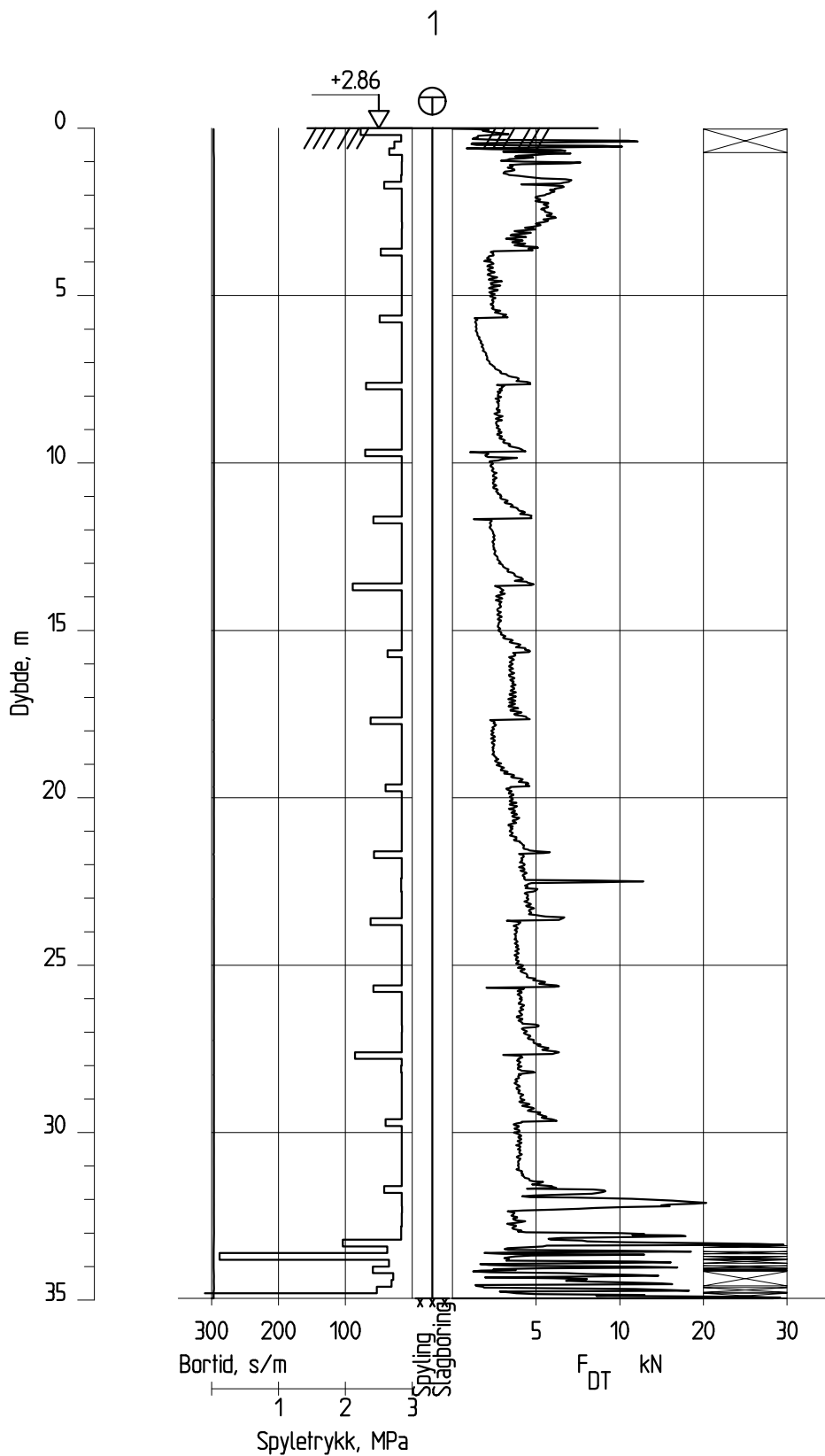
- Forundersøkelser (typisk skisse-/forprosjekt)
- Prosjekteringsundersøkelser (typisk detaljprosjekt)

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

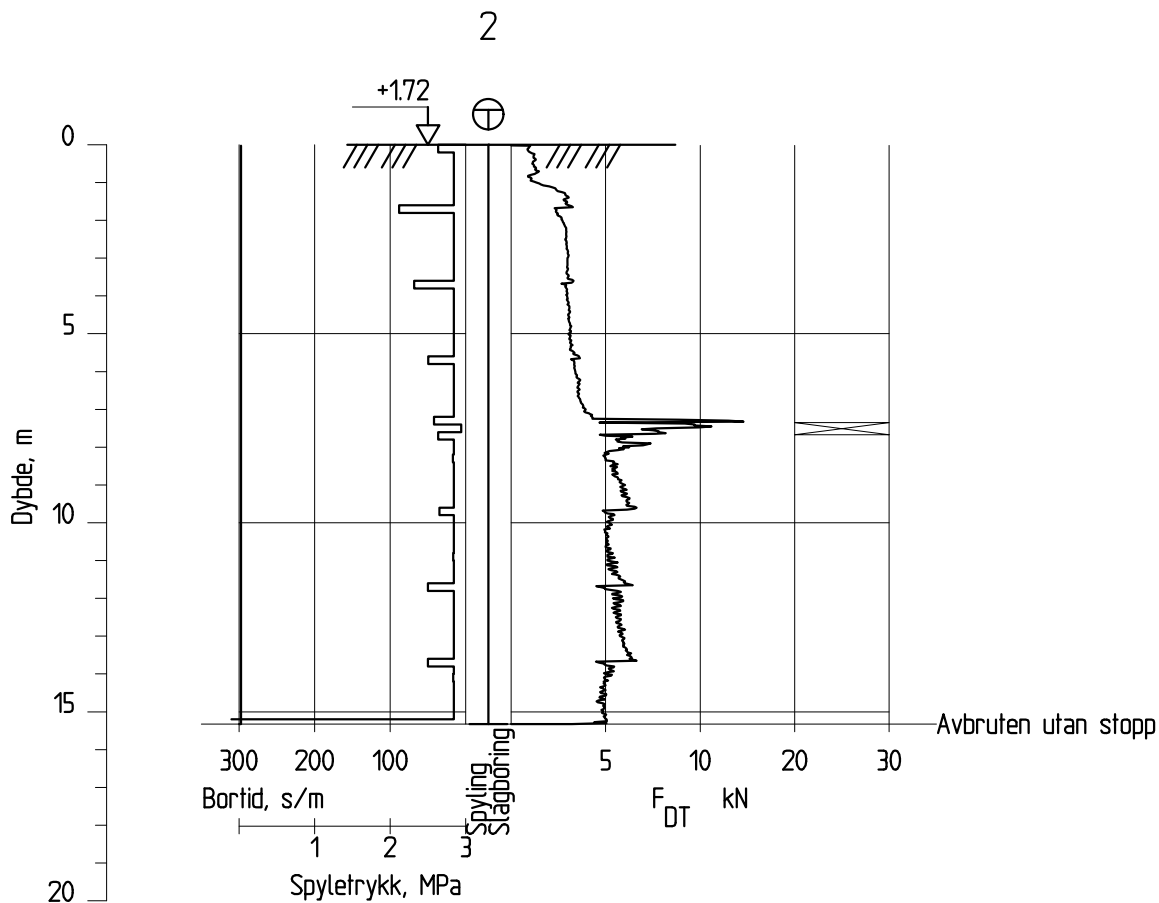
- [1] Standard Norge, «Systemer for kvalitetsstyring. Krav (ISO 9001:2015)», Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN ISO 9001:2015.
- [2] Standard Norge, «Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver (NS-EN 1997-2:2007)», Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN 1997-2:2007/AC:2010+NA:2008, September 2010
- [3] Standard Norge, «Kvalifikasjonskrav til utførende av grunnundersøkelser – Del 1: Geotekniske feltundersøkelser (NS 8020-1:2016)», Standard Norge, Norsk standard NS 8020-1:2016, Juni 2016
- [4] Norgeskart, Kartverket, 2020: norgeskart.no
- [5] NGU, «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase - kvartærgeologiske kart».
- [6] Norsk Geoteknisk Forening (NGF): NGF-Melding nr. 1-11.
- [7] Norges Vassdrags- og energidirektorat(NVE): atlas.nve.no
- [8] Geoteknikk i vegbygging, Håndbok V220, Statens vegvesen, 2014





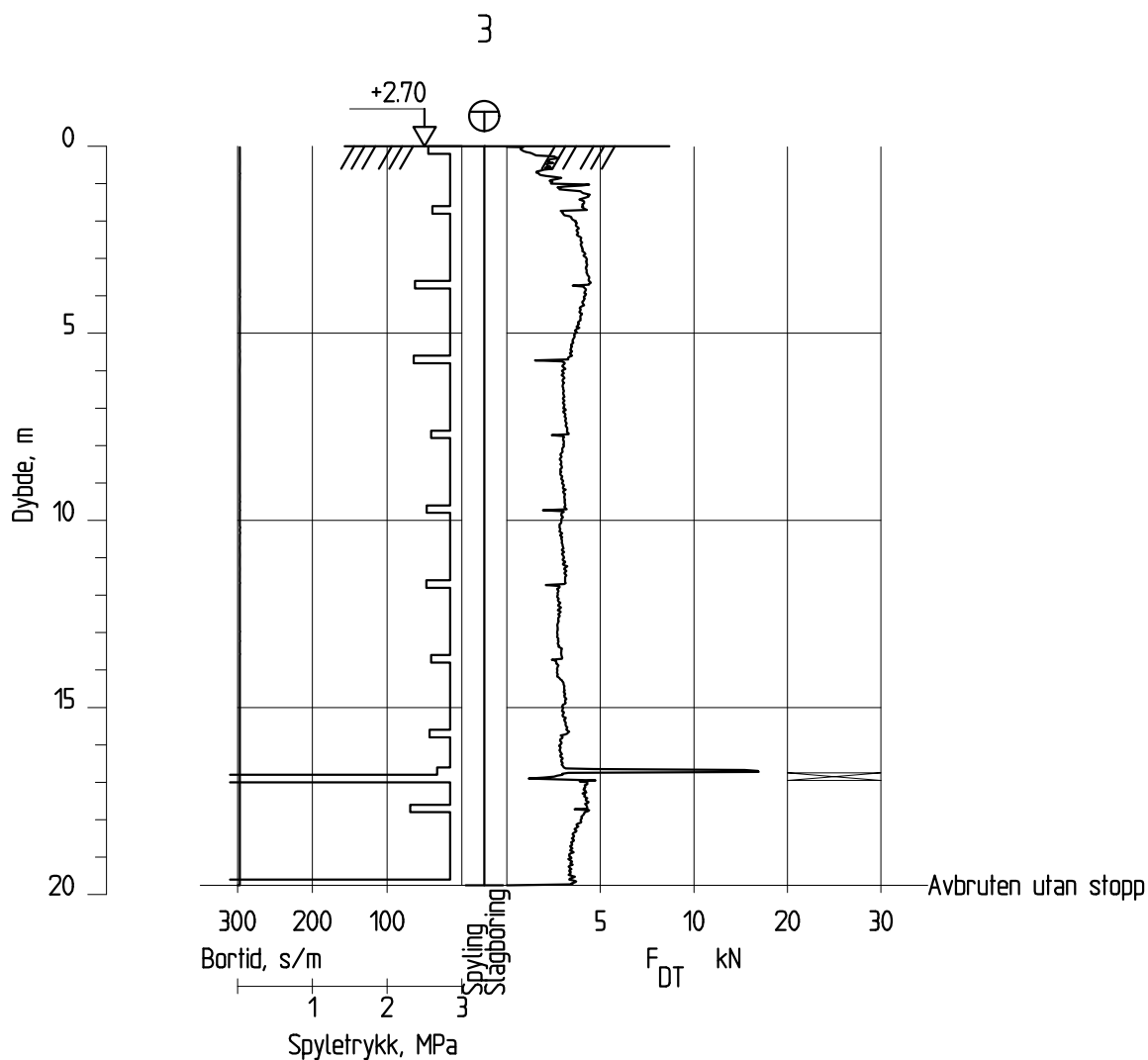
Dato boret :03.02.2020

Posisjon: X 6571218.48 Y 58134.163



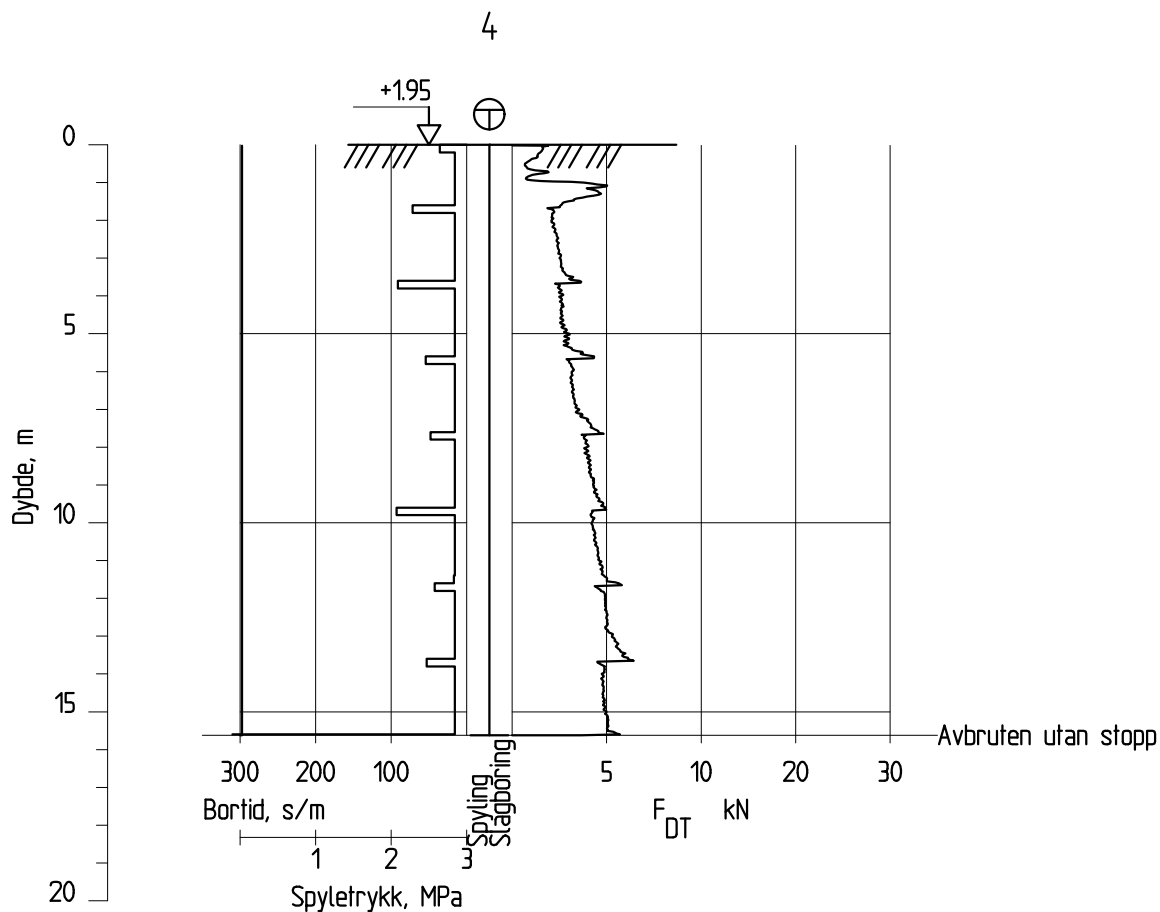
Dato boret :03.02.2020

Posisjon: X 6571226.75 Y 581384.22



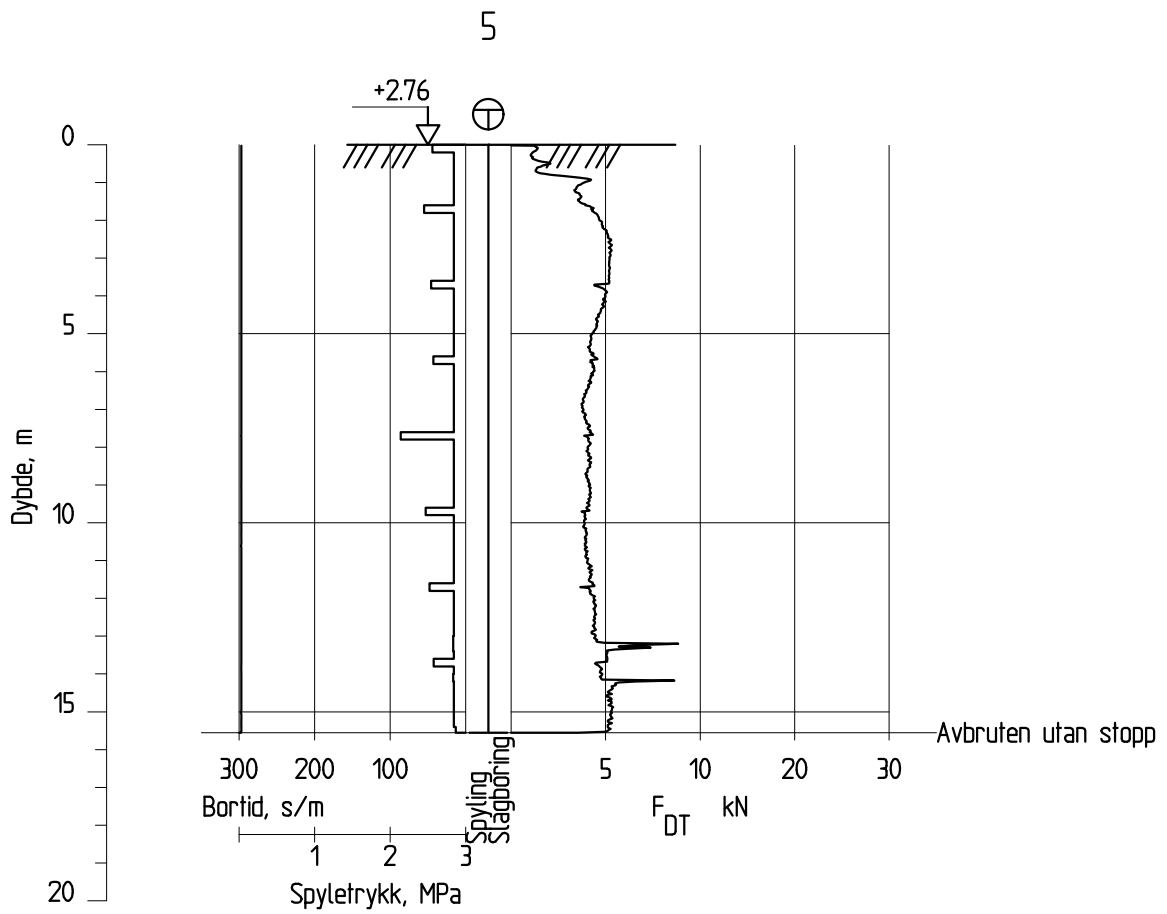
Dato boret :03.02.2020

Posisjon: X 6571192.13 Y 581338.44



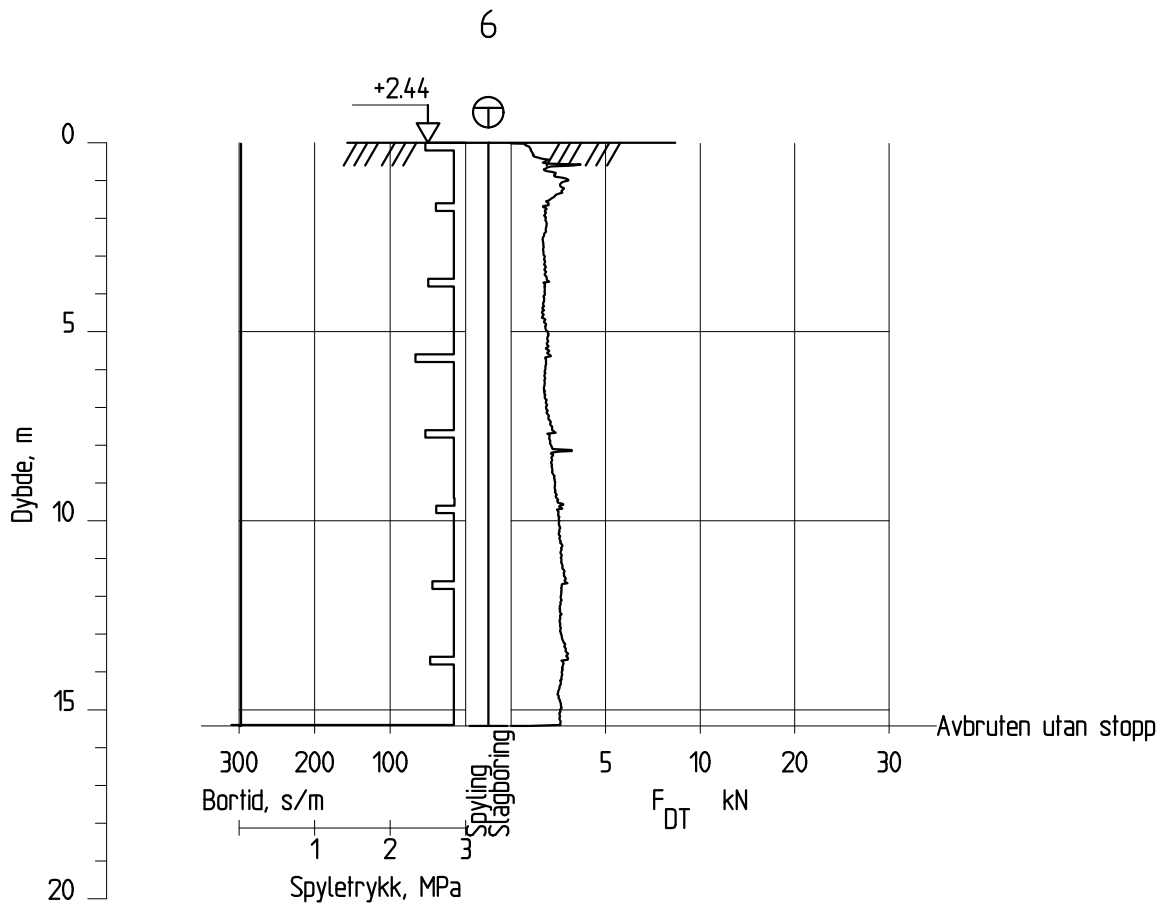
Dato boret :03.02.2020

Posisjon: X 6571198.40 Y 581375.67



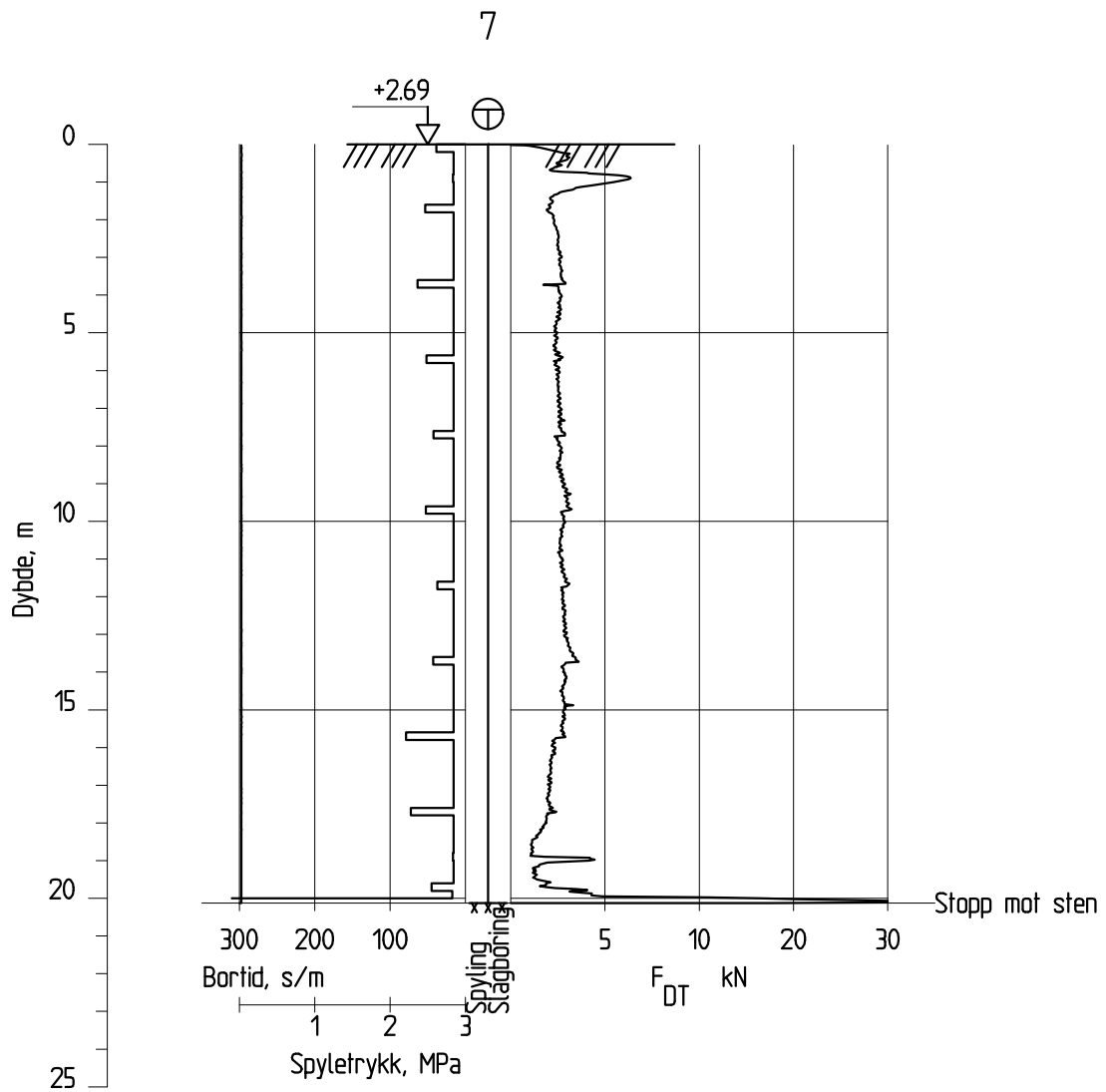
Dato boret :03.02.2020

Posisjon: X 6571171.48 Y 581319.99



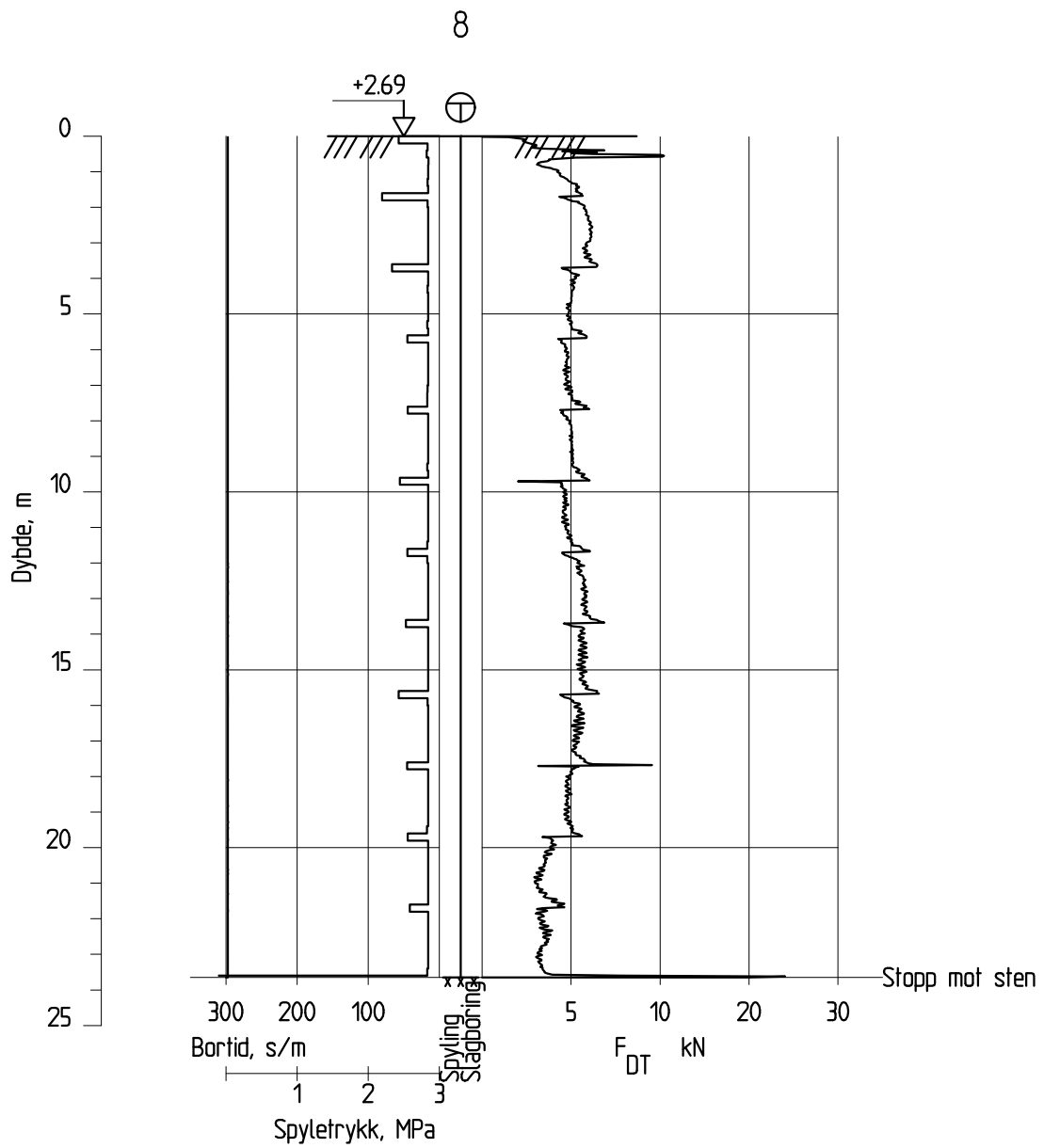
Dato boret :03.02.2020

Posisjon: X 6571174.68 Y 581353.82



Dato boret :03.02.2020

Posisjon: X 657114.348 Y 581315.59



Dato boret :03.02.2020

Posisjon: X 6571138.91 Y 58134.95

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	
	FYLLMASSE: LEIRE, siltig iblandet sand- og gruskorn, teglstein, rothår																
	LEIRE, siltig																
	LEIRE, siltig	forvitrede flekker															
	LEIRE, siltig	spor av forvitring i topp						1,86									2 3
	LEIRE, siltig	en sandlomme						1,85									5 7
5																	
	LEIRE																
	LEIRE																
	LEIRE							1,69									6 9
	LEIRE							1,69									5 4
	LEIRE, siltig	enk.sand- og gruskorn, enk.skjellrester						1,80									8 16
10																	
15																	
20																	

Symboler:



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

○ Vanninnhold

▼ Omrørt konus

ρ = Densitet

T = Treaksialforsøk

Grunnvannstand: 0,5 m

— Plastisitetsindeks, I_p

▽ Uomrørt konus

ρ_s = Korndensitet

Ø = Ødometerforsøk

Borbok: Digital

S_t = Sensitivitet

K = Korngradering

PRØVESERIE

Borhull:

6

Tønsberg kommune

Dato:

2020-02-17

Hedrums gate 6

Multiconsult
www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet:

GEO

Kontrollert:

ANNM

Godkjent:

ANMW

Oppdragsnummer:

10216748

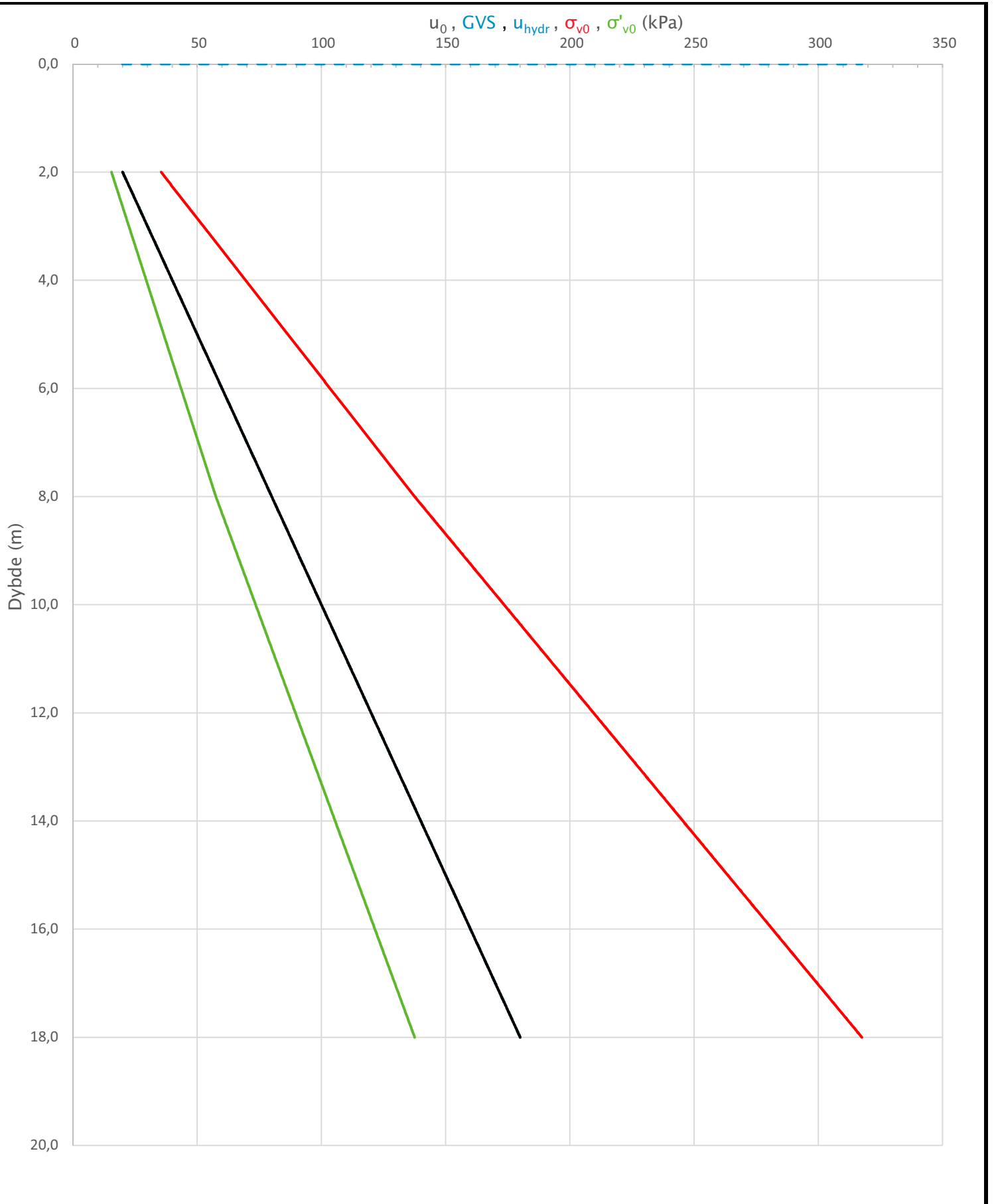
Tegningsnr.:

RIG-TEG-200

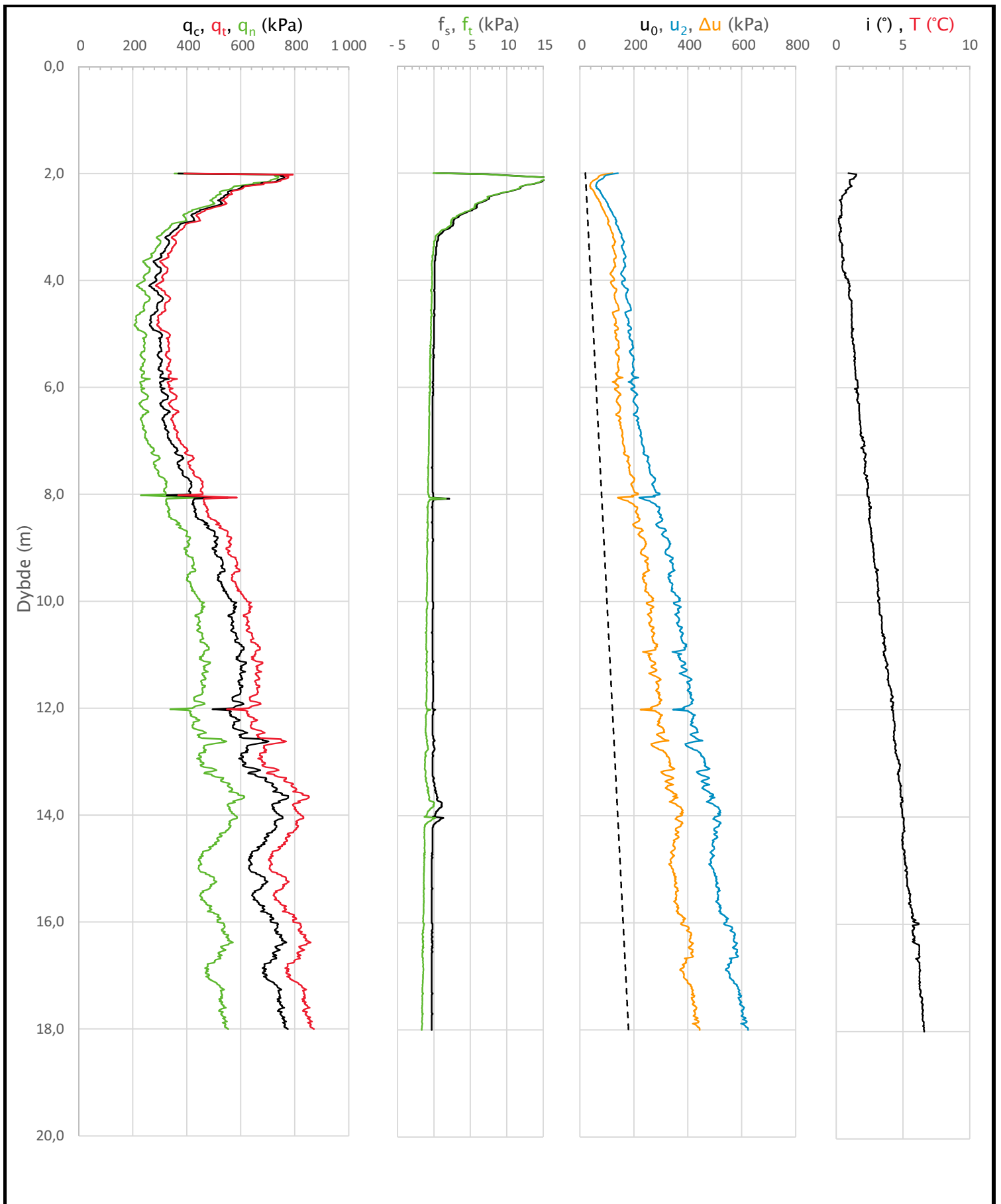
Rev. nr.:

00

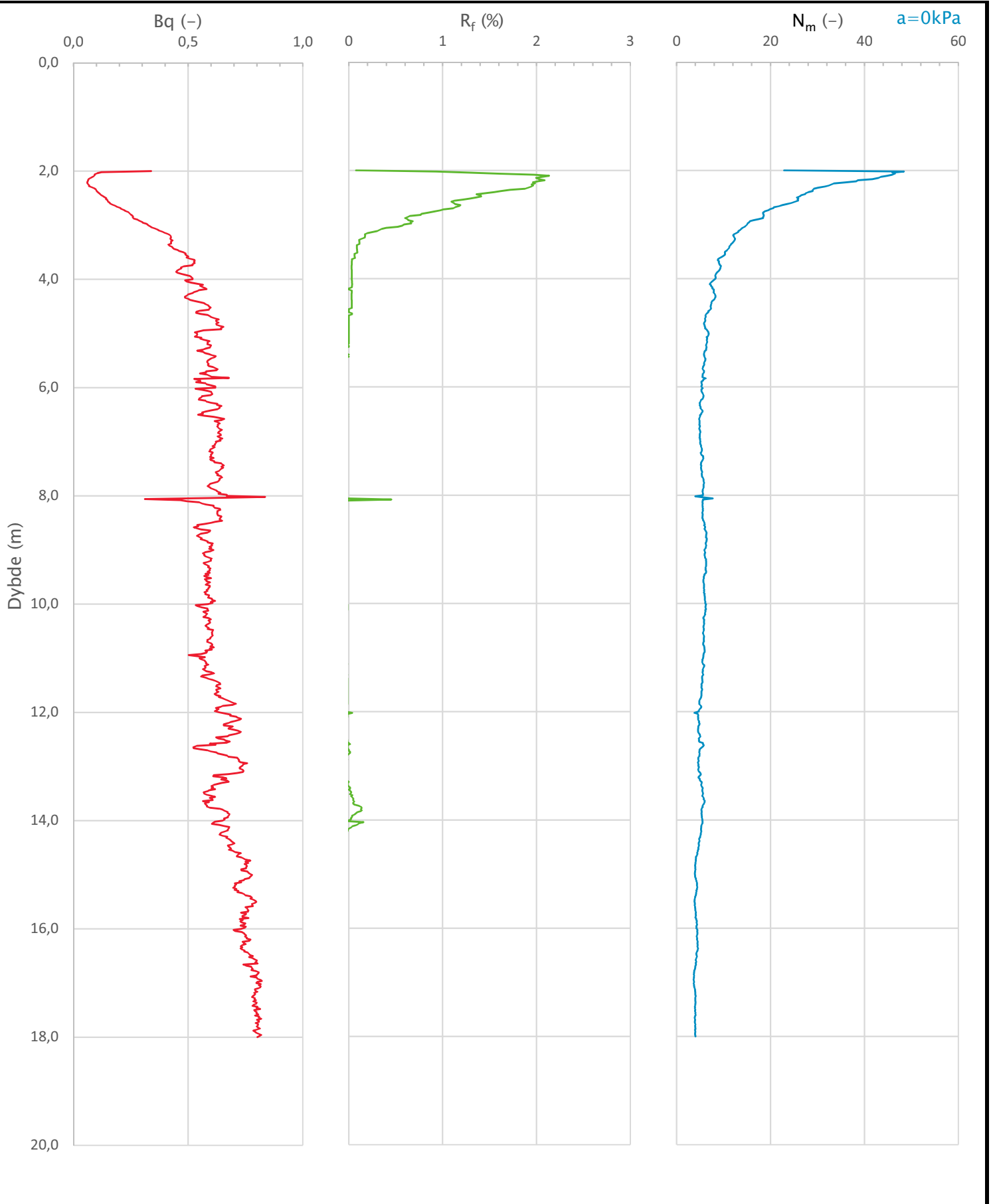
Sonde og utførelse						
Sondennummer	4584		Boreleder		Terje	
Type sonde	0		Temperaturendring (°C)		0	
Kalibreringsdato	05.08.2019		Maks helning (°)		6,6	
Dato sondering	04.02.2020		Maks avstand målinger (m)		0,02	
Filtertype	Porøst filter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0,5		2	
Måleområde (MPa)	50		0,5		2	
Skaleringsfaktor	1305		3759		3642	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0,5846		0,0101		0,0209	
Arealforhold	0,8450		0,0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	19,865		0,71		0,711	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	7251,6		119,2		253,6	
Registrert etter sondering (kPa)	5,9		-0,3		-0,5	
Avvik under sondering (kPa)	5,9		0,3		0,5	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0,0		0,0		0,0	
Maksverdi under sondering (kPa)	775,4		16,3		623,7	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	6,5	0,8	0,3	1,9	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	
OK	OK		OK		OK	
Kommentarer:						
Prosjekt			Prosjektnummer: 10216748-01		Borhull	
Hedrumsgate 6, grunnundersøkelser					6	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					4584	
	Tegnet		Kontrollert		Godkjent	
	SIOR		ANNW		ANNW	
Utførende		Dato sondering		Revisjon		Anvend.klasse
Multiconsult		20-02-04		0		
				Rev. dato		500.1
				25.02.2020		



Prosjekt Hedrumsgate 6, grunnundersøkelser			Prosjektnummer: 10216748-01	Borhull 6
Innhold In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger			Sondennummer 4584	
Multiconsult	Tegnet SIOR	Kontrollert ANNW	Godkjent ANNW	Anvend.klasse 1
	Utførende Multiconsult	Dato sondering 20-02-04	Revisjon 0 Rev. dato 25.02.2020	RIG-TEG 500.2



Prosjekt		Prosjektnummer: 10216748-01		Borhull
Hedrumsgate 6, grunnundersøkelser				6
Innhold				Sondennummer
Måledata og korrigerte måleverdier				4584
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	SIOR	ANNW	ANNW	1
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG
	Multiconsult	20-02-04	0	500.3
			Rev. dato	
			25.02.2020	



Prosjekt			Prosjektnummer: 10216748-01	Borhull
Hedrumsgate 6, grunnundersøkelser				6
Innhold			Sondennummer	
Avledede dimensjonsløse forhold			4584	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	SIOR	ANNW	ANNW	1
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG
	Multiconsult	20-02-04	0	500.4
			Rev. dato	
			25.02.2020	

CALIBRATION CERTIFICATE FOR CPT PROBE 4584

Probe No 4584
 Date of Calibration 2019-08-05
 Calibrated by Joakim Tingström.....
 Run No 821
 Test Class: ISO 1

Point Resistance		Tip Area 10cm²
Maximum Load	50	MPa
Range	50	MPa
Scaling Factor	1305	
Resolution	0,5846	kPa
Area factor (a)	0,845	

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 19,865 kPa
 Temperature range 5 –40 deg. Celsius.

Local Friction		Sleeve Area 150cm²
Maximum Load	0,5	MPa
Range	0,5	MPa
Scaling Factor	3759	
Resolution	0,0101	kPa
Area factor (b)	0	

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 0,71 kPa
 Temperature range 5 –40 deg. Celsius.

Pore Pressure		
Maximum Load	2	MPa
Range	2	MPa
Scaling Factor	3642	
Resolution	0,0209	kPa

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 0,711 kPa
 Temperature range 5 –40 deg. Celsius.

Tilt Angle.	Scaling Factor: 0,94	
--------------------	-----------------------------	--

Range 0 - 40 Deg.

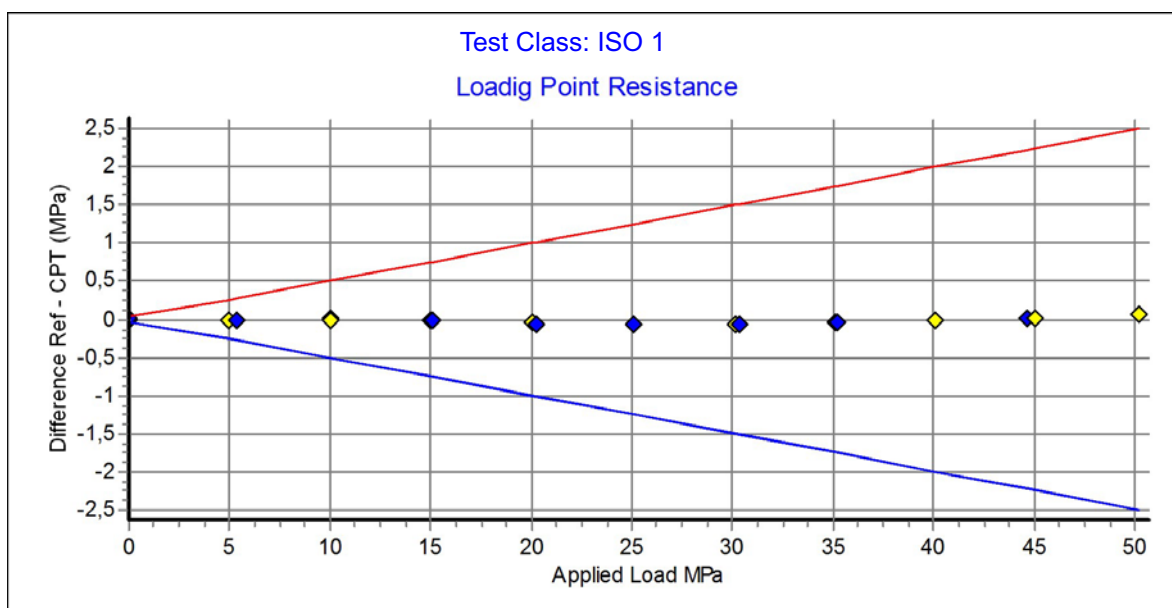
Backup memory
Temperature sensor



Specialists in
 Geotechnical
 Field Equipment

Probe No: **4584**
 Date of Calibration: **2019-08-05**
 Calibration Run No: **821**
 Calibrated by: **Joakim Tingström**
Scaling Factor: 1305
 Reference Cell: **58604**

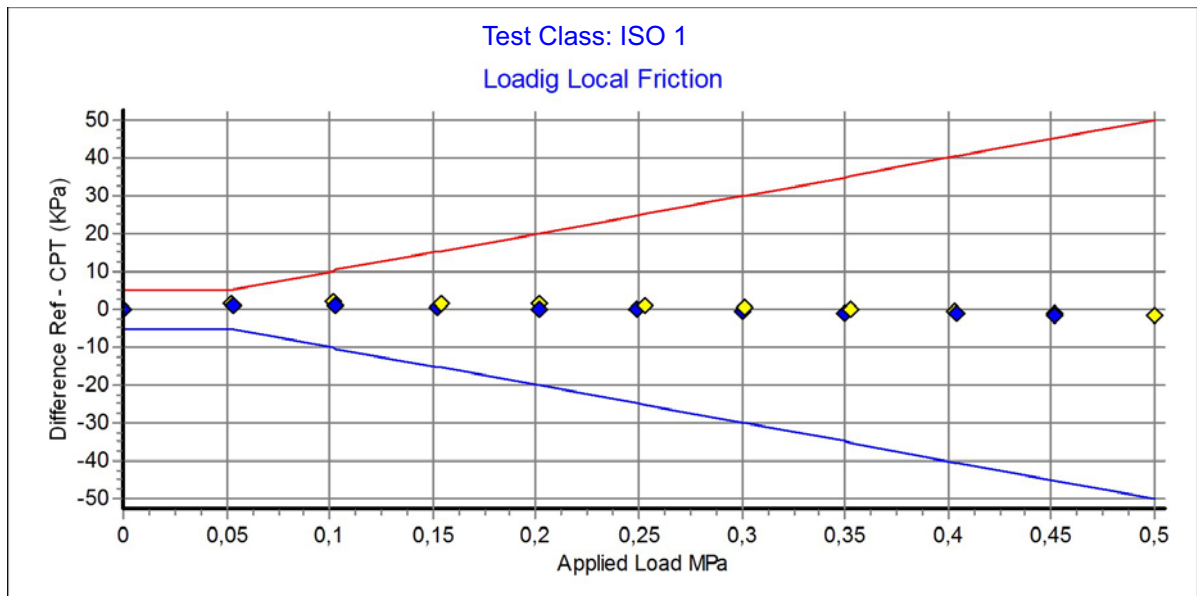
Applied Load MPa	PointRes. MPa	Difference MPa	Accuracy %/MV	Friction MPa	PorePress MPa
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4,992	5,000	-0,008	-0,160	0,000	0,000
10,065	10,069	-0,004	-0,039	0,000	0,000
15,006	15,026	-0,020	-0,133	0,001	0,000
20,041	20,086	-0,045	-0,224	0,001	0,000
25,077	25,135	-0,058	-0,231	0,001	0,000
30,121	30,174	-0,053	-0,176	0,002	-0,001
35,126	35,163	-0,037	-0,105	0,002	-0,001
40,107	40,122	-0,015	-0,037	0,002	-0,001
45,033	45,012	0,021	0,046	0,002	-0,001
50,202	50,137	0,065	0,129	0,003	-0,001
44,633	44,607	0,026	0,058	0,002	0,000
40,101	40,104	-0,003	-0,007	0,001	0,000
35,184	35,221	-0,037	-0,105	0,001	0,000
30,393	30,449	-0,056	-0,184	0,001	0,000
25,092	25,147	-0,055	-0,219	0,000	0,000
20,200	20,263	-0,063	-0,311	0,000	0,000
15,109	15,122	-0,013	-0,086	0,000	0,000
10,031	10,027	0,004	0,039	0,000	0,000
5,334	5,334	0,000	0,000	0,000	0,000
0,006	-0,011	0,017	0,000	0,000	0,000



Specialists in Geotechnical Field Equipment

Probe No: **4584**
 Date of Calibration: **2019-08-05**
 Calibration Run No: **821**
 Calibrated by: **Joakim Tingström**
Scaling Factor: 3759
 Reference Cell: **50598**

Ref MPa	Friction MPa	Difference KPa	Accuracy %/MV	PointRes. MPa	PorePress MPa
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,052	0,051	1,659	0,000	0,003	0,000
0,102	0,101	1,921	0,000	0,005	0,000
0,154	0,153	1,772	0,000	0,005	0,000
0,202	0,201	1,449	0,720	0,007	0,000
0,253	0,252	1,023	0,405	0,008	0,000
0,301	0,301	0,631	0,209	0,008	0,000
0,353	0,353	0,158	0,044	0,008	0,000
0,403	0,403	-0,434	-0,107	0,009	0,000
0,452	0,453	-1,005	-0,221	0,008	0,000
0,500	0,502	-1,581	-0,315	0,009	0,000
0,452	0,453	-1,474	-0,325	0,007	0,000
0,404	0,405	-1,170	-0,288	0,007	0,000
0,350	0,351	-0,886	-0,252	0,006	0,000
0,300	0,301	-0,608	-0,201	0,005	0,000
0,249	0,249	-0,185	-0,074	0,005	0,000
0,202	0,202	0,161	0,079	0,005	0,000
0,152	0,152	0,467	0,000	0,004	0,000
0,103	0,102	0,796	0,000	0,004	0,000
0,053	0,052	0,850	0,000	0,004	0,000
0,000	0,000	-0,152	0,000	0,003	0,000

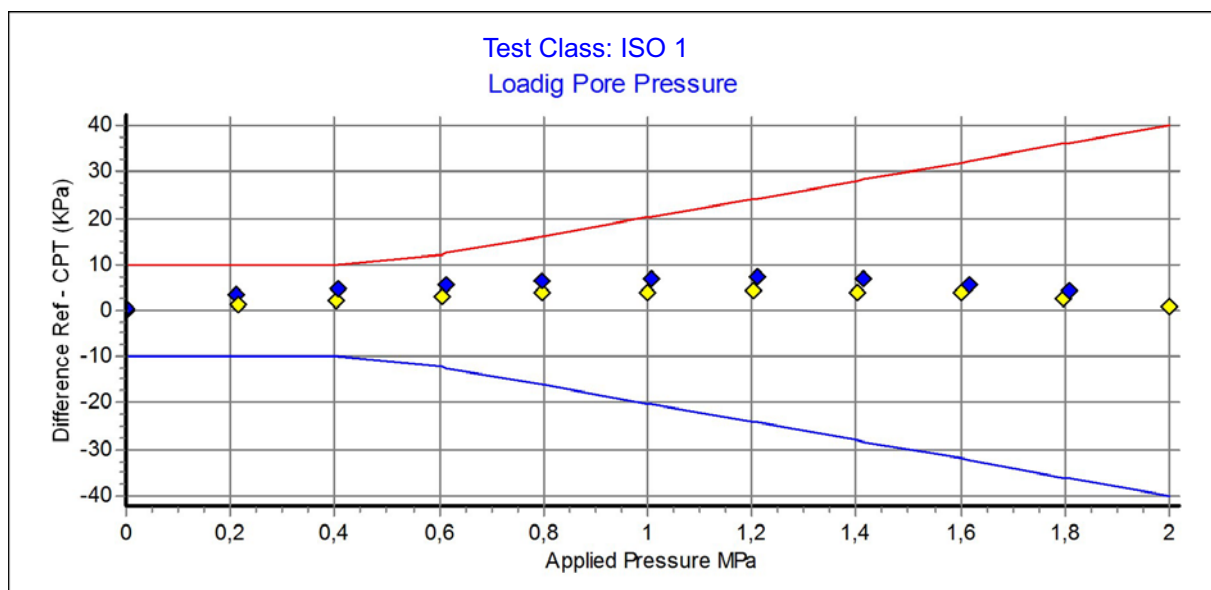


Specialists in Geotechnical Field Equipment



Probe No: **4584**
 Date of Calibration: **2019-08-05**
 Calibration Run No: **821**
 Calibrated by: **Joakim Tingström**
Scaling Factor: 3642
 Reference Cell: 30410118

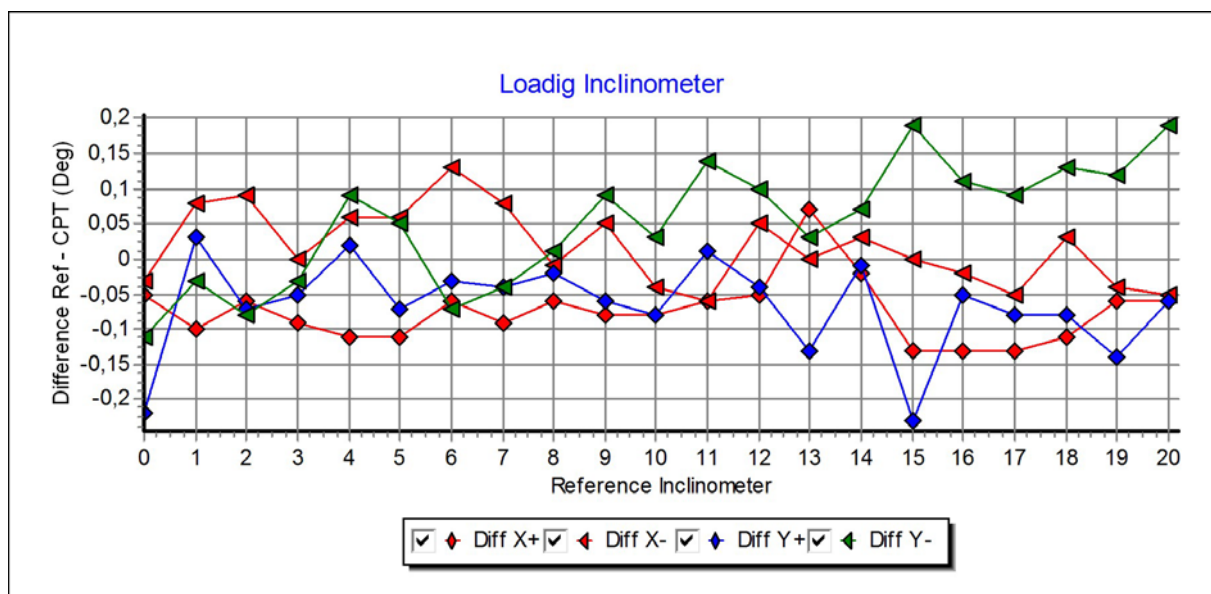
Appl. Press MPa	PorePress MPa	Difference KPa	Accuracy %/MV	PointRes. MPa	Friction MPa	Area Factor A = PR/PP	Area Factor B = LF/PP
0,000	0,000	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	
0,216	0,214	1,386	0,645	0,173	0,000	0,808	0,000
0,403	0,401	2,334	0,581	0,324	0,000	0,808	0,000
0,605	0,601	3,185	0,529	0,497	0,000	0,827	0,000
0,798	0,795	3,815	0,479	0,665	0,000	0,836	0,000
1,001	0,997	3,917	0,392	0,839	0,000	0,841	0,000
1,204	1,200	4,118	0,343	1,014	0,000	0,845	0,000
1,403	1,399	3,921	0,280	1,186	0,000	0,847	0,000
1,601	1,597	3,753	0,234	1,357	0,000	0,849	0,000
1,796	1,794	2,696	0,150	1,532	0,000	0,854	0,000
2,000	1,999	1,064	0,053	1,707	0,000	0,853	0,000
1,808	1,804	4,379	0,242	1,539	0,000	0,853	0,000
1,617	1,611	5,806	0,360	1,375	0,000	0,853	0,000
1,412	1,406	6,684	0,475	1,199	0,000	0,852	0,000
1,210	1,203	7,238	0,601	1,027	0,000	0,853	0,000
1,008	1,001	6,880	0,686	0,854	0,000	0,853	0,000
0,798	0,792	6,377	0,804	0,674	0,000	0,851	0,000
0,613	0,607	5,779	0,950	0,516	0,000	0,850	0,000
0,408	0,403	4,860	1,205	0,340	0,000	0,843	0,000
0,210	0,207	3,259	1,570	0,171	0,000	0,826	0,000
0,000	0,000	0,332	0,000	0,003	0,000	0,000	



Specialists in
Geotechnical
Field Equipment

Probe No: **4584**
 Date of Calibration: **2019-08-05**
 Calibration Run No: **821**
 Calibrated by: **Joakim Tingström**
Scaling Factor: 0,94

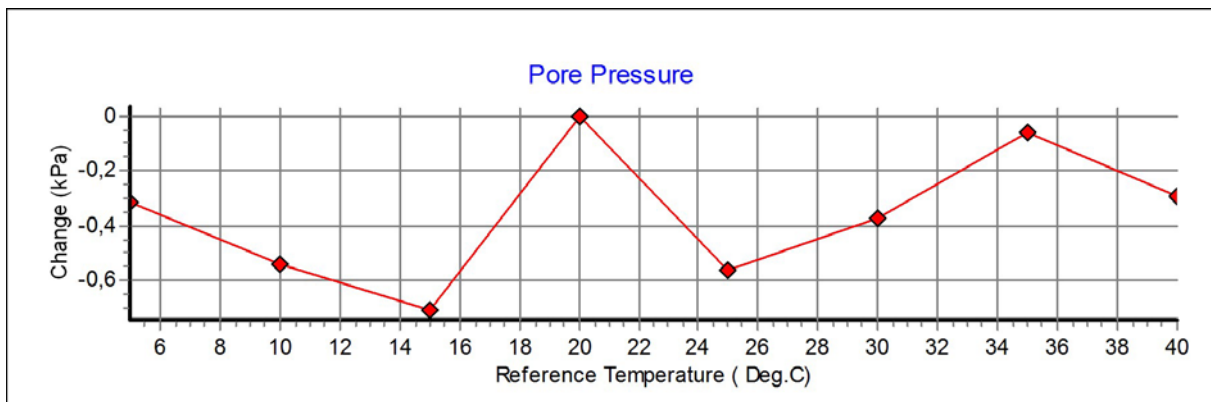
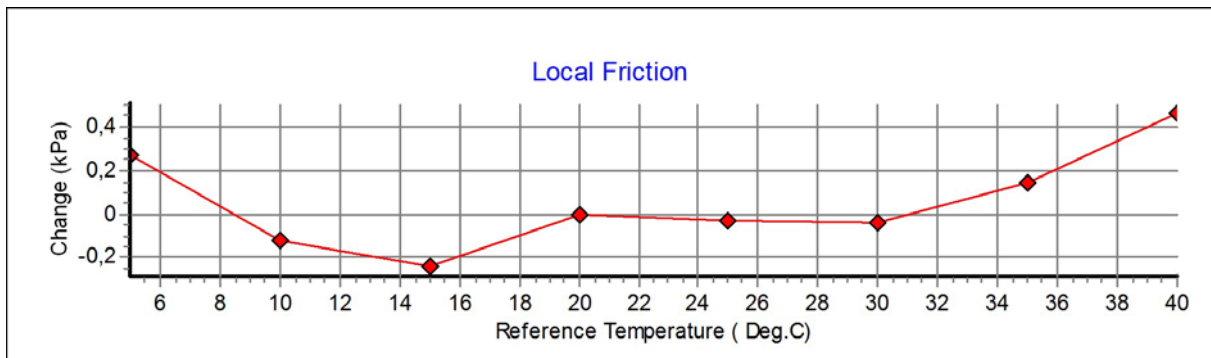
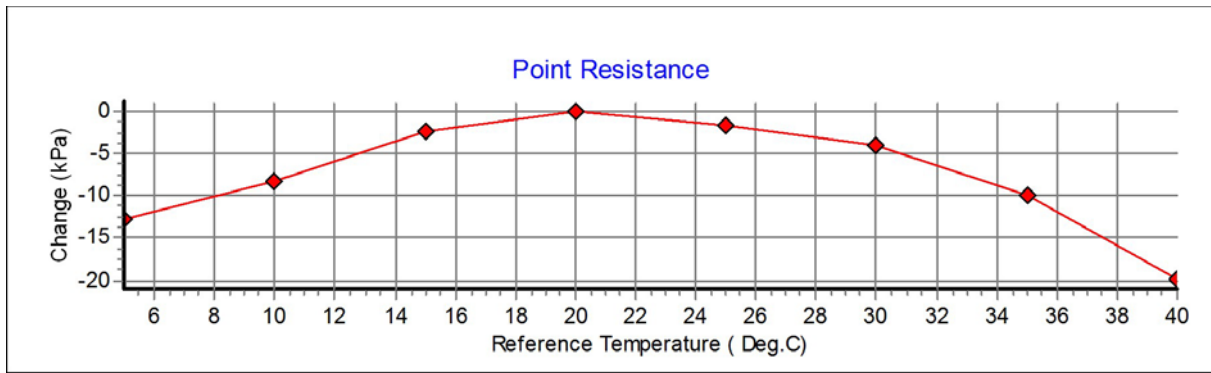
Appl. Incin. Deg	X+ Deg	X- Deg	Y+ Deg	Y- Deg	Diff X+ Deg	Diff X- Deg	Diff Y+ Deg	Diff Y- Deg
0,00	0,05	0,03	0,22	0,11	-0,05	-0,03	-0,22	-0,11
1,00	1,10	0,92	0,97	1,03	-0,10	0,08	0,03	-0,03
2,00	2,06	1,91	2,07	2,08	-0,06	0,09	-0,07	-0,08
3,00	3,09	3,00	3,05	3,03	-0,09	0,00	-0,05	-0,03
4,00	4,11	3,94	3,98	3,91	-0,11	0,06	0,02	0,09
5,00	5,11	4,94	5,07	4,95	-0,11	0,06	-0,07	0,05
6,00	6,06	5,87	6,03	6,07	-0,06	0,13	-0,03	-0,07
7,00	7,09	6,92	7,04	7,04	-0,09	0,08	-0,04	-0,04
8,00	8,06	8,01	8,02	7,99	-0,06	-0,01	-0,02	0,01
9,00	9,08	8,95	9,06	8,91	-0,08	0,05	-0,06	0,09
10,00	10,08	10,04	10,08	9,97	-0,08	-0,04	-0,08	0,03
11,00	11,06	11,06	10,99	10,86	-0,06	-0,06	0,01	0,14
12,00	12,05	11,95	12,04	11,90	-0,05	0,05	-0,04	0,10
13,00	12,93	13,00	13,13	12,97	0,07	0,00	-0,13	0,03
14,00	14,02	13,97	14,01	13,93	-0,02	0,03	-0,01	0,07
15,00	15,13	15,00	15,23	14,81	-0,13	0,00	-0,23	0,19
16,00	16,13	16,02	16,05	15,89	-0,13	-0,02	-0,05	0,11
17,00	17,13	17,05	17,08	16,91	-0,13	-0,05	-0,08	0,09
18,00	18,11	17,97	18,08	17,87	-0,11	0,03	-0,08	0,13
19,00	19,06	19,04	19,14	18,88	-0,06	-0,04	-0,14	0,12
20,00	20,06	20,05	20,06	19,81	-0,06	-0,05	-0,06	0,19



Calibration of temperature effect when not loaded.

Göteborg:2019-08-05

Probe No: **4584**
Date of Calibration: **2019-08-05**
Calibration Run No: **821**
Calibrated by: **Joakim Tingström**



Specialists in
Geotechnical
Field Equipment

Calibration procedure.

Göteborg: 2019-08-05

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 is 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.N58604
Reference	Load cell	HBM C2/20kN FB088 no.N50598
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: 1016,6 hPa.



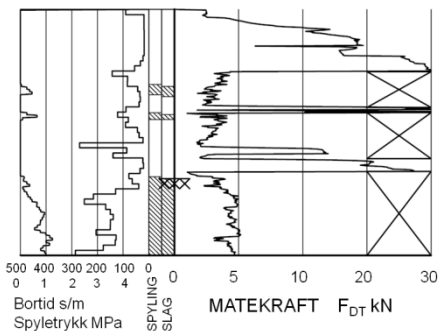
Specialists in
Geotechnical
Field Equipment

Cptlog Cone data base information

Göteborg: 2019-08-05

Cone name	4584	Serial number	4584	Date of purchase	User.
Ranges		Geometric parameters		Scaling factors	
Point resistance	50 (Mpa)	Area factor a	0,845	Point resistance	1305
Local friction	0,5 (Mpa)	Area factor b	0	Local friction	3759
Pore pressure	2 (Mpa)	Tip area	10 (cm ²)	Pore pressure	3642
Tilt sensor	40 (Deg)	Sleeve area	150 (cm ²)	Tilt sensor	0,94
temperature	©			temperature	1
Elect. Conductivity	(mS/m)			Elect. Conductivity A	
				Elect. Conductivity B	
				Type	Nova cone
				Memory option	With memory

<p>Avsluttet mot stein, blokk eller fast grunn</p>	<p>Avsluttet mot antatt berg</p>	<p>Sonderinger utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn. For utførelsesstandarder henvises det til «Geoteknisk bilag – Oversikt over metodestandarder og retningslinjer».</p>
	<p>Forboret</p> <p>Slått med slegge</p> <p>Halve omdreininger pr. m synk</p>	<p>DREIESONDERING</p> <p>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.</p> <p>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</p> <p>Liten motstand</p> <p>Stor motstand</p> <p>0 50 100 150 kNm/m</p>	<p>0 50 Q_0 kNm/m</p>	<p>RAMSONDERING</p> <p>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.</p> <p>$Q_0 = \text{loddets tyngde} \cdot \text{fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)}$</p>
<p>CPT2</p> <p>Korr. spissmotstand [MPa] Poretrykk [MPa] Sidefriksjon [MPa]</p>	<p>TRYKKSONDERING (CPT - CPTU)</p> <p>Utføres ved at en sylindrisk, instrumentert sonde med konisk spiss presses ned i grunnen med konstant penetrasjonshastighet 20 mm/s. Under nedpressingen måles kraften mot konisk spiss og friksjonshylse, slik at spissmotstand 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.</p> <p>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</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Metoden er spesielt hensiktsmessig ved påvisning av kvikkleire i grunnen, men den gir ikke sikker dybde til bergoverflaten.</p>	
<p>Stein</p> <p>Borsynk i berg cm/min.</p>	<p>BERGKONTROLLBORING</p> <p>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.

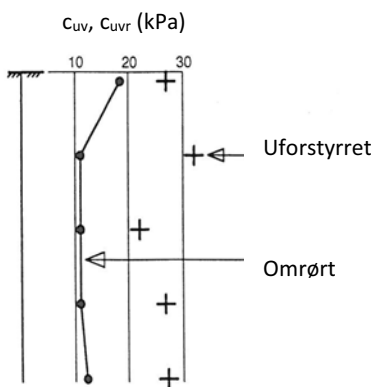
Maskinell naverboring (forstyrrede poseprøver):

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):

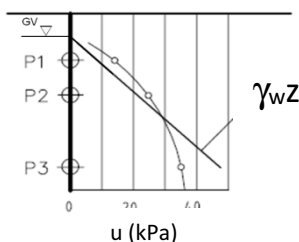
Vanligvis benyttes stempel-prøvetaking med innvendig stempel for opptak av 60-100 cm lange sylinderprøver. Prøvesylinderen kan være av plast eller stål, og det kan benyttes utstyr både med og uten innvendig prøvesylinder. På ønsket dybde skjæres det ut en jordprøve som trekkes opp til overflaten, der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

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

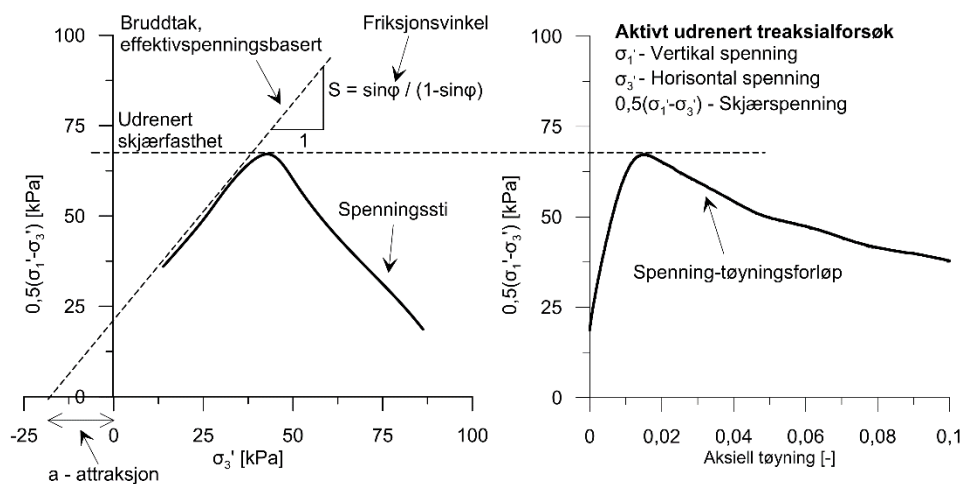
Navn	Symbol	Enhet	Beskrivelse
Densitet	ρ	g/cm ³	Masse av prøve per volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del
Korndensitet	ρ_s	g/cm ³	Masse av fast stoff per volumenhet fast stoff
Tørr densitet	ρ_d	g/cm ³	Masse tørt stoff per volumenhet
Tyngdetetthet	γ	kN/m ³	Tyngde av prøve per volumenhet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

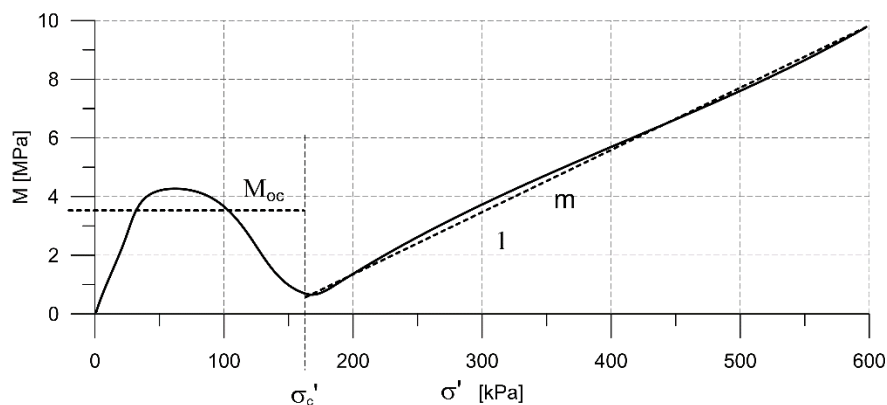


SENSITIVITET

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

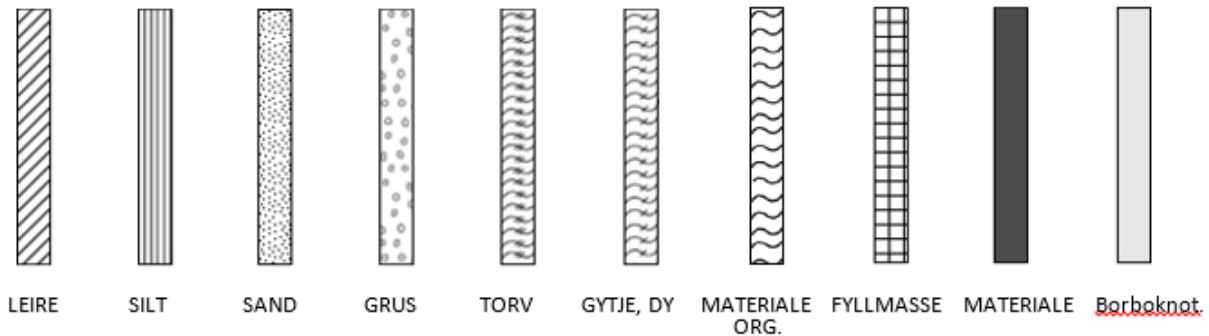
Ved komprimering av en jordart oppnås tettere lagring av mineralkornene. Komprimeringsegenskapene for en jordart bestemmes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Standard eller Modifisert Proctor). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr 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 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 – 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
ISO 17892-6:2017	Skjærfasthet ved konusforsøk
NS8016	Skjærfasthet ved enaksialt trykkforsøk
NS-EN ISO 17892-5:2017	Ødometerforsøk, trinnvis belastning
NS8018	Ødometerforsøk, kontinuerlig belastning
NS-EN ISO/TS 17892-8 og -9	Treaksialforsøk (UU, CD)
Statens vegvesen Håndbok R210	Laboratorieundersøkelser