

Vedlegg 1A

RAPPORT

Sandtangen, Kragerø – Grunnundersøkelser

OPPDRAUGSGIVER

Sandtangen Eiendom AS

EMNE

Geotekniske grunnundersøkelser for utfylling i sjø. Datarapport

DATO / REVISJON: 12. desember 2019 / 00

DOKUMENTKODE: 10214956-RIG-RAP-01



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	Sandtangen, Kragerø – Grunnundersøkelser for utfylling i sjø	DOKUMENTKODE	10214956-RIG-RAP-01
EMNE	Geotekniske grunnundersøkelser	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Sandtangen Eiendom AS	OPPDRAGSLEDER	Steinar Sæland
KONTAKTPERSON	Terje Kiil	UTARBEIDET AV	René Minarski
KOORDINATER	SONE: 32V ØST: 517760 NORD: 6521295	ANSVARLIG ENHET	10112012 BVT
GNR./BNR./SNR.	77/123 Kragerø kommune		Miljø og utredning

SAMMENDRAG

Multiconsult er engasjert til å utføre grunnundersøkelser på sjøbunn i forbindelse med planlagt utfylling i sjøen utenfor Sandtangen Eiendom AS sitt båtopplag.

Feltundersøkelsene ble utført 5.11., 6.11. og 12.11.2019. De ble utført med Multiconsults borebåt BoreCat.

Grunnundersøkelsene bestod av 9 totalsonderinger for å kartlegge grunnens art, den relative lagringsfastheten og dybder til antatt berg, 2 CPTu-sonderinger, 2 prøveserier med opptak av 54 mm sylindrerprøver, samt tilhørende laboratorieanalyser av det opptatte prøvematerialet.

Sjøbunnen i området som er undersøkt ligger mellom ca. kote -19,2 og -31,6 på de innmålte borepunktene. På land stiger berget bratt opp på begge sider av Barlandskilen.

De utførte undersøkelsene indikerer at grunnen i hovedsak består av et topplag med svært løst organisk materiale (gytje) etterfulgt av bløt siltig leire over faste masser på antatt berg.

Den bløte leira har lav omrørt skjærstyrke og klassifiseres som sprøbruddmateriale på grensen til kvikkleire.

Bergoverflaten er registrert på mellom ca. 11,0 og 24,9 m dybde under sjøbunn, tilsvarende mellom kote -32,4 og -53,0. For å påvise berg er det boret mellom 2,8 og 3,0 m inn i antatt berg.

Foreliggende datarapport presenterer kun resultatene fra de utførte grunnundersøkelsene.

00	12.12.19	Utarbeidet datarapport	René Minarski	Gunnar Vik	Steinar Sæland
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	5
1.1	Formål og bakgrunn	5
1.2	Utførelse	5
1.3	Kvalitetssikring og standardkrav	5
1.4	Innhold og bruk av rapporten	5
2	Områdebeskrivelse	6
3	Geotekniske grunnundersøkelser	7
3.1	Tidligere grunnundersøkelser	7
3.2	Utførte grunnundersøkelser	7
3.2.1	Feltundersøkelser	7
3.2.2	Laboratorieundersøkelser	7
4	Grunnforholdsbeskrivelse	7
4.1	Kvartærgeologisk kart	7
4.2	Eksisterende faresoner for kvikkleireskred	8
4.3	Grunnforhold tolket ut fra grunnundersøkelser	8
4.3.1	Dybde til berg	8
4.3.2	Løsmasser	8
5	Geoteknisk evaluering av resultatene	9
5.1	Avvik fra standard utførelsesmetoder	9
5.2	Viktige forutsetninger	9
5.3	Undersøkelles- og prøve kvalitet	9
5.4	Påvisning av bergnivå	9
6	Behov for supplerende grunnundersøkelser	9
7	Referanser	10

TEGNINGER

10214956-RIG-TEG	-000	Oversiktskart
	-001	Boreplan med landkart
	-002	Boreplan med sjøkart
	-101 tom. -109	Totalsonderinger
	-200 tom. -201	Prøveserier
	-400.1 tom. -400.2	Ødometerforsøk
	-450.1 tom. -450.3	Treksforsøk
	-500.1 tom. -500.4	CPTu sondering v. pkt. 6
	-501.1 tom. -501.4	CPTu sondering v. pkt. 7

VEDLEGG

Vedlegg A: Innmålingsdata

BILAG

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

1 Innledning

Sandtangen Eiendom AS planlegger å sprengte ut mer berg i bakre del av bedriftsområdet, for å sette opp nye båthaller for båttopplag. Deler av den utsprengte bergmassen er planlagt fylt ut i Barlands- kilen utenfor eksisterende båthaller. Utfyllingen vil da utvide landområdet for vinteropplag av båter.

Multiconsult er i forbindelse med dette engasjert til å utføre geotekniske grunnundersøkelser på sjø- bunnan. Denne datarapporten presenterer resultatene fra de utførte grunnundersøkelsene. Det ble også utført miljøundersøkelser av sjøbunnan for å bestemme forurensningstilstanden. Dette arbeidet presenteres i en egen rapport, 10214956-RIGm-RAP-01.

1.1 Formål og bakgrunn

Formålet med grunnundersøkelsene er å få bedre kunnskap om hvilke masser som finnes i grunnen, for å gi grunnlag til vurdering av områdestabilitet, forventede setninger og muligheter for etablering av en stabil fylling.

1.2 Utførelse

Feltundersøkelsene ble utført av Multiconsult Norge AS med hydraulisk borerigg montert om bord i vår borebåt BoreCat, 5.11., 6.11. og 12.11.2019. Boreledere og skippere på BoreCat var Geir Ander- sen og Thomas Ripman.

Kabel- og ledningspåvisning under vann ble utført med Multiconsults egen undervannsdroner.

Grunnundersøkelsene bestod av 9 totalsonderinger for å kartlegge grunnens art, relativ lagringsfast- het og dybder til antatt berg, 2 CPTu sonderinger, samt opptak 54 mm sylindereprøver med prøvese- rier fra 2 steder.

Alle høydekoter på borestedene referer seg til NN 2000 og borepunktene er målt inn i koordinatsys- tem Euref 89 UTM 32 av Multiconsult Norge AS med GPS av typen TeslaRTK.

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

Metodikk og prosedyre for laboratorieundersøkelsene er generelt beskrevet i geoteknisk bilag 2.

1.3 Kvalitetssikring og standardkrav

Oppdraget er kvalitetssikret etter Multiconsults styringssystem. Systemet omfatter prosedyrer og beskrivelser som dekkes av kvalitetsstandard NS-EN ISO 9001:2015 [1]. Feltundersøkelsene er utført etter NS 8020-1:2016 [3] og tilgjengelige metodestandarder fra Norsk Geoteknisk Forening [6].

Laboratorieundersøkelsene er utført etter NS 8000-serien og relevante ISO-standarder. Datarappor- ten er utarbeidet i samsvar med NGF-melding nr. 2 [6] og krav i NS-EN-1997 (Eurokode 7), del 2 [2].

1.4 Innhold og bruk av rapporten

En geoteknisk datarapport presenterer resultater fra utførte geotekniske grunnundersøkelser i geo- tekniske termer og krever geoteknisk kompetanse for videre bruk i rådgivings- og prosjekterings- sammenheng. Rapporten inneholder i så måte ingen vurdering av byggbarhet, metoder eller tiltak.

En geoteknisk datarapport omhandler ikke data eller vurderinger av forurenset grunn i det under- søkte området. Miljøtekniske grunnundersøkelser er blitt utført av Multiconsult og rapporteres sepa- rat miljøteknisk rapport 10214956-RIGm-RAP-01.

2 Områdebeskrivelse

Det undersøkte området ligger i Barlandskilden ved Kilsfjorden, ca. 7 km sørvest for Kragerø by.

Den nordlige delen av bedriftsområdet ligger på sjø, mens den sentrale delen på land (langs strandkanten) er bebyggt med båthaller og utearealer for båtlagring. Lengre sørøst på området (øst for Kjølebrøndsveien) er det i dag skog. Det er i denne delen av området det er planlagt å sprengne ut berg som kan fylles ut i sjøen nord og nordøst for eksisterende båthus.

Området begrenses i sør og vest av Kjølebrøndsveien og i nord og øst av sjøen. Det er relativt store høydeforskjeller på området.

Området vises på Figur 2-1 med det omtrentlige planområdet markert med rødt. Figur 2-2 viser terrenget på flyfoto fra 2016 over det aktuelle området.



Figur 2-1: Kartutsnitt over området. Omtrentlig planområde er markert med rødt [nve.no].



Figur 2-2. Flyfoto over området fra 2016. Omtrentlig planområde er markert med rødt [kart.finn.no].

3 Geotekniske grunnundersøkelser

3.1 Tidligere grunnundersøkelser

Det er etter det vi kjenner til ikke tidligere utført geotekniske grunnundersøkelser på området.

3.2 Utførte grunnundersøkelser

3.2.1 Feltundersøkelser

De utførte grunnundersøkelsene omfatter totalsonderinger i 9 borepunkter, CPTu-sonderinger i 2 borepunkter og boring av 2 prøveserier med opptak av 54 mm sylinderprøver av grunnen. Undersøkelsene ble utført med vår spesialbygde borebåt BoreCat.

Borepunktene plassering er vist på boreplanen, tegning -001. Utskrifter av totalsonderingene er vist på tegningene -101 tom. -107. Koordinatene for borepunktene vises i Vedlegg A.

3.2.2 Laboratorieundersøkelser

Geotekniske undersøkelser på opptatte prøver ble utført ved Multiconsults laboratorium i Oslo.

Det er totalt tatt opp prøver av grunnen på 9 steder. Prøvene er undersøkt for jordartsklassifisering og bestemmelse av geotekniske egenskaper. Vanninnholdet ble bestemt i alle prøver (23 stk.).

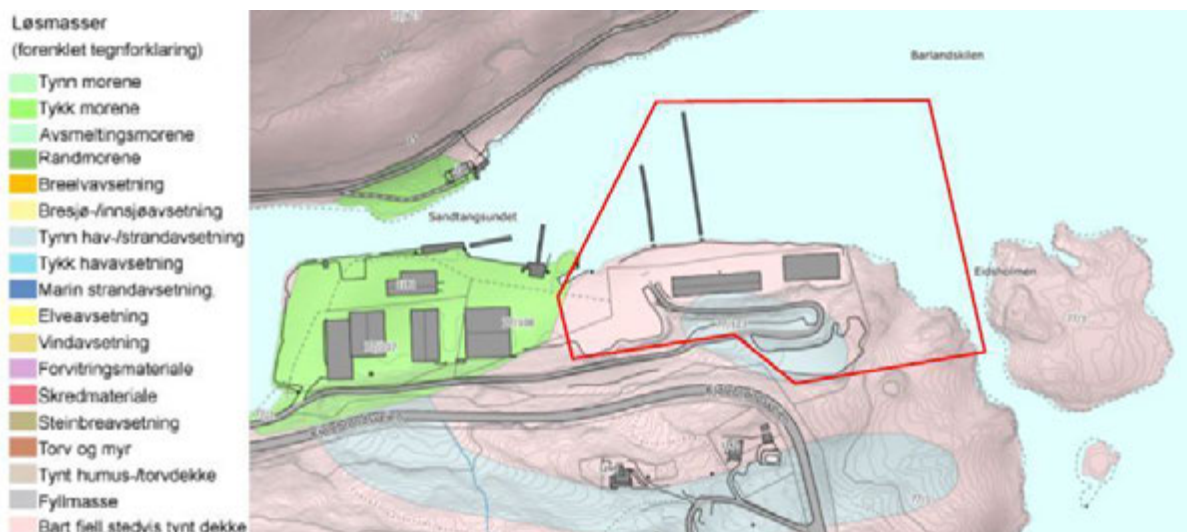
For å bestemme de geotekniske egenskapene ble det nødvendig å foreta måling av organisk innhold i 4 prøver, måling av densitet i 7 prøver, måling av korndensitet i én prøve, konusforsøk i 7 prøver (14 analyser), enaksforsøk i 6 prøver og bestemmelse av plastisitetsindeks i 2 prøver.

Videre måtte det på én prøve utføres måling av porøsitet og treksforsøk (måling av aktiv udrenert skjærstyrke i leire) og ødometerforsøk (belastningsforsøk for måling av setningsegenskaper i leira).

4 Grunnforholdsbeskrivelse

4.1 Kvartærgeologisk kart

Figur 4-1 viser et utsnitt av kvartærgeologisk kart for det aktuelle området. Kartet viser at området består av berg i dagen, og indikerer at bløte løsmasser kan forventes på sjøbunnen. Hele området ligger under marin grense.



Figur 4-1. Kvartærgeologisk kart fra NGU [5].

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

4.2 Eksisterende faresoner for kvikkleireskred

Området ligger ifølge NVE-atlas [7] ikke innenfor kartlagte kvikkleirefaresoner.

4.3 Grunnforhold tolket ut fra grunnundersøkelser

4.3.1 Dybde til berg

Den registrerte dybden til antatt berg i borepunktene varierer mellom ca. 11,0 og 24,9 m under sjøbunnen, tilsvarende mellom kote -32,4 og -53,0. Bergoverflaten faller mot nord eller nordøst. Bergoverflatens forløp mellom borepunktene kan variere svært mye og det kan finnes lokale forhøyninger eller forsenkninger i bergoverflaten som ikke fanges opp av undersøkelsene. Det ser dessuten ut til å være en del dårlig berg på overgangen mellom løsmasser og fast fjell, som gjør at den eksakte bergoverflaten er vanskelig å tolke. For mer informasjon vises det til boreplanen i tegning nr. -001.

4.3.2 Løsmasser

Sonderingsdiagrammene og måleresultatene på prøveseriene indikerer at løsmassene består av et lag av svært løst organisk materiale (gytje) øverst på sjøbunnen med en mektighet på mellom ca. 5 og 15 m. Under gytjen er det et lag med bløt siltig leire med tykkelse mellom ca. 2 og 10 m. Dette laget har like relativ lagringstetthet som overliggende organisk materiale. Verken gytjen eller leira ga noen boremotstand under sonderingene.

Under leira følger faste friksjonsmasser eller dårlig berg ned til bergoverflaten.

Prøveserie v/6 er tatt opp fra den østre delen av det undersøkte området. Prøveserien viser gytje i øverste 3 m og gytjeaktig leire fra 3 til 8 m dybde.

Udrenert skjærfasthet ved konusforsøk er målt til ca. 1 til 2 kPa i omrørt tilstand og mellom ca. 2 og 14 kPa i uomrørt tilstand, tilsvarende bløt leire. Prøve fra 7–8 m dybde viser overgang til kvikkleire med omrørt skjærfasthet på 0,3 kPa (verdier under 0,5 klassifiseres som kvikkleire).

Skjærfastheten bestemt ved enaksforsøk er målt til ca. 4 kPa. Sensitiviteten er målt til mellom 6 og 14 hvilket tilsvarer lite til middels sensitiv leire.

Vanninnholdet i løsmassene er målt til mellom ca. 60 % og 191 %. Det organiske innholdet er målt til mellom 1,9 % og 7,9 %.

Prøveserie v/7 er tatt opp fra den vestre delen av det undersøkte området. Prøveserien viser gytje i øverste 5 m og siltig leire fra 5 til 7 m dybde, der prøveserien ble avsluttet.

Udrenert skjærfasthet ved konusforsøk er målt til mellom ca. 1 til 3 kPa i omrørt tilstand og mellom ca. 4 og 22 kPa i uomrørt tilstand, tilsvarende bløt leire.

Skjærfasthet bestemt ved enaksforsøk er målt til mellom ca. 12 og 13 kPa. Sensitiviteten er målt mellom 2 og 11 hvilket tilsvarer lite til middels sensitiv leire.

Vanninnholdet i løsmassene er målt til mellom 60 % og 262 % for gytjen og til mellom 43 % og 67 % for den siltige leira. Det organiske innholdet er målt til mellom 9,5 % og 14,6 % for gytjen. Plastisitetsindeksen er målt til 126 % i gytje, tilsvarende meget plastisk materiale, og ca. 22 % i den siltige leira, også tilsvarende meget plastisk materiale.

Med omrørt skjærstyrke < 2 kPa kan den bløte leira klassifiseres som et sprøbruddsmateriale. Den oppfører seg da som kvikkleire, men har litt høyere omrørt styrke enn kvikkleire (grense $< 0,5$ kPa).

Ødometerforsøkene indikerer at materialet er normalkonsolidert.

5 Geoteknisk evaluering av resultatene

5.1 Avvik fra standard utførelsesmetoder

Ingen avvik ble registrert.

5.2 Viktige forutsetninger

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

5.3 Undersøkelles- og prøve kvalitet

Kvaliteten på undersøkelsene er som forventet.

5.4 Påvisning av bergnivå

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

1. Påvisning av overgangen 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 fordi sonderingsresultatet (responsen) fra fast morenemateriale i noen tilfeller er vanskelig å skille fra responsen i berg.
2. På områder med dårlig bergkvalitet i overgangssonen mellom løsmasser og berg er det ofte meget vanskelig å skille ut berghorisonten, spesielt overgangen mellom morenemasser eller faste løsmasser og berg. Som utgangspunkt settes alltid antatt bergnivå til tolket øvre berghorisont, uavhengig av kvaliteten til berget. Antatt sone med dårlig bergkvalitet blir eventuelt beskrevet i teksten og/eller angitt på sonderingsutskriftene.
3. I tilfeller der det kan være blokk i grunnen med størrelse over 2–3 m i tverrmål, vil det også være mulighet for at det som antas å være 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

Etter NS-EN-1997-2 [2] skal geotekniske grunnundersøkelser normalt utføres i minst to omganger:

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

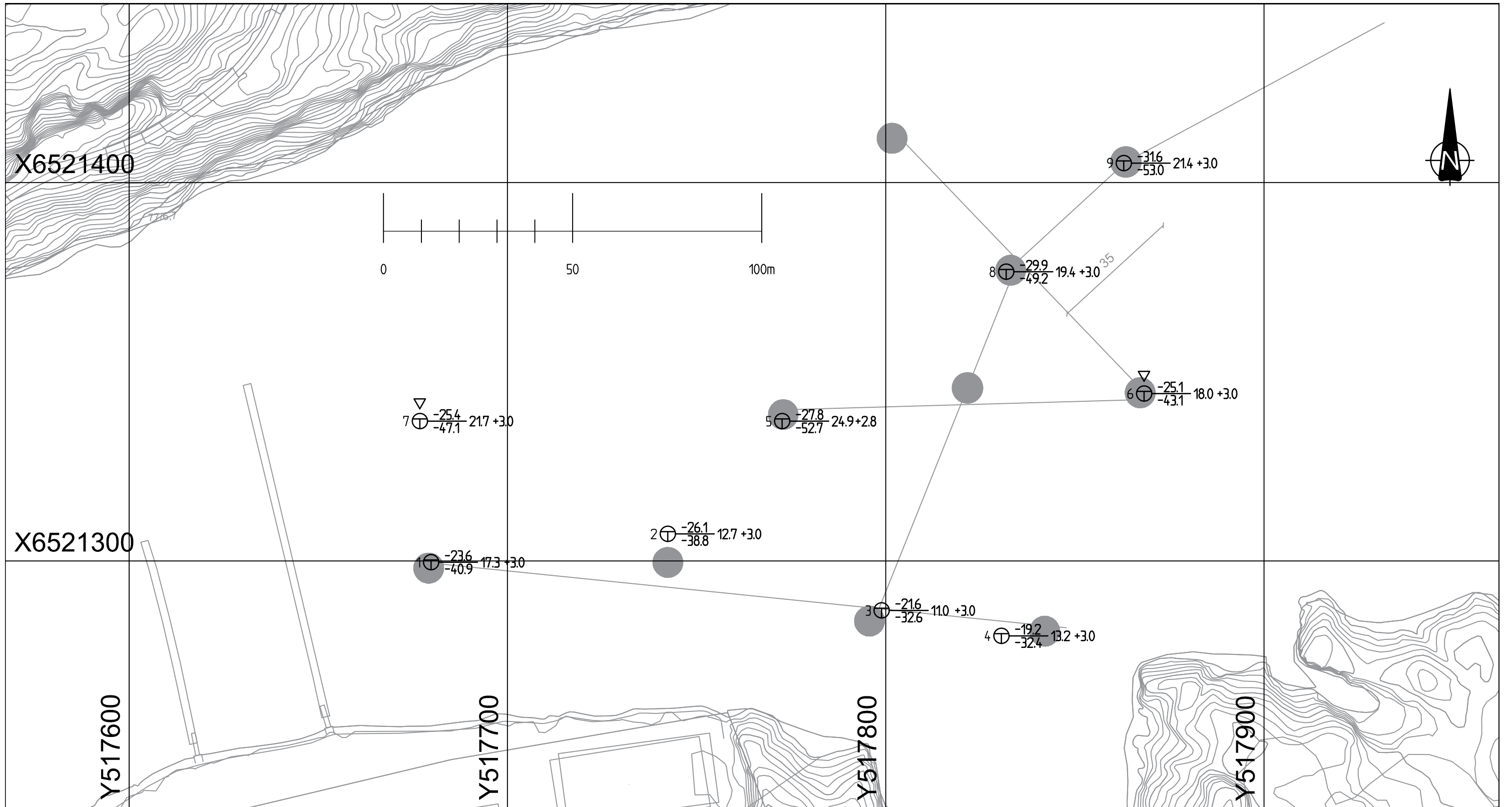
Det er geoteknisk prosjekterende som er ansvarlig for å bedømme det nødvendige omfanget av geotekniske grunnundersøkelser for et aktuelt prosjekt og relevante problemstillinger. Tilsvarende er det også geoteknisk prosjekterende som må vurdere om det er behov for supplerende grunnundersøkelser, utover de undersøkelsene som presenteres i denne rapporten.

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, Mars 2007.
- [3] Standard Norge, «Kvalifikasjonskrav til utførende av grunnundersøkelser – Del 1: Geotekniske feltundersøkelser (NS 8020-1:2016)», Standard Norge, Norsk standard NS 8020-1:2016, Juni 2016
- [4] Statens vegvesen, Vegdirektoratet, «Geoteknikk i vegbygging (Håndbok V220)», Vegdirektoratet, Oslo, Veiledning, Juni. 2010.
- [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.



OVERSIKTSKART				Dato	27.11.2019
SANDTANGEN EIENDOM AS SANDTANGEN UTFYLLING SJØ				Format/Målestokk:	1:50 000
 www.multiconsult.no	Fag	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	
	GEOTEKNIKK	RENM	GV	SS	
Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.		
10214956	RIG-TEG-000		00		



SYMBOLER

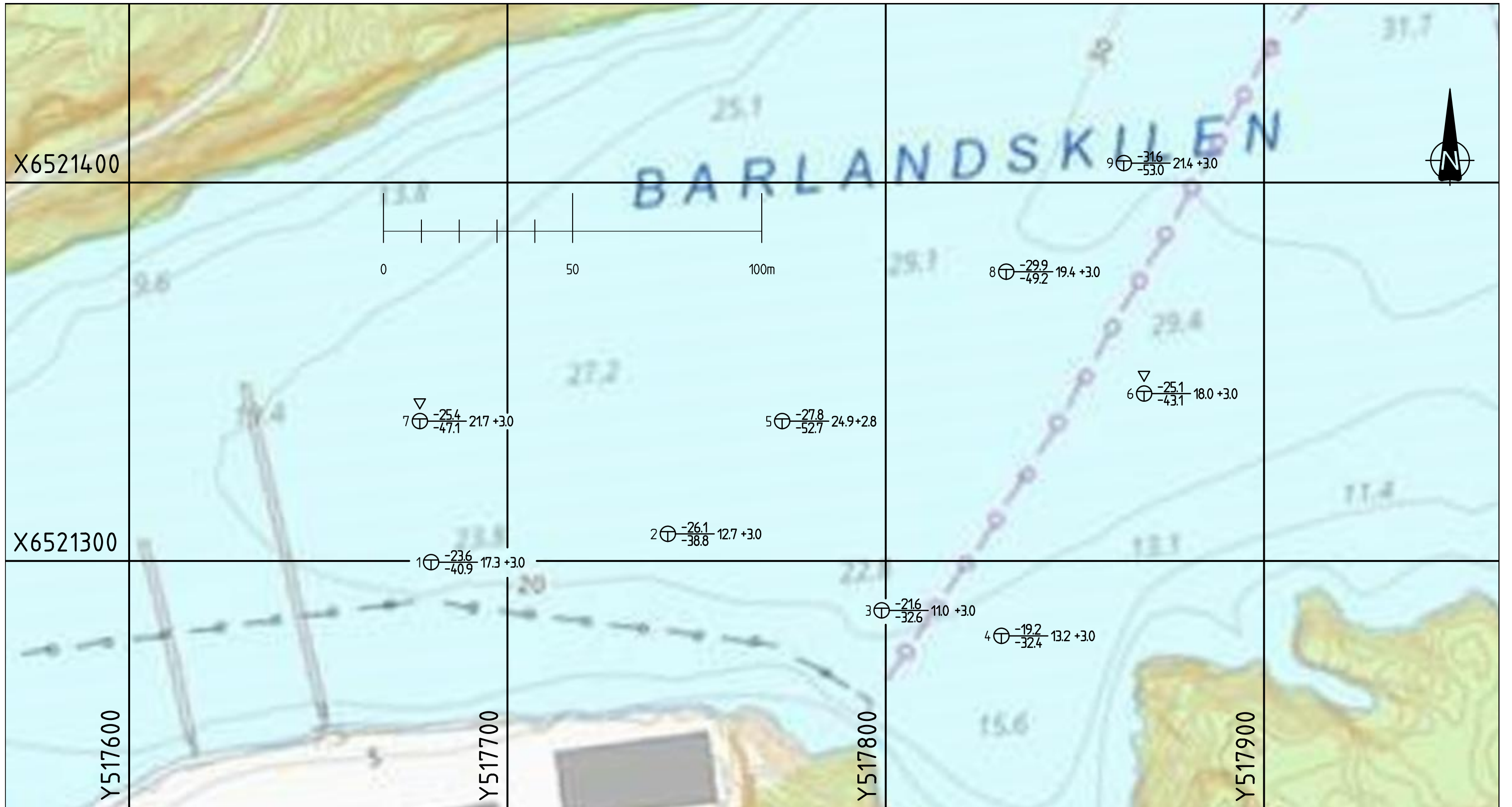
- Dreiesondering ⚙ Bergkontrollboring ⊙ Prøveserie (PR)/ Naver (SK) ⊖ Poretrykksmåling
- Enkel sondering ⚓ Dreietrykksondering □ Prøvegrop ⚓ Berg i dagen
- ▽ Trykksondering ⊕ Totalsondering + Vingebooring

Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt bergkote}}$ Boret dybde + (boret i berg)

Borboknr. : Digital

Kartgrunnlag : Fra oppdragsgiver

00	UTARBEIDET BORPLAN		27.11.2019	RENM	GV	SS			
Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.			
SANDTANGEN EIENDOM AS			Original format	Fag					
SANDTANGEN UTFYLLING SJØ			A3	GEO					
GEOTEKNISKE GRUNNUNDERSØKELSER			Status	TIL DATARAPPORT					
BORPLAN			Målestokk	1:1000					
 www.multiconsult.no		Dato	27.11.2019	Konstr./Tegnet	RENM	Kontrollert	GV	Godkjent	SS
		Oppdragsnr.	10214956	Tegningsnr.	RIG-TEG-001	Rev.	00		



SYMBOLER

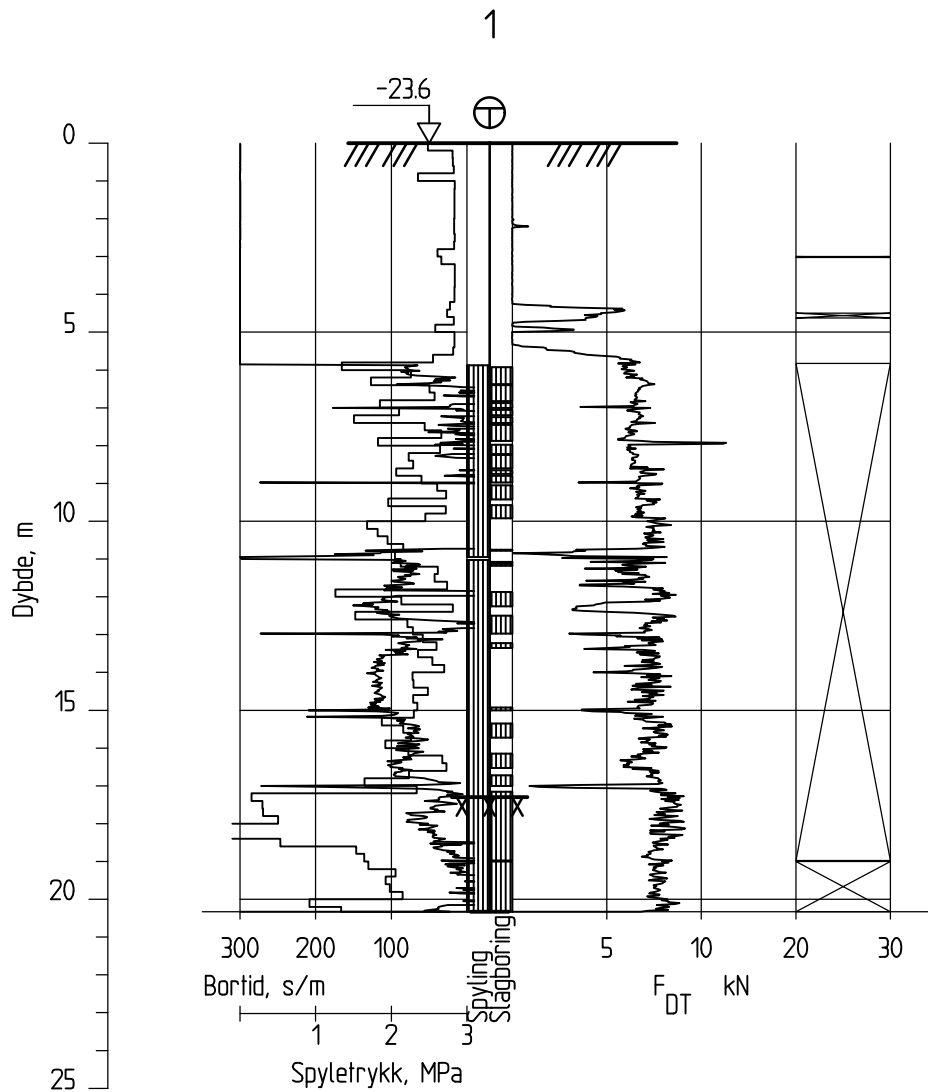
- Dreiesondering ✦ Bergkontrollboring ⊙ Prøveserie (PR)/ Naver (SK) ⊖ Poretrykksmåling
- Enkel sondering ◆ Dreietrykksondering □ Prøvegrop ▲ Berg i dagen
- ▽ Trykksondering ⊕ Totalsondering + Vingebooring

Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt bergkote}}$ Boret dybde + (boret i berg)

Borboknr. : Digital

Kartgrunnlag : Fra oppdragsgiver

00	UTARBEIDET BORPLAN		27.11.2019	RENM	GV	SS			
Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.			
SANDTANGEN EIENDOM AS			Original format	Fag					
SANDTANGEN UTFYLLING SJØ			A3	GEO					
GEOTEKNISKE GRUNNUNDERSØKELSER			Status	TIL DATARAPPORT					
BORPLAN			Målestokk	1:1000					
 www.multiconsult.no		Dato	09.12.2019	Konstr./Tegnet	RENM	Kontrollert	GV	Godkjent	SS
		Oppdragsnr.	10214956	Tegningsnr.	RIG-TEG-002	Rev.	00		



Dato boret :05.11.2019

Posisjon: X 6521299.65 Y 517679.80

TOTALSONDERING

Dato
27.11.2019

SANDTANGEN EIENDOM AS
SANDTANGEN UTFYLING SJØ

Format/Målestokk:
1:200

Multiconsult

www.multiconsult.no

Fag
GEOTEKNIKK

Konstr./Tegnet
RENM

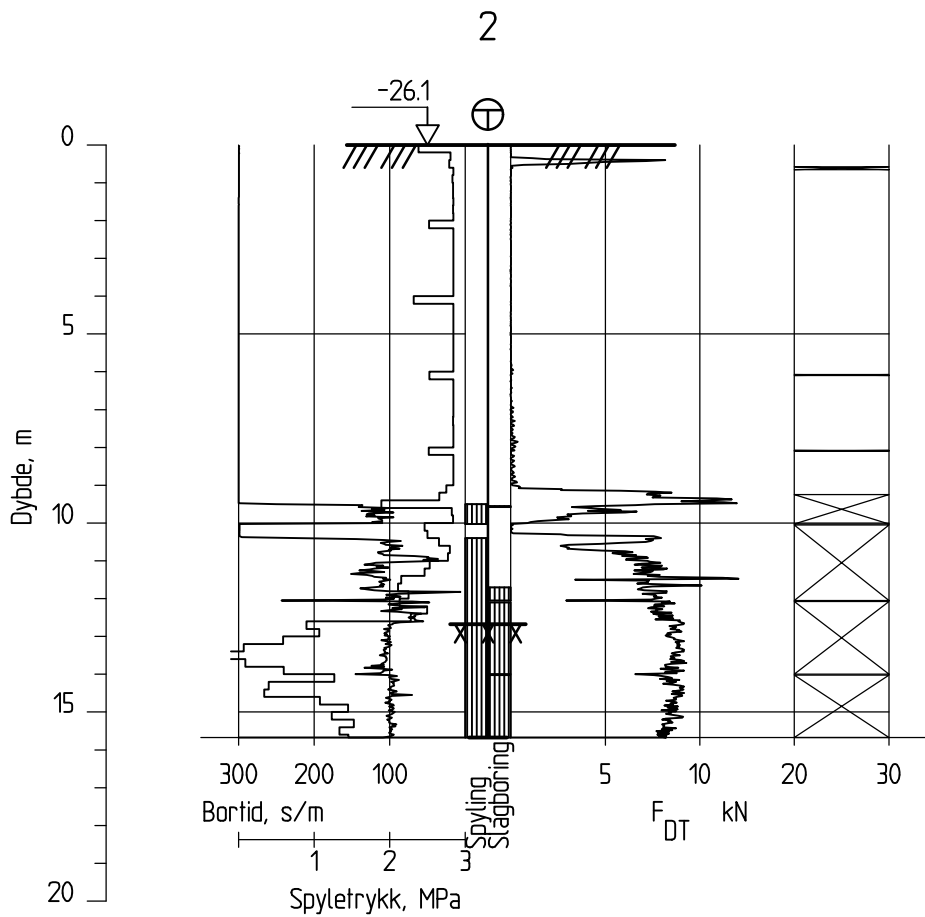
Kontrollert
GV

Godkjent
SS

Oppdragsnr.
10214956

Tegningsnr.
RIG-TEG-101

Rev.
00



Dato boret :05.11.2019

Posisjon: X 6521307.14 Y 517742.37

TOTALSONDERING

Dato
27.11.2019

SANDTANGEN EIENDOM AS
SANDTANGEN UTFYLING SJØ

Format/Målestokk:
1:200

Multiconsult

www.multiconsult.no

Fag
GEOTEKNIKK

Konstr./Tegnet
RENM

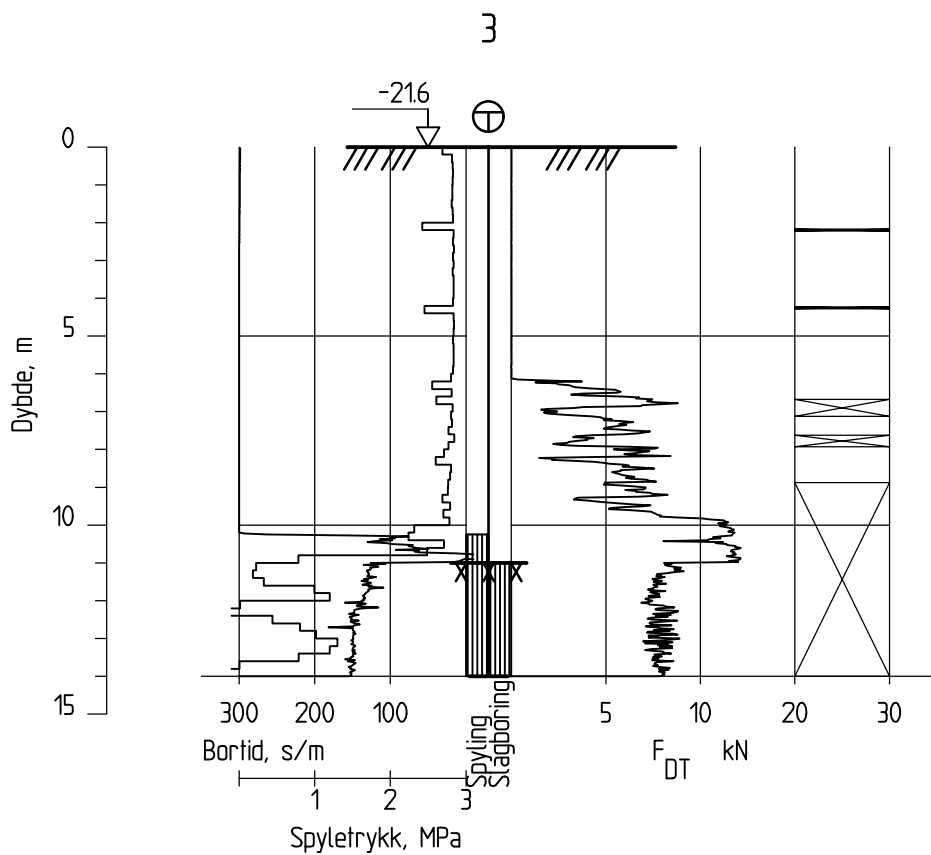
Kontrollert
GV

Godkjent
SS

Oppdragsnr.
10214956

Tegningsnr.
RIG-TEG-102

Rev.
00



Dato boret :05.11.2019

Posisjon: X 6521286.90 Y 517798.90

TOTALSONDERING

Dato
27.11.2019

SANDTANGEN EIENDOM AS
SANDTANGEN UTFYLLING SJØ

Format/Målestokk:
1:200

Multiconsult

www.multiconsult.no

Fag
GEOTEKNIKK

Konstr./Tegnet
RENM

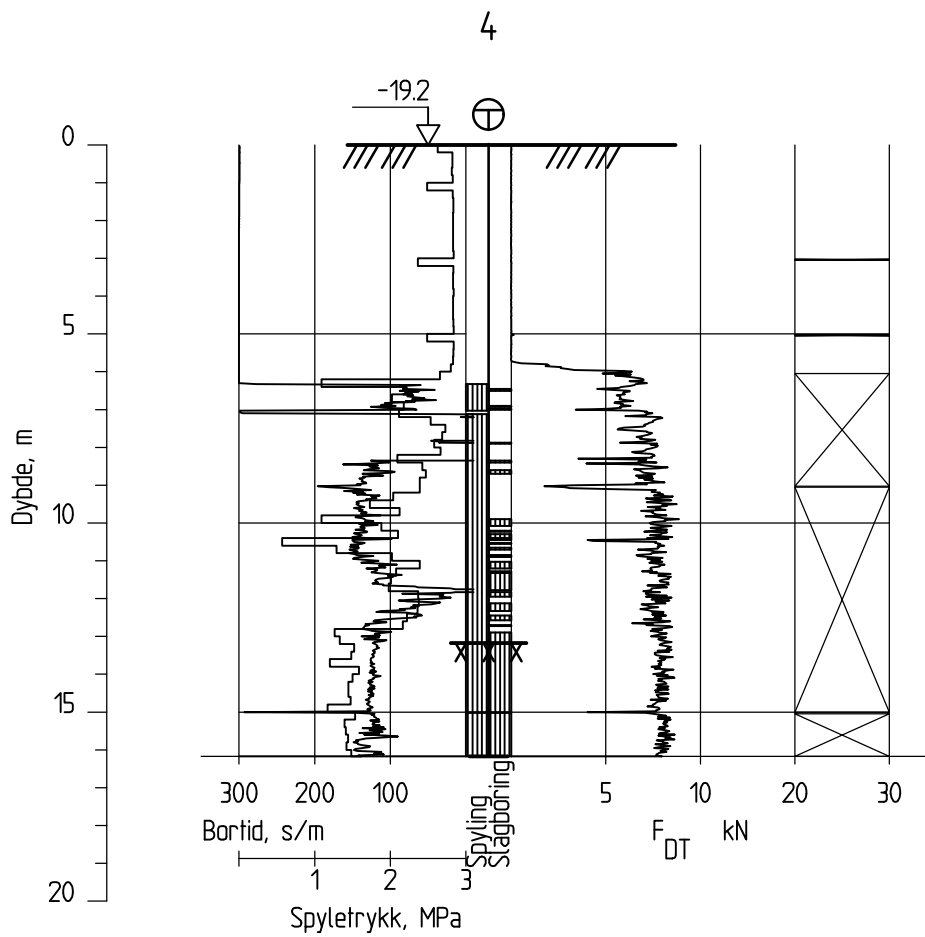
Kontrollert
GV

Godkjent
SS

Oppdragsnr.
10214956

Tegningsnr.
RIG-TEG-103

Rev.
00



Dato boret :05.11.2019

Posisjon: X 6521280.19 Y 517830.55

TOTALSONDERING

Dato
27.11.2019

SANDTANGEN EIENDOM AS
SANDTANGEN UTFYLLING SJØ

Format/Målestokk:
1:200

Multiconsult

www.multiconsult.no

Fag
GEOTEKNIKK

Konstr./Tegnet
RENM

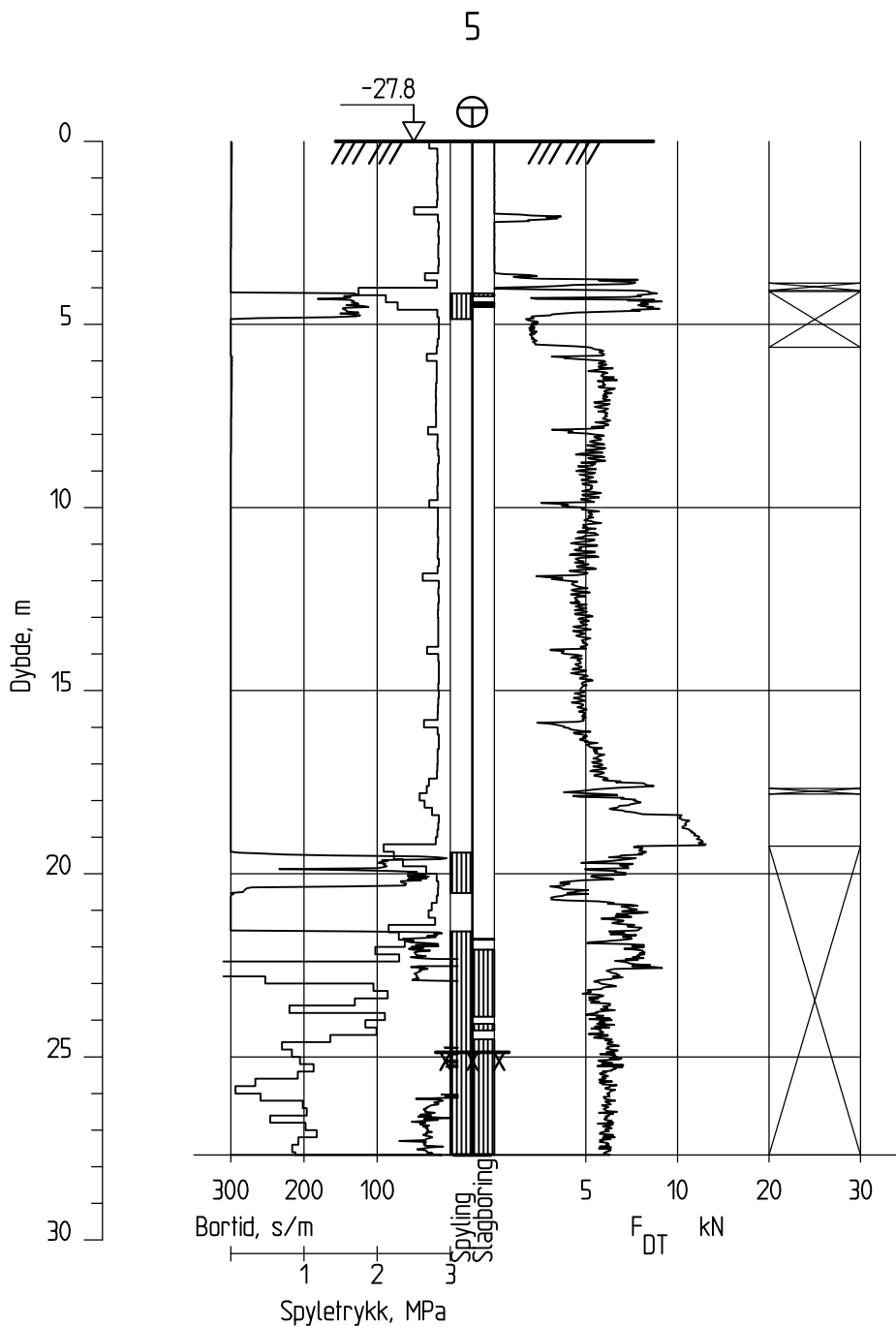
Kontrollert
GV

Godkjent
SS

Oppdragsnr.
10214956

Tegningsnr.
RIG-TEG-104

Rev.
00



Dato boret :05.11.2019

Posisjon: X 6521336.93 Y 517772.60

TOTALSONDERING

Dato
27.11.2019

SANDTANGEN EIENDOM AS
SANDTANGEN UTFYLLING SJØ

Format/Målestokk:
1:200

Multiconsult

www.multiconsult.no

Fag
GEOTEKNIKK

Konstr./Tegnet
RENM

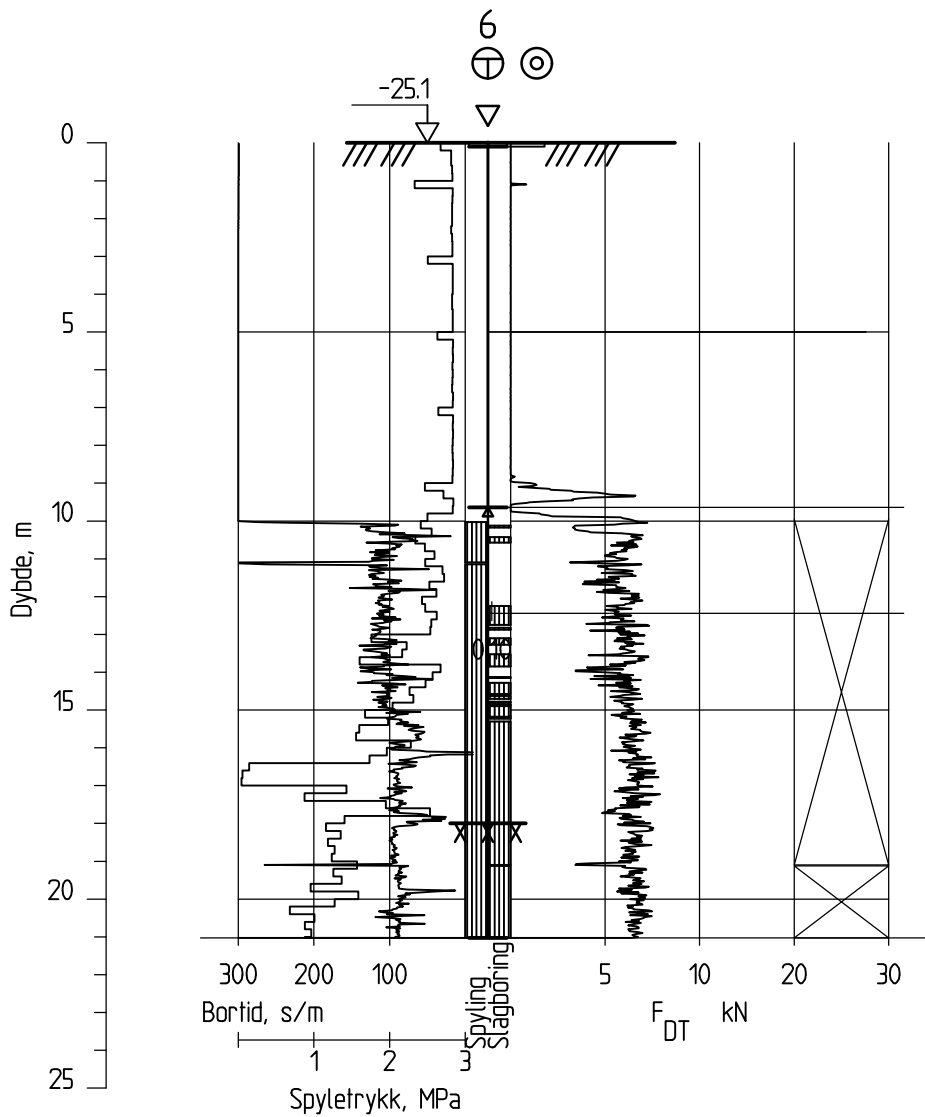
Kontrollert
GV

Godkjent
SS

Oppdragsnr.
10214956

Tegningsnr.
RIG-TEG-105

Rev.
00



Dato boret :12.11.19

Posisjon: X 6521344.23 Y 517868.26

TOTALSONDERING

Dato
27.11.2019

SANDTANGEN EIENDOM AS
SANDTANGEN UTFYLLING SJØ

Format/Målestokk:
1:200

Multiconsult

www.multiconsult.no

Fag
GEOTEKNIKK

Konstr./Tegnet
RENM

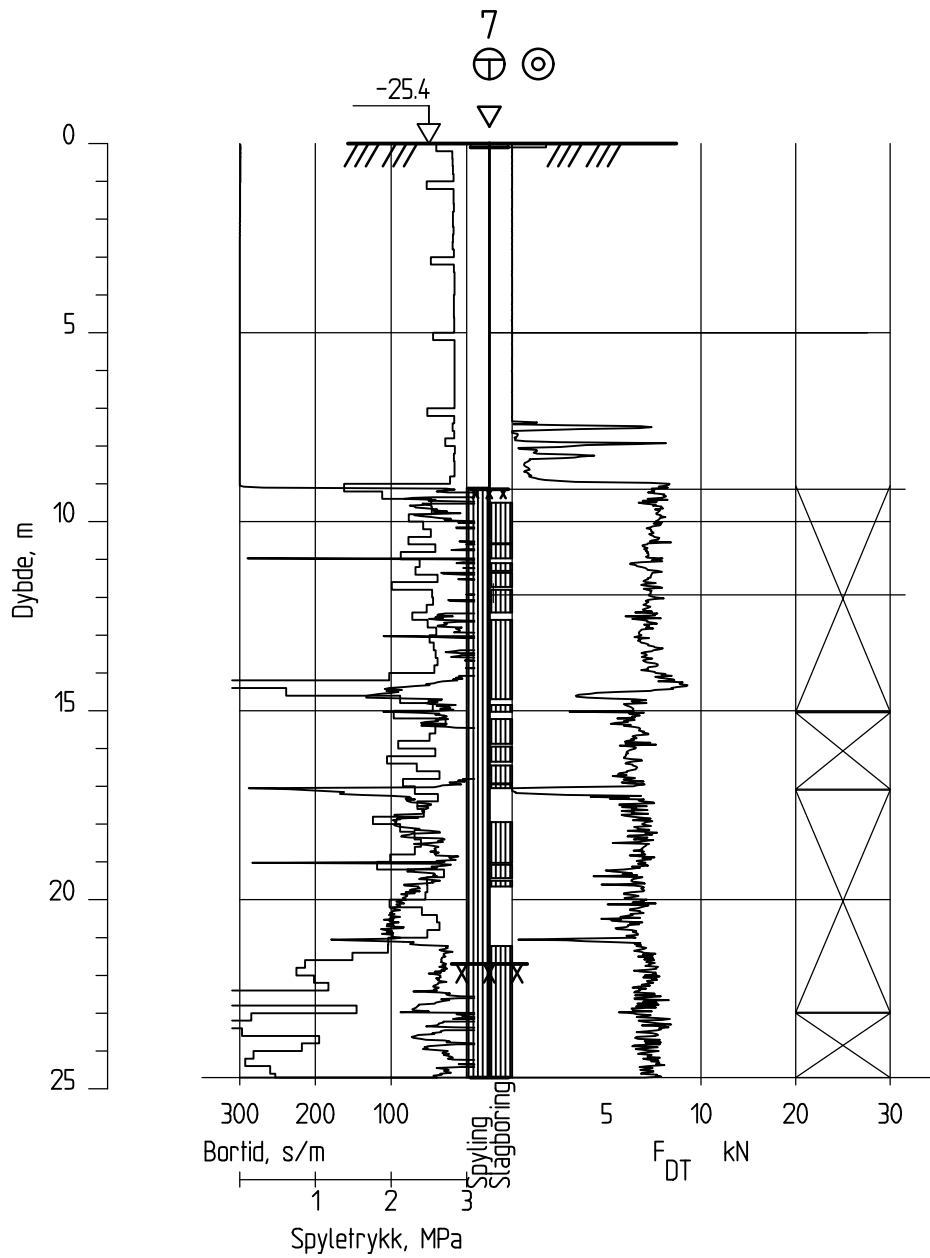
Kontrollert
GV

Godkjent
SS

Oppdragsnr.
10214956

Tegningsnr.
RIG-TEG-106

Rev.
00



Dato boreet :06.11.19

Posisjon: X 6521336.95 Y 517676.82

TOTALSONDERING

Dato
27.11.2019

SANDTANGEN EIENDOM AS
SANDTANGEN UTFYLING SJØ

Format/Målestokk:
1:200

Multiconsult

www.multiconsult.no

Fag
GEOTEKNIKK

Konstr./Tegnet
RENM

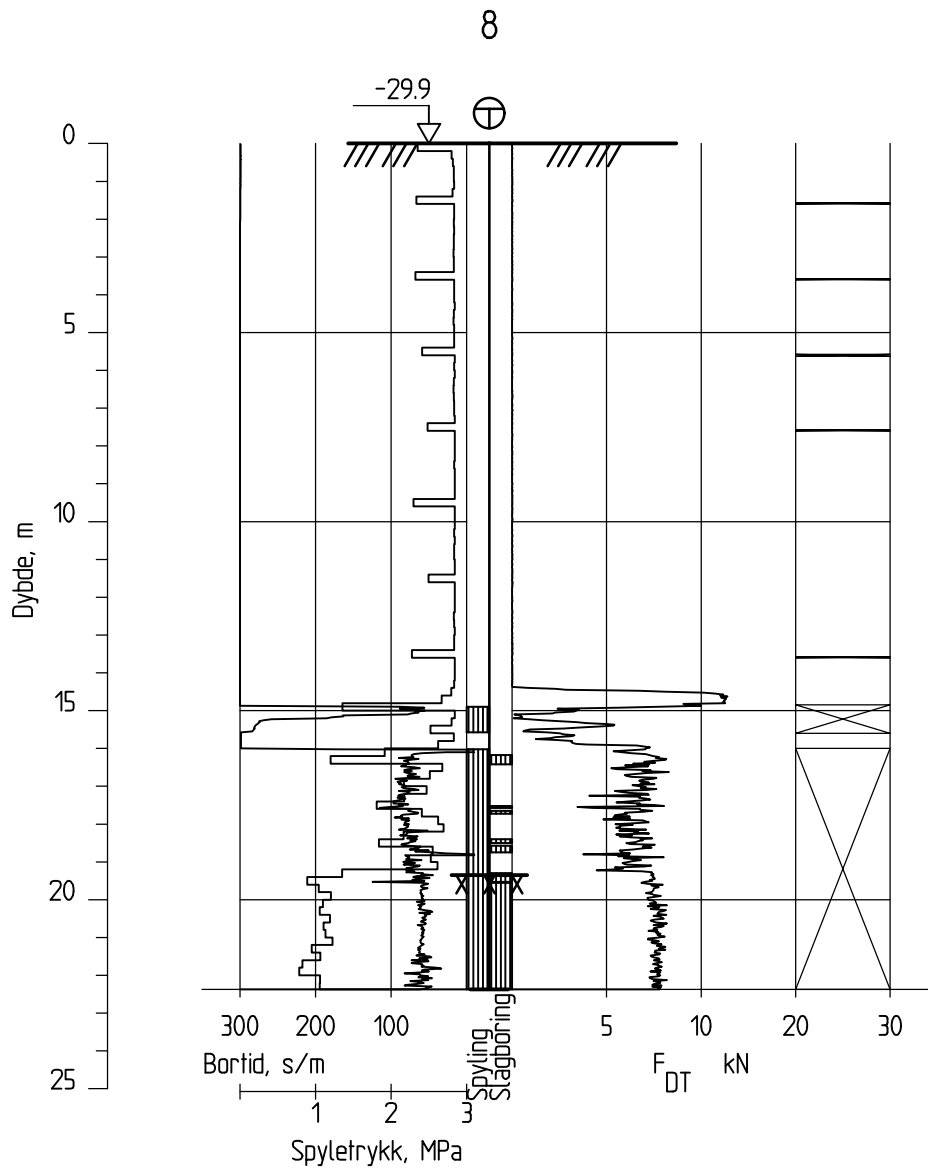
Kontrollert
GV

Godkjent
SS

Oppdragsnr.
10214956

Tegningsnr.
RIG-TEG-107

Rev.
00



Dato boret :05.11.2019

Posisjon: X 6521376.42 Y 517831.84

TOTALSONDERING

Dato
27.11.2019

SANDTANGEN EIENDOM AS
SANDTANGEN UTFYLLING SJØ

Format/Målestokk:
1:200

Multiconsult

www.multiconsult.no

Fag
GEOTEKNIKK

Konstr./Tegnet
RENM

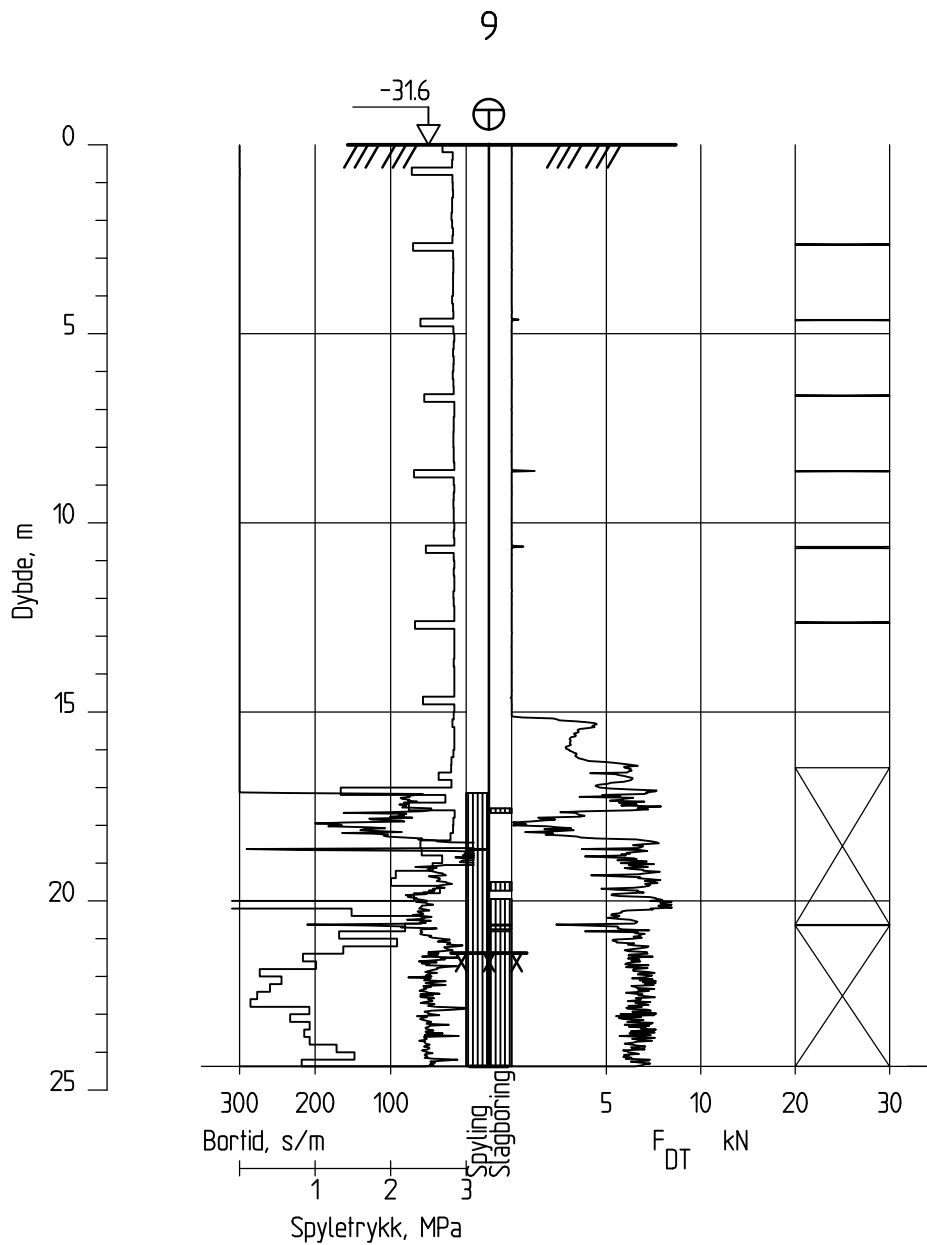
Kontrollert
GV

Godkjent
SS

Oppdragsnr.
10214956

Tegningsnr.
RIG-TEG-108

Rev.
00



Dato boret :05.11.2019

Posisjon: X 6521405.14 Y 517862.90

TOTALSONDERING

Dato
27.11.2019

SANDTANGEN EIENDOM AS
SANDTANGEN UTFYLING SJØ

Format/Målestokk:
1:200

Multiconsult

www.multiconsult.no

Fag
GEOTEKNIKK

Konstr./Tegnet
RENM

Kontrollert
GV

Godkjent
SS

Oppdragsnr.
10214956

Tegningsnr.
RIG-TEG-109

Rev.
00

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	
	ORG. MATR., GYTJE							1,91 1,78 1,42	1,28	7,9							14
	LEIRE	gytjeaktig						67 60	1,63	1,9							6 6
5	LEIRE	gytjeaktig						68 71 75	1,62								8 8
	LEIRE	gytjeaktig, overgang til KVIKKLEIRE						64 59	1,69								8 21
10																	
15																	
20																	

Symboler:



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

Vanninnhold

Omrørt konus

ρ = Densitet

T = Treaksialforsøk

Grunnvannstand: m

Plastisitetsindeks, I_p

Uomrørt konus

ρ_s = Korndensitet

\emptyset = Ødometerforsøk

Borbok: Digital

S_t = Sensitivitet

K = Korngradering

PRØVESERIE

Borhull:

6

Sandtangen Eiendom AS

Dato:

2019-12-10

Utfylling i sjø

Multiconsult
www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet:

CHPS

Kontrollert:

ANNM

Godkjent:

STEIS

Oppdragsnummer:

10214956-01

Tegningsnr.:

RIG-TEG-200

Rev. nr.:

01

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	ORG. MATR., GYTJE skjellrester, fritt vann, lag av leire midt i prøven						152 60	1,68		9,5						11	
	ORG. MATR., GYTJE, siltig sandlomme i topp, enk. gruskorn			wp=148% , wf=274%			262 244 242	1,19	14,6							2 2	
	GYTJE, siltig						219 148 133	1,33								4 3	
5	LEIRE, siltig		TØ				67 60	1,68	2,66							3 5	
	LEIRE, siltig							1,81								6 5	
10																	
15																	
20																	

Symboler:



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

Vanninnhold

Omrørt konus

ρ = Densitet

T = Treaksialforsøk

Grunnvannstand: m

Plastisitetsindeks, I_p

Uomrørt konus

ρ_s = Korndensitet

Ø = Ødometerforsøk

Borbok: Digital

S_t = Sensitivitet

K = Korngradering

PRØVESERIE

Borhull: 7

Sandtangen Eiendom AS

Utfylling i sjø

Dato: 2019-11-21

Multiconsult
www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet: CHPS

Kontrollert: ANNM

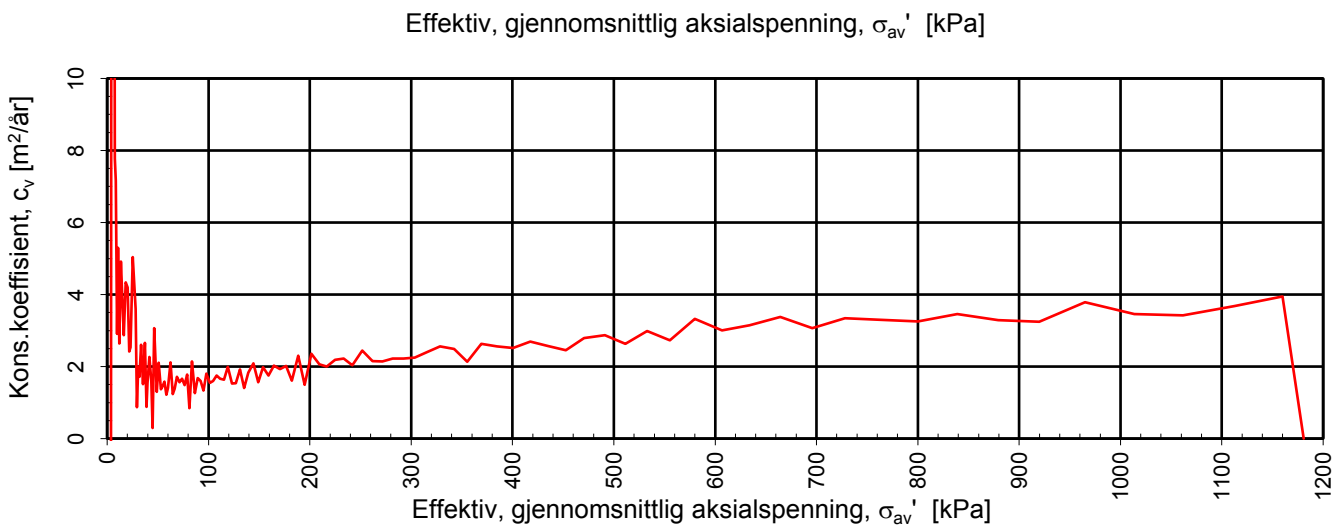
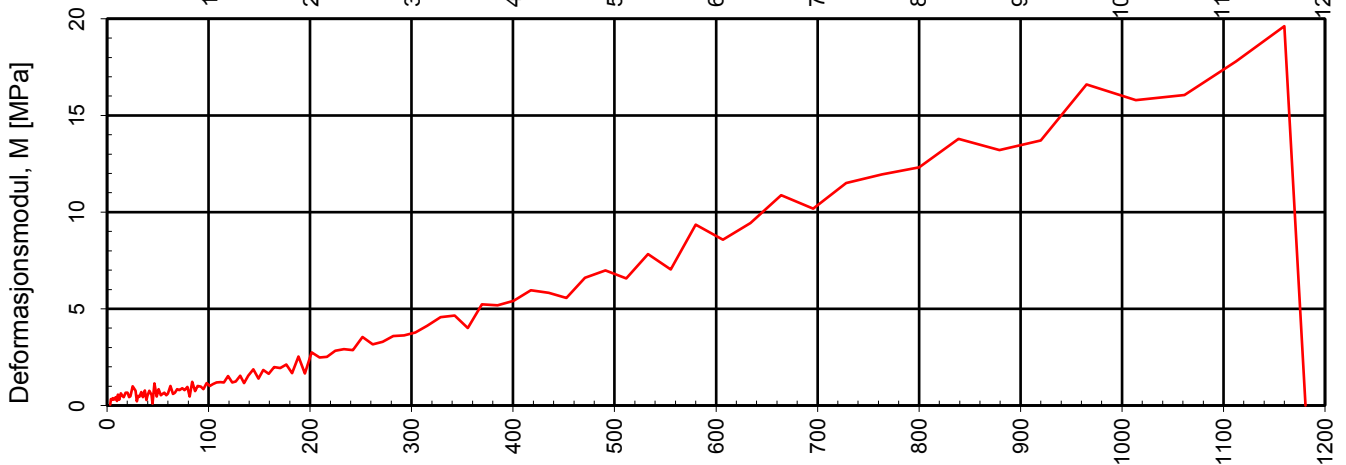
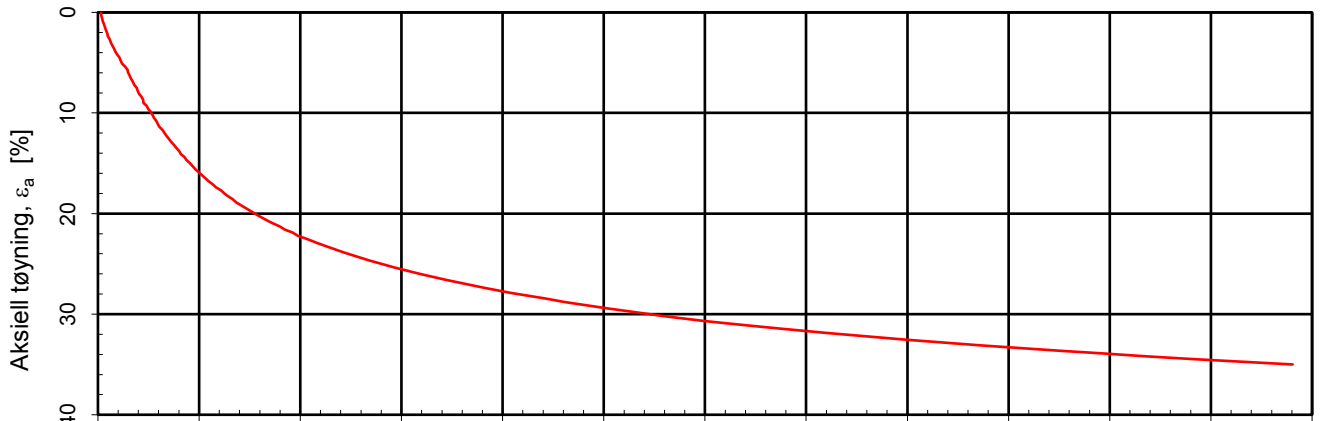
Godkjent: STEIS

Oppdragsnummer: 10214956-01

Tegningsnr.: RIG-TEG-201

Rev. nr.: 00

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



Densitet ρ (g/cm³): **1,69**
 Vanninnhold w (%): **51,90**

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

Sandtangen Eiendom AS
Utfylling i sjø

Rapportdato:
 21.11.2019

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

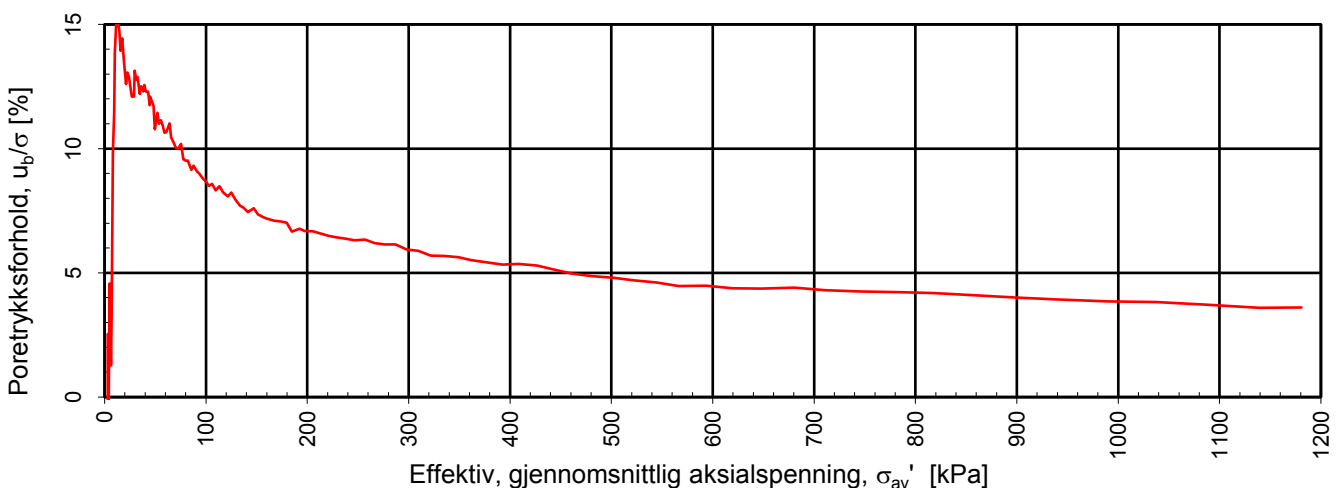
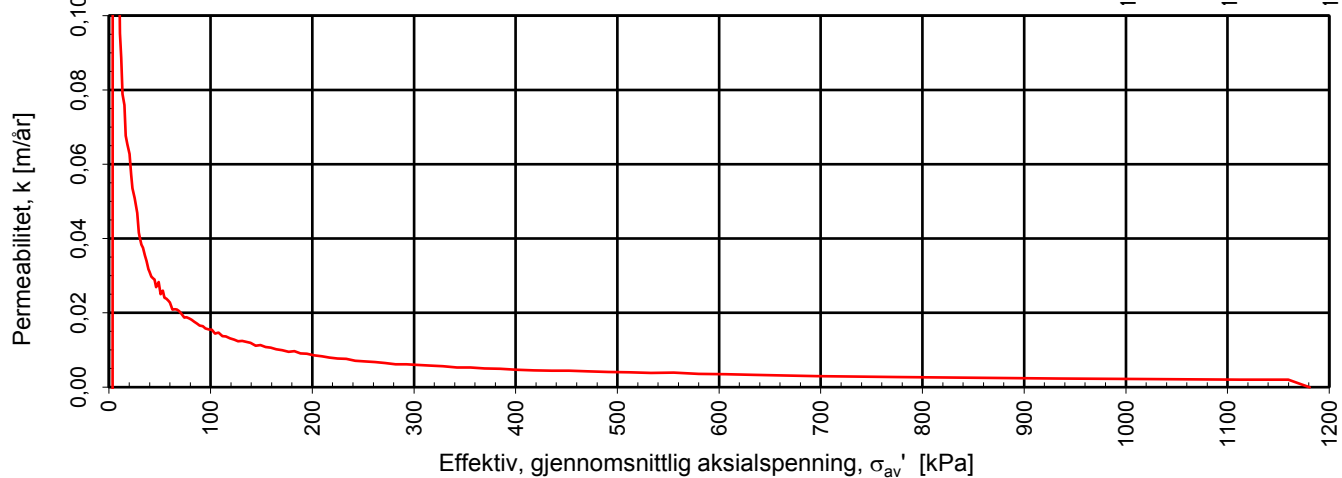
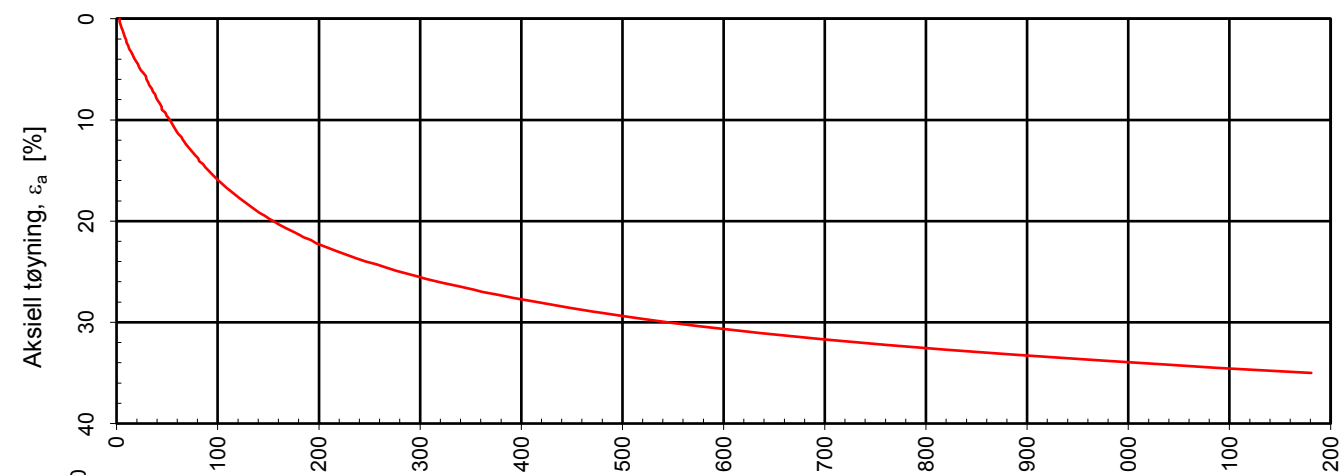
MULTICONSULT AS
 Box 265 Skøyen
 N-0213 OSLO
 Tlf.: 21 58 50 00

Forsøksdato: 18.11.2019	Dybde, z (m): 5,65	Borpunkt nr.: 7
Forsøknr.: 1	Tegnet av: METS	Kontrollert: SIOR
Oppdrag nr.: 10214956	Tegning nr.: RIG-TEG-400.1	Prosedyre: CRS



Godkjent:
STEIS
 Programrevisjon:
 30.01.2018

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



Densitet ρ (g/cm³): 1,69
 Vanninnhold w (%): 51,90
 Effektivt overlagingstrykk, σ_{vo}' (kPa):

Sandtangen Eiendom AS

Utfylling i sjø

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

Rapportdato:

21.11.2019



Godkjent:

STEIS

Programrevisjon:

30.01.2018

MULTICONSULT AS

Box 265 Skøyen
 N-0213 OSLO
 Tlf.: 21 58 50 00

Forsøksdato:

18.11.2019

Dybde, z (m):

5,65

Borpunkt nr.:

7

Forsøknr.:

1

Tegnet av:

METS

Kontrollert:

SIOR

Oppdrag nr.:

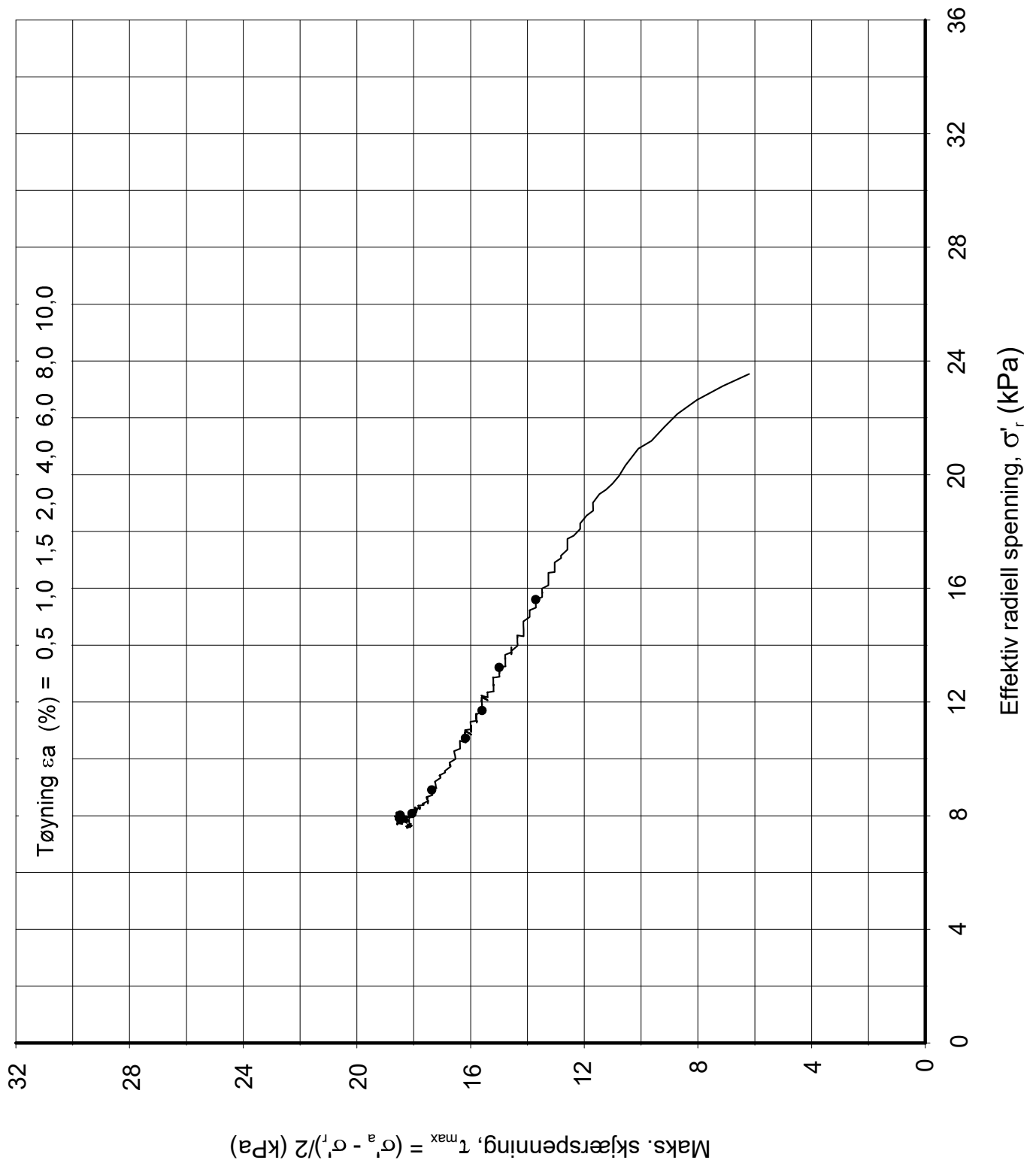
10214956

Tegning nr.:

RIG-TEG-400.2

Prosedyre:

CRS



Forsøksdata

$\gamma_i = 17,1 \text{ kN/m}^3$
 Dybde: 5,55 m $\epsilon_{\text{vol}} = \Delta V/V = 9,16 \%$
 Gvs. = - m $\Delta e/e_0 (-) = 0,168$
 $w_i = 42,7 \%$
 $w_f = - \%$
 $w_p = - \%$
 Tan. $\phi_f = -$
 Attraksjon = - kPa
 $\sigma'_{\text{vo}} = 12,0 \text{ kPa}$
 $\sigma'_{\text{ac}} = 39,1 \text{ kPa}$
 $\sigma'_{\text{rc}} = 27,2 \text{ kPa}$

Treaksialforsøk CAUa Deviatorspenningsti. NTNU-plott

Borpunkt:
7

Sandtangen Eiendom AS

Dato:
20.11.2019

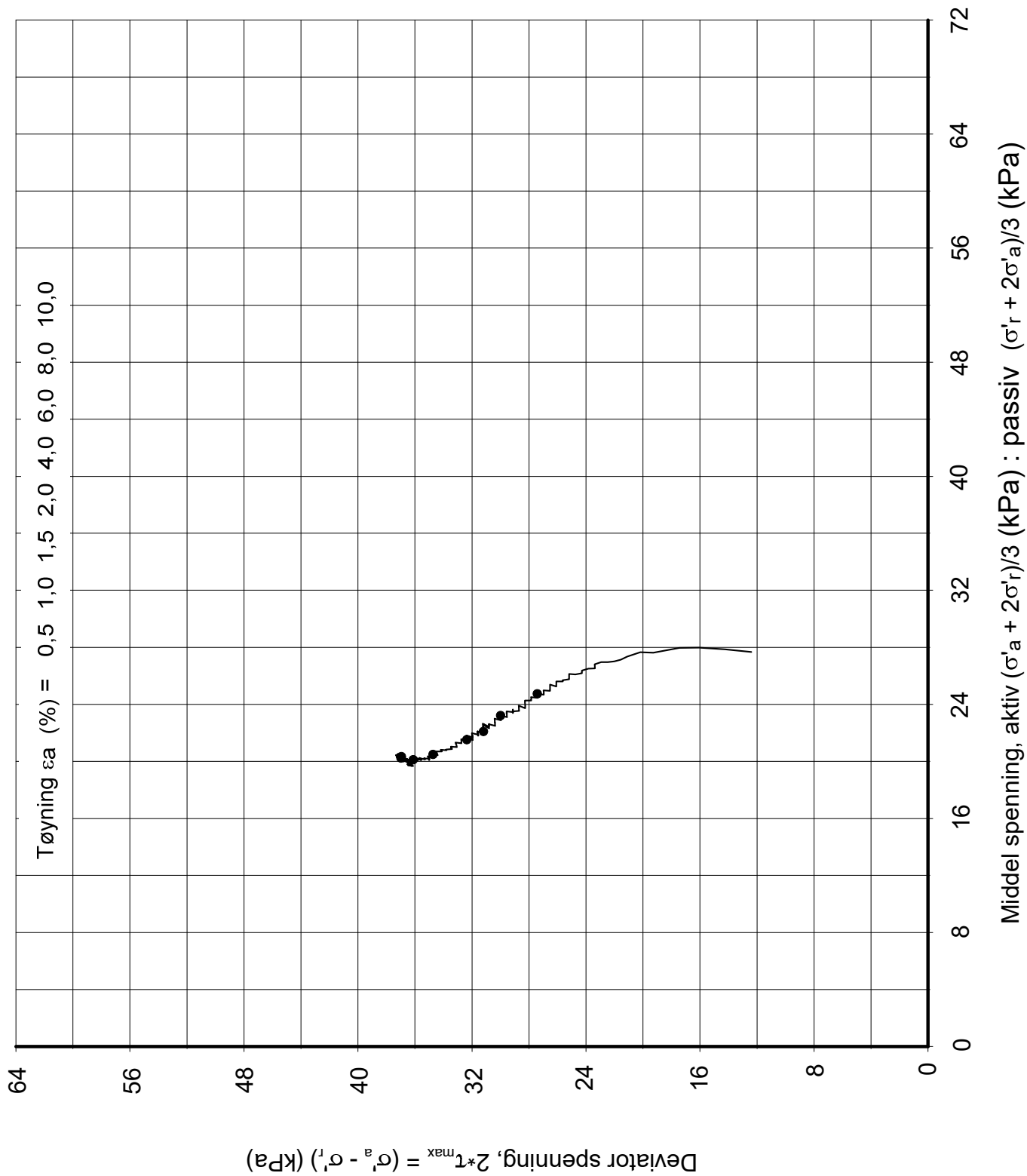
Utfylling i sjø

Multiconsult
www.multiconsult.no

Tegnet
JONESA
Oppdragsnr:
10214956

Kontrollert:
SIOR
Tegning nr.:
RIG-TEG-450.1

Godkjent:
STEIS
Rev nr.
00



Forsøksdata

$\gamma_i = 17,1 \text{ kN/m}^3$	$w_i = 42,7 \%$	$\sigma'_{vo} = 12,0 \text{ kPa}$
Dybde: 5,55 m	$w_f = - \%$	$\sigma'_{ac} = 39,1 \text{ kPa}$
Gvs. = - m	$w_p = - \%$	$\sigma'_{rc} = 27,2 \text{ kPa}$
$\epsilon_{vol} = \Delta V/V = 9,16 \%$		
$\Delta e/e_0 (-) = 0,168$		
	Tan. $\phi_f = -$	
	Attraksjon = - kPa	

Treksialforsøk CAUa

Borpunkt:
7

Sandtangen Eiendom AS

Dato: 20.11.2019

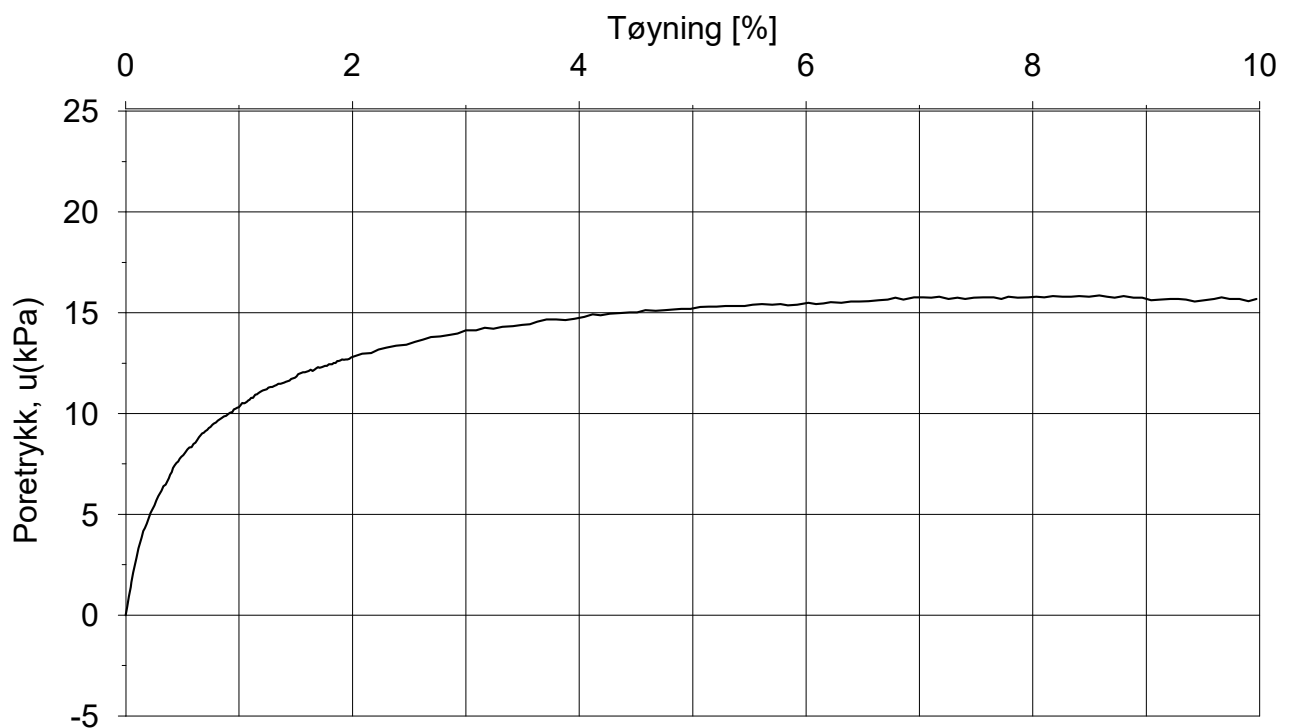
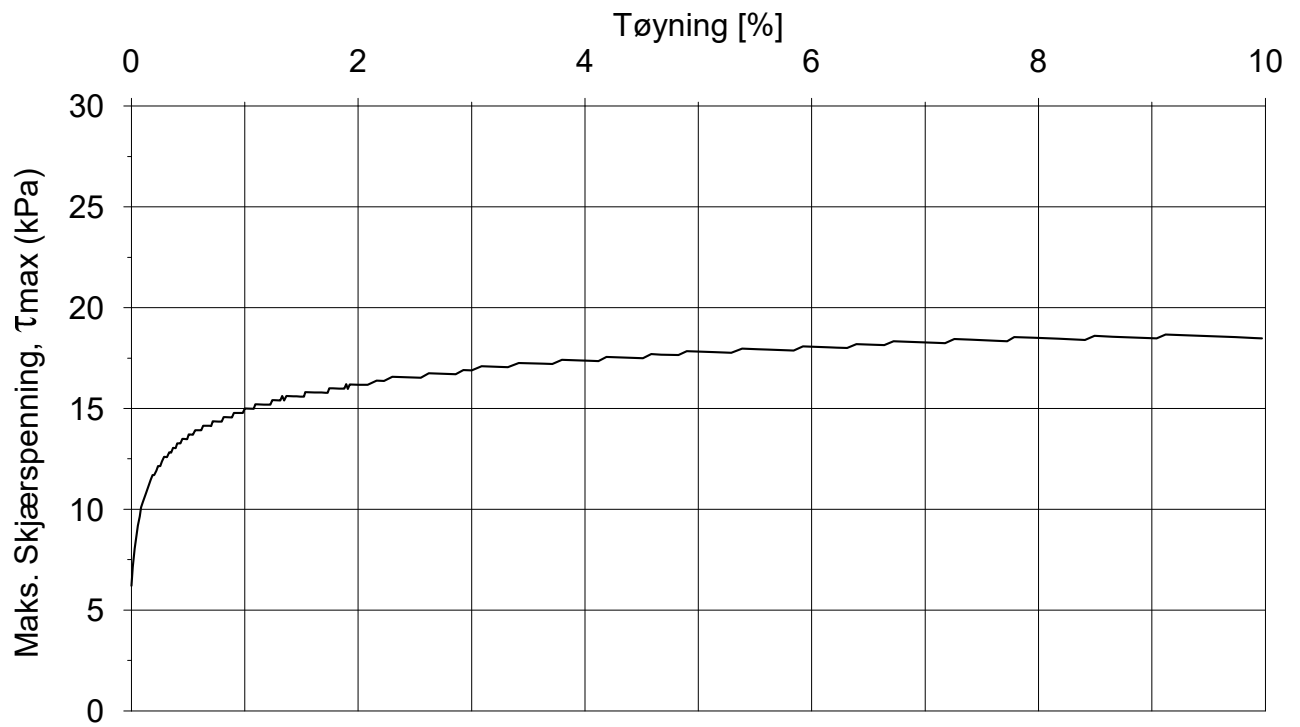
Utfylling i sjø

Multiconsult
www.multiconsult.no

Tegnet
JONESA
Oppdragsnr:
10214956

Kontrollert:
SIOR
Tegning nr.:
RIG-TEG-450.2

Godkjent:
STEIS
Rev nr.
00



Forsøksdata

$\gamma_i = 17,1 \text{ kN/m}^3$	$w_i = 42,7 \%$	$\sigma'_{vo} = 12,0 \text{ kPa}$
Dybde: 5,55 m	$\epsilon_{vol} = \Delta V/V = 9,16 \%$	$\sigma'_{ac} = 39,1 \text{ kPa}$
Gvs. = - m	$\Delta e/e_0 (-) = 0,168$	$\sigma'_{rc} = 27,2 \text{ kPa}$
	$w_f = - \%$	
	$w_p = - \%$	

Treacks CAUa Poretrykk- og mobiliseringsforsøk

Borpunkt:
7

Sandtangen Eiendom AS

Dato:
20.11.2019


Utfylling i sjø

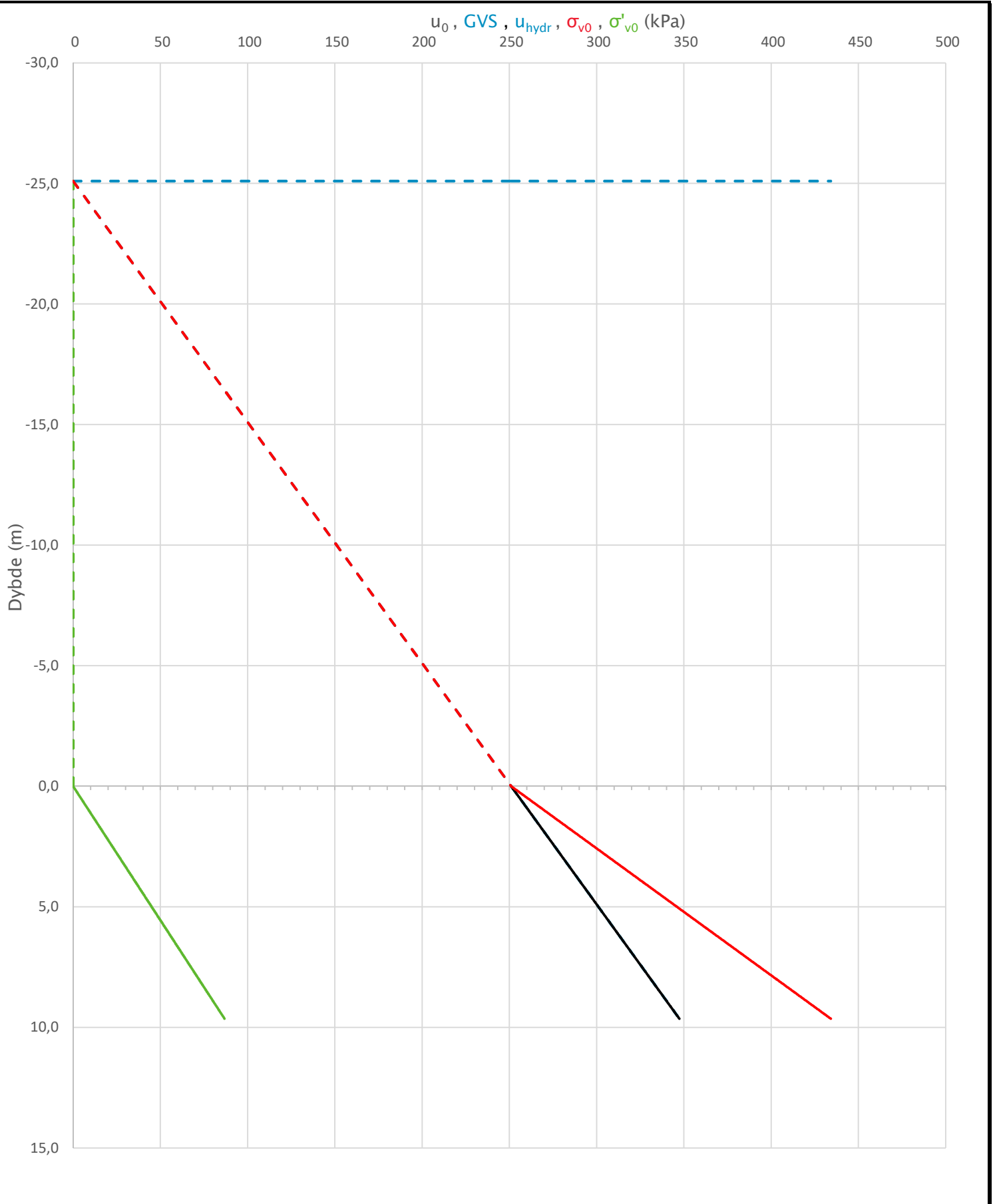
Multiconsult
www.multiconsult.no

Tegnet
JONESA
Oppdragsnr:
10214956

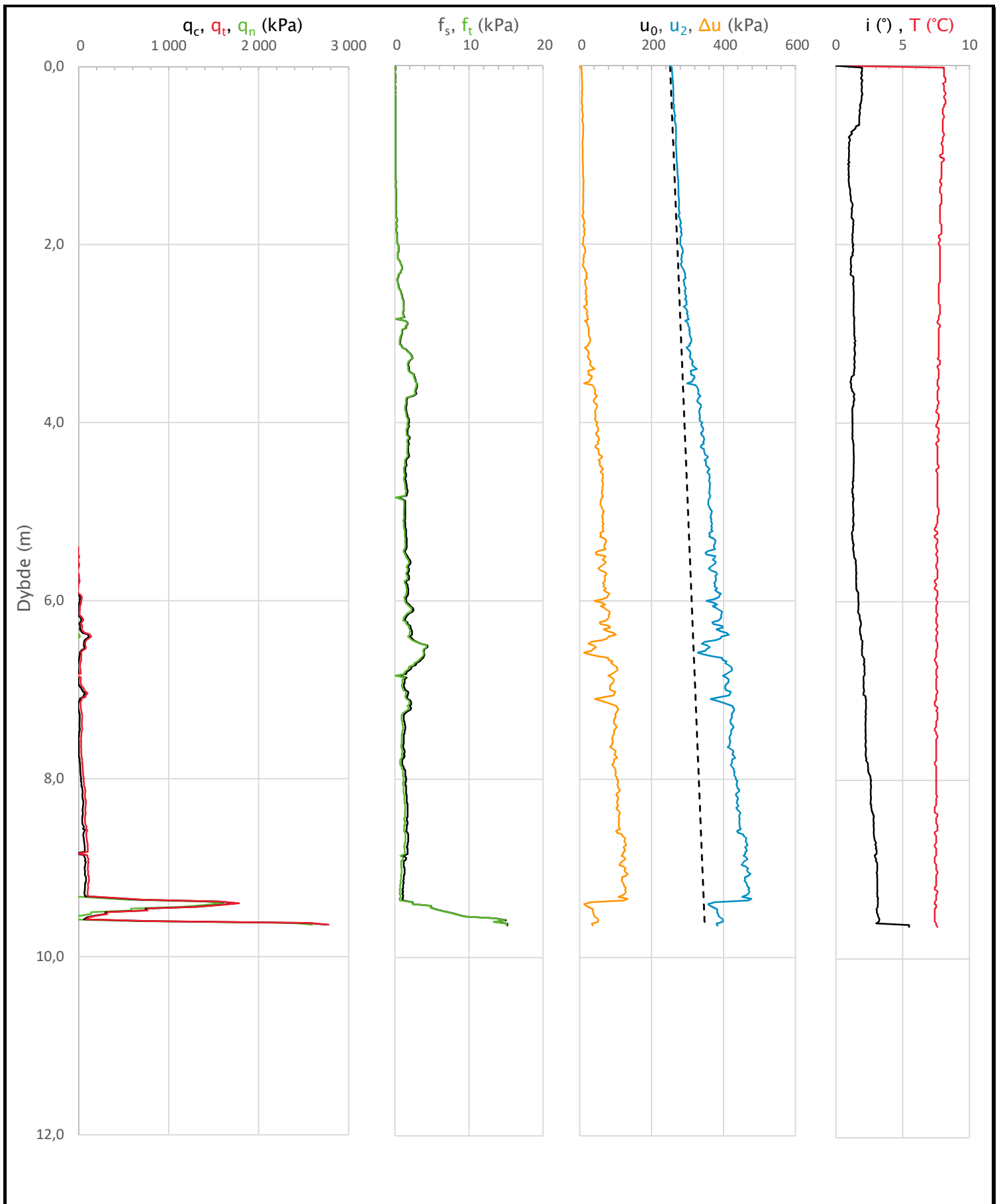
Kontrollert:
SIOR
Tegning nr.:
RIG-TEG-450.3

Godkjent:
STEIS
Rev nr.
00

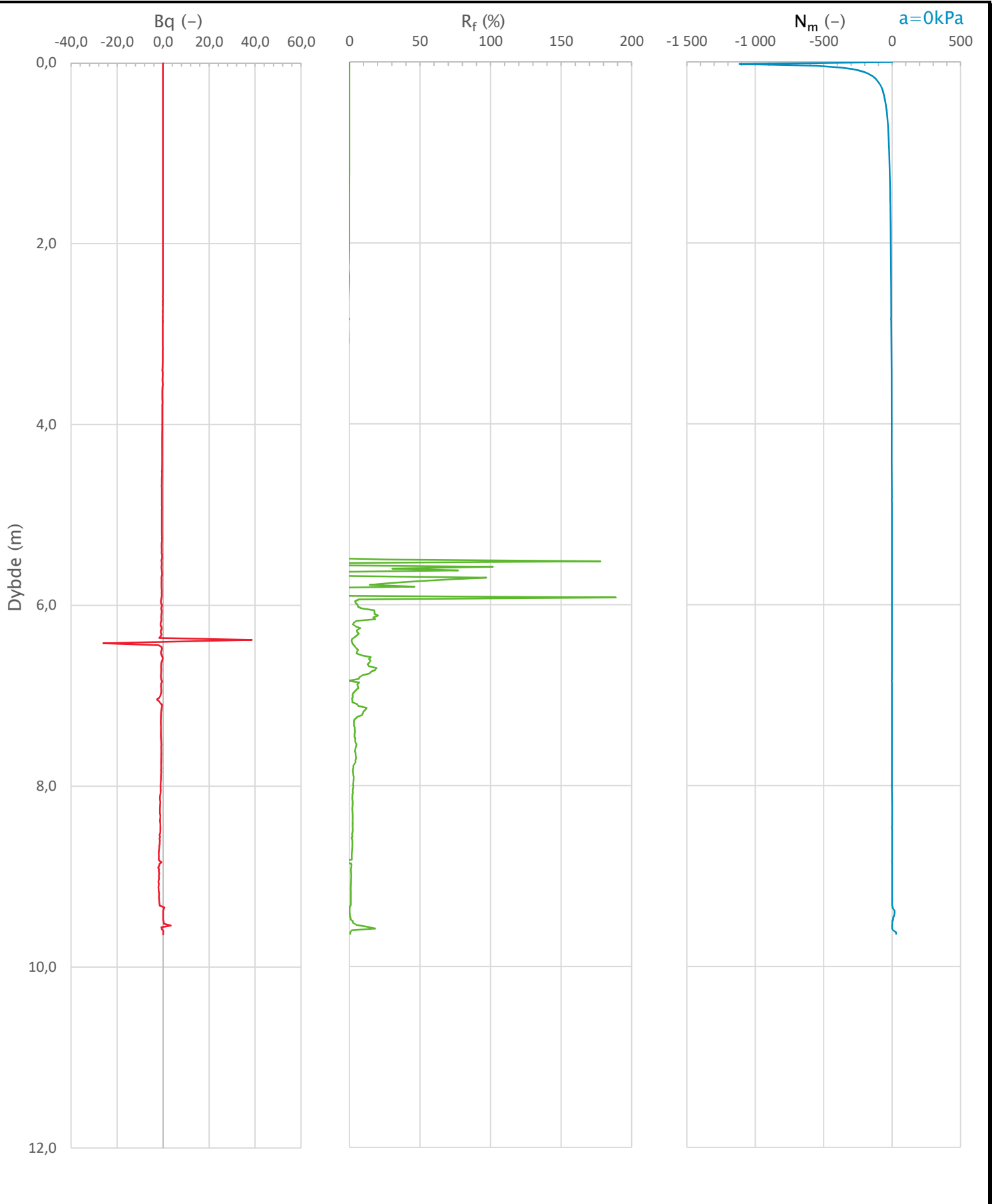
Sonde og utførelse						
Sondennummer	4357		Boreleder	GKA		
Type sonde	#N/A		Temperaturendring (°C)	0		
Kalibreringsdato	05.04.2018		Maks helning (°)	5,5		
Dato sondering	19-11-12		Maks avstand målinger (m)	0,02		
Filtertype						
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0,5		2	
Måleområde (MPa)	50		0,5		2	
Skaleringsfaktor	1310		3755		3742	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	0,5824		0,0102		0,0204	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	#N/A		#N/A		#N/A	
Arealforhold	0,8430		0,0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	34,341		0,67		0,611	
Temperaturområde (°C)						
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	7634,3		125,4		499,5	
Registrert etter sondering (kPa)	0,0		0,1		0,3	
Avvik under sondering (kPa)	0,0		0,1		0,3	
Maksimal temperatureffekt (kPa)						
Maksverdi under sondering (kPa)	2755,7		15,2		477,7	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)						
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						
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse						
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur		
OK	OK	OK	OK	#N/A		
Kommentarer:						
Prosjekt			Prosjektnummer: 10214956 Rapportnummer: 10214956-RIG-RAP_001		Borhull	Kote -25,1
Sandtangen utfylling sjø						6
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					4357	
	Tegnet	Kontrollert	Godkjent		Anvend.klasse	
	RENM	GV	SS			
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	0	RIG-TEG	500.1
	Multiconsult	19-11-12	Rev. dato	27.11.2019		




Prosjekt		Prosjektnummer: 10214956 Rapportnummer: 10214956-RIG-RAP_001		Borhull	Kote -25,1
Sandtangen utfylling sjø				6	
Innhold				Sondennummer	
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				4357	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	RENM	GV	SS	ISO1	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	500.2
	Multiconsult	19-11-12	0 Rev. dato 27.11.2019		

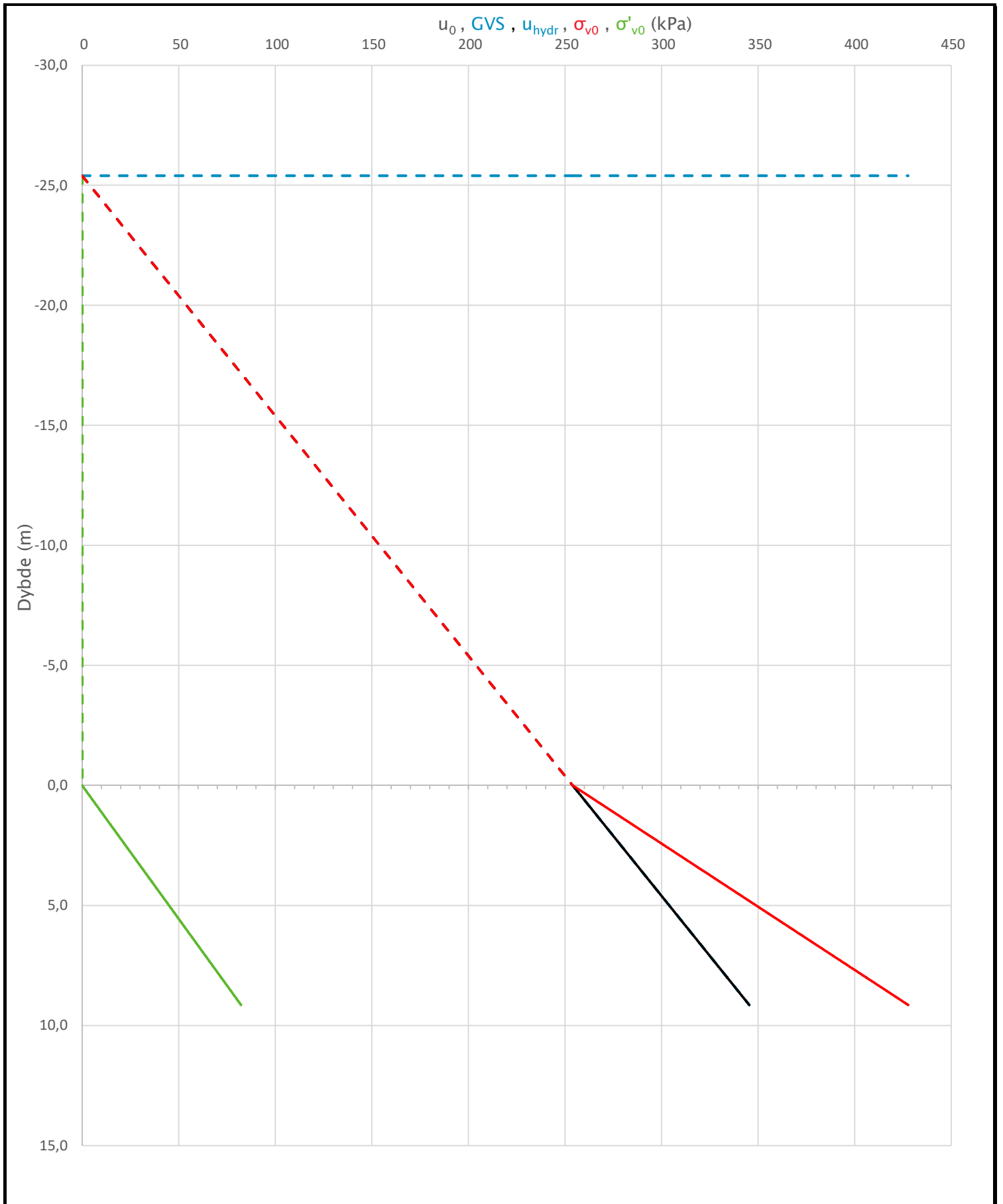


Prosjekt		Prosjektnummer: 10214956 Rapportnummer: 10214956-RIG-RAP_001		Borhull	Kote -25,1
Sandtangen utfylling sjø				6	
Innhold				Sondennummer	
Måledata og korrigerte måleverdier				4357	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	ISO1
	RENM	GV	SS	RIG-TEG	500.3
	Utførende	Dato sondering	Revisjon		
	Multiconsult	19-11-12	0		
			Rev. dato		
			27.11.2019		

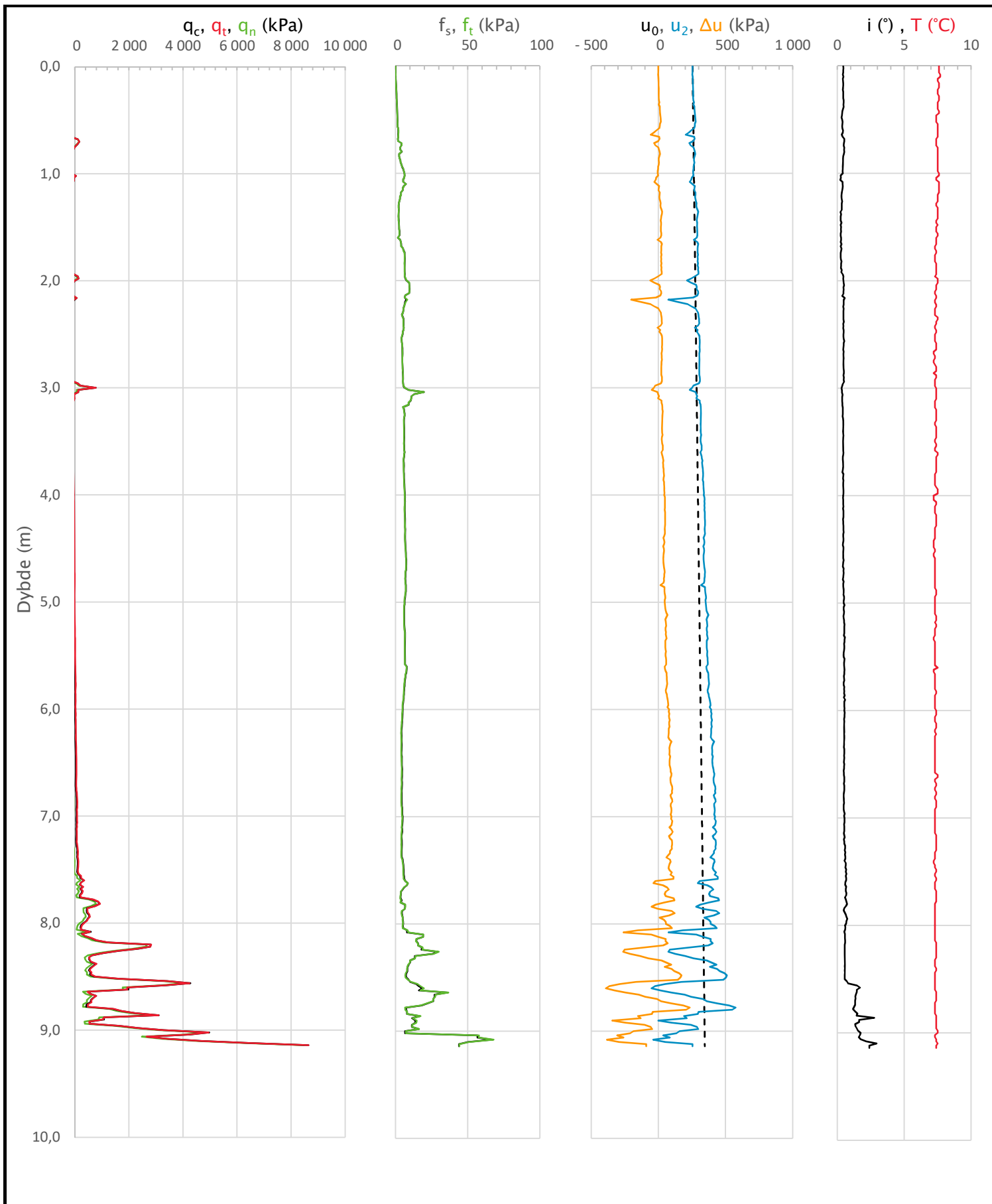


Prosjekt		Prosjektnummer: 10214956 Rapportnummer: 10214956-RIG-RAP_001		Borhull	Kote -25,1
Sandtangen utfylling sjø				6	
Innhold				Sondenummer	
Avledede dimensjonsløse forhold				4357	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	RENM	GV	SS	ISO1	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	500.4
	Multiconsult	19-11-12	0 Rev. dato 27.11.2019		

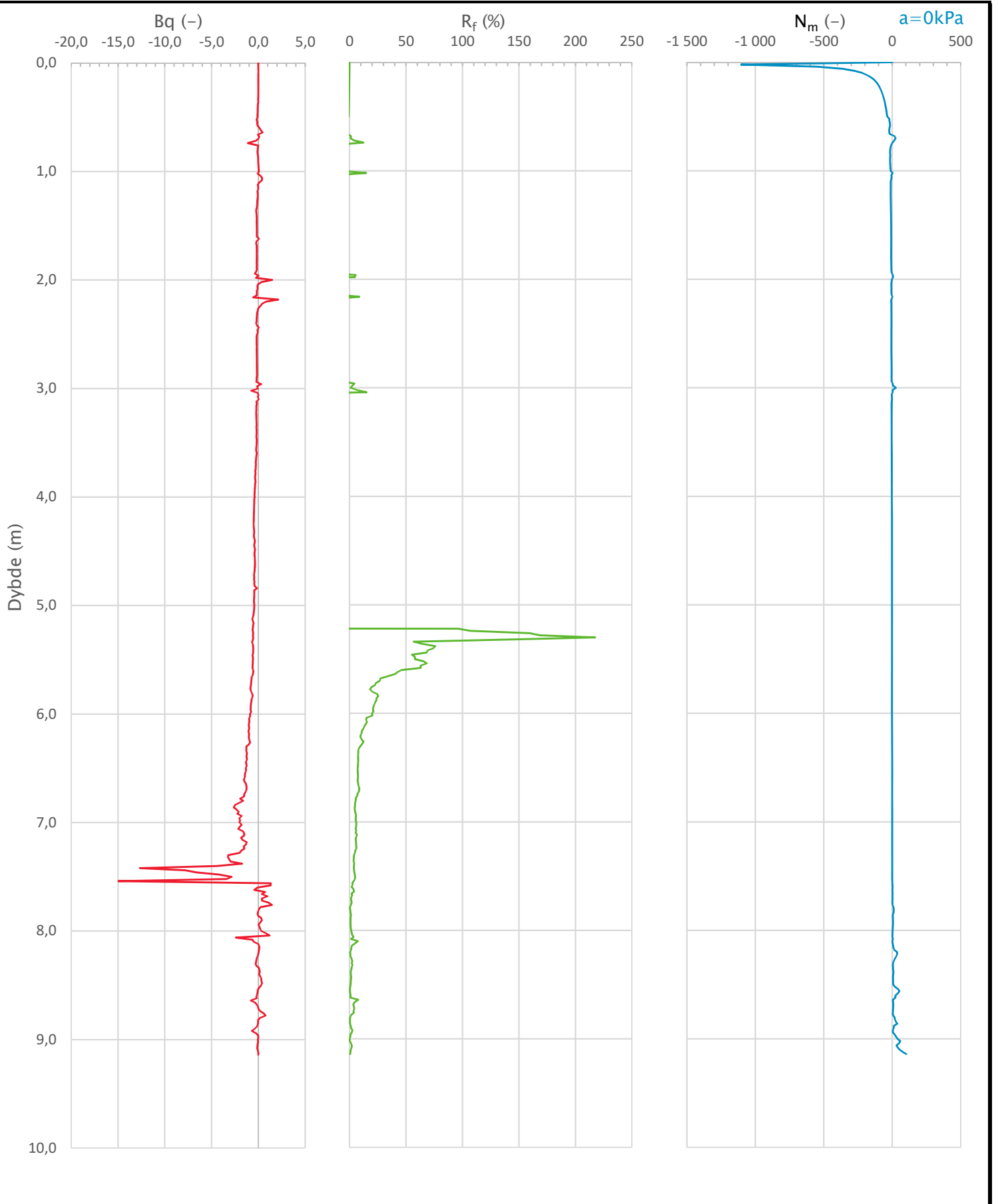
Sonde og utførelse						
Sondennummer	4357		Boreleder		thor	
Type sonde	#N/A		Temperaturendring (°C)		0	
Kalibreringsdato	05.04.2018		Maks helning (°)		2,9	
Dato sondering	19-11-06		Maks avstand målinger (m)		0,02	
Filtertype						
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0,5		2	
Måleområde (MPa)	50		0,5		2	
Skaleringsfaktor	1310		3755		3742	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	0,5824		0,0102		0,0204	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	#N/A		#N/A		#N/A	
Arealforhold	0,8430		0,0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	34,341		0,67		0,611	
Temperaturområde (°C)						
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	7602,9		128,1		480,4	
Registrert etter sondering (kPa)	8,7		-1,6		-1,0	
Avvik under sondering (kPa)	8,7		1,6		1,0	
Maksimal temperatureffekt (kPa)						
Maksverdi under sondering (kPa)	8648,4		66,7		575,4	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)						
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						
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse						
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur		
OK	OK	OK	OK	#N/A		
Kommentarer:						
Prosjekt		Prosjektnummer: 10214956 Rapportnummer: 10214956-RIG-RAP_001			Borhull	Kote -25,4
Sandtangen utfylling sjø					7	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					4357	
	Tegnet	Kontrollert	Godkjent		Anvend.klasse	
	RENM	GV	SS			
Utførende	Dato sondering	Revisjon	Rev. dato		RIG-TEG	
Multiconsult	19-11-06	0	27.11.2019		501.1	



Prosjekt		Prosjektnummer: 10214956 Rapportnummer: 10214956-RIG-RAP_001		Borhull	Kote -25,4
Sandtangen utfylling sjø				7	
Innhold				Sondenummer	
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				4357	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	RENM	GV	SS	ISO1	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	501.2
	Multiconsult	19-11-06	0 Rev. dato 27.11.2019		



Prosjekt		Prosjektnummer: 10214956 Rapportnummer: 10214956-RIG-RAP_001		Borhull	Kote -25,4
Sandtangen utfylling sjø				7	
Innhold				Sondennummer	
Måledata og korrigerte måleverdier				4357	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	ISO1
	RENM	GV	SS		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	501.3
	Multiconsult	19-11-06	0 Rev. dato 27.11.2019		

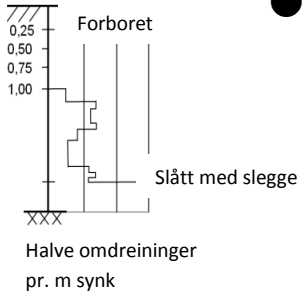
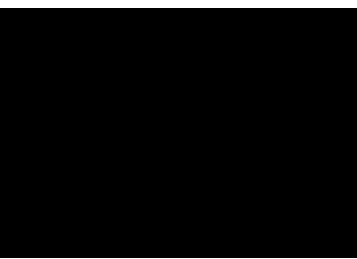
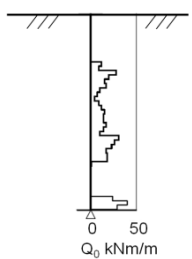
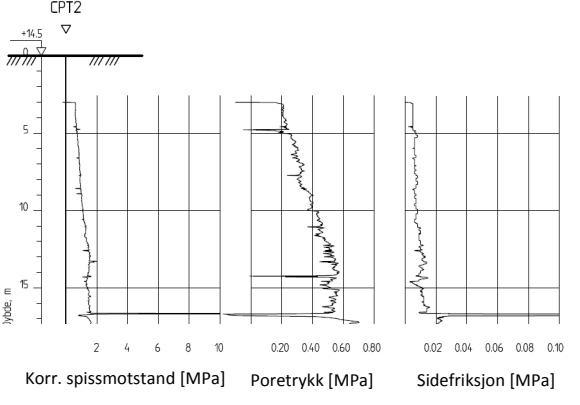
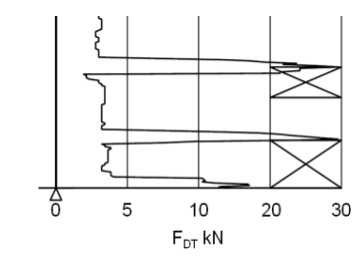


Prosjekt		Prosjektnummer: 10214956 Rapportnummer: 10214956-RIG-RAP_001		Borhull	Kote -25,4
Sandtangen utfylling sjø				7	
Innhold				Sondennummer	
Avledede dimensjonsløse forhold				4357	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	ISO1
	RENM	GV	SS	RIG-TEG	501.4
	Utførende	Dato sondering	Revisjon		
	Multiconsult	19-11-06	0		
			Rev. dato		
			27.11.2019		

VEDLEGG A

Innmålingsdata fra Multiconsult Norge AS

		10214956 Innmålinger				
05	8	2430	6521376,419	517831,837	-29,85	*
05	9	2430	6521405,144	517862,901	-31,65	*
05	6	2430	6521344,227	517868,263	-25,13	*
05	4	2430	6521280,192	517830,549	-19,23	*
05	3	2430	6521286,904	517798,901	-21,56	*
05	2	2430	6521307,141	517742,368	-26,14	*
05	5	2430	6521336,934	517772,603	-27,83	*
05	1	2430	6521299,646	517679,797	-23,60	*
05	7	2430	6521336,948	517676,818	-25,38	*

<p>Avsluttet mot stein, blokk eller fast grunn</p>	<p>Avsluttet mot antatt berg</p>	<p>Sonderinger utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn. For utførelsesstandarder henvises det til «Geoteknisk bilag – Oversikt over metodestandarder og retningslinjer».</p>
<p>Forboret</p> <p>Middels stor motstand</p> <p>Meget liten motstand</p> <p>Meget stor motstand</p> <p>Avsluttet uten å nå fast grunn eller berg</p>		<p>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>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>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>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. 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>	

	<p>T TOTALSONDERING Kombinerer metodene dreietrykksondering 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.</p>
	<p>⊙ PRØVETAKING Utføres for undersøkelse av jordlagenes geotekniske egenskaper i laboratoriet. <u>Maskinell naverboring (forstyrrede poseprøver):</u> Utføres med hul borstang påsveiset en metallspiral med fast stighøyde (auger). Med borrigg kan det bores til 5-20 m dybde, avhengig av jordart, lagringsfasthet og beliggenhet av grunnvannstanden. Med denne metoden kan det tas forstyrrede poseprøver ved å samle materialet mellom spiralskivene. Det er også mulig å benytte enklere håndholdt utstyr som for eksempel skovlprøvetaking. <u>Sylinder/blokkprøvetaking (Uforstyrrede prøver):</u> 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 forsegleet 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.</p>
	<p>+ 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.</p>
	<p>⊖ PORETRYKKSÅLING Målingene utføres med et standrør med filterspiss eller med hydraulisk (åpent)/elektrisk piezometer (poretrykksmåler). Filteret eller piezometerspissen påmontert piezometerrør presses ned i grunnen til ønsket dybde. Stabilt poretrykk registreres fra vannets stighøyde i røret, eller ved avlesning av en elektrisk trykkmåler i spissen. Valg av utstyr vurderes på bakgrunn av grunnforhold og hensikten med målingene. Grunnvannstand observeres eller peiles direkte i borhullet.</p>

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

MINERALSKE JORDARTER

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

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

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

ORGANISKE JORDARTER

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

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

KORNFORDELINGSANALYSER

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

VANNINNHold

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

KONSISTENSGRENSER

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

HUMUSINNHold

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

DENSITET, TYNGDETETHET, PORETALL OG PORØSITET

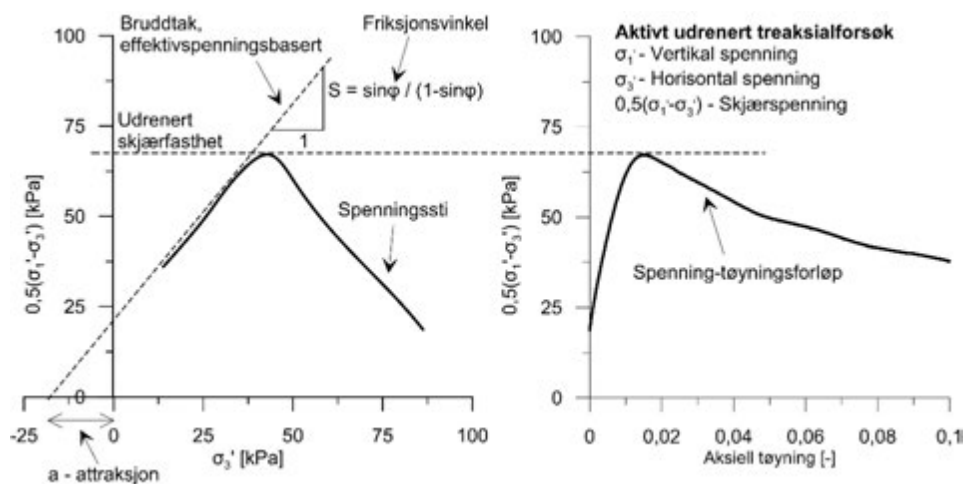
Navn	Symbol	Enhet	Beskrivelse
Densitet	ρ	g/cm ³	Masse av prøve per volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del
Korndensitet	ρ_s	g/cm ³	Masse av fast stoff per volumenhet fast stoff
Tørr densitet	ρ_d	g/cm ³	Masse tørt stoff per volumenhet
Tyngdetetthet	γ	kN/m ³	Tyngde av prøve per volumenhet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

SKJÆRFASTHET

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

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

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

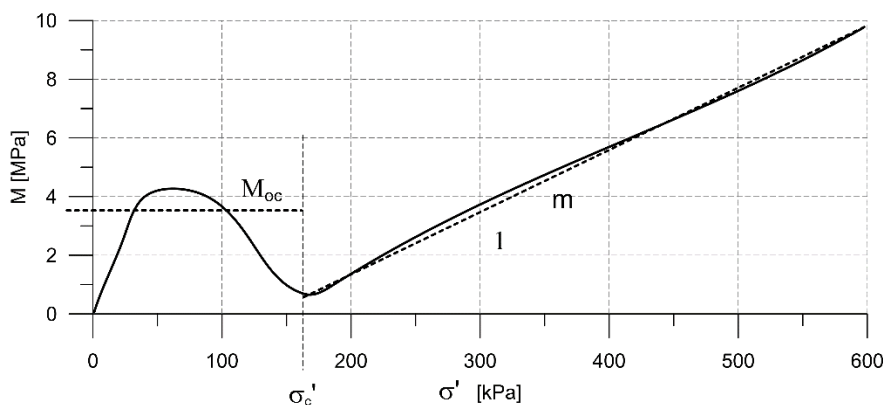


SENSITIVITET

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

DEFORMASJONS- OG KONSOLIDERINGSEGENSKAPER

Jordartens deformasjons- og konsolideringsegenskaper benyttes ved beregning av setninger og deformasjoner. Disse mekaniske egenskapene bestemmes ved hjelp av belastningsforsøk i ødometer. Jordprøven bygges inn i en stiv ring som forhindrer sideveis deformasjon. Belastningen skjer vertikalt med trinnvis eller kontinuerlig økende last/spenning (σ'). Sammenhørende verdier for spenning og deformasjon (tøyning ϵ) registreres, og materialets stivhet (deformasjonsmodul) kan beregnes som $M = \Delta\sigma' / \Delta\epsilon$. 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

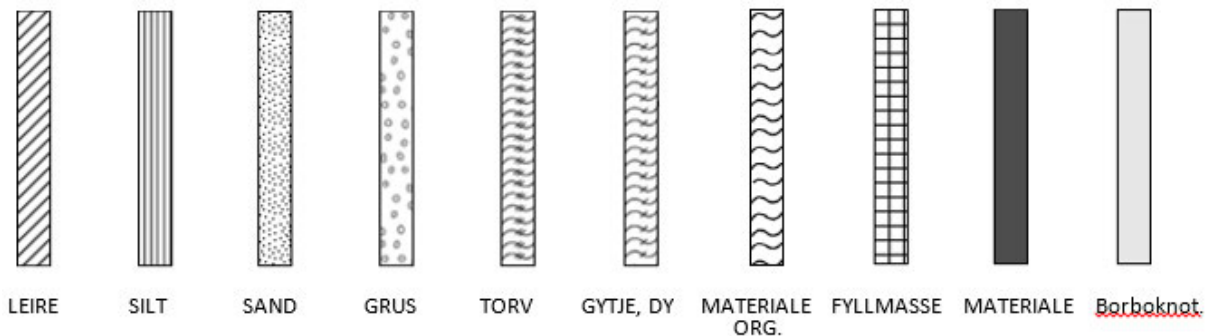
Ved komprimering av en jordart oppnås tettere lagring av mineralkornene. Komprimeringsegenskapene for en jordart bestemmes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Standard eller Modifisert Proctor). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr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

PERMEABILITET

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

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - PRØVESKRAVERING

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



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

LEIRE: Leirinnholdet er større enn 15 %

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

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

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

MATERIALE: Brukes når materialet har en slik sammensetning at ingen av de ovennevnte betegnelse kan benyttes. Dette fremkommer normalt fra en kornfordelingsanalyse

TORV: Mer eller mindre omvandlede planterester

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

MATERIALE ORG.: Sterkt omdannet organisk materiale med løs struktur

FYLLMASSE: Avsetninger som ikke er naturlige (utlagte masser)

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

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

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

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SYMBOLFORKLARING - Vanninnhold og konsistensgrenser

Vanninnhold og konsistensgrenser utført ved rutineundersøkelsen fremvises på prøveserietegningen ved plassering av symboler på tilhørende graf. Dersom et vanninnhold overstiger grafens maksgrense 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 maksgrense 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
NS8015	Skjærfasthet ved konusforsøk
NS8016	Skjærfasthet ved enaksialt trykkforsøk
NS8017	Ødometerforsøk, trinnvis belastning
NS8018	Ødometerforsøk, kontinuerlig belastning
NS-EN ISO/TS 17892-8 og -9	Treaksialforsøk (UU, CD)
Statens vegvesen Håndbok R210	Laboratorieundersøkelser