

---

DATARAPPORT

# Konsulent Birkelid bro

---

OPPDRAGSGIVER

Songdalen kommune

EMNE

Datarapport – Geotekniske grunnundersøkelser

DATO / REVISJON: 2018-09-10 / 00

DOKUMENTKODE: 10205474-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	<b>Konsulent Birkelid bro</b>	DOKUMENTKODE	10203542-RIG-RAP-001
EMNE	Datarapport - Geotekniske grunnundersøkelser	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	<b>Songdalen kommune</b>	OPPDRAGSLEDER	Rune Mykland
KONTAKTPERSON	Harald Hinna	UTARBEIDET AV	Rene Minarski
KOORDINATER	SONE: 32 ØST: 432055 NORD: 6443219	ANSVARLIG ENHET	10232012 Geoteknikk Kristiansand
GNR./BNR./SNR.	77/22, 75/2 SONGDALEN KOMMUNE		

## SAMMENDRAG

Multiconsult har utført geotekniske grunnundersøkelser i forbindelse med planlagt reetablering av gang og sykkel bro over Songdalselva mellom Rosselandsvegen på øst side og Oasen skole på vest side.

Det er utført totalsonderinger i 5 pkt., CPTu sondering i 1 pkt. og prøvetaking i 2 pkt..

Terrengnivået i området varier mellom ca. kote +11 nede ved elvekanten og ca. +14 oppe på skråniger ved siden om elva.

Sonderingsdiagrammene og resultatene fra prøveseriene indikerer at løsmassene består av et topplag av sand med tykkelse inntil ca. 2,5 m på den vestre siden av elva, og inntil ca. 5,0 m på den østre sida etterfulgt av siltig leire over morene til berg. Det er påvist kvikkleire i området.

Bergoverflaten på den vestre sida er registrert mellom 21,5 og 28,7 m dybde i boringene, tilsvarende kote mellom -7,6 og +14,8. På østre sida er sonderingen avsluttet mot skrått berg uten berg påvisning.

Grunnvannstand er registrert i forbindelse med grunnundersøkelsene i 4,0 m dybde på den vestre siden og 1,95 m på den østre siden.

Foreliggende datarapport presenterer resultatene fra de utførte grunnundersøkelsene.

00	2018-09-12	Utsendelse	RENM	TDR	RENM
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

## INNHOLDSFORTEGNELSE

<b>1</b>	<b>Innledning .....</b>	<b>5</b>
1.1	Formål og bakgrunn .....	5
1.2	Utførelse .....	5
1.3	Kvalitetssikring og standardkrav .....	5
1.4	Innhold og bruk av rapporten .....	5
<b>2</b>	<b>Området og topografi .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Geotekniske grunnundersøkelser .....</b>	<b>7</b>
3.1	Feltundersøkelser .....	7
3.2	Laboratorieundersøkelser .....	7
<b>4</b>	<b>Grunnforholdsbeskrivelse .....</b>	<b>8</b>
4.1	Kvartærgeologisk kart .....	8
4.2	Eksisterende faresoner for kvikkleireskred .....	8
4.3	Grunnforhold tolket ut fra grunnundersøkelser .....	9
4.3.1	Generelt .....	9
4.3.2	Dybde til berg .....	9
4.3.3	Løsmasser .....	9
4.3.4	Poretrykk og grunnvann .....	9
<b>5</b>	<b>Geoteknisk evaluering av resultatene .....</b>	<b>10</b>
5.1	Avvik fra standard utførelsesmetoder .....	10
5.2	Viktige forutsetninger .....	10
5.3	Undersøkelles- og prøve kvalitet .....	10
5.4	Måling av poretrykk .....	10
5.5	Påvisning av bergnivå .....	10
<b>6</b>	<b>Referanser .....</b>	<b>11</b>

## TEGNINGER

10205474-RIG-TEG	-000	Oversiktskart
	-001	Borplan
	-101 tom. -105	Totalsonderinger
	-200 tom. -201	Prøveserie ved pkt. 2 og pkt. 4
	-500,0 til - 500,5	CPTu ved pkt. 2

## BILAG

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

## 1 Innledning

Multiconsult har utført geotekniske grunnundersøkelser i forbindelse med planlagt reetablering av gang- og sykkel bro over Songdalselva mellom Rosselandsvegen på øst side og Oasen skole på vest side. Foreliggende datarapport presenterer resultatene fra de utførte grunnundersøkelsene.

### 1.1 Formål og bakgrunn

Formålet med grunnundersøkelsene er å få bedre informasjon om hvilke masser det er i grunnen og hvor stor løsmassemekktigheten er. Rapporten skal kunne brukes som grunnlag til videre prosjektering av pelefundamentering for nye brua.

### 1.2 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 Norge AS med hydraulisk borerigg i la. august 2018. Alle koter referer til NN 2000 og borpunktene er målt inn av Multiconsult i koordinatsystem Euref 89 UTM 32.

Grunnundersøkelsene bestod av 5 totalsonderinger for å kartlegge grunnens art, relative lagringsfasthet og dybder til antatt berg, en CPTu sondering og 2 prøveserier.

### 1.3 Kvalitetssikring og standardkrav

Oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Multiconsults styringssystem. Systemet omfatter prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for kvalitetsstandard NS-EN ISO 9001:2015 [1]. Feltundersøkelsene er utført iht. NS 8020-1:2016 [3] og tilgjengelige metodestandarder fra Norsk Geoteknisk Forening [6].

Laboratorieundersøkelsene er utført iht. NS 8000-serien og relevante ISO-standarder. Datarapporten er utarbeidet i henhold til NGF-melding nr. 2 [6] og krav i NS-EN-1997 (Eurokode 7) – Del 2 [2].

Oversikt over utvalgte metodestandarder er vist i geoteknisk bilag 3.

### 1.4 Innhold og bruk av rapporten

Geoteknisk datarapport presenterer resultater fra utførte geotekniske grunnundersøkelser i geotekniske termer og krever geoteknisk kompetanse for videre bruk i rådgivings- og prosjekteringsammenheng. Rapporten inneholder i så måte ingen vurderinger av byggbarhet, metoder eller tiltak, 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 Området og topografi

Det undersøkte området ligger ved Songdalselva like øst for Oasen skole og vest for Rosselandsvegen.

Det har tidligere vært en bro ved dette stedet som forbundet boligbebyggelsen på øst siden elva med skole og barnehage på vest siden. Den gamle broen ble ødelagt ifm. flom høsten 2017 og skal nå bygges på nytt i omtrent samme plassering som før.

På vest siden finnes i dag en mindre veg som leder fra skolen til broen. Det er tanken at den nye brofestet skal etableres ett sted langs denne vegen og en del lengre vest enn det eksisterende brofestet. Da vegen går oppover imot skolen vill det nye brofestet på dette måte blir høyere enn det gamle brofestet.

På øst siden er det i dag en trappe som leder fra den gamle broen til vegen. Denne trappen skal rives ifm. etablering av den nye broen. Også her vil det nye brofestet etableres høyere enn det tidligere brofestet for å gi forbedret flomsikkerhet og enklere tilgang til Rosselandsvegen uten trapp.

Terrengnivået vest for elva ligger ved ca. kote +14 ifølge innmåling av borpunktene, nærmere til elva faller terrenget ned til elvekant ved ca. kote +11.

Plasseringen av området vises på Figur 2-1 der omtrentlig planområde er markert med rødt omriss. Figur 2-2 viser videre flyfoto over aktuelt område.



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



Figur 2-2 Flyfoto over området, omtrentlig planområde er markert med rødt omriss [finn.no].

### 3 Geotekniske grunnundersøkelser

#### 3.1 Tidligere grunnundersøkelser

Tidligere grunnundersøkelser listes opp i Tabell 3-1.

Tabell 3-1 Relevante tidligere grunnundersøkelser

Ref.	Rapport-nummer	Utført av	År	Oppdragsgiver	Oppdragsnavn/ rapportnavn	Vist på borplan
[A]	600132	Noteby AS	2002	NVE, Region Sør	Forbygning i Songdalselva	Ja
[B]	311414	Multiconsult AS	2007	Songdalen kommune	Birkelid offentlige skole	Nei
[C]	312702	Multiconsult AS	2013	Songdalen kommune	Birkelid - Supplerende grunnundersøkelser	Ja
[D]	201780-1	Grunnundersøkelser AS	2018	Songdalen kommune	Grunnundersøkelse – Birkelid bro	Ja

#### 3.2 Feltundersøkelser

Utførte grunnundersøkelser omfatter totalsonderinger i 5 punkter, CPTU i 1 punkt og prøvetaking i 2 punkter.

Plassering av borpunktene er vist på borplan, tegning -001. Utskrifter av totalsonderinger er vist på tegninger -101 t.o.m. -105. Koordinater for borpunktene er angitt i sone UTM32 som vist i Tabell 3-1.

Tabell 3-2: Utførte feltundersøkelser

Borpunkt	Koordinater			Metode	Boret dybde			Kommentar
	X	Y	Z		Løs-masse	Ant. Berg	Totalt	
	[m]	[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	
1	6443231.390	432029.862	13.965	TOT	28,7	1,8	30,5	
2	6443228.429	432036.051	14.028	TOT /CPTu / Pr	25,5	2,5	28,0	
3	6443224.917	432042.122	13.860	TOT	21,5	2,0	23,0	
4	6443205.877	432081.881	12.380	TOT / Pr	30,1	-	30,1	Boret i samme plassering, berg ikke påvist pga. skråfjell
5	6443205.877	432081.881	12.380	TOT	30,1	-	30,1	

#### 3.3 Laboratorieundersøkelser

Laboratorieundersøkelser av opptatte prøver er utført i Multiconsults geotekniske laboratorium i Kristiansand.

Det er totalt tatt opp 5 poseprøver og 13 sylinder prøver. Prøvene er undersøkt mht. klassifisering av jordartene og bestemmelse av prøvenes geotekniske egenskaper. For alle sylinderprøver er det utført rutineundersøkelser med bestemmelse av vanninnhold, konsistensgrenser, densitet, porøsitet, sensitivitet så vel som både omrørt og uomrørt skjærfasthet med hjelp av konus og enaks forsøk.

For poseprøvene er det utført bestemmelse av vanninnhold i 3 prøver, organisk innhold i 5 prøver og konsistensgrenser, sensitivitet og skjærfasthet i 2 prøver.

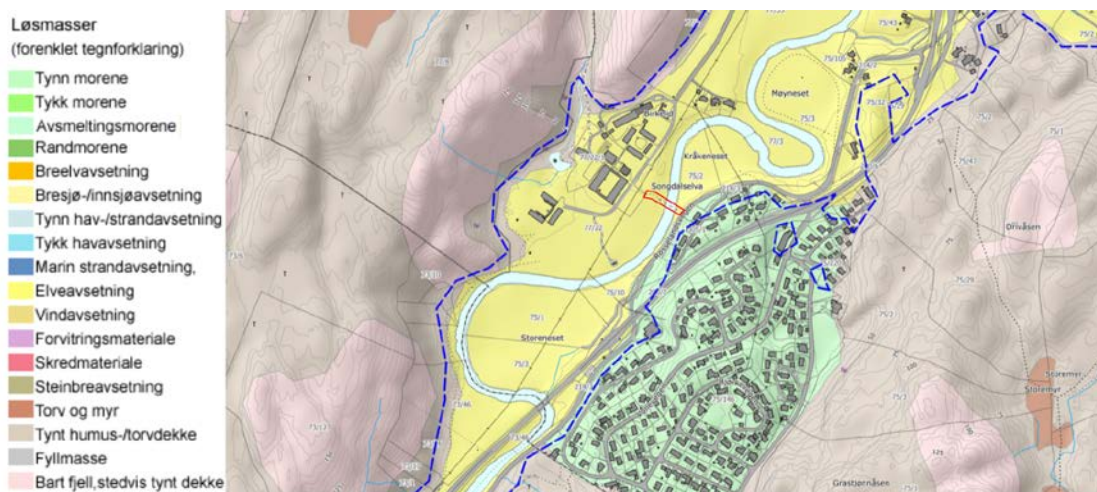
Det påpekes at den uomrørte skjærfastheten for forstyrrete prøver (poseprøver) kun kan bestemmes med en usikkerhet. Den uomrørte skjærfastheten for sylinderprøver (uforstyrrete prøver) gir ofte en bedre indikasjon på massenes egenskaper enn hva forstyrrete prøver (poseprøver) vil gi.

## 4 Grunnforholdsbeskrivelse

### 4.1 Kvartærgeologisk kart

Figur 4-1 viser et utsnitt av NGUs' kvartærgeologisk kart for det aktuelle området. Kartet indikerer at løsmassene i området består av elveavsetninger, men tynn morene over berg er vist like sør-øst for den tiltenkte østlige landfeste. Området ligger under marin grense (blå stiplet linje).

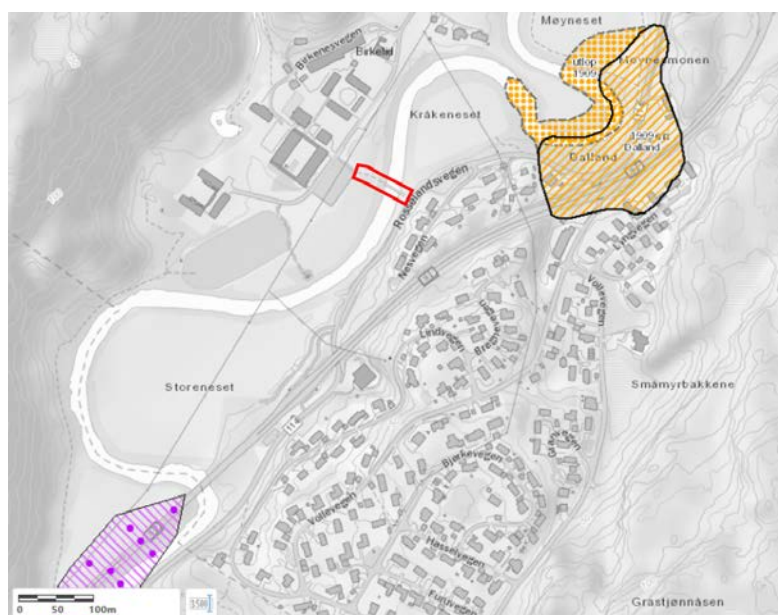
Det kvartærgeologiske kartgrunlaget [5] gir en visuell oversikt over landskapsformende prosesser over tid, samt løsmassenes overordnede fordeling. Utgangspunktet for disse oversiktskartene er i all hovedsak visuell overflatekartlegging, og kun i begrenset omfang fysiske undersøkelser. Kartene gir ingen 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](http://www.ngu.no).



Figur 4-1 Kvartærgeologisk kart

### 4.2 Eksisterende faresoner for kvikkleireskred

I henhold til NVE-Atlas [7] ligger området i nærheten av de 2 mulige kvikkleireområder «Dalland» og «Storenes bru» som er markert i Figur 4-2.



Figur 4-2 Kvikkleireområder



### 4.3 Grunnforhold tolket ut fra grunnundersøkelser

#### 4.3.1 Generelt

Sonderingsdiagrammene og resultatene fra prøveseriene indikerer at løsmassene består av et topplag av sand med tykkelse inntil ca. 2,5 m på den vestre siden av elva og ca. 5,0 m på den østre sida etterfulgt av siltig leire over morene til berg. Iht. resultatene fra laboratorieundersøkelsene er leira kvikk.

#### 4.3.2 Dybde til berg

Bergoverflaten på den vestre sida er registrert mellom 21,5 og 28,7 m dybde i boringene, tilsvarende mellom ca. kote -7,6 og +14,7.

På den østre sida av elva ligger bergoverflaten veldig skrått. På grunn av dette er det ikke påvist berg i totalsonderingene. Det er imidlertid observert berg i dagen bare ca. 5 m øst for totalsondering ved punkt 4 og 5, og også lengre opp på andre siden av Rosslandsvegen.

#### 4.3.3 Løsmasser

Prøveserie v/2 er tatt opp på vest siden av elva. Prøveserien viser et topplag av sand med ca. 2 m tykkelse etterfulgt av siltig leire (kvikkleire) ned til ca. 13 m dybde der prøveserien er avsluttet.

Vanninnholdet er målt til ca. 23 % i sand og mellom ca. 37 og 84 % i leire. Det organiske innholdet er målt mellom 0,4 og 0,9 %.

Udrenert skjærfasthet ved konusforsøk er målt mellom ca. 0,3 og 0,6 kPa i omrørt tilstand og mellom ca. 11 og 46 kPa i uomrørt tilstand, tilsvarende bløt til middels fast leire.

Plastisitetsindeks ( $I_p$ ) er målt mellom 10 og 23 %, tilsvarende middels til meget plastisk. Sensitiviteten er målt mellom 3 og 230 hvilket tilsvarer lite til meget sensitiv leire.

Prøveserie v/4 er tatt opp på øst siden av elva. Prøveserien viser et topplag av sand med ca. 5 m tykkelse etterfulgt av siltig leire ned til ca. 7,5 m dybde der prøveserien er avsluttet.

Vanninnholdet er målt mellom ca. 12 og 21 % i sand og mellom ca. 42 og 72 % i leire. Det organiske innholdet er målt mellom 0,8 og 0,9 %.

Udrenert skjærfasthet ved konusforsøk er målt mellom ca. 1,4 og 3,0 kPa i omrørt tilstand og mellom ca. 20 og 24 kPa i uomrørt tilstand, tilsvarende bløt leire.

Plastisitetsindeks ( $I_p$ ) er målt til ca. 30 %, tilsvarende meget plastisk. Sensitiviteten er målt mellom 3 og 15 hvilket tilsvarer lite til middels sensitiv leire.

#### 4.3.4 Poretrykk og grunnvann

Grunnvannstand er registrert i ca. 4,0 m dybde på den vestre siden og 1,95 m på den østre siden.

## 5 Geoteknisk evaluering av resultatene

### 5.1 Avvik fra standard utførelsesmetoder

På grunn av borbrudd er totalsondering på øst sida av elva utført 2 ganger (totalsondering 4 og 5) Det er antatt at totalsonderinger har påtruffet skrått fjell. Berg er ikke påvist i boringer.

### 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 Undersøkelses- og prøve kvalitet

Kvaliteten på undersøkelsene er i samsvar med det man kan forvente.

### 5.4 Måling av poretrykk

Ikke målt.

### 5.5 Påvisning av bergnivå

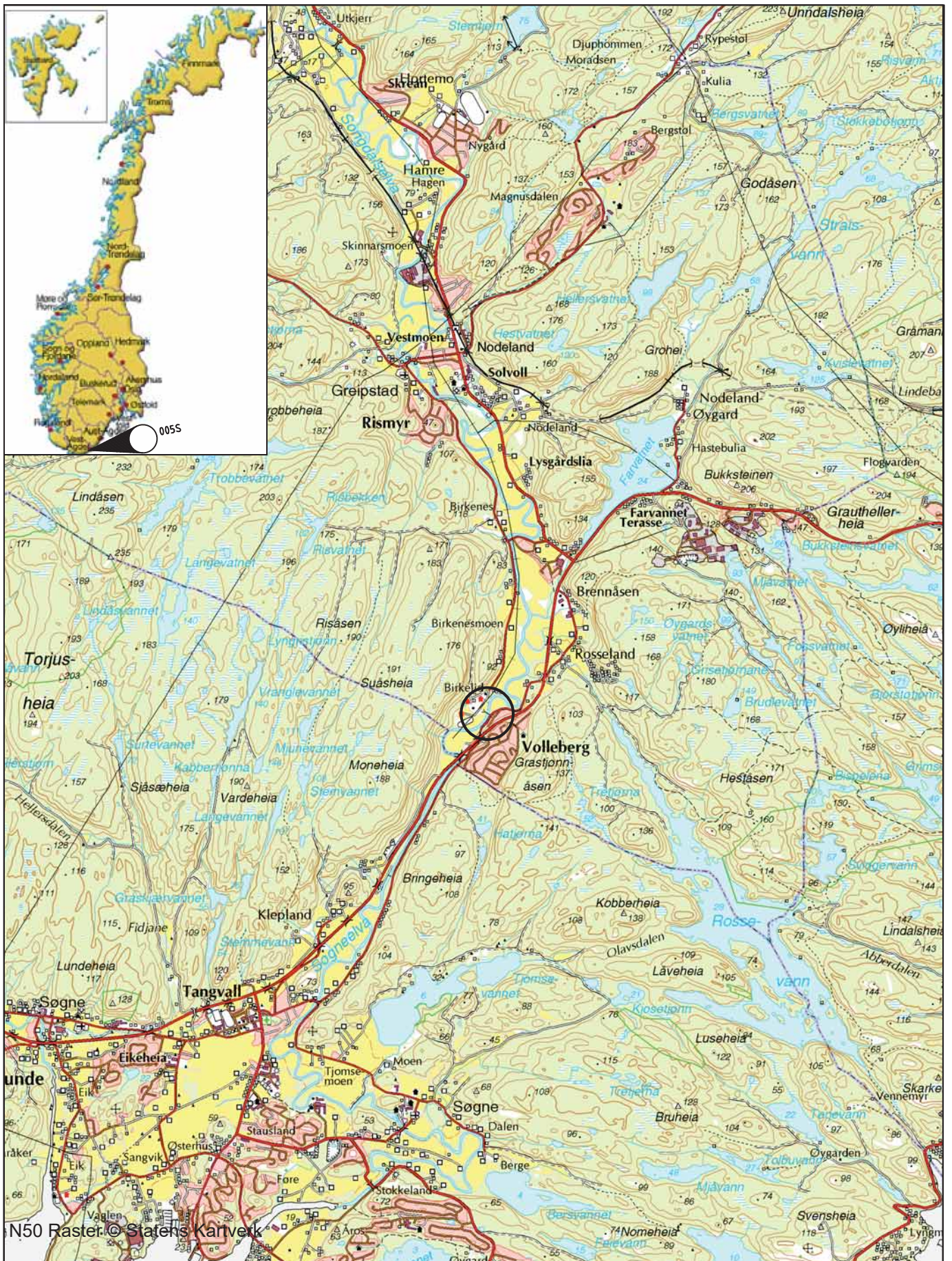
Spesielt for påvisning av overgang til antatt berg ved totalsondering anmerkes følgende:

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 (responen) 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 morenemasser/ faste løsmasser 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.

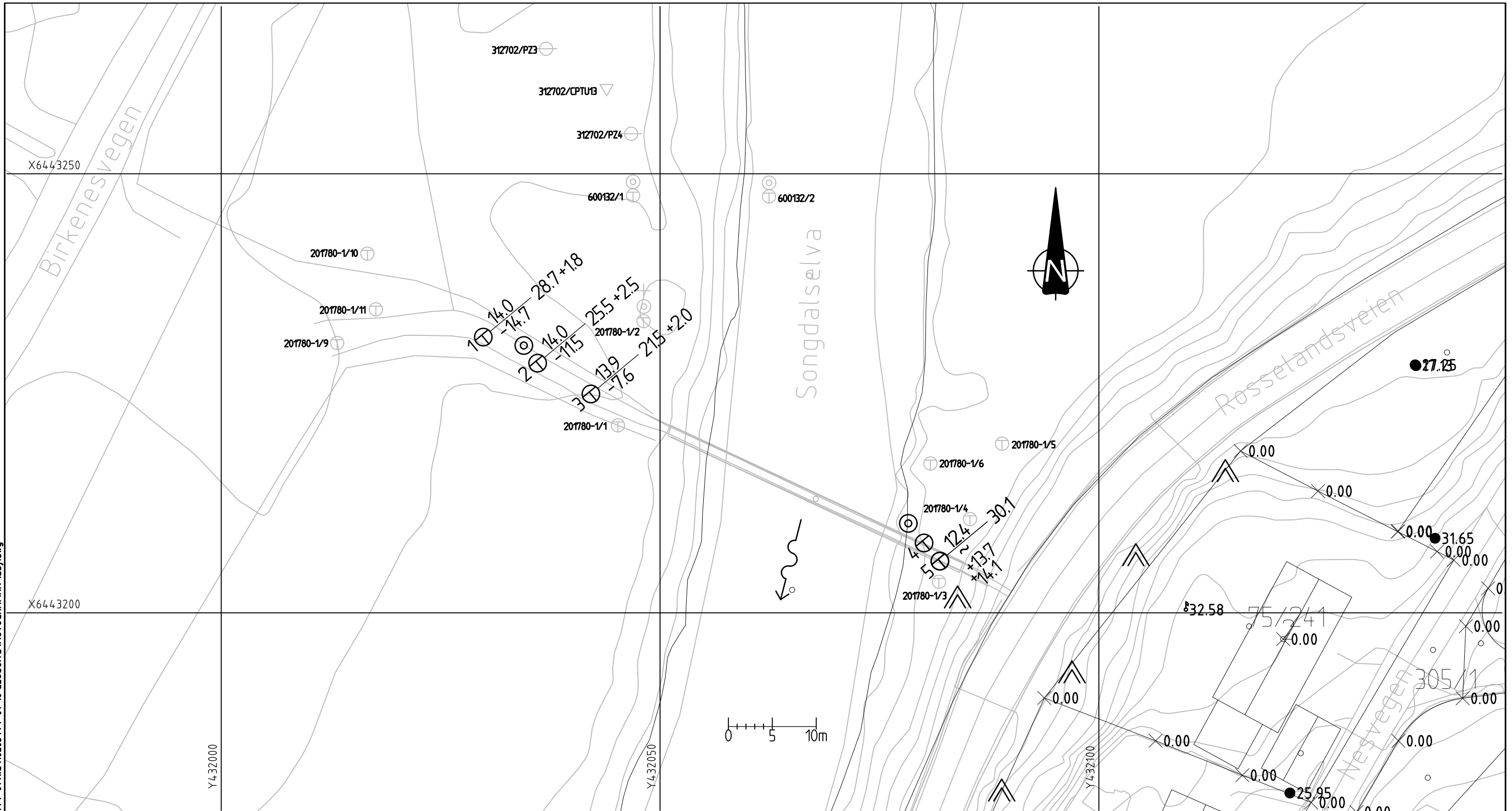
## 6 Referanser

- [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



<b>OVERSIKTSKART</b>				Dato	30.08.2018
SONGDALEN KOMMUNE KONSULENT BIRKELID BRO				Format/Målestokk:	1:50 000
 www.multiconsult.no	Fag	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	
	GEOTEKNIKK	RENM	TDR	RENM	
	Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.	
	10205474	000		00	

M:\010205\10205\74-01\10205\74-01-03 ARBEIDSRÅDE\10205\74-01-10 RIG\10205\74-01-10 GEOSUITE\AUTOGRAF\RTV\Lay.dwg



### SYMBOLER

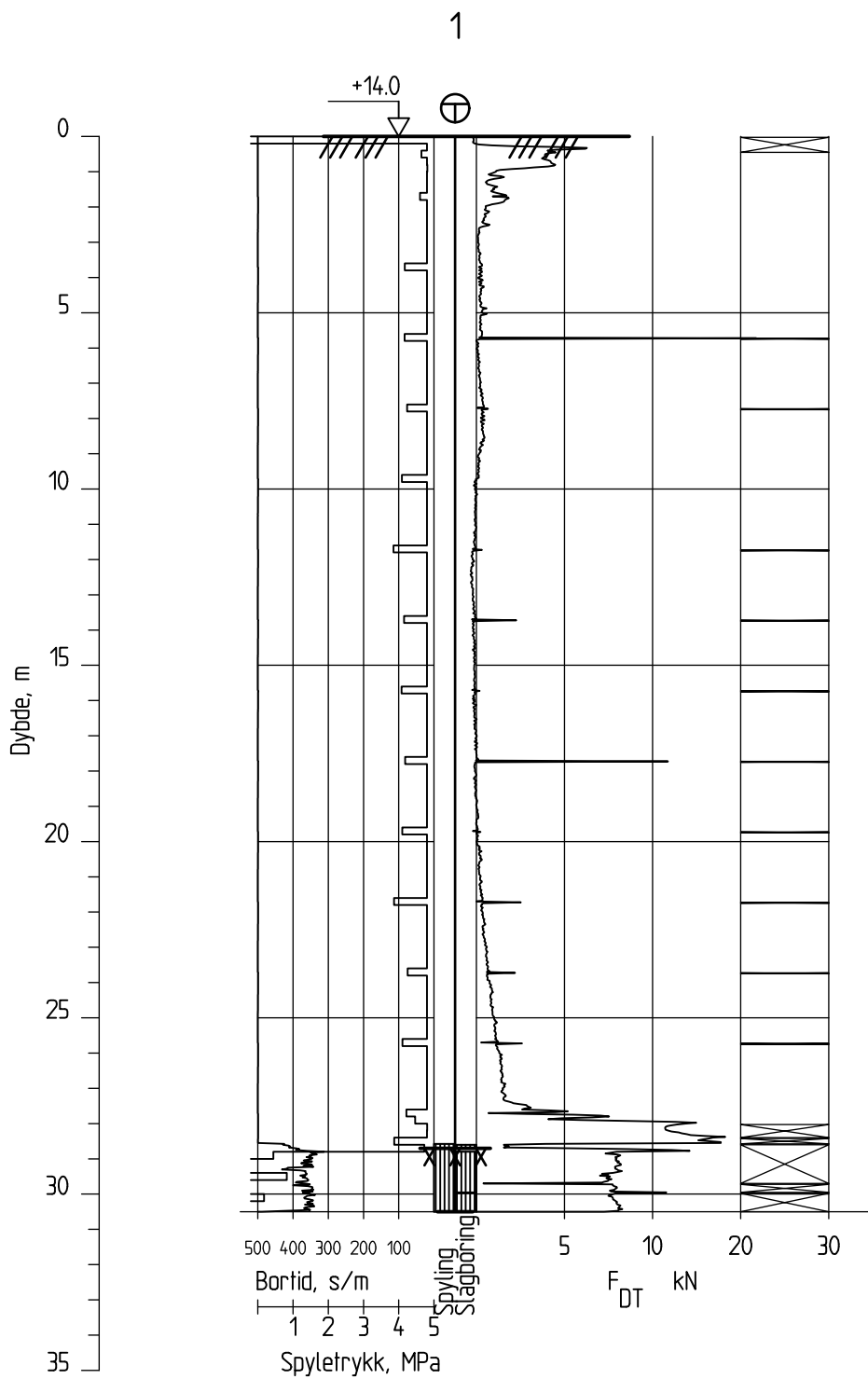
- Dreiesondering    ✦ Bergkontrollboring    ⊙ Prøveserie (PR)/ Naver (SK)    ⊖ Poretrykksmåling
- Enkel sondering    ◆ Dreietrykksondering    □ Prøvegrop    ▲ Berg i dagen
- ▽ Trykksondering    ⊕ Totalsondering    + Vingeboring

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

Borboknr. : Digital

Kartgrunnlag : Fra oppdragsgiver

00	UTARBEIDET BORPLAN		30.08.2018	RENM	TDR	RENM			
Rev.	Beskrivelse	Endr.Liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.			
SONGDALEN KOMMUNE			Original format	Fag					
KONSULENT BIRKELID BRO			A3	GEO					
GEOTEKNISKE GRUNNUNDERSØKELSER			Status	TIL DATARAPPORT					
BORPLAN			Målestokk	1:1000					
 www.multiconsult.no		Dato	30.08.2018	Konstr./Tegnet	RENM	Kontrollert	TDR	Godkjent	RENM
		Oppdragsnr.	10205474	Tegningsnr.	001	Rev.	00		



Dato boret :08.08.2018

Posisjon: X 6443231.39 Y 432029.86

TOTALSONDERING

Dato  
30.08.2018

SONGDALEN KOMMUNE  
KONSULENT BIRKELID BRO

Format/Målestokk:  
1:200

**Multiconsult**  
www.multiconsult.no

Fag  
GEOTEKNIKK

Konstr./Tegnet  
RENM

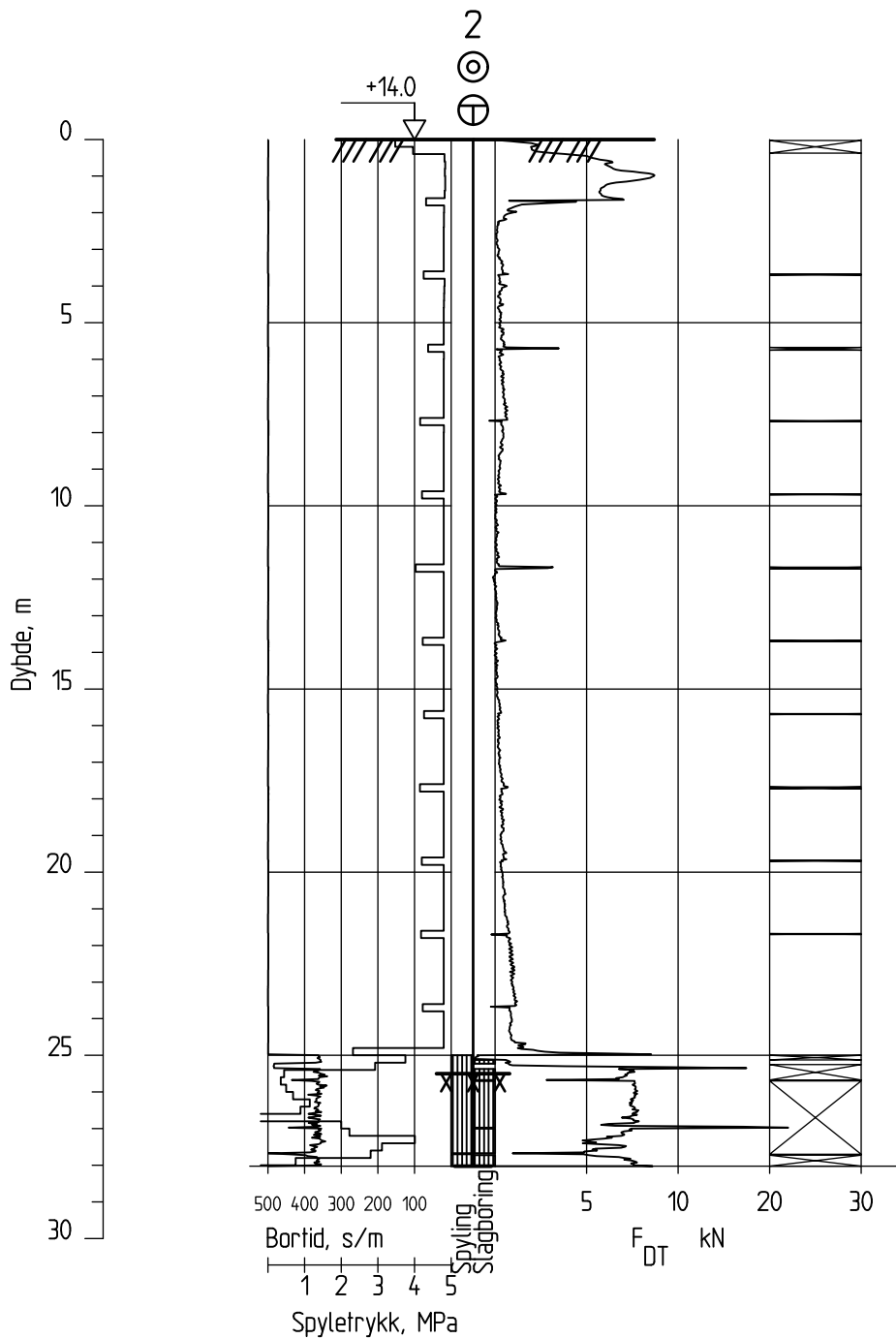
Kontrollert  
TDR

Godkjent  
RENM

Oppdragsnr.  
10205474

Tegningsnr.  
101

Rev.  
00



Dato boref :08.08.2018

Posisjon: X 6443228.43 Y 432036.05

TOTALSONDERING

Dato  
30.08.2018

SONGDALEN KOMMUNE  
KONSULENT BIRKELID BRO

Format/Målestokk:  
1:200

**Multiconsult**

www.multiconsult.no

Fag  
GEOTEKNIKK

Konstr./Tegnet  
RENM

Kontrollert  
TDR

Godkjent  
RENM

Oppdragsnr.

Tegningsnr.

Rev.

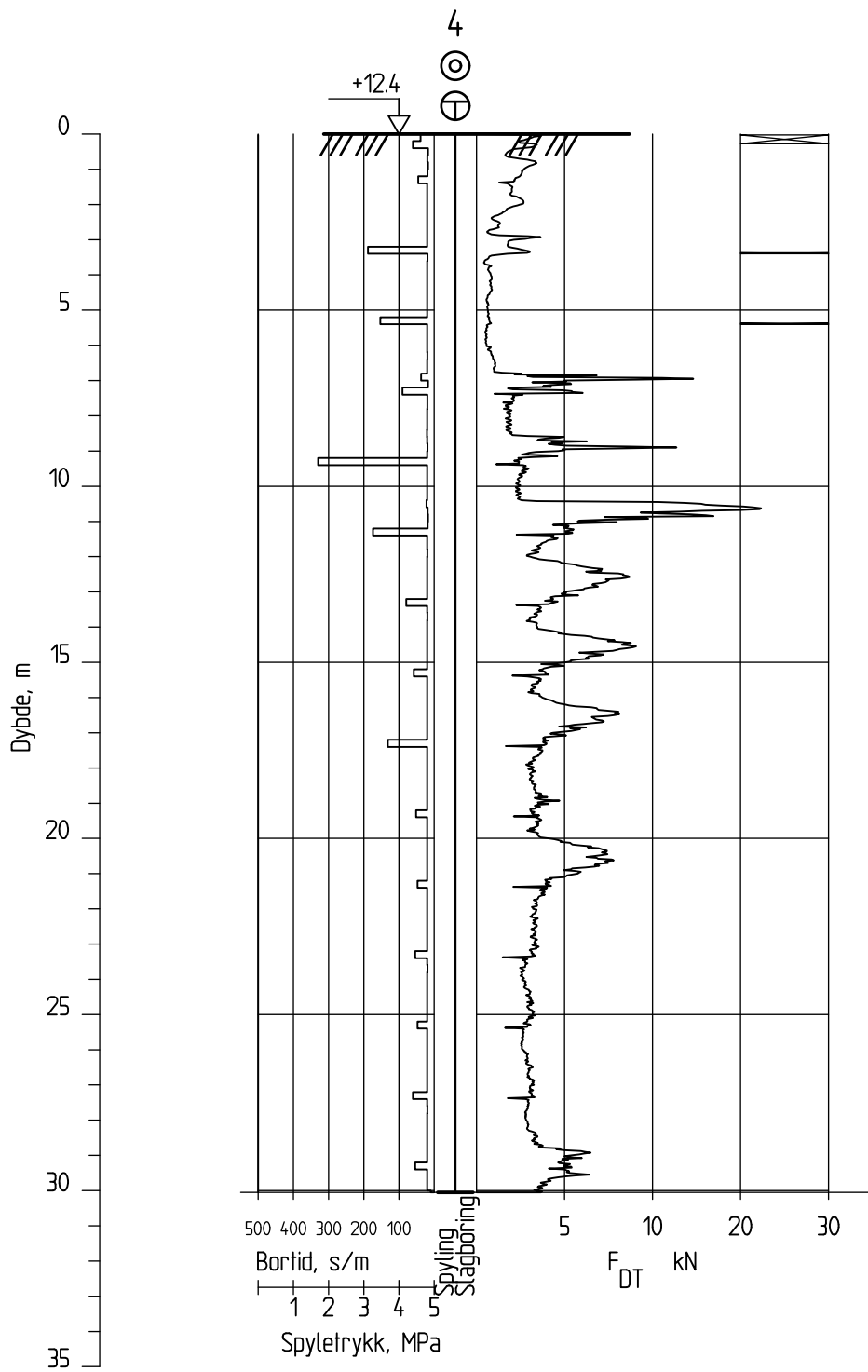
10205474

102

00







Dato boret :27.08.2018

Posisjon: X 6443205.88 Y 432081.88

TOTALSONDERING

Dato  
30.08.2018

SONGDALEN KOMMUNE  
KONSULENT BIRKELID BRO

Format/Målestokk:  
1:200

**Multiconsult**

www.multiconsult.no

Fag  
GEOTEKNIKK

Konstr./Tegnet  
RENM

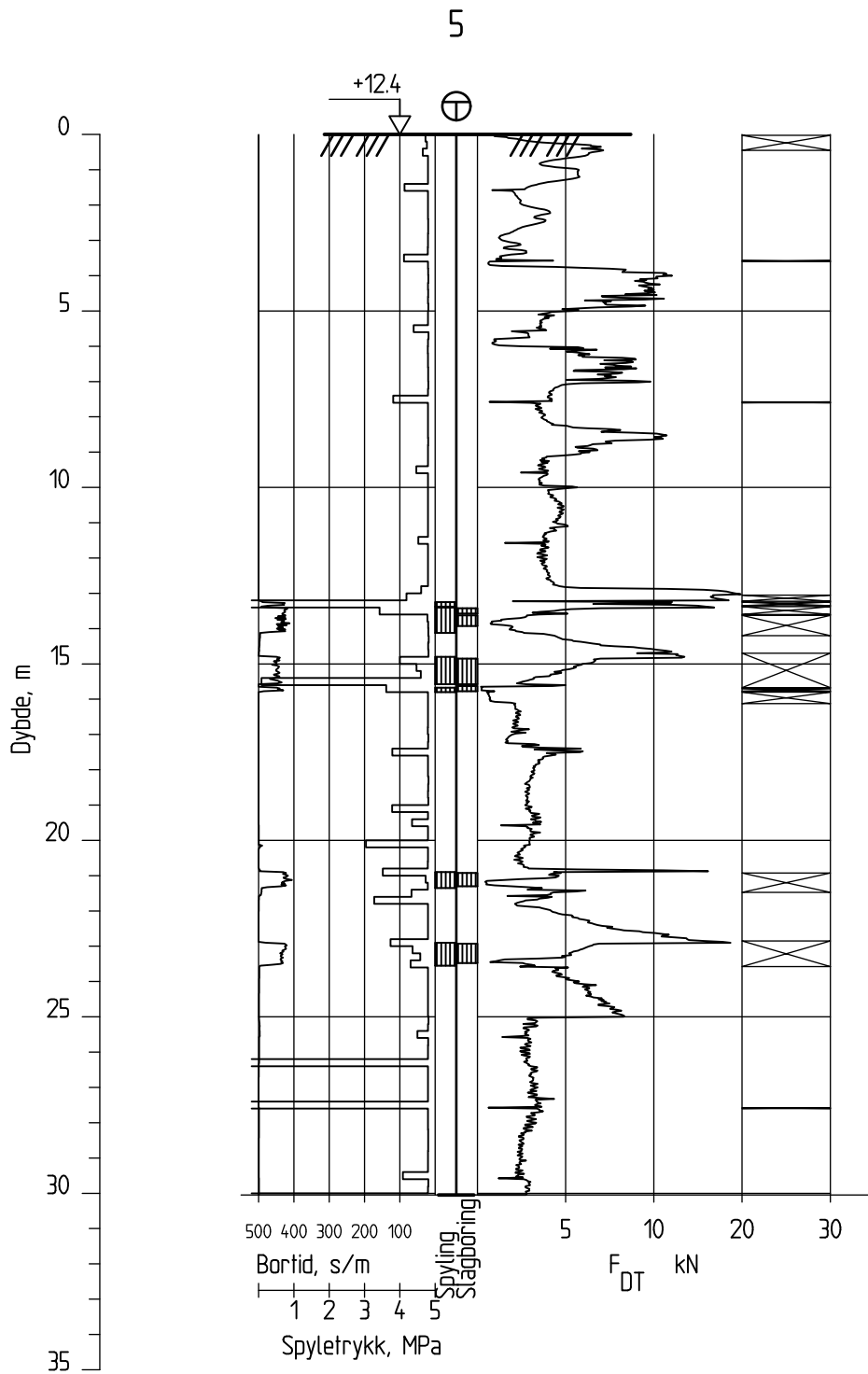
Kontrollert  
TDR

Godkjent  
RENM

Oppdragsnr.  
10205474

Tegningsnr.  
104

Rev.  
00



Dato boret :27.08.2018

Posisjon: X 6443205.88 Y 432081.88

TOTALSONDERING

Dato  
30.08.2018

SONGDALEN KOMMUNE  
KONSULENT BIRKELID BRO

Format/Målestokk:  
1:200

**Multiconsult**

www.multiconsult.no

Fag  
GEOTEKNIKK

Konstr./Tegnet  
RENM

Kontrollert  
TDR

Godkjent  
RENM

Oppdragsnr.  
10205474

Tegningsnr.  
105

Rev.  
00

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser																$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	Porøsitet (%)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					St (-)
				10	20	30	40	50	60	70	80	90	10	20	30	40	50											
	SAND			○																		0,9						
	LEIRE, sandig og tørrsk.aktig			—○—																		0,4	▼	▼				3
	LEIRE, siltig, m/ tynde jordlag			—○—																		0,4	▼	○	6			4
	KVIKKLEIRE, siltig m/ flere lag og sjikt av silt/finsand			—○—																1,68	65	▼	○	4	▼	○	4	28
	KVIKKLEIRE, siltig m/ flere lag og sjikt av silt/finsand			—○—																1,69	54	▼	○	6	▼	○	6	30
5	KVIKKLEIRE, siltig m/ flere lag og sjikt av silt/finsand			—○—																1,63	68	▼	○	4	▼	○	4	50
	KVIKKLEIRE, siltig m/ flere lag og sjikt av silt/finsand			—○—																1,68	61	▼	○	5	▼	○	4	58
	KVIKKLEIRE, siltig m/ flere lag og sjikt av silt/finsand			—○—																1,68	61	▼	○	4	▼	○	4	78
	KVIKKLEIRE, siltig m/ flere lag og sjikt av silt/finsand			—○—																1,68	69	▼	○	2	▼	○	3	180
	KVIKKLEIRE, siltig m/ flere lag og sjikt av silt/finsand			—○—																1,60	67	▼	○	2	▼	○	4	230
	KVIKKLEIRE, siltig m/ flere lag og sjikt av silt/finsand			—○—																1,67	62	▼	○	4	▼	○	4	108
10	KVIKKLEIRE, siltig m/ flere lag og sjikt av silt/finsand			—○—																1,66	63	▼	○	4	▼	○	4	63
	KVIKKLEIRE, siltig m/ flere lag og sjikt av silt/finsand			—○—																1,59	66	▼	○	3	▼	○	5	58
	KVIKKLEIRE, siltig m/ flere lag og sjikt av silt/finsand			—○—																1,62	66	▼	○	5	▼	○	3	83
	KVIKKLEIRE, siltig m/ flere lag og sjikt av silt/finsand			—○—																1,70	60	▼	○	3	▼	○	3	36
	KVIKKLEIRE, siltig m/ flere lag og sjikt av silt/finsand			—○—																1,72	60	▼	○	5	▼	○	5	73
																												60
																												34
15																												30
20																												

**Symboler:**



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

○ Vanninnhold

▼ Omrørt konus

$\rho$  = Densitet

T = Treaksialforsøk

$\rho_s$ : 2,75 g/cm<sup>3</sup>

— Plastisitetsindeks, Ip

▽ Uomrørt konus

$S_t$  = Sensitivitet

Ø = Ødometerforsøk

Grunnvannstand: 4,0 m

K = Korngradering

Borrbok: Digital

Lab-bok: Digital

PRØVESERIE

Borhull:

PR. v/ 2

SONGDALEN KOMMUNE

Dato:

2018-08-22

KONSULENT BIRKELID BRU

**Multiconsult**  
www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet:

BW

Kontrollert:

REMN

Godkjent:

RENM

Oppdragsnummer:

10205474

Tegningsnr.:

200

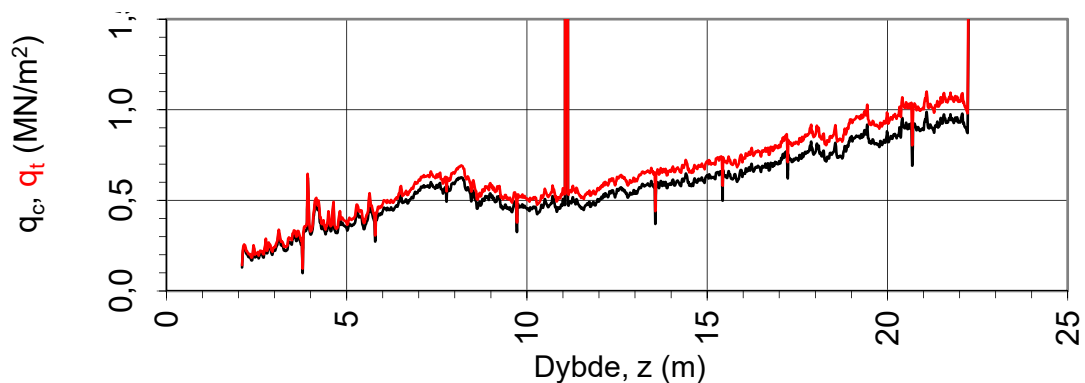
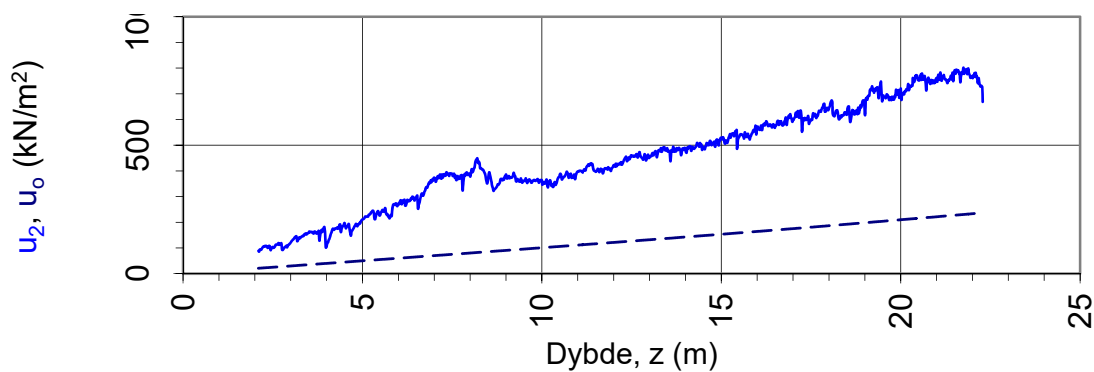
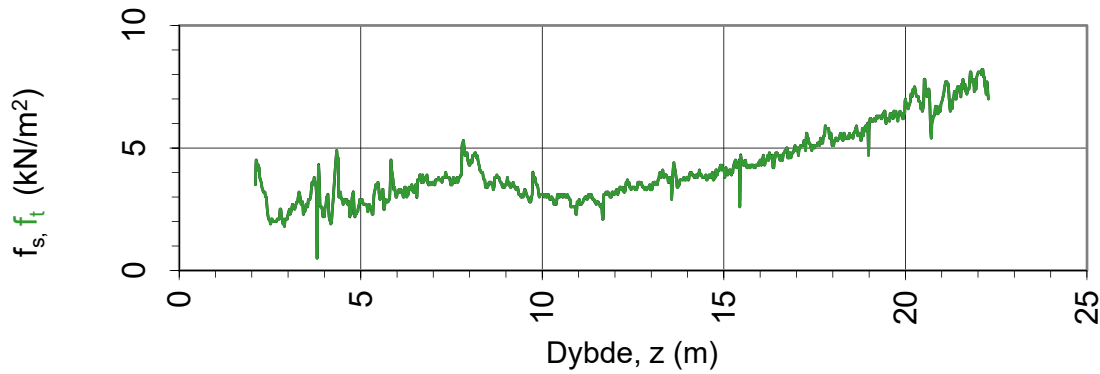
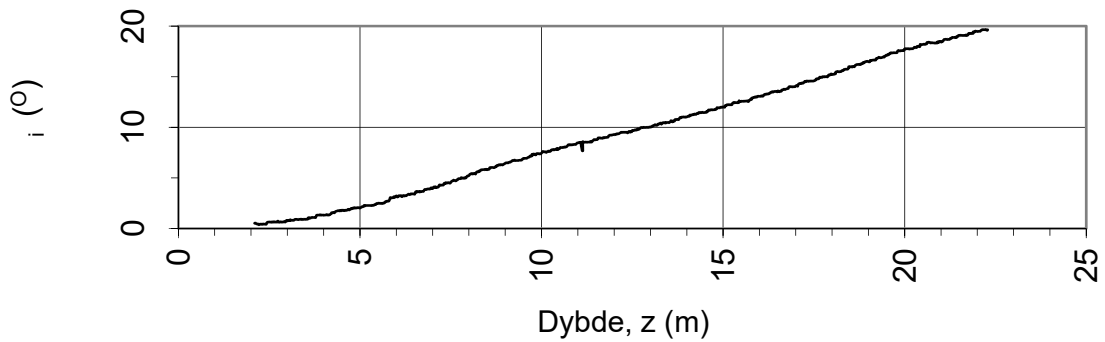
Rev. nr.:

00



# DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	4405	Sondetype:	Nova
<b>SONDEDATA</b>			
Arealforhold, a:	0,851	Arealforhold, b:	0,000
Kalibreringsdato:	26.09.2017	Utførende:	Geotech AB
EGENSKAP (fra kalibreringsark)	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimum spenning (MPa):	50,0	0,5	2,0
Måleområde (MPa):	50,0	0,5	2,0
Oppløsning, 2 <sup>12</sup> bit (kPa):	0	0	0
Oppløsning, 2 <sup>18</sup> bit (kPa):	0,65	0,01	0,02
Max. temp. effekt, ubelastet (kPa):	39,16	0,69	1,14
Temperaturområde (°C):	0-40	0-40	0-40
Merknad:			
<b>UTFØRELSE</b>			
Borleder:	Svein Flakk	Assistent:	Preben Bjørvand
Filtertype:	Porøs	Mettemedium:	Glyserin
Mettemetode:	Ferdigmettet	Lufttemperatur (°C):	15,6
Forankring:		Max. helning (°):	19,7
Merknad:			
<b>MÅLEVARIABLE</b>			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt (kPa):	9,40	0,17	0,27
<b>NULLPUNKTKONTROLL</b>			
Faktor	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering (DOS):			
Etter sondering (DOS):			
Avvik (DOS) (kPa):	0,0	0,0	0,0
Før sondering (Windows):	7,9148	122,8	232,10
Etter sondering (Windows):	-0,0078	0,1	0,50
Avvik (Windows) (kPa):	-7,8	0,1	0,5
<b>NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE</b>			
Målestørrelse	Spissmotstand	Friksjon	Poretrykk
Samlet nøyaktighet, $\Delta_{TOT}$ (kPa)	17,85	0,28	0,79
Tillatt nøyaktighet A1, $\Delta_k$ (kPa)	35,0	5,0	10,0
Tillatt nøyaktighet A2, $\Delta_k$ (kPa)	100,0	15,0	25,0
Tillatt nøyaktighet A3, $\Delta_k$ (kPa)	200,0	25,0	50,0
Vurdering profil			
ANVENDELSESKLASSE	1	1	1
Oppdragsgiver: <b>SONGDALEN KOMMUNE</b> Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet.	Oppdrag: <b>KONSULENT BIRKELID BRO</b>		<b>Multi consult</b>
CPTU id.:	2	Sonde:	4405
<b>MULTICONSULT NORGE AS</b>	Dato: 13.08.2018	Tegnet: RENM	Kontrollert: TDR
	Oppdrag nr.: 10205474	Tegning nr.: 500,0	Versjon: 09.03.2016



Merknad: Forboret 2,1 m

Oppdragsgiver:

**SONGDALEN KOMMUNE**

Oppdrag:

KONSULENT BIRKELID BRO

Tegningens filnavn:

CPTU EXTRA V 5.0\_PKT2

Spissmotstand  $q_{c,t}$ , poretrykk  $u_2$ , sidefriksjon  $f_{s,t}$  og helning  $i$ .

**Multiconsult**

CPTU id.:

2

Sonde:

4405

**MULTICONSULT  
NORGE AS**

Dato:

13.08.2018

Tegnet:

RENM

Kontrollert:

TDR

Godkjent:

RENM

Oppdrag nr.:

10205474

Tegning nr.:

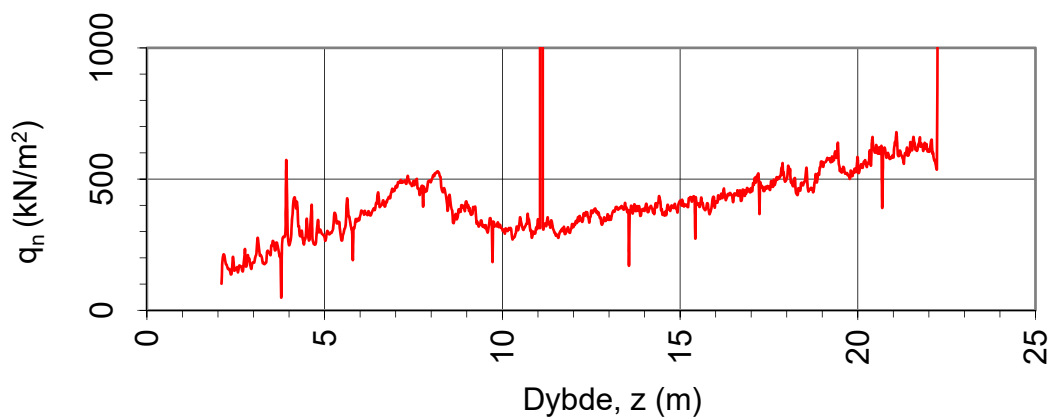
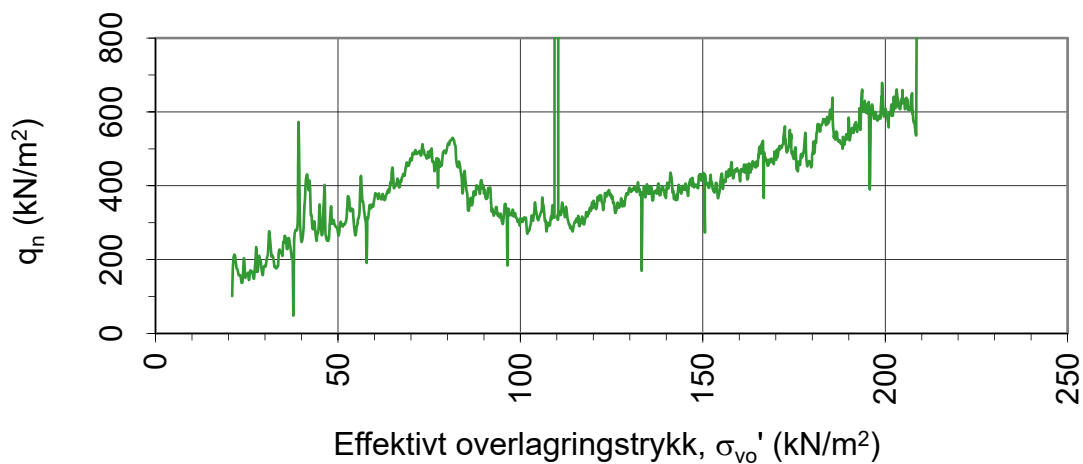
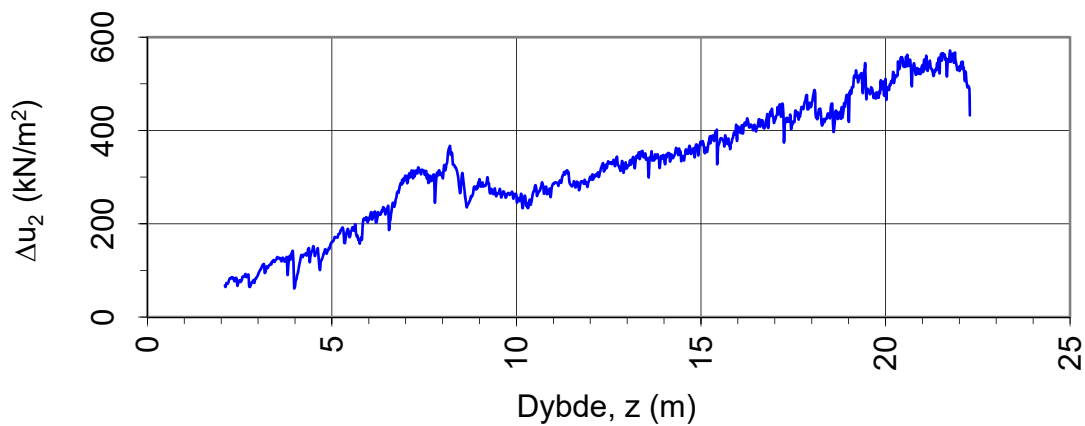
500,1

Versjon:

09.03.2016

Revisjon:

0



Merknad: Forboret 2,1 m

Oppdragsgiver:  
**SONGDALEN KOMMUNE**

Oppdrag:  
KONSULENT BIRKELID BRO

Tegningens filnavn:  
CPTU EXTRA V 5.0\_PKT2

Netto spissmotstand  $q_n$  og poreovertrykk  $\Delta u_2$ .

**Multiconsult**

CPTU id.: 2      **Sonde:** 4405

**MULTICONSULT  
NORGE AS**

Dato:  
13.08.2018

Tegnet:  
RENM

Kontrollert:  
TDR

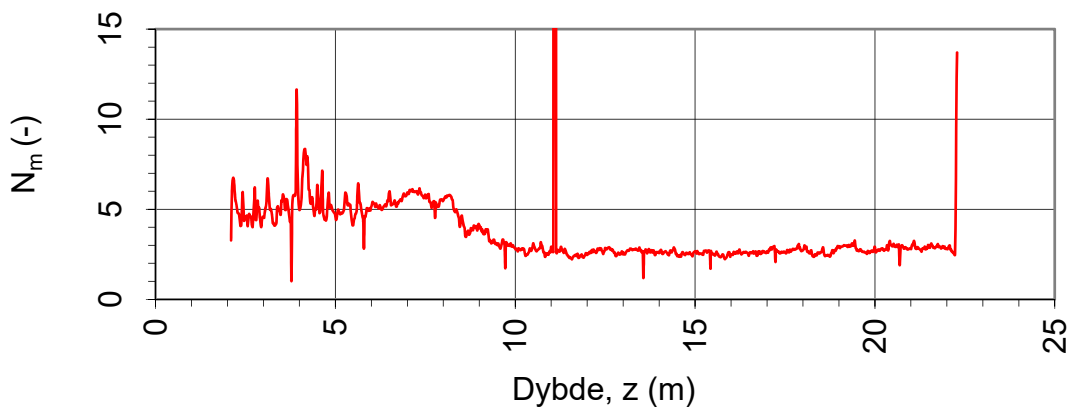
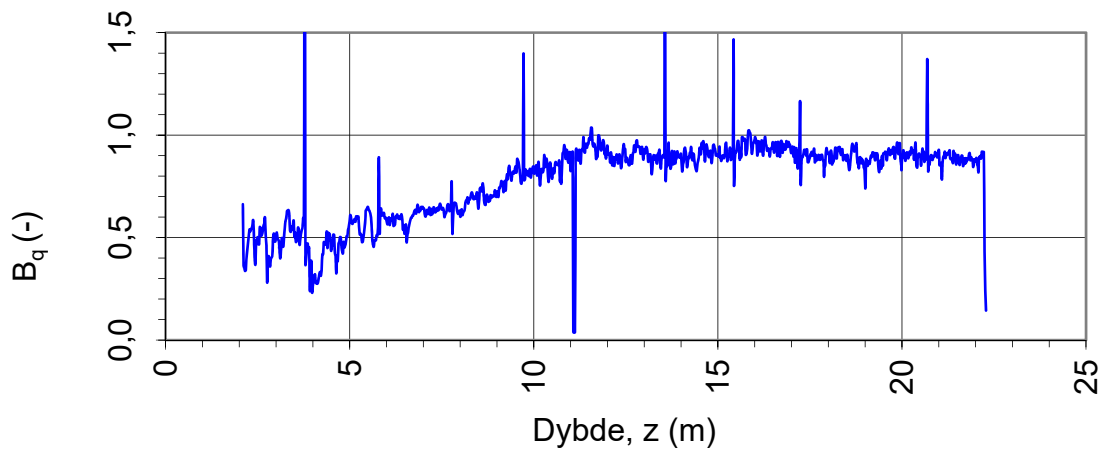
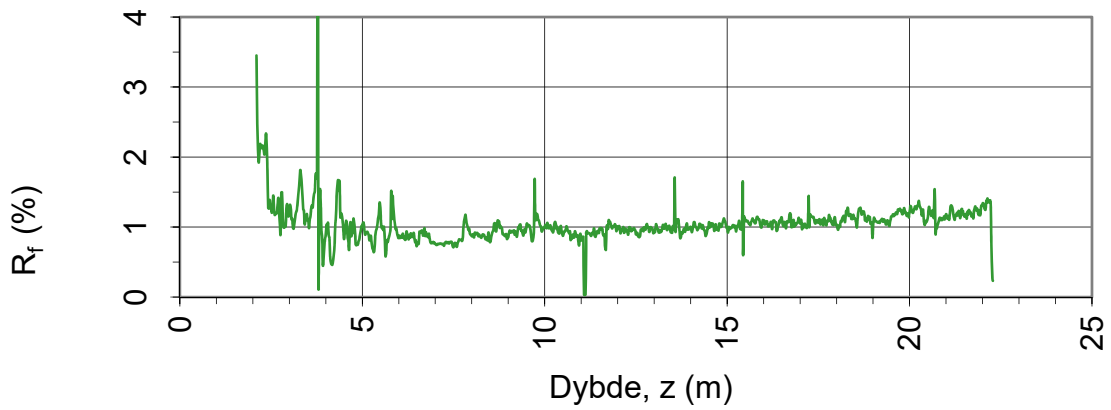
Godkjent:  
RENM

Oppdrag nr.:  
10205474

Tegning nr.:  
500,2

Versjon:  
09.03.2016

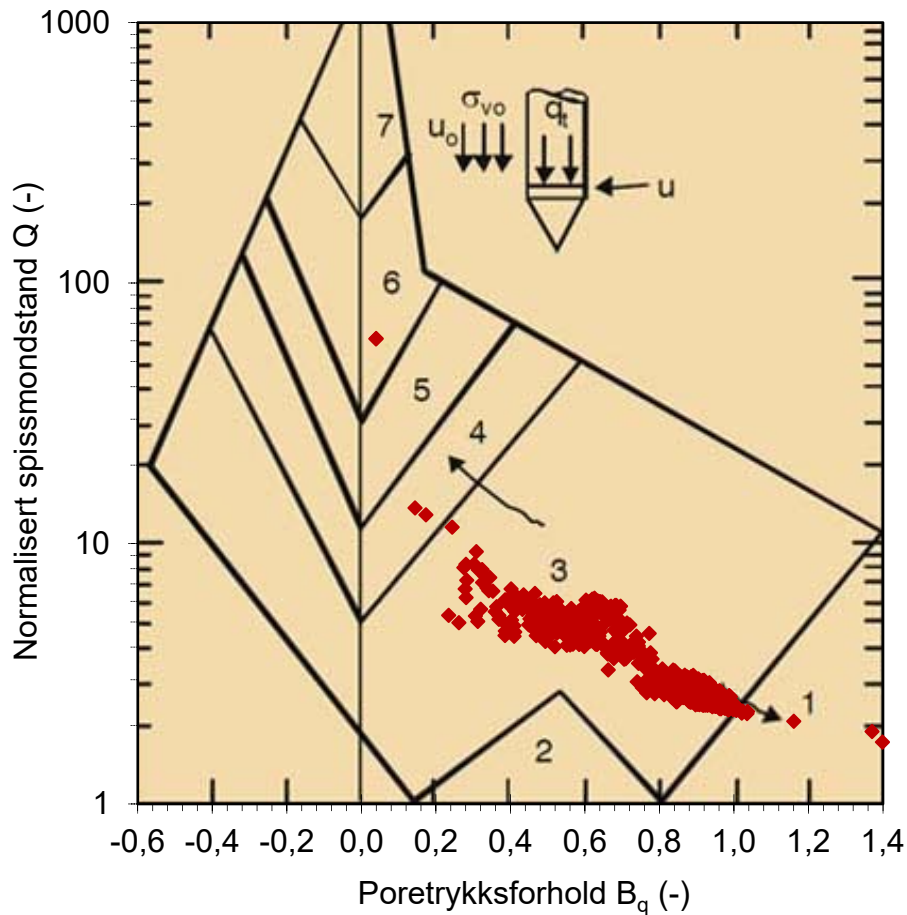
Revisjon:  
0



Merknad: Forboret 2,1 m

Oppdragsgiver: <b>SONGDALEN KOMMUNE</b>		Oppdrag: KONSULENT BIRKELID BRO		Tegningens filnavn: CPTU EXTRA V 5.0_PKT2	
Spissmotstandstill $N_m$ , poretrykks- $B_q$ og friksjonsforhold $R_f$ .					
CPTU id.:	2	Sonde:	4405	<b>Multiconsult</b>	
<b>MULTICONSULT NORGE AS</b>	Dato: 13.08.2018	Tegnet: RENM	Kontrollert: TDR		
	Oppdrag nr.: 10205474	Tegning nr.: 500,3	Versjon: 09.03.2016	Revisjon: 0	





Jordartsid.	Beskrivelse	Identifikasjon
1	Sensitivt, finkornig materiale	
2	Organisk materiale	
3	Leire - siltig leire	Ved variasjon i jordartgruppe brukes begge Id-boksene for å beskrive materialet (eks. 5-7)
4	Leirig silt - siltig leire	
5	Siltig sand - sandig silt	
6	Sand - siltig sand	
7	Grusig sand - sand	
8	Meget fast, sand - leirig sand	
9	Meget fast, finkornig materiale	

Ref. Robertson & Campanella (1990)

Oppdragsgiver:

**SONGDALEN KOMMUNE**

Oppdrag:

KONSULENT BIRKELID BRO

Tegningens filnavn:

CPTU EXTRA V 5.0\_PKT2

Jordartsidentifikasjon fra CPTU data - Q og B<sub>q</sub>.

**Multiconsult**

CPTU id.:

2

Sonde:

4405

**MULTICONSULT NORGE  
AS**

Dato:  
13.08.2018

Tegnet:  
RENM

Kontrollert:  
TDR

Godkjent:  
RENM

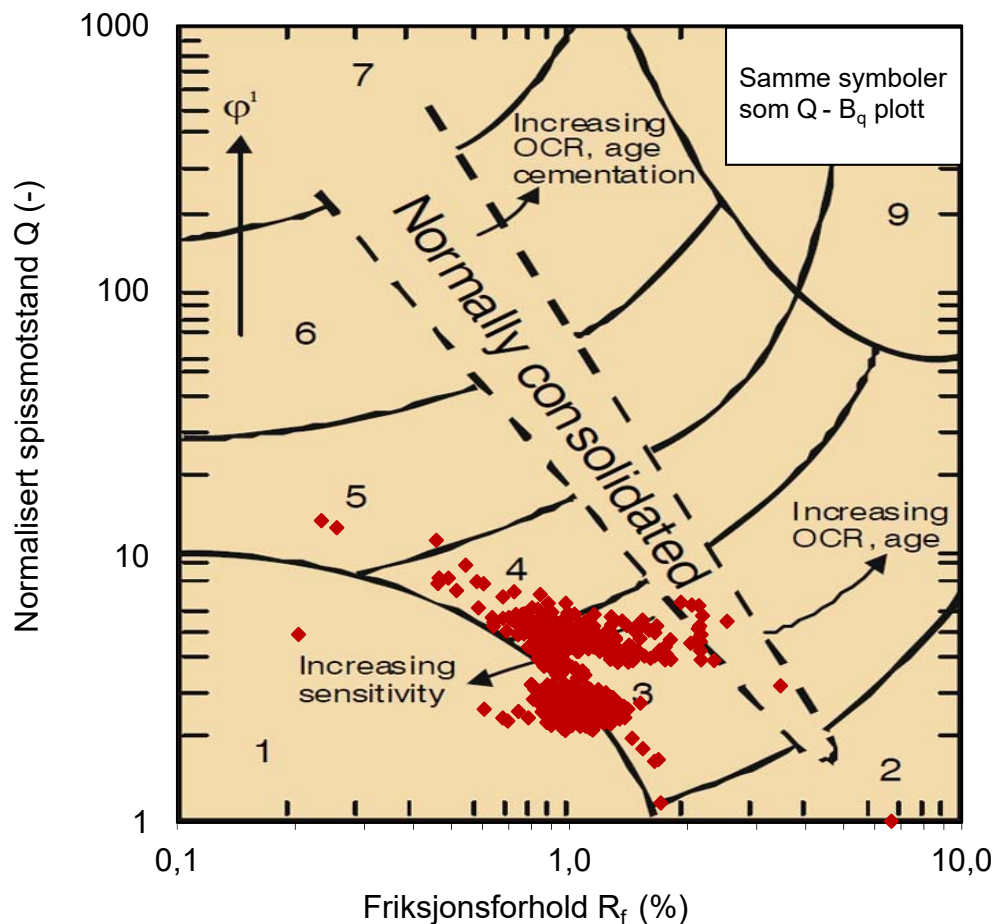
Oppdrag nr.:  
10205474

Tegning nr.:  
500,4

Versjon:  
09.03.2016

Revisjon:

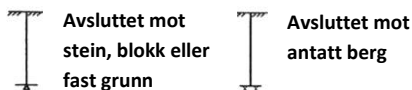
0



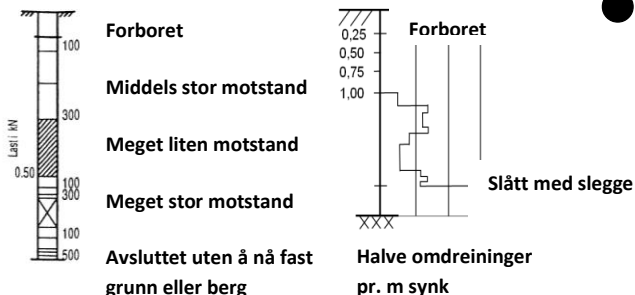
Jordartsid.	Beskrivelse	Identifikasjon
1	Sensitivt, finkornig materiale	
2	Organisk materiale	
3	Leire - siltig leire	Ved variasjon i jordartgruppe brukes begge Id-boksene for å beskrive materialet (eks. 5-7)
4	Leirig silt - siltig leire	
5	Siltig sand - sandig silt	
6	Sand - siltig sand	
7	Grusig sand - sand	
8	Meget fast, sand - leirig sand	
9	Meget fast, finkornig materiale	

Ref. Robertson & Campanella (1990)

Oppdragsgiver: <b>SONGDALEN KOMMUNE</b>		Oppdrag: KONSULENT BIRKELID BRO		Tegningens filnavn: CPTU EXTRA V 5.0_PKT2	
Jordartsidentifikasjon fra CPTU data - Q og R <sub>f</sub> .					
CPTU id.:	2	Sonde:	4405	<b>Multiconsult</b>	
<b>MULTICONSULT NORGE AS</b>	Dato: 13.08.2018	Tegnet: RENM	Kontrollert: TDR		
	Oppdrag nr.: 10205474	Tegning nr.: 500,5	Versjon: 09.03.2016	Revisjon: 0	



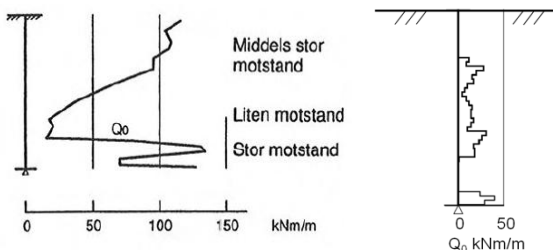
**Sonderinger** utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn.



**DREIESONDERING (NGF MELDING 3)**

Utføres med skjøtbare  $\phi 22$  mm borstenger med 200 mm vridd spiss. Boret dreies manuelt eller maskinelt ned i grunnen med inntil 1 kN (100 kg) vertikalbelastning på stengene. Hvis det ikke synker for denne lasten, dreies boret maskinelt eller manuelt. Antall  $\frac{1}{2}$ -omdreininger pr. 0,2 m synk registreres.

Boremotstanden presenteres i diagram med vertikal dybdeskala og tverrstrek for hver 100  $\frac{1}{2}$ -omdreininger. Skravur angir synk uten dreining, med påført vertikalast under synk angitt på venstre side. Kryss angir at borstengene er rammet ned i grunnen.

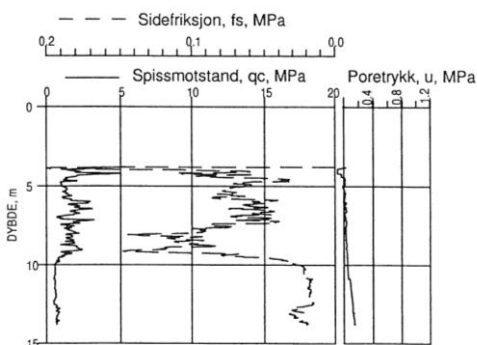


**RAMSONDERING (NS-EN ISO 22476-2)**

Boringen utføres med skjøtbare  $\phi 32$  mm borstenger og spiss med normert geometri. Boret rammes med en rammeenergi på 0,38 kNm. Antall slag pr. 0,2 m synk registreres.

Boremotstanden illustreres ved angivelse av rammemotstanden  $Q_0$  pr. m nedramming.

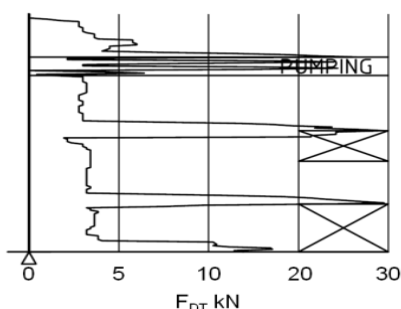
$Q_0 = \text{loddets tyngde} * \text{fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)}$



**TRYKKSONDERING (CPT - CPTU) (NGF MELDING 5)**

Utføres ved at en sylindrisk, instrumentert sonde med konisk spiss presses ned i grunnen med konstant penetrasjonshastighet 20 mm/s. Under nedpressingen måles kraften mot konisk spiss og friksjonshylse, slik at spissmotstand  $q_c$  og sidefriksjon  $f_s$  kan bestemmes (CPT). I tillegg kan poretrykket  $u$  måles like bak den koniske spissen (CPTU). Målingene utføres kontinuerlig for hver 0,02 m, og metoden gir derfor detaljert informasjon om grunnforholdene.

Resultatene kan benyttes til å bestemme lagdeling, jordart, lagringsbetingelser og mekaniske egenskaper (skjærfasthet, deformasjons- og konsolideringsparametre).

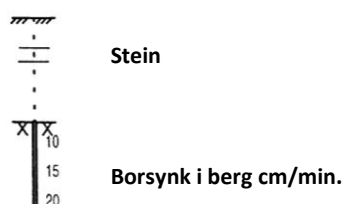


**DREIETRYKKSONDERING (NGF MELDING 7)**

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.

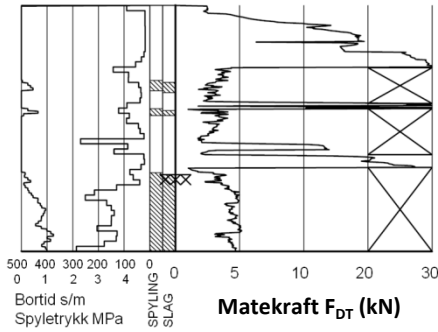
Rotasjonshastigheten kan økes hvis nødvendig. Nedpressingskraften  $F_{DT}$  (kN) registreres automatisk under disse betingelsene, og gir grunnlag for å bedømme grunnforholdene.

Metoden er spesielt hensiktsmessig ved påvisning av kvikkleire i grunnen, men den gir ikke sikker dybde til bergoverflaten.



**BERGKONTROLLBORING**

Utføres med skjøtbare  $\phi 45$  mm stenger og hardmetall borkrone med tilbakeslagsventil. Det benyttes tung slagborhammer og vannspyling med høyt trykk. Boring gjennom lag med ulike egenskaper, for eksempel grus og leire, kan registreres, likedan penetrasjon av blokker og større steiner. For verifisering av berginntrengning bores 3 m ned i berget, eventuelt med registrering av borsynk for sikker påvisning.



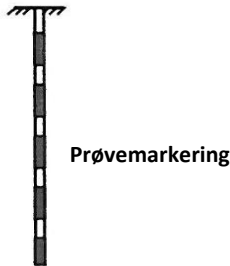
**T TOTALSONDERING (NGF MELDING 9)**

Kombinerer metodene dreietrykkssondering og bergkontrollboring. Det benyttes  $\phi 45$  mm skjøtbare borstenger og  $\phi 57$  mm stiftborkrone med tilbakeslagsventil. Under nedboring i bløte lag benyttes dreietrykkmodus, og boret presses ned i bakken med konstant hastighet 3 m/min og konstant rotasjonshastighet 25 omdreininger/min. Når faste lag påtreffes økes først rotasjonshastigheten. Gir ikke dette lag påtreffes økes først rotasjonshastigheten. Gir ikke dette lag påtreffes økes først rotasjonshastigheten. Nedpressingskraften  $F_{DT}$  (kN) registreres kontinuerlig og vises på diagrammets høyre side, mens markering av spyletrykk, slag og bortid vises til venstre.



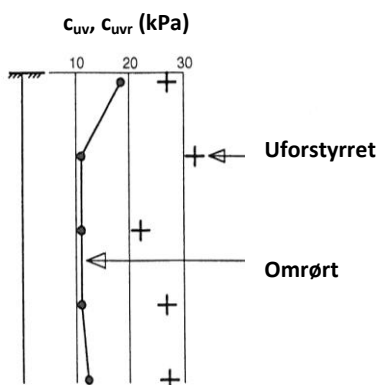
**⊙ MASKINELL NAVERBORING**

Utføres med hul borstang påsveiset en metallspiral med fast stige høyde (auger). Med borrhigg 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.



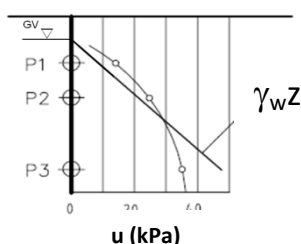
**⊙ PRØVETAKING (NGF MELDING 11)**

Utføres for undersøkelse av jordlagenes geotekniske egenskaper i laboratoriet. Vanligvis benyttes stempelprøvetaking 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 blir prøvesylinderen presset ned mens innerstangen med stempelet holdes i ro. Det skjæres derved 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. Stempelprøvetaking gir vanligvis prøver i Kvalitetsklasse 1-2 for leire.



**+ VINGEBORING (NGF MELDING 4)**

Utføres ved at et vingekorset med dimensjoner  $b \times h = 55 \times 110$  mm eller  $65 \times 130$  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.



**⊖ PORETRYKKS MÅLING (NGF MELDING 6)**

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.

### MINERALSKE JORDARTER (NS-EN ISO 14688-1 & 2)

Ved prøveåpning klassifiseres og identifiseres jordarten. Mineralske jordarter klassifiseres vanligvis på grunnlag av korngraderingen. Betegnelse og kornstørrelser for de enkelte fraksjoner 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 leire til blokk. Den største fraksjonen angis først i beskrivelsen etter egne benevningsregler, for eksempel grusig morene.

### ORGANISKE JORDARTER (NS-EN ISO 14688-1 & 2)

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

Benevnelse	Beskrivelse
<b>Torv</b>	Myrplanter, mer eller mindre omdannet.
• <i>Fibrig torv</i>	Fibrig med lett gjenkjennelig plantestruktur. Viser noe styrke.
• <i>Delvis fibrig torv, mellomtorv</i>	Gjenkjennelig plantestruktur, ingen styrke i planterestene.
• <i>Amorf torv, svarttorv</i>	Ingen synlig plantestruktur, svampig konsistens.
<b>Gytje og dy</b>	Nedbrutt struktur av organisk materiale, kan inneholde mineralske bestanddeler.
<b>Humus</b>	Planterester, levende organismer sammen med ikke-organisk innhold.
<b>Mold og matjord</b>	Sterkt omvandlet organisk materiale med løs struktur, utgjør vanligvis det øvre jordlaget.

### SKJÆRFASTHET

Skjærfastheten uttrykkes ved jordens skjærfasthetsparametre  $a$ ,  $c$ ,  $\phi$  ( $\tan\phi$ ) (effektivspenningsanalyse) eller  $c_u$  ( $c_{uA}$ ,  $c_{uD}$ ,  $c_{uP}$ ) (totalspenningsanalyse).

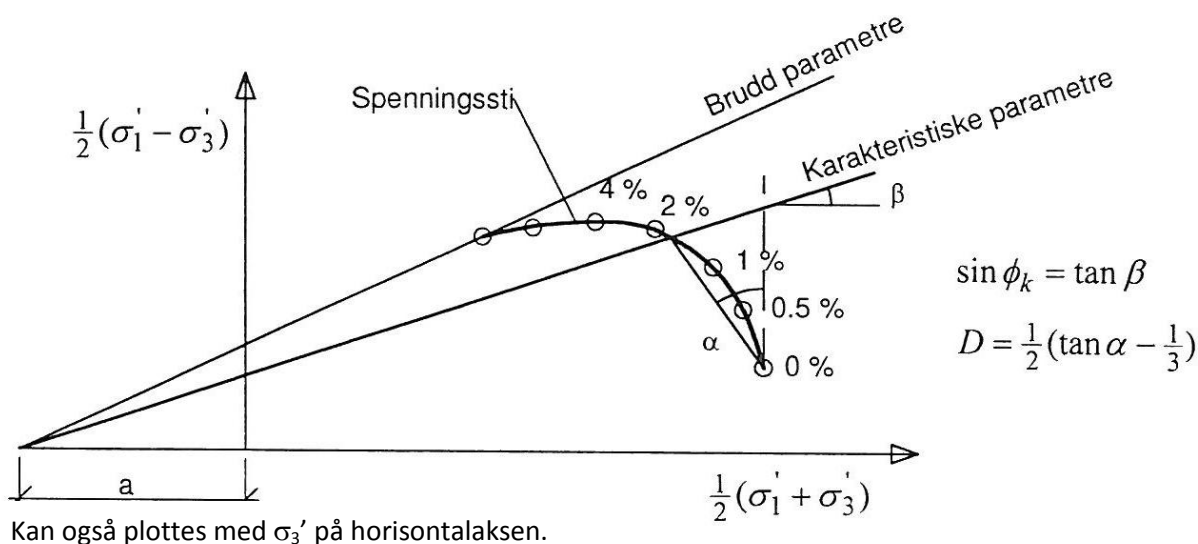
#### Effektivspenningsanalyse: Effektive skjærfasthetsparametre $a$ , $c$ , $\phi$ ( $\tan\phi$ ) (kPa, kPa, °, (-))

Effektive skjærfasthetsparametre  $a$  (attraksjon),  $\tan\phi$  (friksjon) og eventuelt  $c = a \tan\phi$  (kohesjon) 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 tøyingsutvikling i prøven frem mot brudd. Fra disse, samt fra annen informasjon, bestemmes karakteristiske verdier for skjærfasthetsparametre for det aktuelle problemet.

For korttids effektivspenningsanalyse kan også poretrykkparametrene  $A$ ,  $B$  og  $D$  bestemmes fra forsøksresultatene.

#### Totalspenningsanalyse: Udrenert skjærfasthet, $c_u$ (kPa)

Udrenert skjærfasthet bestemmes som den maksimale skjærspenning et materiale kan påføres før det bryter sammen. Denne skjærfastheten representerer en situasjon med raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk. I laboratoriet bestemmes denne egenskapen ved enaksiale trykkforsøk ( $c_{ut}$ ) (NS8016), konusforsøk ( $c_{uk}$ ,  $c_{ukr}$ ) (NS8015), udrenerte treaksialforsøk ( $c_{uA}$ ,  $c_{uP}$ ) og direkte skjærforsøk ( $c_{uD}$ ). Udrenert skjærfasthet kan også bestemmes i felt ved for eksempel trykksondering med poretrykkmåling (CPTU) ( $c_{ucptu}$ ) eller vingebor ( $c_{uv}$ ,  $c_{ur}$ ).



### SENSITIVITET $S_t$ (-)

Sensitiviteten  $S_t = c_u/c_r$  uttrykker forholdet mellom en leires udrenerte skjærfasthet i uforstyrret og omrørt tilstand. Denne størrelsen kan bestemmes fra konusforsøk i laboratoriet (NS 8015) eller ved vingeborforsøk i felt. Kvikkleire har for eksempel meget lav omrørt skjærfasthet  $c_r$  ( $s_r < 0,5$  kPa), og viser derfor som regel meget høye sensitivitetsverdier.

**VANNINNHOLD (w %) (NS 8013)**

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 – FLYTEGRENSE (w<sub>l</sub> %) OG PLASTISITETSGRENSE (w<sub>p</sub> %) (NS 8002 & 8003)**

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. Plastisiteten  $I_p = w_l - w_p$  (%) 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).

**DENSITETER (NS 8011 & 8012)**

<b>Densitet</b> ( $\rho$ , g/cm <sup>3</sup> )	Masse av prøve pr. volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del.
<b>Korndensitet</b> ( $\rho_s$ , g/cm <sup>3</sup> )	Masse av fast stoff pr. volumenhet fast stoff
<b>Tørr densitet</b> ( $\rho_d$ , g/cm <sup>3</sup> )	Masse av tørt stoff pr. volumenhet

**TYNGDETETHETER**

<b>Tyngdetetthet</b> ( $\gamma$ , kN/m <sup>3</sup> )	Tyngde av prøve pr. volumenhet ( $\gamma = \rho g = \gamma_s(1+w/100)(1-n/100)$ , der $g = 10 \text{ m/s}^2$ )
<b>Spesifikk tyngdetetthet</b> ( $\gamma_s$ , kN/m <sup>3</sup> )	Tyngde av fast stoff pr. volumenhet fast stoff ( $\gamma_s = \rho_s g$ )
<b>Tørr tyngdetetthet</b> ( $\gamma_d$ , kN/m <sup>3</sup> )	Tyngde av tørt stoff pr. volumenhet ( $\gamma_d = \rho_d g = \gamma_s(1-n/100)$ )

**PORETALL OG PORØSITET (NS 8014)**

<b>Poretall e</b> (-)	Volum av porer dividert med volum fast stoff ( $e = n/(100-n)$ ) der n er porøsitet (%)
<b>Porøsitet n</b> (%)	Volum av porer i % av totalt volum av prøven

**KORNFORDELINGSANALYSER (NS 8005)**

En kornfordelingsanalyse utføres ved våt eller tørr sikting av fraksjonene med diameter  $d > 0,063 \text{ mm}$ . 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.

**DEFORMASJONS- OG KONSOLIDERINGSEGENSKAPER (NS 8017 & 8018)**

Jordartens deformasjons- og konsolideringsegenskaper benyttes ved setningsberegning og bestemmes ved hjelp av belastningsforsøk i ødometer. Jordprøven bygges inn i en stiv ring som forhindrer sideveis deformasjon og belastes vertikalt med trinnvis eller kontinuerlig økende last. Sammenhengende verdier for last og deformasjon (tøyning  $\epsilon$ ) registreres, og materialets deformasjonsmodul (stivhet) kan beregnes som  $M = \Delta\sigma'/\Delta\epsilon$ . Denne presenteres som funksjon av vertikalspenningen  $\sigma'$ . Deformasjonsmodulen viser en systematisk oppførsel for ulike jordarter og spenningstilstander, og oppførselen kan hensiktsmessig beskrives med modulfunksjoner og inndeles i tre modeller:

Modell	Moduluttrykk	Jordart - spenningsområde
Konstant modul	$M = m_{oc}\sigma_a$	OC leire, $\sigma' < \sigma'_c$ ( $\sigma'_c$ = prekonsolideringsspenningen)
Lineært økende modul	$M = m(\sigma'(\pm \sigma_r))$	Leire, fin silt, $\sigma' > \sigma'_c$
Parabolisk økende modul	$M = m\sqrt{\sigma'\sigma_a}$	Sand, grov silt, $\sigma' > \sigma'_c$

**PERMEABILITET (k cm/sek eller m/år)**

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.

**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  $\rho_r$  som funksjon av innbyggingsvanninnhold  $w_i$ . Den maksimale tørrdensiteten som oppnås ( $\rho_{dmax}$ ) benyttes ved spesifikasjon av krav til utførelsen av komprimeringsarbeider. Det tilhørende vanninnhold benevnes optimalt vanninnhold ( $w_{opt}$ ).

**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).

**HUMUSINNHOLD**

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

**METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – FELTUNDERSØKELSER**

Feltundersøkelsesmetoder beskrevet i geotekniske bilag, samt terminologi og klassifisering benyttet i rapportering, baserer seg på følgende norske veiledninger fra NGF (Norsk Geoteknisk Forening), norske standarder (NS) og andre referansedokumenter:

<b>NGF Veiledninger</b> <b>Norske standarder NS</b>	<b>Tema</b>
NGF 1 (1982)	SI Enheter
NGF 2, rev.1 (2012)	Symboler og terminologi
NGF 3, rev. 1 (1989)	Dreiesondering
NGF 4 (1981)	Vingeboring
NGF 5, rev.3 (2010)	Trykksondering med poretrykksmåling (CPTU)
NGF 6 (1989)	Grunnvanns- og poretrykksmåling
NGF 7, rev. 1 (1989)	Dreietrykksondering
NGF 8 (1992)	Kommentarkoder for feltundersøkelser
NGF 9 (1994)	Totalsondering
NGF 10, rev.1 (2009)	Beskrivelsestekster for grunnundersøkelser
NGF 11 rev.1 (2012) NS-EN ISO 22475-1 (2006)	Prøvetaking
Statens vegvesen Geoteknisk felthåndbok 280 (2010)	Feltundersøkelser

**METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – LABORATORIEUNDERSØKELSER**

Laboratorieundersøkelser beskrevet i geotekniske bilag, samt terminologi og klassifisering benyttet i rapportering, baserer seg på følgende norske standarder (NS) og referansedokumenter:

<b>Norske standarder NS</b>	<b>Tema</b>
NS8000 (1982)	Konsistensgrenser – terminologi
NS8001 (1982)	Støtflytegrense
NS8002 (1982)	Konusflytegrense
NS8003 (1982)	Plastisitetsgrense (utrullingsgrense)
NS8004 (1982)	Svinngrense
NS8005 (1990)	Kornfordelingsanalyse
NS8010 (1982)	Jord – bestanddeler og struktur
NS8011 (1982)	Densitet
NS8012 (1982)	Korndensitet
NS8013 (1982)	Vanninnhold
NS8014 (1982)	Poretall, porøsitet og metningsgrad
NS8015 (1987)	Skjærfasthet ved konusforsøk
NS8016 (1987)	Skjærfasthet ved enaksialt trykkforsøk
NS8017 (1991)	Ødometerforsøk, trinnvis belastning
NS8018 (1993)	Ødometerforsøk, kontinuerlig belastning
NS14688-1 og -2 (2009)	Klassifisering og identifisering av jord
NS-EN ISO/TS 17892-8 + -9 (2005)	Treaksialforsøk (UU, CU)
Statens vegvesen Håndbok 015 (2005)	Laboratorieundersøkelser