

---

RAPPORT

# Elverhøy, Porsgrunn - Grunnundersøkelser

---

OPPDRAGSGIVER  
Elverhøy Park AS

EMNE  
Geotekniske grunnundersøkelser  
Datarapport

DATO / REVISJON: 15. juni 2018 / 00  
DOKUMENTKODE: 10204965-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>Elverhøy, Porsgrunn - Grunnundersøkelser</b>	DOKUMENTKODE	10204965-RIG-RAP-001_rev00
EMNE	Geotekniske grunnundersøkelser	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	<b>Elverhøy Park AS</b>	OPPDRAGSLEDER	Rene Minarski
KONTAKTPERSON	Frederic Kristoffersen	UTARBEIDET AV	Rene Minarski
KOORDINATER	SONE: 32V ØST: 537875 NORD: 6555880	ANSVARLIG ENHET	10232012 Seksjon Geoteknikk Kristiansand
GNR./BNR./SNR.	200/4134 200/3836 200/764 Porsgrunn kommune		

## SAMMENDRAG

I forbindelse med planlagt ny bebyggelse i et område mellom Leirkupgata og Grenlandsgata i Porsgrunn kommune har Multiconsult Norge AS utført geotekniske grunnundersøkelser. Foreliggende rapport presenterer resultatene fra de utførte grunnundersøkelsene.

Det er utført totalsonderinger i 7 pkt., 3 prøveserier og 1 CPTU.

Terrengnivået på det undersøkte området varierer mellom ca. kote +3,6 og +5,5 ifølge innmåling av borpunktene.

Det bemerkes at alle sonderinger er avsluttet i løsmasser uten å påtreffte berg.

Sonderingsdiagrammene og resultat av prøveseriene indikerer at løsmassene består av leirig silt til avsluttet sonderingsdybde.

Grunnvannet har ikke blitt målt i forbindelse med grunnundersøkelsene. Det bemerkes at grunnvannsnivået vil variere med årstid, drensforhold og nedbørsforhold.

Foreliggende datarapport gir en orienterende presentasjon av grunnforholdene på det aktuelle området.

00	15.06.18	Utarbeidet	RENM	MIO	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>Områdebeskrivelse .....</b>	<b>6</b>
2.1	Befaring .....	6
2.2	Området og topografi .....	6
<b>3</b>	<b>Geotekniske grunnundersøkelser .....</b>	<b>7</b>
3.1	Tidligere grunnundersøkelser .....	7
3.2	Utførte grunnundersøkelser .....	7
3.2.1	Feltundersøkelser .....	7
3.2.2	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	Flomsoner .....	9
4.4	Grunnforhold tolket ut fra grunnundersøkelser .....	10
4.4.1	Dybde til berg .....	10
4.4.2	Løsmasser .....	10
4.4.3	Poretrykk og grunnvann .....	10
<b>5</b>	<b>Geoteknisk evaluering av resultatene .....</b>	<b>11</b>
5.1	Avvik fra standard utførelsesmetoder .....	11
5.2	Viktige forutsetninger .....	11
5.3	Undersøkelles- og prøve kvalitet .....	11
5.4	Påvisning av bergnivå .....	11
<b>6</b>	<b>Behov for supplerende grunnundersøkelser .....</b>	<b>11</b>
<b>7</b>	<b>Referanser .....</b>	<b>12</b>

**TEGNINGER**

10204965-RIG-TEG	-000	Oversiktskart
	-001	Borplan
	-040.1 til -040.5	CPTU sonderinger v/ pkt. 3
	-101 til -107	Totalsonderinger
	-200 til -202	Prøveserier
	-300	Kornfordelingskurver
	-400.1 til -401.2	Ødometerforsøk v/ pkt. 3

**BILAG**

- Geoteknisk bilag – Feltundersøkelser
- Geoteknisk bilag – Laboratorieundersøkelser
- Geoteknisk bilag – Oversikt over metodestandarder og retningslinjer

## 1 Innledning

I forbindelse med planlagt ny bebyggelse i et område mellom Leirkupgata og Grenlandsgata i Porsgrunn kommune har Multiconsult utført geotekniske grunnundersøkelser. 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. Rapporten skal kunne brukes som grunnlag til vurdering av områdestabilitet og mulig fundamenteringsløsning.

### 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 mellom 22.05.2018 og 24.05.2018. Alle koter refererer til NN 2000 og borpunktene er målt inn av Multiconsult Norge AS i koordinatsystem Euref 89 UTM 32.

Grunnundersøkelsene bestod av 7 totalsonderinger for å kartlegge grunnens art, relative lagringsfasthet og dybder til antatt berg, en CPTU-sondering for å få informasjon om løsmassenes beskaffenhet, lagringsforhold, lagdeling og jordartstype samt en indikasjon på poretrykk og materialparametere, og 3 prøveserier med opptak av poseprøver i to punkter og opptak av både pose- og sylindrerprøver i den tredje serien.

### 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 [5].

Laboratorieundersøkelsene er utført iht. NS 8000-serien og relevante ISO-standarder. Rapporten er utarbeidet i henhold til NGF-melding nr. 2 [5] og krav i NS-EN-1997 (Eurokode 7) – Del 2 [2].

### 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 Områdebeskrivelse

### 2.1 Befaring

Det har ikke blitt utført noen befaring før oppstart av prosjektet.

### 2.2 Området og topografi

Det undersøkte området består i dag av en enebolig med tilhørende hage, en barnehage med tilhørende uteområder og en tomt der tidligere bebyggelse er revet.

Området begrenses til nord av Leirkupgata, til øst av Grenlandsgata, til syd og vest av bekken Leirkup og til nord-øst av eksisterende boliger. Terrengnivået varierer mellom ca. kote +3,6 og +5,5 ifølge innmåling av borpunktene. Terrengoverflaten heller nedover mot bekken i vest og syd.

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 [7].



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

### 3 Geotekniske grunnundersøkelser

#### 3.1 Tidligere grunnundersøkelser

Det har ikke tidligere blitt utført grunnundersøkelser i nærheten av det aktuelle området.

#### 3.2 Utførte grunnundersøkelser

##### 3.2.1 Feltundersøkelser

Utførte grunnundersøkelser omfatter totalsonderinger i 7 punkter.

Borpunktene plassering er vist på borplan, se tegning -001. Utskrifter av totalsonderinger er vist på tegninger -101 t.o.m. -106. Koordinater for borpunktene vises i Tabell 3-1.

Tabell 3-1: Utførte feltundersøkelser

Borpunkt	Koordinater			Metode	Boret dybde			Kommentar
	X	Y	Z		Løs- masse	Ant. Berg	Totalt	
	[m]	[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	
1	6555881,4	537843,1	4,0	TOT / Sk	29,6	-	29,6	
2	6555894,0	537874,8	5,3	TOT	31,7	-	31,7	
3	6555866,0	537887,4	5,5	TOT / CPTu / Pr	29,7	-	29,7	
4	6555879,3	537927,1	5,2	TOT	29,7	-	29,7	
5	6555848,0	537852,4	3,6	TOT	29,6	-	29,6	
6	6555841,5	537910,8	5,4	TOT	29,7	-	29,7	
7	6555802,3	537922,2	5,2	TOT / Sk	29,7	-	29,7	

##### 3.2.2 Laboratorieundersøkelser

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

Det er totalt tatt opp 12 prøver (10 poseprøver og 2 sylindere). Prøvene er undersøkt mht. klassifisering av jordartene og bestemmelse av prøvenes geotekniske egenskaper. Foruten måling av vanninnhold og organisk innhold i alle prøver, er det foretatt måling av kornfordeling i 4 prøver. For sylinderprøvene er det også utført bestemmelse av densitet og porøsitet samt ødometerforsøk og enaksforsøk i begge prøvene. Konusforsøk og måling av sensitivitet er utført i 4 dybder i prøveserie ved punkt 3 (sylinderprøvene).

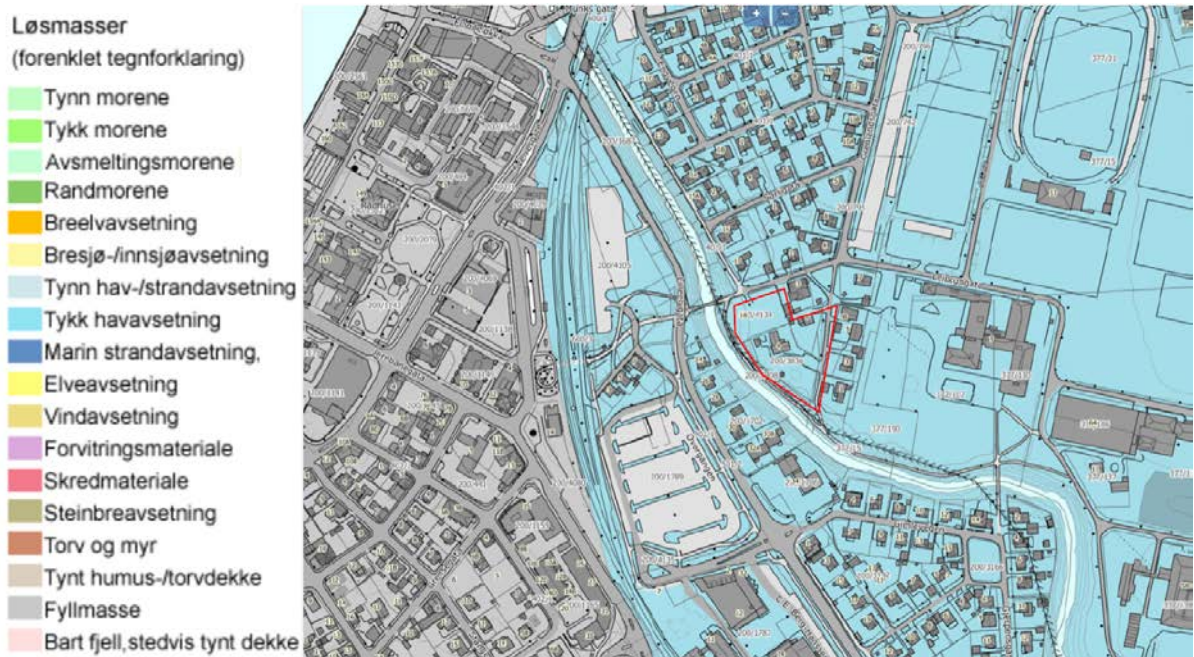


## 4 Grunnforholdsbeskrivelse

### 4.1 Kwartærgeologisk kart

Figur 4-1 viser et utsnitt av kvartærgeologisk kart for det aktuelle området. Kartet indikerer at løsmassene i området består av tykk havavsetning. Området ligger under marin grense.

Det kvartærgeologiske kartgrunnlaget gir en visuell oversikt over landskapsformende prosesser over tid, samt løsmassenes overordnede fordeling. Utgangspunktet for disse oversiktskartene er i all hovedsak visuell overflatekartlegging, og kun i begrenset omfang fysiske undersøkelser. Kartene gir ingen informasjon om løsmassefordeling i dybden og kun begrenset informasjon om løsmassemektighet. For mer informasjon om kvartærgeologiske kart og anvendelse/kvalitet vises til [www.ngu.no](http://www.ngu.no).

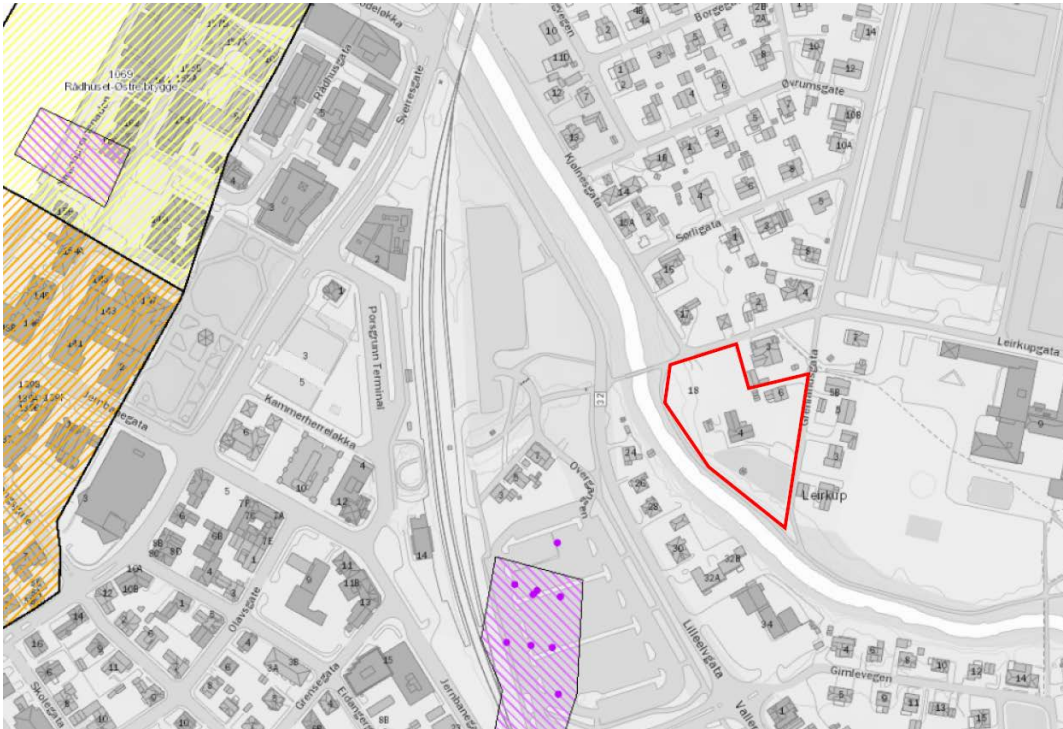


Figur 5-1 Kwartærgeologisk kart [6]

### 4.2 Eksisterende faresoner for kvikkleireskred

Området ligger ikke innenfor en kartlagte kvikkleire faresonen iht. NVE –Atlas [7], men det er påvist kvikkleireområde «Rv. 356 UrOdd stadion – Porsgrunn» i avstand mellom ca. 80 og 100 m fra området. Kvikkleirefaresone er vist som det skrefferte området i Figur 4-2.

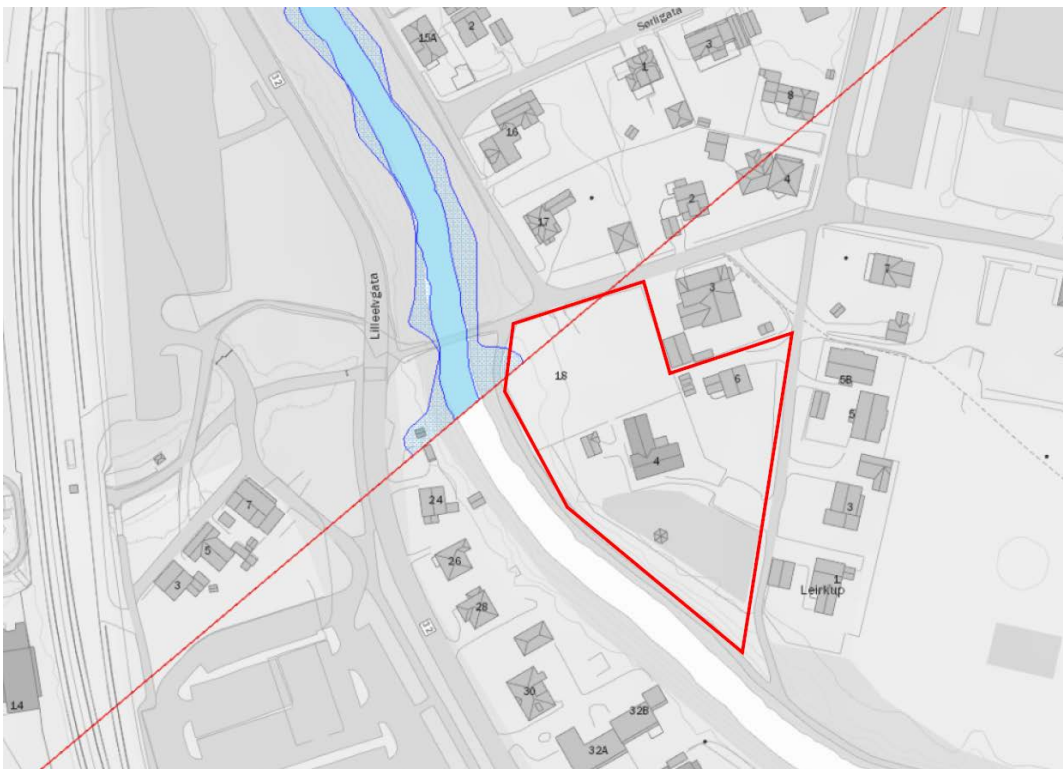




Figur 5-2 NVE kvikkleire kart[7]

### 4.3 Flomsoner

Kartlegging av flomsoner er utført kun til den nord vestre hjørnet av området, som er vist i Figur 5-3. Bare en liten del av området ligger innenfor flomsonen men det må utgå ifra at hele strekningen av bekken kan bli utsatt for flom.



Figur 5-3 Flomsoner[7]

## 4.4 Grunnforhold tolket ut fra grunnundersøkelser

### 4.4.1 Dybde til berg

Det er ikke registrert berg i sonderingene.

### 4.4.2 Løsmasser

Sonderingsdiagrammene og resultat av prøveseriene indikerer at løsmassene består av leirig silt over i prinsipp hele jordprofilen foruten enkelte innslag av sand og et lag av tørrskorpesilt i de øverste 1,0 til 2,5 m.

Prøveserie v/1 er tatt opp i den nord-vestlige delen av det undersøkte området. Prøveserien viser et topplag av silt med ca. 1 m tykkelse etterfulgt av sandig silt ned til ca. 3 m dybde fulgt av silt ned til ca. 4 m dybde under terreng der prøveserien er avsluttet.

Vanninnholdet er målt mellom ca. 23 og 30 %. Det organiske innholdet er målt mellom 1,5 og 2,0 % i de øverste 3 m av prøveserien og til 0,5 % i siltlaget mellom 3 og 4 m dybde.

Prøveserie v/3 er tatt opp i den sentrale delen av det undersøkte området. Prøveserien viser et ca. 1,0 m tykt topplag av sandig tørrskorpesilt etterfulgt av sandig silt ned til ca. 2,0 m dybde over leirig silt og siltig leire ned til ca. 10 m dybde under terreng hvor prøveserien er avsluttet. Det bemerkes at det ikke har blitt analysert noe materiale mellom ca. 4,8 og 9,0 m under terreng.

Vanninnholdet er målt mellom ca. 18 og 32 %. Det organiske innholdet er målt mellom 0,3 og 1,1 %.

De to dypeste prøvene ble tatt opp med 54 mm sylindringprøvetaking og en skjærfasthet  $s_u$  ble målt gjennom konus- og enaksiale trykkforsøk mellom 27 og 34 kPa, tilsvarende middels fast leire. Omrått skjærfasthet  $s_{u,r}$  er målt til hovedsakelig mellom ca. 2 og 4 kPa, hvilket tilsier at massene ikke er kvikke. Sensitivitet  $s_t$  for massene varierer mellom 8 og 16 hvilket indikerer middels sensitive masser.

Korngraderingsanalyse er utført på alle silt- og leirprøver.

Ødometerforsøkene indikerer at materialet er normalkonsolidert.

Prøveserie v/7 er tatt opp i den søndre delen av det undersøkte området. Prøveserien viser et topplag av tørrskorpesilt med ca. 1 m tykkelse etterfulgt av sandig, leirig silt ned til ca. 3 m dybde etterfulgt av siltig leire ned til ca. 5 m dybde under terreng der prøveserien er avsluttet.

Vanninnholdet er målt mellom ca. 22 og 25 %. Det organiske innholdet er målt mellom 0,3 og 0,9 % over hele prøveserien.

### 4.4.3 Poretrykk og grunnvann

Grunnvannstanden ble ikke registrert i forbindelse med grunnundersøkelser.

## 5 Geoteknisk evaluering av resultatene

### 5.1 Avvik fra standard utførelsesmetoder

Totalsonderingen i alle borpunkter ble avsluttet før normal innboring i antatt berg (se kap. 5.5). I forkant av prosjektet ble det oppgitt aksepterte stoppdypder (30 m dybde under terreng) dersom ikke berg ble påtruffet. På grunn av dette er alle totalsonderinger ikke er innboret i antatt berg.

### 5.2 Viktige forutsetninger

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

### 5.3 Undersøkelles- og prøve kvalitet

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

### 5.4 Påvisning av bergnivå

Det er ikke registrert berg i sonderingene.

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

1. Påvisning av overgang til antatt berg foregår normalt sett ved at det kontrollbores 2-3 m ned i antatt berg. Slik påvisning kan være utfordrende i tilfeller med fast morene over berg. Dette på grunn av at sonderingsresultatet (responsen) fra fast morenemateriale i noen tilfeller er vanskelig å skille fra respons i berg.
2. I områder med dårlig bergkvalitet i overgangssonen mellom løsmasser og berg er det ofte meget vanskelig å skille ut berghorisonten, spesielt i overgangen mellom faste løsmasser (f.eks. morene) og berg. Som utgangspunkt settes alltid antatt bergnivå til tolket øvre berghorisont, uavhengig av kvaliteten til berget. Antatt sone med dårlig bergkvalitet er evt. beskrevet i tekst i rapporten og/eller angitt på sonderingsutskrifter.
3. I tilfeller der det kan være blokk i grunnen med størrelse over 2-3 m i tverrmål, vil det også være en mulighet for at det som antas som bergnivå i virkeligheten er blokk dersom kontrollboringen avsluttes etter 2-3 m boring i blokk.

I nevnte tilfeller kan virkelig bergnivå/berghorisont avvike vesentlig fra antatte nivåer tolket fra undersøkelsene. Angitte kotenivåer for antatt bergoverflate må derfor benyttes med forsiktighet.

## 6 Behov for supplerende grunnundersøkelser

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

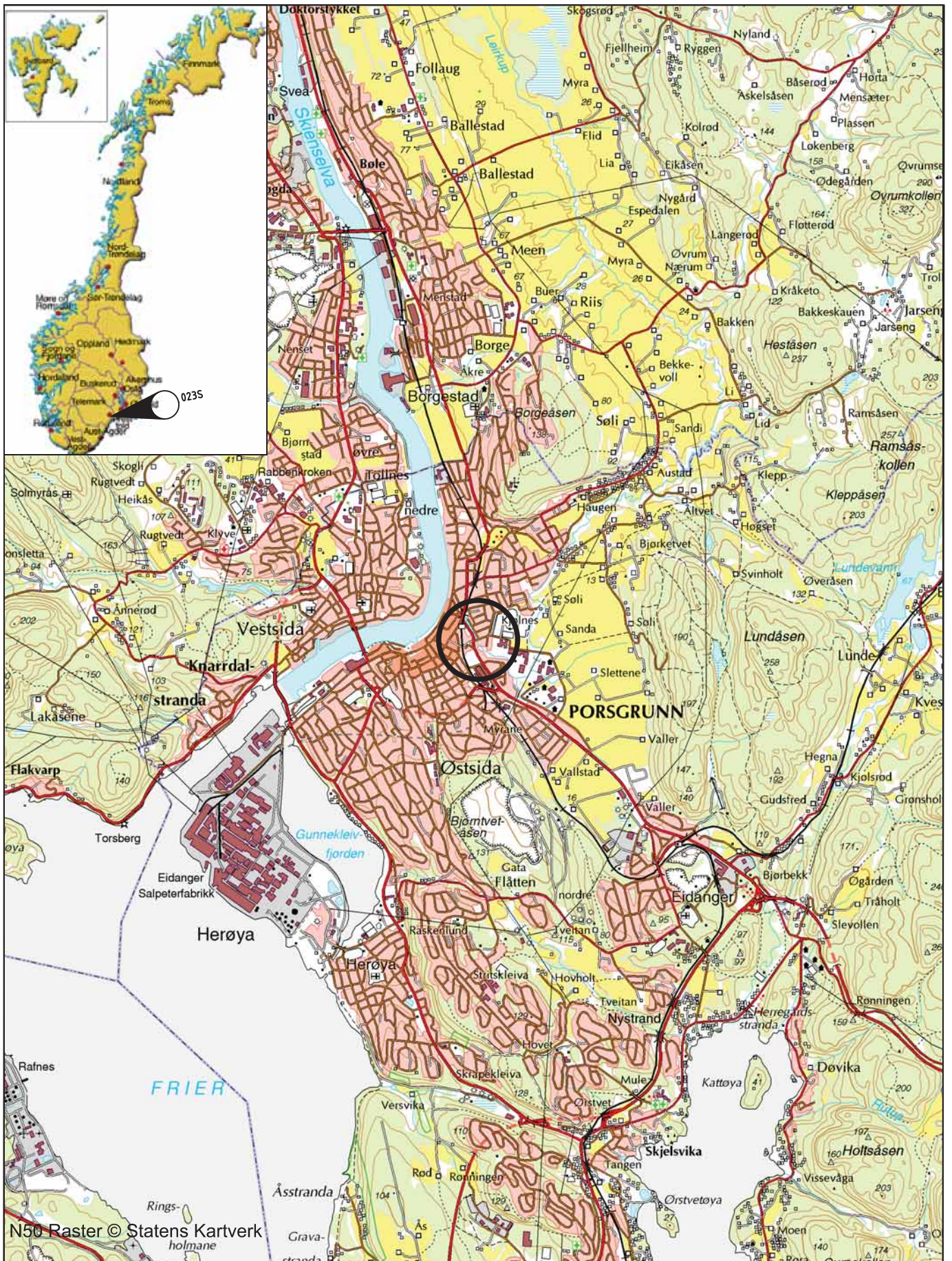
- Forundersøkelser (typisk skisse-/forprosjekt)
- Prosjekteringsundersøkelser (typisk detaljprosjekt)

Det er geoteknisk prosjekterende som er ansvarlig for å bedømme nødvendig omfang for geotekniske grunnundersøkelser for aktuelt prosjekt og relevante problemstillinger. Tilsvarende er det også geoteknisk prosjekterende som må vurdere om det er behov for supplerende grunnundersøkelser, utover de undersøkelsene som er presentert i foreliggende rapport.

## 7 Referanser

- [1] Standard Norge, «Systemer for kvalitetsstyring. Krav (ISO 9001:2015)», Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN ISO 9001:2015.
- [2] Standard Norge, «Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver (NS-EN 1997-2:2007)», Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN 1997-2:2007/AC:2010+NA:2008, 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] Norsk Geoteknisk Forening (NGF): NGF-Melding nr. 1-11.
- [6] NGU, «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase - kvartærgeologiske kart»
- [7] Norges Vassdrags- og energidirektorat (NVE): atlas.nve.no

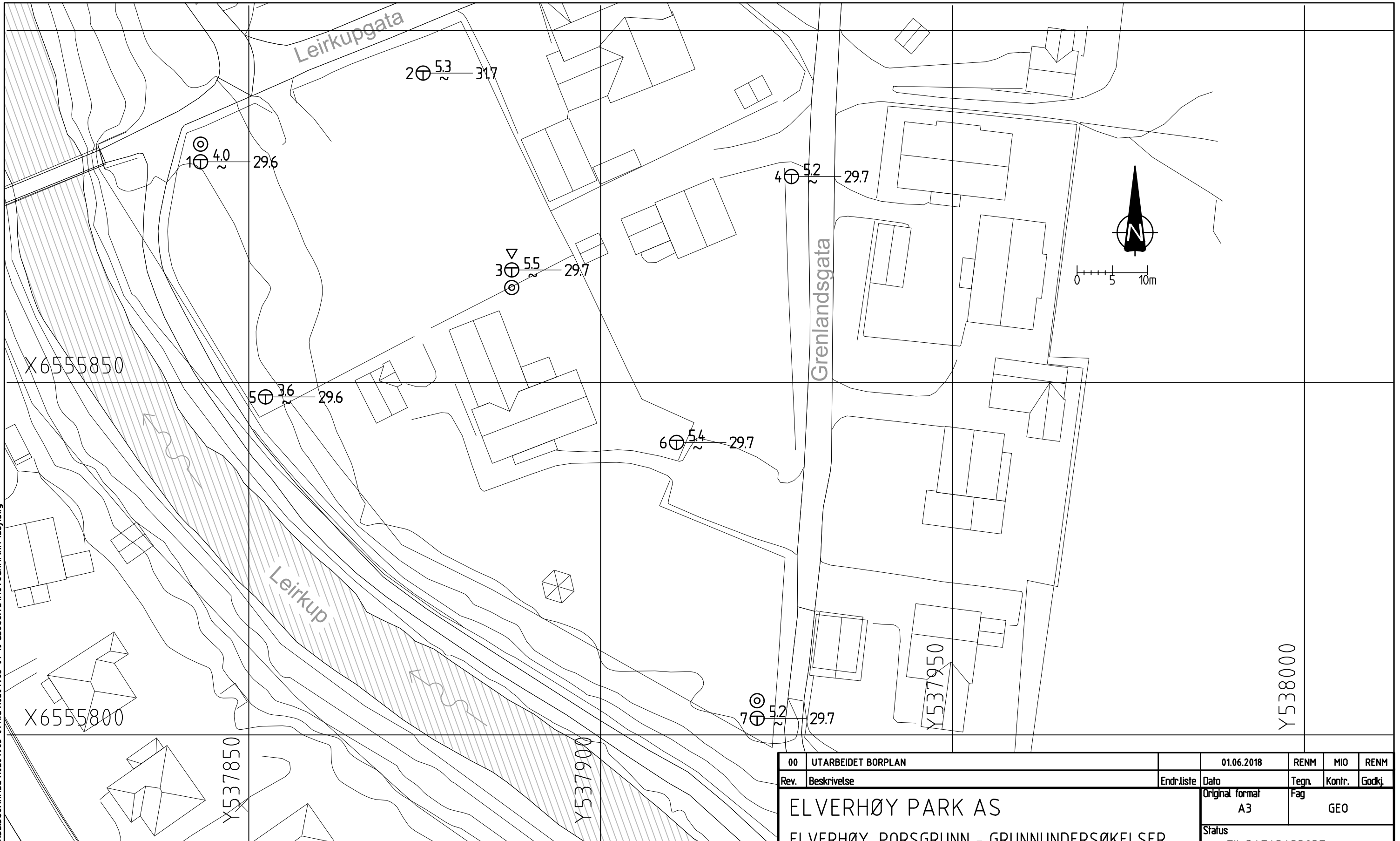




<b>OVERSIKTSKART</b>				Dato	01.06.2018
ELVERHØY PARK AS ELVERHØY, PORSGRUNN - GRUNNUNDERSØKELSER				Format/Målestokk:	1:50 000
 <a href="http://www.multiconsult.no">www.multiconsult.no</a>	Fag	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	
	GEOTEKNIKK	RENM	MIO	RENM	
	Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.	
	10204965	000		00	



M:\010204\10204965-01\10204965-01-03 ARBEIDSRÅDE\10204965-01 RIG 10204965-01-10 GEOSUITE\AUTOGRAF.RIT\Lay.dwg



X6555850

X6555800

Y537850

Y537900

Y537950

Y538000

**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

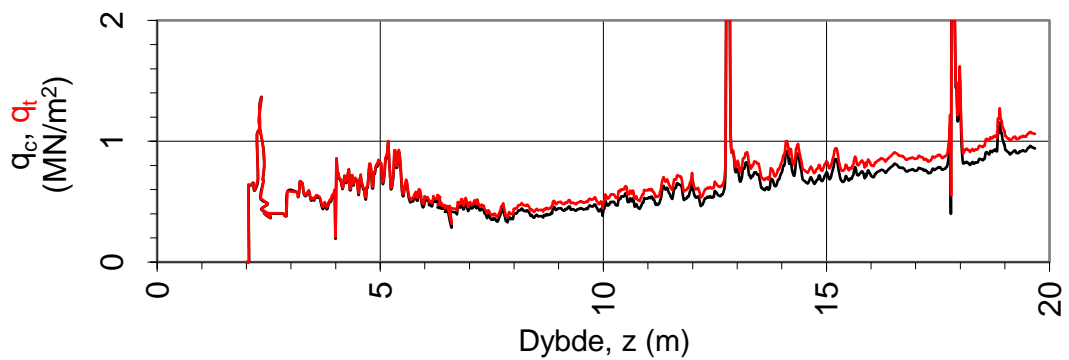
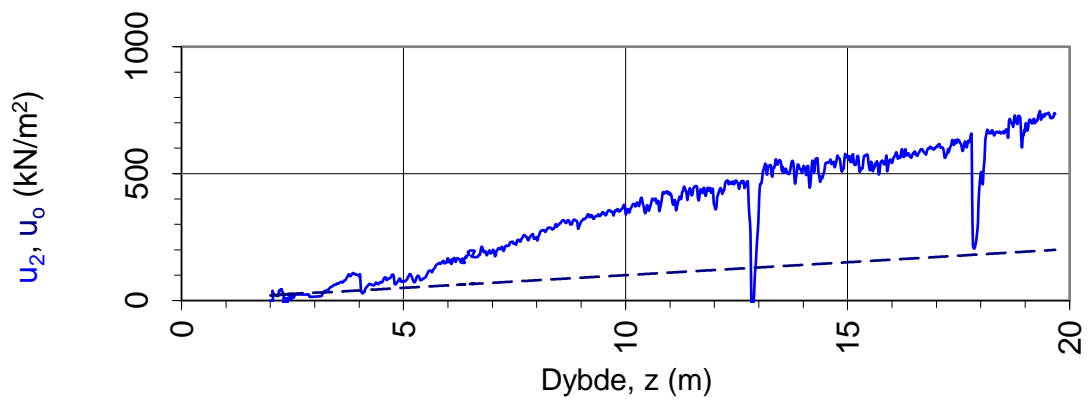
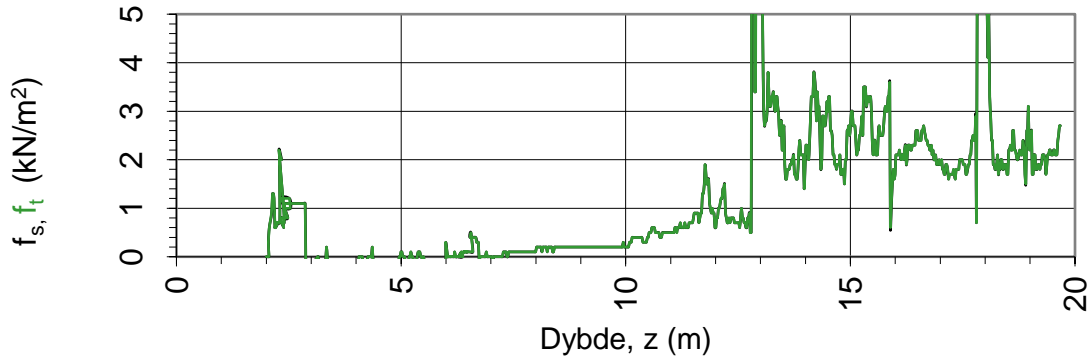
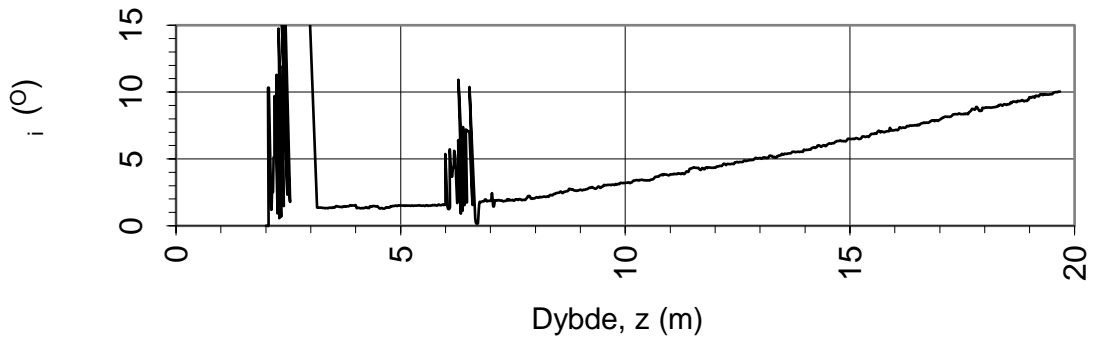
Kartgrunnlag : Fra Kartbanken.no

00	UTARBEIDET BORPLAN		01.06.2018	RENM	MIO	RENM			
Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.			
ELVERHØY PARK AS			Original format	Fag					
ELVERHØY, PORSGRUNN - GRUNNUNDERSØKELSER			A3	GEO					
GEOTEKNISKE GRUNNUNDERSØKELSER			Status	TIL DATARAPPORT					
BORPLAN			Målestokk	1:500					
 www.multiconsult.no		Dato	01.06.2018	Konstr./Tegnet	RENM	Kontrollert	MIO	Godkjent	RENM
		Oppdragsnr.	10204965	Tegningsnr.	001	Rev.	00		

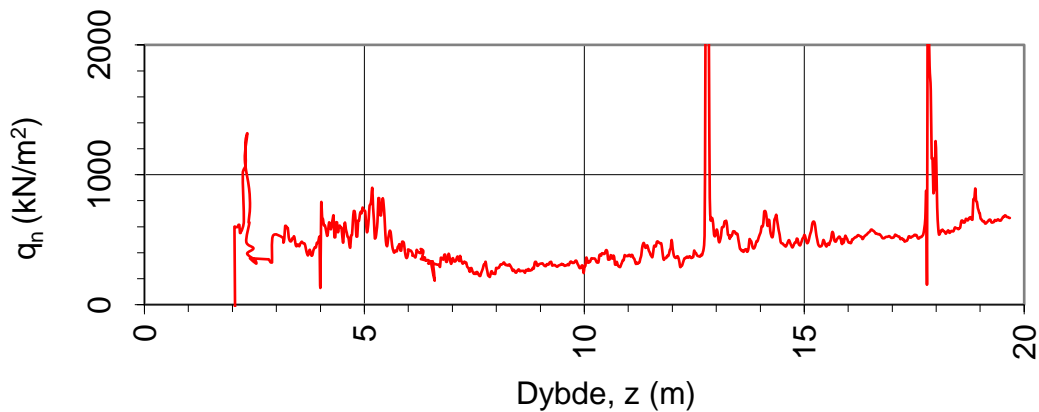
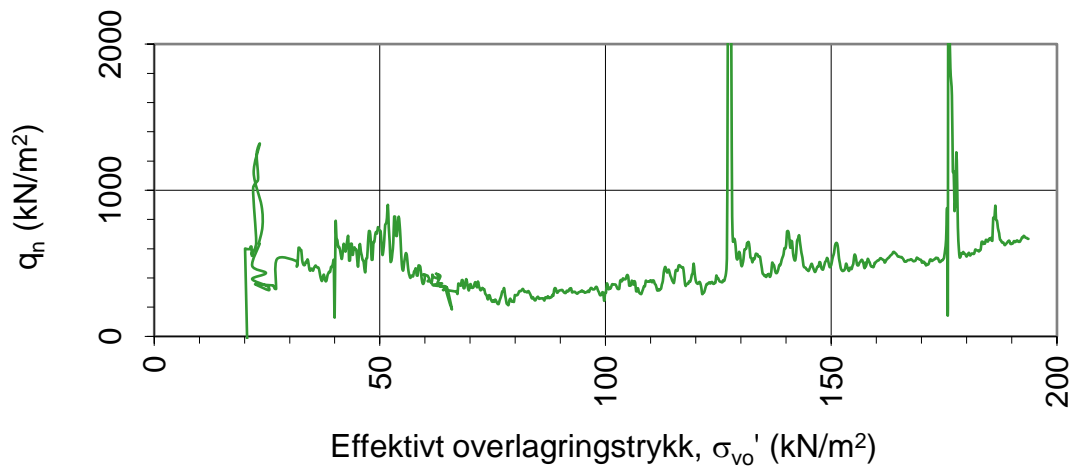
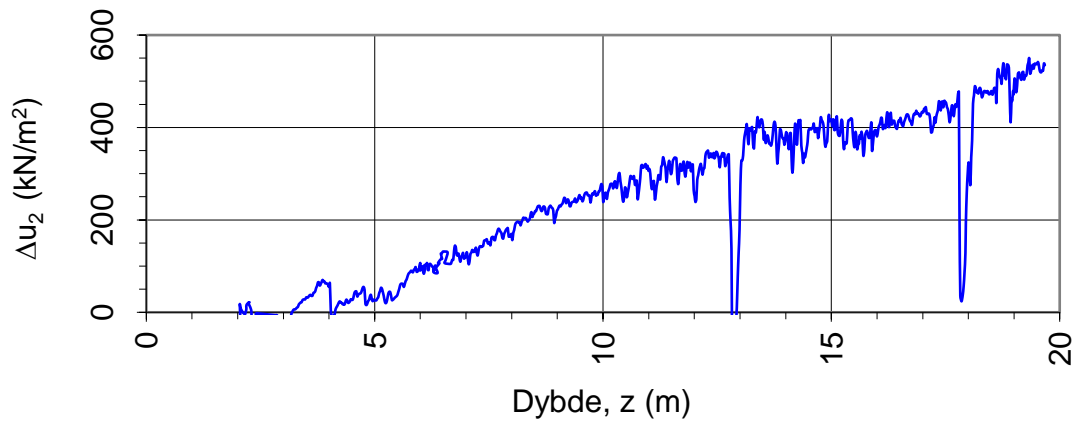
# DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	4842	Sondetype:	Nova
<b>SONDEDATA</b>			
Arealforhold, a:	0,837	Arealforhold, b:	0,000
Kalibreringsdato:	22.05.2015	Utførende:	Geotech AB
EGENSKAP (fra kalibreringsark)	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimum spenning (MPa):	50,0	0,5	2,5
Måleområde (MPa):	50,0	0,5	2,5
Oppløsning, 2 <sup>12</sup> bit (kPa):	0	0	0
Oppløsning, 2 <sup>18</sup> bit (kPa):	0,48	0,01	0,02
Max. temp. effekt, ubelastet (kPa):	31,05	0,56	1,63
Temperaturområde (°C):	0-40	0-40	0-40
Merknad:			
<b>UTFØRELSE</b>			
Borleder:	Svein Flakk	Assistent:	
Filtertype:	Porøs	Mettemedium:	Glyserin
Mettemetode:	Ferdigmettet	Lufttemperatur (°C):	-3,0
Forankring:		Max. helning (°):	20,9
Merknad:			
<b>MÅLEVARIABLE</b>			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt (kPa):	6,99	0,13	0,37
<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):	ikke målt	130,00	265,70
Etter sondering (Windows):	ikke målt	0,80	0,10
Avvik (Windows) (kPa):	ikke målt	0,8	0,1
<b>NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE</b>			
Målestørrelse	Spissmotstand	Friksjon	Poretrykk
Samlet nøyaktighet, $\Delta_{TOT}$ (kPa)	#VALUE!	0,94	0,49
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	#VALUE!	1	1
Oppdragsgiver: <b>Elverhøy Park AS</b> Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet.	Oppdrag: <b>Elverhøy, Porsgrunn - Grunnundersøkelser</b>		
CPTU id.:	3	Sonde:	4842
<b>MULTICONSULT NORGE AS</b>	Dato: 01.06.2018	Tegnet: RENM	Kontrollert: MIO
	Oppdrag nr.: 10204965	Tegning nr.: 40,0	Versjon: 09.03.2016





Oppdragsgiver: <b>Elverhøy Park AS</b>		Oppdrag: Elverhøy, Porsgrunn - Grunnundersøkelser		Tegningens filnavn: CPTU EXTRA V 5.0_pkt.3	
Spissmotstand $q_{c,t}$ , poretrykk $u_2$ , sidefriksjon $f_{s,t}$ og helning $i$ .				<b>Multiconsult</b>	
CPTU id.:	3	Sonde:	4842		
<b>MULTICONSULT AS</b>	Dato: 01.06.2018	Tegnet: RENM	Kontrollert: MIO	Godkjent: RENM	
	Oppdrag nr.: 10204965	Tegning nr.: 40,1	Versjon: 09.03.2016	Revisjon: 00	



Oppdragsgiver:

**Elverhøy Park AS**

Oppdrag:

Elverhøy, Porsgrunn -  
Grunnundersøkelser

Tegningens filnavn:

CPTU EXTRA V 5.0\_pkt.3

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

**Multiconsult**

CPTU id.:

3

Sonde:

4842

**MULTICONSULT AS**

Dato:

01.06.2018

Tegnet:

RENM

Kontrollert:

MIO

Godkjent:

RENM

Oppdrag nr.:

10204965

Tegning nr.:

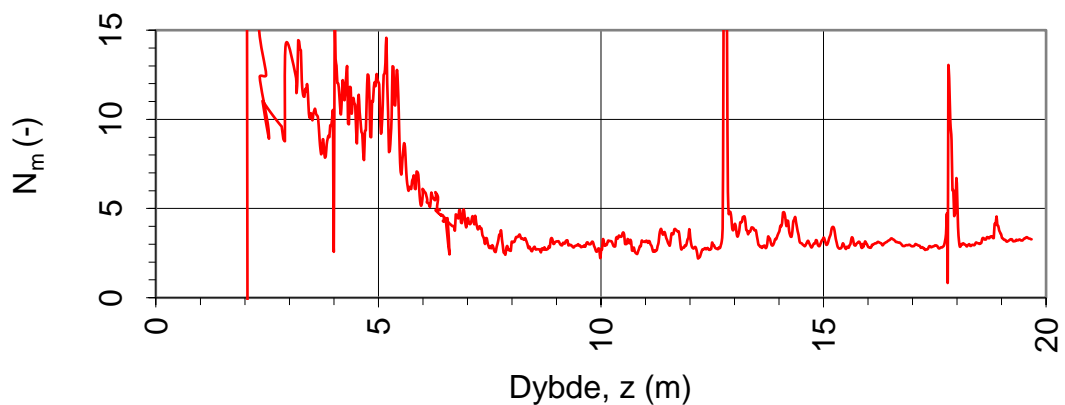
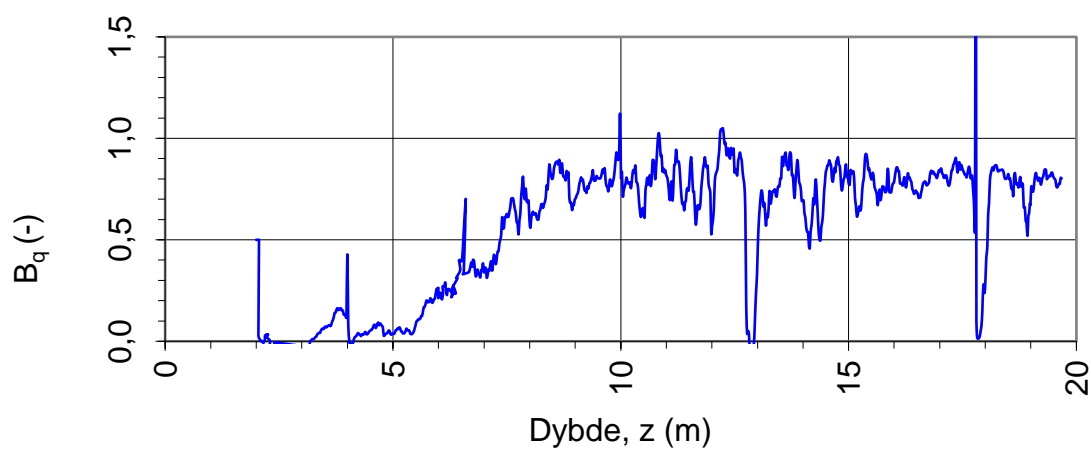
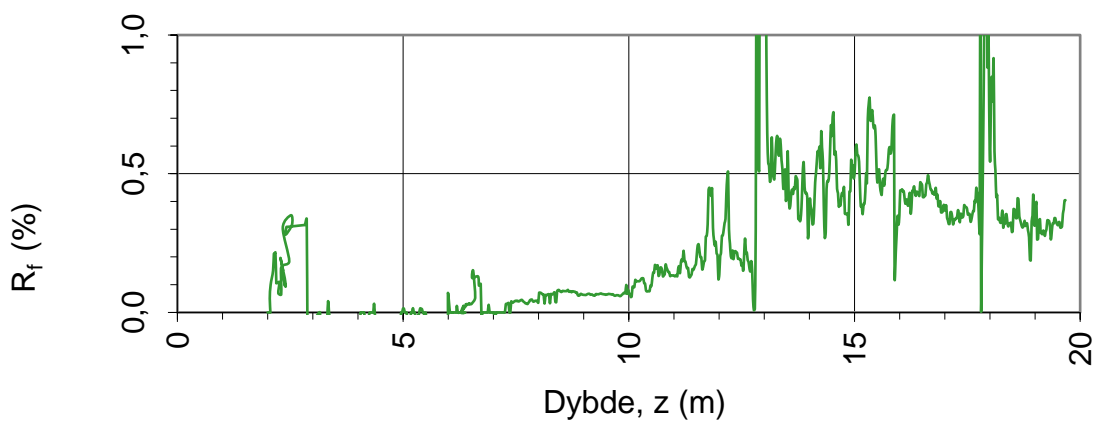
40,2

Versjon:

09.03.2016

Revisjon:

00



Oppdragsgiver:

**Elverhøy Park AS**

Oppdrag:

Elverhøy, Porsgrunn -  
Grunnundersøkelser

Tegningens filnavn:

CPTU EXTRA V 5.0\_pkt.3

Spissmotstandstall  $N_m$ , poretrykks-  $B_q$  og friksjonsforhold  $R_f$ .

**Multiconsult**

CPTU id.:

3

Sonde:

4842

**MULTICONSULT AS**

Dato:

01.06.2018

Tegnet:

RENM

Kontrollert:

MIO

Godkjent:

RENM

Oppdrag nr.:

10204965

Tegning nr.:

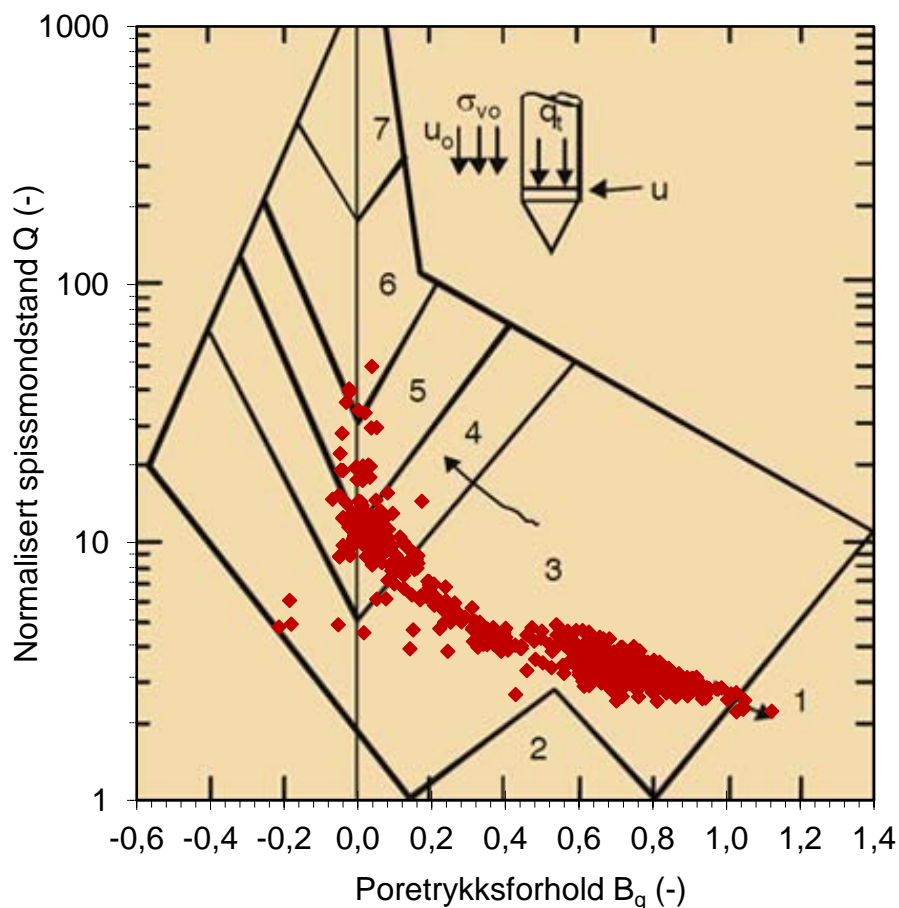
40,3

Versjon:

09.03.2016

Revisjon:

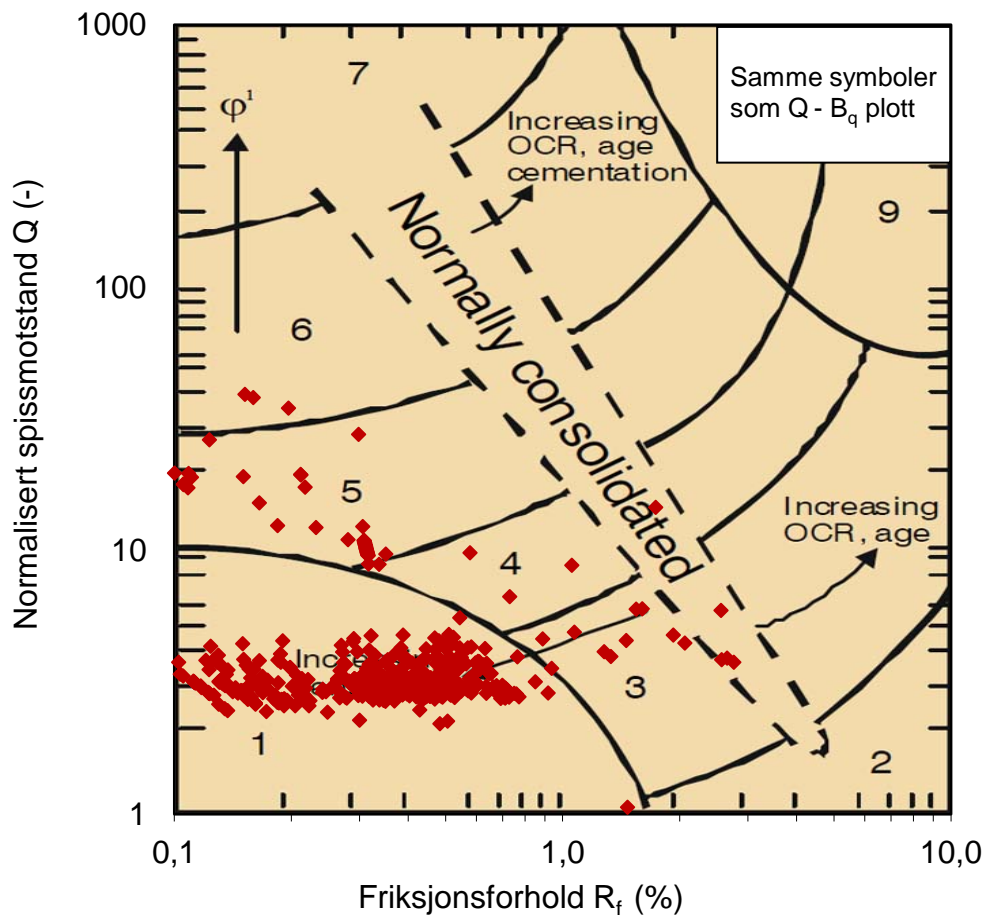
00



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>Elverhøy Park AS</b>		Oppdrag: Elverhøy, Porsgrunn - Grunnundersøkelser		Tegningens filnavn: CPTU EXTRA V 5.0_pkt.3	
Jordartsidentifikasjon fra CPTU data - Q og B <sub>q</sub> .				<b>Multiconsult</b>	
CPTU id.:	3	Sonde:	4842		
<b>MULTICONSULT AS</b>	Dato: 01.06.2018	Tegnet: RENM	Kontrollert: MIO	Godkjent: RENM	
	Oppdrag nr.: 10204965	Tegning nr.: 40,4	Versjon: 09.03.2016	Revisjon: 00	



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:

**Elverhøy Park AS**

Oppdrag:

Elverhøy, Porsgrunn -  
Grunnundersøkelser

Tegningens filnavn:

CPTU EXTRA V 5.0\_pkt.3

Jordartsidentifikasjon fra CPTU data - Q og R<sub>f</sub>.

CPTU id.:

3

Sonde:

4842

**Multiconsult**

**MULTICONSULT AS**

Dato:

01.06.2018

Tegnet:

RENM

Kontrollert:

MIO

Godkjent:

RENM

Oppdrag nr.:

10204965

Tegning nr.:

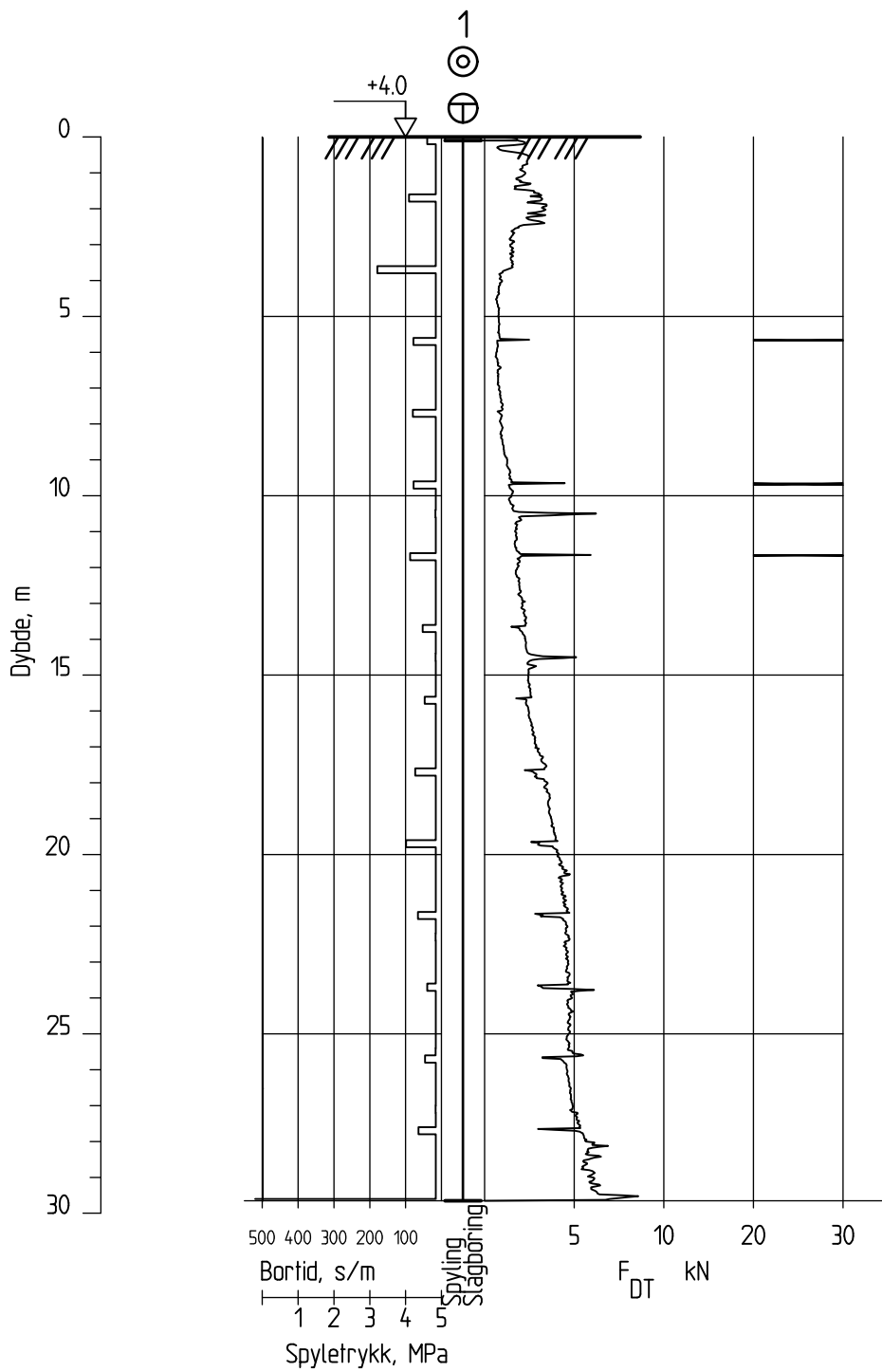
40,5

Versjon:

09.03.2016

Revisjon:

00



Dato boret :22.05.2018

Posisjon: X 6555881.36 Y 537843.14

TOTALSONDERING

Dato  
01.06.2018

ELVERHØY PARK AS  
ELVERHØY, PORSGRUNN - GRUNNUNDERSØKELSER

Format/Målestokk:  
1:200

**Multiconsult**

www.multiconsult.no

Fag  
GEOTEKNIKK

Konstr./Tegnet  
RENM

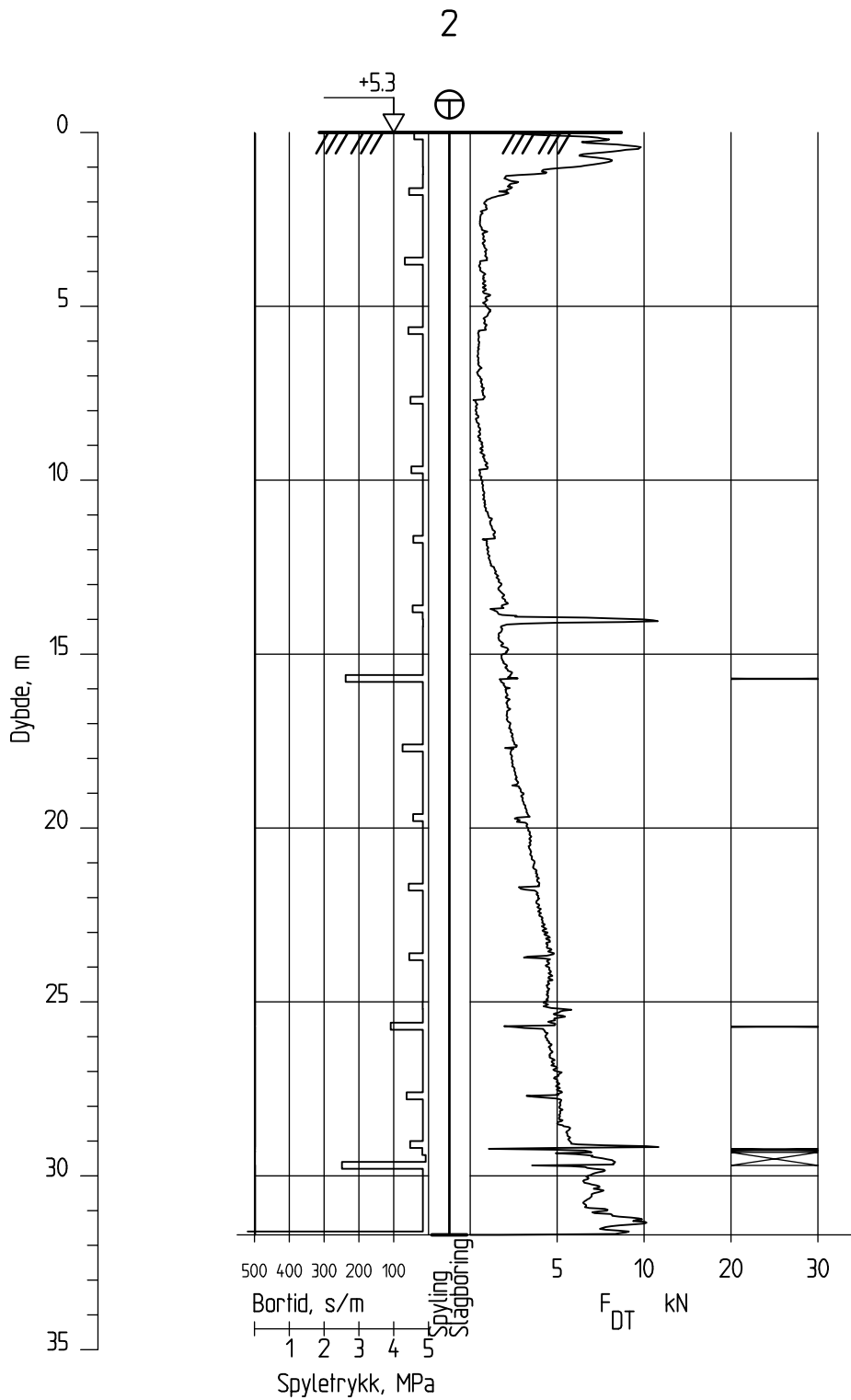
Kontrollert  
MIO

Godkjent  
RENM

Oppdragsnr.  
10204965

Tegningsnr.  
101

Rev.  
00



Dato boret :22.05.2018

Posisjon: X 6555893.95 Y 537874.76

TOTALSONDERING

Dato  
01.06.2018

ELVERHØY PARK AS  
ELVERHØY, PORSGRUNN - GRUNNUNDERSØKELSER

Format/Målestokk:  
1:200

**Multiconsult**

www.multiconsult.no

Fag  
GEOTEKNIKK

Konstr./Tegnet  
RENM

Kontrollert  
MIO

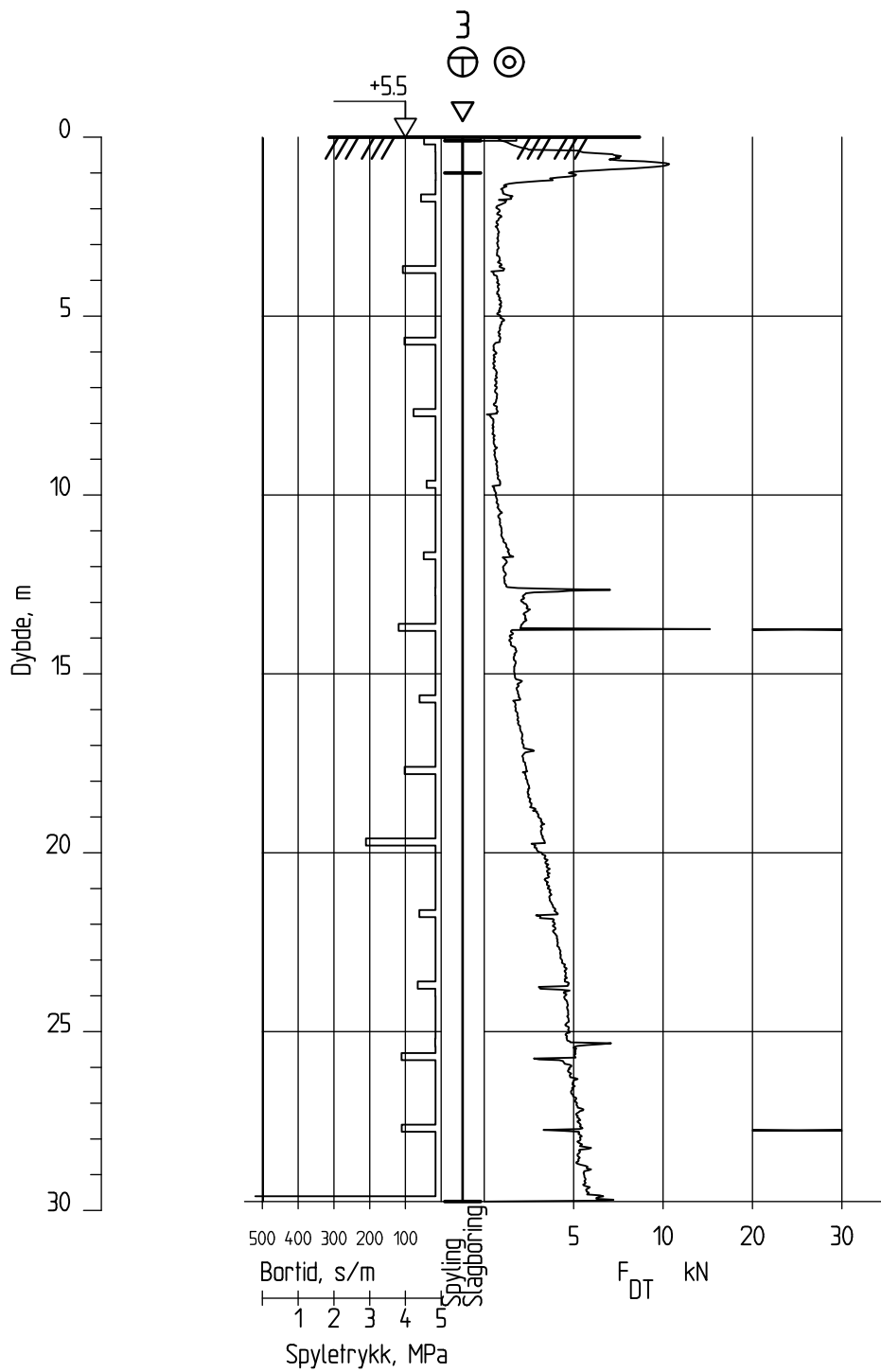
Godkjent  
RENM

Oppdragsnr.  
10204965

Tegningsnr.  
102

Rev.  
00





Dato boret :24.05.2018

Posisjon: X 6555866.00 Y 537887.36

TOTALSONDERING

Dato  
01.06.2018

ELVERHØY PARK AS  
ELVERHØY, PORSGRUNN - GRUNNUNDERSØKELSER

Format/Målestokk:  
1:200

**Multiconsult**

www.multiconsult.no

Fag  
GEOTEKNIKK

Konstr./Tegnet  
RENM

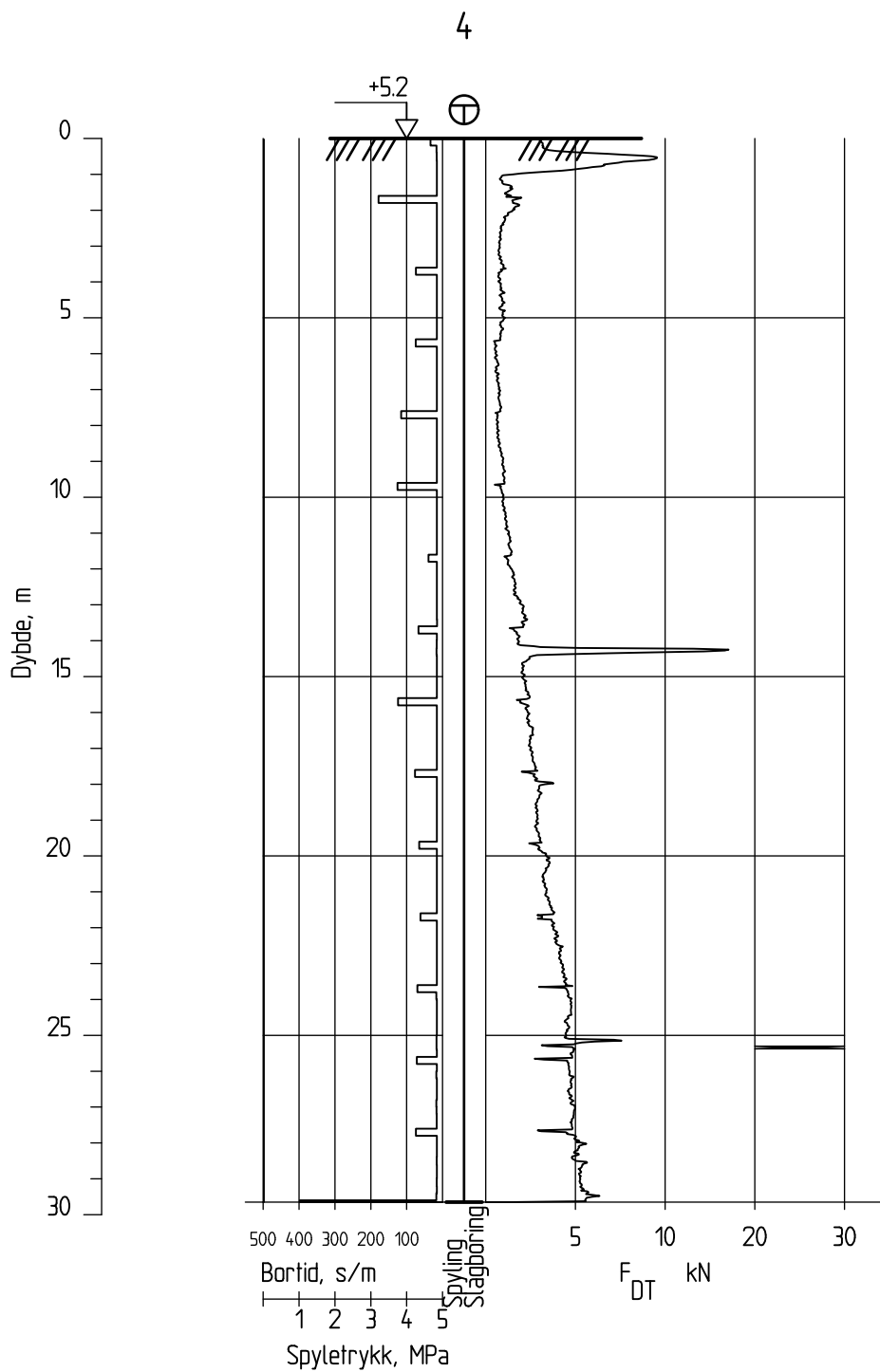
Kontrollert  
MIO

Godkjent  
RENM

Oppdragsnr.  
10204965

Tegningsnr.  
103

Rev.  
00



Dato boret :22.05.2018

Posisjon: X 6555879.27 Y 537927.10

TOTALSONDERING

Dato  
01.06.2018

ELVERHØY PARK AS  
ELVERHØY, PORSGRUNN - GRUNNUNDERSØKELSER

Format/Målestokk:  
1:200

**Multiconsult**

www.multiconsult.no

Fag  
GEOTEKNIKK

Konstr./Tegnet  
RENM

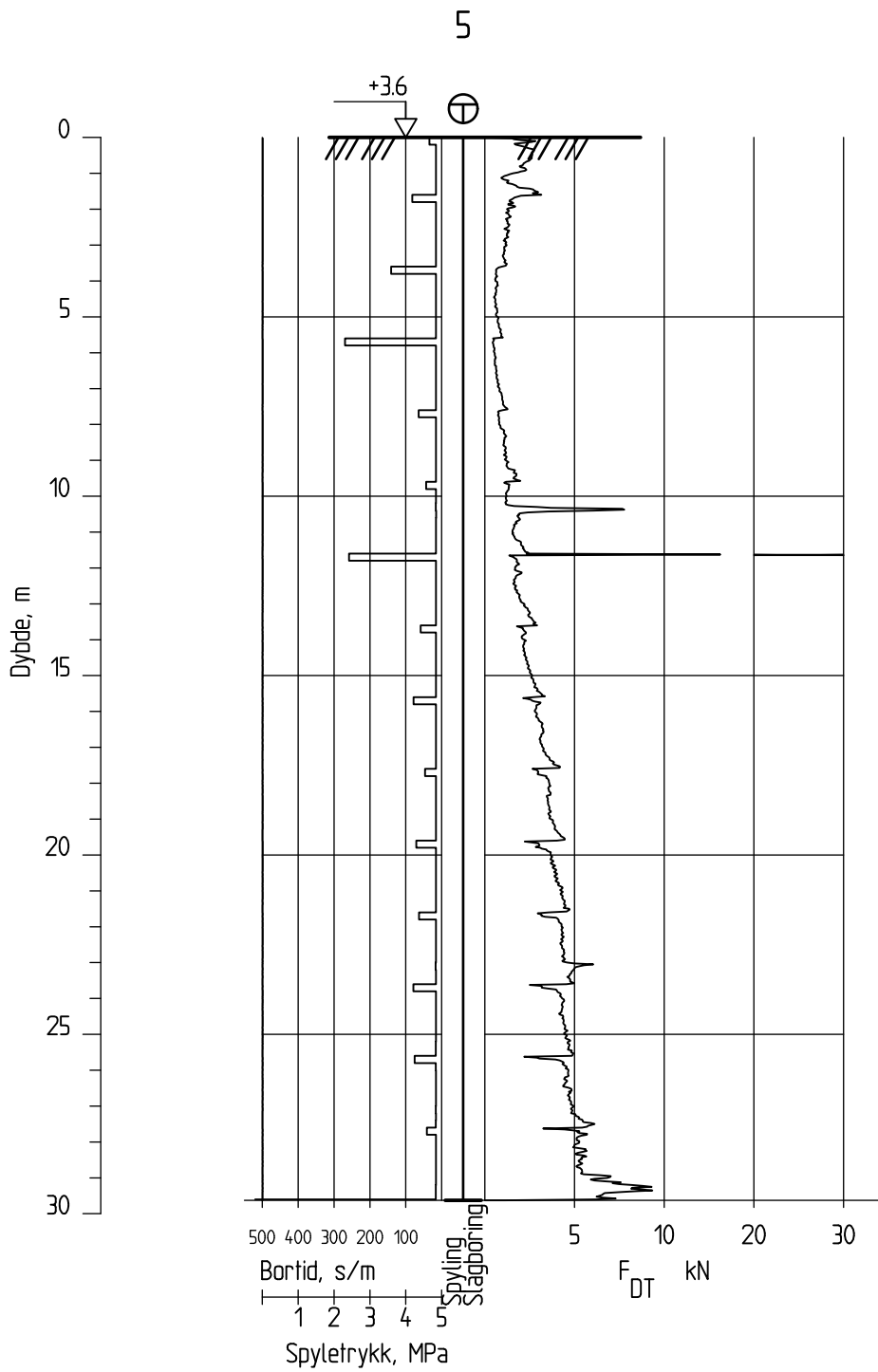
Kontrollert  
MIO

Godkjent  
RENM

Oppdragsnr.  
10204965

Tegningsnr.  
104

Rev.  
00



Dato boret :22.05.2018

Posisjon: X 6555847.98 Y 537852.38

TOTALSONDERING

Dato  
01.06.2018

ELVERHØY PARK AS  
ELVERHØY, PORSGRUNN - GRUNNUNDERSØKELSER

Format/Målestokk:  
1:200

**Multiconsult**

www.multiconsult.no

Fag  
GEOTEKNIKK

Konstr./Tegnet  
RENM

Kontrollert  
MIO

Godkjent  
RENM

Oppdragsnr.

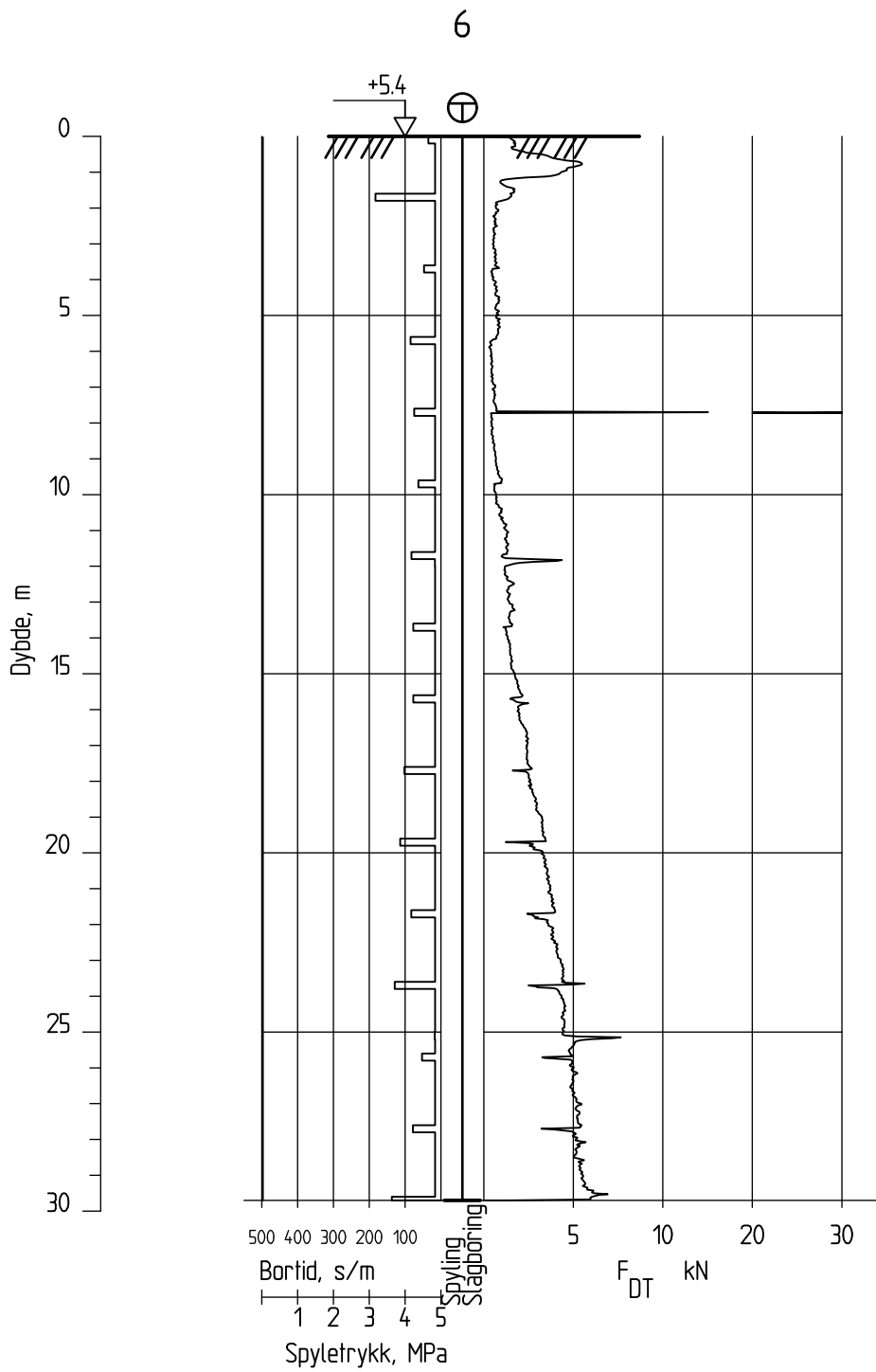
Tegningsnr.

Rev.

10204965

105

00



Dato boret :23.05.2018

Posisjon: X 655584.152 Y 537910.77

TOTALSONDERING

Dato  
01.06.2018

ELVERHØY PARK AS  
ELVERHØY, PORSGRUNN - GRUNNUNDERSØKELSER

Format/Målestokk:  
1:200

**Multiconsult**

www.multiconsult.no

Fag  
GEOTEKNIKK

Konstr./Tegnet  
RENM

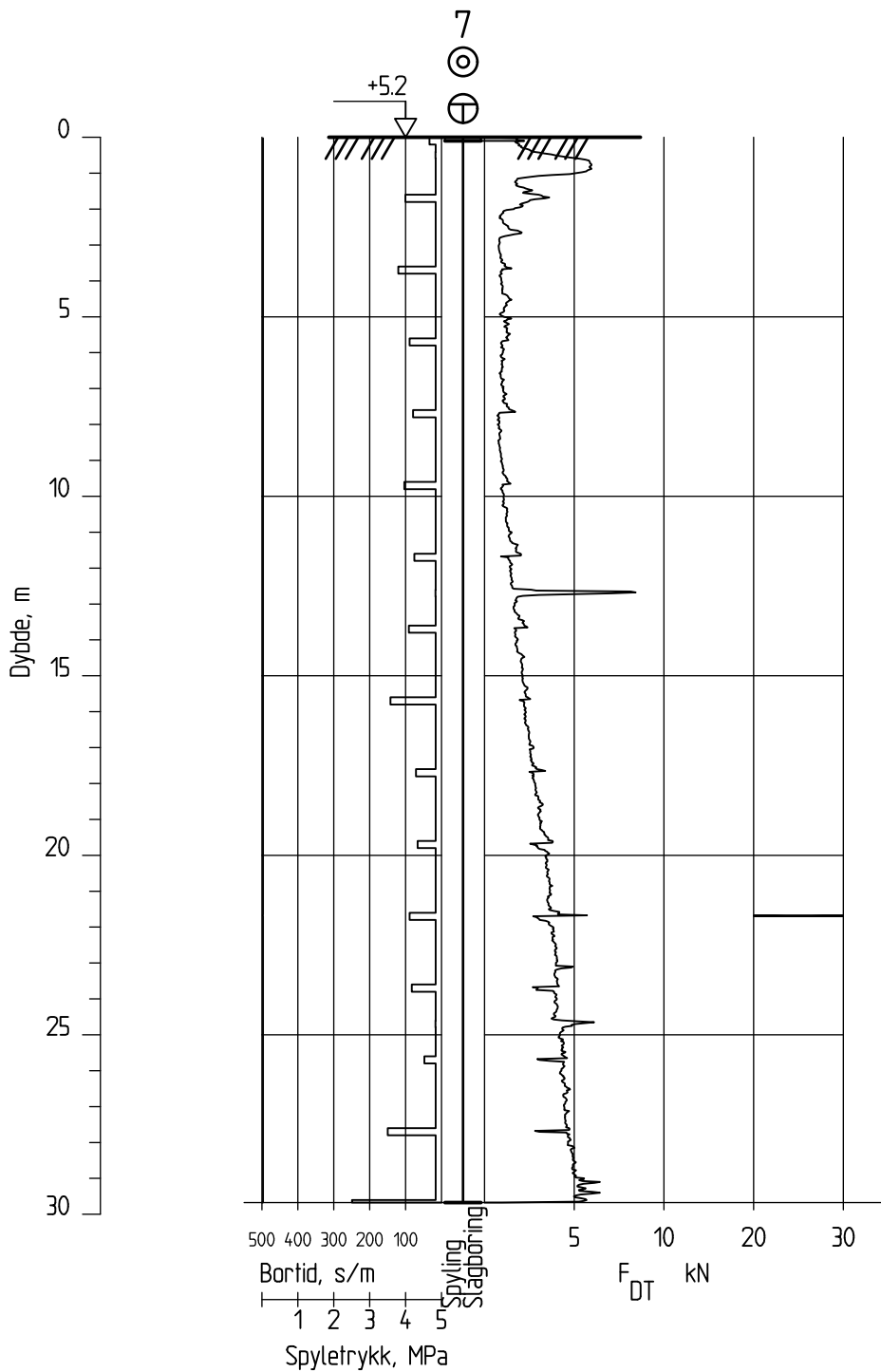
Kontrollert  
MIO

Godkjent  
RENM

Oppdragsnr.  
10204965

Tegningsnr.  
106

Rev.  
00



Dato boref :23.05.2018

Posisjon: X 6555802.34 Y 537922.23

TOTALSONDERING

Dato  
01.06.2018

ELVERHØY PARK AS  
ELVERHØY, PORSGRUNN - GRUNNUNDERSØKELSER

Format/Målestokk:  
1:200

**Multiconsult**

www.multiconsult.no

Fag  
GEOTEKNIKK

Konstr./Tegnet  
RENM

Kontrollert  
MIO

Godkjent  
RENM

Oppdragsnr.  
10204965

Tegningsnr.  
107

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				10	20	30	40	50	
1	SILT	forvitret				○				1,5							
2	SILT, sandig	forvitret	K			○	○			1,6							
3	SILT, sandig	organisk				○				2,0							
4	SILT					○				0,5							
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	

**Symboler:**



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

○ Vanninnhold



Omrørt konus

$\rho$  = Densitet

T = Treaksialforsøk  
 Ø = Ødometerforsøk  
 K = Korngradering

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

Grunnvannstand: -

Borbok: Digital

Lab-bok: Digital

┌ Plastisitetsindeks, Ip



Uomrørt konus

$S_t$  = Sensitivitet

**PRØVESERIE**

Borhull: 1

ELVERHØY PARK AS

Dato: 2018-06-07

ELVERHØY, PORSGRUNN - GRUNNUNDERSØKELSER

**Multiconsult**  
 www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet: CHPS

Kontrollert: GEO

Godkjent: RENM

Oppdragsnummer: 10204965

Tegningsnr.: 200

Rev. nr.: 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				10	20	30	40	50	
1	TØRRSKORPESILT, sandig		K		○					1,1							
2	SILT, sandig	forvitret	K		○					0,5							
3	SILT, leirig				○					0,6							
4	SILT, leirig				○					0,5							
5	LEIRE, siltig	spor av skjellrester	Ø		○	○	○	○	1,99	42	0,3	▼	○	▼			8 9
6																	
7																	
8																	
9																	
10	LEIRE, siltig		Ø		○	○	○	○	1,97	45	0,3	▼	○	▼	1,7		15 11

**Symboler:**



Enaksialforsøk (strek angir akseil 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: -

K = Korngradering

Borbok: Digital

Lab-bok: Digital

PRØVESERIE

Borhull:

3

ELVERHØY PARK AS

Dato:

2018-06-07

ELVERHØY, PORSGRUNN - GRUNNUNDERSØKELSER

**Multiconsult**  
www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet:

CHPS

Kontrollert:

GEO

Godkjent:

RENM

Oppdragsnummer:

10204965

Tegningsnr.:

201

Rev. nr.:

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				10	20	30	40	50	
1	TØRRSKORPESILT				○					0,9							
2																	
3	SILT, sandig, leirig		K		○	○				0,6							
4																	
5	LEIRE, siltig				○					0,3							
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	

**Symboler:**



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

○ Vanninnhold



Omrørt konus

$\rho$  = Densitet

T = Treaksialforsøk  
 Ø = Ødometerforsøk  
 K = Korngradering

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

Grunnvannstand: -

Borbok: Digital

Lab-bok: Digital

┌ Plastisitetsindeks, Ip



Uomrørt konus

$S_t$  = Sensitivitet

**PRØVESERIE**

Borhull: 7

ELVERHØY PARK AS

Dato: 2018-06-07

ELVERHØY, PORSGRUNN - GRUNNUNDERSØKELSER

**Multiconsult**  
 www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet: CHPS

Kontrollert: GEO

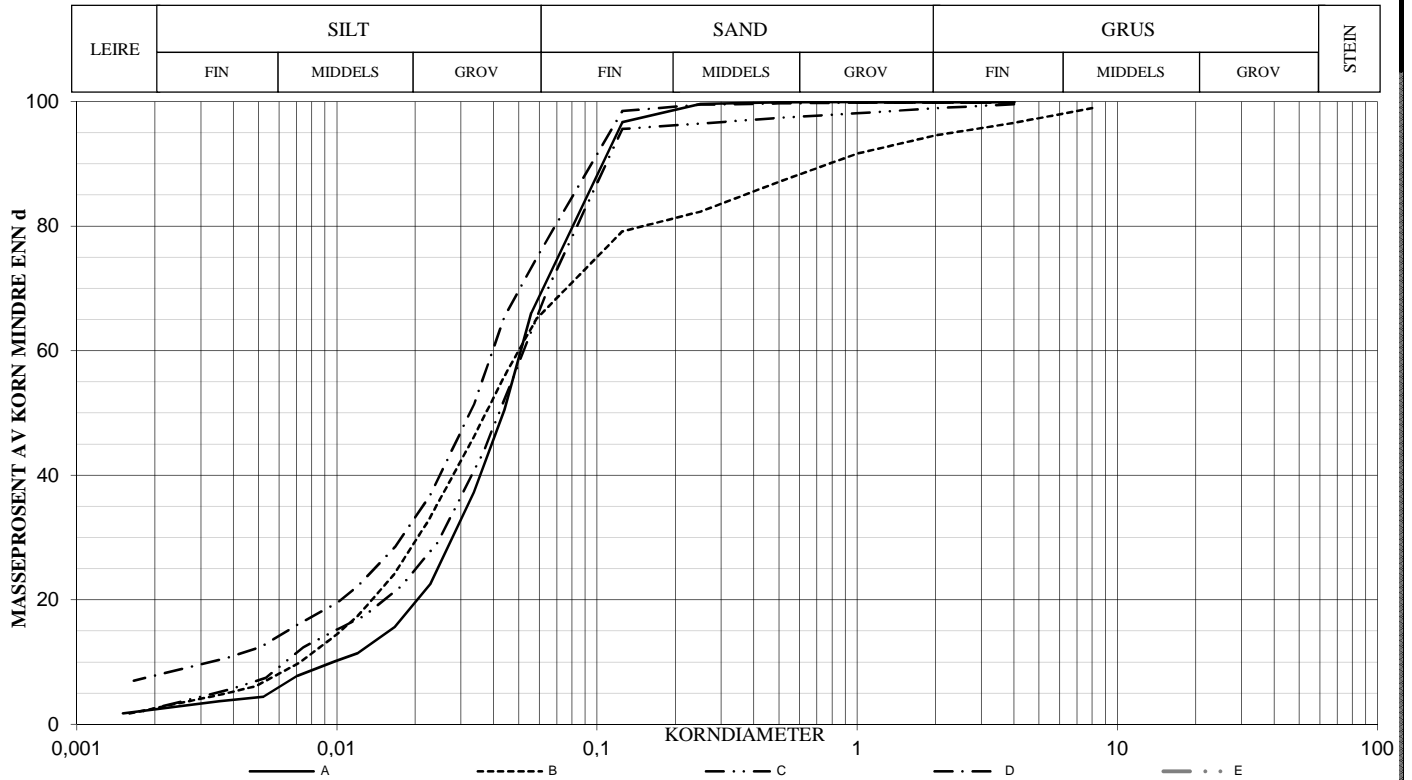
Godkjent: RENM

Oppdragsnummer: 10204965

Tegningsnr.: 202

Rev. nr.: 00

SYMBOL	SERIE NR.	DYBDE (m)	JORDARTS BETEGNELSE	Anmerkninger	METODE		
					TS	VS	HYD
A	1	1,0-2,0	SILT, sandig		X	X	
B	3	0,5-1,0	SILT, sandig		X	X	
C	3	1,0-2,0	SILT, sandig		X	X	
D	7	2,0-3,0	SILT, sandig, leirig		X	X	
E							



**SYMBOL:**

- Ogl. = Glødetap (%)
- Ona. = Humusinnhold (%)
- Perm. = Permeabilitet (m/s)

$$C_z = \frac{D_{30}^2}{(D_{60})(D_{10})}$$

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

**METODE:**

- TS = Tørr sikt
- VS = Våt sikt
- HYD = Hydrometer

SYM BOL	Tele gruppe	W %	Su kN/m <sup>2</sup>	Su r kN/m <sup>2</sup>	Plastisitet		Glødetap Ogl %	< 0,02 mm %	Tot. densitet kN/m <sup>3</sup>	D <sub>10</sub> mm	D <sub>30</sub> mm	D <sub>50</sub> mm	D <sub>60</sub> mm
					W <sub>f</sub>	W <sub>p</sub>							
A										0,0097	0,0283	0,0436	0,0512
B										0,0073	0,0206	0,0377	0,0504
C										0,0064	0,0250	0,0424	0,0526
D										0,0034	0,0178	0,0326	0,0400
E													

**KORNGRADERING**

ELVERHØY PARK AS  
ELVERHØY, PORSGRUNN - GRUNNUNDERSØKELSER

Konstr./Tegnet <b>CHPS</b>	Kontrollert <b>GEO</b>
Godkjent <b>RENM</b>	Dato <b>05.06.18</b>

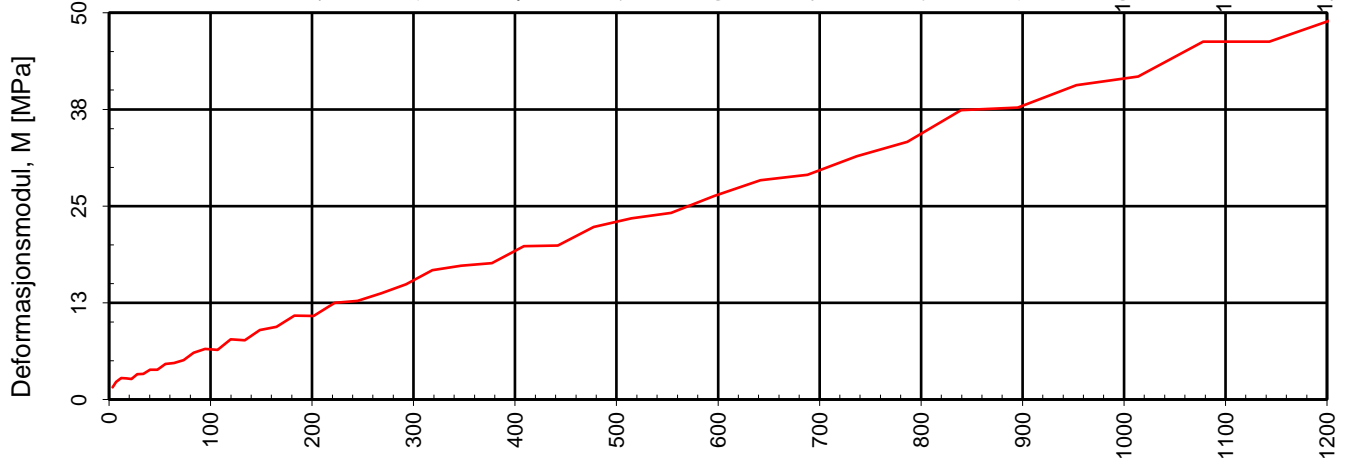
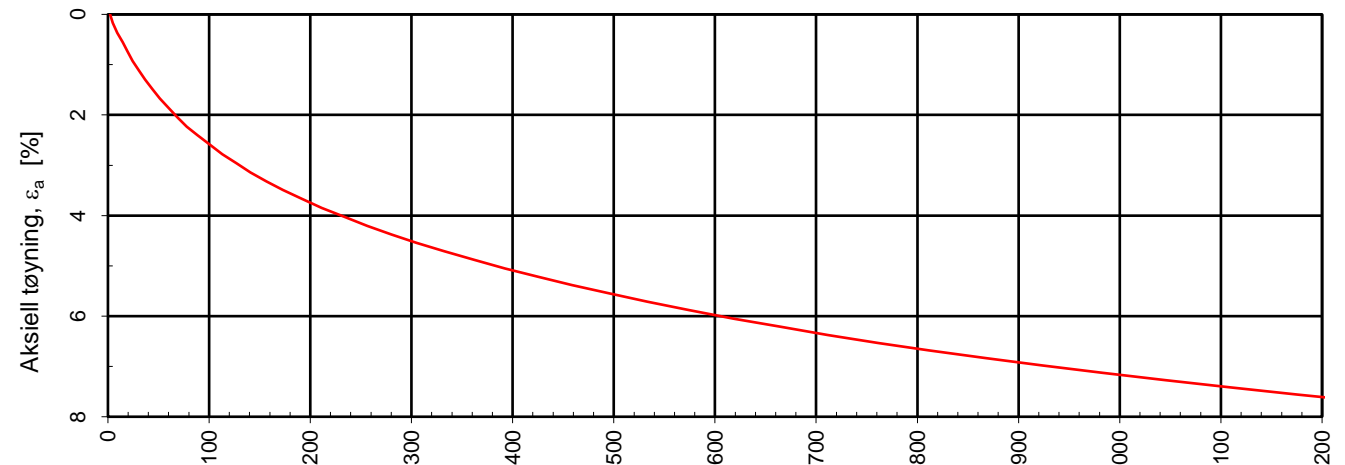
**Multiconsult**  
www.multiconsult.no

OPPDRAK NR.  
**10204965**

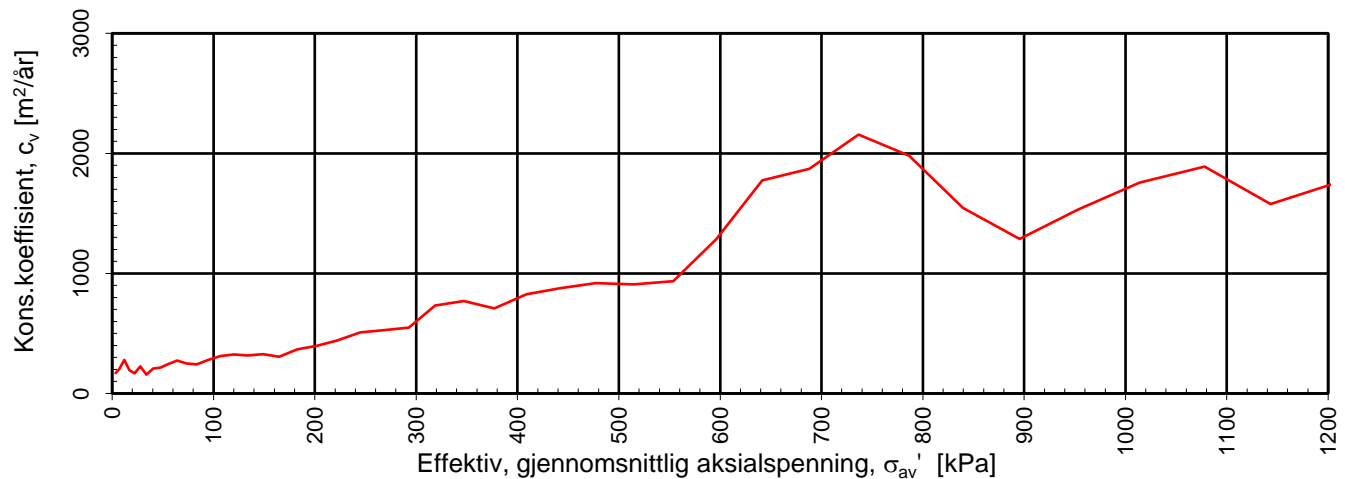
TEGN.NR.  
**300**

REV.  
**00**

Effektiv gjennomsnittlig aksialspenning,  $\sigma_{av}'$  [kPa]



Effektiv, gjennomsnittlig aksialspenning,  $\sigma_{av}'$  [kPa]



Densitet  $\rho$  (g/cm<sup>3</sup>): **2,03**  
 Vanninnhold  $w$  (%): **25,22**

Effektivt overlagingstrykk,  $\sigma_{vo}'$  (kPa):

**ELVERHØY PARK AS**

**ELVERHØY, PORSGRUNN - GRUNNUNDERSØKELSER**

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

Rapportdato:

07.06.2018

**Multi**  
consult

**MULTICONSULT AS**

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

Forsøksdato:

01.06.2018

Dybde,  $z$  (m):

4,25

Borpunkt nr.:

3

Forsøknr.:

2

Tegnet av:

JONESA

Kontrollert:

GEO

Godkjent:

RENM

Oppdrag nr.:

10204965

Tegning nr.:

400.1

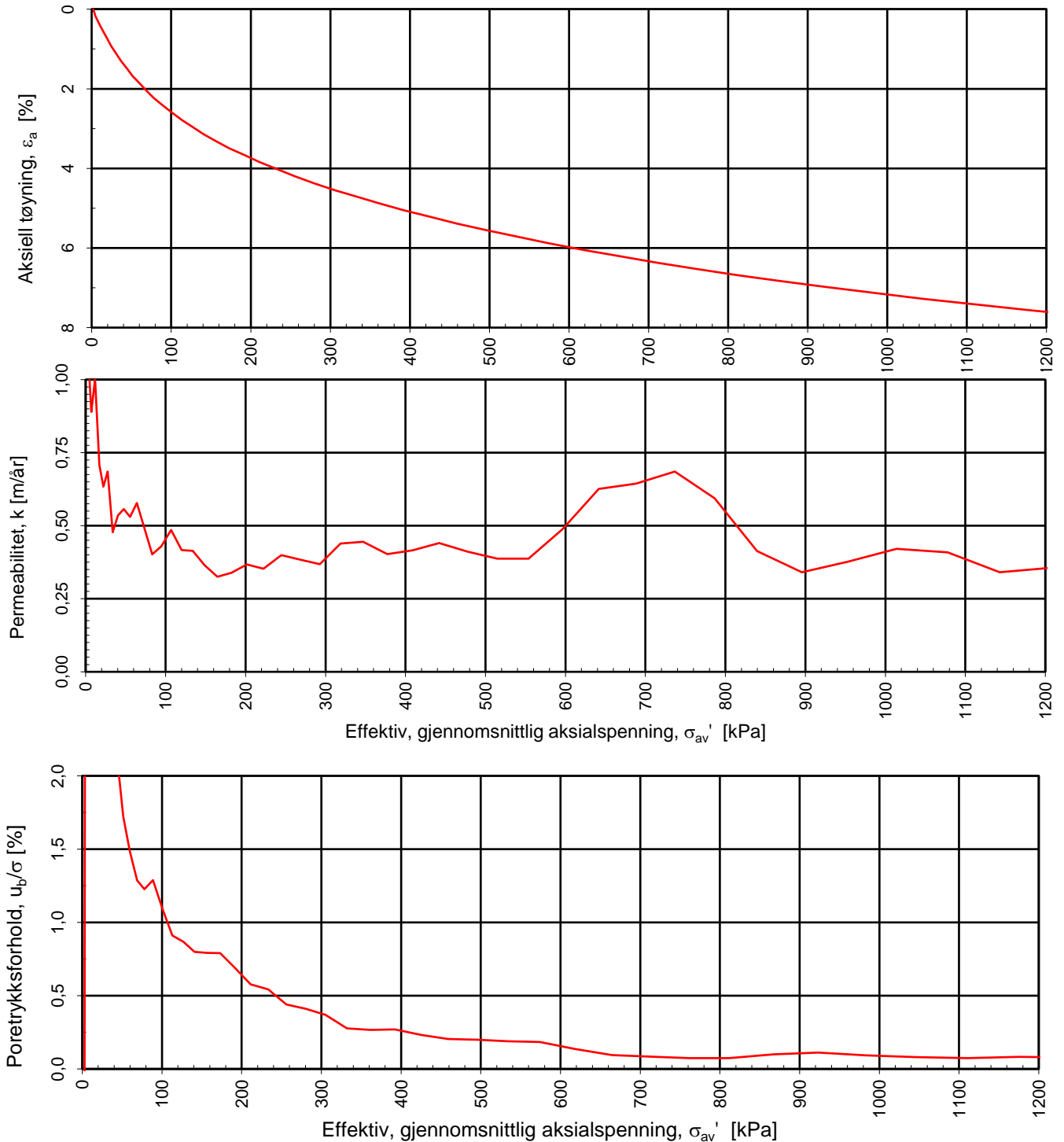
Prosedyre:

CRS

Programrevisjon:

30.01.2018

Effektiv, gjennomsnittlig aksialspenning,  $\sigma_{av}'$  [kPa]



Densitet  $\rho$  (g/cm<sup>3</sup>):

2,03

Vanninnhold  $w$  (%):

25,22

Effektivt overlagingstrykk,  $\sigma_{vo}'$  (kPa):

## ELVERHØY PARK AS

### ELVERHØY, PORSGRUNN - GRUNNUNDERSØKELSER

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

Rapportdato:

07.06.2018

#### MULTICONSULT AS

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

Forsøksdato:

01.06.2018

Dybde,  $z$  (m):

4,25

Borpunkt nr.:

3

Forsøknr.:

2

Tegnet av:

JONESA

Kontrollert:

GEO

Godkjent:

RENM

Oppdrag nr.:

10204965

Tegning nr.:

400.2

Prosedyre:

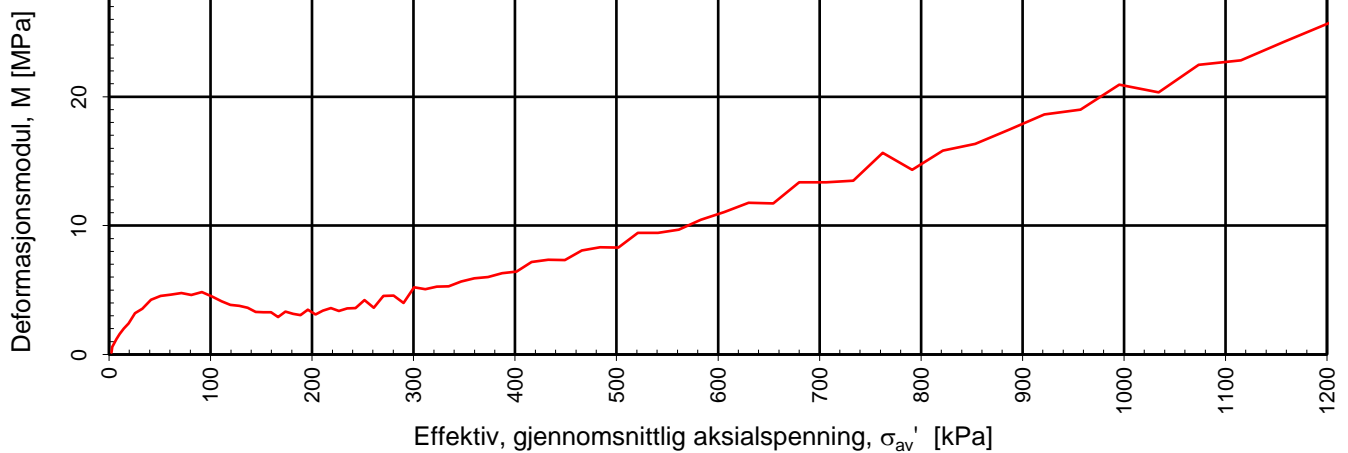
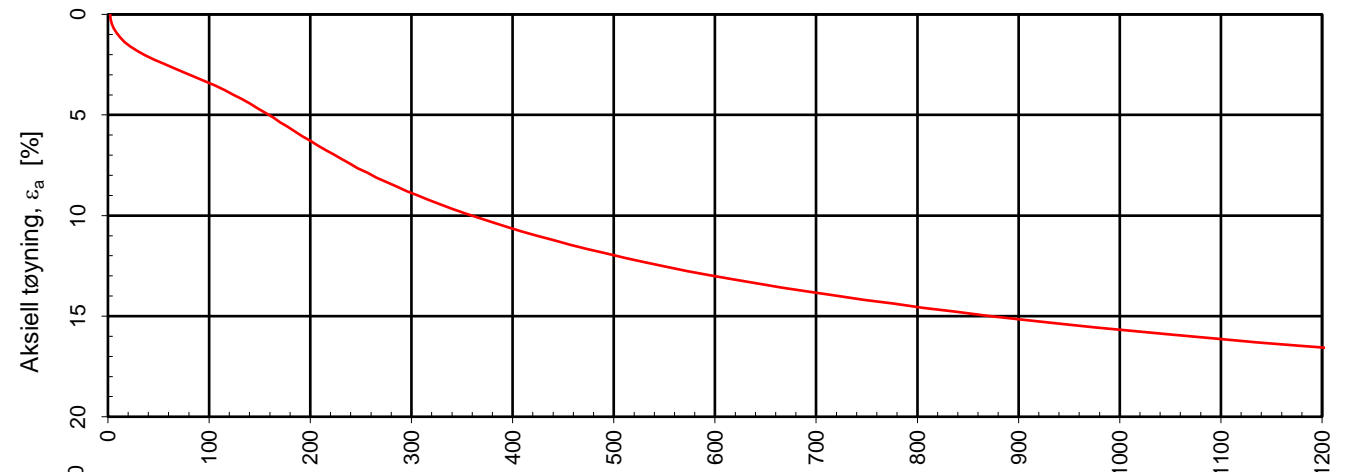
CRS

Programrevisjon:

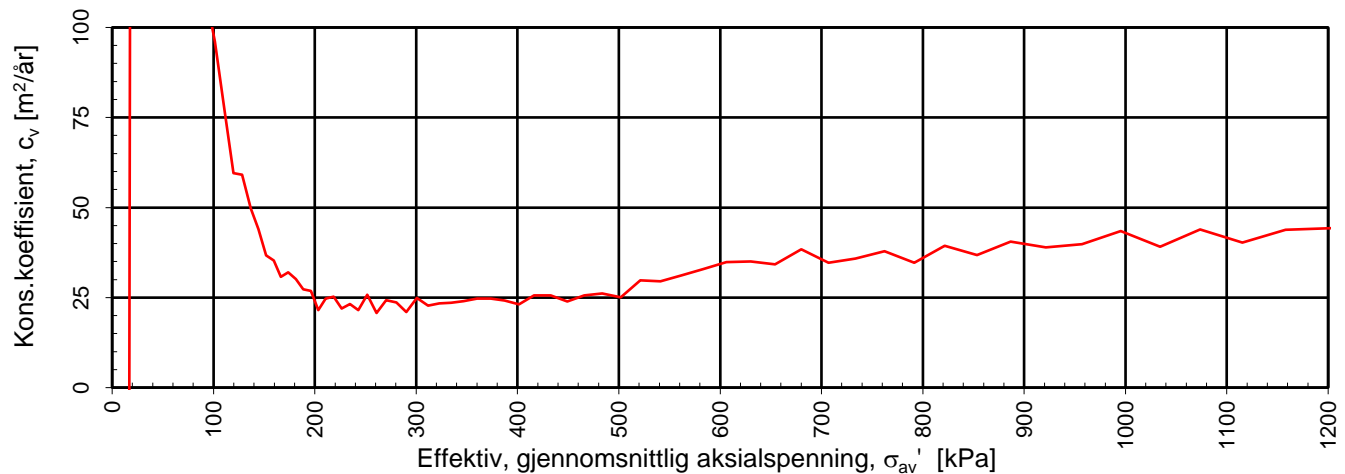
30.01.2018

**Multi**  
consult

Effektiv gjennomsnittlig aksialspenning,  $\sigma_{av}'$  [kPa]



Effektiv, gjennomsnittlig aksialspenning,  $\sigma_{av}'$  [kPa]



Densitet  $\rho$  (g/cm<sup>3</sup>): **1,93**  
 Vanninnhold  $w$  (%): **31,06**

Effektivt overlagingstrykk,  $\sigma_{vo}'$  (kPa):

**ELVERHØY PARK AS**

**ELVERHØY, PORSGRUNN - GRUNNUNDERSØKELSER**

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

Rapportdato:

07.06.2018

**MULTICONSULT AS**

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

Forsøksdato:

30.05.2018

Dybde,  $z$  (m):

9,50

Borpunkt nr.:

3

Forsøknr.:

1

Tegnet av:

JONESA

Kontrollert:

GEO

Oppdrag nr.:

10204965

Tegning nr.:

401.1

Prosedyre:

CRS

Godkjent:

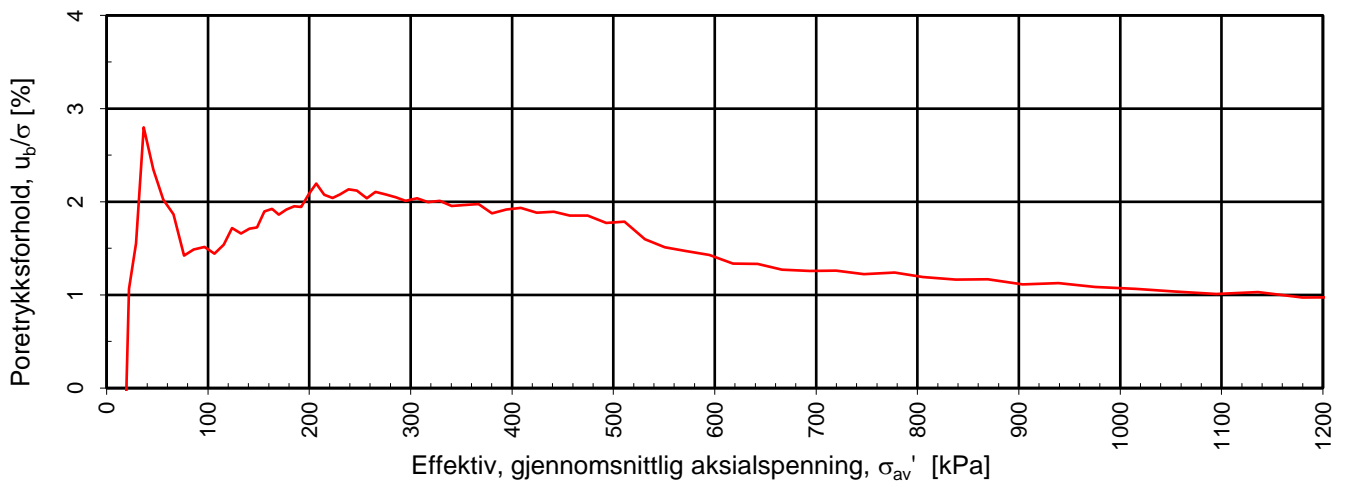
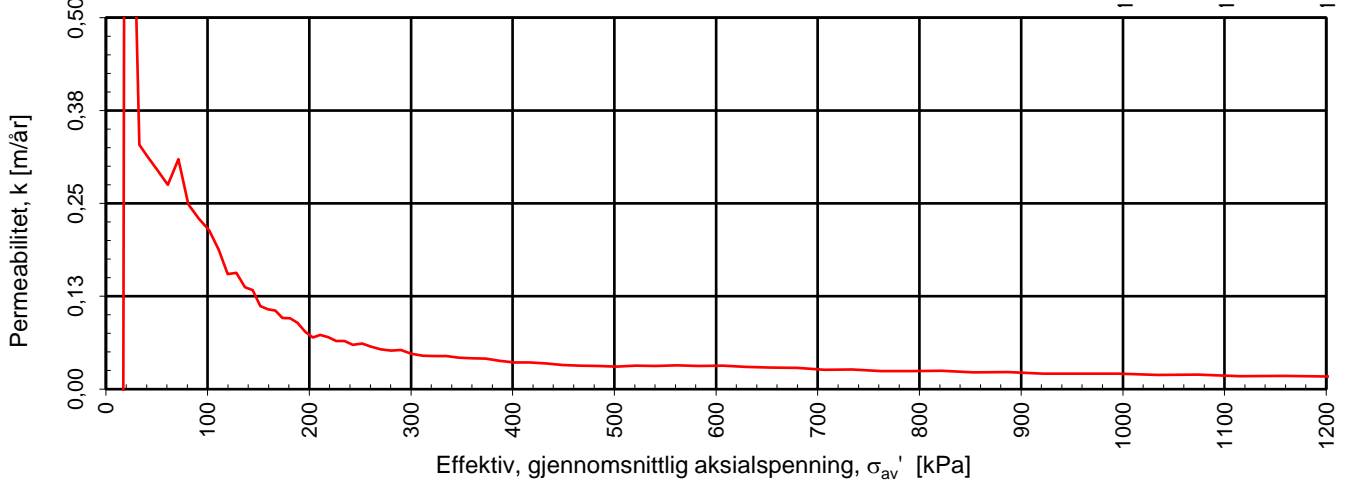
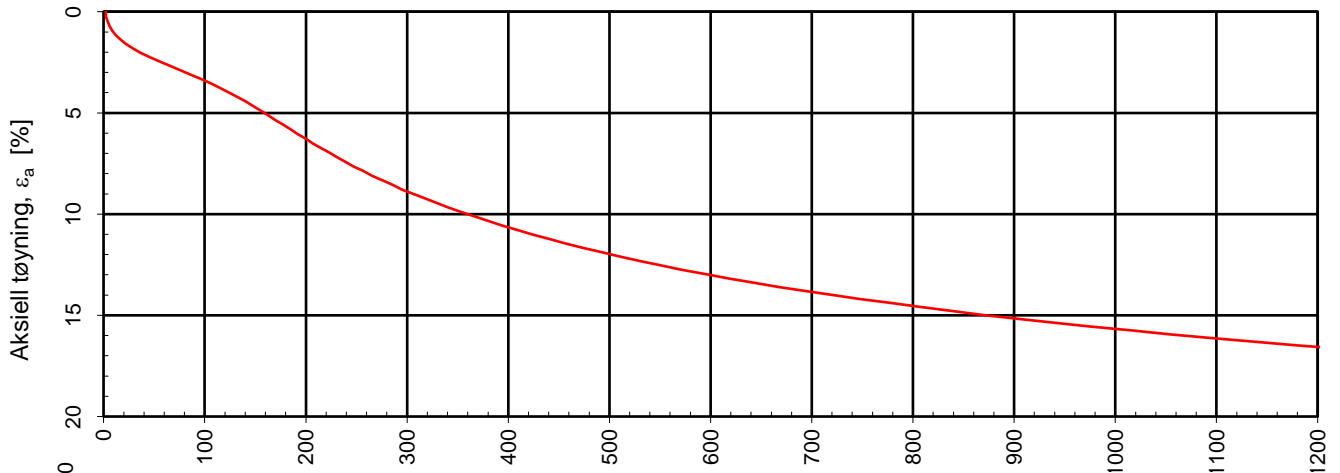
RENM

Programrevisjon:

30.01.2018

**Multi**  
 consult

Effektiv, gjennomsnittlig aksialspenning,  $\sigma_{av}'$  [kPa]



Densitet  $\rho$  (g/cm<sup>3</sup>):

1,93

Vanninnhold w (%):

31,06

Effektivt overlagingstrykk,  $\sigma_{vo}'$  (kPa):

## ELVERHØY PARK AS

### ELVERHØY, PORSGRUNN - GRUNNUNDERSØKELSER

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

Rapportdato:

07.06.2018

#### MULTICONSULT AS

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

Forsøksdato:

30.05.2018

Dybde, z (m):

9,50

Borpunkt nr.:

3

Forsøknr.:

1

Tegnet av:

JONESA

Kontrollert:

GEO

Godkjent:

RENM

Oppdrag nr.:

10204965

Tegning nr.:

401.2

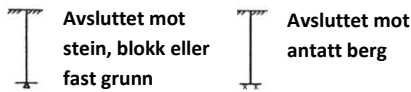
Prosedyre:

CRS

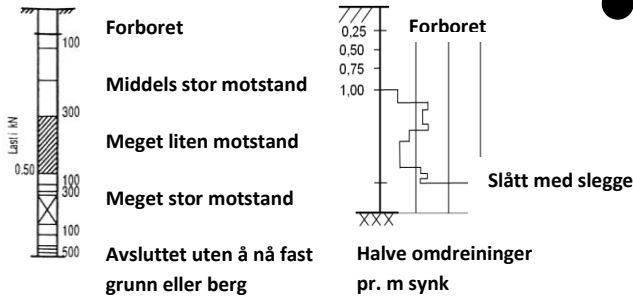
Programrevisjon:

30.01.2018

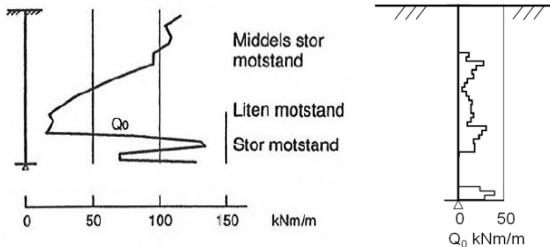
**Multi**  
consult



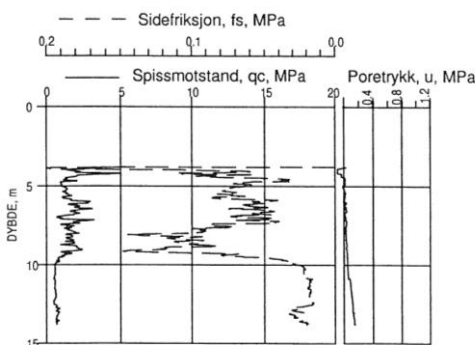
**Sonderinger** utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn.



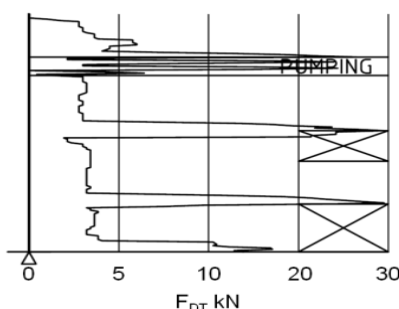
**DREIESONDERING (NGF MELDING 3)**  
Utføres med skjøtbare  $\phi 22$  mm borstenger med 200 mm vridd spiss. Boret dreies manuelt eller maskinelt ned i grunnen med inntil 1 kN (100 kg) vertikalbelastning på stengene. Hvis det ikke synker for denne lasten, dreies boret maskinelt eller manuelt. Antall  $\frac{1}{2}$ -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.  
 $Q_0 = \text{loddets tyngde} \cdot \text{fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)}$



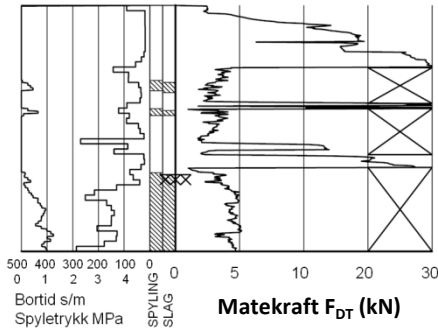
**TRYKKSONDERING (CPT - CPTU) (NGF MELDING 5)**  
Utføres ved at en sylindrisk, instrumentert sonde med konisk spiss presses ned i grunnen med konstant penetrasjonshastighet 20 mm/s. Under nedpressingen måles kraften mot konisk spiss og friksjonshylse, slik at spissmotstand  $q_c$  og sidefriksjon  $f_s$  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.



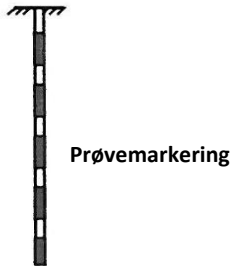
**T TOTALSONDERING (NGF MELDING 9)**

Kombinerer metodene dreietrykksondering 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.



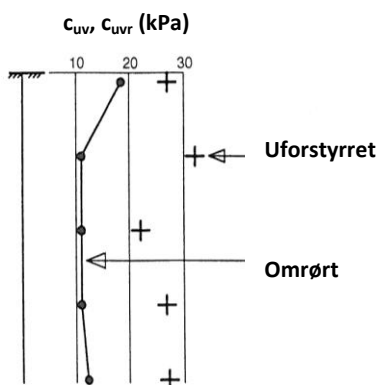
**⊙ MASKINELL NAVERBORING**

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.



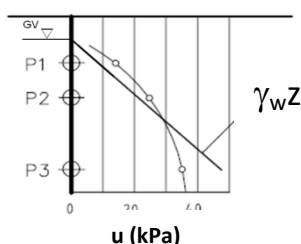
**⊙ PRØVETAKING (NGF MELDING 11)**

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.



**⊖ PORETRYKSMÅLING (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).

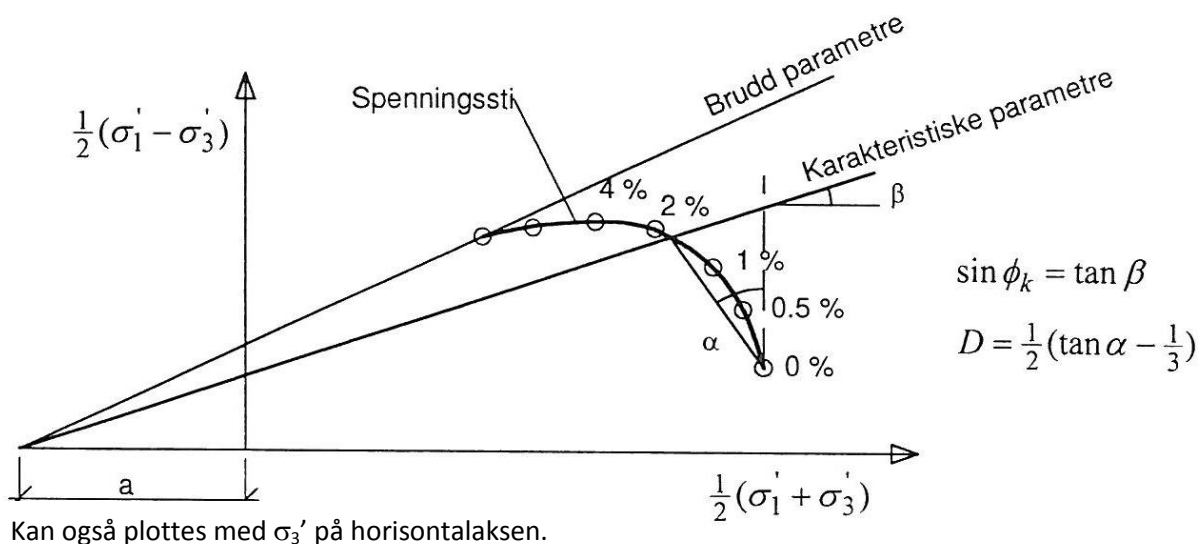
**Effektivspenningsanalyse: Effektive skjærfasthetsparametre a, c,  $\phi$  (tan $\phi$ ) (kPa, kPa, °, (-))**

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

**TYNGDETETTHETER**

<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