

# Rapport

Oppdragsgiver: **Tønsberg Kommunale Eiendom**

Oppdrag: **Prosjektnr A2228 Velleveien - Småhus  
Geotekniske undersøkelser**

Emne: **Geoteknisk rapport**

Dato: **17. februar 2012**

Rev. - Dato: **21. februar 2012**

Oppdrag- /  
Rapportnr. **812467-G - r1**

Oppdragsleder: *pr* **Kajsa Onshuus**

Sign.:

*Geunna Vile*

Saksbehandler: **Knud Fredslund**

Sign.:

Kontaktperson  
hos Oppdragsgiver: **Jan Thomas Haugan**

## Sammendrag:

Det planlegges etablert 4 småhus og en personalenhet i Velleveien 20 i Tønsberg kommune. Bebyggelsen skal være i en etasje.

Vi har på oppdrag for Tønsberg kommunale Eiendom KF utført geotekniske grunnundersøkelser for å få informasjon om grunnforholdene på området.

Vi har i januar 2012 utført totalsonderinger i 6 punkter i to forskjellige områder, og tatt opp representative prøver i 1 punkt med tilhørende laboratorieanalyse. Samme sted er det foretatt en vingebooring

Terrenget i området ligger med nivå mellom ca. kote +6,9 og ca. kote +14,8.

Antatt fjell er påtruffet i mellom 0,9 og 5,2 m dybde under terreng i den sørlige del av det undersøkte område, tilsvarende mellom ca. kote +9,1 og ca. kote +13,5. I nordre del er det boret til mellom 4,4 og 10,6 m dybde til antatt er påtruffet.

Grunnen i den sørlige del av området består i hovedsak av matjord over steinholdige masser ned til fjell.

Grunnen i den nordlige del av området består i hovedsak av fastere masser av sand/grus over middelsfast til bløt leire før overgang til fastere masser over antatt fjell.

Lokalt er det også partier med hovedsakelig fastere masser av antatt sand/grus.

Grunnvannstand er ikke registrert i prøvegropene.

Det bør overveies å flytte personaleenheten mot øst på grunn av den tette plassering til fjellskjæringen.

Tilsvarende bør det utføres rasvurdering av fjellskjæringen.

## Innholdsfortegnelse

1.	Innledning.....	3
2.	Grunnforhold.....	5
2.1	Områdebeskrivelse.....	5
2.2	Løsmasser .....	5
2.3	Grunnvann.....	5
3.	Fundamenteringsforhold.....	6

## Tegninger

Geotekniske bilag - Feltundersøkelser

Geotekniske bilag - Laboratorieundersøkelser

812467-G -1	Borplan
-10	Prøveserie SK. v/6
-101 tom. -106	Totalsonderinger nr. 1 tom. 6 (bordiagrammer påført massebeskrivelse)
-VB6	Vingeboring v/6

## Vedlegg

A: Innmålingsdata fra Ingeniørservice AS

B: Prøvegravning PG1 tom. PG5

## Geotekniske bilag

Feltundersøkelser

Labundersøkelser

Metodestandarder

## 1. Innledning

Vi har på oppdrag for Tønsberg kommunale Eiendom KF utførte geotekniske grunnundersøkelser for å få informasjon om grunnforholdene på området som omfattes av gnr/bnr 85/6 i sør og 85/3 i nord.

Det planlegges etablert 4 småhus og en personalenhet i gammelt steinbrudd/grustaket på eiendommen 85/6 i Tønsberg kommune. Nybyggene skal være i en etasje.

I nord foreligger det ikke noe konkret prosjekt ennå.

Foreliggende rapport presenterer resultatene fra grunnundersøkelsene, en orienterende beskrivelse av registrerte grunnforhold og en innledende vurdering av fundamenteringsforholdene.

### 1.1 Feltarbeid

Grunnundersøkelsene ble foretatt i januar 2012 med mannskap og utstyr fra vårt kontor i Tønsberg.

Følgende er utført:

Gnr/bnr 85/6 - Steinbrudd

- Totalsonderinger i 3 punkter til fast grunn/antatt fjell for å kartlegge grunnens art og relativ lagringsfasthet samt dybder til fjell. Boringene er ført 1-2 m inn i fast fjell for sikker fjellbestemmelse. På tegningene -101 -103 er kotehøyde fjell angitt.
- Prøvegraving i 5 punkter til ca. 1 m dybde. Prøvetaking ble utført med gravemaskin.

Gnr/bnr 85/3 – Nordre del

- Totalsonderinger i 3 punkter til fast grunn/antatt fjell for å kartlegge grunnens art og relativ lagringsfasthet samt dybder til antatt fjell.
- Prøvetaking i 1 punkt (v/6) ned til 5 m dybde med skovlbor.
- Vinge boring i 1 punkt (v/6) ned til 6 m dybde.

Alle høyder i rapportens tekst og på tegninger refererer seg til NGOs høydesystem.

Borpunktene er innmålt av Ingeniørservice AS. Innmålingsdata er inkludert i Vedlegg A, og vist på borplanen i tegning G-1.

### 1.2 Laboratoriearbeider

Det er tatt opp representative prøver ved hjelp av maskinell skovling. Prøvene er derfor noe forstyrret, og målte fastheter er lavere enn det vi ville ha målt på uforstyrrede prøver. Prøvene er analysert etter standard analyseprogram i vårt geotekniske laboratorium i Oslo. Ved denne undersøkelsen, er prøvene geoteknisk klassifisert og beskrevet med måling av vanninnhold og densitet. Der det lot seg gjøre er det også målt udrenert og omrørt skjærfasthet i massene samt konsistensgrenser. Verdien av udrenert skjærstyrke vist i tegning -10 er altså noe lav.

### 1.3 Henvisninger

Plassering av borpunktene er vist på borplanen, tegning nr. 812467-G-1. Bordiagrammer fra totalsonderingene er vist på tegningene nr. -101 tom. -106.

Geotekniske data for prøvetakingen er vist på tegning nr. -10.

Resultatet av vinge boringen er vist på tegning nr. VB6.

Det vises for øvrig til rapportens generelle geotekniske bilag for beskrivelse av undersøkelsesmetoder og geotekniske begrep.

## 2. Grunnforhold

### 2.1 Områdebeskrivelse

Planområdet ligger nord for Tønsberg sentrum i Slagendalen.

De aktuelle områdene har adkomst fra Velleveien (FV460). Velleveien strekker seg fra nordsiden av Tønsberg sentrum og nordover i Slagendalen og dens jordsbrukslandskap. Velleveien møter lenger nord Basbergveien og Prestegårdsveien. Vest for planområdet oppe på plataet finner vi boligområdene på Eik. Planområdet er på ca. 21,5 da.

De undersøkte områdene har terrengnivå mellom ca. kote +6,9 og +14,8 ifølge innmåling av borpunktene.

Antatt fjell er påtruffet i mellom 0,9 og 5,2 m dybde under terreng i den sørlige del av det undersøkte området tilsvarende mellom ca. kote +9,1 og ca. kote +13,5 (sond. 1 - 3). Fjellkoten er bekreftet med 1-2 m innboring i fast fjell.

I nord er det boret til mellom 4,4 og 10,6 m dybde til antatt fjell (sond. 4 - 6). Fjellkoten er ikke bekreftet med boring i fast berg,

### 2.2 Løsmasser

Steinbrudd, gnr/bnr 85/6, søndre del.

Sonderingsresultatene (sond. 1-3) indikerer at grunnen i den sørlige del av området i hovedsak består av matjord (lokalt fyllmasser) over steinholdige masser ned til fjell. Prøvegravningene PG1-PG5 bekrefter dette, jf. vedlegg B..

Nordre del gnr/bnr 85/3

Grunnen i den nordlige del av området (sond. 4-6, SK.v/6 og VB6) består i hovedsak av middels fast til bløt leire før overgang til fastere masser.

Leiren er som det går fram av sonderingsdiagrammene ved boring 4 og 6, samt vingeboringen v6, noe sandig. Bordiagrammene for sondering 4 og 6 samt tilleggsundersøkelsene ved sondering 6 tyder på at det kan være lommer med sensitiv leire på enkelte partier i avsetningen. Det er ikke påvist leire som er helt kvikk på stedet, men det kan ikke utelukkes at partier med kvikkeleire finnes.

Lokalt er det også hovedsakelig fastere masser av antatt sand/grus (sond. 5).

Området er i dag delvis benyttet til midlertidig massehåndtering av gravemasser.

### 2.3 Grunnvann

Grunnvannstanden ble ikke registrert i prøvegroperne inne i steinbruddet.

I det nordligste området må det forventes høy grunnvannstand.

Beliggenheten av grunnvannstanden varierer normalt med årstider og nedbør. Erfaringsmessig kan grunnvannsnivået stå vesentlig høyere i perioder med nedbør og/eller snøsmelting.

### 3. Fundamenteringsforhold

For planlagt småhusbebyggelse i sør anbefales fundamenteringen gjennomført ved en kombinasjon av direkte fundamentering på faste løsmasser/fjell og direkte fundamentering etter masseutskiftning av øvre matjord og fyllmasser ned til intakte, faste løsmasser eller fjell.

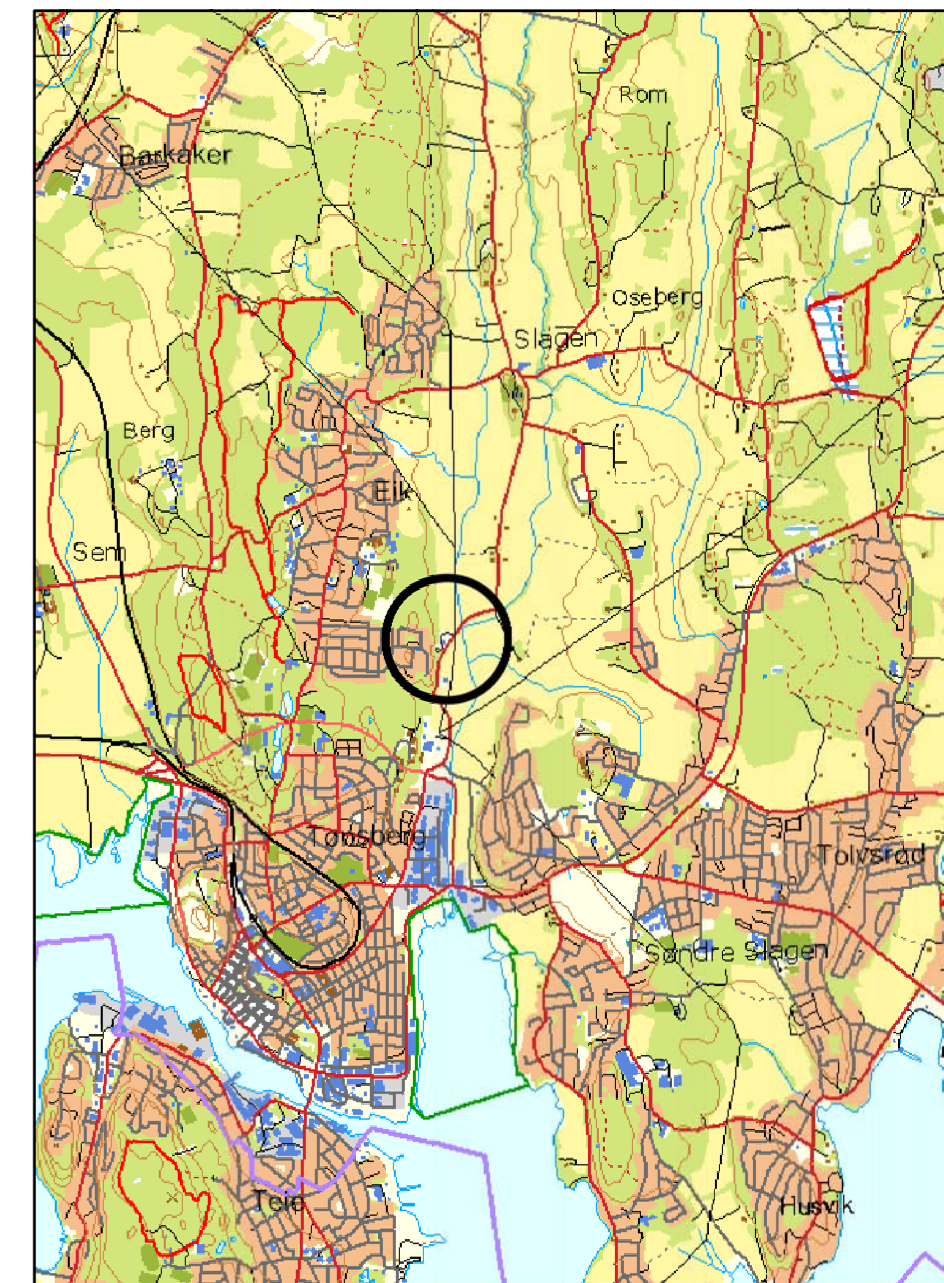
Tilbakefylling bør utføres med rene velgraderte og ikke-telefarlige masser av grus eller stein som legges ut og komprimeres lagvis iht. norsk standard.

Det bør overveies å flytte personaleenheten mot øst på grunn av den tette plassering til fjellskjæringen. Tilsvarende bør det ubetinget utføres rasvurdering av fjellskjæringen ved en geologisk sakkyndig.

Mot nord bør valg av fundamentering avvente et konkret prosjekt. Massene er stedvis sensitive, og setningsfarlige.

Tunge bygg må fundamenteres med peler til fast grunn.

Dype utgravinger vil kreve spesielle tiltak. Supplerende undersøkelser tilpasset planlagt utbygging må påregnes.



Oversiktskart - ikke i målestokk

**TEGNFORKLARING :**

- Dreiesonering
- Enkel sonering
- ▽ Trykksone
- ★ Fjellkontrollboring
- ⊕ Dreietrykksone
- ⊕ Totalsonering
- ⊙ Prøveserie
- ⊙ Prøvegrop
- ⊕ Vingeboring
- ⊕ Poretrykksmåling
- ⊕ Fjell i dagen

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

Kartgrunnlag : Mottatt fra Tønsberg kommune  
 Utgangspunkt for nivålement Innmålt av Ingeniørservice AS.

Borbak nr.:24811  
 Labbok nr.: 2007

Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Rev. av	Kontr.	Godkj.
Borplan		Original format	A2	Fag	Geoteknikk
Tønsberg kommunale Eiendom KF		Tegningens filnavn	MULTICONSULT		
Prosjekt nr. A2228 Velleveien - Småhus		Målestokk	1500		
MULTICONSULT AS		Dato	09.02.2012	Konstr./Tegnet	TDR
Rigedalen 15 - 4626 Kristiansund		Oppdragsnr.	812467-G	Kontr./Tegnet	KNUF
Tlf: 37 40 20 00 - Fax: 37 40 20 99		Tegningarnr.	1	Godkjent	TDR
		Rev.			

TERRENGKOTE BUNNKOTE	6.9.00	DYBDE (m)	PRØVE	VANNINNHOLD OG KONSISTENSGRENSER					n %	O <sub>Na</sub> %	γ kN/m <sup>3</sup>	UDRENERT SKJÆRSTYRKE S <sub>v</sub> (kN/m <sup>2</sup> )					S <sub>t</sub>
				20	30	40	50	10				20	30	40	50		
	Grus/Pukk																
<b>SILT, SANDIG</b>	Leirig, Humus		○						>3.0								
	Noe forvitret		○						>3.0								
<b>LEIRE, SILTIG</b>	Noe finsandig		○					33	1.0	20.9		•	▽				2
	Noe finsandig		⊖					41	1.0	19.6	•	▽					2
	Noe finsandig		⊖						1.0		•						
	Noe finsandig		⊖						1.0		•						
		5															
		10															
		15															
		20															

PR= ∅ 54 mm  
SK=SKOVLBORING  
PG=PRØVEGROP  
LAB.BOK 1965  
BORBOK 24811

○ VANNINNHOLD  
→ W<sub>L</sub> FLYTEGRENSE  
⊖ W<sub>P</sub> PLASTISITETSGRENSE

n = PORØSITET  
O<sub>Na</sub> = HUMUSINNHOLD  
O<sub>gl</sub> = GLØDETAP  
γ = TYNGDETETHET

▽ KONUSFORSØK  
○ TRYKKFORSØK  
15-○-5 % DEFORMASJON VED BRUDD  
• OMRØRT SKJÆRSTYRKE  
S<sub>t</sub> SENSITIVITET

Ø-ØDOMETERFORSØK P=PERMEABILITET K=KORNGRADERING T=TREKSIALFORSØK

## SKOVLBORING

Borpunkt nr.  
**SK.v/6**

Tegnet  
**SK**

Side  
**1 av 1**

TØNSBERG KOMMUNALE EIDENDOM  
VELLE GRUSTAK

Borplan nr.  
**-1**

Kontr.

Boret dato  
**30.01.2012**

Dato  
**17.02.12**



**MULTICONSULT AS**

Nedre Skøyen vei 2 - Pb.265 Skøyen - 0213 OSLO  
Tlf. 21 58 50 00 - Fax: 21 58 50 01

Oppdrag nr.

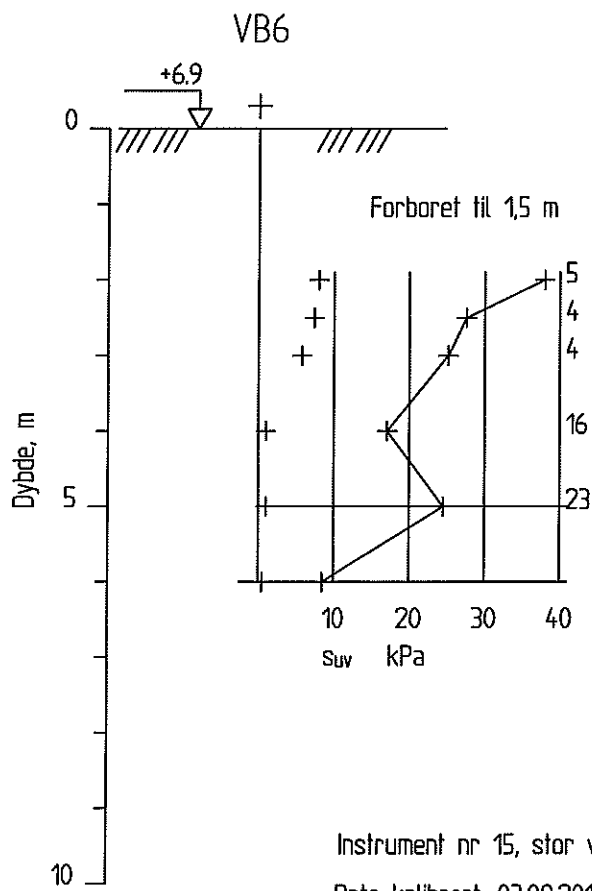
**812467**

Tegning nr.

**10**

Rev.






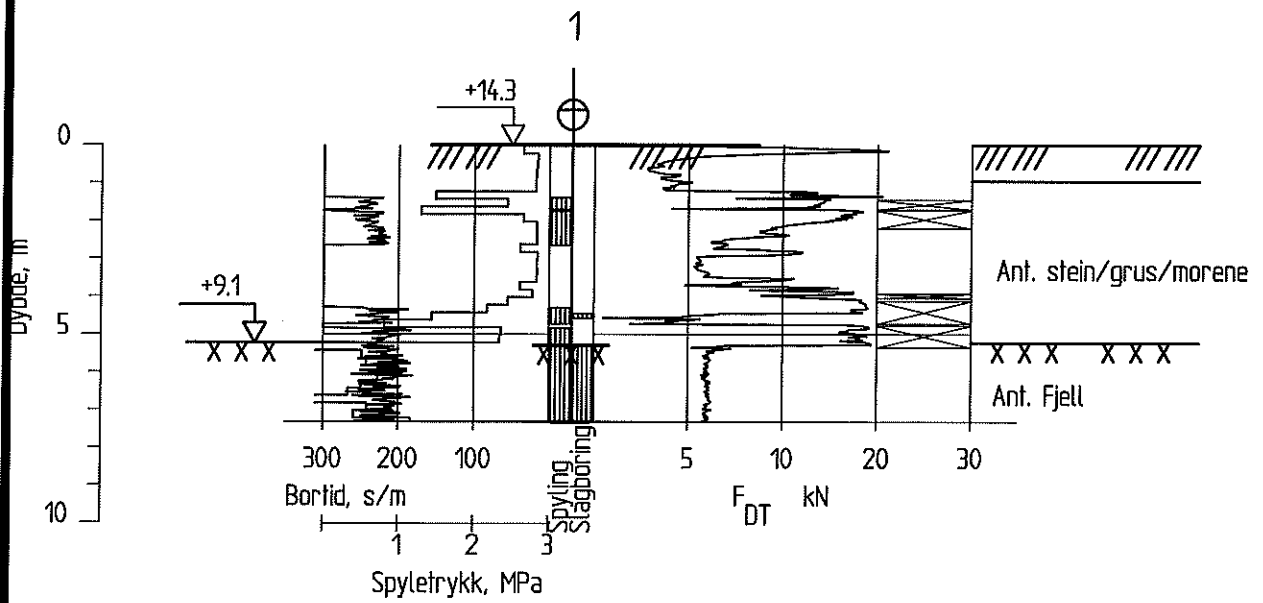
Instrument nr 15, stor vinge, 65 mm

Dato kalibrert :03.09.2011

Dato boret :31.01.20120

Posisjon: X 6573104.17 Y 581612.96

Vingeboring		Tegningens filnavn VB6.dwg	
Tønsberg Kommunale Eiendom Velle grustak		Målestokk M = 1 : 100	Godkjent
			Kontrollert
 <b>MULTICONSULT</b> Totalleverandør av rådgivningstjenester	Dato 02.02.2012	Original format A4	Konstr./Tegnet M = 1 : 100
	Oppdragsnr. 812467-6	Tegningsnr. VB6	Rev.



Boret dato: 30.01.2012

Posisjon: X 6572968.04 Y 581594.57

## Totalsondering nr. 1

Tegningens filnavn  
Drammendc2\Oppdrag2\0812\812467-6\Geosuite  
AUTOGRAFRIT\Totalsonderinger.dwg

Tønsberg kommunale Eiendom KF  
Prosjektnr A2228 Velleveien - Småhus  
Grunnundersøkelser

Målestokk

M = 1 : 200

Godkjent

Fag

Geoteknikk

Kontrollert



**MULTICONSULT**  
Totalleverandør av rådgivningstjenester

Dato

02.01.2012

Original format

A4

Konstr./Tegnet

TDR

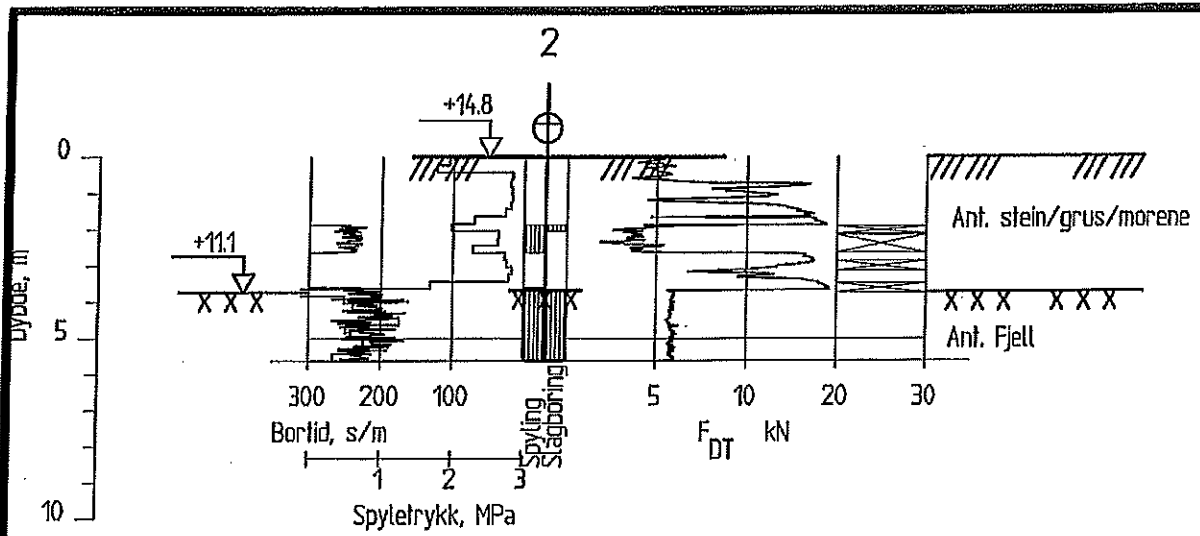
Oppdragsnr.

812467-G

Tegningsnr.

101

Rev.



Boref dato: 30.01.2012

Posisjon: X 6572978.03 Y 581593.34

## Totalsondering nr. 2

Tegningens filnavn  
Drammen\dc2\Oppdrag2\0812\812467-6\Geosuite  
AUTOGRAF.RIT\Totalsonderinger.dwg

Tønsberg kommunale Eiendom KF  
Prosjekt nr A2228 Velleveien - Småhus  
Grunnundersøkelser

Målestokk  
M = 1 : 200

Godkjent

Fag  
Geoteknikk

Kontrollert



**MULTICONSULT**  
Totalleverandør av rådgivningstjenester

Dato  
02.01.2012

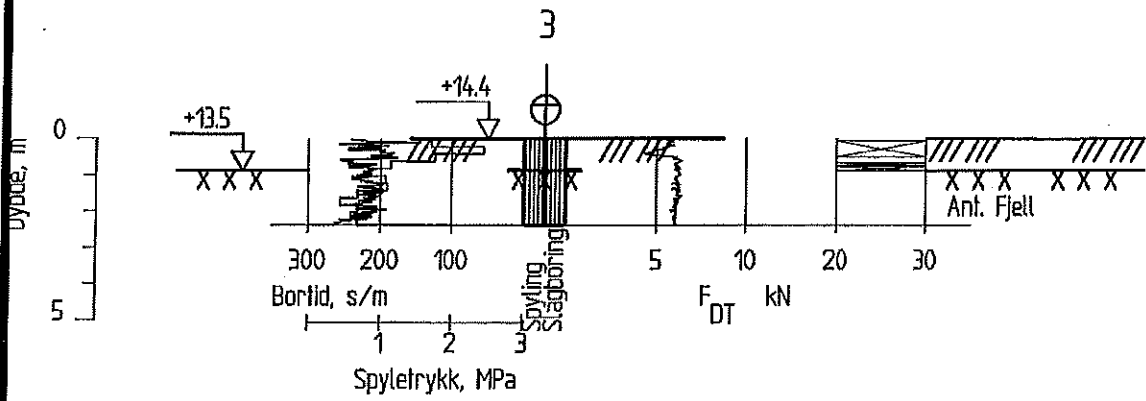
Original format  
A4

Konstr./Tegnet  
TDR

Oppdragsnr.  
812467-G

Tegningsnr.  
102

Rev.



Boret dato: 30.01.2012

Posisjon: X 6572974.78 Y 581587.96

### Totalsondering nr. 3

Tegningens filnavn  
Drammen\c2\Oppdrag2\0812\812467-6\Geosuite  
AUTOGRAFRIT\Totalsonderinger.dwg

Tønsberg kommunale Eiendom KF  
Prosjektnr A2228 Velleveien - Småhus  
Grunnundersøkelser

Målestokk  
M = 1 : 200

Godkjent

Fag  
Geoteknikk

Kontrollert



**MULTICONSULT**  
Totalleverandør av rådgivningstjenester

Dato  
02.01.2012

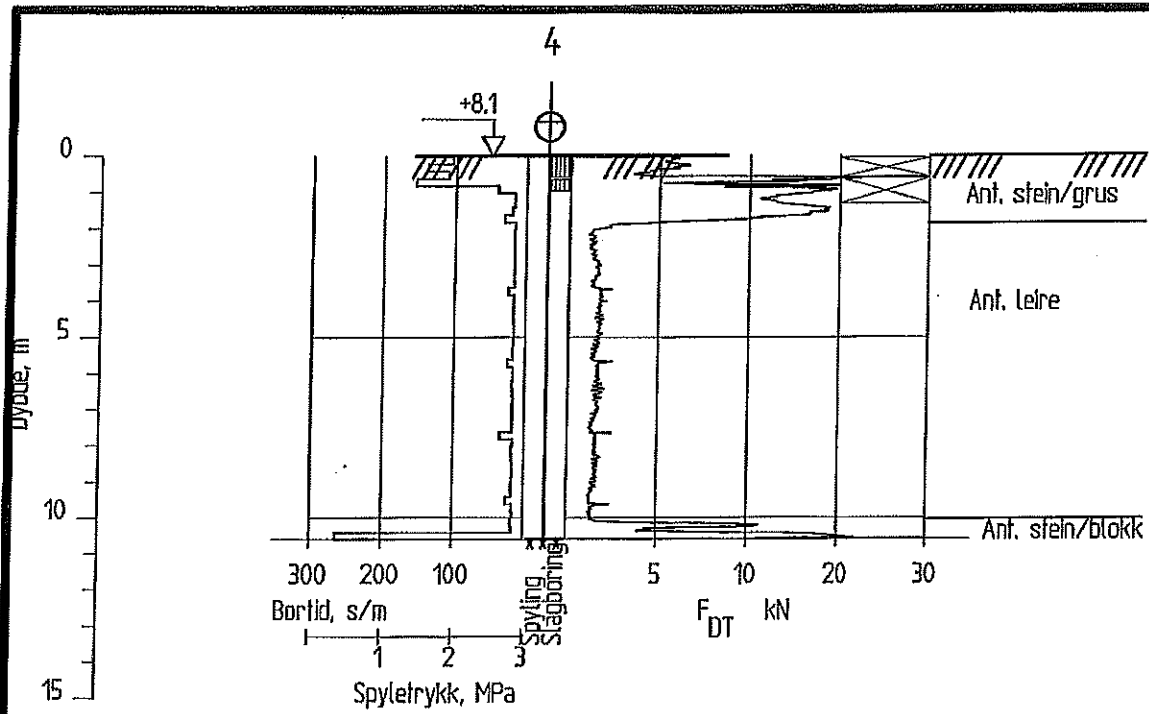
Original format  
A4

Konstr./Tegner  
TDR

Oppdragsnr.  
812467-G

Tegningsnr.  
103

Rev.



Boret dato: 30.01.2012

Posisjon: X 6573057.30 Y 581640.03

### Totalsondering nr. 4

Tønsberg kommunale Eiendom KF  
 Prosjektnr A2228 Velleveien - Småhus  
 Grunnundersøkelser

Tegningens filnavn  
 Drammendc2\Oppdrag\0812\812467-6\Geosuite  
 AUTOGRAF.RIT\Totalsonderinger.dwg

Målestakk  
 M = 1 : 200

Godkjent

Fag  
 Geoteknikk

Kontrollert



**MULTICONSULT**  
 Totalleverandør av rådgivningstjenester

Dato  
 02.01.2012

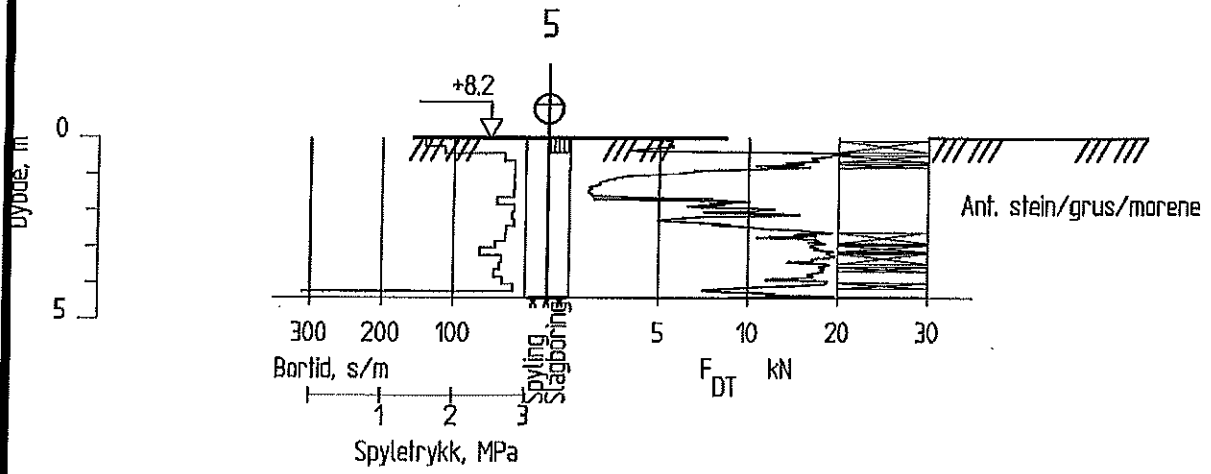
Orginal format  
 A4

Konstr./Tegnet  
 TDR

Oppdragsnr.  
 812467-G

Tegningsnr.  
 104

Rev.



Boret dato: 30.01.2012

Posisjon: X 6573071.24 Y 581604.94

## Totalsondering nr. 5

Tegningens filnavn  
Drammen\c2\Oppdrag2\0812\812467-6\Geosuite  
AUTOGRAF.RIT\Totalsonderinger.dwg

Tønsberg kommunale Eiendom KF  
Prosjektnr A2228 Velleveien - Småhus  
Grunnundersøkelser

Målestokk  
M = 1 : 200

Godkjent

Fag  
Geoteknikk

Kontrollert



**MULTICONSULT**  
Totalleverandør av rådgivningstjenester

Dato  
02.01.2012

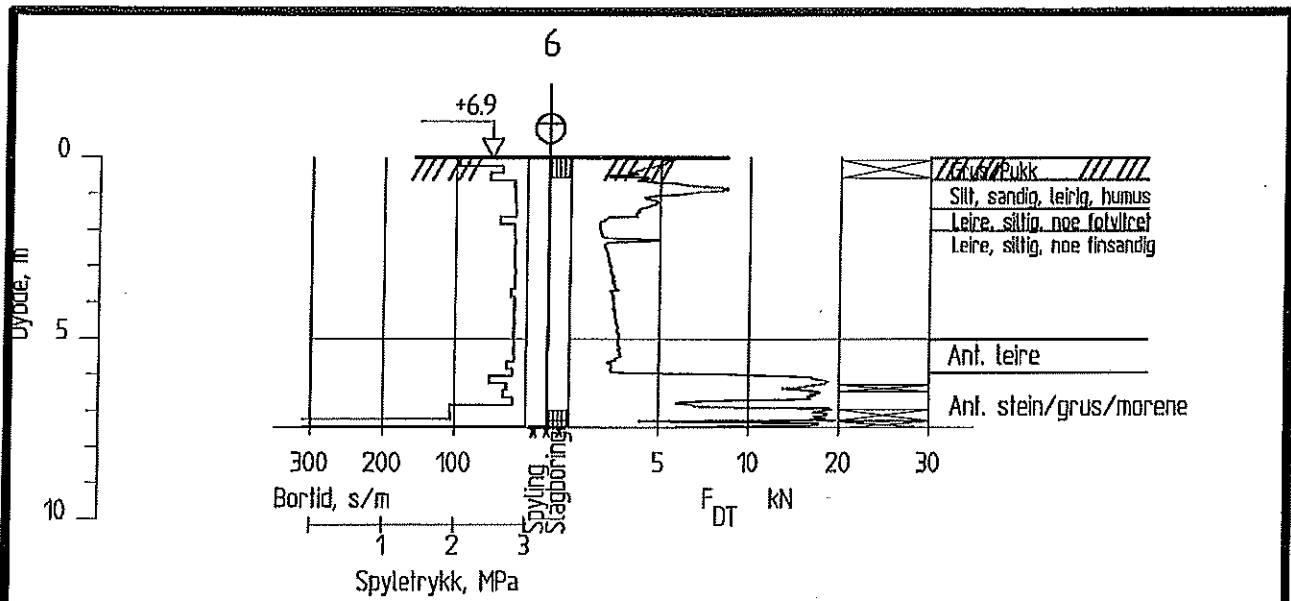
Original format  
A4

Konstr./Tegnet  
TOR

Oppdragsnr.  
812467-G

Tegningsnr.  
105

Rev.



Boret dato: 30.01.2012

Posisjon: X 6573104.17 Y 581612.96

## Totalsondering nr. 6

Tegningens filnavn  
Drammen\c2\Oppdrag2\0812\812467-6\Geosulte  
AUTOGRAF.RIT\Totalsonderinger.dwg

Tønsberg kommunale Eiendom KF

Målestokk  
M = 1 : 200

Godkjent

Grunnundersøkelser

Fag  
Geoteknikk

Kontrollert



**MULTICONSULT**  
Totalleverandør av rådgivningstjenester

Dato  
02.01.2012

Orginal format  
A4

Konstr./Tegnet  
TDR

Oppdragsnr.  
812467-G

Tegningsnr.  
106

Rev.

Vedlegg A



```

-00 FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF
-01 OOOOOOOOOOOO DDDDDDDDDDDD VVVVVVVVVVVV KKKKKKKKKKKK OOOOOOOOOOOO
-02 SSSSSSSSSS KKKKKKKK NNNNNNNN TTTTTTTT TTTTTTTT II.III Bk MMMMMMM
-03 TTTTTTTTTT KKKKKKKK HHH.HHHH VVV.VVVV AAAA.AAA SS.SSS Bk MMMMMMM
-04 TTTTTTTTTT KKKKKKKK HHH.HHHH DDDD.DDD AAAA.AAA SS.SSS Bk MMMMMMM
-05 PPPPPPPPPP KKKKKKKK XXXXXXXX.XXX YYYYYYY.YYY ZZZZ.ZZZ Bk MMMMMMM
-06 PPPPPPPPPP KKKKKKKK PPPPPPPP.PPP AAAAAAA.AAA ZZZZ.ZZZ Bk MMMMMMM
-07 PPPPPPPPPP KKKKKKKK dXXXXXXXX.XXX dYYYYYY.YYY dZZZ.ZZZ Bk MMMMMMM
-08 Epi E1 E2 E3 E4
-09 Pi Sammenheng FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF      MMMMMMM
-00 Leica Geosystems AG
-00 Instrument:      RX1250XC          Måledato: 01.02.2012
-00 Målejobb:      01-02-12MC          Operatør:
-00 Jobbeskrivelse:
05 T1-PG5          6572968.044  581594.566   14.269       0.018
05 T3              6572974.780  581587.956   14.386       0.019
05 T2              6572978.027  581593.343   14.783       0.018
05 PG1             6572980.783  581584.066   14.736       0.018
05 PG4             6572998.389  581580.714   14.997       0.029
05 PG3             6572974.099  581567.986   15.351       0.028
05 PG2             6572985.883  581567.598   15.149       0.025
05 T4              6573057.297  581640.027    8.122       0.022
05 T5              6573071.244  581604.936    8.198       0.022
05 T6              6573104.173  581612.964    6.851       0.018

```

## Vedlegg B



PG1



PG2



PG3



PG4



PG5



PG5

812467 Småhus Velleveien – Prøvegraving 23.01.12

PG1:

0,0 - 0,1m: Jord, leirig  
0,1 – 0,3/0,7m: Grus, sandig, steinet  
0,3/0,7m: Fjell

PG2:

0,0 - 0,3m: Jord, leirig, sandig/grusig  
0,3m: Fjell

PG3:

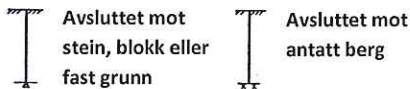
0,0 – 0,3m: Jord, leirig, sandig, grusig  
0,3 – 0,5/1,0m: Sand, grus, steinet/oppsprukket fjell  
0,5/1,0m: Fjell

PG 4:

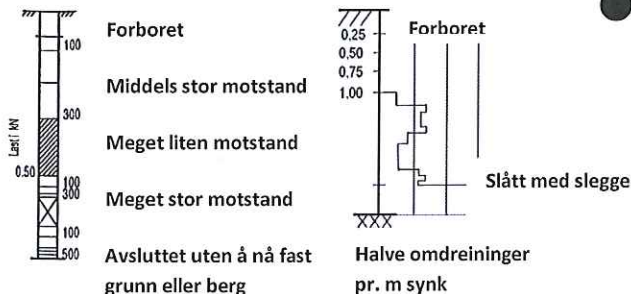
0,0 – 0,1m: Jord, leirig, sandig, grusig  
0,1 – 0,6/0,9m: Grus, sand, steinet/oppsprukket fjell  
0,6/0,9m: Fjell

PG5:

0,0 – 1,0m: Jord, leire, sand, grus, stein, armeringsjern, kabler, pressening  
1,0 – 1,4m: Jord, leire, sand, grus, tegl  
1,4 – 1,7m: Morene (noe leirig), sandig, grusig fast lagret  
1,7m: Avsluttet.

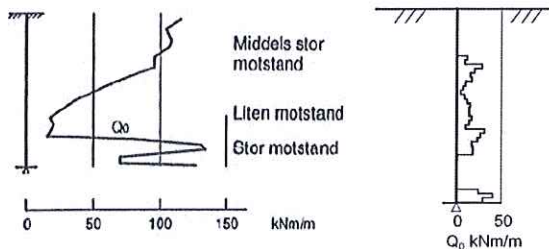


**Sonderinger** utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn.

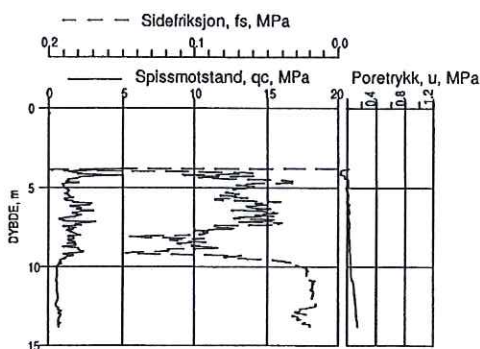


**DREIESONDERING (NGF MELDING 3)**  
Utføres med skjøtbare  $\phi 22$  mm borstenger med 200 mm vridd spiss. Boret dreies manuelt eller maskinelt ned i grunnen med inntil 1 kN (100 kg) vertikalbelastning på stengene. Hvis det ikke synker for denne lasten, dreies boret maskinelt eller manuelt. Antall  $\frac{1}{2}$ -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 vertikallast under synk angitt på venstre side. Kryss angir at borstengene er rammet ned i grunnen.

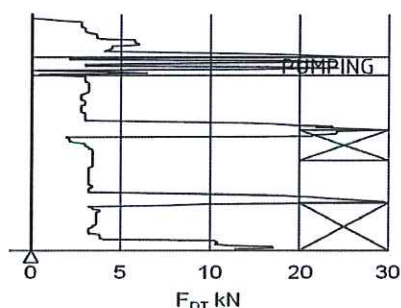


**RAMSONDERING (NS-EN ISO 22476-2)**  
Boringen utføres med skjøtbare  $\phi 32$  mm borstenger og spiss med normert geometri. Boret rammes med en rammeenergi på 0,38 kNm. Antall slag pr. 0,2 m synk registreres. Boremotstanden illustreres ved angivelse av rammemotstanden  $Q_0$  pr. m nedramming.  
 $Q_0 =$  loddets tyngde \* fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)

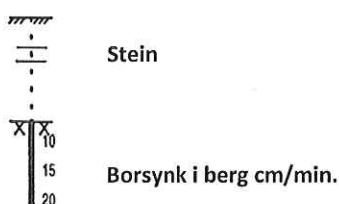


**TRYKKSONDERING (CPT - CPTU) (NGF MELDING 5)**  
Utføres ved at en sylindrisk, instrumentert sonde med konisk spiss presses ned i grunnen med konstant penetrasjonshastighet 20 mm/s. Under nedpressingen måles kraften mot konisk spiss og friksjonshylse, slik at spissmotstand  $q_c$  og sidefriksjon  $f_s$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

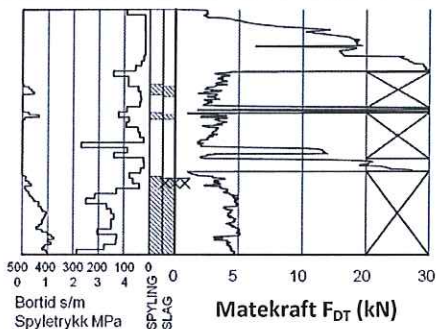
Resultatene kan benyttes til å bestemme lagdeling, jordart, lagringsbetingelser og mekaniske egenskaper (skjærfasthet, deformasjons- og konsolideringsparametre).



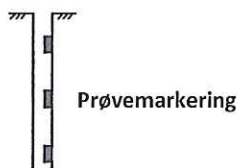
**DREIETRYKKSONDERING (NGF MELDING 7)**  
Utføres med glatte skjøtbare  $\phi 36$  mm borstenger med en normert spiss med hardmetallsveis. Borstengene presses ned i grunnen med konstant hastighet 3 m/min og konstant rotasjonshastighet 25 omdreininger/min. Rotasjonshastigheten kan økes hvis nødvendig. 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.



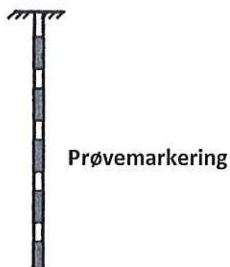
**BERGKONTROLLBORING**  
Utføres med skjøtbare  $\phi 45$  mm stenger og hardmetall borkrone med tilbakeslagsventil. Det benyttes tung slagborhammer og vannspyling med høyt trykk. Boring gjennom lag med ulike egenskaper, for eksempel grus og leire, kan registreres, likedan penetrasjon av blokker og større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



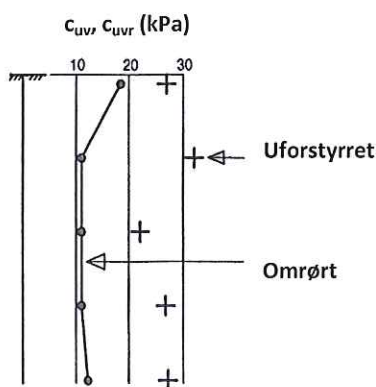
**T TOTALSONDERING (NGF MELDING 9)**  
Kombinerer metodene dreietrykksondering og bergkontrollboring. Det benyttes  $\phi 45$  mm skjøtbare borstenger og  $\phi 57$  mm stiftborkrone med tilbakeslagsventil. Under nedboring i bløte lag benyttes dreietrykkmodus, og boret presses ned i bakken med konstant hastighet 3 m/min og konstant rotasjonshastighet 25 omdreininger/min. Når faste lag påtreffes økes først rotasjonshastigheten. Gir ikke dette synk av boret benyttes spyling og slag på borkronen. Nedpressingskraften  $F_{DT}$  (kN) registreres kontinuerlig og vises på diagrammets høyre side, mens markering av spyletrykk, slag og bortid vises til venstre.



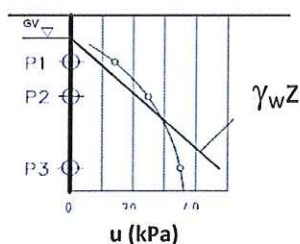
**⊙ MASKINELL NAVERBORING**  
Utføres med hul borstang påsveisert en metallspiral med fast stige høyde (auger). Med borrhigg kan det bores til 5-20 m dybde, avhengig av jordart, lagringsfasthet og beliggenhet av grunnvannstanden. Med denne metoden kan det tas forstyrrede poseprøver ved å samle materialet 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 optak av 60-100 cm lange sylinderprøver. Prøvesylindere kan være av plast eller stål, og det kan benyttes utstyr både med og uten innvendig prøvesylinder. På ønsket dybde blir prøvesylindere 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 rampprøvetakere 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.

### SKJÆRFASHTHET

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

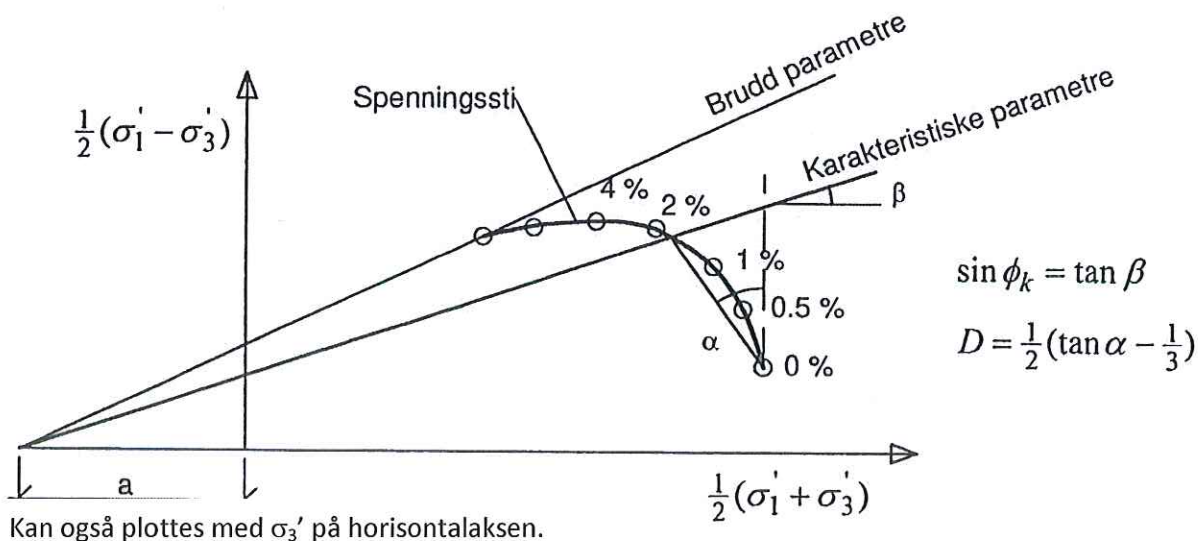
#### Effektivspenningsanalyse: Effektive skjærfasthetsparametre $a$ , $c$ , $\phi$ ( $\tan\phi$ ) (kPa, kPa, °, (-))

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 ( $c_{u1}$ ) (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 trykksoneering 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  $c_r$  ( $S_t < 0,5$  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>f</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  $I_p = w_f - w_p$  (%) angir det plastiske området for jordarten og benyttes til klassifisering av plastisiteten. Er det naturlige vanninnholdet høyere enn flytegrensen blir materialet flytende ved omrøring (vanlig for kvikkleire).

**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</b> e (-)	Volum av porer dividert med volum fast stoff ( $e = n/(100-n)$ ) der n er porøsitet (%)
<b>Porøsitet</b> n (%)	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 spenningsstilstander, 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	$M = mv(\sigma'\sigma_a)$	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 laboratorium 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 spesifisering 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-oksydasjon 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 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)	Svinggrense
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

**Arkivreferanser:**

Fagområde:	Geoteknikk		
Stikkord:	Grunnundersøkelser. Grustak.		
Land/Fylke:	Norge/Vestfold	Kartblad:	
Kommune:	Tønsberg	UTM koordinater, Sone:	32V
Sted:	Velle	Øst: 581575	Nord: 6572995

**Distribusjon:**

- Begrenset (Spesifisert av Oppdragsgiver)  
 Intern  
 Fri

**Dokumentkontroll:**

		Dokument 17. februar 2012		Revisjon 1 21. februar 2012		Revisjon 2		Revisjon 3		
		Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign	
Forutsetninger	Utarbeidet									
	Kontrollert									
Grunnlagsdata	Utarbeidet									
	Kontrollert									
Teknisk innhold	Utarbeidet	TDR/ KNUF	17.02.12	<i>OV</i>	21.02.12					
	Kontrollert	SES	17.02.12	<i>Kne</i>	21.02.12					
Format	Utarbeidet	TDR/ KNUF	17.02.12	<i>OV</i>	21.02.12					
	Kontrollert	SES	17.02.12	<i>Kne</i>	21.02.12					
Anmerkninger										
Godkjent for utsendelse (Oppdragsansvarlig)						Dato:	Sign.:			
						<i>21/2-2012</i>	<i>K. Espedal</i>			