

---

RAPPORT

# Vefsn storkjøkken

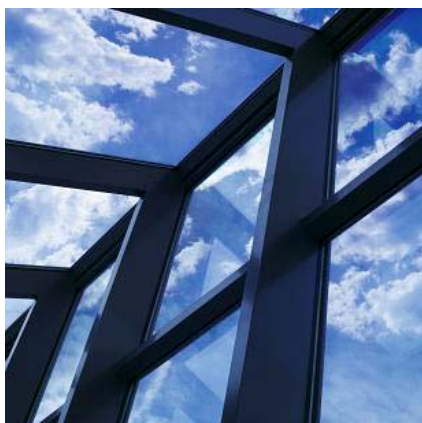
---

OPPDRAGSGIVER  
Vefsn kommune

EMNE  
Grunnundersøkelser geoteknikk

DATO / REVISJON: 5. januar 2017 / 00  
DOKUMENTKODE: 418339-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>Vefsn storkjøkken</b>	DOKUMENTKODE	418339-RIG-RAP-001
EMNE	Grunnundersøkelser geoteknikk	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	<b>Vefsn kommune</b>	OPPDRAGSLEDER	Roger Kristoffersen
KONTAKTPERSON	Finn Arne Johnsen	UTARBEIDET AV	Amund Quitzau Growen
KOORDINATER	SONE: 33W ØST: 4185 NORD: 73022	ANSVARLIG ENHET	3012 Midt Geoteknikk
GNR./BNR./SNR.	103 / 2093 / - / Vefsn		

## SAMMENDRAG

Vefsn kommune planlegger å oppføre et nybygg for Vefsn samdriftskjøkken på Nyrud i Mosjøen, og har i denne sammenheng engasjert Multiconsult for å utføre geotekniske grunnundersøkelser.

Feltundersøkelsene omfattet:

- 4 stk. dreietrykksonderinger
- Opptak av skovlprøver i ett borpunkt (BP.2)

De utførte grunnundersøkelsene viser at løsmassene i området hovedsakelig består av sand med enkelte innslag av silt og leire i øvre lag. Dreietrykksonderinger utført i borpunkt 1-4 viser en økende bormotstand med dybden. Vanninnholdet ligger generelt mellom 18,8 og 36,3 %. Sonderingen i borpunkt 1 ble avsluttet uten stopp mot fast grunn på 40 meters dybde under terreng. De øvrige sonderingene ble avsluttet på drøyt 20 meters dybde.

Tomta vurderes som ikke utsatt for kvikkleireskred.

I henhold til Eurokode 8 klassifiseres massene til seismisk grunntype D.

Det planlagte storkjøkkenet skal bygges i en etasje. Tomta er tilnærmet flat, og det vil dermed bli lite behov for graving.

Med de relativt faste massene i grunnen, og stor dybde til berg, vurderer vi at bygget vil være egnet for fundamentering direkte på eksisterende løsmasser.

					
00	05.01.2017	Geoteknisk datarapport	Amund Q. Growen	Roger Kristoffersen	Roger Kristoffersen
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

## INNHOLDSFORTEGNELSE

<b>1</b>	<b>Innledning .....</b>	<b>5</b>
1.1	Bakgrunn.....	5
1.2	Myndighetskrav .....	5
<b>2</b>	<b>Geotekniske grunnundersøkelser .....</b>	<b>6</b>
2.1	Feltundersøkelser .....	6
2.2	Laboratorieundersøkelser.....	6
<b>3</b>	<b>Terreng- og grunnforhold.....</b>	<b>7</b>
3.1	Områdebeskrivelse .....	7
3.2	Kvartærgeologi .....	7
3.3	Grunnforhold - løsmasser .....	7
3.4	Sikkerhet mot skred/Kvikkleire.....	7
3.5	Seismisk grunntype.....	8
<b>4</b>	<b>Orienterende geoteknisk vurdering .....</b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>Referanser .....</b>	<b>8</b>
<b>I.</b>	<b>Vedlegg A – Koordinater borpunkt.....</b>	<b>9</b>

## TEGNINGER

418339-RIG-TEG	-000	Oversiktskart
	-001	Borplan
	-010	Geotekniske data borpunkt 2
	-060	Korngradering, PR-2
	-150	Borutskrift borpunkt 1, 2, 3 og 4

## VEDLEGG

Vedlegg A – Koordinater borpunkt

## GEOTEKNISKE BILAG

Geotekniske bilag 1; Feltundersøkelser

Geotekniske bilag 2; Laboratorieundersøkelser

Geotekniske bilag 3; Oversikt over metodestandarder – felt og lab

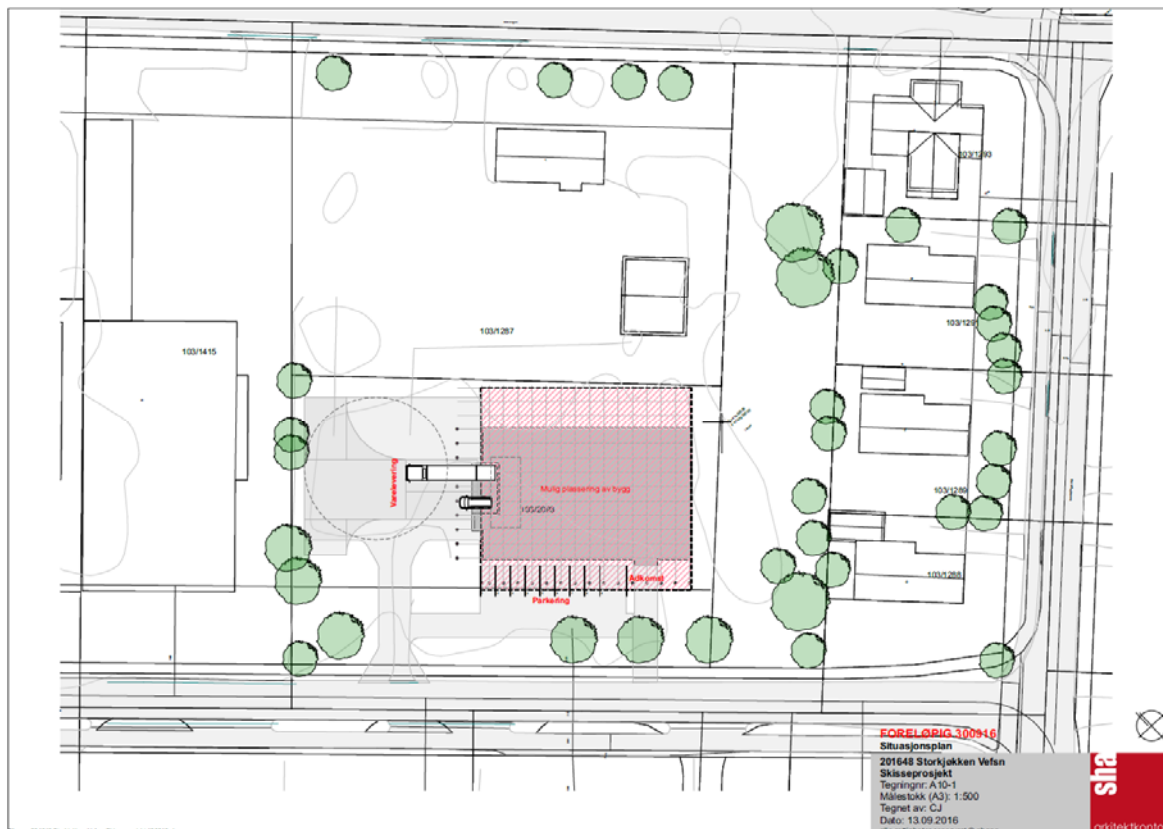


## 1 Innledning

### 1.1 Bakgrunn

Vefsn kommune planlegger å oppføre et nybygg for Vefsn samdriftskjøkken på Nyrud i Mosjøen, og har i denne sammenheng engasjert Multiconsult for å utføre geotekniske grunnundersøkelser.

Foreliggende rapport inneholder resultatene fra de utførte geotekniske grunnundersøkelsene.



Figur 1-1: Foreløpig situasjonsplan (SHA AS, 13.09.2016)

### 1.2 Myndighetskrav

Oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Multiconsults styringssystem. Systemet er bygget opp med prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for kvalitetsstandard NS-EN ISO 9001:2008 /1/. Oppdraget er også gjennomført i henhold til Eurokode EN-1997, del 2 Geoteknisk prosjektering – Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver /2/ og tilhørende tilgjengelige metodestandarder. I tillegg er NS 8000-serien benyttet ved utførelse av laboratorieundersøkelsene, mens feltundersøkelsene er utført i henhold til Norsk Geoteknisk Forenings meldinger. Se for øvrig bilag nr. 3 for samlet oversikt over utvalgte metodestandarder.

## 2 Geotekniske grunnundersøkelser

### 2.1 Feltundersøkelser

Feltarbeid ble utført den 27.10.2016. Boringene ble utført med Geotech 607 H beltegående borerigg.

Feltundersøkelsene omfattet:

- 4 stk. dreietrykkssonderinger
- Opptak av skovlprøver i ett borpunkt (BP.2)

Dreietrykkssonderinger gir informasjon om løsmassenes beskaffenhet og lagringsforhold samt dybde til fast grunn. Utstyret har begrenset nedtregningsevne i steinholdig grunn og kan ikke benyttes til påvisning av berg.

Borpunkter er satt ut og innmålt med DGPS utstyr (Trimble GeoExplorer 6000 series GeoXR) av borleder. Oversikt over koordinater finnes i Vedlegg A.

Alle høyder/kotenivå oppgitt i denne rapporten, har NN2000 som referansesystem.

Plassering av borpunkt er vist på borplan, tegning nr. 418339-RIG-TEG-001.

Sonderingsresultatene er presentert på tegning 418339-RIG-TEG-150.

Boringers utførelse og tilhørende resultater er generelt beskrevet i geoteknisk bilag 1.

### 2.2 Laboratorieundersøkelser

De opptatte prøvene er undersøkt i vårt geotekniske laboratorium i Trondheim, med tanke på klassifisering og identifisering av jordartene, samt bestemmelse av prøvenes mekaniske egenskaper. Ved denne undersøkelsen er prøvene geoteknisk klassifisert og beskrevet med måling av vanninnhold.

Resultater fra rutineundersøkelser er presentert som geotekniske data i tegning 418339-RIG-TEG-010.

Hydrometeranalyse ble utført for bestemmelse av korngradering (kornfordeling) fra to utvalgte prøver. Kornfordelingen fremkommer på tegning 418339-RIG-TEG-060.

Utførelsen av laboratorieundersøkelsene er generelt beskrevet i geoteknisk bilag 2.

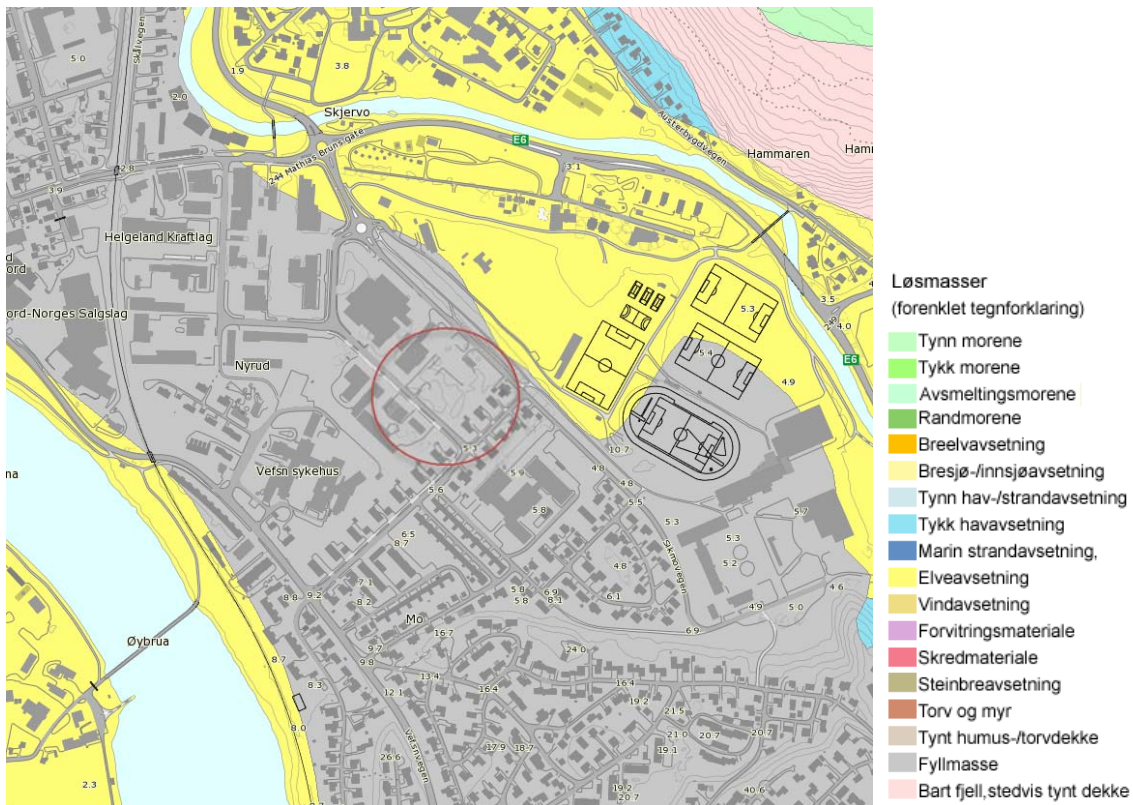
### 3 Terreng- og grunnforhold

#### 3.1 Områdebeskrivelse

Den nye bebyggelsen planlegges på tomte 103/2093 mellom Nyrudvegen og Sikmovegen i Mosjøen, Vefsn kommune. Terrenget på tomte er flatt ca. på kote +5,0.

#### 3.2 Kvartærgeologi

Kvartærgeologisk kart viser at løsmassene i øvre lag det aktuelle området i hovedsak består av fyllmasser. Rundt fyllmassene er det angitt områder med elveavsetninger, noe som indikerer sand og grus.



Figur 3-1: Utsnitt fra kvartærgeologisk kart (kilde: [www.ngu.no](http://www.ngu.no)).

#### 3.3 Grunnforhold - løsmasser

De utførte grunnundersøkelsene viser at løsmassene i området hovedsakelig består av sand med enkelte innslag av silt og leire i øvre lag. Dreietrykkonderinger utført i borpunkt 1-4 viser en økende bormotstand med dybden. Vanninnholdet ligger generelt mellom 18,8 og 36,3 %. Sondringen i borpunkt 1 ble avsluttet uten stopp mot fast grunn på 40 meters dybde under terrenget. De øvrige sonderingene ble avsluttet på drøyt 20 meters dybde.

#### 3.4 Sikkerhet mot skred/Kvikkleire

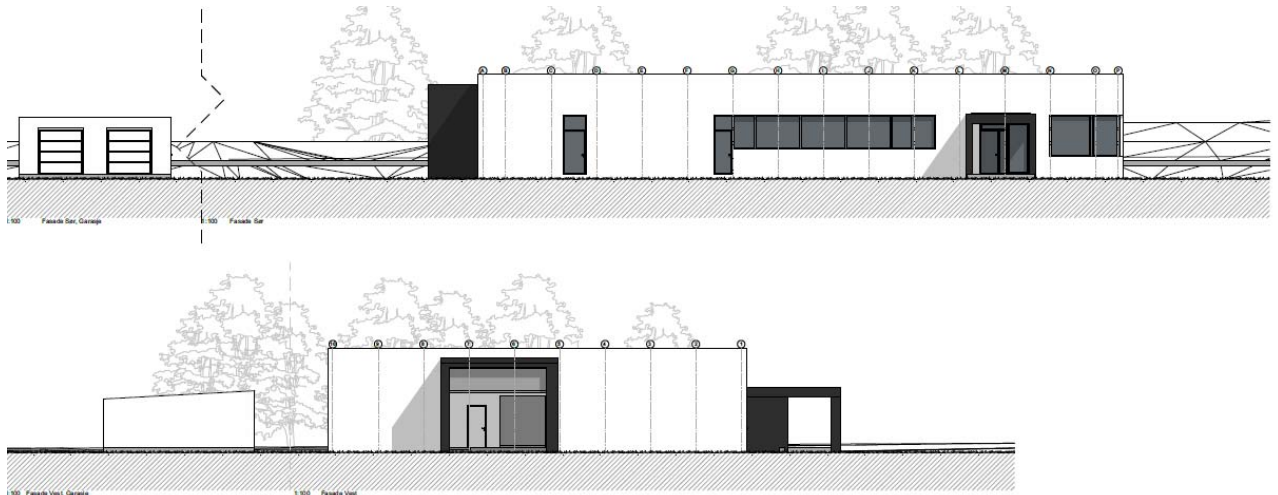
Det er ingen kjente kvikkleiresoner i nærheten av området. Nærmeste kjente kvikkleiresoner er øst for Olderskog, mer enn 1 km sørøst for den aktuelle tomte. Tomte vurderes dermed som ikke utsatt for kvikkleireskred. Tomte er på et relativt flatt område, og vi vurderer at den ikke vil være utsatt for eventuelle berg-, snø- eller steinskred.

### 3.5 Seismisk grunntype

I henhold til Eurokode 8 /3/ skal grunntype for jordskjelvvurderinger angis. For vurderinger benyttes Tabell 3.1 – Grunntyper.

På bakgrunn av veiledningene i Eurokode 8 klassifiseres massene til grunntype D.

## 4 Orienterende geoteknisk vurdering



Figur 4-1: Fasader av bygget (SHA AS, 02.11.2016)

Det planlagte storkjøkkenet skal bygges i en etasje. Tomta er tilnærmet flat, og det vil dermed bli lite behov for graving.

Med de relativt faste massene i grunnen, og stor dybde til berg, vurderer vi at bygget vil være egnet for fundamentering direkte på eksisterende løsmasser.

## 5 Referanser

/1/ NS-EN ISO 9001:2008. Systemer for kvalitetssikring. Krav (ISO 9001:2008). November 2008.

/2/ Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering – Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver. NS-EN 1997-2:2007+NA2008.

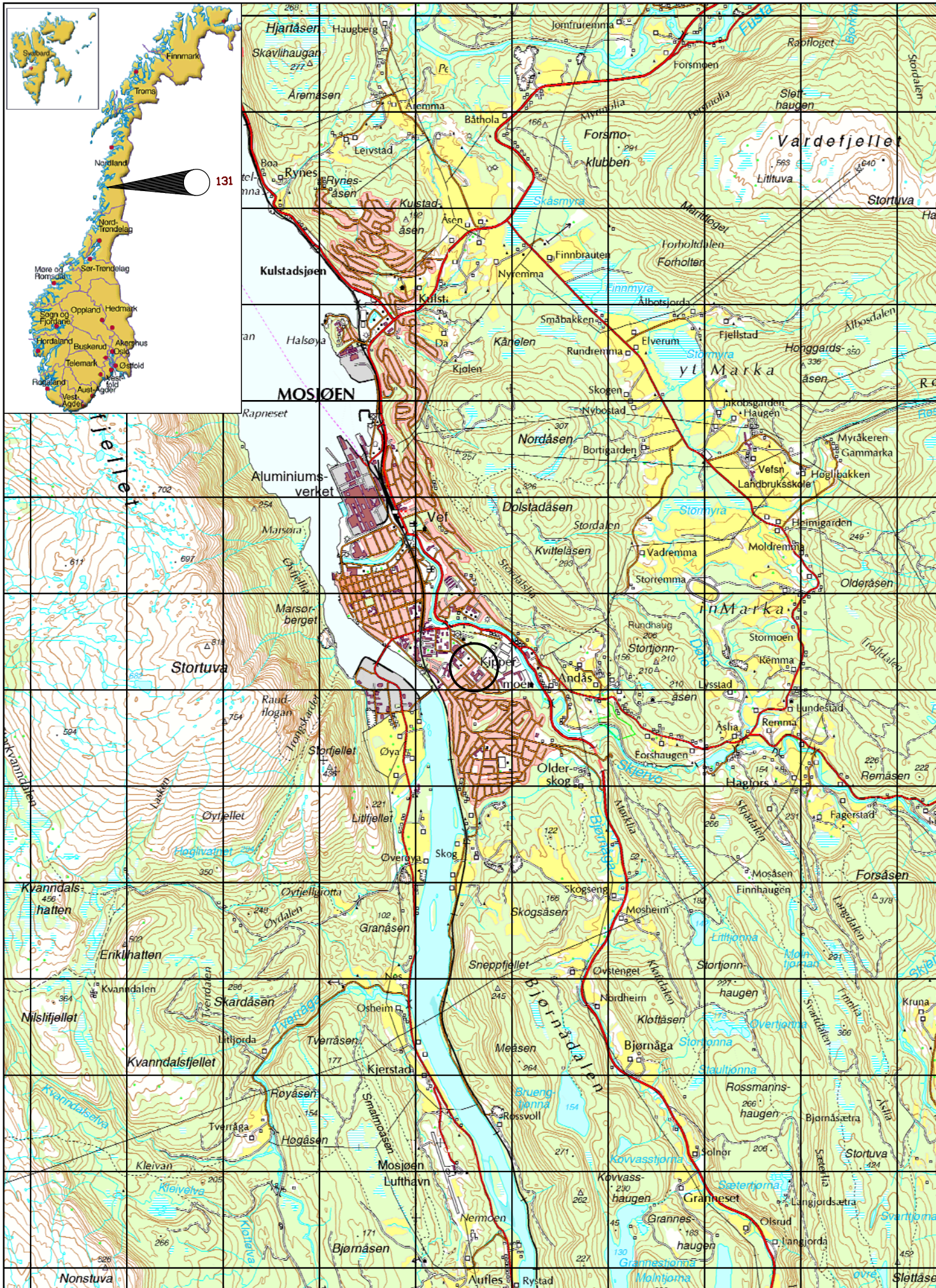
/3/ Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning, Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger. NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2014

## I. Vedlegg A – Koordinater borpunkt

Tabell I-1: Oversikt over innmålte koordinater (UTM 33W).

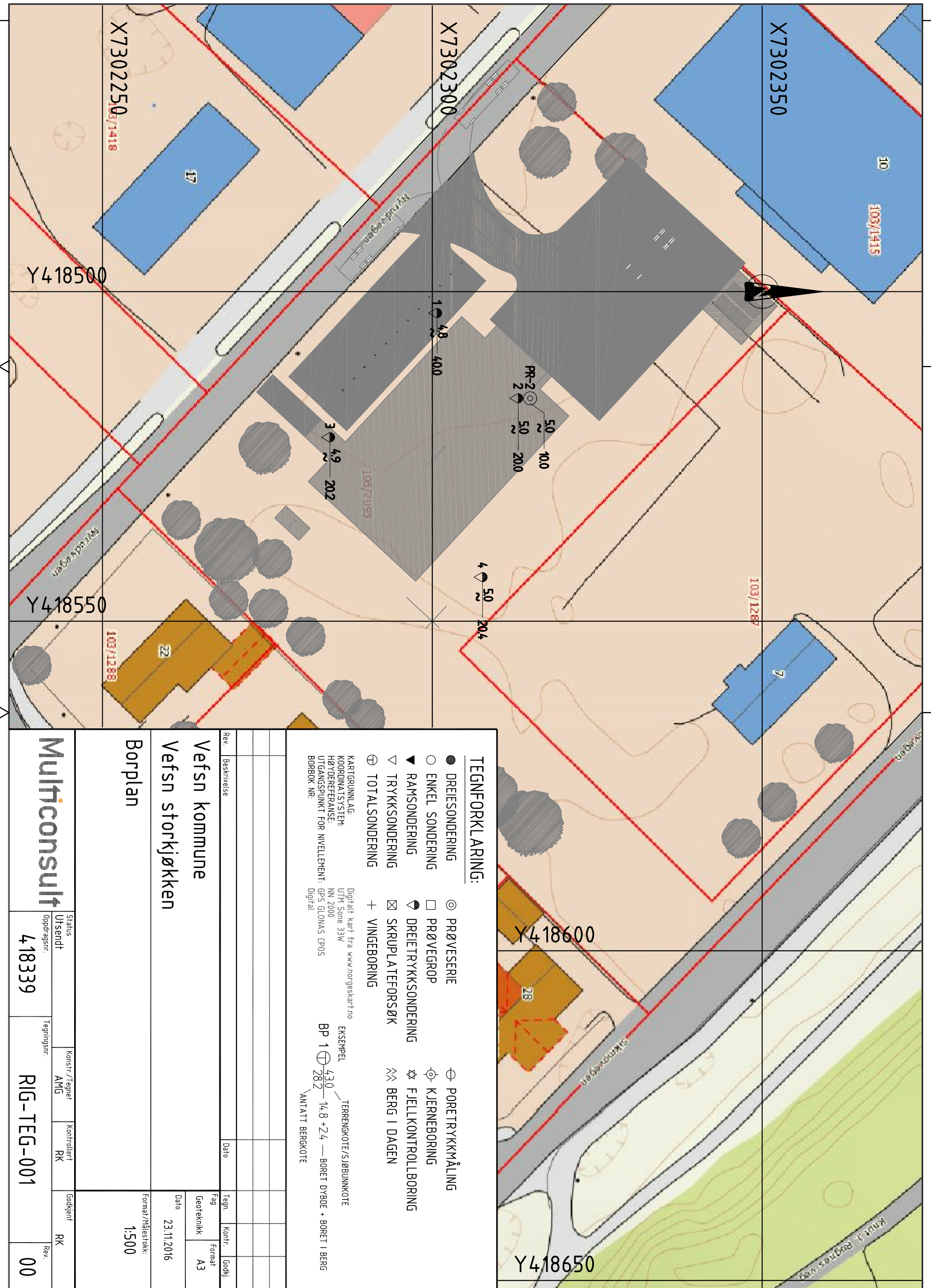
<b>Borpunkt</b>	<b>Type</b>	<b>N</b>	<b>E</b>	<b>Høyde (NN2000)</b>
1	Dreietrykk	7302300.719	418503.257	+4.8
2	"	7302313.021	418516.182	+5,0
3	"	7302284.491	418522.097	+4,9
4	"	7302307.623	418543.314	+5,0





<b>Multiconsult</b> www.multiconsult.no	Vefsn storkjækken Oversiktskart		Status: Utsendt Konstr./Tegnet: AMG Oppdragsnr: 417339	Fag: Geoteknikk Kontrollert: RK Tegningsnr: RIG-TEG-000	Original format: A4 Godkjent: RK Målestokk: 1:50000	Dato: 23.11.2016 Målestokk: 1:50000 Rev: 00
--	------------------------------------	--	--	---	---	---





**TEGNFORKLARING:**

- DREIESONDERING      ⊙ PRØVESERIE      ⊕ PORETRYKKMÅLING
- ENKEL SONDERING      □ PRØVEGRUP      ⊕ KJERNEBORING
- ▼ RAMSONDERING      ◐ DREIETRYKKSONDERING      ⊗ FJELLKONTROLLBORING
- ▽ TRYKKSONDERING      ☒ SKRUPPLATEFORSØK      ⚡ BERG I DAGEN
- ⊕ TOTALSONDERING      + VINGEBORING

KARTGRUNNLAG: Digitalt kart fra [www.norgeskart.no](http://www.norgeskart.no)  
 KORDINATSYSTEM: UTM Sone 33W  
 HØYDEREFERANSE: NN 2000  
 UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMENT: GPS GJOMAS CPDS  
 BORRØK NR.: Digital

EKSEMPEL  
 BP 1 ⊕ 4.30 — 14,8 + 2,4 — BORET DYBDE + BORET I BERG  
 28.2 — ANTATT BERGKOTE

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
			Fag		
			Geoteknikk		Format A3

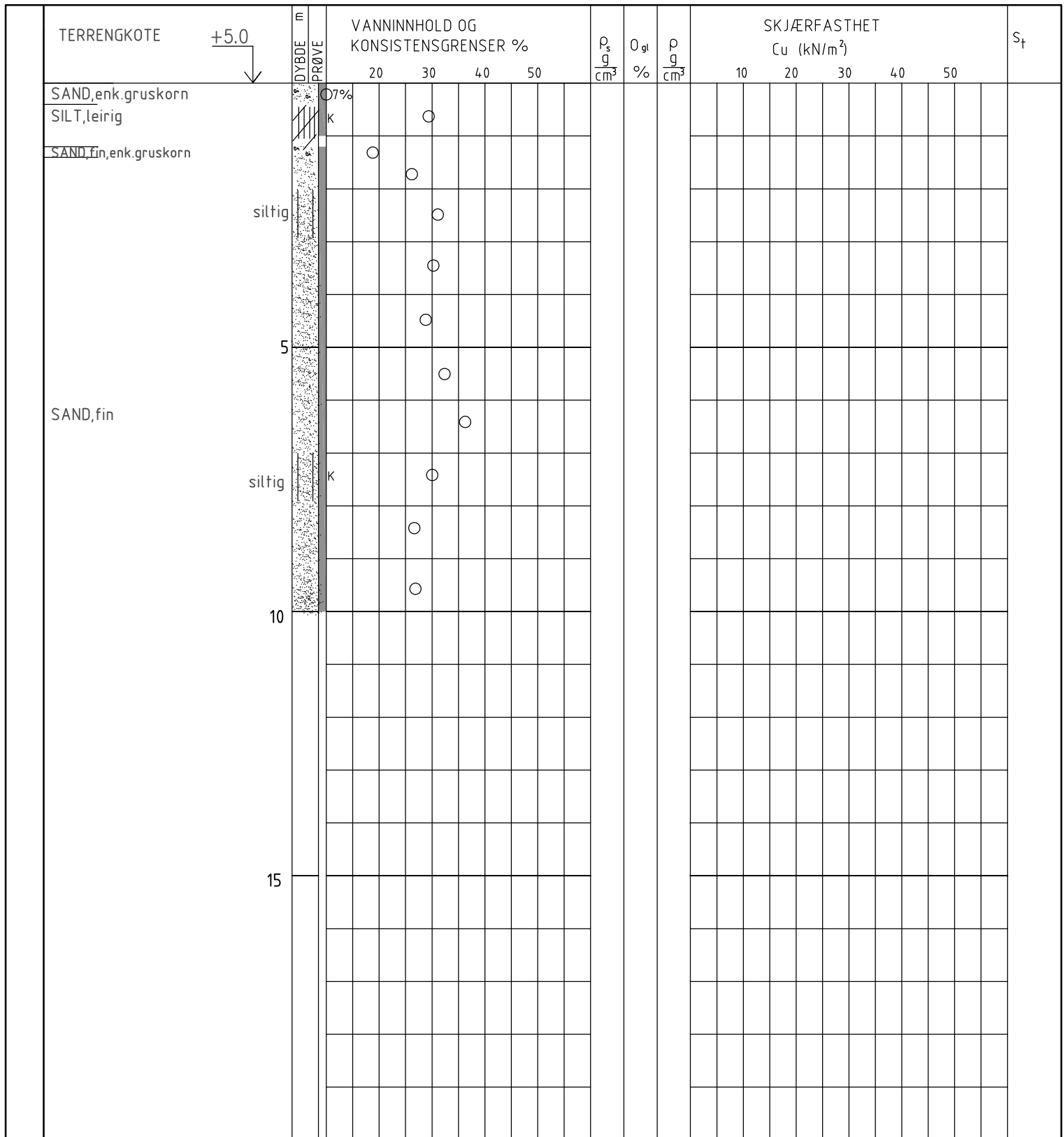
Vefsn kommune  
 Vefsn storkjølken

Borplan

Dato: 23.11.2016  
 Format/Målestokk: 1:500

<b>Multiconsult</b>	Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
	Utsendt	AMG	RK	RK
Oppdragsnr.:	4 18339	Tegningsnr.:	RIG-TEG-001	Rev.:
				00





PR = PRØVESERIE SYLINDER  
PP = POSEPRØVE

○ NATURLIG VANNINNHOLD  
—  $W_f$  FLYTEGRENSE V/KONUSFORSØK  
—  $W_p$  PLASTISITETSGRENSE  
O<sub>gl</sub> GLØDETAP  
 $\rho_s$  KORNDENSITET

□ KLASSIFISERT FELT  
■ PRØVESERIE SYLINDER  
■ POSEPRØVE  
▽ KONUS UFORSTYRRET PRØVE  
▽ KONUS FORSTYRRET PRØVE

▼ KONUS OMRØRT PRØVE  
⊕ ENAKS UFORSTYRRET PRØVE  
⊕ ENAKS FORSTYRRET PRØVE  
15-5 % TØYNING VED BRUDD  
 $S_t$  SENSITIVITET  
 $\rho$  DENSITET

Ø = ØDOMETERFORSØK P = PERMEABILITETSFORSØK K = KORNGRADERING T = TREAKSIALFORSØK

## GEOTEKNISKE DATA

Vefsn kommune  
Vefsn storkjøkken  
Grunnundersøkelser

**Multiconsult**

7486 TRONDHEIM  
Tlf.: 73 10 62 00 – Fax: 73 10 62 30/70

Dato 08.12.2016

Oppdragsnr. 418339

Tegnet/kontr. lab  
truk/vt

Tegningsnr. RIG-TEG-010

Kontrollert  
RK

Godkjent  
RK

Rev. 00

Boring nr.

2

Tegningens filnavn

418339-RIG-TEG-010\_h2.dwg

Borplan nr.

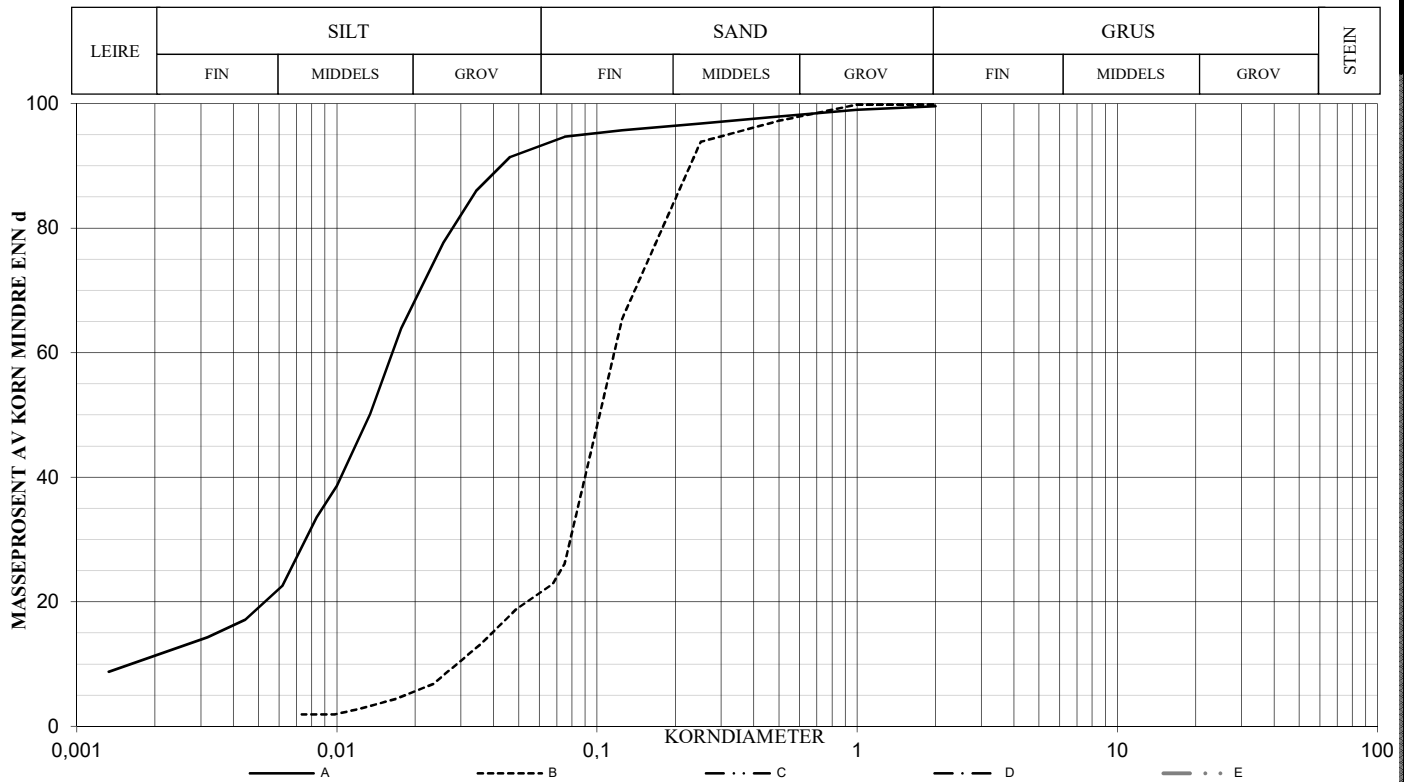
-001

Boret dato:

27.10.2016

**Multi  
consult**

SYMBOL	SERIE NR.	DYBDE (m)	JORDARTS BETEGNELSE	Anmerkninger	METODE		
					TS	VS	HYD
A	2	0,4-1	SILT,leirig		X		X
B	2	7-8	SAND,fin,siltig		X		X
C							
D							
E							



SYMBOL:

Ogl. = Glødetap (%)

Ona. = Humusinnhold (%)

Perm. = Permeabilitet (m/s)

METODE:

TS = Tørr sikt

VS = Våt sikt

HYD = Hydrometer

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

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

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
					Wf	Wp							
A		29,4								0,0017	0,0076	0,0134	0,0164
B		30,0								0,0296	0,0799	0,1040	0,1176
C													
D													
E													

## KORNGRADERING

Vefsn kommune  
Vefsn storkjøkken  
Gunnundersøkelser

Konstr./Tegnet  
truk/vt

Kontrollert  
RK

Godkjent  
RK

Dato  
16.12.16

**Multiconsult**  
www.multiconsult.no

OPPDRAK NR.

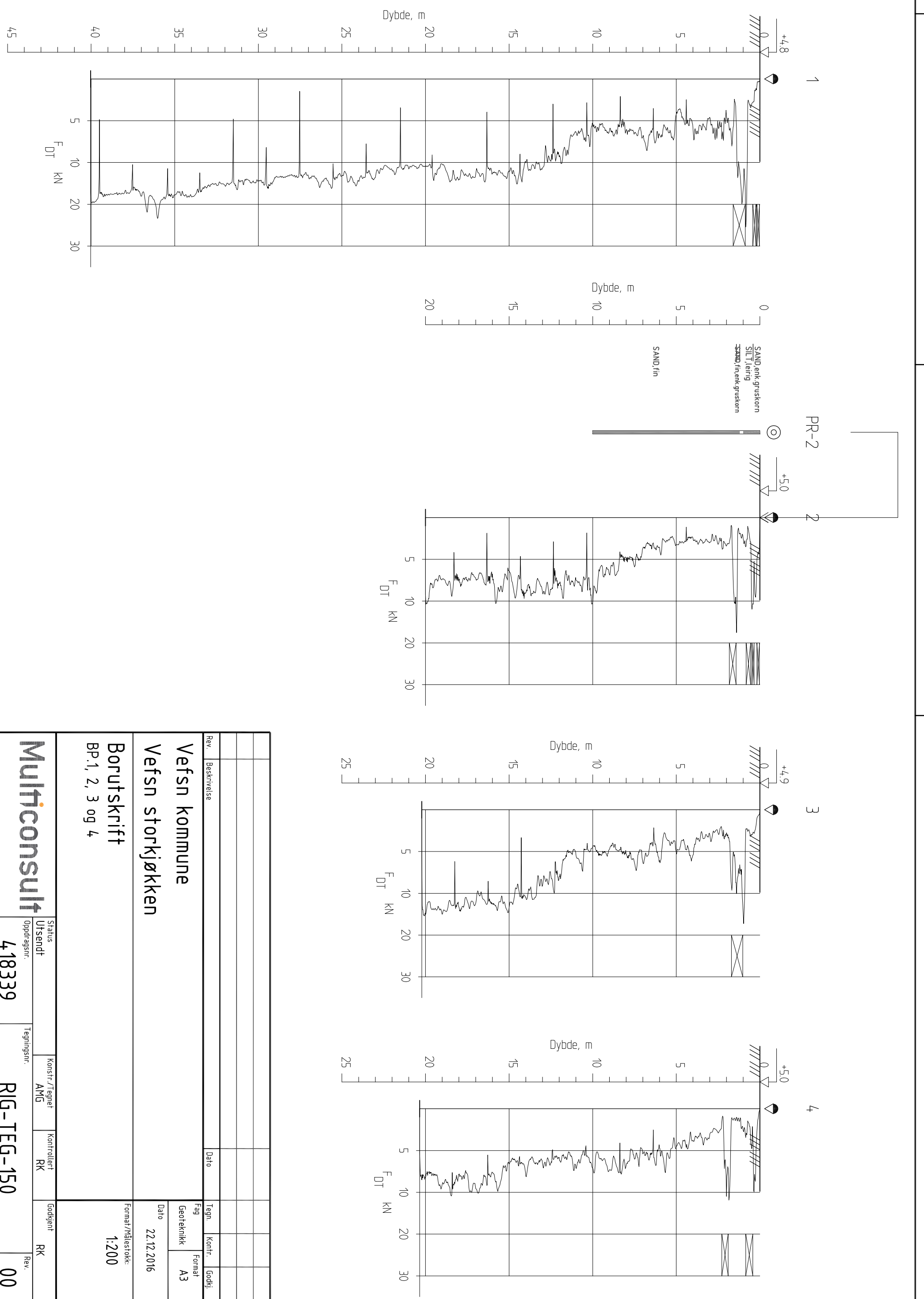
418339

TEGN.NR.

RIG-TEG-060

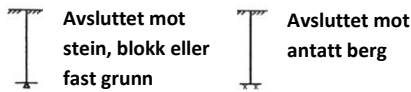
REV.

00

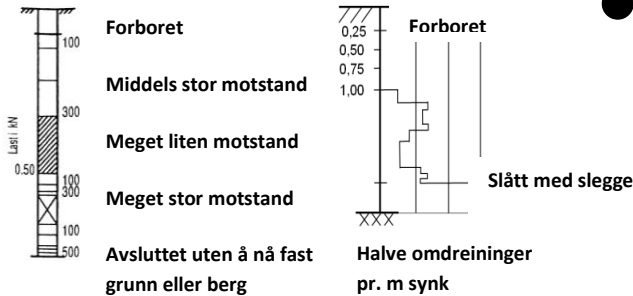


Rev.		Beskrivelse		Dato		Tegn.		Kontr.		Godkj.	
		Vefsn kommune				Fag				Format	
		Vefsn storkjølken				Geoteknikk				A3	
		Borutskrift				Dato		22.12.2016		Format/Målestokk:	
		BP. 1, 2, 3 og 4								1:200	
Status		Konstr./Tegnet		Kontrollert		Godkjent					
Utsendt		AMG		RK		RK					
Oppdragsnr.		Tegningsnr.									
418339		RIG-TEG-150								Rev.	
										00	

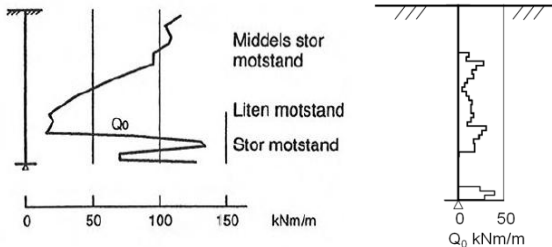
**Multiconsult**



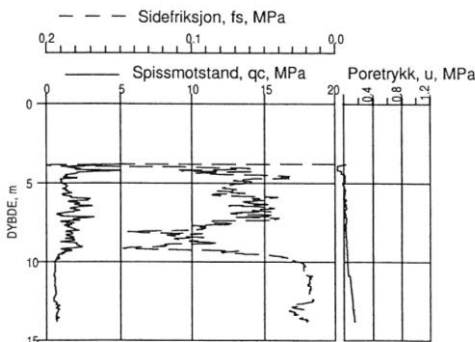
**Sonderinger** utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn.



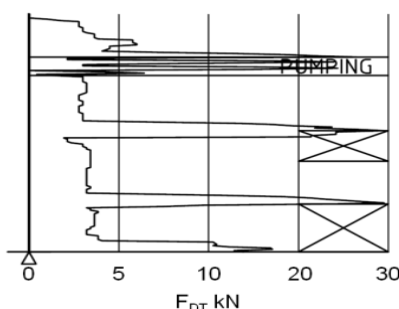
**DREIESONDERING (NGF MELDING 3)**  
Utføres med skjøtbare  $\phi 22$  mm borstenger med 200 mm vridd spiss. Boret dreies manuelt eller maskinelt ned i grunnen med inntil 1 kN (100 kg) vertikalbelastning på stengene. Hvis det ikke synker for denne lasten, dreies boret maskinelt eller manuelt. Antall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



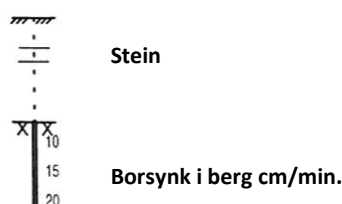
**RAMSONDERING (NS-EN ISO 22476-2)**  
Boringen utføres med skjøtbare  $\phi 32$  mm borstenger og spiss med normert geometri. Boret rammes med en rammeenergi på 0,38 kNm. Antall slag pr. 0,2 m synk registreres. Boremotstanden illustreres ved angivelse av rammemotstanden  $Q_0$  pr. m nedramming.  $Q_0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



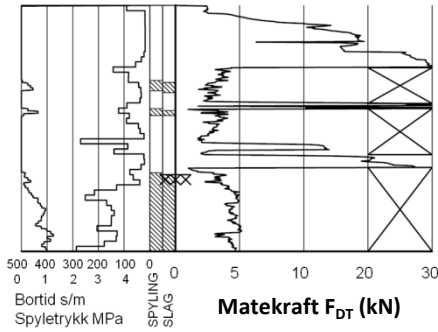
**TRYKKSONDERING (CPT - CPTU) (NGF MELDING 5)**  
Utføres ved at en sylindrisk, instrumentert sonde med konisk spiss presses ned i grunnen med konstant penetrasjonshastighet 20 mm/s. Under nedpressingen måles kraften mot konisk spiss og friksjonshylse, slik at spissmotstand  $q_c$  og sidefriksjon  $f_s$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



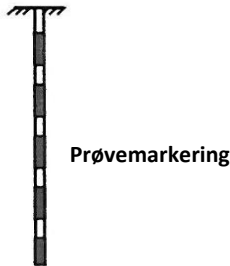
**T TOTALSONDERING (NGF MELDING 9)**

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.



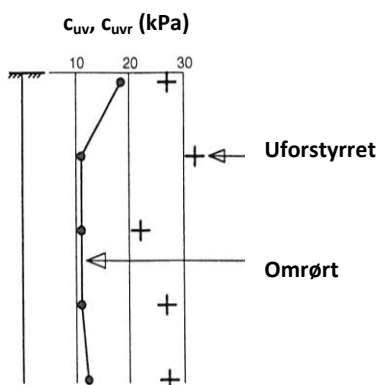
**⊙ MASKINELL NAVERBORING**

Utføres med hul borstang 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.



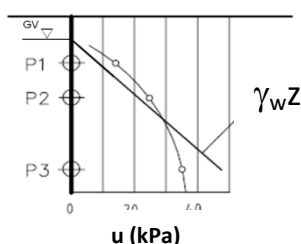
**⊙ PRØVETAKING (NGF MELDING 11)**

Utføres for undersøkelse av jordlagenes geotekniske egenskaper i laboratoriet. Vanligvis benyttes stempelprøvetaking med innvendig stempel for 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).

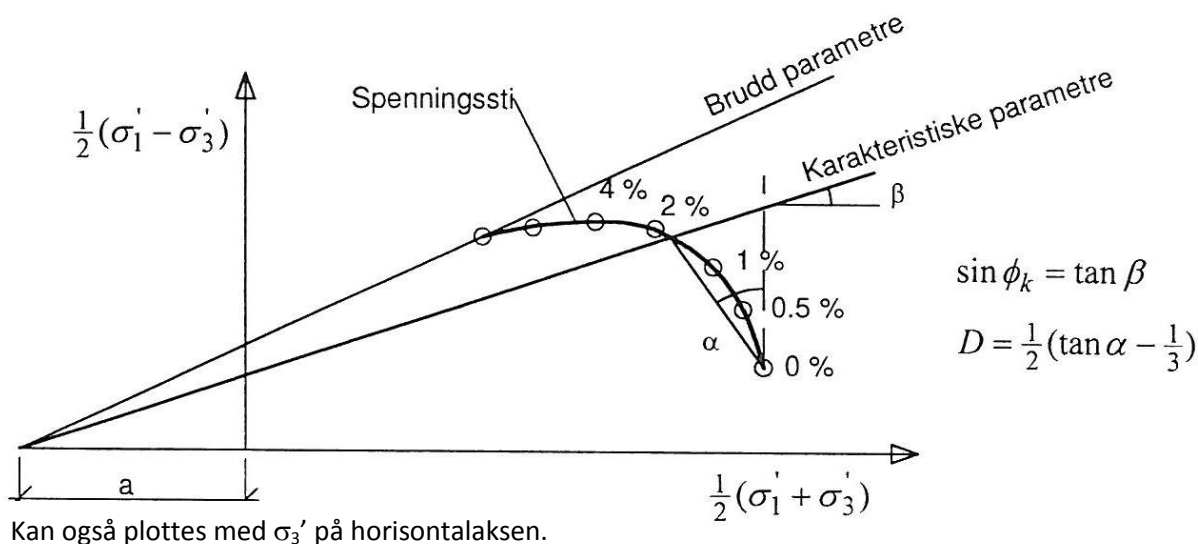
**Effektivspenningsanalyse: Effektive skjærfasthetsparametre a, c,  $\phi$  (tan $\phi$ ) (kPa, kPa, °, (-))**

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 ( $c_{ukr}$ ,  $c_{ukr}$ ) (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)**

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

**TYNGDETETTHETER**

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

**Poretall e** (-) Volum av porer dividert med volum fast stoff ( $e = n/(100-n)$ ) der n er porøsitet (%)  
**Porøsitet 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 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