

---

RAPPORT

# Kong Inges gate, Sandnessjøen

---

OPPDRAGSGIVER

Helgeland Boligutleie AS

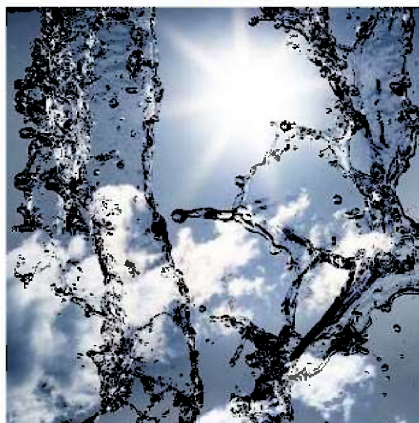
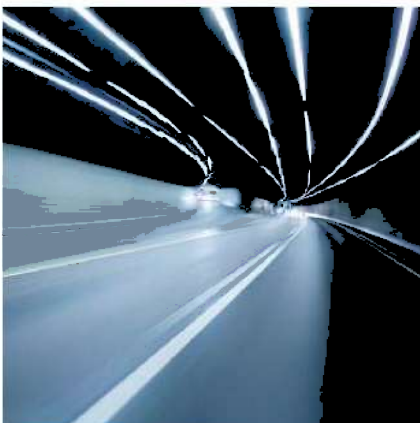
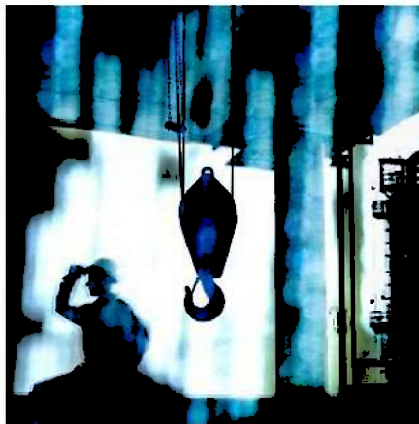
EMNE

Grunnundersøkelser geoteknikk

DATO / REVISJON: 15. september 2016 / 00

DOKUMENTKODE: 418147-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>Kong Inges gate, Sandnessjøen</b>	DOKUMENTKODE	418147-RIG-RAP-001
EMNE	Grunnundersøkelser geoteknikk	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	<b>Helgeland Boligutleie AS</b>	OPPDRAGSLEDER	Roger Kristoffersen
KONTAKTPERSON	Odd Petter Leknes	UTARBEIDET AV	Amund Quitzau Growen
KOORDINATER	SONE: 33W ØST: 3931 NORD: 73240	ANSVARLIG ENHET	3012 Midt Geoteknikk
GNR./BNR./SNR.	38 / 1316 / - / Alstahaug		

## SAMMENDRAG

Multiconsult har blitt engasjert av Helgeland boligutleie AS for å utføre geotekniske grunnundersøkelser i forbindelse med oppføring av boliger i Kong Inges gate i Sandnessjøen, Alstahaug kommune.

Feltundersøkelsene omfattet:

- 5 stk. totalsonderinger
- Opptak av skovlingsprøver og 54 mm sylinderprøver i to punkt (PR-5 og PR-6)

Resultatene fra utførte sonderinger og prøvetaking antyder at løsmassene på tomta består av siltig finsand. I borpunkt 5 er det leire mellom 2 og 3 meters dybde under terreng. Leira har en omrørt skjærfasthet (cr) mellom 0,6 og 1,1 kN/m<sup>2</sup>. Alle sonderingene ble avsluttet i berg. Dybden til berg er størst sør på tomta. I borpunkt 1 og 6 ble berg påtruffet på henholdsvis kote -9,3 og kote -8,2. Bergoverflaten stiger i nordlig retning, og ligger på kote +10,2 og +13,8 i henholdsvis borpunkt 3 og 5. Det kan ikke utelukkes at leira har sprøbruddsegenskaper. Det er berg i dagen flere steder på tomta, og mektigheten av leire er begrenset. Leira må hensyntas i videre prosjektering. Området vurderes om ikke skredutsatt.

Da grunnforholdene er svært varierende på tomta, kvalifiserer grunnen under hvert bygg til forskjellig seismisk klasse.

Dersom det påtreffes humusholdige masser må disse masseutskiftes. Grunnen består av både berg og løsmasser. Det er ikke tilrådelig å fundamentere bygg delvis på berg, delvis på løsmasser, da dette kan skape skadelige differansesetninger.

					
00	15.09.2016	Datarapport grunnundersøkelser	Amund Quitzau Growen	Silje Mordal	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>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	Topografi.....	7
3.2	Kvartærgeologisk .....	7
3.3	Grunnforhold .....	7
3.4	Sikkerhet mot kvikkleireskred.....	7
3.5	Grunnvann .....	8
3.6	Seismisk grunntype .....	8
<b>4</b>	<b>Fundamentering .....</b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>Sluttkommentar .....</b>	<b>8</b>
<b>6</b>	<b>Referanser .....</b>	<b>9</b>
<b>I.</b>	<b>Vedlegg A – Koordinater borpunkt.....</b>	<b>10</b>

## TEGNINGER

418147-RIG-TEG	-000	Oversiktskart
	-001	Borplan
	-010	Geotekniske data PR.5 og PR.6
	-060	Korngradering PR.5, d=2,23m og d=2,54m
	-061	Korngradering PR.6, d=1-2m
	-100	Profil A-A
	-101	Profil B-B

## VEDLEGG

Vedlegg A - Koordinater borpunkt

## GEOTEKNISKE BILAG

Geotekniske bilag; Feltundersøkelser

Geotekniske bilag; Laboratorieundersøkelser

Geotekniske bilag; Oversikt over metodestandarder – felt og lab

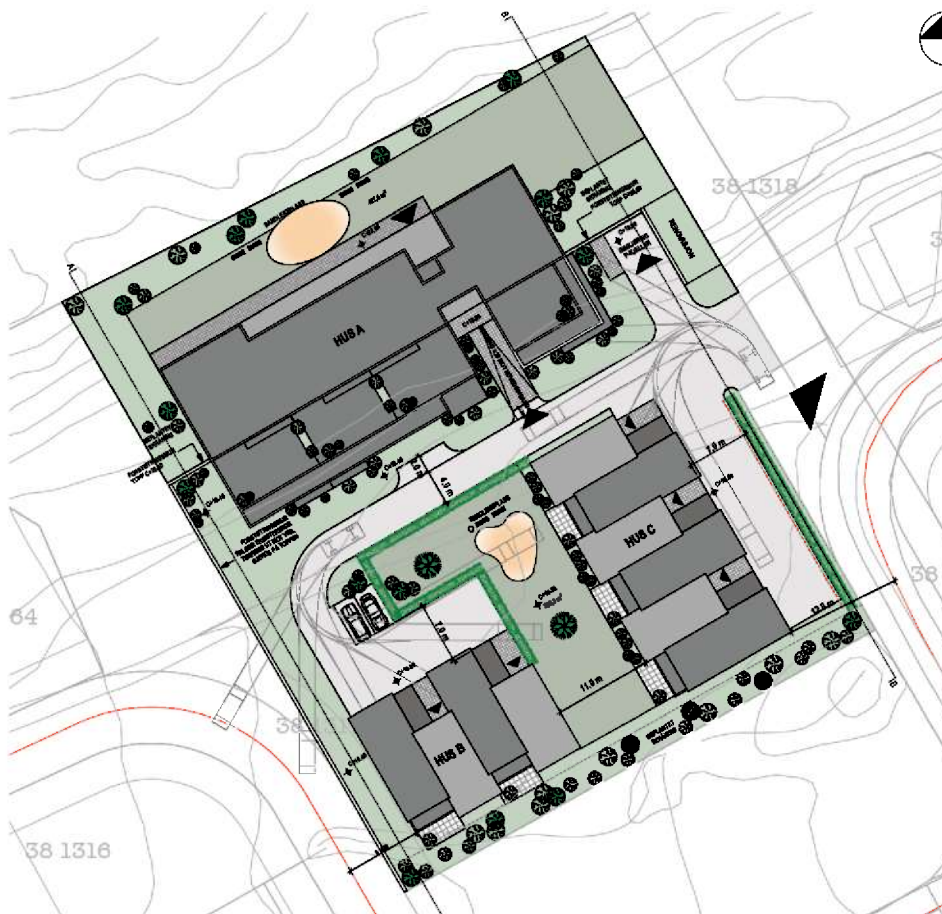
## 1 Innledning

### 1.1 Bakgrunn

Multiconsult har blitt engasjert Helgeland boligutleie AS, for å utføre geotekniske grunnundersøkelser i forbindelse med oppføring av boliger i Kong Inges gate i Sandnessjøen, Alstahaug kommune. Boligene vil bestå av tre bygg, der hvert bygg er på 2-3 etasjer.

Hensikten med grunnundersøkelsene er å påvise jordtyper og jordegenskaper i øvre lag, avdekke dybde til berg, samt å finne grunnvannsnivå.

Foreliggende rapport inneholder resultatene av de utførte geotekniske grunnundersøkelsene.



Figur 1-1: Utomhusplan planlagt bebyggelse (Halvorsen & Reine AS, 15.11.12)

### 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 [1] 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 og 4 for samlet oversikt over utvalgte metodestandarder.

## 2 Grunnundersøkelser

### 2.1 Feltundersøkelser

Feltarbeid for geotekniske grunnundersøkelser ble utført i uke 25 og 26, 2016. Boringene ble utført med Geotech 607 H beltegående borerigg.

Feltundersøkelsene omfattet:

- 5 stk. totalsonderinger.
- Opptak av skovlingsprøver og 54 mm sylindrerprøver i to punkt (PR-5 og PR-6).

Totalsonderinger gir informasjon om løsmassenes beskaffenhet og lagringsforhold, samtidig som metoden har god nedtrengningsevne og kan benyttes til bergpåvisning.

Borpunktene 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 NN1954 som referansesystem.

Plassering av borpunktene er vist på borplan, tegning nr. 418147-RIG-TEG-001.

Sonderingsresultatene er presentert i profiler på tegningene 418147-RIG-TEG-100 tom. -101.

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 og tyngdetetthet. Der det har vært mulig, er det også målt udrenert og omrørt skjærfasthet.

Resultater av rutineundersøkelser er presentert som geotekniske data i tegning 418147-RIG-TEG-010, og tilsvarende for kornfordeling i tegningene 418147-RIG-TEG-060 og -061.

Utførelsen av laboratorieundersøkelsene er generelt beskrevet i geoteknisk bilag 2.

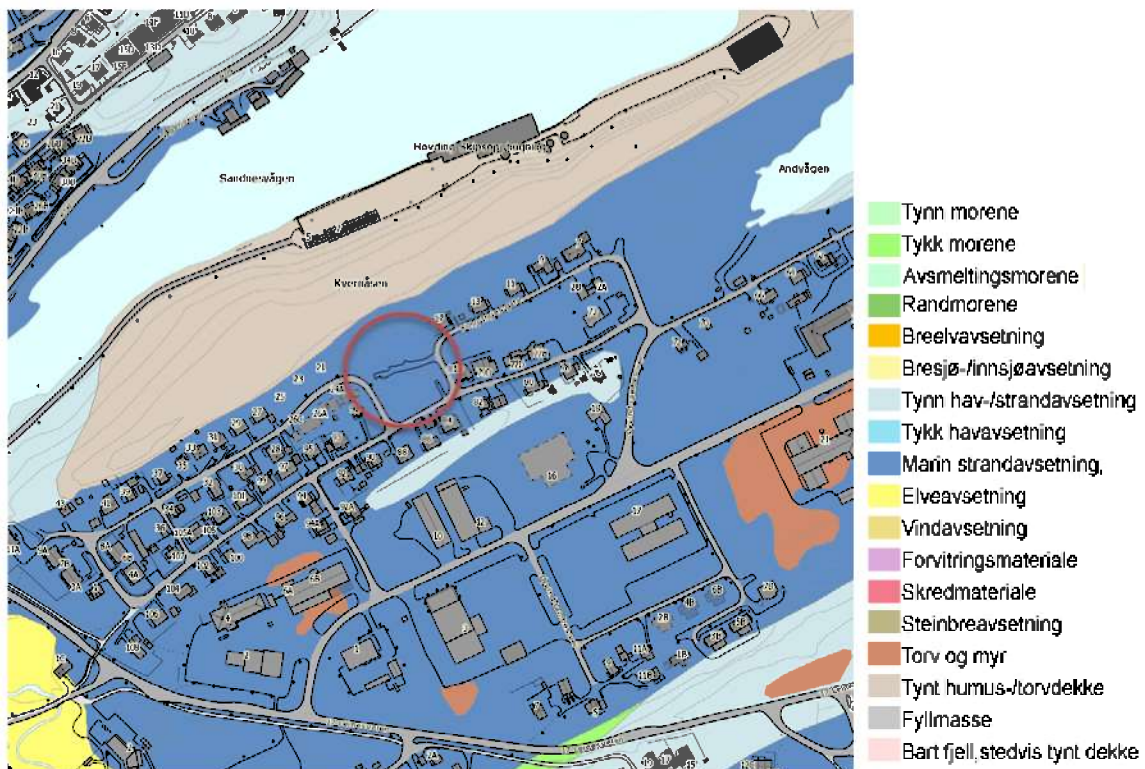
### 3 Terreng og grunnforhold

#### 3.1 Topografi

Den aktuelle tomten, med gnr/bnr 38/1316, ligger ved Kvernåsen i Sandnessjøen, Alstahaug kommune. Tomten avgrenses av Kong Inges gate i øst og vest, og Horvnesveien i sør. Terrenget på den sørlige delen av tomten er relativt flatt og ligger mellom kote +15 og +17. Terrenget stiger nordvestover opp Kvernåsen til noen topper på omtrent kote +27, før det igjen heller ned mot Kvernåsvegen og Sandnesvågen som ligger rundt 110 meter unna tomten.

#### 3.2 Kvartærgeologisk

Kvartærgeologisk kart viser at løsmassene i øvre lag på tomten består av marine strandavsetninger, vanligvis sand og grus. Det bemerkes at kvartærgeologisk kart er basert på relativt grunn prøvetaking, og beskriver dermed kun øvre løsmasselag. Det er markert tynn havavsetning i nærliggende områder, noe som kan indikere leire i dybden.



Figur 3-1: Utsnitt fra løsmassekart. Den røde sirkelen markerer det aktuelle området (kilde: [www.ngu.no](http://www.ngu.no)).

#### 3.3 Grunnforhold

Resultatene fra utførte sonderinger og prøvetaking antyder at løsmassene på tomten hovedsakelig består av siltig finsand. I borpunkt 5 er det påvist leire mellom 2 og 3 meters dybde under terreng.

Alle sonderingene ble avsluttet i berg. Dybden til berg er antatt størst sør på tomten. I borpunkt 1 og 6 ble berg påtruffet på henholdsvis kote -9,3 og kote -8,2. Bergoverflaten stiger i nordlig retning, og ligger på kote +10,2 og +13,8 i henholdsvis borpunkt 3 og 5.

#### 3.4 Sikkerhet mot kvikkleireskred

Leira som ble påtruffet i borpunkt 5 har en omrørt skjærfasthet ( $c_r$ ) mellom 0,6 og 1,1 kN/m<sup>2</sup>, udrenert skjærfasthet ( $c_u$ ) på 8,1 kN/m<sup>2</sup> og en sensitivitet ( $S_t$ ) på 7. Leire defineres som sprøbruddsmateriale når  $c_r < 2$  kN/m<sup>2</sup> og  $S_t \geq 15$ . Da den opptatte prøven i dette borpunktet var

forstyrret antas det at den reelle udrenerte skjærfastheten er større, noe som igjen gir større sensitivitet. At leira har sprøbruddsegenskaper kan derfor ikke utelukkes.

Siden det er berg i dagen flere steder på tomta, og siden mektigheten av leira er begrenset, representerer ikke eventuell kvikkleire/sprøbruddmateriale noen skredfare for området. Det vil imidlertid kunne oppstå problemer knyttet til de bløte leirmassene som må løses i prosjekteringen. Det er ikke marine avsetninger ovenfor tomta. Det er dermed liten risiko for at tomta kan være skredutsatt for skred som starter utenfor tomta. Multiconsult vurderer derfor området som ikke skredutsatt med tanke på kvikkleireskred.

### 3.5 Grunnvann

Poretrykksmålere ble ikke installert som del av de utførte grunnundersøkelsene, men grunnvann ble observert i forbindelse med prøvetaking i borpunkt 5 og 6 på henholdsvis 1,7-2,0 meter og 1,5-1,8 meter under terreng.

### 3.6 Seismisk grunntype

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

Grunnen for de tre planlagte husene vurderes hver for seg, se plantegning på Figur 1-1. Vurderingene er basert på at bergoverflaten ikke har store variasjoner utenfor sonderingene.

Hus A skal fundamenteres minimum 70 % på berg, og grunnen klassifiseres da som grunntype A.

Grunnforholdene der hus B er planlagt klassifiseres som grunntype D, da løsmassene er middels fast med en mektighet over 20 meter.

Grunnforholdene der hus C er planlagt klassifiseres som grunntype E, da løsmassene er middels fast med en mektighet under 20 meter.

## 4 Fundamentering

Området har en del vegetasjon. Dersom det påtreffes humusholdige masser innenfor bygningsarealet, må disse masseutskiftes med sprengstein/pukk. Humusholdige masser vil over tid råtne, og kan føre til skadelige setninger på bygget.

Grunnen i området består av både berg i dagen og bløte løsmasser. For å unngå skadelige differansesetninger bør det ikke fundamenteres delvis på berg og delvis på bløte løsmasser.

## 5 Sluttkommentar

Det påpekes at grunnundersøkelsene avdekker lokale forhold i de respektive borhull/sonderingspunkt. Disse er å betrakte som «nålestikk» og grunnforholdene mellom de aktuelle punktene kan gi avvik fra forholdene påvist ved grunnundersøkelsene.

Dersom det under utgraving avdekkes avvikende grunnforhold må geotekniker kontaktes.



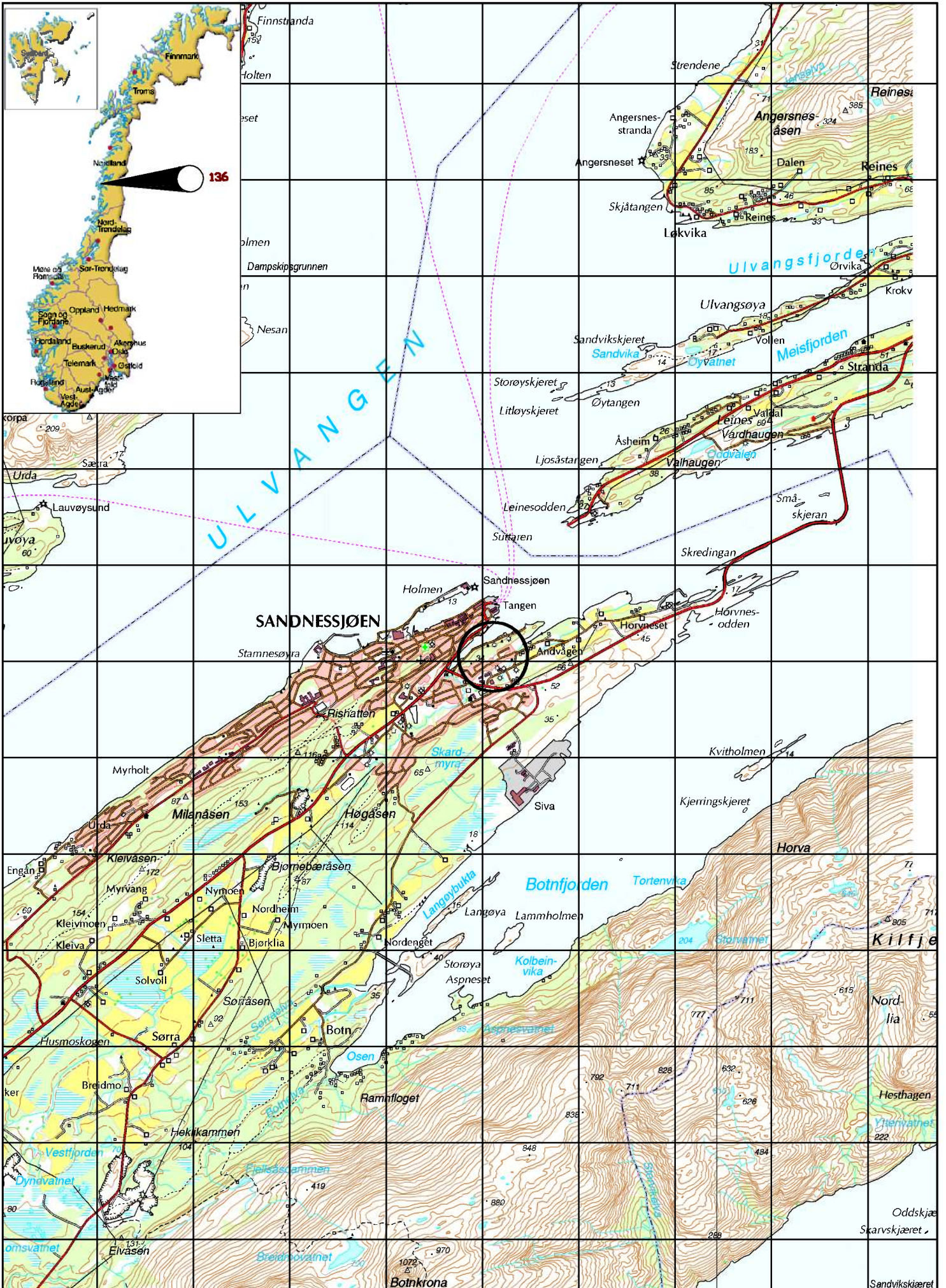
## 6 Referanser

- [1] NS-EN ISO 9001:2008 , Systemer for kvalitetssikring. Krav (ISO 9001:2008)., November 2008.
- [2] Eurocode 7: Geoteknisk prosjektering, Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver. NS-EN 1197-2:2007+NA2008.
- [3] NVE, Retningslinje - Flaum- og skredfare i arealplanar, 2/2011.
- [4] NVE, «Sikkerhet mot kvikkleireskred,» Veileder 7/2014.
- [5] Eurocode 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 (NN1954)</b>
1	Totalsondering	7324064.667	393147.667	+15.3
2	"	7324078.833	393138.887	+15.7
3	"	7324090.035	393132.133	+16.1
5	Totalsondering og prøveserie	7324073.866	393096.061	+17.1
6	"	7324046.030	393109.315	+16.6



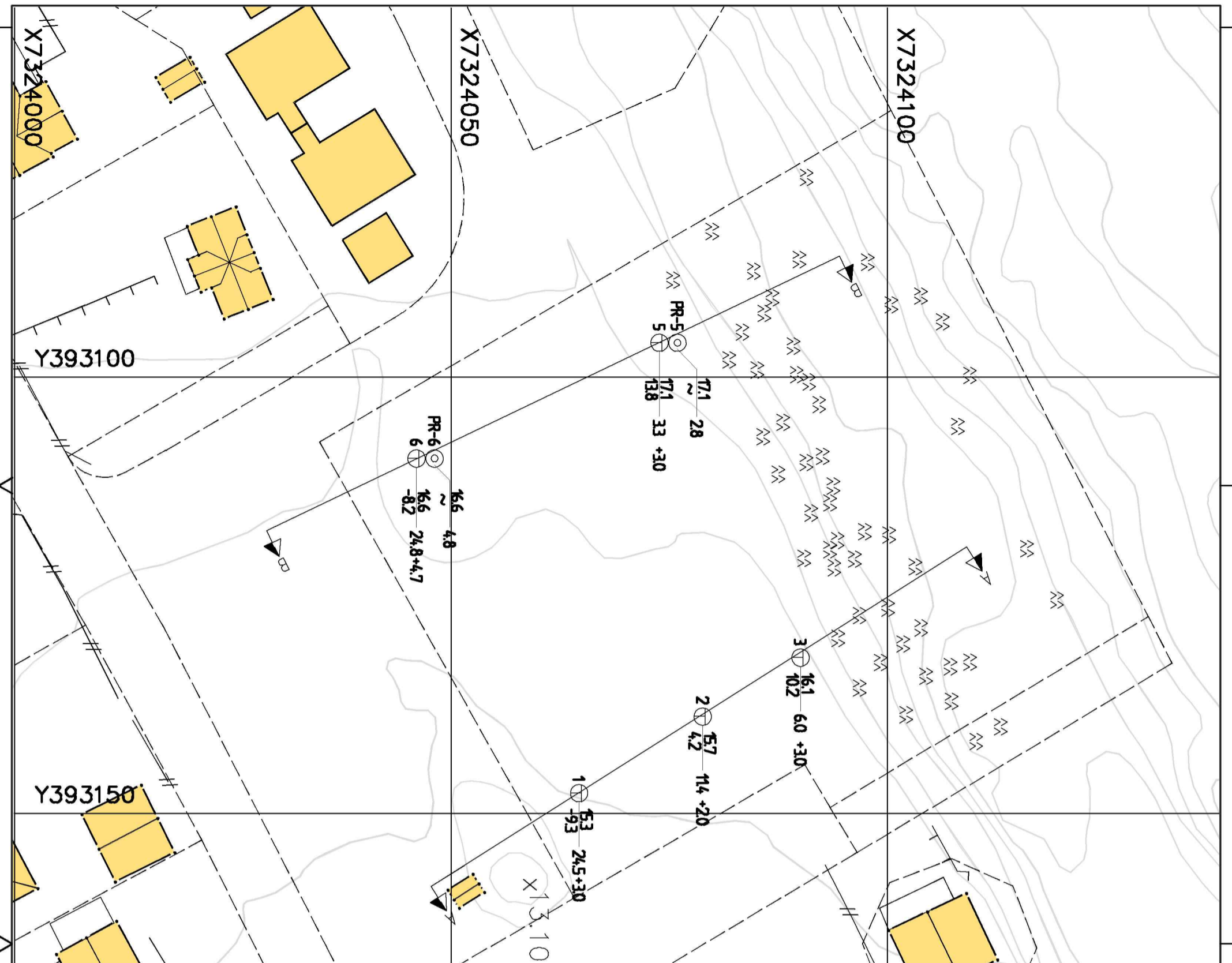
**Multiconsult**

www.multiconsult.no

Kong Inges gate, Sandnessjøen

Oversiktskart

Status	Utsendt	Fag	Geoteknikk	Original format	A4	Dato	15.08.2016
Konstr./Tegnet	AMG	Kontrollert	SILM	Godkjent	RK	Målestokk	1:50000
Oppdragsnr.	418147	Tegningsnr.	RIG-TEG-000			Rev.	00



**TEGNFORKLARING:**

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

KARTGRUNNLAG: Digitalt kart fra Helgeland Boligutleie AS  
 KORDINATSYSTEM: UTM Sone 33W  
 HØYDEREFERANSE: NN 1954  
 UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMENT: GPS GLOMNAS CPDS  
 BORBOK NR: Digital

TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE  
 EKSEMPEL  
 BP 1 ⊕ 430 — 14,8 + 2,4 — BORET DYBDE + BORET I BERG  
 282 — ANTATT BERGKOTE

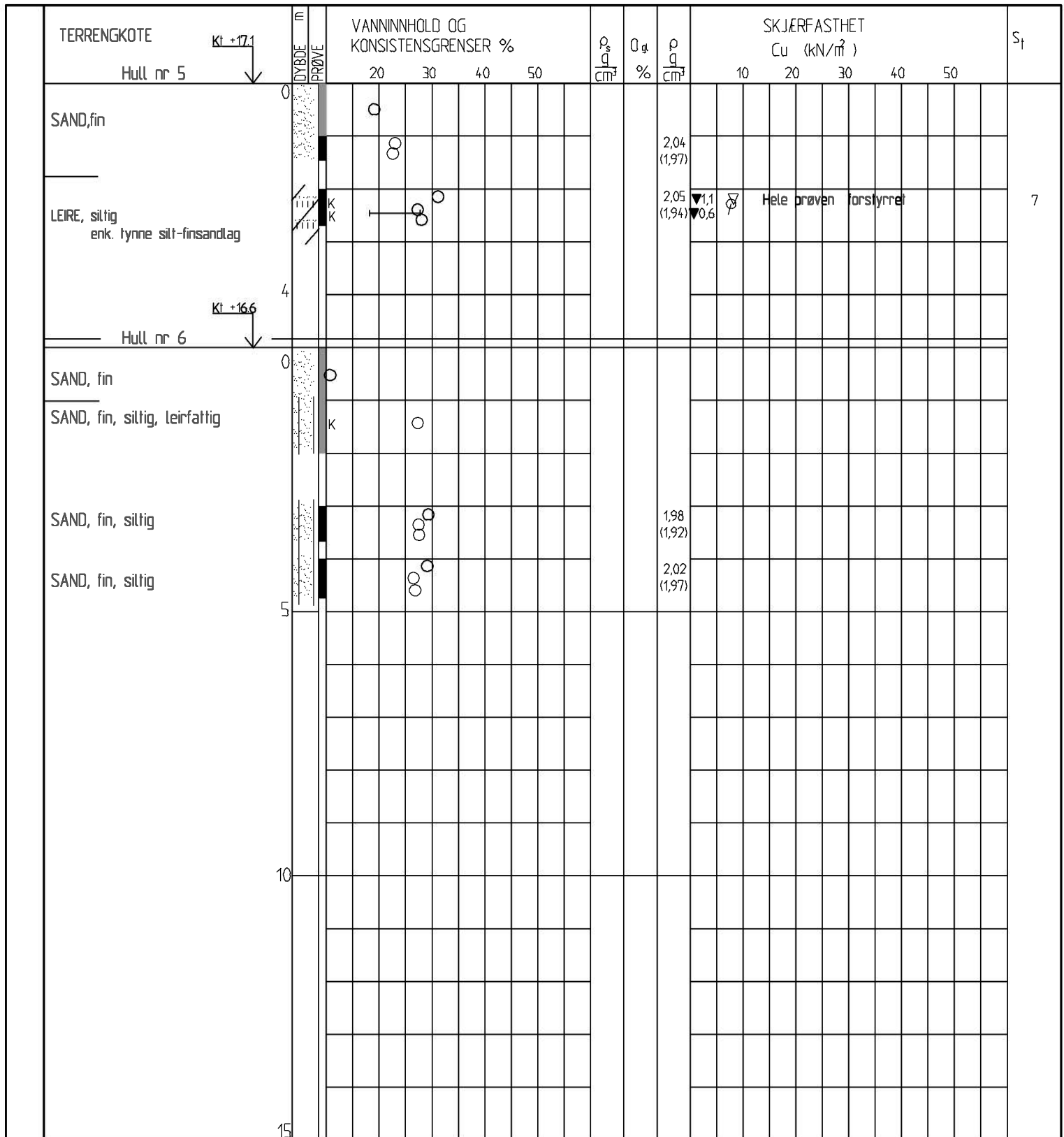
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kont.	Godkj.

**Helgeland Boligutleie AS**  
 Kong Inges gate, Sandnessjøen  
 Borplan

Dato: 15.08.2016  
 Format/Målestokk: 1:500

**Multiconsult**  
 www.multiconsult.no

Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
Utsendt	AMG	SILM	RK
Oppdragsnr.: 4 1814 7	Tegningsnr.: RIG-TEG-001	Rev.: 00	



PR = PRØVESERIE SYLINDER  
PP = POSEPRØVE

○ NATURLIG VANNINHOLD  
—  $w_f$  FLYTEGRENSE V/KONUSFORSØK  
|  $w_p$  PLASTISITETSGRENSE  
 $\sigma_{gl}$  GLØDETAP  
 $\rho_s$  KORNDENSITET

□ KLASSIFISERT FELT  
■ PRØVESERIE SYLINDER  
▒ POSEPRØVE  
▽ KONLUS UFORSTYRRET PRØVE  
∇ KONLUS FORSTYRRET PRØVE

▼ KONLUS ØMRØRT PRØVE  
⊕ ENAKS UFORSTYRRET PRØVE  
⊙ ENAKS FORSTYRRET PRØVE  
⊕ 5 % TØYNING VED BRUDD  
 $S_t$  SENSITIVITET  
 $\rho$  DENSITET

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

## GEOTEKNISKE DATA

Helgeland Boligutleie AS  
Kong Inges gt, Sandnessjøen  
Grunnundersøkelser

Boring nr.

5 og 6

Tegningens filnavn

418147-RIG-TEG-010\_h5 og 6.dwg

Borplan nr.

-001

Boret dato:

28.06.2016

**Multi**  
**consult**

**Multiconsult**

Dato 26.07.2016

Tegnet/kontr. lab  
truk / kjt

Kontrallert  
AMG

Gadkjent  
RK

Oppdragsnr.  
418147

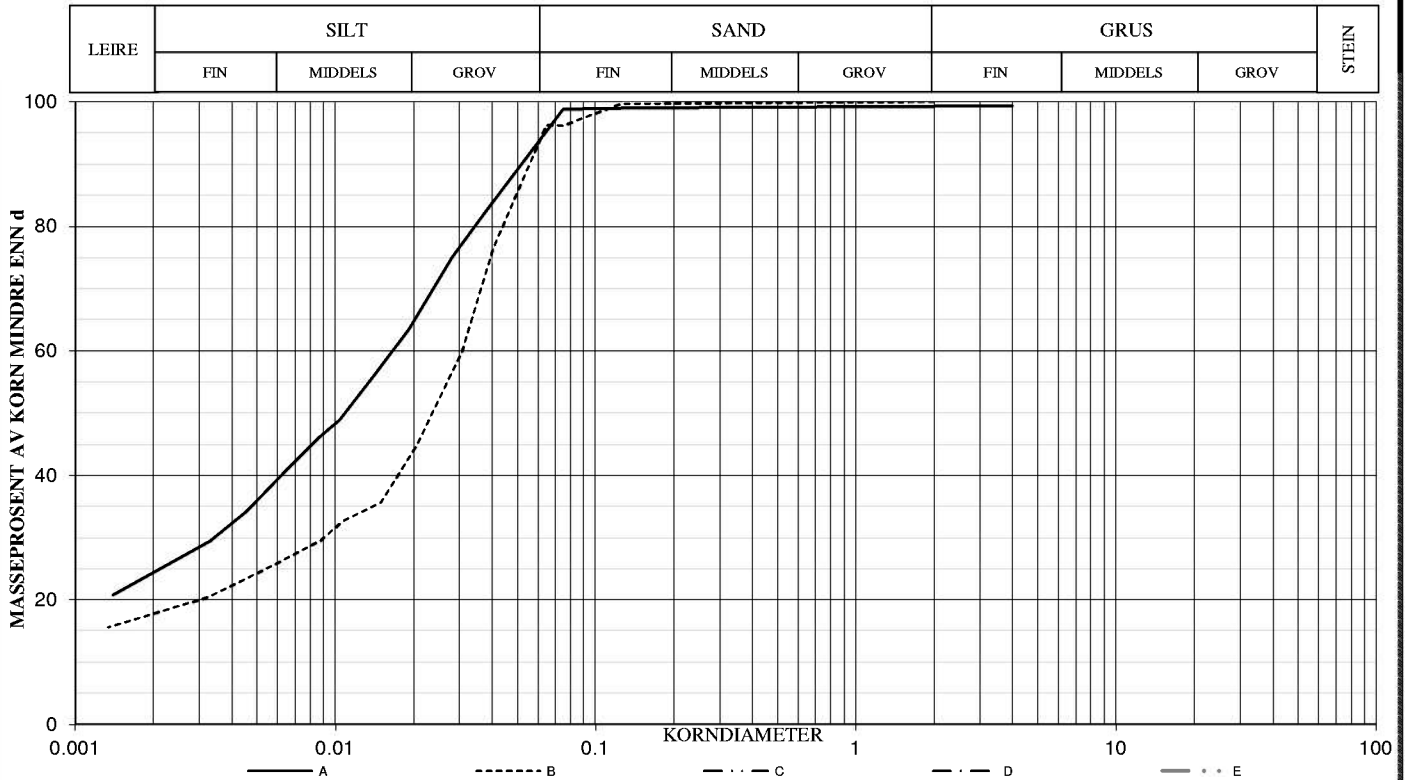
Tegningsnr.  
RIG-TEG-010

Rev.

00

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

SYMBOL	SERIE NR.	DYBDE (m)	JORDARTS BETEGNELSE	Anmerkninger	METODE		
					TS	VS	HYD
A	5	2.23	LEIRE,siltig				X
B	5	2.54	LEIRE,siltig				X
C							
D							
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
					Wf	Wp							
A		27.2									0.0035	0.0110	0.0168
B		27.9									0.0091	0.0242	0.0309
C													
D													
E													

## KORNGRADERING

Helgeland Boligutleie AS  
Kong Inges gt, Sandnessjøen  
Grunnundersøkelser

Tegn./kontrollert  
truk / kjt

Kontrollert  
AMG

Godkjent

RK

Dato

28.07.16

**Multiconsult**  
www.multiconsult.no

OPPDRAK NR.

418147

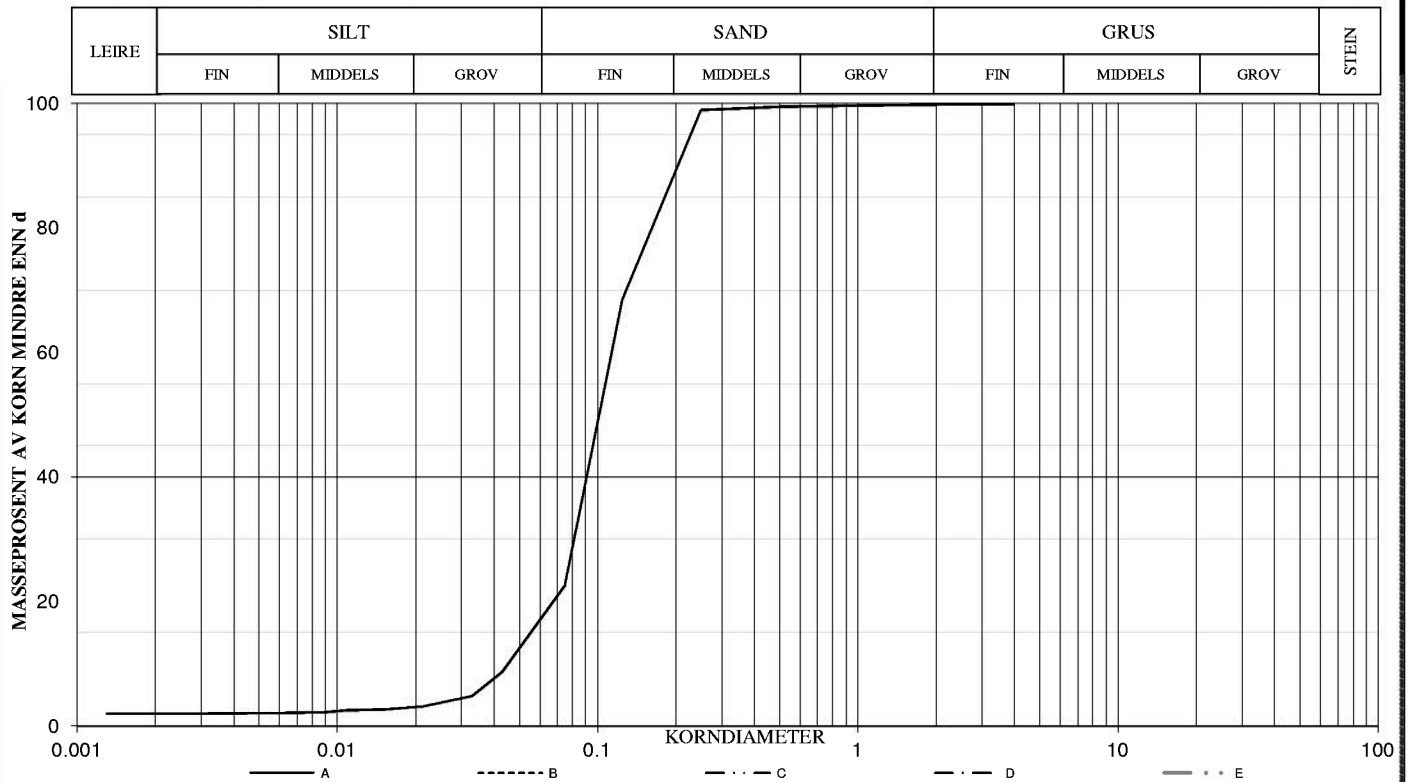
TEGN.NR.

RIG-TEG-060

REV.

00

SYMBOL	SERIE NR.	DYBDE (m)	JORDARTS BETEGNELSE	Anmerkninger	METODE		
					TS	VS	HYD
A	6	1-2m	SAND, fin, siltig, leirfattig		X	X	X
B							
C							
D							
E							



SYMBOL:

Ogl. = Glødetap (%)

Ona. = Humusinnhold (%)

Perm. = Permeabilitet (m/s)

$$C_z = \frac{D_{20}^2}{(D_{60})(D_{10})}$$

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

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
					Wf	Wp							
A		27,22								0.0450	0.0831	0.0996	0.1133
B													
C													
D													
E													

## KORNGRADERING

Helgeland Boligutleie AS  
Kong Inges gt. Sandnessjøen  
Grunnundersøkelser

Tegn./kontrollert  
truk / kjt

Kontrollert  
AMG

Godkjent  
RK

Dato  
28.07.16

**Multiconsult**  
www.multiconsult.no

OPPDRAK NR.

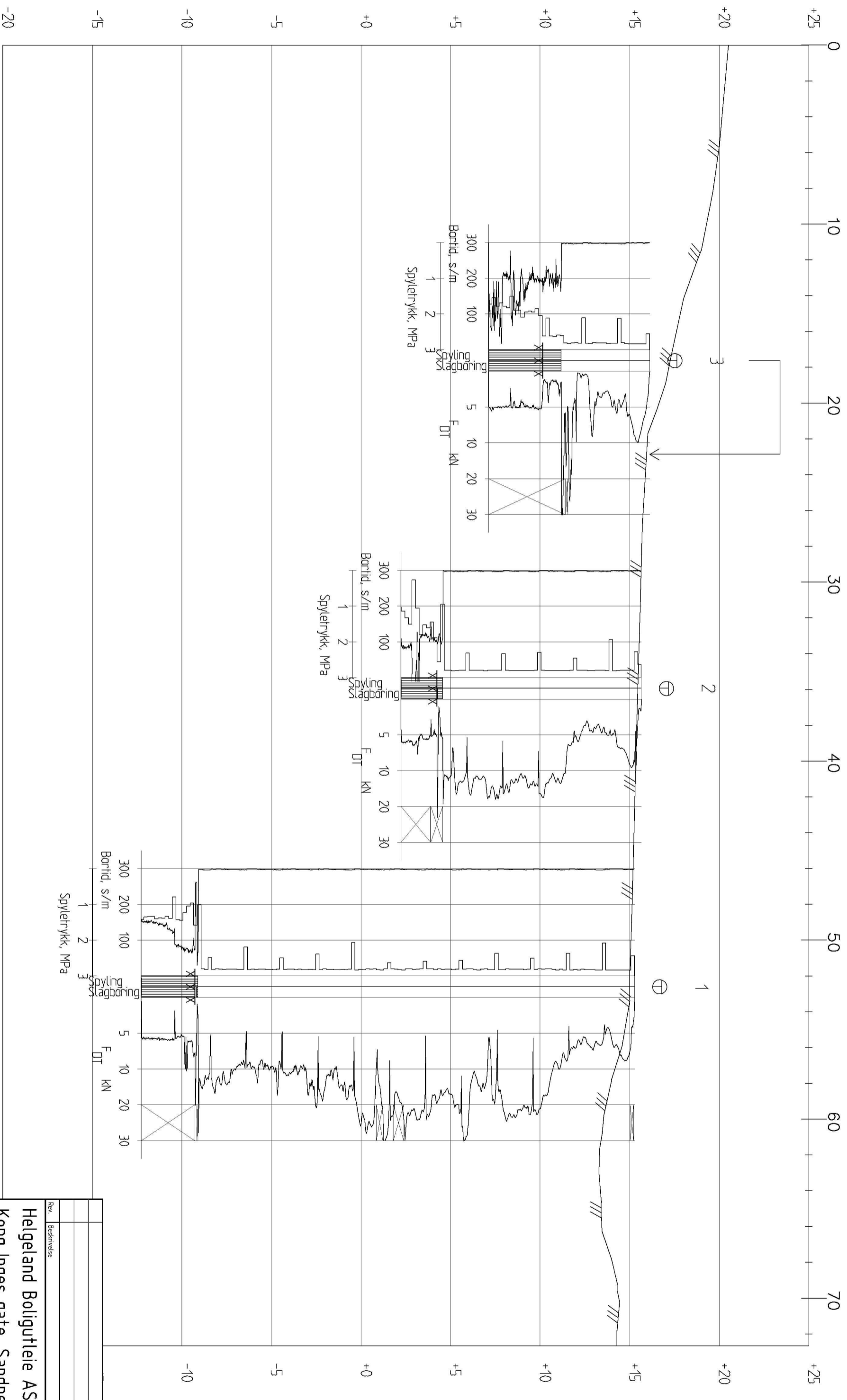
418147

TEGN.NR.

RIG-TEG-061

REV.

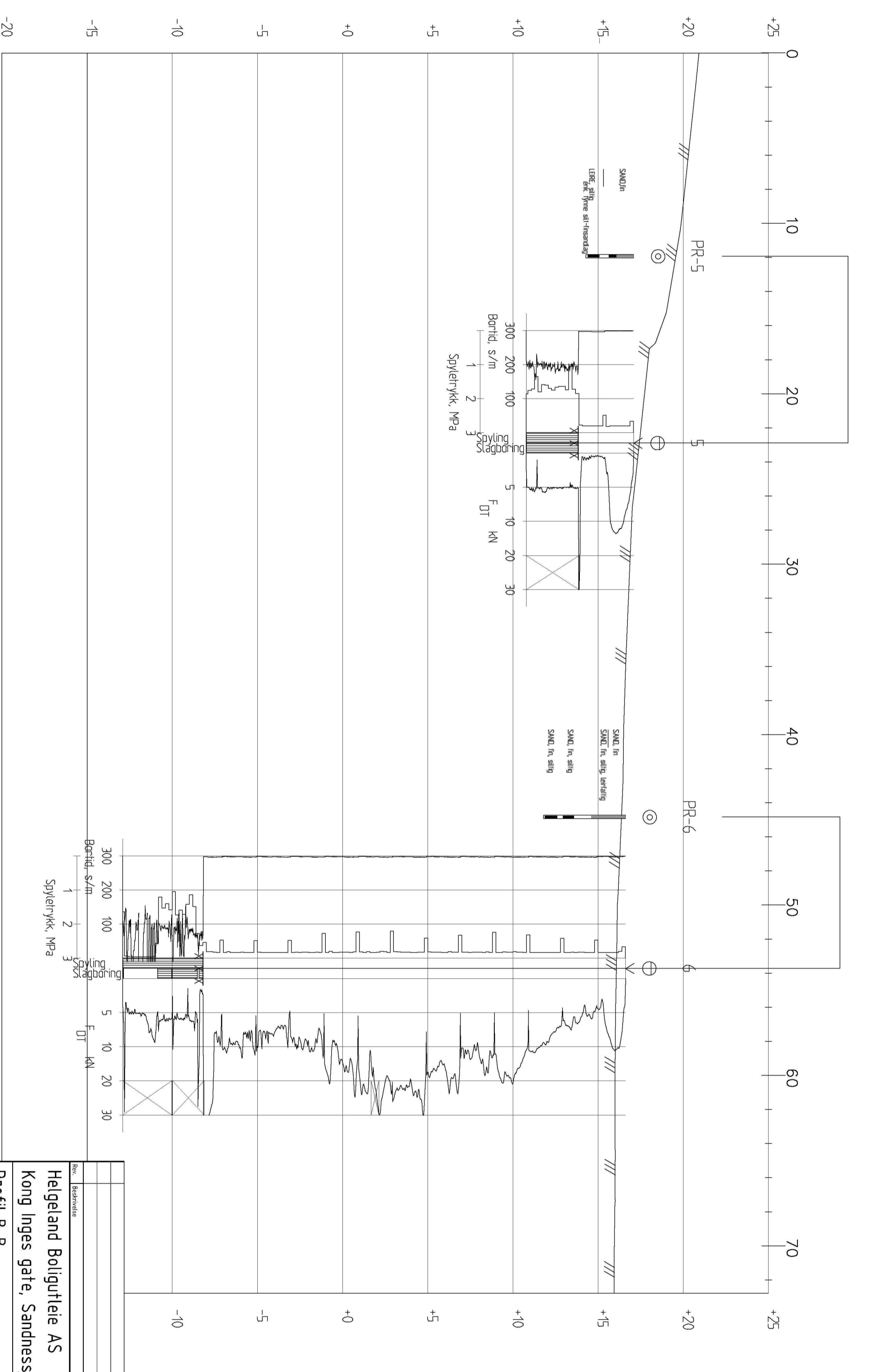
00



Profil A-A

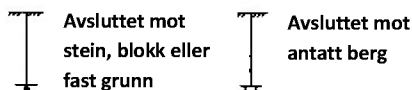
Rev.	Revisjon	Dato	Tegn.	Kontrollert	Dato	Tegn.	Kontrollert
<b>Helgeland Boligutleie AS</b> Kong Inges gate, Sandnessjøen Profil A-A				Dato: 15.08.2016 Formål/Revisjon: 1:200			
<b>Multiconsult</b> www.multiconsult.no		Status Utseende Oppdragsgiver	Prosjekt ANG	Kontrollert SLLM	Godkjent RK	Tegningsnr. RIG-TEG-100	Rev. 00
418147							



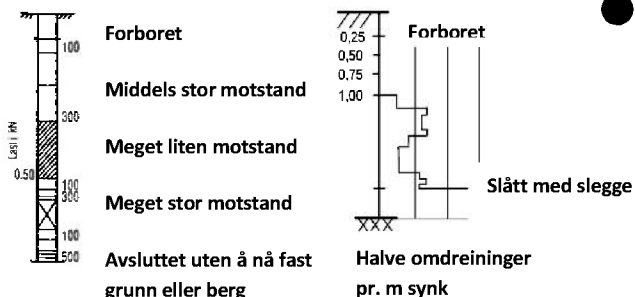


Profil B-B

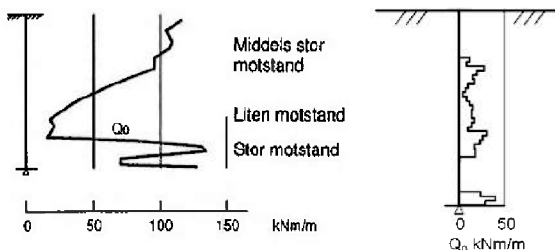
Rev.	Revisjon	Dato	Tegn.	Kontrollert	Godkjent	Rev.
<b>Helgeland Boligutleie AS</b> Kong Inges gate, Sandnessjøen Profil B-B			Dato: 15.08.2016 Formål: ASL Formål/Revisjon: 1:200			
<b>Multiconsult</b> www.multiconsult.no		Status: Utseend Oppdragsgiver: 418147	Konstr./Tegner: AMG	Kontrollert: SLM	Godkjent: RK	Rev.: 00
			RIG-TEG-101			



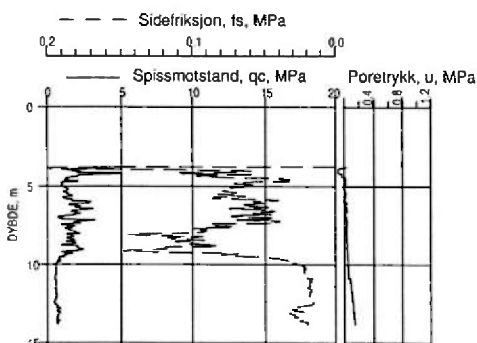
**Sonderinger** utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn.



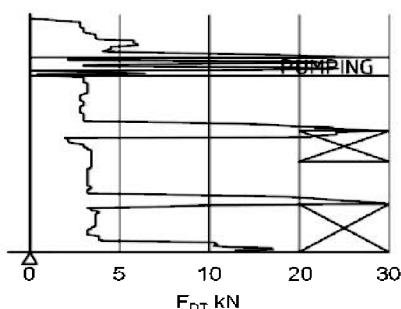
**DREIESONDERING (NGF MELDING 3)**  
Utføres med skjøtbare  $\phi 22$  mm borstenger med 200 mm vridd spiss. Boret dreies manuelt eller maskinelt ned i grunnen med inntil 1 kN (100 kg) vertikalbelastning på stengene. Hvis det ikke synker for denne lasten, dreies boret maskinelt eller manuelt. Antall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



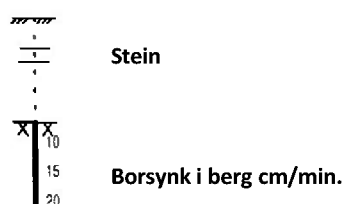
**RAMSONDERING (NS-EN ISO 22476-2)**  
Boringen utføres med skjøtbare  $\phi 32$  mm borstenger og spiss med normert geometri. Boret rammes med en rammeenergi på 0,38 kNm. Antall slag pr. 0,2 m synk registreres. Boremotstanden illustreres ved angivelse av rammemotstanden  $Q_0$  pr. m nedramming.  
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



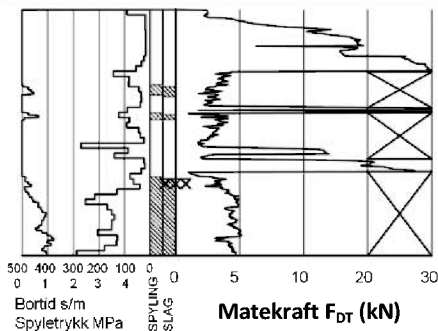
**TRYKKSONDERING (CPT - CPTU) (NGF MELDING 5)**  
Utføres ved at en sylindrisk, instrumentert sonde med konisk spiss presses ned i grunnen med konstant penetrasjonshastighet 20 mm/s. Under nedpressingen måles kraften mot konisk spiss og friksjonshylse, slik at spissmotstand  $q_c$  og sidefriksjon  $f_s$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



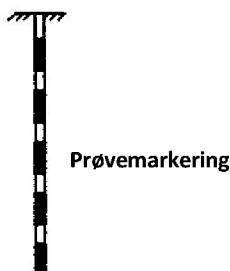
**BERGKONTROLLBORING**  
Utføres med skjøtbare  $\phi 45$  mm stenger og hardmetall borkrone med tilbakeslagsventil. Det benyttes tung slagborhammer og vannspyling med høyt trykk. Boring gjennom lag med ulike egenskaper, for eksempel grus og leire, kan registreres, likedan penetrasjon av blokker og større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



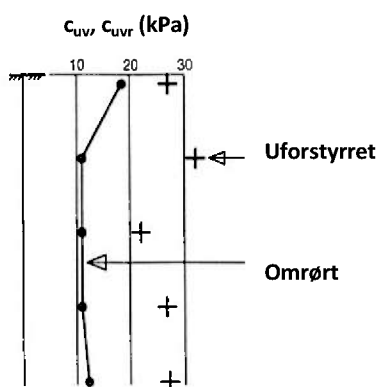
**T TOTALSONDERING (NGF MELDING 9)**  
Kombinerer metodene dreietrykkssondering og bergkontrollboring. Det benyttes  $\phi 45$  mm skjøtbare borstenger og  $\phi 57$  mm stiftborkrone med tilbakeslagsventil. Under nedboring i bløte lag benyttes dreietrykkmodus, og boret presses ned i bakken med konstant hastighet 3 m/min og konstant rotasjonshastighet 25 omdreininger/min. Når faste lag påtreffes økes først rotasjonshastigheten. Gir ikke dette slag 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.



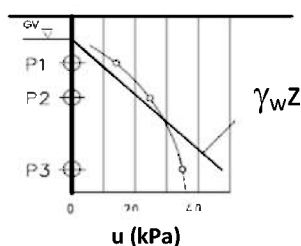
**⊙ MASKINELL NAVERBORING**  
Utføres med hul borstang påsveisert en metallspiral med fast stige høyde (auger). Med borrhigg kan det bores til 5-20 m dybde, avhengig av jordart, lagringsfasthet og beliggenhet av grunnvannstanden. Med denne metoden kan det tas forstyrrede poseprøver ved å samle materialet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

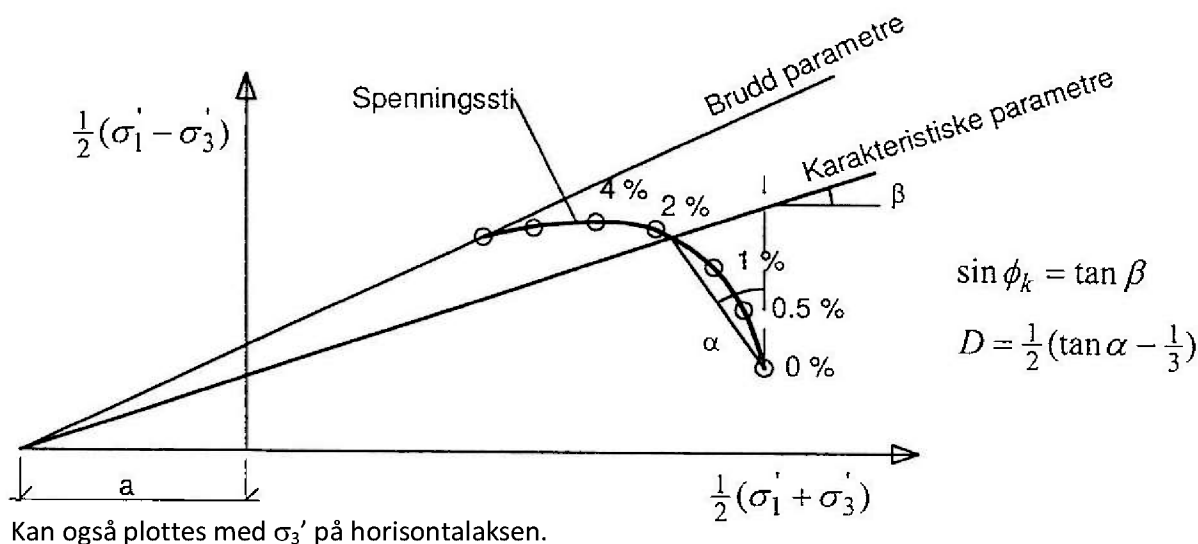
**Effektivspenningsanalyse: Effektive skjærfasthetsparametre a, c,  $\phi$  (tan $\phi$ ) (kPa, kPa, °, (-))**

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 ( $c_{u1}$ ) (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)**

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

**TYNGDETETHETER**

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

**PORETALL OG PORØSITET (NS 8014)**

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

**KORNFORDELINGSANALYSER (NS 8005)**

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

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

Jordartens deformasjons- og konsolideringsegenskaper benyttes ved setningsberegning og bestemmes ved hjelp av belastningsforsøk i ødometer. Jordprøven bygges inn i en stiv ring som forhindrer sideveis deformasjon og belastes vertikalt med trinnvis eller kontinuerlig økende last. Sammenhengende verdier for last og deformasjon (tøyning  $\epsilon$ ) registreres, og materialets deformasjonsmodul (stivhet) kan beregnes som  $M = \Delta\sigma'/\Delta\epsilon$ . Denne presenteres som funksjon av vertikalspenningen  $\sigma'$ . Deformasjonsmodulen viser en systematisk oppførsel for ulike jordarter og 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 laboratoriet ved konstant eller fallende potensial, eventuelt ved pumpe- eller strømningsforsøk i felt.

**KOMPRIMERINGSEGENSKAPER**

Ved komprimering av en jordart oppnås tettere lagring av mineral-kornene. 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-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