

---

RAPPORT

# Livneset, Vestnes kommune

---

OPPDRAGSGIVER  
Vestnes Energi AS

EMNE  
Geotekniske grunnundersøkelser

DATO / REVISJON: 30. august 2017 / 00  
DOKUMENTKODE: 418911-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>Livneset, Vestnes kommune</b>	DOKUMENTKODE	418911-RIG-RAP-001
EMNE	Geotekniske grunnundersøkelser	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	<b>Vestnes Energi AS</b>	OPPDRAGSLEDER	Christian Rekdal Havnegjerde
KONTAKTPERSON	Stein Bergheim	UTARBEIDET AV	Amund Quitzau Growen
KOORDINATER	SONE: 32V ØST: 4025 NORD: 69447	ANSVARLIG ENHET	3012 Midt Geoteknikk
GNR./BNR./SNR.	45 / 66 / - / Vestnes		

## SAMMENDRAG

IKON AS har etter oppdrag fra Vestnes Energi, regulert området på Livneset i Vestnes kommune til boligformål. Området er fylt ut i flere omganger, og Multiconsult er i denne sammenheng engasjert for å utføre en geoteknisk grunnundersøkelse av fyllingen for å dokumentere byggegrunnen.

Feltundersøkelsene omfattet 19 stk. totalsonderinger, og prøvegraving i 4 punkter.

Under asfalten antyder sonderingene og prøvegraving at løsmassene består fyllmasser med ca. 2-3 meters mektighet. Fyllmassene består for det meste av sand og grus, samt enkelte blokker og annet avfall. Under fyllmassene er det grove løsmasser av sand og grus med mulige innslag av silt og leire. Mektigheten på løsmassene varierer mellom 1,0 og 16,1 meter, og er generelt minst i den vestlige delen av området, og større i øst mot sjøen.

Alle 19 totalsonderinger vurderes avsluttet i berg. Bergoverflaten ligger høyest i vest, der den ligger mellom kote +1,3 (BP.17) og +2,3 (BP.18). Videre heller bergoverflaten østover mot sjøen. Nivået er lavest i sjøen ved de nordligste sonderingene, der bergoverflaten er påtruffet på kote -11,6 (BP.3) og -13,3 (BP.2).

00	30.08.2017	Datarapport grunnundersøkelser	Amund Q. Growen	C. R. Havngjerde	Håvard Narjord
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
<b>3</b>	<b>Terreng og grunnforhold .....</b>	<b>7</b>
3.1	Områdebeskrivelse .....	7
3.2	Grunnforhold - kvartærgeologi.....	7
3.3	Grunnforhold - løsmasser .....	7
3.4	Grunnforhold - berg.....	7
3.5	Seismisk grunntype.....	8
<b>4</b>	<b>Referanser .....</b>	<b>8</b>
<b>I.</b>	<b>Vedlegg A – Koordinater borpunkt.....</b>	<b>9</b>

## TEGNINGER

418911-RIG-TEG	-000	Oversiktskart
	-001	Borplan
	-100	Profil A-A
	-101	Profil B-B
	-102	Profil C-C
	-103	Profil D-D
	-104	Profil E-E
	-105	Profil F-F
	-106	Profil G-G
	-107	Profil H-H

## VEDLEGG

Vedlegg A – Koordinater borpunkt

Vedlegg 1 – PG-1

Vedlegg 2 – PG-2

Vedlegg 3 – PG-3

Vedlegg 4 – PG-4

## GEOTEKNISKE BILAG

Geotekniske bilag; Feltundersøkelser

Geotekniske bilag; Laboratorieundersøkelser

Geotekniske bilag; Oversikt over metodestandarder – felt og lab

## 1 Innledning

### 1.1 Bakgrunn

IKON AS har etter oppdrag fra Vestnes Energi, regulert området på Livneset i Vestnes kommune til boligformål. Området som er regulert er delvis fylt ut gjennom flere omganger, og Multiconsult er i denne sammenheng engasjert for å utføre en geoteknisk grunnundersøkelse av eksisterende fylling. Dette skal gi informasjon om mektighet og beskaffenhet av både fylling og løsmasselag under fylling, samt dybde til berg.

Område BKS\_03 skal ikke bygges ut i denne omgang

Foreliggende datarapport inneholder resultatene av de utførte geotekniske grunnundersøkelsene.



Figur 1-1: Oversiktsbilde av området fra norgeskart.no (V), reguleringsplan fra IKON AS (H)

### 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 feltundersøkelsene utført i henhold til Norsk Geoteknisk Forenings meldinger. Se for øvrig bilag nr. 3 for samlet oversikt over utvalgte metodestandarder.

## 2 Grunnundersøkelser

### 2.1 Feltundersøkelser

Feltarbeidet for sonderinger ble utført mellom den 2. og 8. august 2017. Boringene ble utført med Geotech 607D beltegående borerigg.

Feltundersøkelsene omfattet 19 stk. totalsonderinger.

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

Prøvegraving ble utført den 1. august 2017, og omfattet undersøkelser i fire punkter. Massene har blitt visuelt klassifisert i felt. Oversikt over klassifisering finnes i vedlegg 1-4.

Borpunkter er satt ut og innmålt med DGPS utstyr (Trimble GeoExplorer 6000 series GeoXR) av borleder. Systemet opplyses å ha en nøyaktighet på inntil +/- 2,0 cm i horisontalplanet, og +/- 5,0 cm i høyde. Oversikt over koordinater finnes i Vedlegg A.

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

Høyder for prøvegravingspunkt er tatt fra digitalt kartgrunnlag.

Plassering av borpunkt og prøvegravingspunkt er vist på borplan, tegning nr. 418911-RIG-TEG-001.

Sonderingsresultatene er presentert i profiler på tegningene 418911-RIG-TEG-100 tom. -107.

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

### 3 Terreng og grunnforhold

#### 3.1 Områdebeskrivelse

Det aktuelle området ligger i sjøkanten på Livneset i Vestnes kommune. Det opprinnelige terrenget på land heller svakt mot Tresfjorden fra Remmingsvegen som ligger på rundt kote +8,0. Fra midten av tomta flater terrenget ut mellom kote +2,0 og +3,0.

#### 3.2 Grunnforhold - kvartærgeologi

Kvartærgeologisk kart viser at løsmassene i det aktuelle området i hovedsak består av marin strandavsetning. Dette er løsmasser som normalt består av sand og grus, og som kan ha lag av leire i dybden.



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

#### 3.3 Grunnforhold - løsmasser

Under asfalten antyder sonderingene og prøvegraving at løsmassene består fyllmasser med ca. 2-3 meters mektighet. Fyllmassene består for det meste av sand og grus, samt enkelte blokker og annet avfall. Under fyllmassene er det grove løsmasser av sand og grus med mulige innslag av silt og leire. Mektigheten på løsmassene varierer mellom 1,0 og 16,1 meter, og er generelt minst i den vestlige delen av området, og større i øst mot sjøen.

#### 3.4 Grunnforhold - berg

Alle 19 totalsonderinger vurderes avsluttet i berg. Bergoverflaten ligger høyest i vest, der den ligger mellom kote +1,3 (BP.17) og +2,3 (BP.18). Videre heller bergoverflaten østover mot sjøen. Nivået er lavest i sjøen ved de nordligste sonderingene, der bergoverflaten er påtruffet på kote -11,6 (BP.3) og -13,3 (BP.2).

### 3.5 Seismisk grunntype

Grunnforholdene klassifiseres med seismisk grunntype i henhold til Eurokode 8, klassifiseringen er gitt i forhold til dagens terrengnivå og kan endre seg ved endelig nivå på fundamenter.

BKS\_01 klassifiseres til grunntype A

BKS\_02 klassifiseres til grunntype E

BKS\_04 klassifiseres til grunntype E

## 4 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/ Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning – Del 1: Almenne 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 32V).

Borpunkt	Type	N	E	Høyde (NN2000)
1	Totalsondering	6944770.164	402383.658	+3,1
2	"	6944803.896	402389.729	-0,6
3	"	6944780.944	402414.265	-0,6
4	"	6944753.080	402401.208	+3,6
5	"	6944748.266	402447.569	+2,2
6	"	6944774.846	402438.310	+2,9
7	"	6944761.127	402457.316	+2,0
8	"	6944733.935	402468.262	+1,9
9	"	6944749.588	402474.323	+2,0
10	"	6944731.650	402492.667	+2,4
11	"	6944721.054	402484.146	+2,4
12	"	6944701.760	402485.759	+2,2
13	"	6944703.329	402452.452	+1,9
14	"	6944720.069	402454.968	+2,0
15	"	6944708.224	402426.314	+2,7
16	"	6944726.676	402424.424	+3,8
17	"	6944715.867	402391.225	+6,8
18	"	6944734.220	402394.075	+6,5
19	"	6944761.440	402416.411	+3,1
PG1	Prøvegraving			
PG2	"			
PG3	"			
PG4	"			

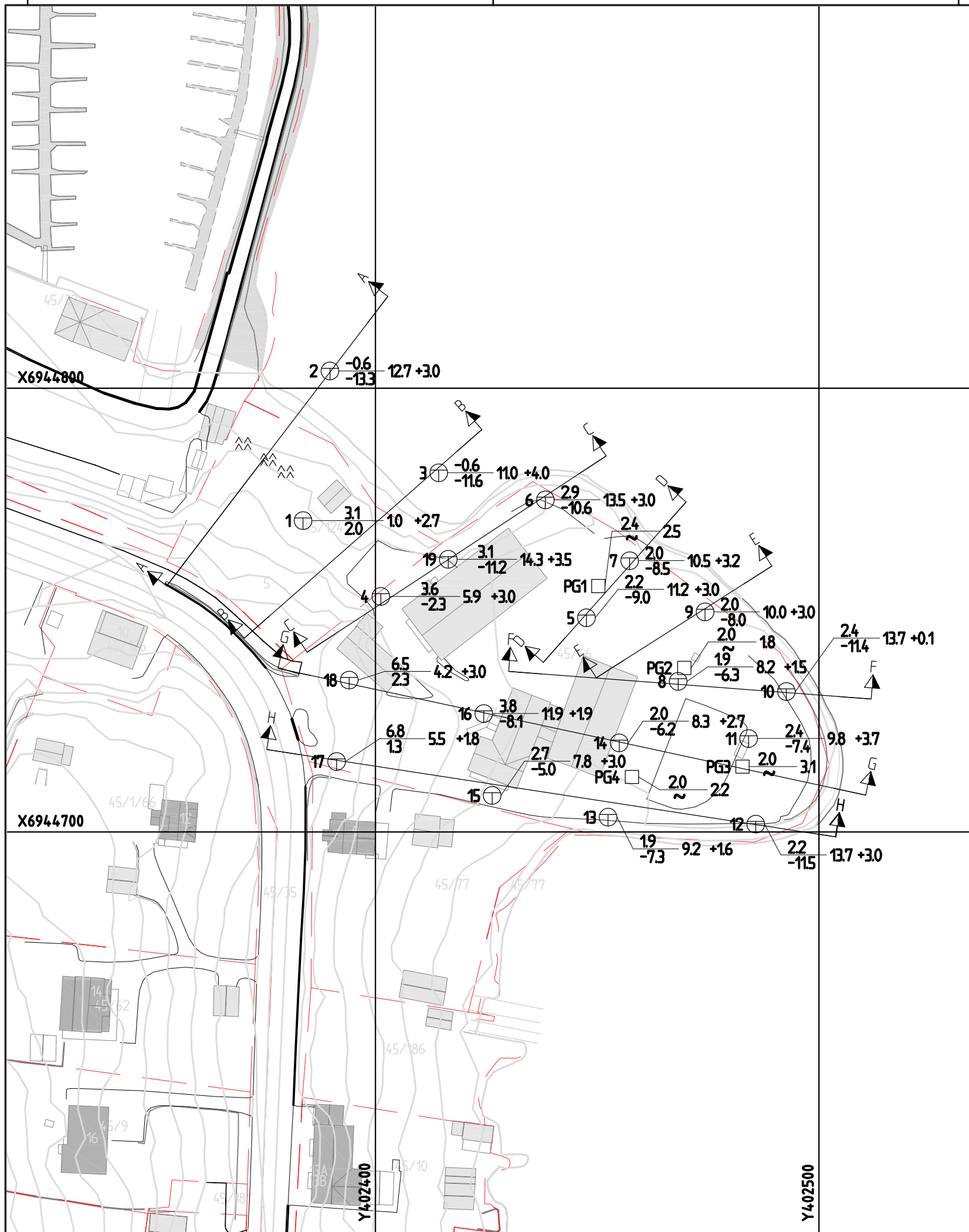


**Multiconsult**

www.multiconsult.no

Livneset, Vestnes kommune  
Oversiktskart

Status	A4	Fag	Geoteknikk	Original format	A4	Dato	14.08.2017
Konstr./Tegnet	AMG	Kontrollert	CRH	Godkjent	HAN	Målestokk	1:50000
Oppdragsnr.	418911	Tegningsnr.	RIG-TEG-000	Rev.			00



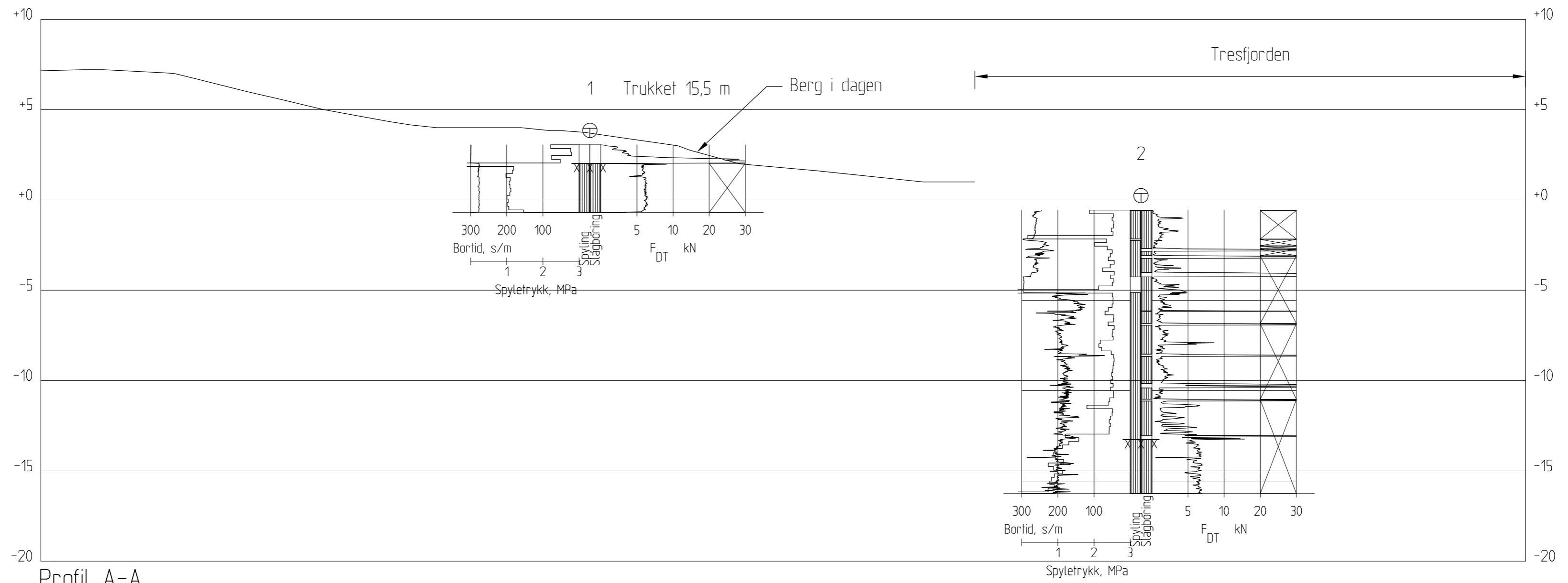
**TEGNFORKLARING:**

● DREIESONDERING	⊙ PRØVESERIE	⊕ PORETRYKKMÅLING
○ ENKEL SONDERING	□ PRØVEGROP	⊗ KJERNEBORING
▼ RAMSONDERING	⬇ DREIETRYKKSONDERING	⊠ FJELLKONTROLLBORING
▽ TRYKKSONDERING	⊠ SKRUPLATEFORSØK	⌘ BERG I DAGEN
⊕ TOTALSONDERING	+ VINGEBORING	

KARTGRUNNLAG: Digitalt kart fra IKON AS  
 KOORDINATSYSTEM: UTM Sone 32V  
 HØYDEREFERANSE: NN 2000  
 UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMENT: GPS GLONAS CPOS  
 BORBOK NR: Digital

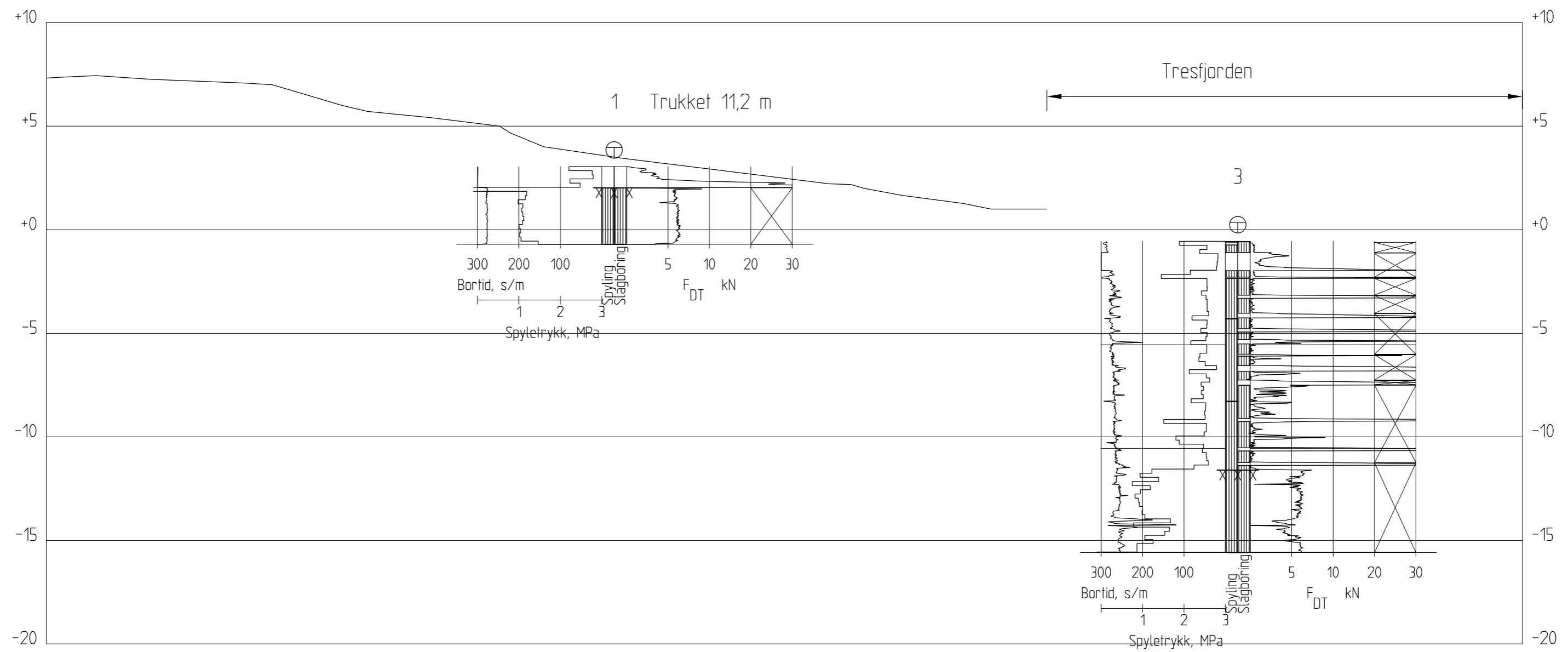
EKSEMPEL  
 BP 1 ⊕  $\frac{430}{28.2}$  14.8 +2.4 — BORET DYBDE + BORET I BERG  
 ANTATT BERGKOTE

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Vestnes Energi AS		Fag		Format
	Livneset, Vestnes kommune		Geoteknikk		A3
	Borplan		Dato	14.08.2017	
			Format/Målestokk:	1:1000	
<b>Multiconsult</b> www.multiconsult.no		Status Utsendt	Konstr./Tegnet AMG	Kontrollert CRH	Godkjent HAN
		Oppdragsnr. 418911	Tegningsnr. RIG-TEG-001	Rev. 00	



Profil A-A

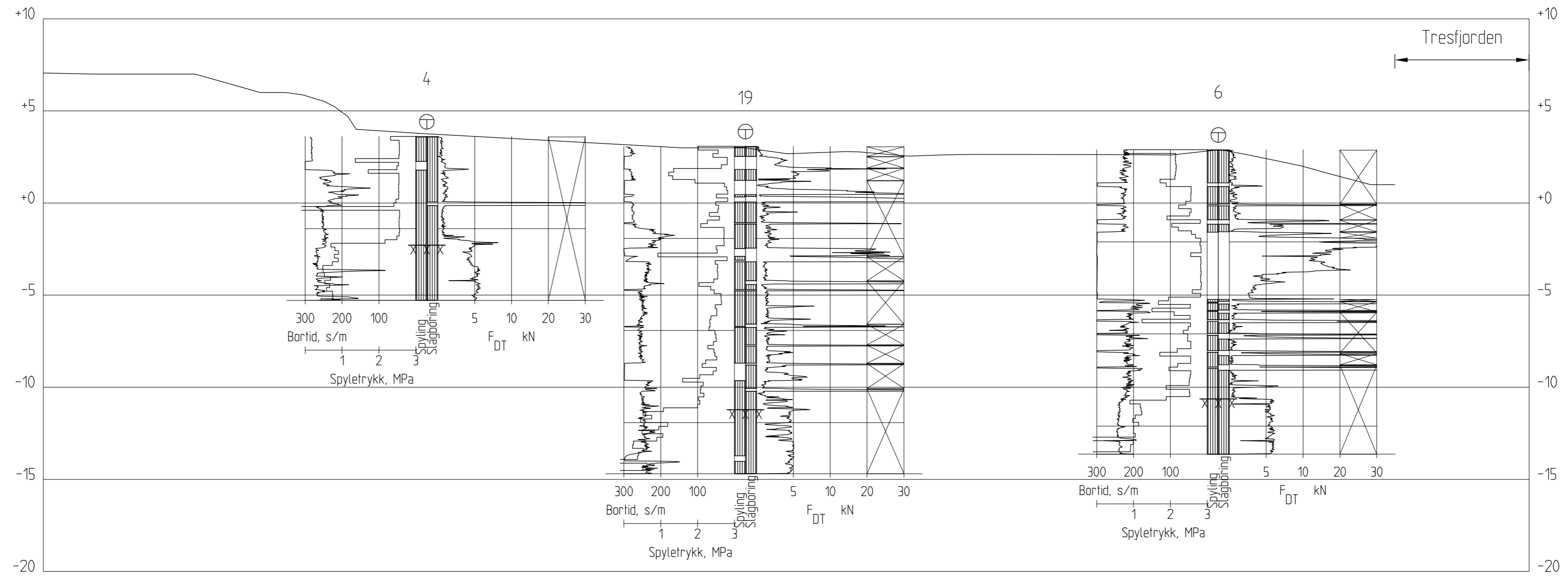
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Vestnes Energi AS		Fag		Format
	Livneset, Vestnes kommune		Geoteknikk		A3L
	Profil A-A	10.08.2017	Dato		Format/Målestokk:
					1:200
	<b>Multiconsult</b>	Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
	www.multiconsult.no	Utsendt	AMG	CRH	HAN
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
		418911	RIG-TEG-100		00



Profil B-B

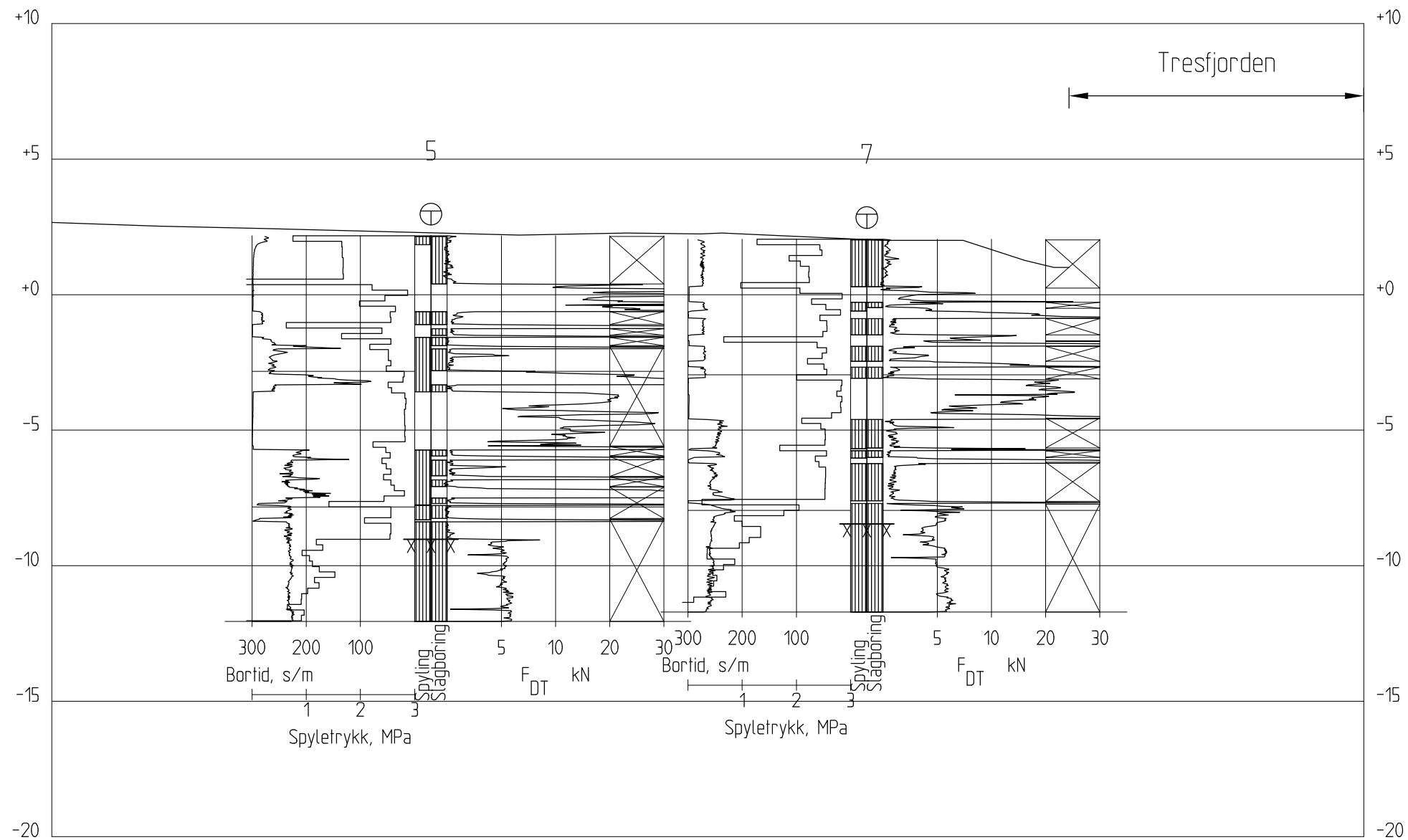
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Vestnes Energi AS		Fag		Format
	Livneset, Vestnes kommune		Geoteknikk		A3L
		Dato	16.08.2017		
	Profil B-B	Format/Målestokk:	1:200		
		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		Utsendt	AMG	CRH	HAN
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		418911	RIG-TEG-101	00	

**Multiconsult**  
www.multiconsult.no



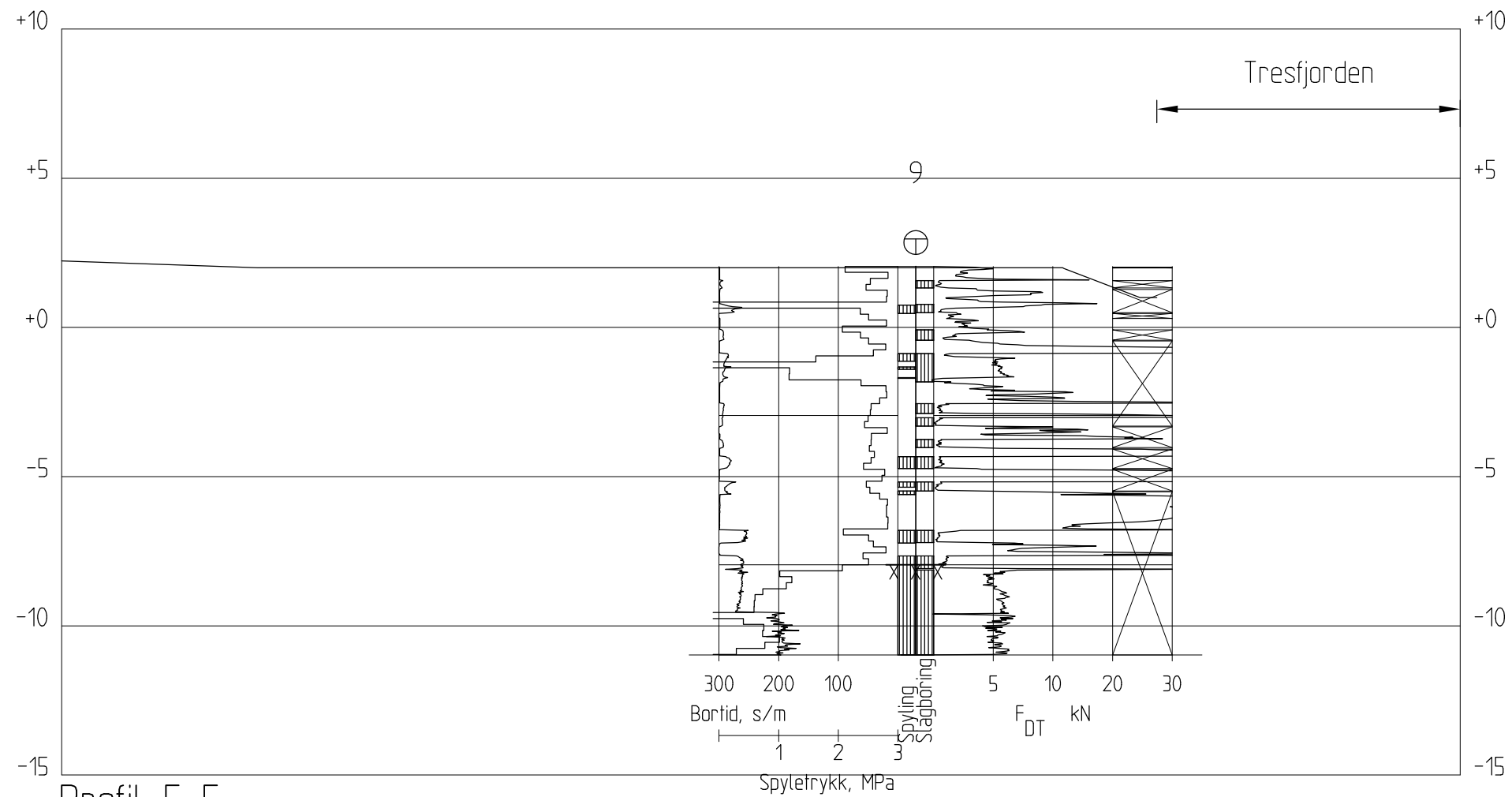
Profil C-C

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Vestnes Energi AS		Fag		Format
	Livneset, Vestnes kommune		Geoteknikk		A3L
	Profil C-C		Dato	16.08.2017	Format/Målestokk:
					1:200
	<b>Multiconsult</b>	Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
	www.multiconsult.no	Utsendt	AMG	CRH	HAN
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
		418911	RIG-TEG-102		00



Profil D-D

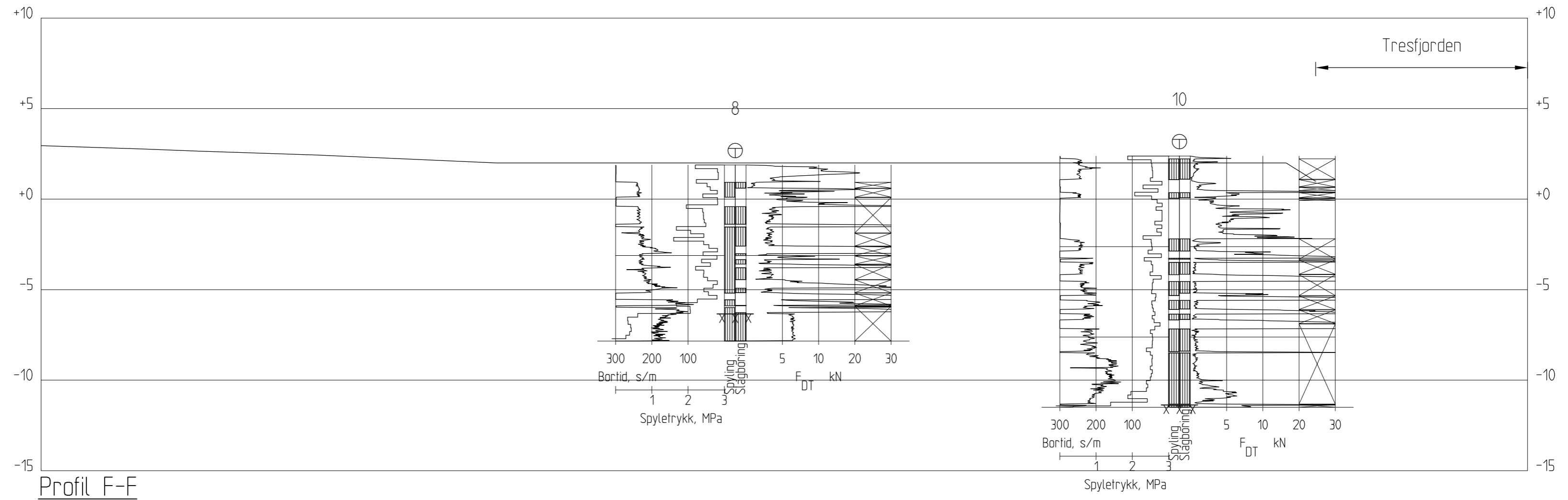
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Vestnes Energi AS		Fag		Format
	Livneset, Vestnes kommune		Geoteknikk		A3
	Profil D-D		Dato		16.08.2017
			Format/Målestokk:		1:200
	<b>Multiconsult</b>	Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
	www.multiconsult.no	Utsendt	AMG	CRH	HAN
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
		418911	RIG-TEG-103		00



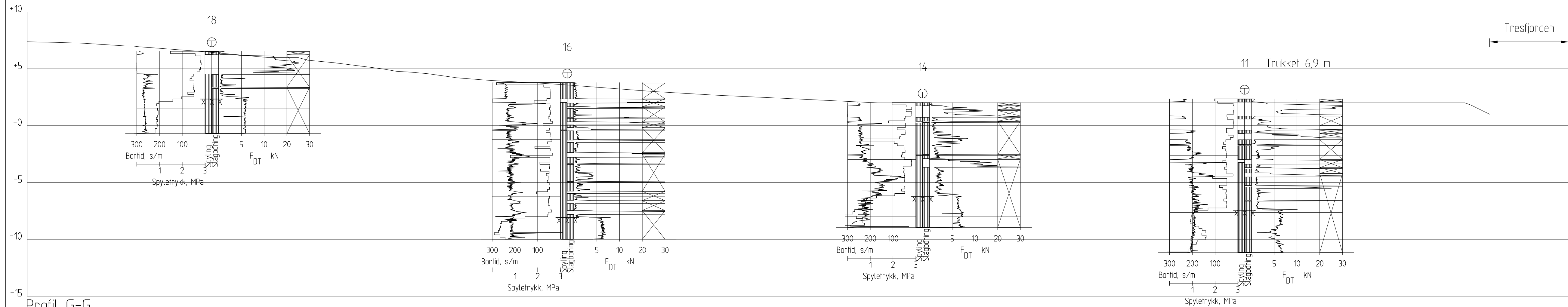
Profil E-E

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Vestnes Energi AS		Fag Geoteknikk		Format A3
	Livneset, Vestnes kommune		Dato	16.08.2017	
	Profil E-E		Format/Målestokk:	1:200	
<b>Multiconsult</b> www.multiconsult.no		Status Utsendt	Konstr./Tegnet AMG	Kontrollert CRH	Godkjent HAN
	Oppdragsnr. 418911	Tegningsnr. RIG-TEG-104			Rev. 00



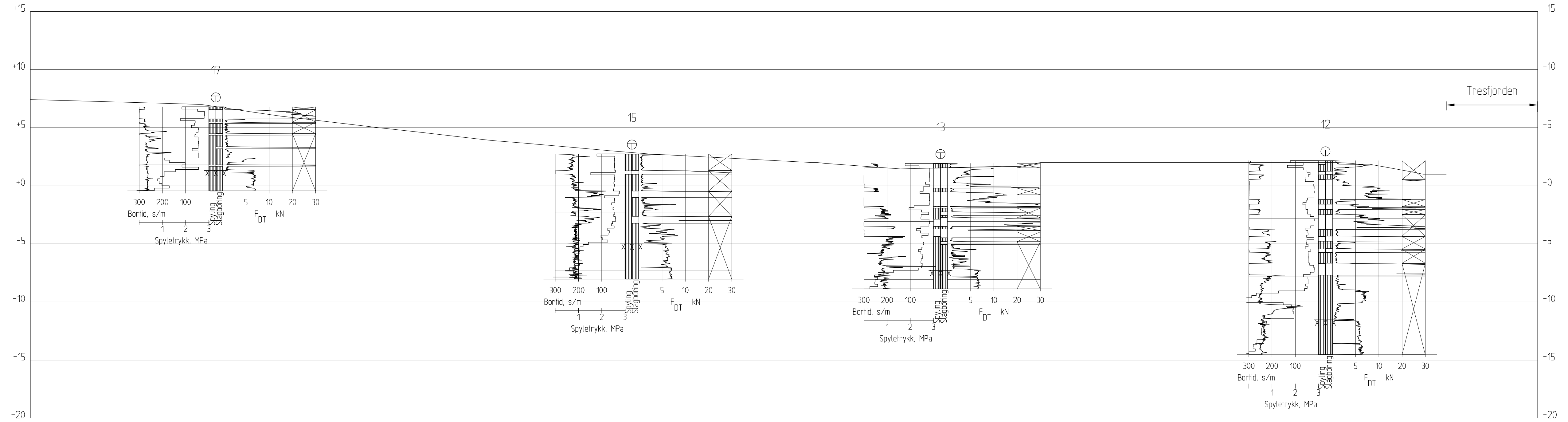


Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Vestnes Energi AS		Fag		Format
	Livneset, Vestnes kommune		Geoteknikk		A3L
	Profil F-F		Dato	16.08.2017	Format/Målestokk:
					1:200
	<b>Multiconsult</b>	Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
	www.multiconsult.no	Utsendt	AMG	CRH	HAN
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
		418911	RIG-TEG-105		00



Profil G-G

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Vestnes Energi AS		Fag	Kontr.	Godkj.
	Livneset, Vestnes kommune		Geoteknikk		Format A3L
	Profil G-G		Dato		16.08.2017
			Format/Målestokk:		1:200
<b>Multiconsult</b> www.multiconsult.no		Status Utsendt	Konstr./Tegnet AMG	Kontrollert CRH	Godkjent HAN
Oppdragsnr. 418911		Tegningsnr. RIG-TEG-106		Rev. 00	



Profil H-H

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Vestnes Energi AS Livneset, Vestnes kommune		Fag Geofeknikk	Kontr. A3L	Godkj. 16.08.2017
	Profil H-H		Format/Målestokk: 1:200		
<b>Multiconsult</b> www.multiconsult.no		Status Utsendt Oppdragsnr. 418911	Konstr./Tegnet AMG	Kontrollert CRH	Godkjent HAN Rev. 00
			Tegningsnr. RIG-TEG-107		

PG-1



Dybde, m

Asfalt, dybde 0-0,1 m  
 Grusig/sandig masser, dybde 0,1-0,4 m  
 Blandet fyllmasse, søppel, jord,  
 andre løsmasser, dybde 0,4-2,2 m  
 Grunnvann, dybde 2,2 m  
 Stans i faste masser, dybde 2,5 m



Prøven er kun klassifisert i felt



PG-2



Dybde, m 0


- Asfalt, dybde 0-0,1 m
- Avrettingsmasse, sand og grus, dybde 0,1-0,2 m
- Fyllmasse, sand/grus/stein/blokker, dybde 0,2-1,0 m
- Stans, dybde 1,8 m



Prøven er kun klassifisert i felt



PG-3


 Dybde, m  
 0
 

Asfalt, dybde 0-0,05 m  
 Avrettingsmasse, sand og grus, dybde 0,05-0,3 m  
 Fyllmasser, stor stein/blokk, dybde 0,3-1,7 m  
 Fyllmasser, trerester og annet avfall, dybde 1,7-2,0 m  
 Fyllmasser, sand/grus/stein/blokk, dybde 2,0-3,1 m  
 Vannspeil, dybde 3,0  
 Stans, dybde 3,1

Prøven er kun klassifisert i felt



PG-4



Dybde, m

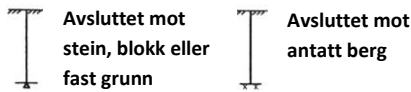


- Asfalt, dybde 0-0,05 m
- Avretting, dybde 0,05-0,2 m
- Div. fyllmasse, dybde 0,2-2,2 m
- Morene/silt/leir/blokker, dybde 0,4-1,0 m
- Vannspeil, dybde 2,2 m
- Stans på original sjøbunn, dybde 2,2 m

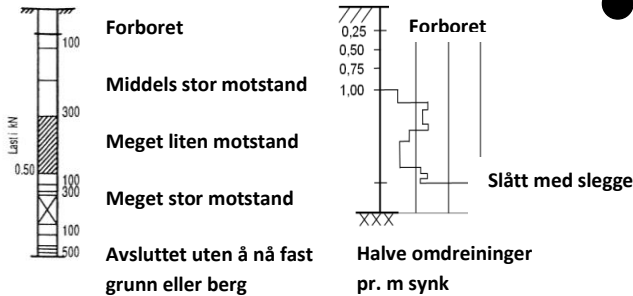


Prøven er kun klassifisert i felt

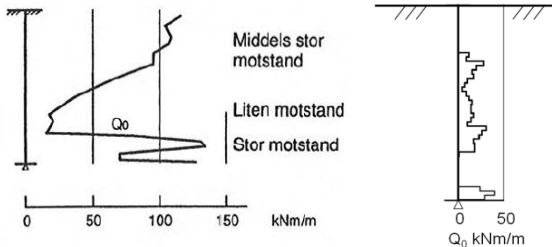




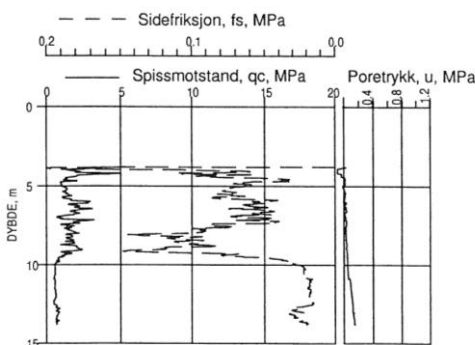
**Sonderinger** utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn.



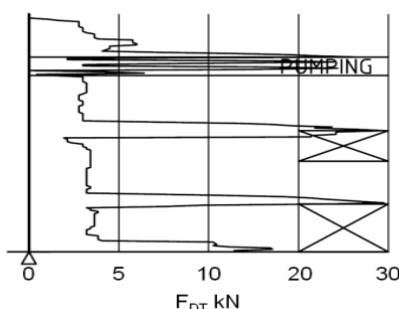
**DREIESONDERING (NGF MELDING 3)**  
Utføres med skjøtbare  $\phi 22$  mm borstenger med 200 mm vridd spiss. Boret dreies manuelt eller maskinelt ned i grunnen med inntil 1 kN (100 kg) vertikalbelastning på stengene. Hvis det ikke synker for denne lasten, dreies boret maskinelt eller manuelt. Antall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



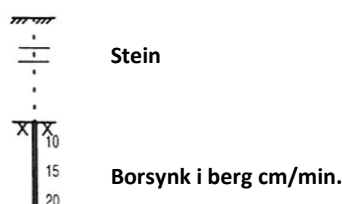
**RAMSONDERING (NS-EN ISO 22476-2)**  
Boringen utføres med skjøtbare  $\phi 32$  mm borstenger og spiss med normert geometri. Boret rammes med en rammeenergi på 0,38 kNm. Antall slag pr. 0,2 m synk registreres. Boremotstanden illustreres ved angivelse av rammemotstanden  $Q_0$  pr. m nedramming.  
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



**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).

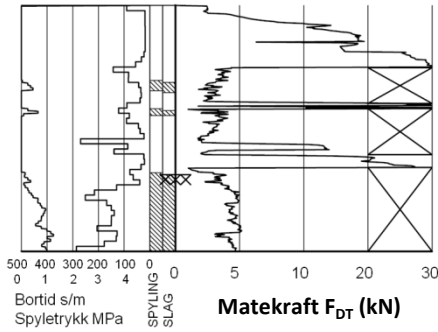


**DREIETRYKKSONDERING (NGF MELDING 7)**  
Utføres med glatte skjøtbare  $\phi 36$  mm borstenger med en normert spiss med hardmetallsveis. Borstengene presses ned i grunnen med konstant hastighet 3 m/min og konstant rotasjonshastighet 25 omdreininger/min. Rotasjonshastigheten kan økes hvis nødvendig.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





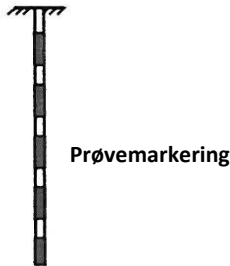
**T TOTALSONDERING (NGF MELDING 9)**

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 lag påtreffes økes først rotasjonshastigheten. Gir ikke dette lag påtreffes økes først rotasjonshastigheten. Nedpressingskraften  $F_{DT}$  (kN) registreres kontinuerlig og vises på diagrammets høyre side, mens markering av spyletrykk, slag og bortid vises til venstre.



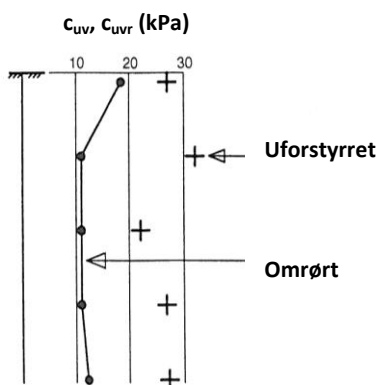
**⊙ MASKINELL NAVERBORING**

Utføres med hul borstang påsveiset en metallspiral med fast stige høyde (auger). Med borrhigg kan det bores til 5-20 m dybde, avhengig av jordart, lagringsfasthet og beliggenhet av grunnvannstanden. Med denne metoden kan det tas forstyrrede poseprøver ved å samle materialet mellom spiralskivene. Det er også mulig å benytte enklere håndholdt utstyr som for eksempel skovlprøvetaking.



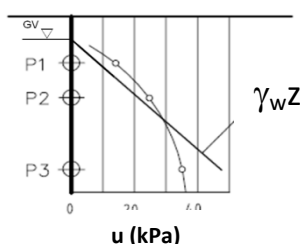
**⊙ PRØVETAKING (NGF MELDING 11)**

Utføres for undersøkelse av jordlagenes geotekniske egenskaper i laboratoriet. Vanligvis benyttes stempelprøvetaking med innvendig stempel for opptak av 60-100 cm lange sylinderprøver. Prøvesylinderen kan være av plast eller stål, og det kan benyttes utstyr både med og uten innvendig prøvesylinder. På ønsket dybde blir prøvesylinderen presset ned mens innerstangen med stempelet holdes i ro. Det skjæres derved ut en jordprøve som trekkes opp til overflaten, der den blir forseglet for transport til laboratoriet. Prøvediameteren kan variere mellom  $\phi 54$  mm (vanligst) og  $\phi 95$  mm. Det er også mulig å benytte andre typer prøvetakere, som for eksempel ramprøvetakere og blokkprøvetakere. Prøvekvaliteten inndeles i Kvalitetsklasse 1-3, der 1 er høyeste kvalitet. Stempelprøvetaking gir vanligvis prøver i Kvalitetsklasse 1-2 for leire.



**+ VINGEBORING (NGF MELDING 4)**

Utføres ved at et vingekorset med dimensjoner  $b \times h = 55 \times 110$  mm eller  $65 \times 130$  mm presses ned i grunnen til ønsket målenivå. Her blir vingekorset påført et økende dreiemoment til jorden rundt vingen når brudd. Det tilhørende dreiemomentet blir registrert. Dette utføres med jorden i uforstyrret ved første gangs brudd og omrørt tilstand etter 25 gjentatte omdreininger av vingekorset. Udrenert skjærfasthet  $c_{uv}$  og  $c_{ur}$  beregnes ut fra henholdsvis dreiemomentet ved brudd og etter omrøring. Fra dette kan også sensitiviteten  $S_t = c_{uv}/c_{ur}$  bestemmes. Tolkede verdier må vanligvis korrigeres empirisk for opptredende effektivt overlagingstrykk i måledybden, samt for jordartens plastisitet.



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

Målingene utføres med et standrør med filterspiss eller med hydraulisk (åpent)/elektrisk piezometer (poretrykksmåler). Filteret eller piezometerspissen påmontert piezometerrør presses ned i grunnen til ønsket dybde. Stabilt poretrykk registreres fra vannets stige høyde i røret, eller ved avlesning av en elektrisk trykkmåler i spissen. Valg av utstyr vurderes på bakgrunn av grunnforhold og hensikten med målingene. Grunnvannstand observeres eller peiles direkte i borhullet.

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

Ved prøveåpning klassifiseres og identifiseres jordarten. Mineralske jordarter klassifiseres vanligvis på grunnlag av korngraderingen. Betegnelse og kornstørrelser for de enkelte fraksjoner er:

Fraksjon	Leire	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørrelse (mm)	<0,002	0,002-0,063	0,063-2	2-63	63-630	>630

En jordart kan inneholde en eller flere av fraksjonene over. Jordarten benevnes i henhold til korngraderingen med substantiv for den fraksjon som har dominerende betydning for jordartens egenskaper og adjektiv for medvirkende fraksjoner (for eksempel siltig sand). Leirinnholdet har størst betydning for benevnelse av jordarten. Morene er en usortert breavsetning som kan inneholde alle fraksjoner fra leire til blokk. Den største fraksjonen angis først i beskrivelsen etter egne benevningsregler, for eksempel grusig morene.

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

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

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

### SKJÆRFASTHET

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

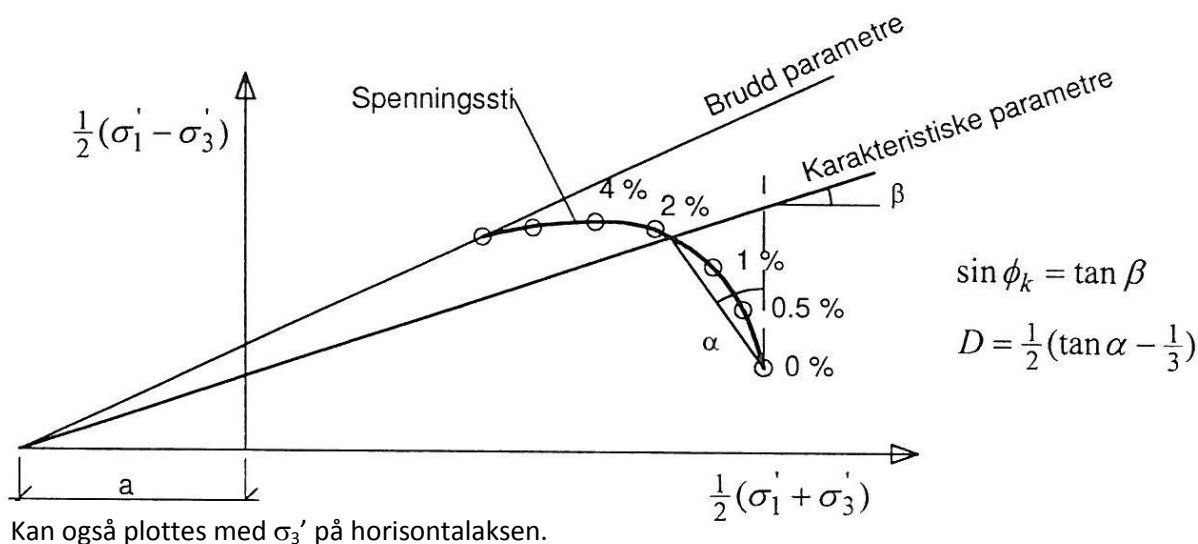
#### Effektivspenningsanalyse: Effektive skjærfasthetsparametre $a$ , $c$ , $\phi$ ( $\tan\phi$ ) (kPa, kPa, °, (-))

Effektive skjærfasthetsparametre  $a$  (attraksjon),  $\tan\phi$  (friksjon) og eventuelt  $c = a \tan\phi$  (kohesjon) bestemmes ved treaksiale belastningsforsøk på uforstyrrede (leire) eller innbyggede prøver (sand). Skjærfastheten er avhengig av effektiv normalspenning (totalspenning – poretrykk) på kritisk plan. Forsøksresultatene fremstilles som spenningsstier som viser spenningsutvikling og tilhørende tøyingsutvikling i prøven frem mot brudd. Fra disse, samt fra annen informasjon, bestemmes karakteristiske verdier for skjærfasthetsparametre for det aktuelle problemet.

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

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

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



### SENSITIVITET $S_t$ (-)

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

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

Vanninnholdet angir masse av vann i % av masse tørt (fast) stoff i massen og bestemmes fra tørking av en jordprøve ved 110°C i 24 timer.

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

Konsistensgrensene (Atterbergs grenser) for en jordart angir vanninnholdsområdet der materialet er plastisk (formbart). Flytegrensen angir vanninnholdet der materialet går fra plastisk til flytende tilstand. Plastisitetsgrensen (utrullingsgrensen) angir vanninnholdet der materialet ikke lenger kan formes uten at det sprekker opp. Plastisiteten  $I_p = w_l - w_p$  (%) angir det plastiske området for jordarten og benyttes til klassifisering av plastisiteten. Er det naturlige vanninnholdet høyere enn flytegrensen blir materialet flytende ved omrøring (vanlig for kvikkleire).

**DENSITETER (NS 8011 & 8012)**

**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