

# DATARAPPORT FRA GRUNNUNDERSØKELSE

**Bjugn kommune**  
**Bekkefaret, Botngård**  
Oppdrag nr: 1350008379  
Rapport nr. 1

**Dato: 26.03.2015**

Fylke Sør-Trøndelag	Kommune Bjugn	Sted Bekkefaret	UTM Euref89 (sone 32) 05406 70714
Byggherre			
Oppdragsgiver Bjugn kommune			
Oppdrag formidlet av Bjugn kommune v/Petra Roodbol-Mekkes			
Oppdragsreferanse Oppdragsbekreftelse av 02.02.2015			
Antall sider 4	Tegn.nr 101-108	Bilag.nr. -	Antall tillegg 2

Prosjekt-tittel

**Bekkefaret, Botngård**

Rapport-tittel

**Grunnundersøkelser  
Datarapport**

Oppdrag 1350008379	Rapport nr: 1	Rev:	Dato: 26.03.2015	Kontr: <i>Willeb. Ober</i>
Oppdragsleder: Eirin Husdal		Utarbeidet av: Per Arne Wangen <i>PAW</i>		
<p><b>SAMMENDRAG</b></p> <p>Det er i uke 7-8/2015 utført totalsonderinger i 9 punkter og prøvetaking i 3 punkter. De utførte sonderingene viser generelt at en har liten løsmassemekthet på området og at de løsmasser som er registrert er faste. Det er registrert noe middels fast til fast leire i øvre løsmasselag i borpunkt 8 og 9, helt øst i området. Leira er lite sensitiv. Løsmassemektheten variere fra 0,5 til 8 meter under dagens terreng.</p> <p>Det er ikke utført undersøkelser for å kartlegge poretrykk og grunnvannsforhold i området.</p> <p>Boringene er i hovedsak avslutte mot antatt berg, bortsett fra i punkt 3, 4 og 6. Dybde til antatt berg varierer fra 0,5 til 8 m i punktene. Det er enkelte blotninger av bart berg i området.</p>				

**INNHold**

1	INNLEDNING .....	3
1.1	Prosjekt .....	3
1.2	Oppdrag .....	3
1.3	Innhold .....	3
2	UNDERSØKELSER .....	3
2.1	Feltundersøkelser .....	3
2.2	Oppmåling .....	3
2.3	Laboratorieundersøkelser .....	4
2.4	Resultater .....	4
3	GRUNNFORHOLD .....	4
3.1	Løsmasser .....	4
3.2	Grunnvann .....	4
3.3	Berg .....	4

**TEGNINGER**

Tegn. nr.	Rev. nr.	Tittel	Målestokk
101		OVERSIKTSKART	1 : 50 000
102		SITUASJONSPLAN	1 : 2 000
103		SONDERINGSRESULTATER	1 : 200
104		SONDERINGSRESULTATER	1 : 200
105		BORPROFIL PKT 5	1 : 100
106		BORPROFIL PKT 8	1 : 100
107		BORPROFIL PKT 9	1 : 100
108		ØDOMETEFORSØK PKT 9, LAB NR 10	

**TILLEGG**

- I MARKUNDERSØKELSER
- II LABORATORIEUNDERSØKELSER

## 1 INNLEDNING

### 1.1 Prosjekt

Bjugn kommune utarbeider reguleringsplan for området kalt Bekkefaret, like nordøst for Botngård sentrum. Se tegning 101 for områdets plassering.

### 1.2 Oppdrag

Rambøll Norge AS ved divisjon Geo og Miljø har fått i oppdrag å utføre grunnundersøkelser i området for å kartlegge grunnforholdene.

### 1.3 Innhold

Denne rapporten inneholder samlede resultater fra grunnundersøkelsen med felt- og laboratoriedata. Rapporten inneholder ingen geotekniske vurderinger.

## 2 UNDERSØKELSER

### 2.1 Feltundersøkelser

Det er i uke 7-8/2015 utført totalsonderinger i 9 punkter og prøvetaking i 3 punkter. Se situasjonsplanen på tegning 102 for punktenes plassering.

Det er tidligere utført enkelte grunnundersøkelser omkring reguleringsområdet. Dette gjelder oppdrag 1350002054 (reguleringsplan Myrmo) og 6130779 (Botngård barnehage). Borpunkter fra disse oppdragene er samtegnet med de nye punktene på situasjonsplanen. Begge oppdragene er utført for Bjugn kommune.

### 2.2 Oppmåling

Samtlige punkter er målt inn av landmåler fra Bjugn kommune. Innmålte koordinater og høyder er vist i tabell 1. Oppgitte koordinater er i UTM sone 32 og høydereferanse er NN2000.

Tabell 1. Koordinater på borpunkter

Punkt	Nord	Øst	Høyde
1	7071681.954	540537.811	58.469
2	7071566.948	540417.229	52.595
3	7071528.810	540616.993	52.102
4	7071361.161	540405.146	41.134
5	7071402.050	540560.107	43.499
6	7071251.560	540616.120	41.327
7	7071281.466	540825.603	43.611
8	7071418.088	540841.359	47.883
9	7071412.564	541007.255	48.378

### 2.3 Laboratorieundersøkelser

Det er på alle prøver utført klassifisering og rutineundersøkelser med hensyn til vanninnhold og tyngdetetthet, samt udrenert skjærfasthet på leirholdige prøver. På én utvalgte prøve er det utført ødometerforsøk.

### 2.4 Resultater

Resultater fra totalsonderingene er presentert på tegning 103-104. Resultater fra rutineundersøkelser er vist i egne borprofiler på tegning 105-107. Resultater fra ødometerforsøk er vist på tegning 108.

Tillegg I-II gir forklaring og metodebeskrivelse på utførte felt- og laboratorieundersøkelser.

## 3 GRUNNFORHOLD

### 3.1 Løsmasser

De utførte sonderingene viser generelt at en har liten løsmassemekktighet på området og at de løsmasser som er registrert er faste. Det er registrert noe middels fast til fast leire i øvre løsmasselag i borpunkt 8 og 9, helt øst i området. Leira er lite sensitiv. Løsmassemekktigheten variere fra 0,5 til 8 meter under dagens terreng.

### 3.2 Grunnvann

Det er ikke utført undersøkelser for å kartlegge poretrykk og grunnvannsforhold i området.

### 3.3 Berg

Sonderingene er i hovedsak avsluttet mot antatt berg, bortsett fra i punkt 3, 4 og 6. Dybde til antatt berg varierer fra 0,5 til 8 m i punktene. Det er enkelte blotninger av pbart berg i området.



0	26.03.2015		PAW	HBO	PAW
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 1350008379 Målestokk: 1:50 000 Status:

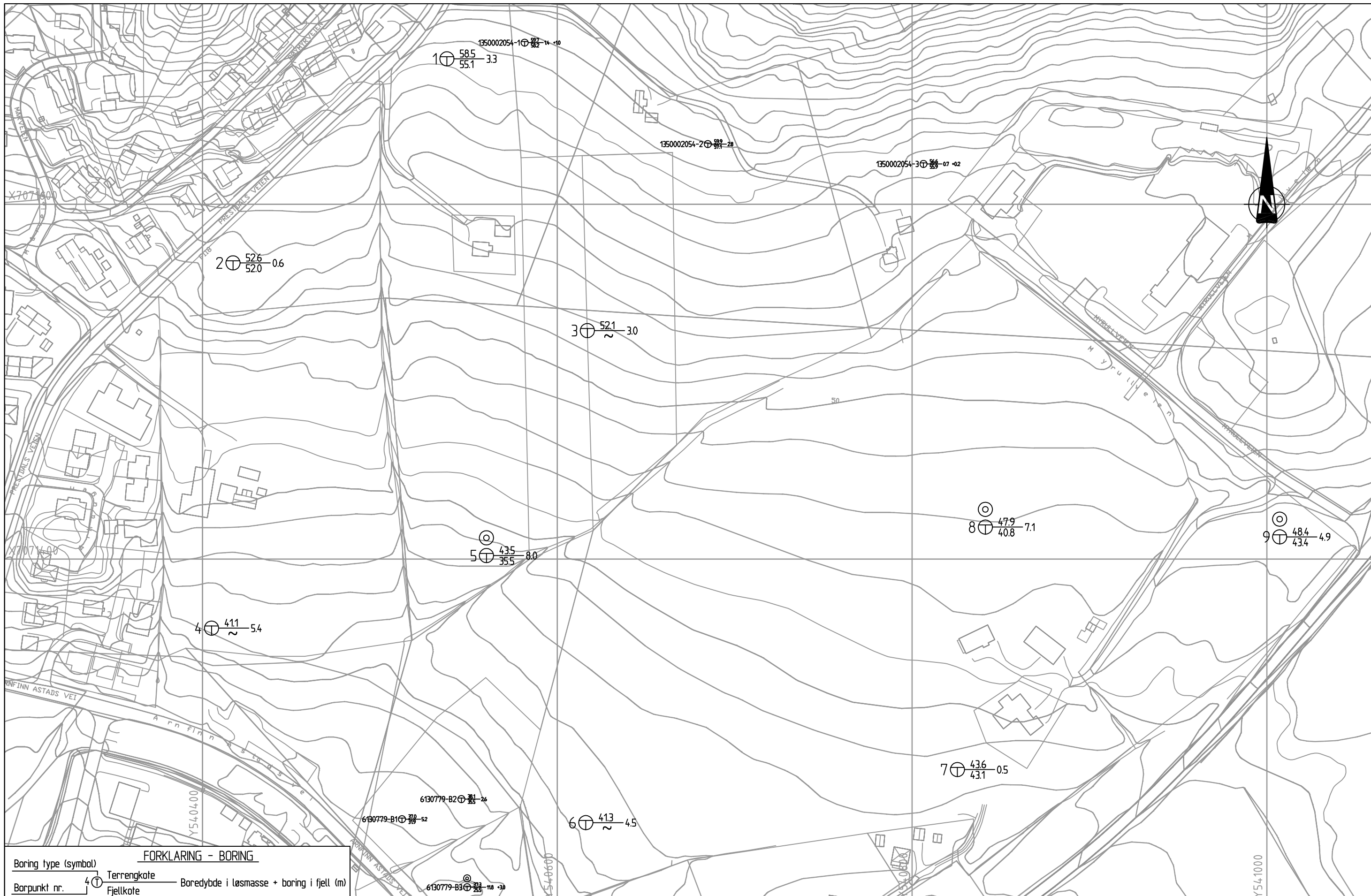
Bjugn kommune  
Bekkefarefaret, Botngård

Oversiktskart  
UTM32-ref(Euref89): 05406 70714

**RAMBOLL**

P.B. 7493 Mellomila 79  
N-7018 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
www.ramboll.no

Tegning nr. 101 Rev. 0



Boring type (symbol)		FORKLARING - BORING	
⊕	Terrengkote	—	Boredybde i løsmasse + boring i fjell (m)
⊙	Fjellkote		

REV.	DATE	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
00	26.03.2015		PAW	HBO	PAW
TEGNINGSSTATUS					

**RAMBOLL**  
 Rambøll Norge AS - Region Midt-Norge  
 P.B. 7493 Mellomila 79, N-7018 Trondheim  
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

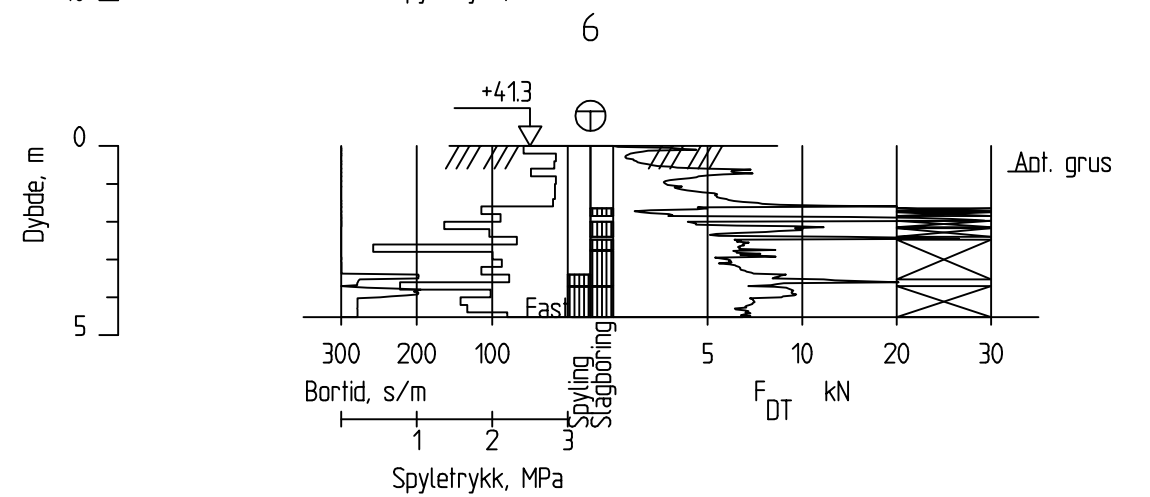
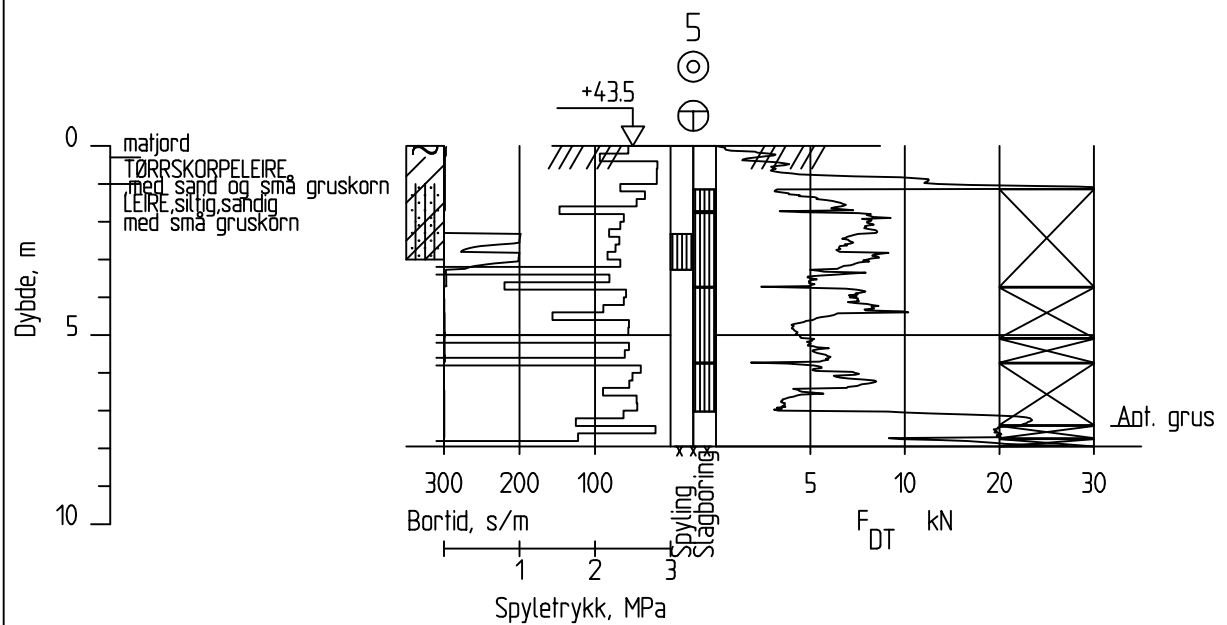
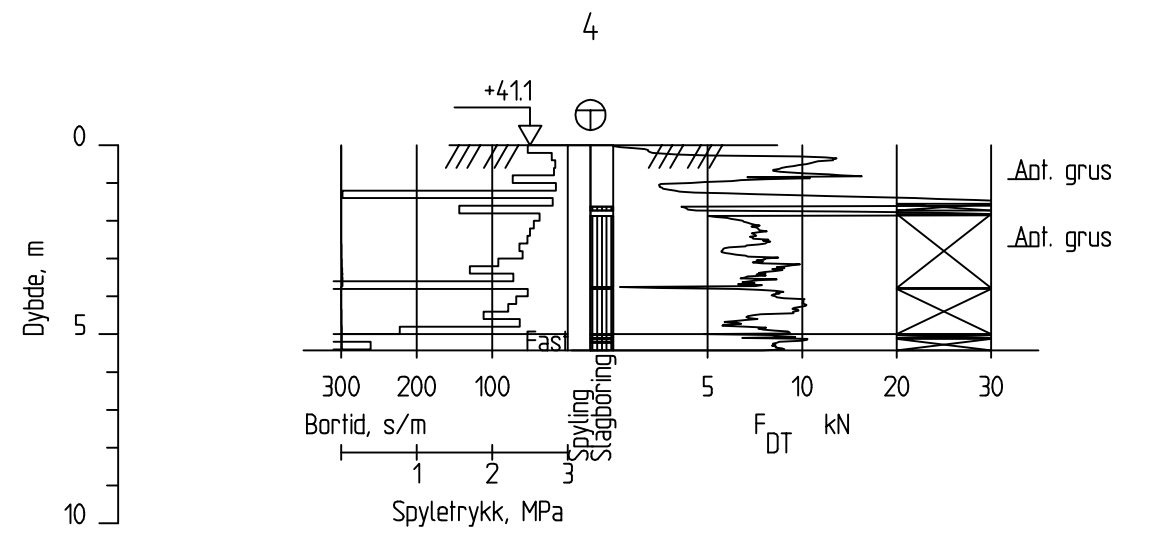
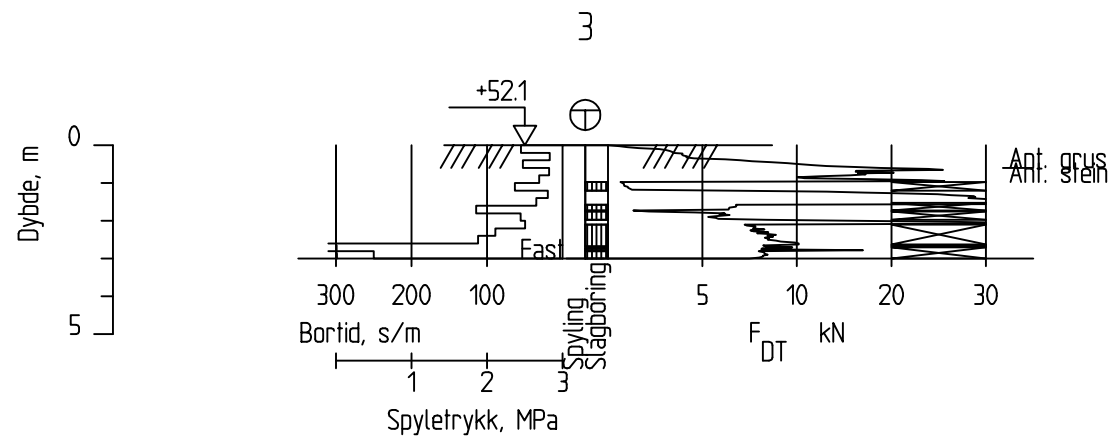
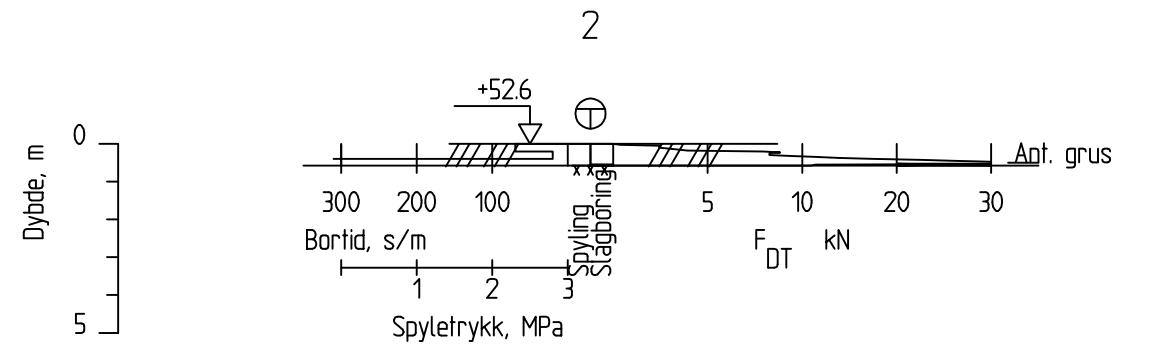
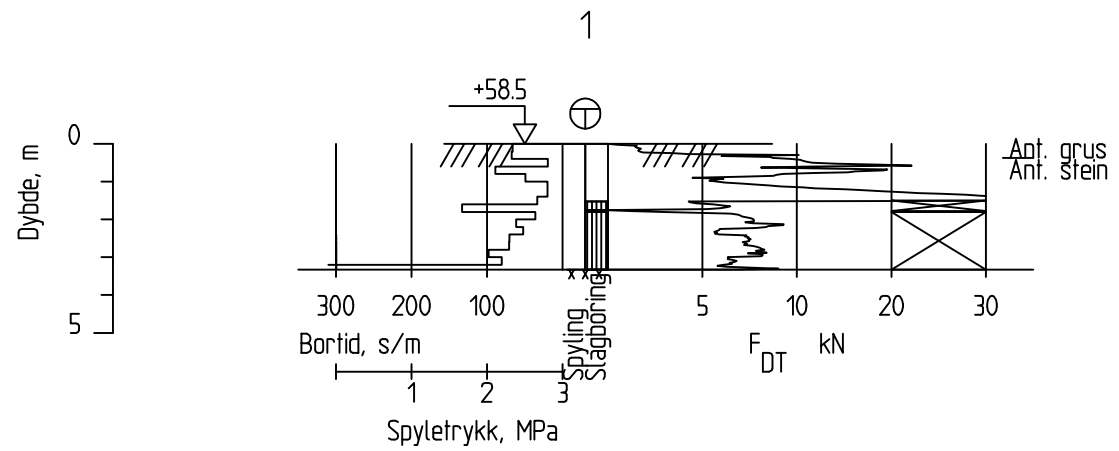
OPPDRAG  
**Bekkefaret, Botngård**

OPPDRAGSGIVER  
**Bjugn kommune**

INNHOOLD  
**SITUASJONSPLAN**

⊕ Totalsondering  
 ⊙ Prøvetaking

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350008379	1:2000	01	01
TEGNING NR.			REV.
102			0



00	26.03.2015		PAW	HBO	PAW
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					



Rambøll Norge AS - Region Midt-Norge  
P.B. 7493 Mellomila 79, N-7018 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

OPPDRAG  
**Bekkefaret, Botngård**

OPPDRAGSGIVER  
**Bjugn kommune**

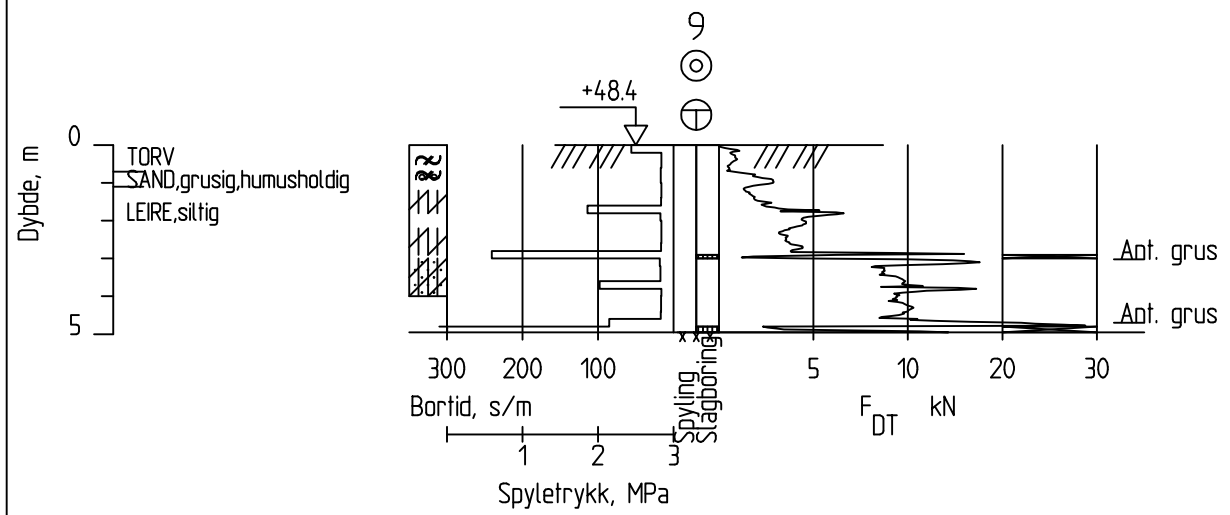
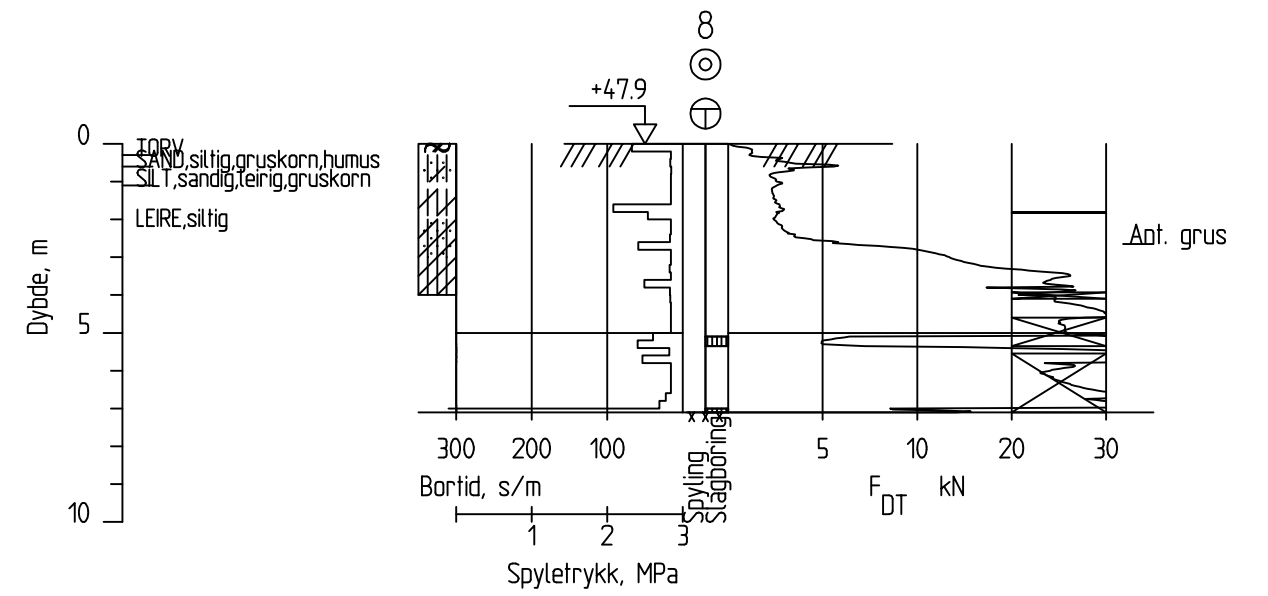
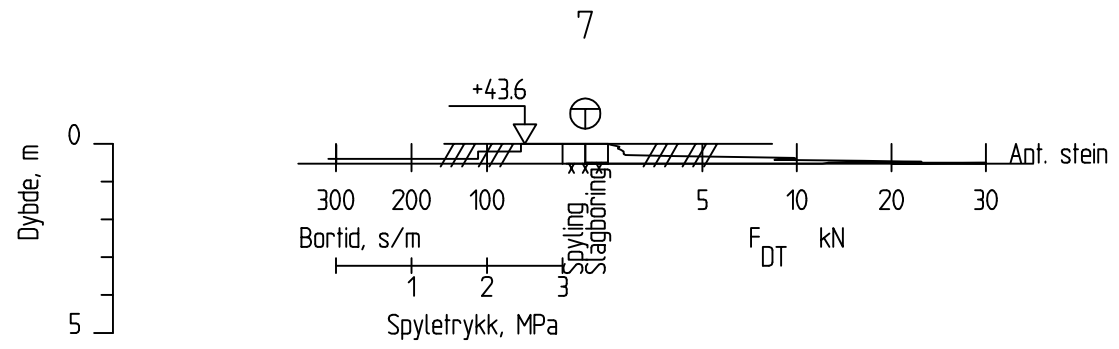
INNHOOLD  
**SONDERINGSRESULTATER**

- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøvetaking

OPPDRAG NR. 1350008379	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. 01	AV 01
---------------------------	--------------------	----------------	----------

TEGNING NR. <b>103</b>		REV. <b>0</b>
---------------------------	--	------------------





00	26.03.2015		PAW	HBO	PAW
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					



Rambøll Norge AS - Region Midt-Norge  
P.B. 7493 Mellomila 79, N-7018 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

OPPDRAG  
**Bekkefaret, Botngård**

OPPDRAGSGIVER  
**Bjugn kommune**

INNHOLD  
**SONDERINGSRESULTATER**

Totalsondering  
Prøvetaking

OPPDRAG NR.  
1350008379

MÅLESTOKK  
1:200

BLAD NR.  
01

AV  
01

TEGNING NR.

104

REV.

0

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr.	Vanninnhold (w) i %				$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	Skjærfasthet ( $C_u$ ) i kPa				$S_t$	
				10	20	30	40		20	40	60	80		
5	matjord TØRRSKORPELEIRE, med sand og små gruskorn  LEIRE, siltig, sandig med små gruskorn		01											
			02											
			03											
10														
15														
20														

Enkelt trykkforsøk : (strek angir def. % v/brudd)

Konusforsøk - Omrørt/uforstyrret:  $\nabla$  /  $\nabla$

Penetrometerforsøk  Konsistensgrense  $w_p$  |————|  $w_L$

Andre forsøk:

T= Treksialforsøk

$\emptyset$ = Ødometerforsøk

K= Kornfordeling

0	26.03.2015		PAW	HBO	PAW
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 1350008379 Målestokk: 1:100 Status:

Bekkefaret, Botngård  
Bjugn kommune

BORPROFIL HULL NR.: 5

TERRENGHØYDE: +43,5 PRØVETYPPE: Skovl




Rambøll AS - Region Midt-Norge  
P.b. 9420 Sluppen  
Mellomila 79, N-7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
www.ramboll.no

Tegning nr. 105

Rev. 0

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr.	Vanninnhold (w) i %				$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	Skjærfasthet ( $C_u$ ) i kPa				S <sub>t</sub>
				10	20	30	40		20	40	60	80	
5	TORV	[diagonal hatching]	04					211 22.2					6
	SAND, siltig, gruskorn, humus												
	SILT, sandig, leirig, gruskorn												
	LEIRE, siltig												
5	mye sand og gruskorn enkelte små planterester	05											5
	sandig, mye gruskorn enkelte skjellrester	06											
	sand og gruskorn	07											
10													
15													
20													

Enkelt trykkforsøk :  (strek angir def. % v/brudd)

Konusforsøk - Omrørt/uforstyrret: ▼ / ▽

Penetrometerforsøk  Konsistensgrense  $w_p$  |————|  $w_L$

Andre forsøk:

T= Treksialforsøk

Ø= Ødometerforsøk

K= Kornfordeling

0	26.03.2015		PAW	HBO	PAW
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 1350008379 Målestokk: 1:100 Status:

Bekkefaret, Botngård  
Bjugn kommune

BORPROFIL HULL NR.: 8

TERRENGHØYDE: +47,9 PRØVETYPE: 54 mm/Skovl


**RAMBOLL**


Rambøll AS - Region Midt-Norge  
P.b. 9420 Sluppen  
Mellomila 79, N-7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
www.ramboll.no


Tegning nr. 106 Rev.

0

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr.	Vanninnhold (w) i %				$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	Skjærfasthet ( $C_u$ ) i kPa				$S_t$
				10	20	30	40		20	40	60	80	
5	TORV	822	08					->553.0					
	SAND,grusig,humusholdig		09					213					
	LEIRE,siltig endel små gruskorn		10	Ø				20.6					2
	LEIRE,siltig mye sand og gruskorn tørrekorpeflekker i øvre del av prøven		11					215 22.1					(->175.0)
10													
15													
20													

Enkelt trykkforsøk :  (strek angir def. % v/brudd)

Konusforsøk - Omrørt/uforstyrret:  / 

Penetrometerforsøk  Konsistensgrense  $w_p$  |—————|  $w_L$

Andre forsøk:

T= Treksialforsøk

Ø= Ødometerforsøk

K= Kornfordeling

0	26.03.2015		PAW	HBO	PAW
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 1350008379 Målestokk: 1:100

Status:

Bekkefaret, Botngård  
Bjugn kommune

BORPROFIL HULL NR.: 9

TERRENGHØYDE: +48,4 PRØVETYPPE: 54 mm/Skovl

**RAMBOLL**

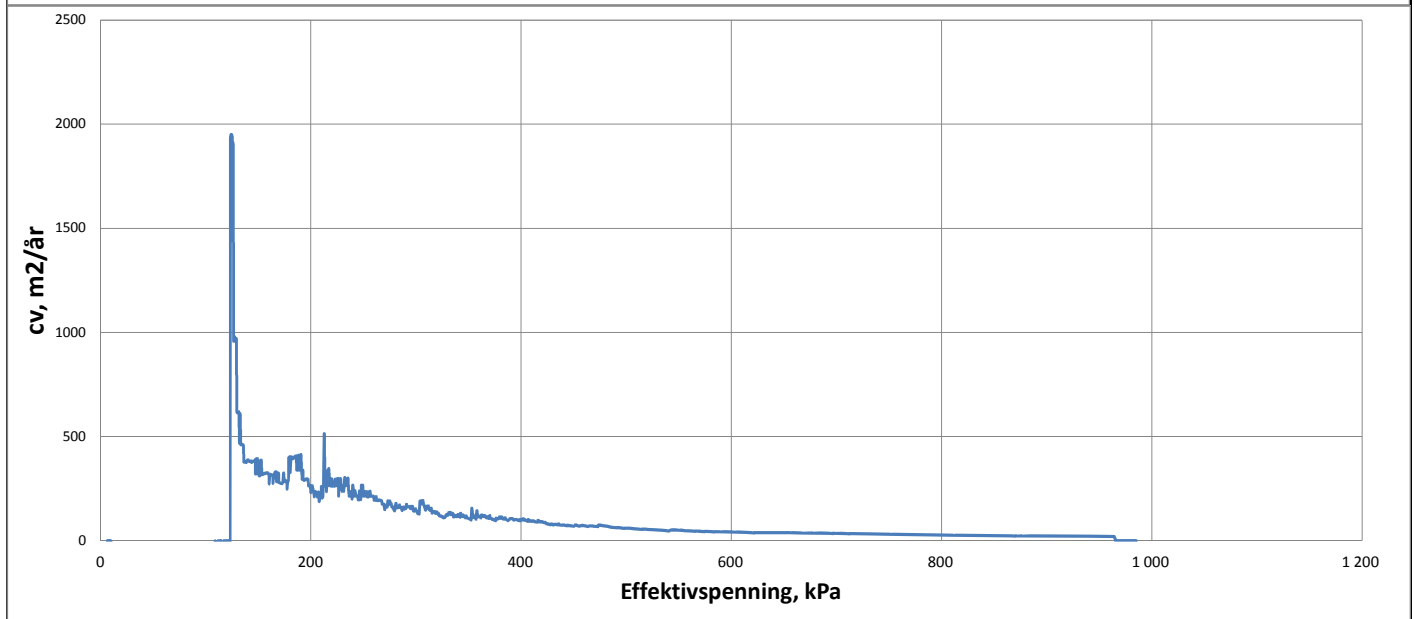
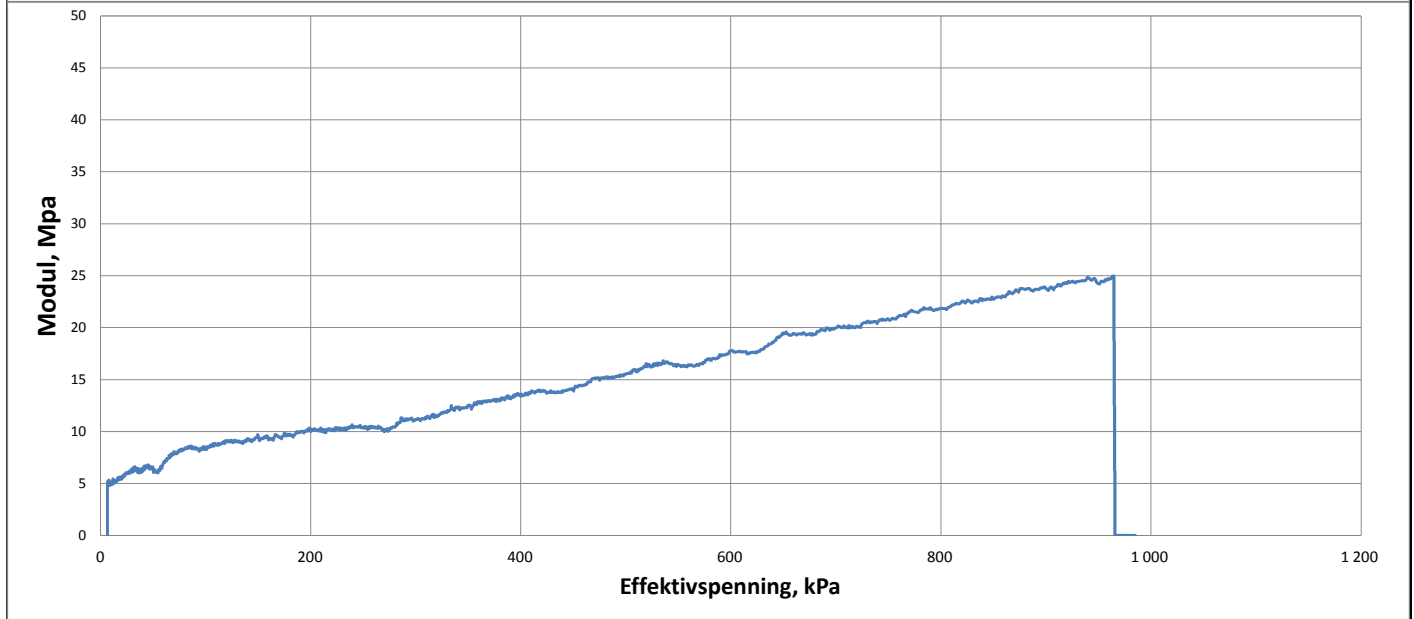
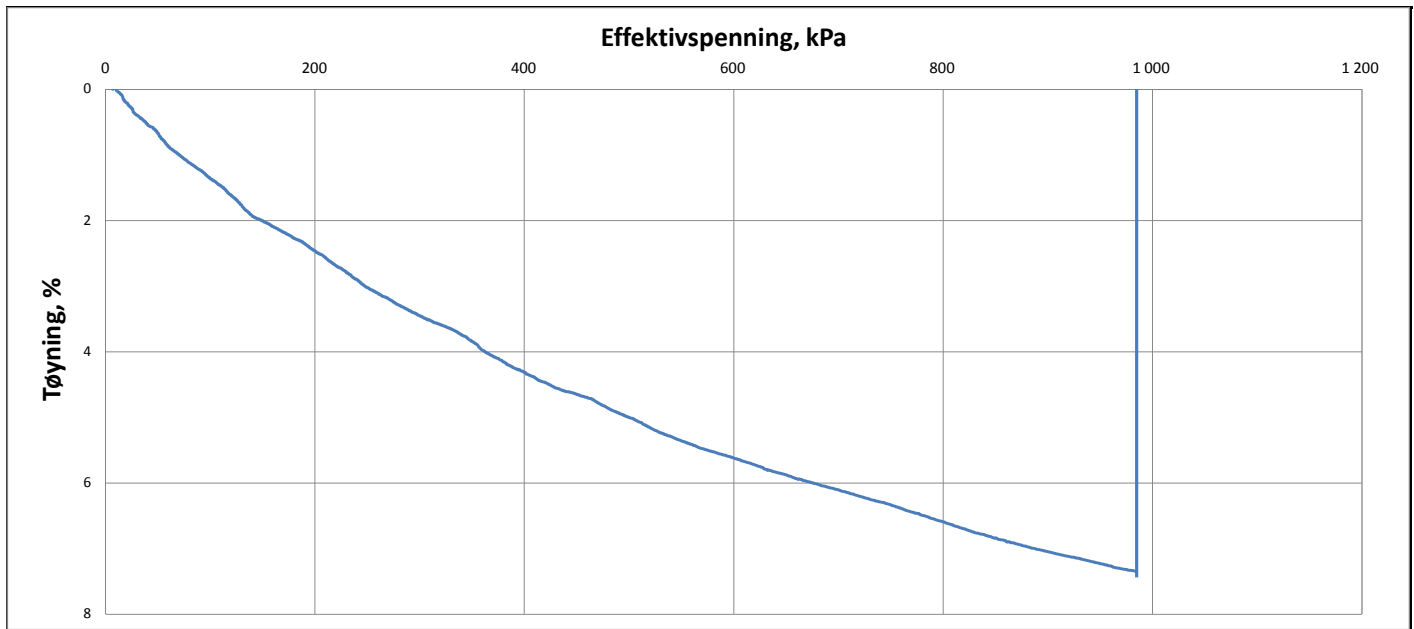
Rambøll AS - Region Midt-Norge  
P.b. 9420 Sluppen  
Mellomila 79, N-7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
www.ramboll.no

Tegning nr.

Rev.

107

0



pkt 9 lab 10 dybde 2,50m Leire,siltig,mye sand og gruskorn



Bekkefaret Bjugn

Ødometerforsøk

Tegn./kontr.  
ESK/PAW

Dato  
20.03.2015

Oppdrag  
1350008379

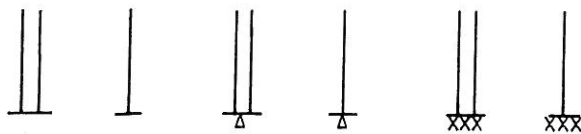
Bilag  
-

Tegn. Nr.  
108

## MARKUNDERSØKELSER

Sonderinger utføres for å få en orientering om grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt fjell eller annen fast grunn.

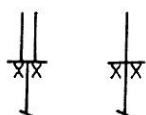
Avslutning av boring (gjelder alle sonderingstyper).



Boring avsluttet (årsak ikke angitt)

Antatt stein, morene, sand ol.

Antatt fjell

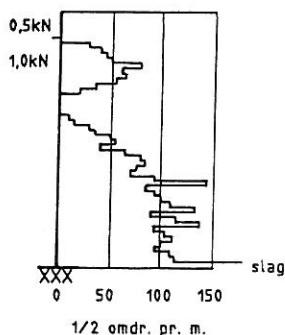


Boret i antatt fjell. (Hvis overgangen er ukjent, settes spørsmåltegn.)

Boret i fjell og kjerne opptatt.

### Dreiesondering

utføres med 22 mm stålstenger med glatte skjøter påsatt en 200 mm lang spiss av firkantstål som er tilspisset i enden og vridd en omdreining. Boret belastes med inntil 1 kN og hvis det ikke synker for denne last, dreies det ned med motor eller for hånd. Antall halve omdreininger pr. 20 cm synkning noteres. Ved optegninger vises antall halve omdreininger pr. meter synkning grafisk med dybden i borhullet og belastningen angis til venstre for borhullet.



### Totalsondering

kombinerer dreietrykksondering og fjellkontrollboring. Det brukes hydraulisk drevet borrhigg. Boring gjennom stein og blokk og ned i berg utføres ved slag og spyling.

Boredata (nedpressingskraft, synkhastighet, spyletrykk etc.) måles ved elektriske givere og overføres automatisk til en elektronisk registreringsenhet (Geoprinter). Resultatene tegnes opp vha. EDB.

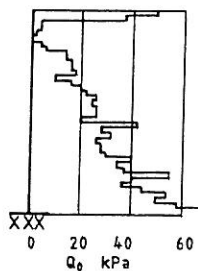
### Ramsondering

utføres med 32 mm stålstenger med glatte skjøter og en normert spiss. Boret rammes ned i grunnen av et fall-lodd med vekt 0,635 kN og konstant fallhøyde 0,6 m. Motstanden mot nedramming registreres ved antall slag pr. 20 cm synkning.

Rammemotstanden:

$$Q_0 = \frac{\text{Loddvekt} \times \text{fallhøyde}}{\text{synkning pr. slag}} \text{ (kNm/m)}$$

angis i diagram som funksjon av dybden.



### Fjellkontrollboring

utføres med 32 mm stenger med muffeskjøter og hardmetallkroner nederst. Boret drives av en tung trykkluftdrevet borhammer under spyling med vann av høyt trykk. Når fjell er nådd, bores noe ned i fjellet, vanligvis ca. 3 meter, under registrering av borsynk for sikker påvisning.

### Prøvetaking

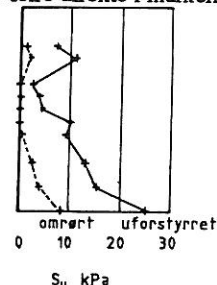
utføres for undersøkelse i laboriet av grunnens geotekniske egenskaper.

Uforstyrrede prøver tas opp med NGI's 54 mm stempelprøvetaker. Prøvene skjæres ut med tynnveggede stålsylindere med innvendig diameter 54 mm og lengde 80 cm (evt. 40 cm). Prøvene forsegles i begge ender for å hindre uttørring før de åpnes i laboriet.

Representative prøver tas med forskjellige typer støtbor- og ram-prøvetaker, ved sandpumpe i nedspylte eller nedrammede foringsrør, av oppspylt materiale ved nedspyling av foringsrør og ved skovlboring i de øvre lag. Slike prøver tas hvor grunnen ikke egner seg for vanlig sylindreprøvetaker og hvor slike prøver tilfredsstillende formålet.

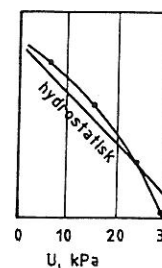
### Vingeboring

bestemmer udrenert skjærstyrke ( $s_u$ ) av leire direkte i marken (in situ). Måling utføres ved at et vingekors, som er presset ned i grunnen, dreies rundt med bestemt jevn hastighet til brudd i leira. Maksimalt dreiemoment gir grunnlag for å beregne leiras udrenerte skjærstyrke, som også måles i omrørt tilstand etter brudd.



### Porevanntrykket

i grunnen måles med et piezometer. Dette består av et sylindrisk filter av sintret bronse som trykkes eller rammes ned til ønsket dybde ved hjelp av rør. Vanntrykket ved filteret registreres enten hydraulisk som stighøyden i en plastslange inne i røret (ved overtrykk påsettes manometer over terreng) eller elektronisk ved hjelp av en direkte trykkmåler innenfor filteret.

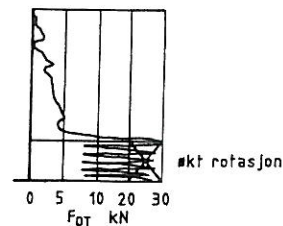


Grunnvannstanden observeres vanligvis direkte ved vannstand i borhullet.

### Dreietrykksondering

utføres med 36 mm glatte skjøtbare stålstenger påsatt en normert spiss. Borstangen trykkes ned med konstant hastighet 3 m/min. og konstant rotasjon 25 omdr./min.

Sonderingsmotstanden registreres som den til en hver tid nødvendige nedpressningskraft for å holde normert nedtrengnings-hastighet. Når motstanden øker slik at normert nedtrengnings-hastighet ikke kan opprettholdes, økes rotasjonshastigheten. Dette anføres i diagrammet.



**LABORATORIEUNDERSØKELSER**

Ved åpning av prøven beskrives og klassifiseres jordarten. Videre kan bestemmes:

Romvekt

( $\gamma$  i  $\text{kN/m}^3$ ) for hel sylinder og utskåret del.

Vanninnhold

( $w$  i %) angitt i prosent av tørrvekt etter tørking ved  $110^\circ\text{C}$ .

Flytegrense

( $w_L$  i %) og utvullingsgrense ( $w_p$  i %) som angir henholdsvis høyeste og laveste vanninnhold for plastisk (formbart) område av leirmateriale. Differansen  $w_L - w_p$  benevnes plastisitetsindeks. Er det naturlige vanninnhold over flytegrensen, blir materialet flytende ved omrøring.

Udrenert skjærstyrke

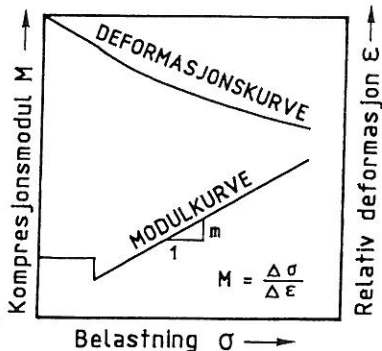
( $s_u$  i  $\text{kN/m}^2$ ) av leire ved hurtige enaksiale trykkforsøk på uforstyrrede prøver med tverrsnitt  $3,6 \times 3,6 \text{ cm}^2$  (evt. hel prøve) og høyde 10 cm. Skjærstyrken settes lik halve trykkfastheten. Dessuten måles skjærstyrken i uforstyrret og omrørt tilstand ved konusforsøk, hvor nedsynkningen av en konus med bestemt form og vekt registreres og skjærstyrken tas ut av en kalibreringstabell. Penetrometer, som også er en indirekte metode basert på innsynkning, brukes særlig på fast leire.

Sensitiviteten ( $S_v$ )

er forholdet mellom udrenert skjærstyrke av uforstyrret og omrørt materiale, bestemt på grunnlag av konusforsøk i laboratoriet. Med kvikkleire forstås en leire som i omrørt tilstand er flytende, omrørt skjærstyrke  $< 0,5 \text{ kN/m}^2$ .

Kompressibilitet

av en jordart ved ødometerforsøk. En prøve med tverrsnitt  $20 \text{ cm}^2$  og høyde 2 cm belastes trinnvis i et belastningsapparat med observasjon av sammentrykningen for hvert trinn som funksjon av tiden. Resultatet tegnes opp i en deformasjons- og modulkurve og gir grunnlag for setningsberegning.



Humusinnhold

(relativt) ut fra fargeomslag i en natronlutopløsning.

En nøyaktigere metode er våt-oksidasjon med hydrogenperoksyd der humusinnholdet settes lik vekttapet (evt. glødetapet ved humusrike jordarter) og uttrykkes i vektprosent av tørt materiale.

Saltinnhold

( $g/l$  eller  $o/oo$ ) i porevannet ved titrering med sølvnitrat-oppløsning og kaliumkromat som indikator.

Kornfordeling

ved sikting av fraksjonene større enn  $0,06 \text{ mm}$ . For de finere partikler bestemmes den ekvivalente korndiamter ved hydrometeranalyse. En kjent mengde materialer slemmes opp i vann og romvekten av suspensjonen måles i en bestemt dybde som funksjon av tiden. Kornfordelingen kan så beregnes ut fra Stoke's lov om kulers sedimentasjonshastighet.

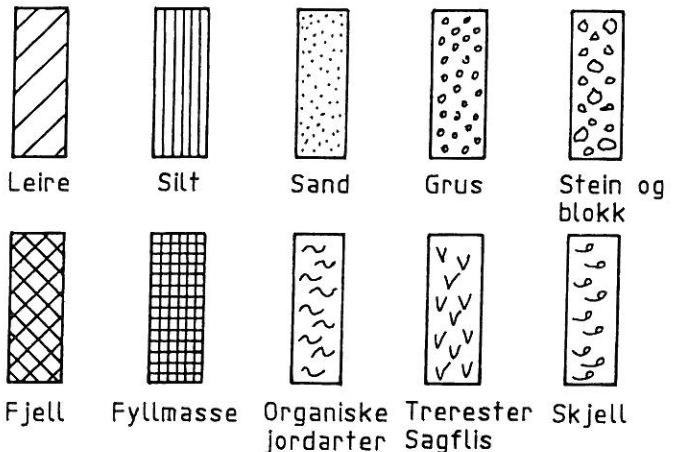
Fraksj.betegn.	Leir	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørr. mm	$< 0,002$	$0,002-0,06$	$0,06-2$	$2-60$	$60-600$	$> 600$

Jordarten

benevnes i henhold til korngraderingen med substantiv for den dominerende, og adjektiv for medvirkende fraksjon. Jordarten angis som leire når leirinnholdet er over 15%. Morene er en usortert breavsetning som kan inneholde alle kornstørrelser fra leir til blokk.

Organiske jordarter

klassifiseres etter opprinnelse og omdanningsgrad (torv, gytje, dy, matjord).



Anmerkning

- Leire: T = tørrskorpe  
R = resedimenterte masser  
K = kvikkleire
- Ved blandingsjordarter kombineres signaturene.
- Morene vises med skyggelegging.
- For konkresjoner kan bokstavsymboler settes inn i materialsignaturen:  
Ca. = kalkkonkresjoner  
Fe = jernkonkresjoner  
AH = aurhelle

**SPESIELLE UNDERSØKELSER**

SPESIELLE MARKUNDERSØKELSER

Feltkompressometer

benyttes for undersøkelse av grunnens kompressibilitet direkte i marken. I prinsippet består utstyret av en skruplate med diameter 16 cm som kan skrues ned til ønsket dybde.

For hver valgt dybde utføres et belastningsforsøk ved hjelp av en jekk og sammenhengen mellom belastning og setning registreres.

Resultatene fremstilles som deformasjonskurver og derav kan beregnes modultall (m) som uttrykk for grunnens kompressibilitet og benyttes ved setningsberegning.

Permeabilitetsmåling

in situ utføres ved infiltrasjonsforsøk eller prøvepumping. Infiltrasjonsforsøk kan for eksempel utføres ved hjelp av et piezometer som fylles opp med vann og synkehastigheten måles. Ved prøvepumping må vannstanden observeres i flere punkter i forskjellig avstand.

Korrosjonssondering

utføres med en sonde av stål med isolert magnesiumspiss (NGI's type). Strømstyrke og motstand måles i forskjellige dybder i grunnen og derav kan beregnes en relativ depolarisasjonsgrad samt grunnens spesifikke motstand. Ut fra dette kan korrosjonshastigheten for stål vurderes.

Feltkontroll av komprimeringsgrad

Komprimeringsgraden for oppfylt materiale er forholdet mellom oppnådde tørr-romvekt  $\gamma_d$  ved feltkomprimering og maksimal tørr-romvekt  $\gamma_{d\ max}$  bestemt ut fra standardiserte komprimeringsforsøk i laboratoriet.

- Sandvolummeter- og vannvolummetermetoden.

I felten bestemmes  $\gamma_d$  ved å måle volumet av en utgravd prøve og å veie det utgravde materiale i fuktig og tørr tilstand. Volumet av prøven bestemmes ved å fylle det utgravde hull med en tørr sand med kjent romvekt, eller ved å forsegle hullet og fylle det opp med vann. Ut fra kjente data kan således vanninnhold og tørr-romvekt av det utgravde materialet bestemmes. Denne metode kan benyttes i relativt finkornig og ensgradert materiale.

- Platebelastningsforsøk.

I grov og samfengt masse (grov grus, finsprengt stein o.lign.) gir sandvolummeter og vannvolummetermetoden utilfredsstillende nøyaktighet, og komprimeringen av slikt materiale undersøkes ved å bestemme oppfyllingens elastisitetsmodul ut fra platebelastningsforsøk.

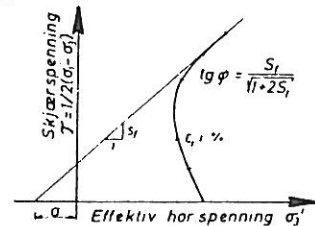
En sirkulær plate med  $\varnothing = 30$  cm plasseres på den komprimerte grunnen og belastes trinnvis samtidig som nedbøyning av platen måles med spesielt måleutstyr. Samhørende verdier for belastning og nedbøyning av platen måles med spesielt måleutstyr. Samhørende verdier for belastning og nedbøyning avsettes i diagram og elastisitetsmodulen E beregnes. Den målte elastisitetsmodul sammenholdes med oppsatte krav til elastisitetsmodul ut fra aktuelle belastningsforhold, og forholdet mellom disse verdier betegnes komprimeringsgrad.

SPESIELLE LABORATORIEUNDERSØKELSER

Skjærstyrkeparametrene.

friksjonsvinkel ( $\phi$ ) og attraksjon (a i  $\text{kN/m}^2$ , evt. kohesjon  $c = a \cdot \text{tg } \phi$ ) bestemmes ved triaksialforsøk på små prøver i laboratoriet. En sylindrisk prøve konsolideres for et allsidig trykk og vertikalbelastningen økes deretter til brudd. Under forsøket måles poretrykk, slik at effektive spenninger kan beregnes (totaltrykk minus poretrykk).

Forsøket fremstilles oftest som en vektor i et hovedspenningsdiagram.



Permeabilitetskoeffisienten

(k i cm/s) er strømningshastigheten for vann gjennom materialet ved en hydraulisk gradient lik 1,0. I laboratoriet måles permeabiliteten ved direkte vanngjennomgangsforsøk på små prøver for konstant eller fallende potensial. Dette kan gjøres i triaksialapparat for finkornige prøver eller i større apparatur for mer grovkornige prøver.

Maksimal tørr-romvekt og optimalt vanninnhold etter Proctor-metoden.

Ved komprimering av jordartsmateriale oppnåes tetteste lagring av mineral Kornene, dvs. høyest tørr-romvekt, når vanninnholdet i materialet har en bestemt verdi under komprimeringsarbeidet. Materialets egenskaper som stabilitet øker, og kompressibiliteten avtar med økende lagringstetthet.

I laboratoriet bestemmes det optimale vanninnholdet ved å komprimere prøver av materialet med varierende vanninnhold etter en standardisert forskrift, Proctormetoden. De samhoørende verdier for prøvenes vanninnhold og tørr-romvekt beregnes og plottes i et diagram med tørr-romvekt som funksjon av vanninnholdet. Den høyest oppnådde tørr-romvekt betegnes som  $\gamma_{d\ max}$  og det tilhørende vanninnhold  $W_{opt}$ .

CBR-forsøk.

For materialer som inngår i veg- og eller flyplassoverbygning, eller trafikkbelastet grunn forøvrig, kan dimensjonerende bæreevne semiempirisk bestemmes ut fra belastningsforsøk etter CBR-metoden (California Bearing Ratio).

Materialet som skal undersøkes komprimeres lagvis ved optimalt vanninnhold i en sylinder med volum ca. 2,3 l. Komprimeringsarbeidet tilsvarer Modifisert Proctor. Deretter settes sylindren med prøve i vannbad i 96 timer for fullstendig vannmetning. Etter vannmetning påføres prøven belastning ved et stempel med areal 3  $\text{inch}^2$  med konstant bevegelsehastighet = 0,05  $\text{inch}$  pr. min. presses ned i denne. Rundt stempelet på prøvens overflate er prøven belastet med blyringer med vekt som tilsvarer vekten av evt. overbygning. Stempelkraften ved 0,1" og 0,2" inntrykking av stempelet registreres og sammenlignes med verdier for tilsvarende inntrykking på et referansmateriale. Forholdet mellom den avleste kraft og referansekraften beregnes i prosent og betegnes CBR-verdi. Dersom CBR-verdien ved 0,2" er høyere enn ved 0,1" stempelinntrykking kan denne verdien rapporteres som materialets CBR-verdi hvis dette forhold bekrefte ut fra forsøk på 2 prøver.