

# DATAR APPORT FRA GRUNNUNDERSØKELSE

## **Agdenes kommune**

**Tiltak i kvikkleiresone Sandabekken, Lensvik**

Oppdrag nr.: 1350 005583

Rapport nr. 1 rev.1

**Dato: 22. 6. 2015**



Fylke Sør Trøndelag	Kommune Agdenes	Sted Lensvik	UTM-sone 32 70420 05410
Byggherre			
Oppdragsgiver Agdenes kommune			
Oppdrag formidlet av			
Oppdragsreferanse Oppdragsbekreftelse, datert 21.8.2014			
Antall sider 4	Tegn.nr 101-113	Bilag.nr. 2	Antall tillegg 3

Prosjekt-tittel

**Agdenes kommune  
Tiltak i kvikkleiresone Sandabekken**

Rapport-tittel

**Grunnundersøkelser  
Datarapport**

Oppdrag nr: 1350005583	Rapport nr: 1	Rev: 1	Dato: 22.6.15	Kontr: 
Oppdragsleder: Eirin Husdal		Utarbeidet av: Eirin Husdal 		
<p>SAMMENDRAG</p> <p>Agdenes kommune skal utføre tiltak i kvikkleiresone Sandabekken i Lensvik.</p> <p>Feltundersøkelsene er utført i uke 37 i 2014 og består av 6 totalsonderinger supplert med prøvetaking i 4 punkt, det er tatt opp totalt 15 uforstyrrede sylinderprøver (54 mm) og 2 representativ prøver. Det ble i tillegg utført trykksondering (CPTU) i 1 punkt og installert piezometer (poretrykksmåler) i 2 dybder i 1 punkt. Det er utført rutineundersøkelser på alle prøver i vårt geotekniske laboratorium. Det er i tillegg utført treaksiale trykkforsøk på 2 prøver.</p> <p>Sonderingene tyder på at grunnen består av hovedsakelig siltig leire og leirig silt. Det er påvist sensitiv-/ kvikkleire i punkt 4 og 6. Samtlige punkter er avsluttet mot antatt fjell mellom ca. 6-15 m under terreng.</p>				

## INNHold

1	INNLEDNING .....	3
1.1	Prosjekt .....	3
1.2	Oppdrag .....	3
1.3	Innhold.....	3
2	UNDERSØKELSER .....	3
2.1	Feltundersøke lser .....	3
2.2	Oppmåling .....	3
2.3	Laboratorieundersøkelser .....	3
2.4	Resultater .....	4
3	GRUNNFORHOLD .....	4
3.1	Terreng .....	4
3.2	Løsmasse r.....	4
3.3	Grunnvann .....	4
3.4	Fjell .....	4

## TEGNINGER

Tegn. nr.	Rev. nr.	Tittel	Målestokk
101		OVERSIKTSKART	1 : 50000
102		SITUASJONSPLAN	1 : 1000
103		BORERESULTATER	1 : 200
104		BORERESULTATER	1 : 200
105		BORERESULTATER CPTU	1 : 200
106		BORPROFIL PUNKT 2	1 : 100
107		BORPROFIL PUNKT 4	1 : 100
108		BORPROFIL PUNKT 5	1 : 100
109		BORPROFIL PUNKT 6	1 : 100
110		TREKS PUNKT 2, DEVIATORSTI	
111		TREKS PUNKT 2, G-MODUL, PORETRYKK OG DEVIATOR	
112		TREKS PUNKT 4, DEVIATORSTI	
113		TREKS PUNKT 4, G-MODUL, PORETRYKK OG DEVIATOR	

## BILAG

- I ANVENDELSESKLASSE CPTU PUNKT 2
- II ANVENDELSESKLASSE CPTU PUNKT 5

## TILLEGG

- I MARKUNDERSØKELSER
- II LABORATORIEUNDERSØKELSER

## 1 INNLEDNING

### 1.1 Prosjekt

Agdenes kommune skal bygge boliger og grøntområder og åpne opp en vannledning i kvikkleiresone Sandabekken i Lensvik.

### 1.2 Oppdrag

Rambøll Norge AS, avd. Geo og miljø, gjennomfører grunnundersøkelser og geoteknisk vurdering for prosjektet.

### 1.3 Innhold

Denne rapporten er en ren datarapport som inneholder resultater av utførte geotekniske grunnundersøkelser med felt- og laboratoriedata samt en beskrivelse av grunnforholdene. Geoteknisk vurdering er ikke en del av denne rapporten.

## 2 UNDERSØKELSER

### 2.1 Feltundersøkelser

Feltundersøkelsene er utført i uke 37 i 2014 og består av 6 totalsonderinger supplert med prøvetaking i 4 punkt, det er tatt opp totalt 15 uforstyrrede sylindrerprøver (54 mm) og 2 representativ prøver. Det ble i tillegg utført trykksondring (CPTU) i 2 punkt og installert piezometer (poretrykksmåler) i 2 dybder i 1 punkt.

Utførelse av feltundersøkelser er nærmere beskrevet i tillegg I "Markundersøkelser".

### 2.2 Oppmåling

Borpunktene er satt ut av Rambøll og målt inn av Agdenes kommune. Målingene er utført i Euref 89, sone 32 og høydesystem NN2000. Koordinater og terrengkoter er gitt i tabell 1.

**Tabell 1: UTM-koordinater for borpunkt (Euref 89, sone 32, NN 2000).**

Borpunkt	Nord	Øst	Terrengkote
1	7042005.036	540952.918	+19.6
2	7042015.450	540983.852	+16.9
2B	7042010.576	540984.768	+17.3
3	7042041.115	540991.091	+15.2
4	7042019.005	541027.994	+12.0
5	7042009.941	541072.030	+9.9
6	7042016.019	541131.943	+6.4

### 2.3 Laboratorieundersøkelser

Det er utført rutineundersøkelser på alle prøver i vårt geotekniske laboratorium. Det er i tillegg utført treaksiale trykkforsøk på 2 prøver.

Utførelse av laboratorieundersøkelser er nærmere beskrevet i tillegg II.

## 2.4 Resultater

Borpunktene plassering er vist på situasjonsplan, tegning 102  
 Boreresultater fra totalsondering ene er vist på tegning 103-104  
 Boreresultater fra trykksonderingen er vist på tegning 105  
 Resultater fra rutineundersøkelsene er vist i borprofil, tegning 106-109  
 Resultater fra treksforsøken e er vist på tegning 110-113

## 3 GRUNNFORHOLD

### 3.1 Terreng

Området ligger i en bekkedal langs Sandabekken, bekkedalen går fra vest mot øst og terrenget heller ned mot FV 710 og sjøen. Bekken er lagt i rør gjennom området. Innenfor tiltaksområdet renner Sandabekken fra ca. kote +20 og ned mot Fv 710 på ca. kote +6.

### 3.2 Løsmasser

Sonderingene tyder på at grunnen består av hovedsakelig siltig leire og leirig silt.

Prøvetaking i punkt 2 viser tørrskorpeleire ned til ca. 2 m over siltig leire ned til 6 m og siltig leire/leirig silt ned til 7,5m. I punkt 4 viser prøvetaking silt de øverste 1,5 m over leire ned til 5 m, fra 5-6 m er det påvist sensitiv leire. I punkt 5 er det et 1 m mektig topplag av sand og grus over siltig leire ned til 5 m. Prøvetaking i punkt 6 viser 2 m med siltig leire over et lag med sand silt og grus. Det er påvist sensitiv leire fra 8-9 m, leire fra 10-11 m og kvikkleire mellom 11 og 14 m.

### 3.3 Grunnvann

Det er utført poretrykksmålinger i 2 dybde r i punkt 2 med hydraulisk poretrykksmåler. Registrert poretrykk er vist i tabell 2.

**Tabell 2: Registrerte poretrykksmålinger**

Borpunkt	Terrengkote	Dybde [m]	Dato	Poretrykk [kPa]
2	+17.3	4	30.10.14	33
			19.6.15	34
2	+17.3	8	30.10.14	72
			19.6.15	69

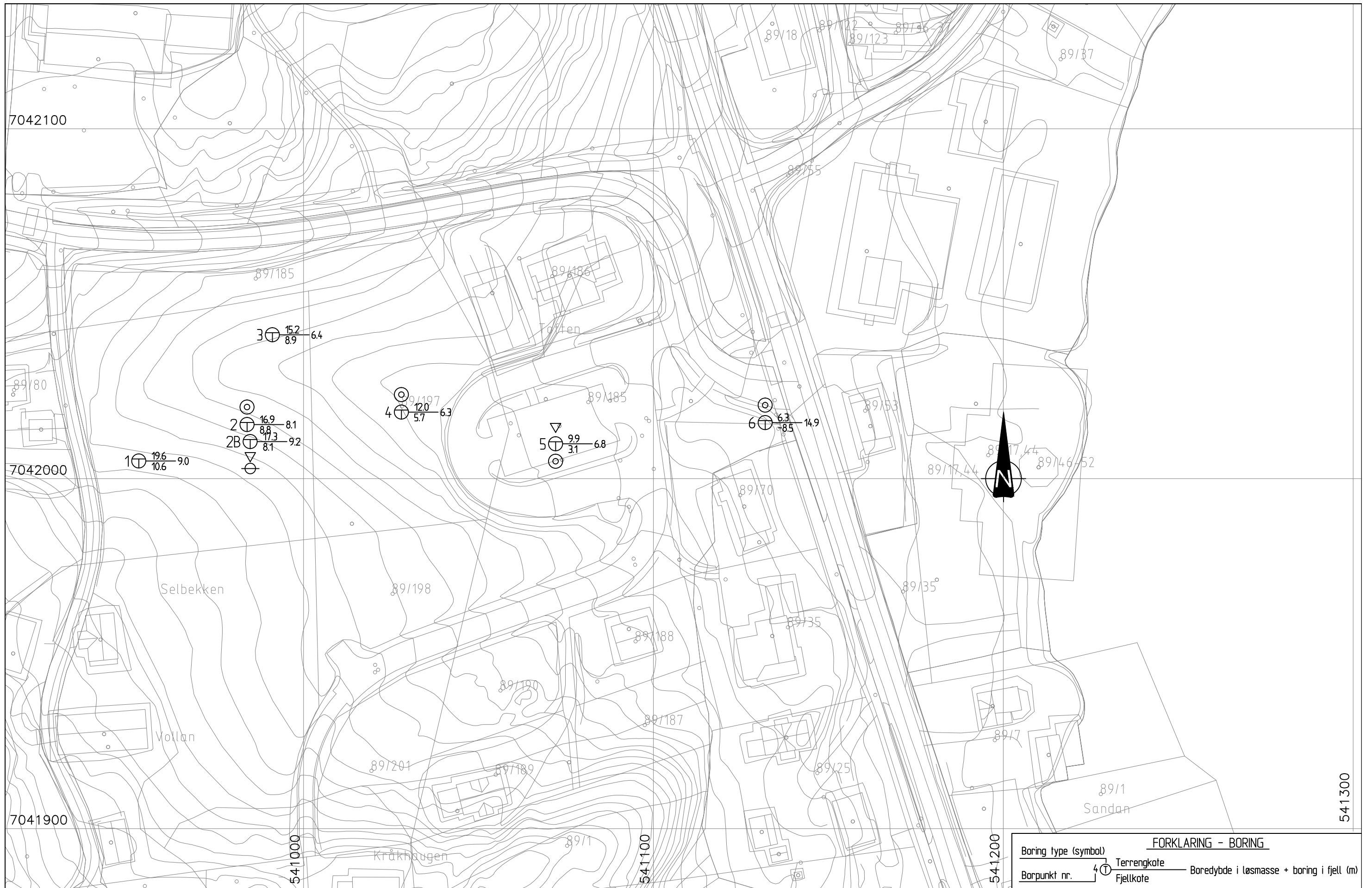
### 3.4 Fjell

Alle borpunkter er avsluttet i antatt fjell mellom ca. 6 og 15 m under terreng.









1	18.6.2015	Korrigert plassering piezometer	EHL	OLD	OLD
	28.10.2014		GBR	EHL	EHL
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

**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

OPPDRAG  
**Tiltak kvikkleiresone Sandabekken**

OPPDRAGSGIVER  
**Agdenes kommune**

INNHOOLD  
**SITUASJONSPLAN**

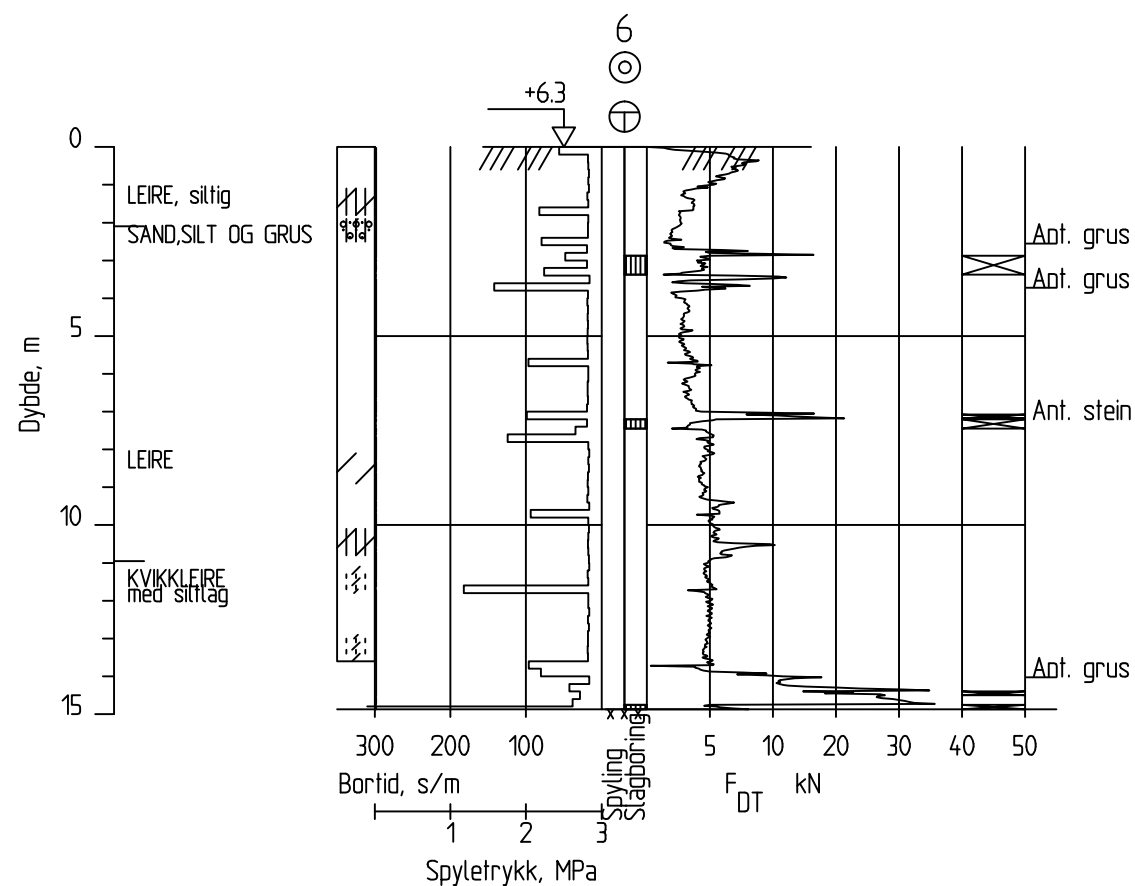
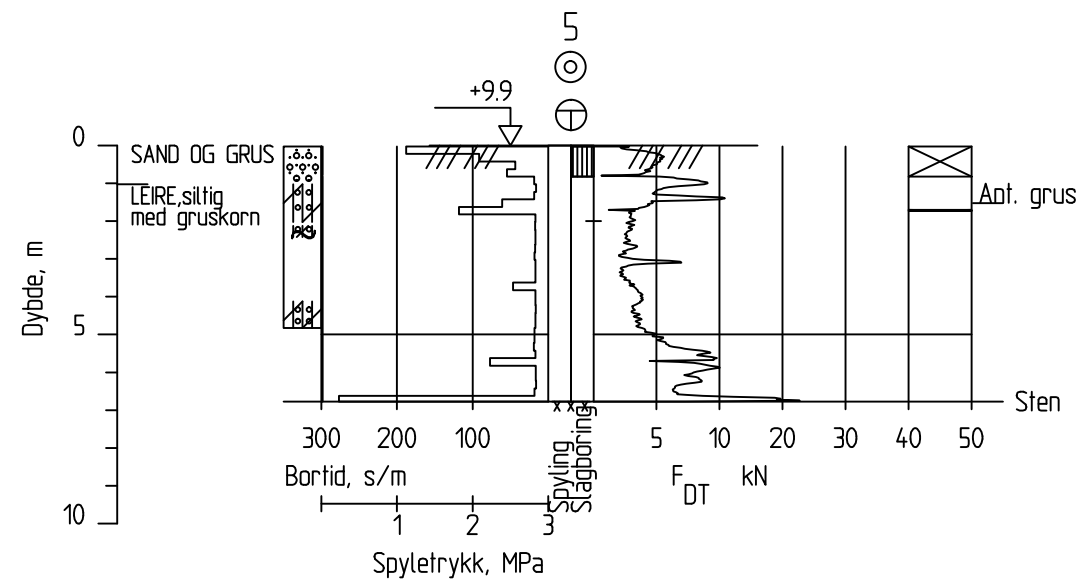
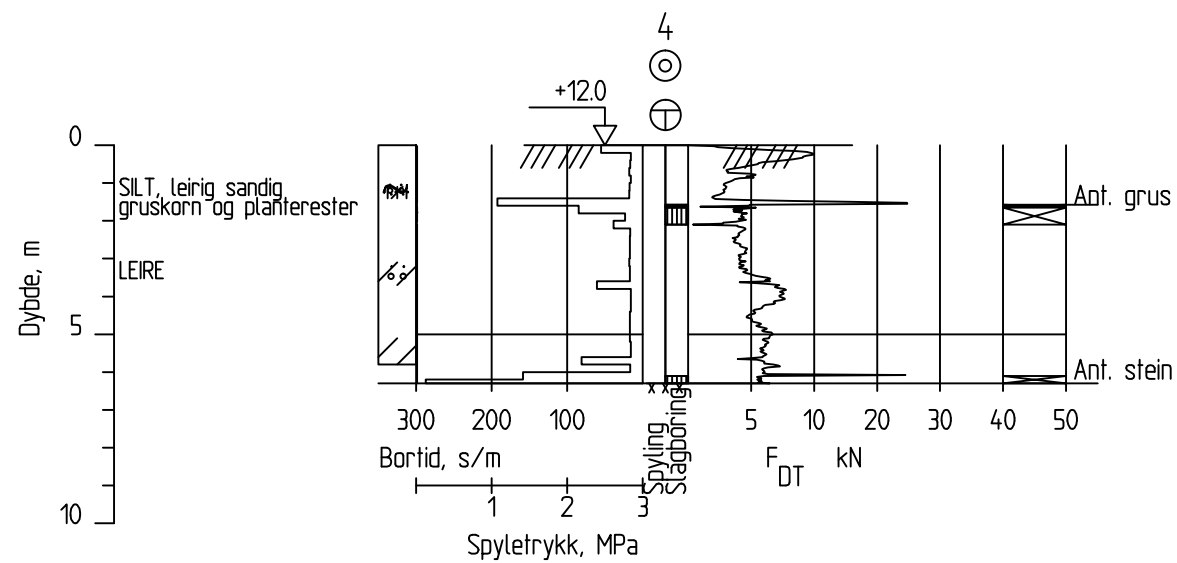
⊕ Totalsondring  
 ⊙ Prøveserie  
 ∇ Trykksondring (CPTU)

⊖ Piezometer

FORKLARING - BORING		BLAD NR.	AV
Boring type (symbol)	Terrengkote	OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK
Borpunkt nr.	Fjellkote	1350005583	1:1000
		Boreddybde i løsmasse + boring i fjell (m)	
		TEGNING NR.	REV.
		102	







REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
	28.10.2014		GBR	EHL	EHL
TEGNINGSSTATUS					

**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

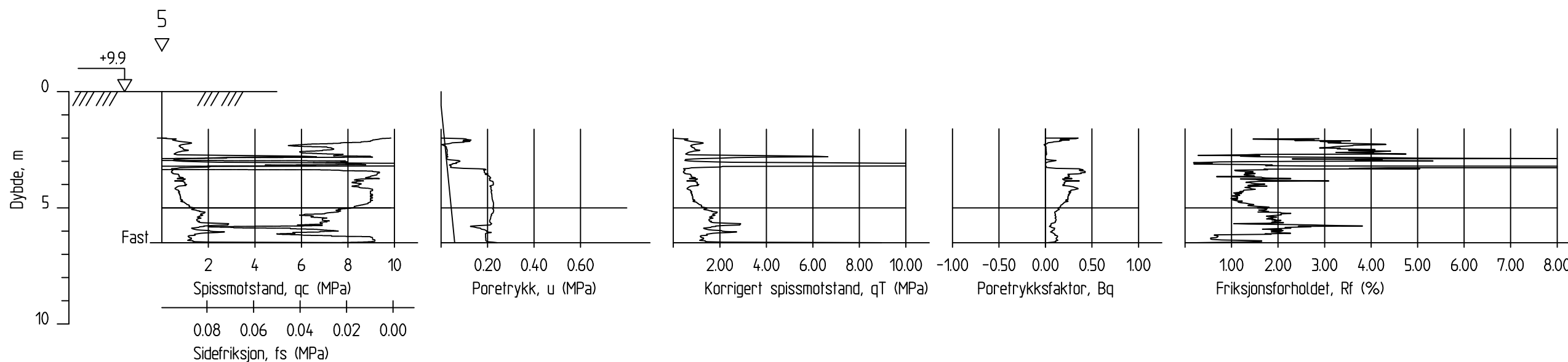
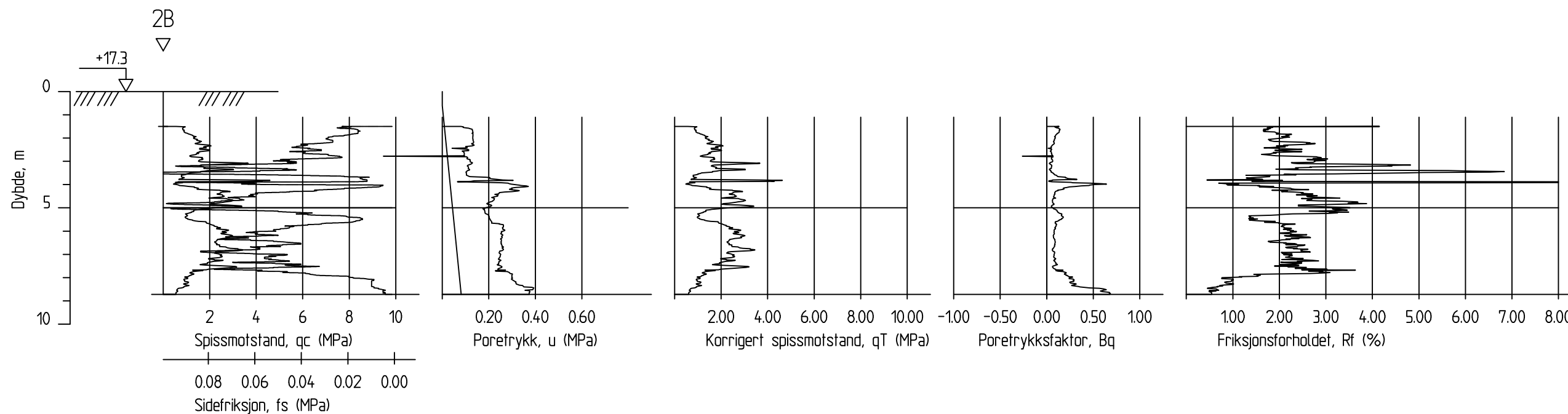
OPPDRAG  
 Tiltak kvikkleiresone Sandabekken

OPPDRAGSGIVER  
 Agdenes kommune

INNHOOLD  
 BORERESULTATER

- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie

OPPDRAG NR. 1350005583	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR.	AV
TEGNING NR. 104			REV.



28.10.2014			GBR	EHL	EHL	 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	OPPDRAG	Tiltak kvikkleiresone Sandabekken		INNHold	BORERESULTATER		OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ		OPPDRAGSGIVER	Agdenes kommune		▽ Trykksondering (CPTU)		1350005583		1:200	TEGNING NR.	
TEGNINGSSTATUS													105			



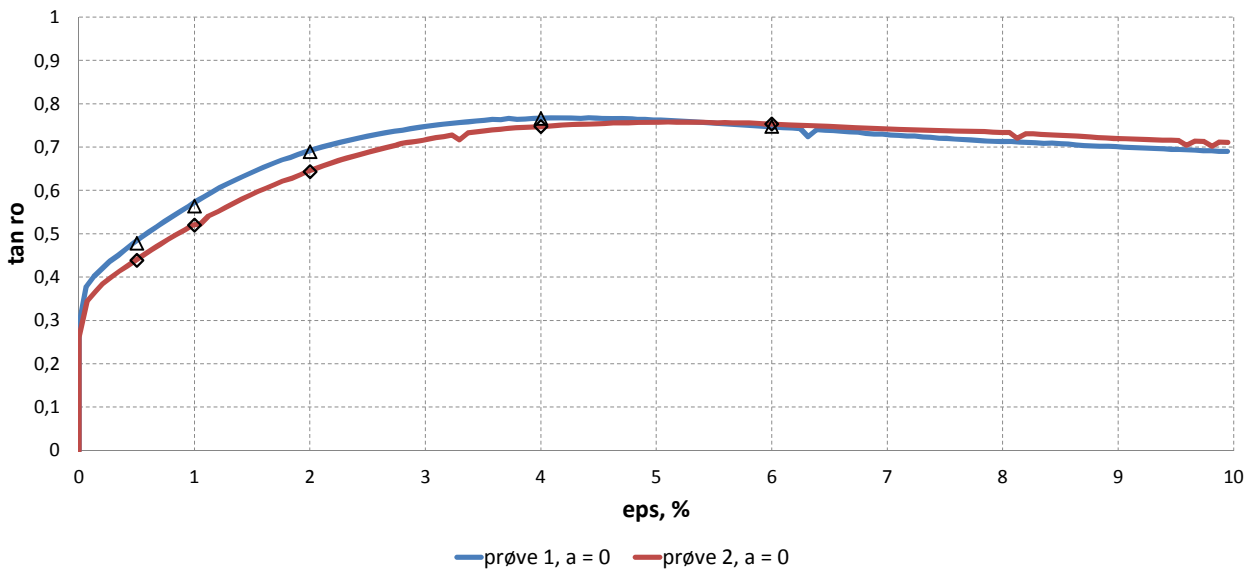
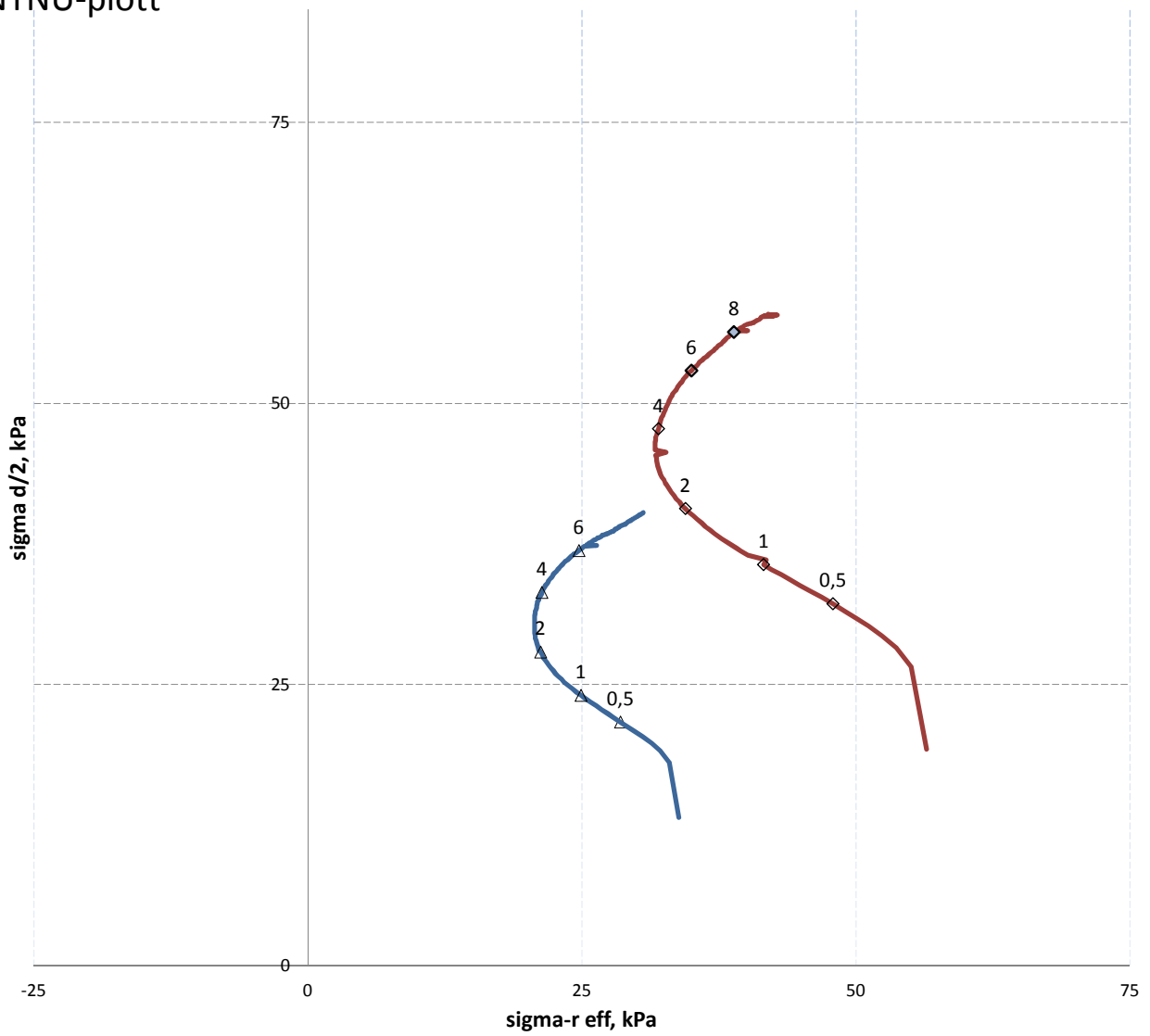








# NTNU-plott



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	dV (cm3)	dV (%)	KOMMENTAR
1	△	2	16	5,45m	CAUc	7,3	3,2	Leire
2	◇	2	16	5,55m	CAUc	8,3	3,6	Leire



Agdenes kommune

Tiltak i kvikkleiresone Sandabekken

TREKSIALFORSØK

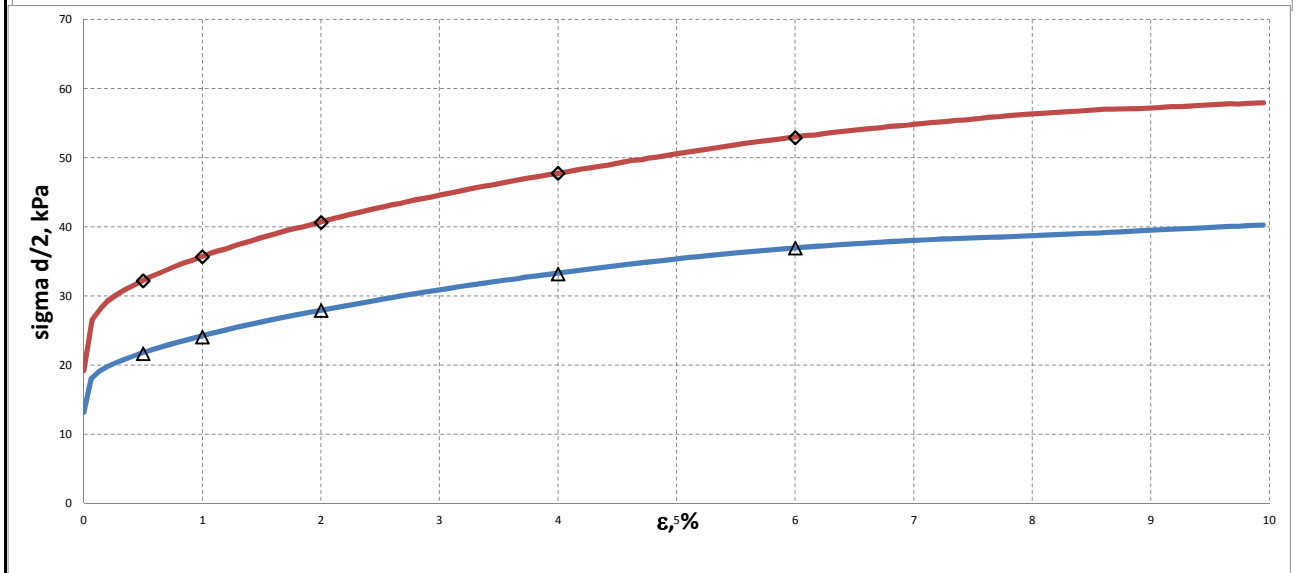
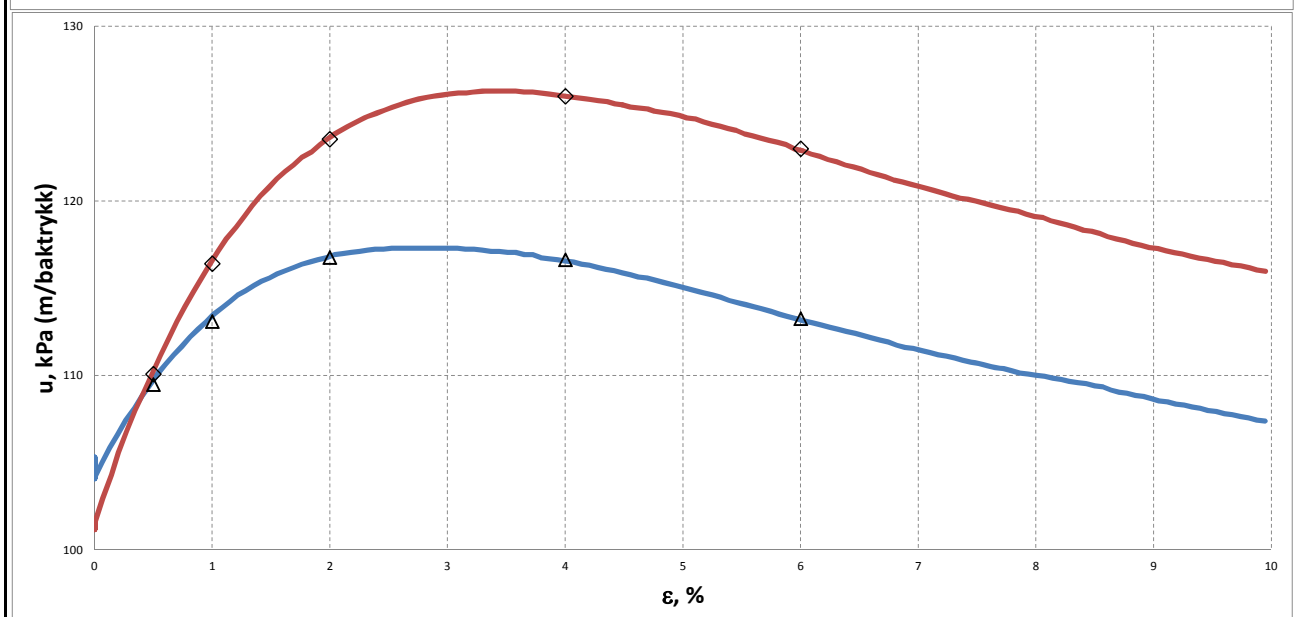
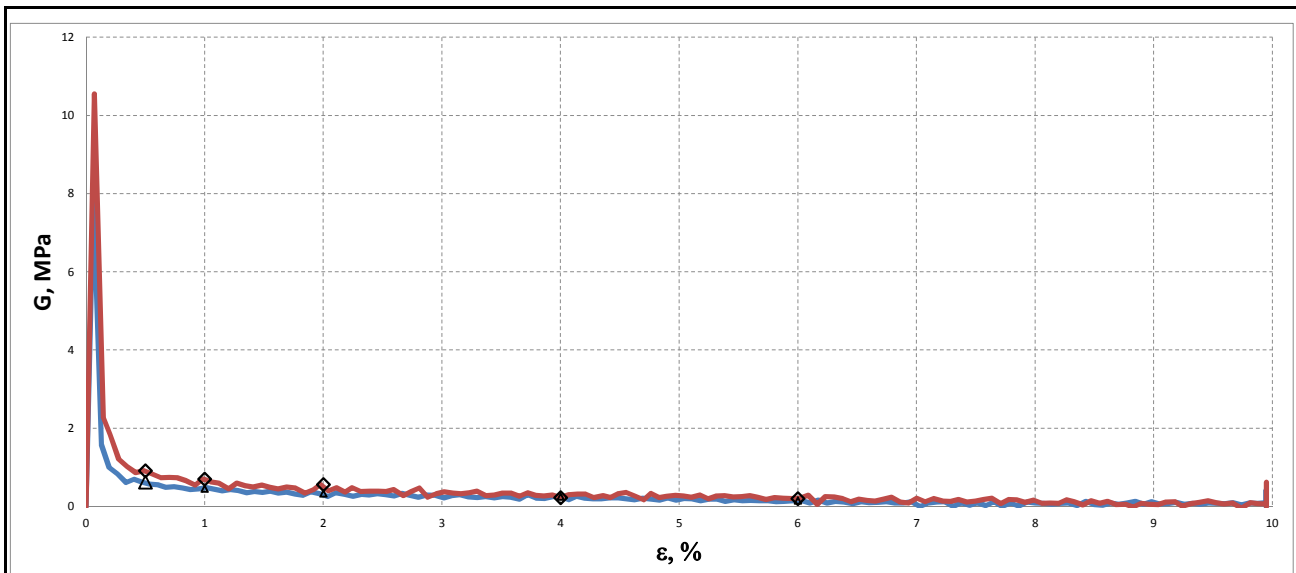
Oppdrag  
1350005583

Tegn./kontr.  
EHL/OLD

Dato  
09.10.2014

Bilag  
-

Tegn. Nr.  
110



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	dV (cm <sup>3</sup> )	dV (%)	KOMMENTAR
1	△	2	16	5,45m	CAUc	7,3	3,2	Leire
2	◇	2	16	5,55m	CAUc	8,3	3,6	Leire



Agdenes kommune

Tiltak i kvikkleiresone Sandabekken

TREKSIALFORSØK

Oppdrag  
1350005583

Tegn./kontr.  
EHL/OLD

Dato  
09.10.2014

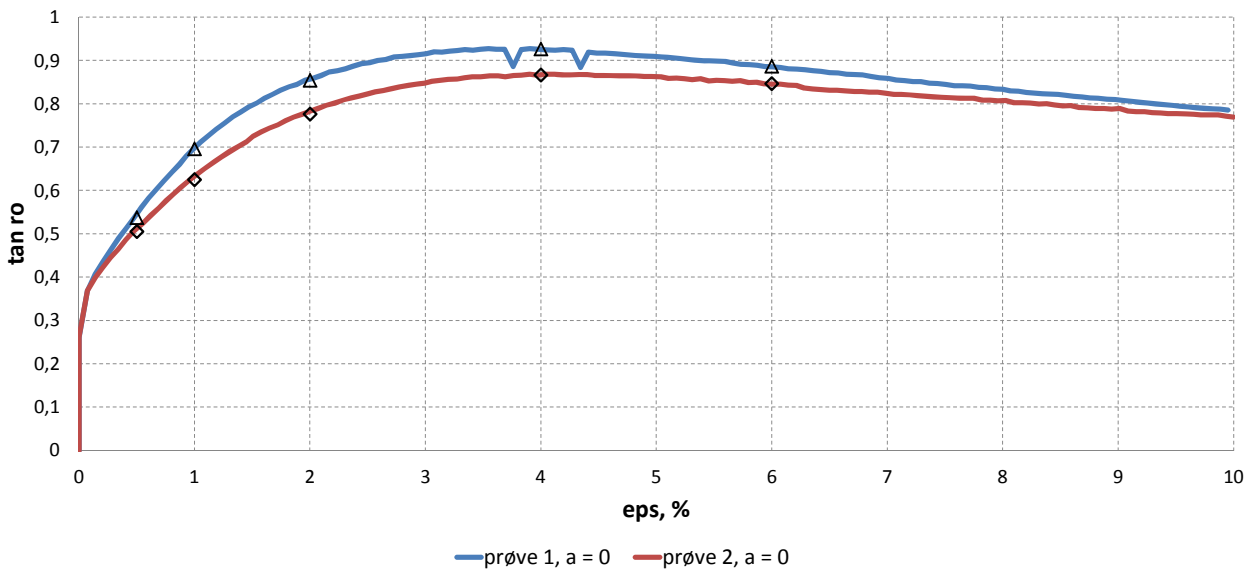
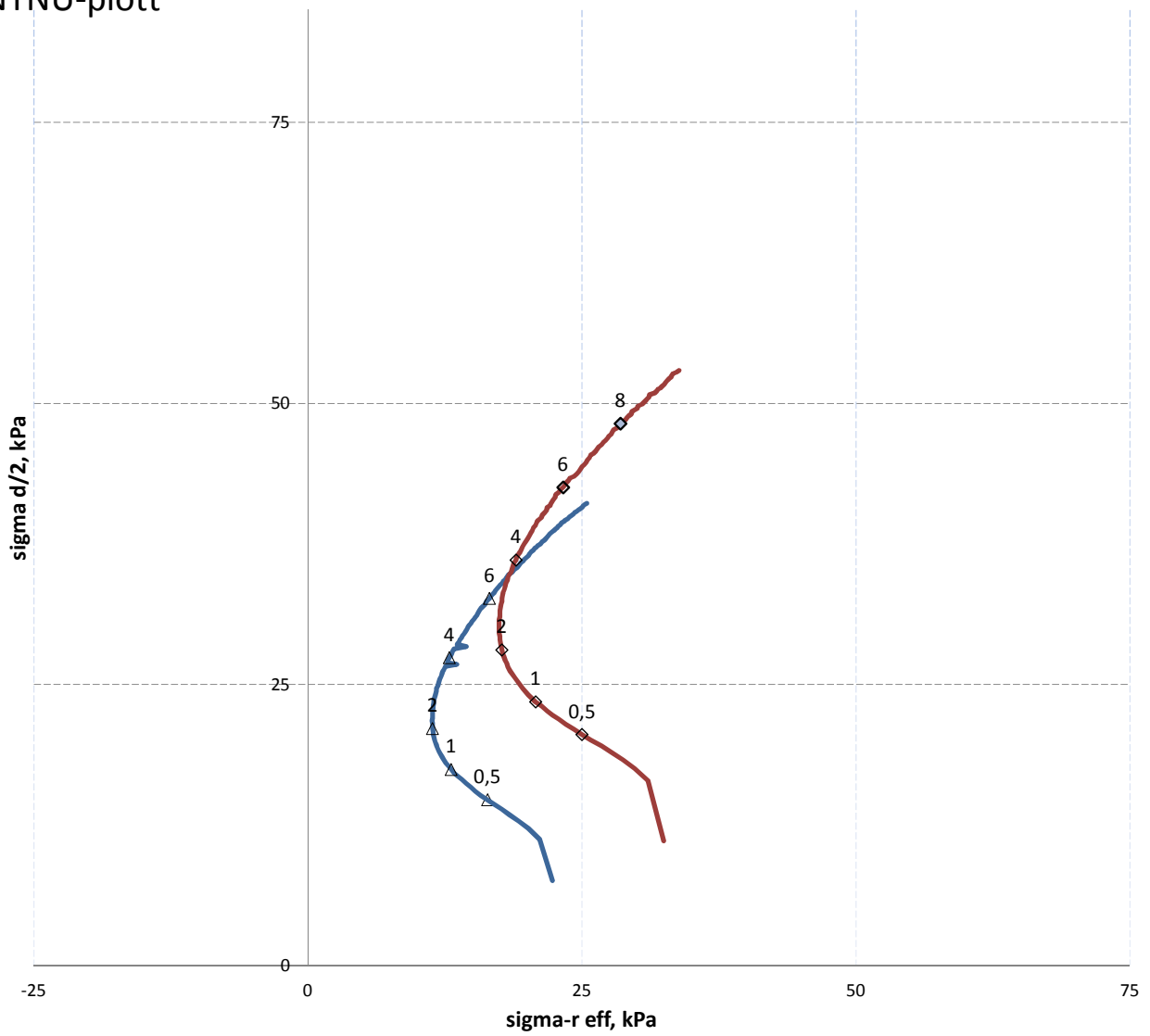
Bilag

-

Tegn. Nr.  
111



# NTNU-plott



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	dV (cm <sup>3</sup> )	dV (%)	KOMMENTAR
1	△	4	12	3,40m	CAUc	3,9	1,7	Leire med sand og gruskorn
2	◇	4	12	3,30m	CAUc	5,8	2,5	Leire med sand og gruskorn



Agdenes kommune

Tiltak i kvikkleiresone Sandabekken

TREKSIALFORSØK

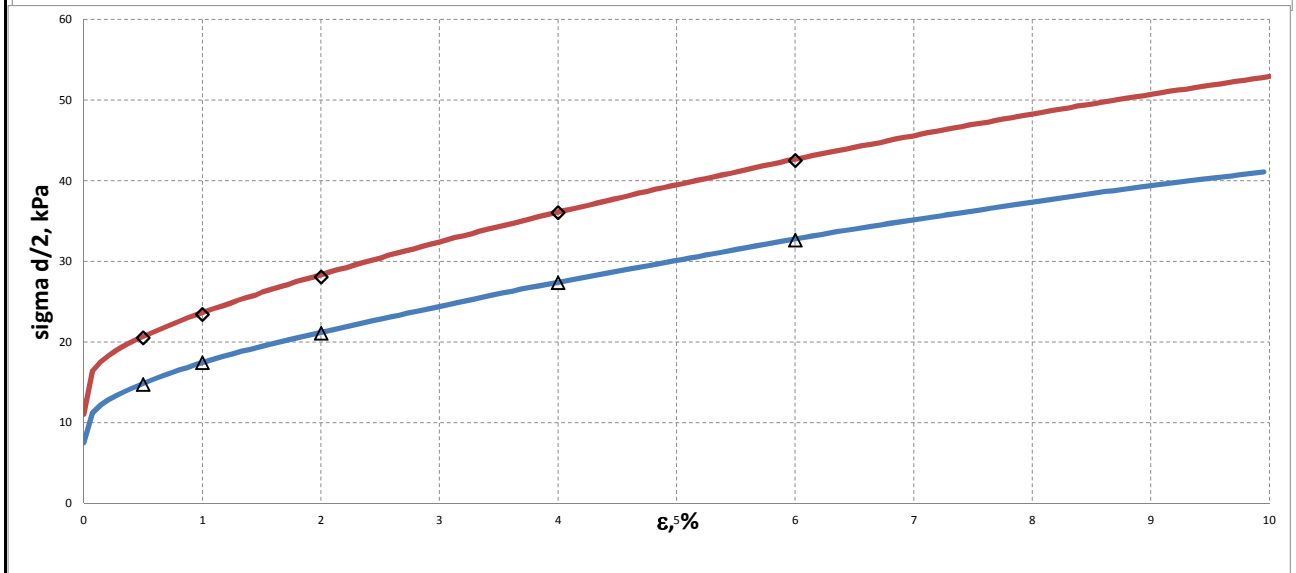
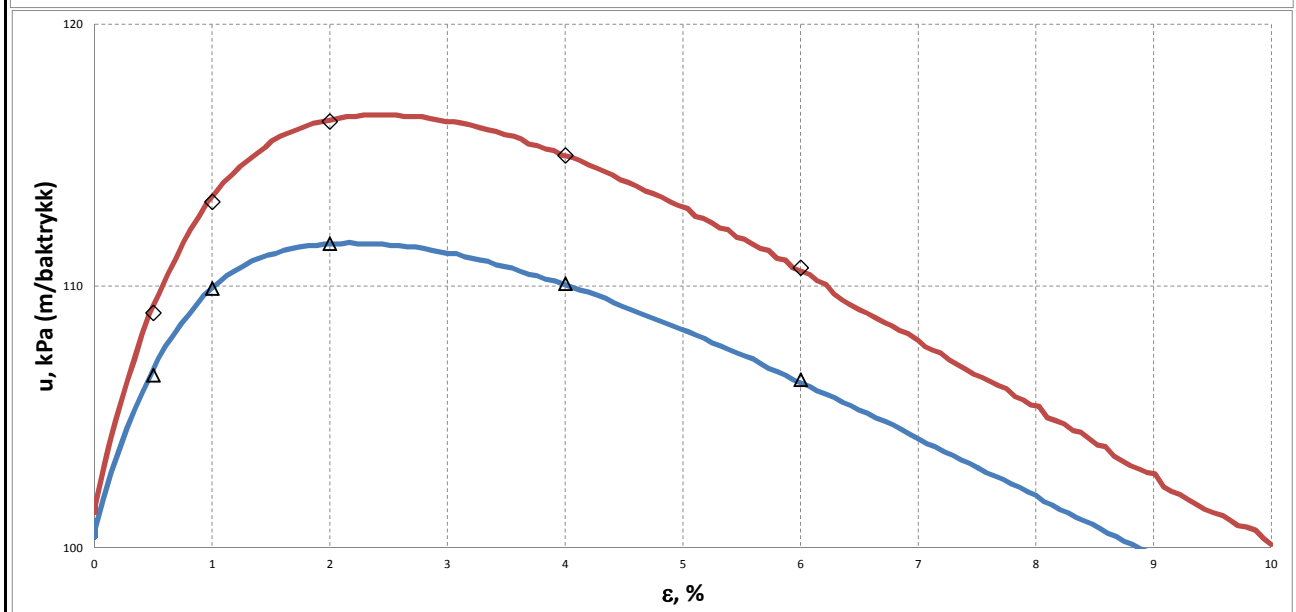
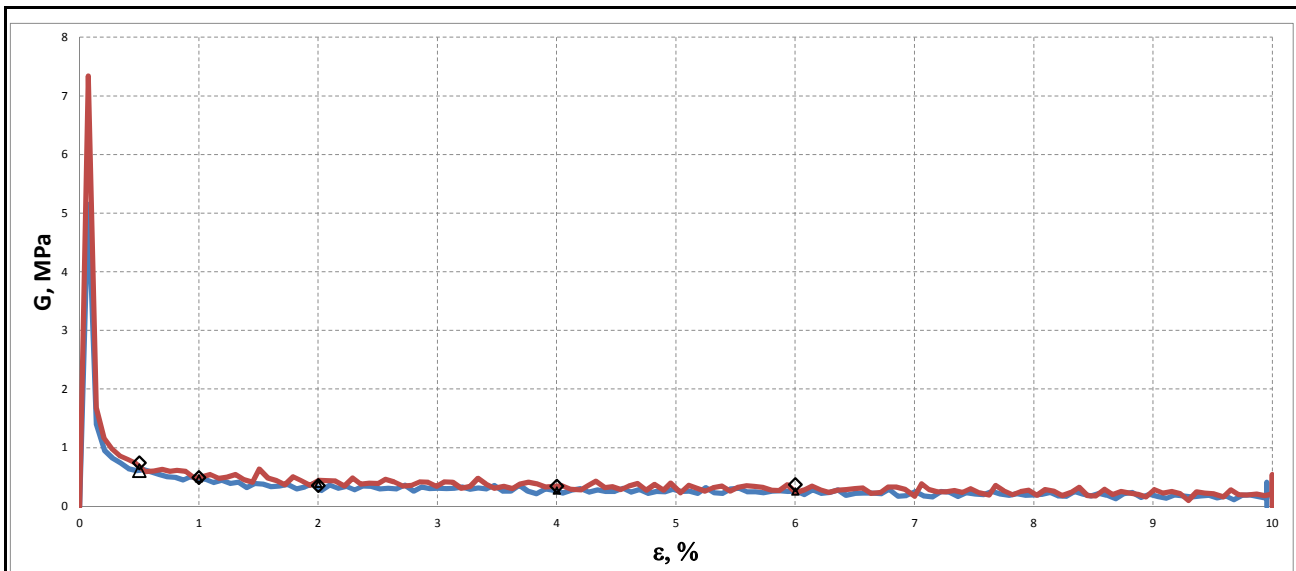
Oppdrag  
1350005583

Tegn./kontr.  
EHL/OLD

Dato  
08.10.2014

Bilag  
-

Tegn. Nr.  
112



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	dV (cm <sup>3</sup> )	dV (%)	KOMMENTAR
1	△	4	12	3,40m	CAUc	3,9	1,7	Leire med sand og gruskorn
2	◇	4	12	3,30m	CAUc	5,8	2,5	Leire med sand og gruskorn



Agdenes kommune

Tiltak i kvikkleiresone Sandabekken

TREKSIALFORSØK

Oppdrag  
1350005583

Tegn./kontr.  
EHL/OLD


Dato  
08.10.2014

Bilag


-

Tegn. Nr.  
113

# DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	4505	Oppløsning:	18-bit
SONDEDATA			
Arealforhold, a:	0,851	Arealforhold, b:	0
Kalibreringsdato:	11.10.2012	Utførende:	Geotech AB
EGENSKAP (fra kalibreringsark)	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimum spenning [MPa]	50	0,5	2
Måleområde [MPa]:	50	0,5	2
Oppløsning 12-bit [kPa]:	-	-	-
Oppløsning 18-bit [kPa]:	0,5741	0,0104	0,0222
Max. temp. effekt, ubelastet [kPa]:	26,9827	0,6968	0,7104
Temperaturområde [°C]:	0-40	0-40	0-40
Merknad:			
UTFØRELSE			
Borpunkt nr.:	2B	Dato:	10.09.2014
Borleder:	Foss, Johan	Assistent:	Krokstad, Jon Løvås
Filtertype:	Spaltefilter	Mettningsmedium:	Frostvæske
Forankring:	Ja	Sondetemperatur start [°C]:	15,4
Forboring [m]:	1,5	Sondetemperatur slutt [°C]:	8,3
Sum boring [m]:	8,7	Kontroll skriver [m]:	8,73
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	5,5
Merknad:			
MÅLE VARIABLE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt [kPa]:	4,7894	0,1237	0,1261
NULLPUNKTKONTROLL			
FAKTOR	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering:			
Etter sondering:			
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	0,0103	-1,6	1
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
MÅLESTØRRELSE	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Samlet nøyaktighet, $\Delta_{TOT}$ [kPa]:	15,6635	1,7341	1,1483
Tillatt nøyaktighet A1, $\Delta_k$ [kPa]:	35	5	10
Tillatt nøyaktighet A2, $\Delta_k$ [kPa]:	100	15	25
Tillatt nøyaktighet A3, $\Delta_k$ [kPa]:	200	25	50
ANVENDELSESKLASSE:	1	1	1
Vurdering profil:			
Oppdragsgiver: <b>Agdenes kommune</b> Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet		Oppdrag: <b>Tiltak i kvikkleiresone Sandabekken</b>	
Borpunkt nr.:	<b>2B</b>	Sonde:	<b>4505</b>
	Dato: <b>04.09.2014</b>	Tegnet: <b>Foss, Johan</b>	Kontrollert: <b>EHL</b>
	Oppdragsnr.: <b>1350005583</b>	Bilag nr.: <b>1</b>	

# DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

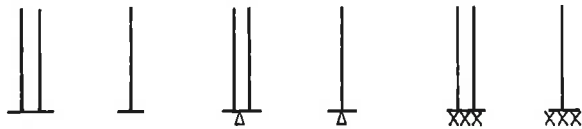
Sonde nr.:	4505	Opplysning:	18-bit
SONDEDATA			
Arealforhold, a:	0,851	Arealforhold, b:	0
Kalibreringsdato:	11.10.2012	Utførende:	Geotech AB
EGENSKAP (fra kalibreringsark)	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimum spenning [MPa]	50	0,5	2
Måleområde [MPa]:	50	0,5	2
Opplysning 12-bit [kPa]:	-	-	-
Opplysning 18-bit [kPa]:	0,5741	0,0104	0,0222
Max. temp. effekt, ubelastet [kPa]:	26,9827	0,6968	0,7104
Temperaturområde [°C]:	0-40	0-40	0-40
Merknad:			
UTFØRELSE			
Borpunkt nr.:	5	Dato:	10.09.2014
Borleder:	Foss, Johan	Assistent:	Krokstad, Jon Løvås
Filtertype:	Spaltefilter	Mettningsmedium:	Frostvæske
Forankring:	Ja	Sondetemperatur start [°C]:	18
Forboring [m]:	2	Sondetemperatur slutt [°C]:	12,3
Sum boring [m]:	6,5	Kontroll skriver [m]:	6,5
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	5,3
Merknad:			
MÅLEVARIALE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt [kPa]:	3,8450	0,0993	0,1012
NULLPUNKTKONTROLL			
FAKTOR	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering:			
Etter sondering:			
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	-0,0005	-0,8	0,9
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
MÅLESTØRRELSE	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Samlet nøyaktighet, $\Delta_{TOT}$ [kPa]:	4,9191	0,9097	1,0234
Tillatt nøyaktighet A1, $\Delta_k$ [kPa]:	35	5	10
Tillatt nøyaktighet A2, $\Delta_k$ [kPa]:	100	15	25
Tillatt nøyaktighet A3, $\Delta_k$ [kPa]:	200	25	50
ANVENDELSESKLASSE:	1	1	1
Vurdering profil:			
Oppdragsgiver: <b>Agdenes kommune</b> Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet	Oppdrag: <b>Tiltak i kvikkleiresone Sandabekken</b>		
Borpunkt nr.:	5	Sonde:	4505
	Dato: <b>10.09.2014</b>	Tegnet: <b>Foss, Johan</b>	Kontrollert: <b>EHL</b>
	Oppdragsnr.: <b>1350005583</b>	Bilag nr.: <b>2</b>	



**MARKUNDERSØKELSER**

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

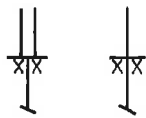
Avslutning av boring (gjelder alle sonderingstyper).



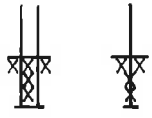
Boring avsluttet (årsak ikke angitt)

Antatt stein, morene, sand ol.

Antatt fjell



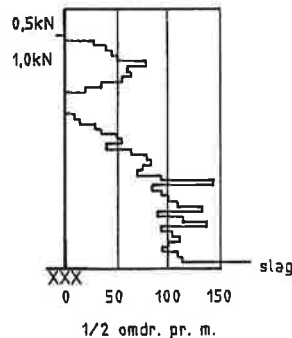
Boret i antatt fjell. (Hvis overgangen er ukjent, settes spørsmåltegn.)



Boret i fjell og kerne 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 omdreining pr. 20 cm synkning noteres. Ved opptegninger vises antall halve omdreining pr. meter synkning grafisk med dybden i borhullet og belastningen angis til venstre for borhullet.



Ⓣ **Totalsondering**

kombinerer dreietrykkssondering 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.

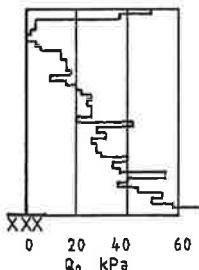
▼ **Ramsondering**

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:

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

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**

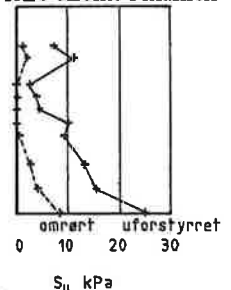
utføres for undersøkelse i laboratoriet av grunnens geotekniske egenskaper.

Uforstyrrede prøver tas opp med NGI's 54 mm stempelprøvetaker. Prøvene skjæres ut med tynnveggede stålsylindre 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 laboratoriet.

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 sylindrerprøvetaker og hvor slike prøver tilfredsstillende formålet.

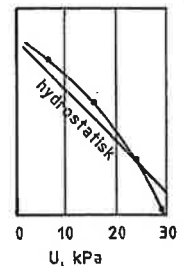
+ **Vingeboring**

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. Maksimale 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.

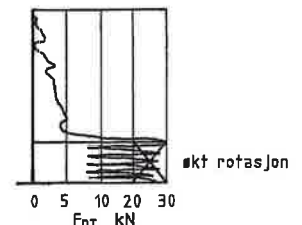


Grunnvannstanden observeres vanligvis direkte ved vannstand i borhullet.

⊖ **Dreietrykkssondering**

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 °C.

Flytegrense

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

Udrenert skjærstyrke

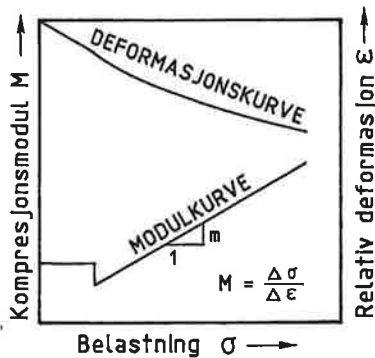
( $s_u$  i  $\text{kN/m}^2$ ) av leire ved hurtige enaksiale trykkforsøk på uforstyrrede prøver med tverrsnitt  $3,6 \times 3,6 \text{ cm}^2$  (evt. hel prøve) og høyde 10 cm. Skjærstyrken settes lik halve trykkfastheten. Dessuten måles skjærstyrken i uforstyrret og omrørt tilstand ved konusforsøk, hvor 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 ( $S_p$ )

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 mm. For de finere partikler bestemmes den ekvivalente komdiamter 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.

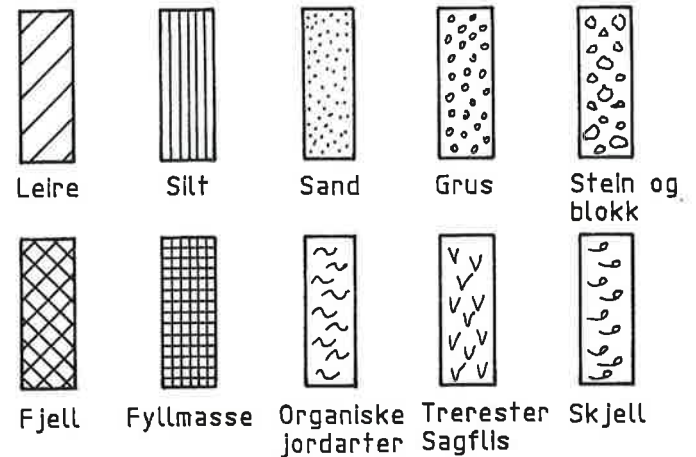
Fraksj. betegn.	Leir	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstør. mm	< 0,002	0,002-0,06	0,06-2	2-60	60-600	> 600

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

## SPESEIELLE UNDERSØKELSER

### SPESEIELLE MARKUNDERSØKELSER.

#### Feltkompressometer

benyttes for undersøkelse av grunnens kompressibilitet direkte i marken. I prinsippet består utstyret av en skrueplate 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.

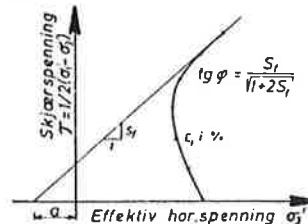
I grov og samfengt masse (grov grus, finsprengt stein o.lign.) gir sandvolummeter og vannvolummetermetoden utilfredsstillende nøyaktighet, og komprimeringen av slikt materiale undersøkes ved å bestemme oppfyllingens elastisitetsmodul ut fra platebelastningsforsøk.

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 av platen måles med spesielt måleutstyr. Samhørende verdier for belastning og 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 av platen måles med spesielt måleutstyr. Den målte elastisitetsmodul sammenholdes med oppsatte krav til elastisitetsmodul ut fra aktuelle belastningsforhold, og forholdet mellom disse verdier betegnes komprimeringsgrad.

### SPESEIELLE 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  $\text{cm/s}$ ) er strømningsshastigheten 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 tettete 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 samnhørende 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  $W_{\text{opt}}$ .

#### 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 at et stempel med areal 3  $\text{inch}^2$  med konstant bevegelseshastighet = 0,05  $\text{inch}$  pr. min. presses ned i denne. Rundt stempelen 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 stempelen registreres og sammenlignes med verdier for tilsvarende inntrykking på et referansemateriale. 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 bekreftes ut fra forsøk på 2 prøver.