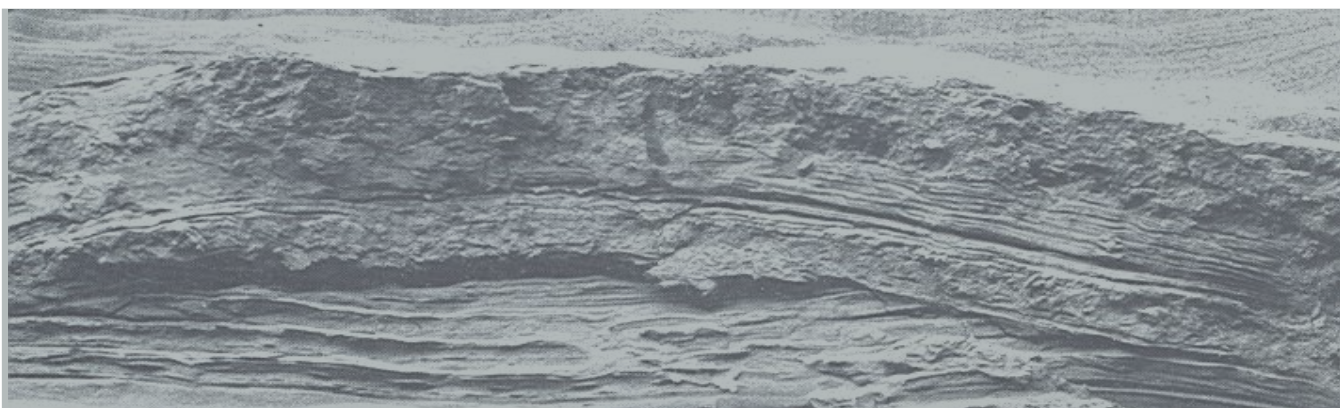




DATARAPPORT FRA GRUNNUNDERSØKELSE

STATENS VEGVESEN REGION MIDT

Fergekai Brekstad

Oppdrag nr: 1350018163

Rapport nr. 1

Dato: 23.12.2016

Fylke Sør-Trøndelag	Kommune Ørland	Sted Brekstad	UTM 05333 70624 Euref 89, sone 32
Byggherre			
Oppdragsgiver Statens vegvesen region midt			
Oppdrag formidlet av Statens vegvesen region midt v/Per Olav Berg			
Oppdragsreferanse Oppdragsbekreftelse fra 30.09.2016			
Antall sider 6	Tegn.nr 101-112	Bilag.nr. 1-8	Antall tillegg 3

Prosjekt-tittel

**Statens vegvesen region midt
Fergekai Brekstad**

Rapport-tittel

**Grunnundersøkelser
Datarapport**

Oppdrag nr: 1350018163	Rapport nr: 1	Rev:	Dato: 23.12.2016	Kontr: KEG
Oppdragsleder: Jørn Hetland		Utarbeidet av: Jørn Hetland		
SAMMENDRAG Rambøll Norge AS og Multiconsult AS har på oppdrag fra Statens vegvesen region midt utført geotekniske grunnundersøkelser i Brekstad havn og området øst for Brekstad havn i forbindelse med planlegging av ny fergekai på Brekstad. Det er utført 18 totalsondering, 2 CPTU og 5 prøveserier. Sonderinger og prøvetaking i havneområdet indikerer at løsmassene her i all hovedsak består av meget faste løsmasser bestående av siltig leire. Sonderinger og prøvetaking utført øst for havneområdet indikerer et løsere topplag av mektighet på ca. 3 – 5 m bestående av sand og silt. Derunder er det varierende mektighet av faste/meget faste masser ned til berg. Dybde til berg varierer fra ca. 15 – 20 m under sjøbunn i havneområdet og fra ca. 5 – 15 m under sjøbunn i området øst for havneområdet.				

INNHold

1	INNLEDNING	4
1.1	Prosjekt	4
1.2	Oppdrag	4
1.3	Innhold	4
2	UNDERSØKELSER	4
2.1	Feltundersøkelser	4
2.2	Oppmåling	4
2.3	Laboratorieundersøkelser	5
3	GRUNNFORHOLD	5
3.1	Topografi	5
3.2	Løsmasser	6
3.3	Grunnvann	6
3.4	Berg	6

TEGNINGER

Tegn. nr.	Rev. nr.	Tittel	Målestokk
101		OVERSIKTSKART	1 : 50 000
102		SITUASJONSPLAN	1 : 3000
103		SONDERING 1 – 4	1 : 200
104		SONDERING 5 – 6	1 : 200
105		SONDERING 7 – 10	1 : 200
106		SONDERING 11 – 13	1 : 200
107		SONDERING 14 – 15	1 : 200
108		SONDERING 16 – 18	1 : 200
109		BORPROFIL PKT. 2	1 : 100
110		BORPROFIL PKT. 11	1 : 100
111		BORPROFIL PKT. 13	1 : 100
112		BORPROFIL PKT. 14	1 : 100
RIG-TEG-010		BORPROFIL PKT. 2 MULTICONULT	1 : 100
RIG-TEG-011		BORPROFIL PKT. 6 MULTICONULT	1 : 100

BILAG

1	KVALITETSSKJEMA CPTU 6
2	KVALITETSSKJEMA CPTU 11
3	KORNFORDELING PKT. 2
4	KORNFORDELING PKT. 6
5	KORNFORDELING PKT. 11
6	KORNFORDELING PKT. 14
7	TREKSFORSØK PKT. 2
8	TREKSFORSØK PKT. 6

TILLEGG

- I MARKUNDERSØKELSER
- II LABORATORIEUNDERSØKELSER
- III SPESIELLE UNDERSØKELSER

1 INNLEDNING

1.1 Prosjekt

Statens vegvesen region midt planlegger ny fergekai på Brekstad i Ørland kommune. Det skal utredes for 5 alternative plasseringer av fergekaien, derav 3 innenfor Brekstad havn og 2 på utsiden.

1.2 Oppdrag

Rambøll Norge AS, divisjon Geo, er engasjert for å utføre grunnundersøkelser og geoteknisk vurdering for prosjektet.

1.3 Innhold

Denne datarapporten inneholder felt- og laboratorieresultater fra utførte grunnundersøkelser, samt en geoteknisk beskrivelse av grunnforholdene. Rapporten inneholder ingen geoteknisk vurdering.

2 UNDERSØKELSER

2.1 Feltundersøkelser

Feltundersøkelsene ble utført oktober/november 2016. Borpunkt 3, 5 og 12 – 17 er utført av Rambøll mens resterende borpunkter er utført av Multiconsults borebåt. Følgende undersøkelser er utført:

- 18 totalsonderinger til varierende dybde fra ca. 5 og 25 meter under terreng/sjøbunn.
- 2 CPTU i punkt 6 og 11 til henholdsvis 4 m og 6 m under sjøbunn.
- 5 prøveserier i punkt 2, 6, 11, 13 og 14 bestående av totalt 3 poseprøver og 8 uforstyrrede Ø54 mm sylindrerprøver.

Utførelse av feltundersøkelsene er nærmere beskrevet i tillegg I «Markundersøkelser».

Plassering av borpunktene er vist på situasjonsplan, tegning 102. Boringene er vist med symbol for undersøkelsesmetode, samt angivelse av terrenghøyde og boredybde. Boreresultatene er vist på tegning 103 – 108.

2.2 Oppmåling

Borpunkt i sjø er satt ut og målt inn med håndholdt GPS. Som utgangspunkt for bestemmelse av høyder for borpunkt i sjø er det etablert et fastmerke ved kaien ved Brekstad havn, innmålt til kt. +2,278. Koordinater og høyder er vist i tabell 1. Målingene er utført i Euref 89 sone 32 og NN1954-høydesystem.

Tabell 1: Koordinater og høyder for borpunkt

Borpunkt	Nord	Øst	Høyde
1	7062778.9	533285.3	-2.9
2	7062596.2	533400.8	-5.2
3	7062501.0	533305.0	-4.3
4	7062527.8	533463.1	-6.2
5	7062425.0	533345.1	-5.2
6	7062447.7	533493.7	-7.0
7	7062424.3	533646.1	-12.0
8	7062322.7	533348.0	-6.0
9	7062230.1	533384.9	-8.4
10	7062161.1	533361.2	-8.7
11	7062101.6	533454.5	-11.0
12	7062461.0	533161.0	-2.7
13	7062424.0	533066.0	-1.1
14	7062363.0	533112.0	-6.7
15	7062333.0	533135.0	-8.2
16	7062244.1	533009.7	2.5
17	7062273.0	533109.0	-7.2
18	7062596.2	533310.0	-4.2

2.3 Laboratorieundersøkelser

Opptatte prøver er åpnet og rutinemessig undersøkt ved Multiconsult og Statens vegvesens geotekniske laboratorie. Prøvene er klassifisert og beskrevet i laboratoriet. Det er utført rutinemessige målinger av vanninnhold, tyngdetetthet samt udrenert skjærfasthet på leirholdige sylindrerprøver. I tillegg er det utført kornfordeling på 4 prøver og treksialforsøk på 2 prøver.

Totalt er 3 representative prøver og 8 uforstyrrede sylindrerprøver undersøkt. Borprofiler fra prøver analyser av Statens vegvesen er vist på tegning 109 – 112, mens borprofiler analysert av Multiconsult er vist på RIG-TEG-010 og RIG-TEG-011, kornfordeling er vist i bilag 3 – 6 og treksialforsøk er vist på bilag 7 og 8.

Rambølls rutiner for laboratorieforsøk er nærmere beskrevet i tillegg II, «Laboratorieundersøkelser» og tillegg 3 «Spesielle undersøkelser», og er i prinsippet de samme rutiner som benyttes av Multiconsult og Statens vegvesen.

3 GRUNNFORHOLD

3.1 Topografi

Sjøbunnen i Brekstad havn ligger generelt rundt ca. kt. -9 - -7 for innkjøringen til nåværende fergekai. Det er noe grunnere i søndre del av havneområdet der sjøbunnen ligger på ca. kt. -8 - -5, mens det i nordre del av havneområdet er relativt grunt med sjøbunn varierende fra ca. kt. -4 - -1.

I området sørøst for Brekstad havn faller sjøbunnen retning sørøst fra ca. kt. -8 med gjennomsnittlig helning på ca. 1:15.

Sjøbunnen i området nordøst for Brekstad havn er relativt horisontal og faller retning sørøst fra ca. kt. -4 med gjennomsnittlig helning på ca. 1:40.

3.2 Løsmasser

Sondering 12, 13, 14, 15 og 17 er utført inne i havneområdet, mens sondering 16 er utført på land. Sonderingene er utført til ca. 15 – 20 m under sjøbunn/terreng.

Sonderingene indikerer meget faste masser da det, med unntak av den øverste meter, er brukt slag, spyling og økt rotasjon. Det er tatt opp prøver i pkt. 13 og 14 i havneområdet og prøvene viser at de meget faste løsmassene består av siltig leire.

Sondering 1 – 11 og 18 er utført øst for Brekstad havn og er utført til ca. 5 – 15 m under sjøbunn. Sonderingene indikerer et løsere topplag av mektighet på ca. 3 – 5 m. Derunder er det funnet varierende mektighet av meget faste masser ned til bergoverflaten. Prøvetaking i pkt. 11 viser at det løsere topplaget består av sand ned til ca. 3 m dybde og derunder er det et siltlag med mektighet på ca. 2 m. Det er ikke tatt opp prøver av de meget faste massene utenfor havneområdet, men de er generelt antatt å bestå av siltig leire.

3.3 Grunnvann

Grunnvannstand og poretrykksforhold er ikke undersøkt for dette prosjektet.

3.4 Berg

Det er varierende dybde til berg i undersøkelsesområdet. Dybde til berg varierer fra ca. 15 – 20 m under sjøbunn i havneområdet og fra ca. 5 – 15 m under sjøbunn i området øst for havneområdet.

Det er utført bergkontrollboring for samtlige totalsonderinger og det er generelt boret 3 m i berg med unntak av pkt. 12 og 13 der det er boret henholdsvis 1 m og 2 m i berg.



0	27.11.2016		AKM	JHET	JHET
Rev	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr: 1350018163 Målestokk: 1: 50 000 Status:

Fergekai Brekstad
Statens vegvesen Region Midt

OVERSIKTSKART

UTM32 (Euref89): 05332 70623

RAMBOLL

Ramboll AS - Region Midt-Norge
P.b. 9420 Sluppen
Mellomila 79, N-7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

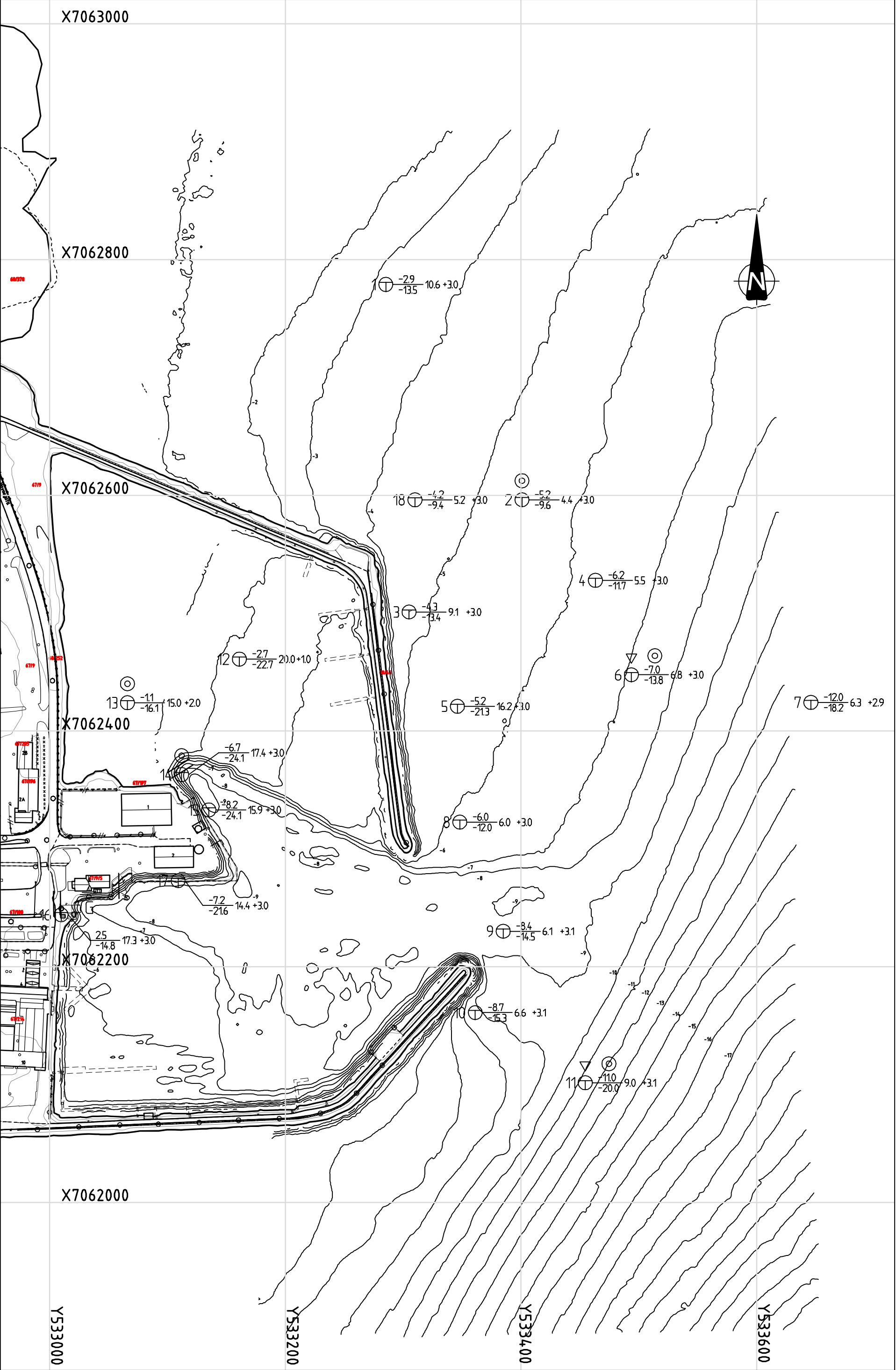
Tegning nr:

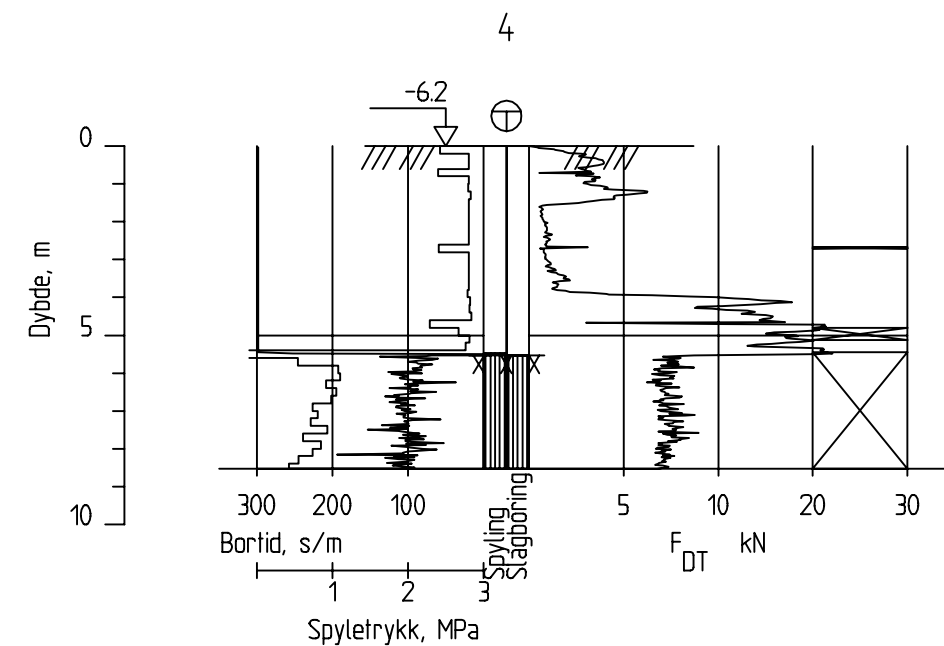
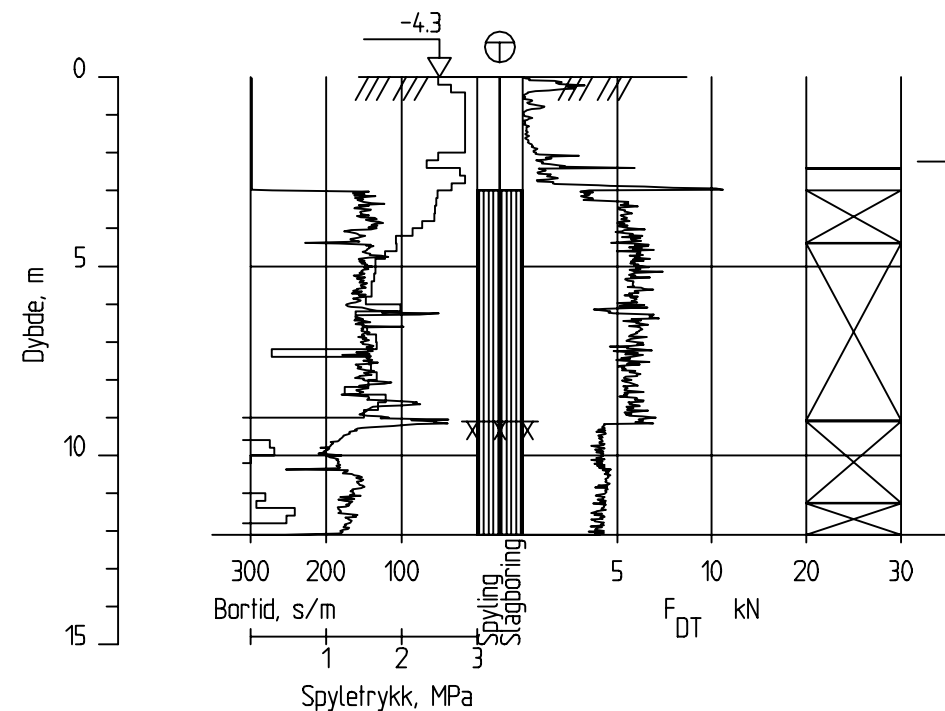
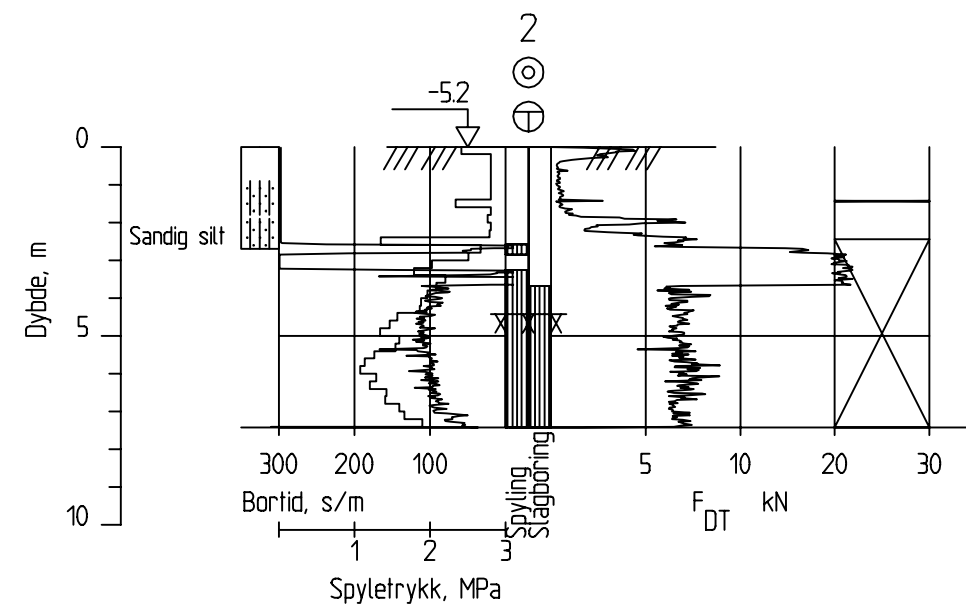
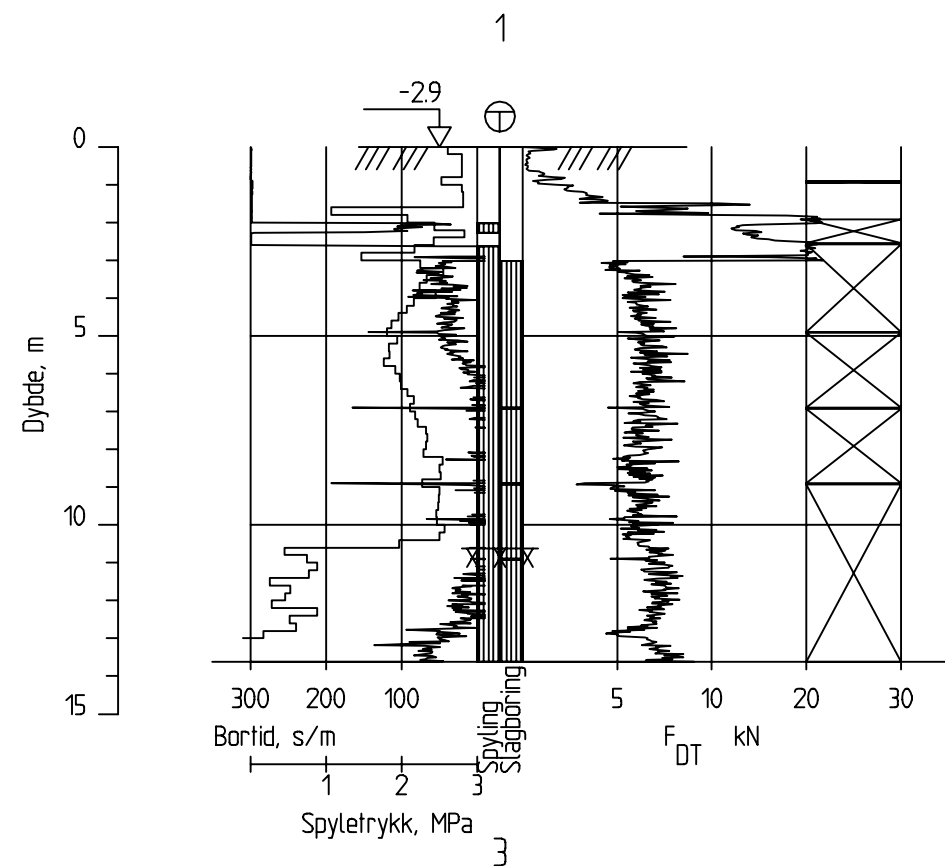
Rev:

101

0

													
					Rambøll AS - Region Midt-Norge P.b. 9420 Sluppen Mellemilla 79, N-7493 Trondheim Tlf.: 73 84 10 00 - Fax: 73 84 10 60 www.ramboll.no								
TEGNINGSSTATUS													
0	22.12.2016		JHET	KEG	JHET								
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ								
						OPDRAG							
						Fergekai Brekstad							
						OPDRAGSGIVER							
						Statens vegvesen region midt							
						INNHOOLD							
						<u>SITUASJONSPLAN</u>							
						⊕ Totalsondering							
						⊗ Prøvetaking							
						▽ CPTU							
						OPDRAG NR.		MALESTOKK		BLAD NR.		AV	
						1350018163		1:3000		01		01	
										TEGNING NR.		REV.	
										102		0	





0	22.12.2016		JHET	KEG	JHET
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					



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

Fergekai Brekstad

OPPDRAGSGIVER

Statens vegvesen region midt

INNHold

BORERESULTATER

⊕ Totalsondering

⊙ Prøvetaking

▽ CPTU

OPPDRAG NR.

1350018163

MÅLESTOKK

1:200

BLAD NR.

01

AV

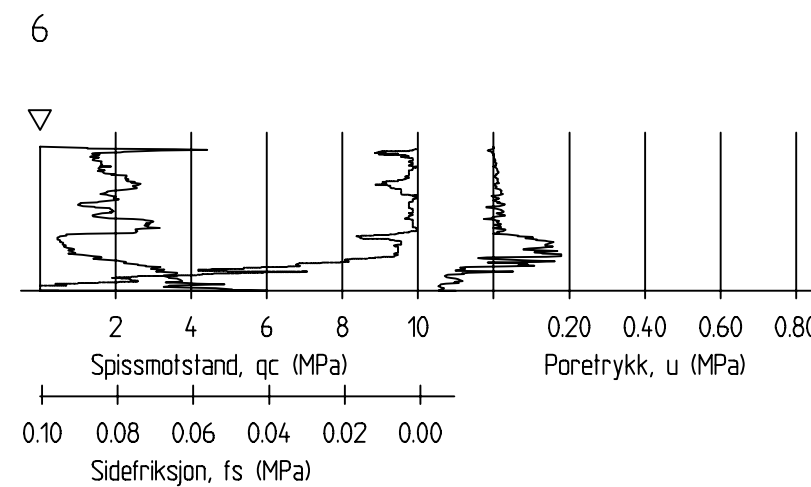
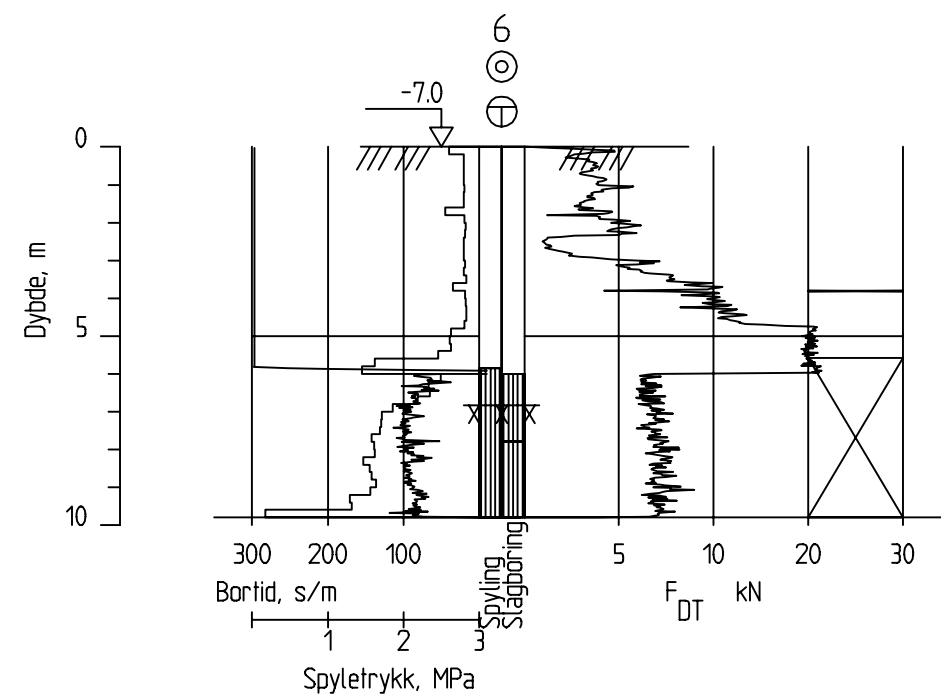
01

TEGNING NR.

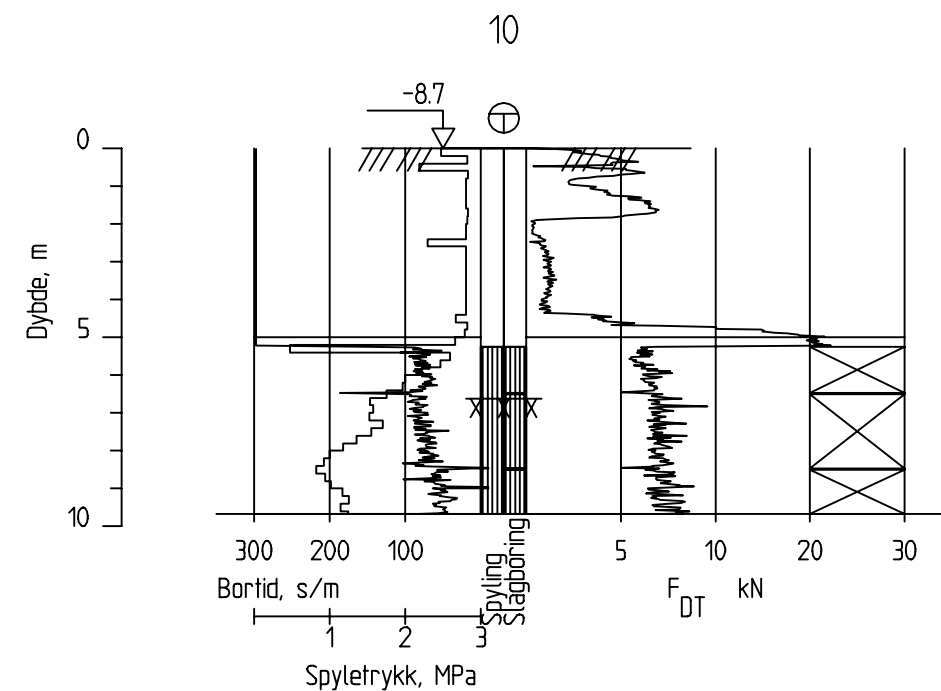
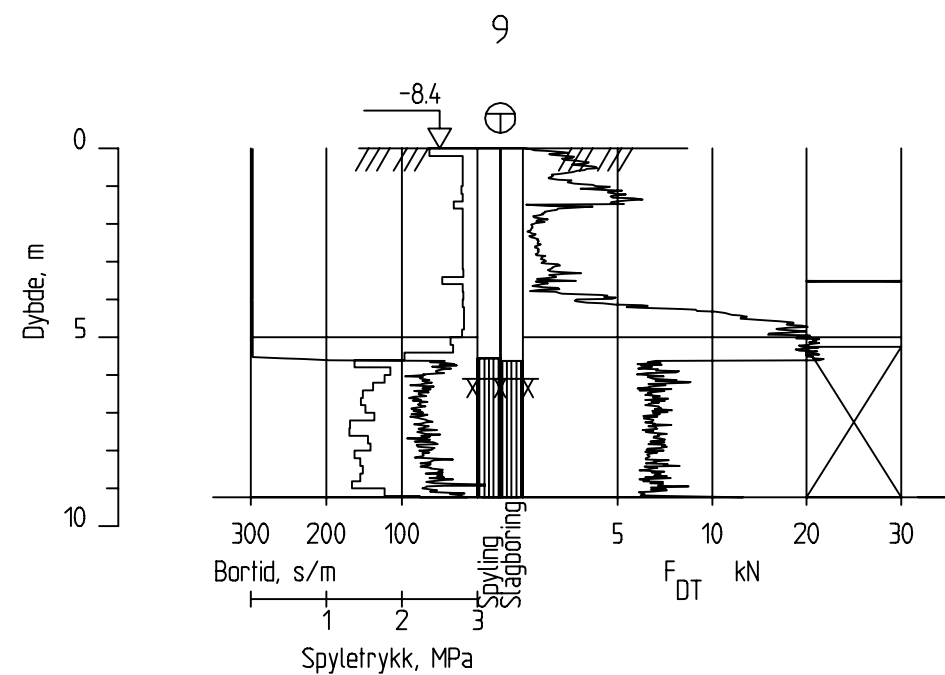
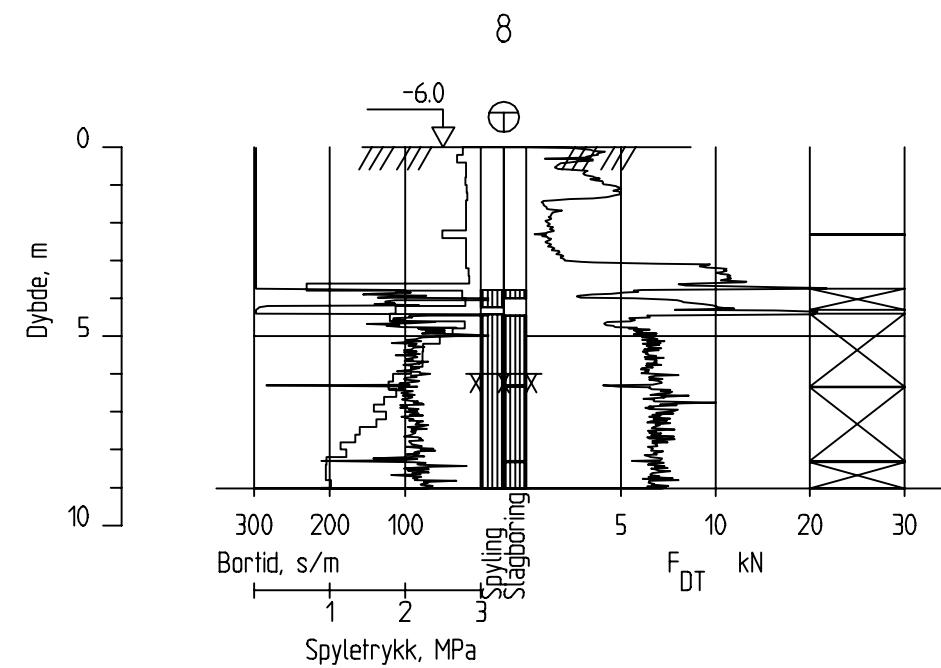
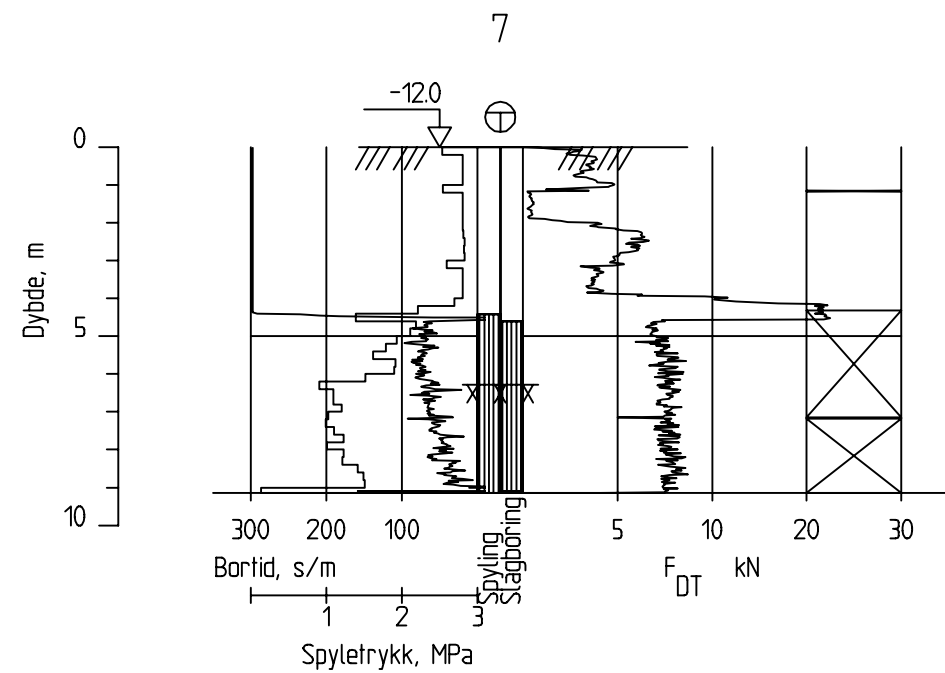
103

REV.

0



						 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 Fergekai Brekstad	INNHold <u>BORERESULTATER</u> ⊕ Totalsondering ⊙ Prøvetaking ▽ CPTU	OPPDRAG NR. 1350018163	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. 01	AV 01	
0	22.12.2016		JHET	KEG	JHET		OPPDRAGSGIVER Statens vegvesen region midt	TEGNING NR. 104		REV. 0			
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ								
TEGNINGSSTATUS													



0	22.12.2016		JHET	KEG	JHET
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					



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

Fergekai Brekstad

OPPDRAGSGIVER

Statens vegvesen region midt

INNHold

BORERESULTATER

⊕ Totalsondering

⊙ Prøvetaking

▽ CPTU

OPPDRAG NR.

1350018163

MÅLESTOKK

1:200

BLAD NR.

01

AV

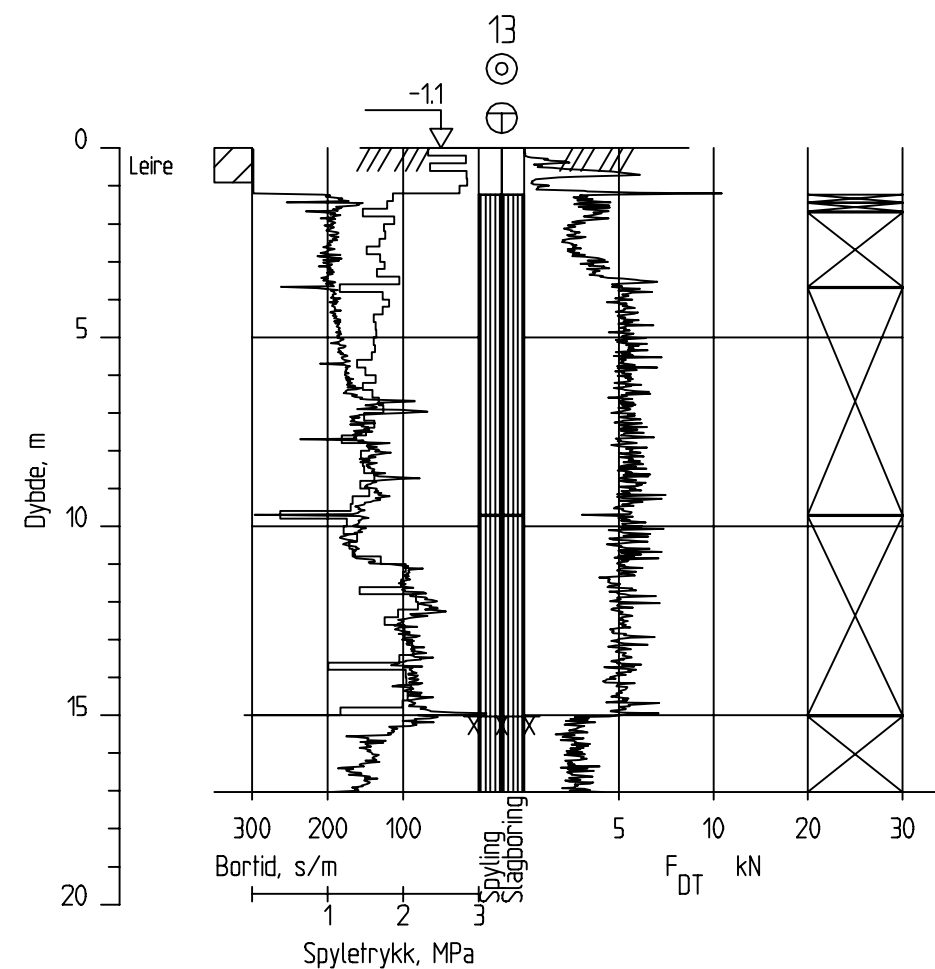
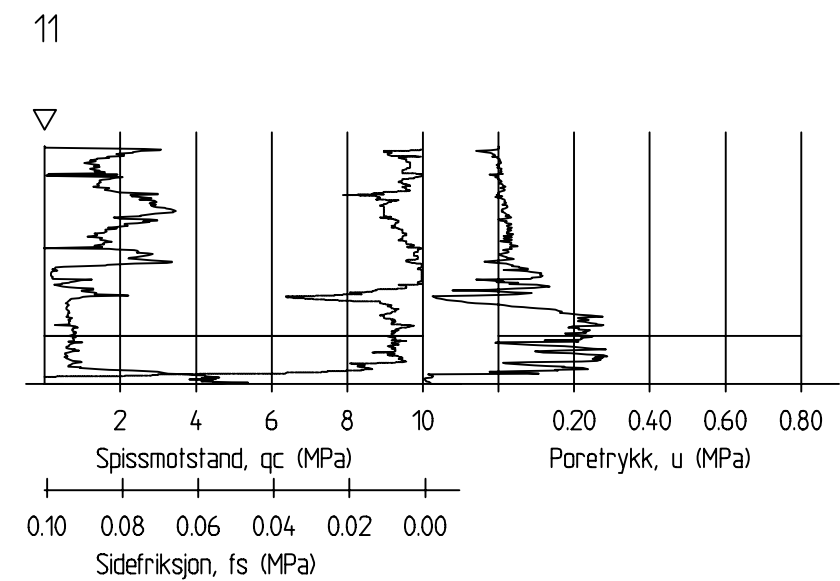
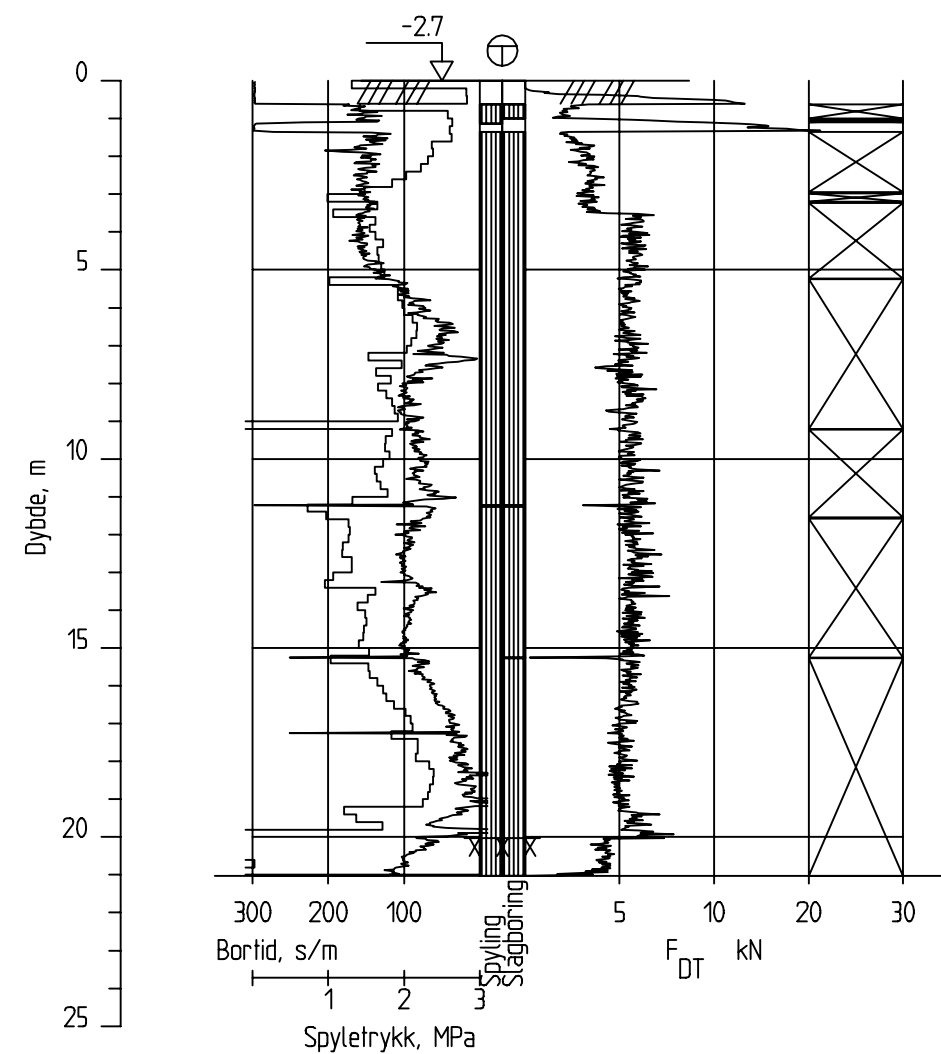
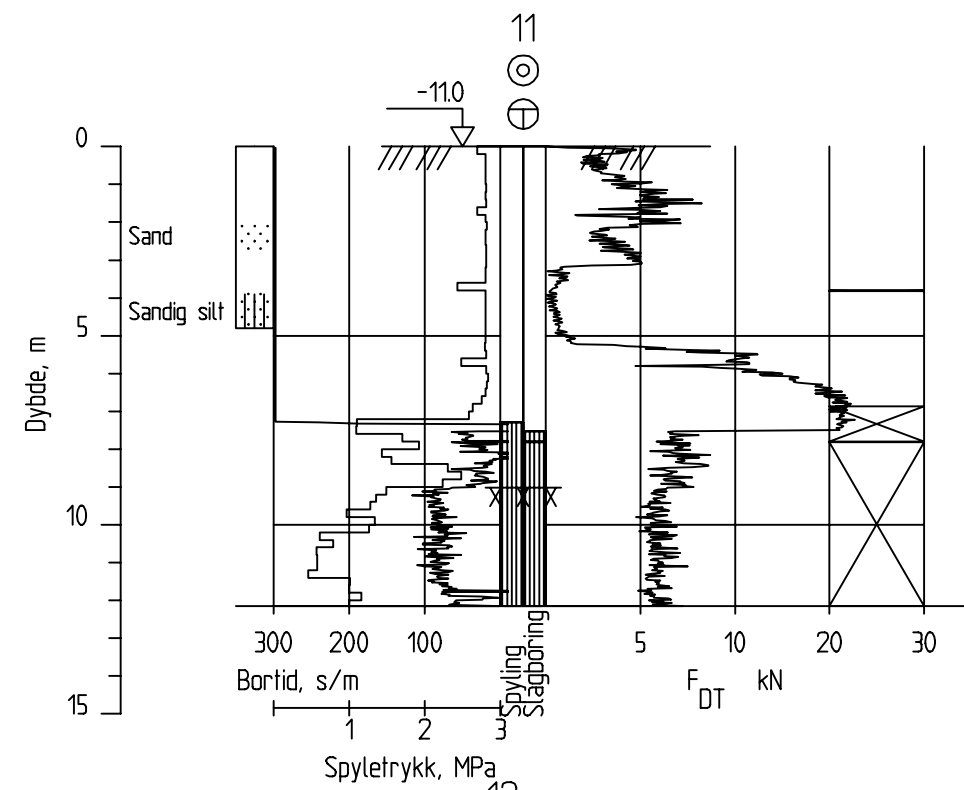
01

TEGNING NR.

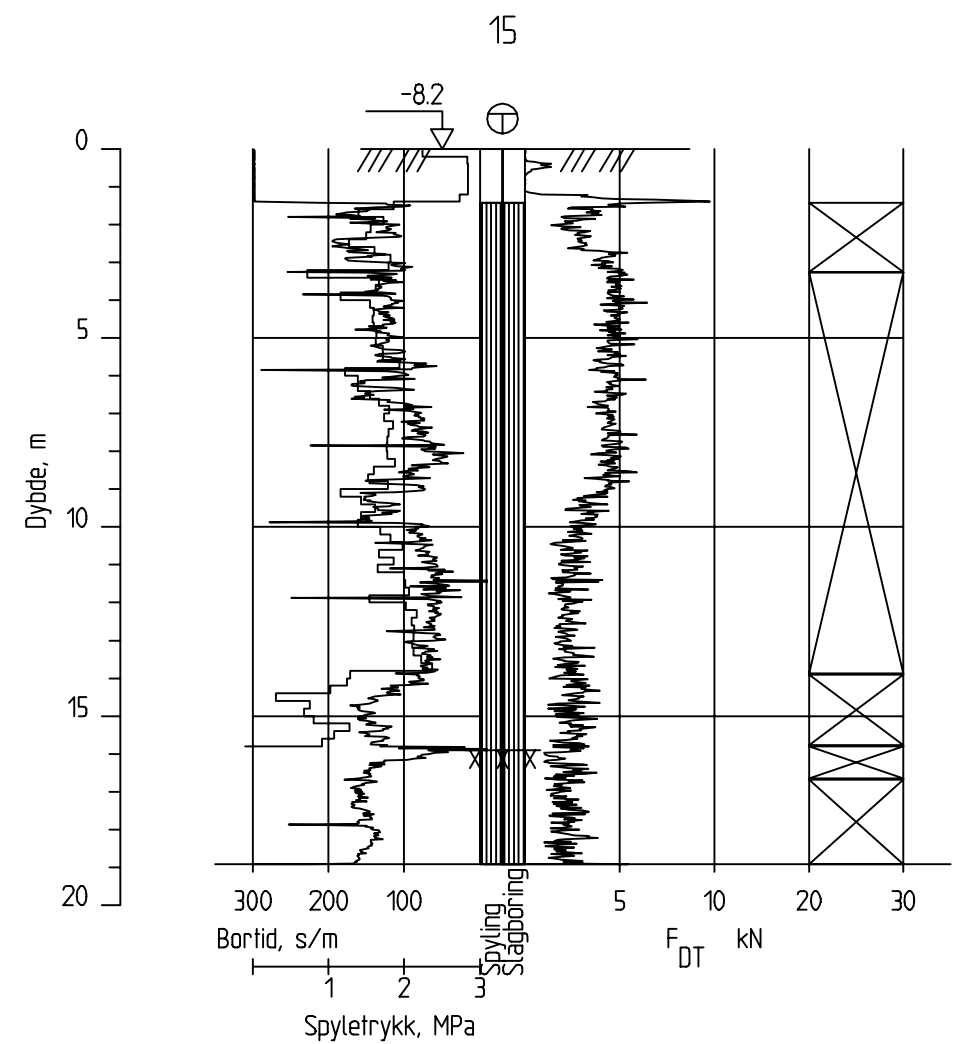
105

REV.

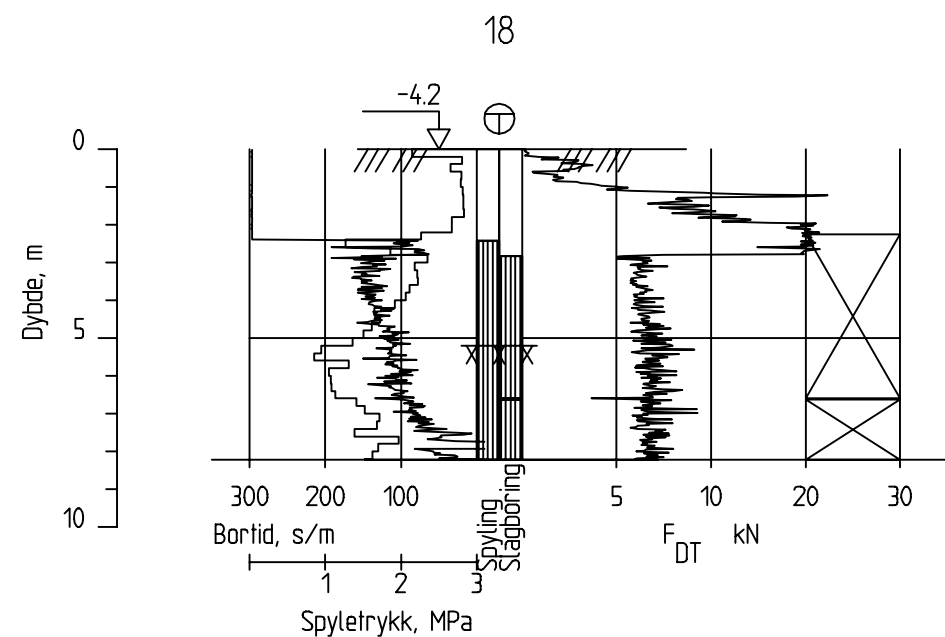
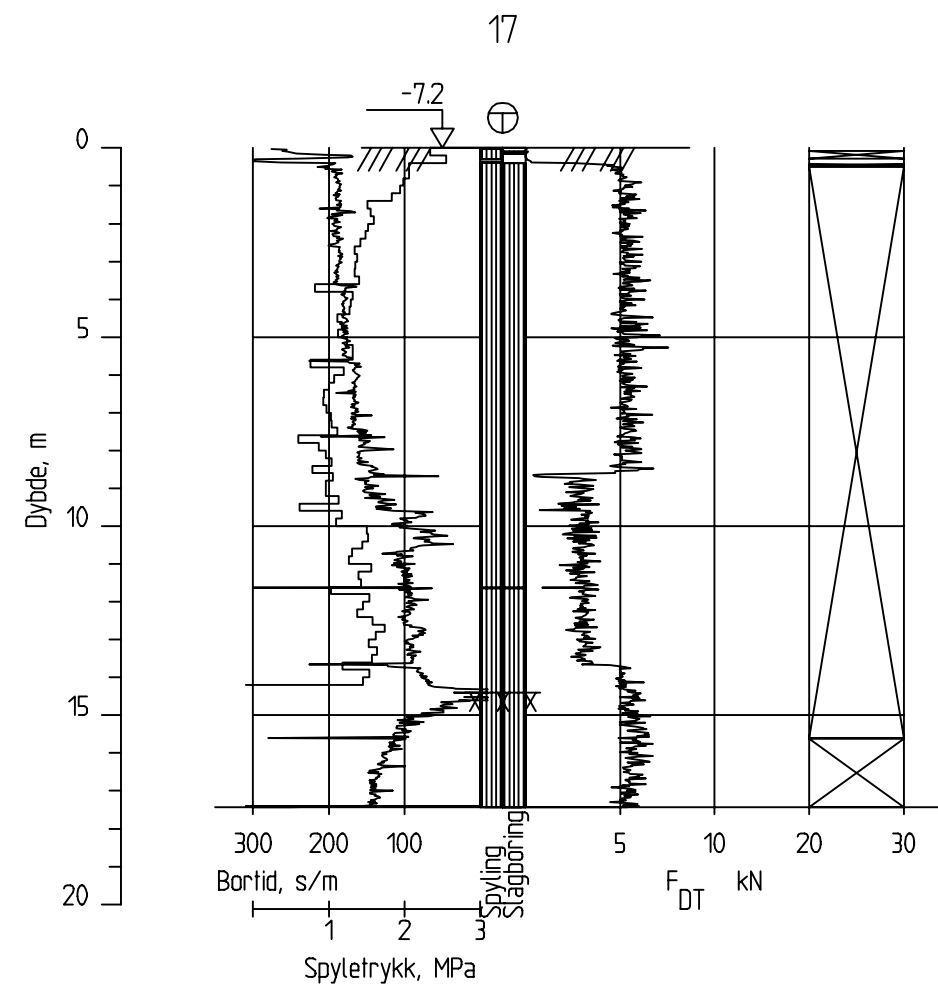
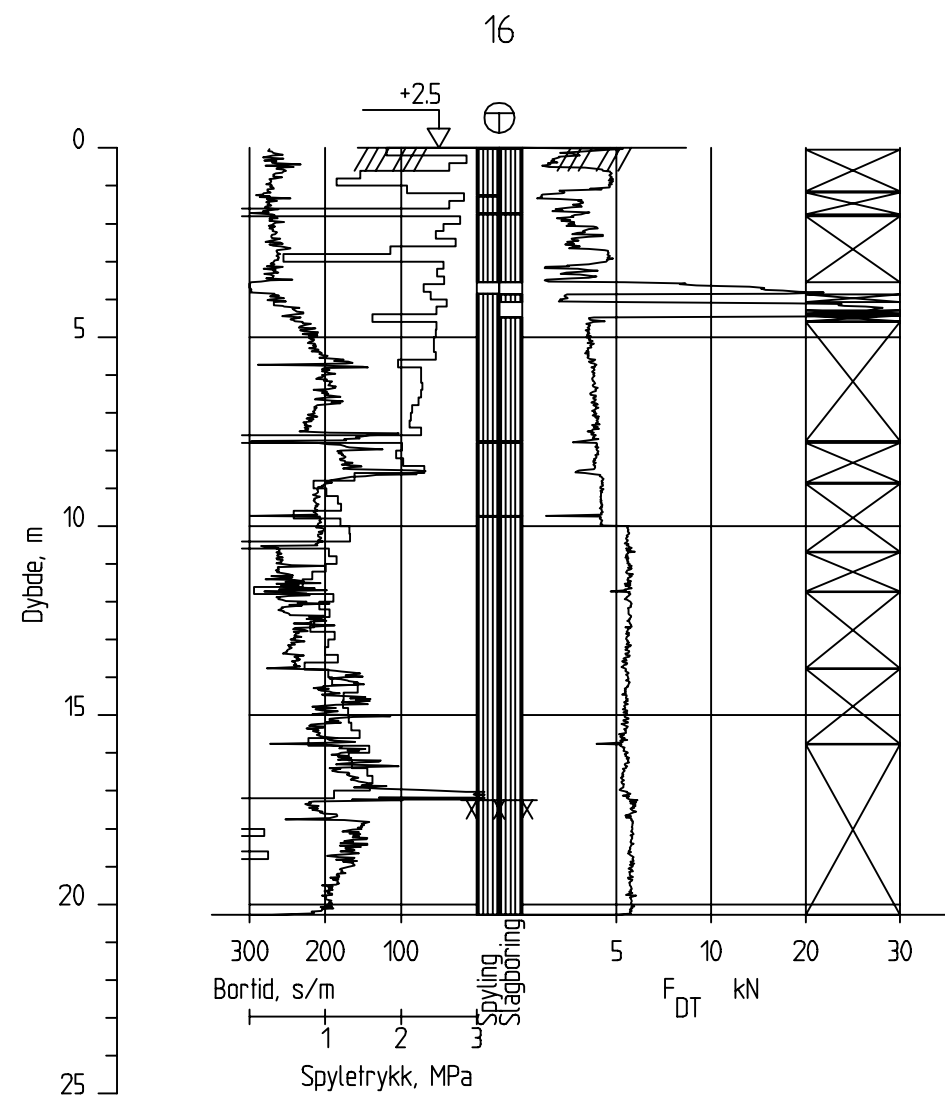
0



						 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	OPPDRAAG	Fergekai Brekstad	INNHold <u>BORERESULTATER</u> ⊕ Totalsondering ⊙ Prøvetaking ▽ CPTU	OPPDRAAG NR. 1350018163	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. 01	AV 01
0	22.12.2016		JHET	KEG	JHET		OPPDRAAGSGIVER	Statens vegvesen region midt		TEGNING NR.		REV.	
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ					106		0	
TEGNINGSSTATUS													



						 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	OPPDRAAG	Fergekai Brekstad	INNHold	OPPDRAAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
0	22.12.2016		JHET	KEG	JHET		OPPDRAAGSGIVER	Statens vegvesen region midt	<u>BORERESULTATER</u>	1350018163	1:200	01	01
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ				⊕ Totalsondering ⊗ Prøvetaking ▽ CPTU	TEGNING NR.			REV.
TEGNINGSSTATUS										107			0



						 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 Fergekai Brekstad	INNHold <u>BORERESULTATER</u> ⊕ Totalsondering ⊙ Prøvetaking ▽ CPTU	OPPDRAG NR. 1350018163	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. 01	AV 01
0	22.12.2016		JHET	KEG	JHET				TEGNING NR.		REV.	
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ		108		0			
TEGNINGSSTATUS							OPPDRAGSGIVER Statens vegvesen region midt					

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr	Vanninnhold (w) i %				γ kN/m ³	Skjærfasthet (C_u) i kPa				S_t
				10	20	30	40		10	20	30	40	
5	Sandig silt		1					21.4					23
			2										
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	21.12.2016		JHET	KEG	JHET
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 1350018163

Målestokk: 1:100

Status:

Fergekai Brekstad
Statens vegvesen region midt

BORPROFIL HULL NR.: 2

TERRENGHØYDE: -5,2

PRØVETYPE: 54mm



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.

109

0

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr	Vanninnhold (w) i %				γ kN/m ³	Skjærfasthet (C_u) i kPa				S_t
				10	20	30	40		10	20	30	40	
5	Leire		1		•	•							
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	21.12.2016		JHET	KEG	JHET
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 1350018163

Målestokk: 1:100

Status:

Fergekai Brekstad
Statens vegvesen region midt

BORPROFIL HULL NR.: 13

TERRENGHØYDE: -1,1

PRØVETYPE: 54mm



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.

111

0

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr	Vanninnhold (w) i %				γ kN/m ³	Skjærfasthet (C_u) i kPa				S_t
				10	20	30	40		10	20	30	40	
5	Siltig sandig leire Silt/leire		1 2		•	•	•	19.2					
10	Siltig leire		3		•								
15			4	•									
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	21.12.2016		JHET	KEG	JHET
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 1350018163

Målestokk: 1:100

Status:

Fergekai Brekstad
Statens vegvesen region midt

BORPROFIL HULL NR.: 14

TERRENGHØYDE: -6,7

PRØVETYPE: 54mm/pose



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.

112

0

TERRENGKOTE		DYBDE m	PRØVE	VANNINNHold OG KONSISTENSGRENSER %								ρ_s $\frac{g}{cm^3}$	O_{gl} %	ρ $\frac{g}{cm^3}$	SKJÆRFASTHET c_u (kN/m ²)										S_t				
				20	30	40	50	10	20	30	40				50														
LEIRE, siltig, sandig, enk. gruskorn			K T								2,71		2,12 (2,08)	 1,9															11 3
		5																											
		10																											
		15																											
PR = PRØVESERIE SYLINDER PP = POSEPRØVE				 NATURLIG VANNINNHold  w_f FLYTEGRENSE V/KONUSFORSØK  w_p PLASTISITETSGRENSE O_{gl} GLØDETAP ρ_s KORNDENSITET								 KLASSIFISERT FELT  PRØVESERIE SYLINDER  POSEPRØVE  KONUS UFORSTYRRET PRØVE  KONUS FORSTYRRET PRØVE								 KONUS OMRØRT PRØVE  ENAKS UFORSTYRRET PRØVE  ENAKS FORSTYRRET PRØVE 15% TØYNING VED BRUDD S_t SENSITIVITET ρ DENSITET									
Ø = ØDOMETERFORSØK P = PERMEABILITETSFORSØK K = KORNGRADERING T = TREAKSIALFORSØK																													
GEOTEKNISKE DATA														Boring nr. 2		Tegningens filnavn 1350018163-RIG-TEG-010_h2.dwg													
Rambøll Fergekai Brekstad Grunnundersøkelser														Borplan nr.															
														Boret dato: 20.11.2016															
														Dato 22.12.2016		Tegnet/kontr. lab vt/truk		Kontrollert ang		Godkjent arv									
														Oppdragsnr. 1350018163		Tegningsnr. RIG-TEG-010		Rev. 00											

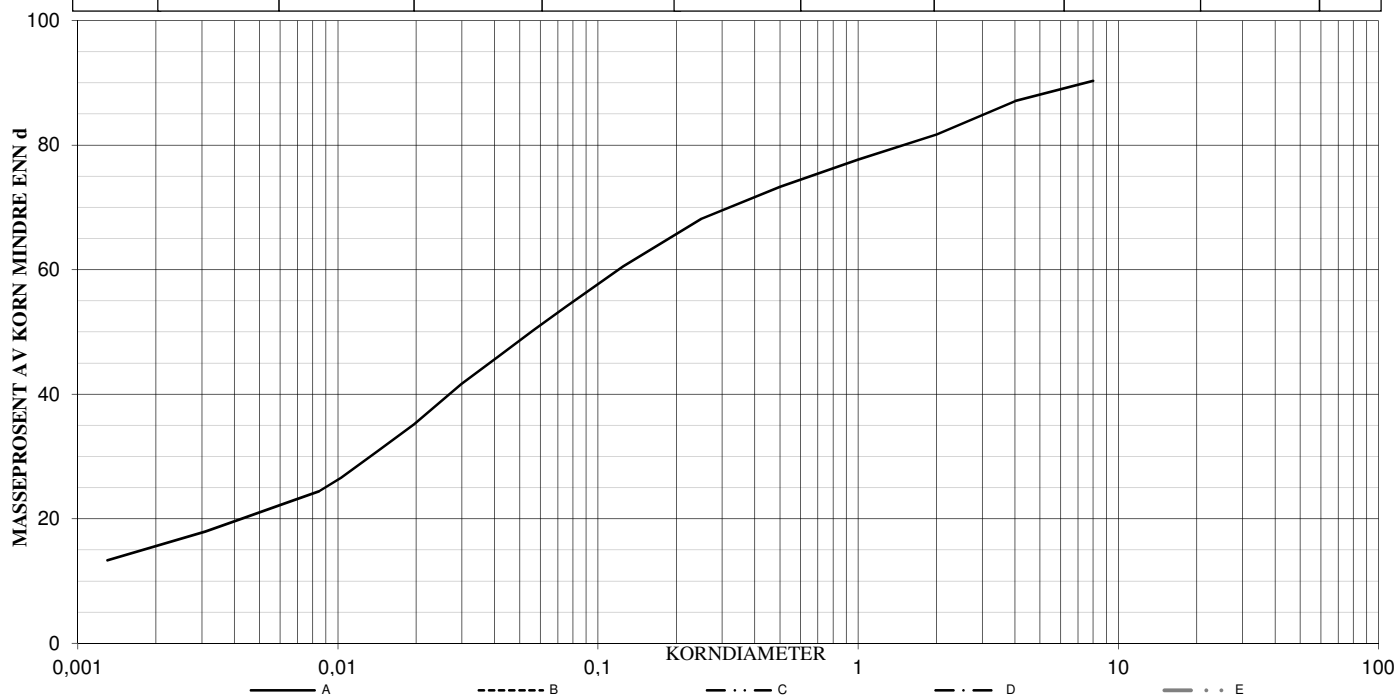
TERRENGKOTE	DYBDE m PRØVE	VANNINNHold OG KONSISTENSGRENSER %				ρ_s g cm ³	O _{gl} %	ρ g cm ³	SKJÆRFESTHET C _u (kN/m ²)					S _t	
		20	30	40	50				10	20	30	40	50		
Skjellsand Sandig, siltig, leirig materiale LEIRE, siltig, sandig						2,78		2,18 (2,25)	▼ ▼					69	2 8
	5														
	10														
	15														
PR = PRØVESERIE SYLINDER PP = POSEPRØVE		○ NATURLIG VANNINNHold — W _f FLYTEGRENSE V/KONUSFORSØK — W _p PLASTISITETSGRENSE O _{gl} GLØDETAP ρ _s KORNDENSITET				□ KLASSIFISERT FELT ■ PRØVESERIE SYLINDER ■ POSEPRØVE ▼ KONUS UFORSTYRRET PRØVE (▼) KONUS FORSTYRRET PRØVE				▼ KONUS OMRØRT PRØVE ⊕ ENAKS UFORSTYRRET PRØVE (⊕) ENAKS FORSTYRRET PRØVE 15⊕5 % TØYNING VED BRUDD S _t SENSITIVITET ρ DENSITET					
Ø = ØDOMETERFORSØK P = PERMEABILITETSFORSØK K = KORNGRADERING T = TREKSIALFORSØK															
GEOTEKNISKE DATA								Boring nr. 6		Tegningens filnavn 1350018163-RIG-TEG-011_h6.dwg					
Rambøll Fergekai Brekstad Grunnundersøkelser								Borplan nr.							
								Boret dato: 20.11.2016							
				Dato 22.12.2016		Tegnet/kontr. lab vt/truk		Kontrollert ang		Godkjent arv					
7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 – Fax: 73 10 62 30/70				Oppdragsnr. 1350018163		Tegningsnr. RIG-TEG-011		Rev. 00							

DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER			
Sonde nr.:	4357	Oppløsning:	18-bit
SONDEDATA			
Arealforhold, a:	0,814	Arealforhold, b:	0
Kalibreringsdato:	08.25.2016	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]:	0	-	-
Oppløsning 18-bit [kPa]:	0,5815	0,0104	0,0204
Max. temp. effekt, ubelastet [kPa]:	20,341	0,477	0,224
Temperaturområde [°C]:	0-40	0-40	0-40
Merknad:			
UTFØRELSE			
Borpunkt nr.:	6	Dato:	01.01.2016
Borleder:	Johansen, Jan Tore	Assistent:	Innleid
Filtertype:	Ferdigmettet porøsfiler	Mettningsmedium:	Frostvæske
Forankring:	Ja	Sondetemperatur start [°C]:	8,1
Forboring [m]:	0	Sondetemperatur slutt [°C]:	9
Sum boring [m]:	3,8	Kontroll skriver [m]:	3,8
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	2,17
Er det kontrollert at riktige/siste kalibreringsdata for sonden er lagt inn i programvaren?			Ja
Merknad nullpunktstest:			
MÅLEVARIABLE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt [kPa]:	0,4577	0,0107	0,0050
NULLPUNKTKONTROLL			
FAKTOR	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering:			
Etter sondering:			
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	-0,0093	0	-1,3
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
MÅLESTØRRELSE	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Samlet nøyaktighet, Δ _{TOT} [kPa]:	10,3392	0,0211	1,3254
Tillatt nøyaktighet A1, Δ _k [kPa]:	35	5	10
Tillatt nøyaktighet A2, Δ _k [kPa]:	100	15	25
Tillatt nøyaktighet A3, Δ _k [kPa]:	200	25	50
ANVENDELSESKLASSE:	1	1	1
Vurdering profil:			
Oppdragsgiver: Statens vegvesen region midt Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet		Oppdrag: Fergekai Brekstad	
Borpunkt nr.:	6	Sonde:	4357
	Dato: 22.12.2016	Tegnet: Jørn Hetland	Kontrollert: KEG
	Oppdragsnr.: 1350018163	Bilag nr.: 1	

DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER			
Sonde nr.:	4357	Oppløsning:	18-bit
SONDEDATA			
Arealforhold, a:	0,814	Arealforhold, b:	0
Kalibreringsdato:	08.25.2016	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]:	0	-	-
Oppløsning 18-bit [kPa]:	0,5815	0,0104	0,0204
Max. temp. effekt, ubelastet [kPa]:	20,341	0,477	0,224
Temperaturområde [°C]:	0-40	0-40	0-40
Merknad:			
UTFØRELSE			
Borpunkt nr.:	6	Dato:	01.01.2016
Borleder:	Johansen, Jan Tore	Assistent:	Innleid
Filtertype:	Ferdigmettet porøsfiler	Mettningsmedium:	Frostvæske
Forankring:	Ja	Sondetemperatur start [°C]:	7,7
Forboring [m]:	0	Sondetemperatur slutt [°C]:	9,1
Sum boring [m]:	6,3	Kontroll skriver [m]:	6,3
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	3,56
Er det kontrollert at riktige/siste kalibreringsdata for sonden er lagt inn i programvaren?			Ja
Merknad nullpunktstkontroll:			
MÅLEVARIABLE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt [kPa]:	0,7119	0,0167	0,0078
NULLPUNKTKONTROLL			
FAKTOR	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering:			
Etter sondering:			
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	-0,0163	0	-0,3
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
MÅLESTØRRELSE	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Samlet nøyaktighet, Δ_{TOT} [kPa]:	17,5934	0,0271	0,3282
Tillatt nøyaktighet A1, Δ_k [kPa]:	35	5	10
Tillatt nøyaktighet A2, Δ_k [kPa]:	100	15	25
Tillatt nøyaktighet A3, Δ_k [kPa]:	200	25	50
ANVENDELSESKLASSE:	1	1	1
Vurdering profil:			
Oppdragsgiver: Statens vegvesen region midt Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet		Oppdrag: Fergekai Brekstad	
Borpunkt nr.:	11	Sonde:	4357
	Dato: 22.12.2016	Tegnet: Jørn Hetland	Kontrollert: KEG
	Oppdragsnr.: 1350018163	Bilag nr.: 2	

SYMBOL	SERIE NR.	DYBDE (m)	JORDARTS BETEGNELSE	Anmerkninger	METODE		
					TS	VS	HYD
A	2	1,5	LEIRE, siltig, sandig	Enk. gruskorn	X		X
B							
C							
D							
E							

LEIRE	SILT			SAND			GRUS			STEIN
	FIN	MIDDELS	GROV	FIN	MIDDELS	GROV	FIN	MIDDELS	GROV	



SYMBOL:

$$\text{Ogl.} = \text{Glødetap (\%)}$$

Ona. = Humusinnhold (%)

Perm. = Permeabilitet (m/s)

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

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

METODE:

TS = Tørr sikt

VS = Våt sikt

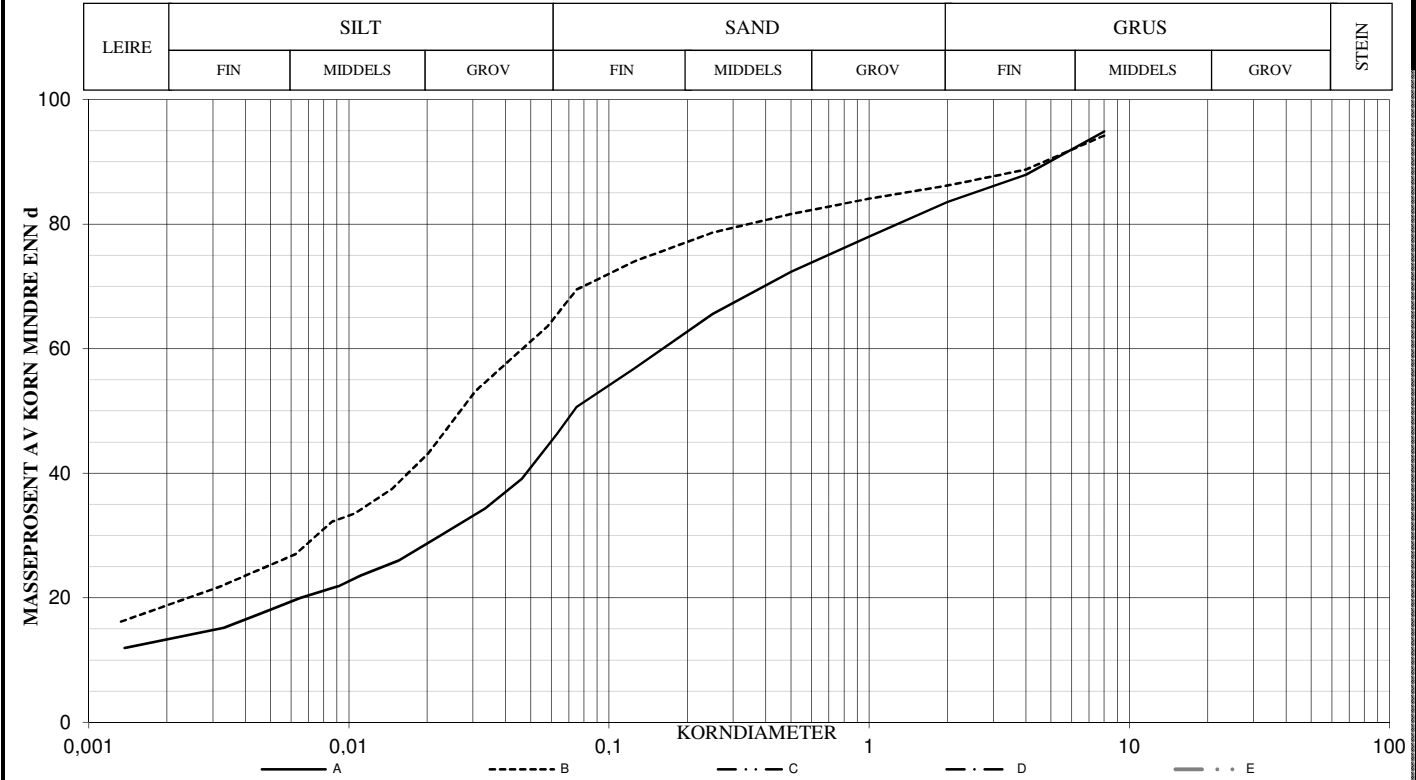
HYD = Hydrometer

[illegible]

KORNGRADERING

Rambøll Fergekai Brekstad Gunnundersøkelser	Konstr./Tegnet vt/truk		Kontrollert ang
	Godkjent ang		Dato 22.12.16
 www.multiconsult.no	OPPDRAK NR. 1350018163	TEGN.NR. RIG-TEG-060	REV. 00

SYMBOL	SERIE NR.	DYBDE (m)	JORDARTS BETEGNELSE	Anmerkninger	METODE		
					TS	VS	HYD
A	6	2,5	Sandig, siltig, leirig materiale	Enk. skjellrester	X		X
B	6	2,77	LEIRE, siltig, sandig		X		X
C							
D							
E							



SYMBOL:										METODE:			
Ogl. = Glødetap (%)										TS = Tørr sikt			
Ona. = Humusinnhold (%)										VS = Våt sikt			
Perm. = Permeabilitet (m/s)										HYD = Hydrometer			
$C_z = \frac{D^2_{30}}{(D_{60})(D_{10})}$ $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$													
SYM BOL	Tele gruppe	W %	Su kN/m2	Su r kN/m2	Plastisitet		Glødetap Ogl %	< 0,02 mm %	Tot. densitet kN/m3	D ₁₀ mm	D ₃₀ mm	D ₅₀ mm	D ₆₀ mm
					Wf	Wp							
A		17,1									0,0227	0,0848	0,1703
B		14,5									0,0076	0,0273	0,0471
C													
D													
E													

KORNGRADERING				
Rambøll Fergekai Brekstad Gunnundersøkelser			Konstr./Tegnet vt/truk	Kontrollert ang
			Godkjent ang	Dato 22.12.16
Multiconsult www.multiconsult.no	OPPDRAK NR.	TEGN.NR.		REV.
	1350018163	RIG-TEG-061		00

Kornkurve

Oppdragsnr.	4160273
Prosjektnr.	405988
Ansvarsområdenr.	43200

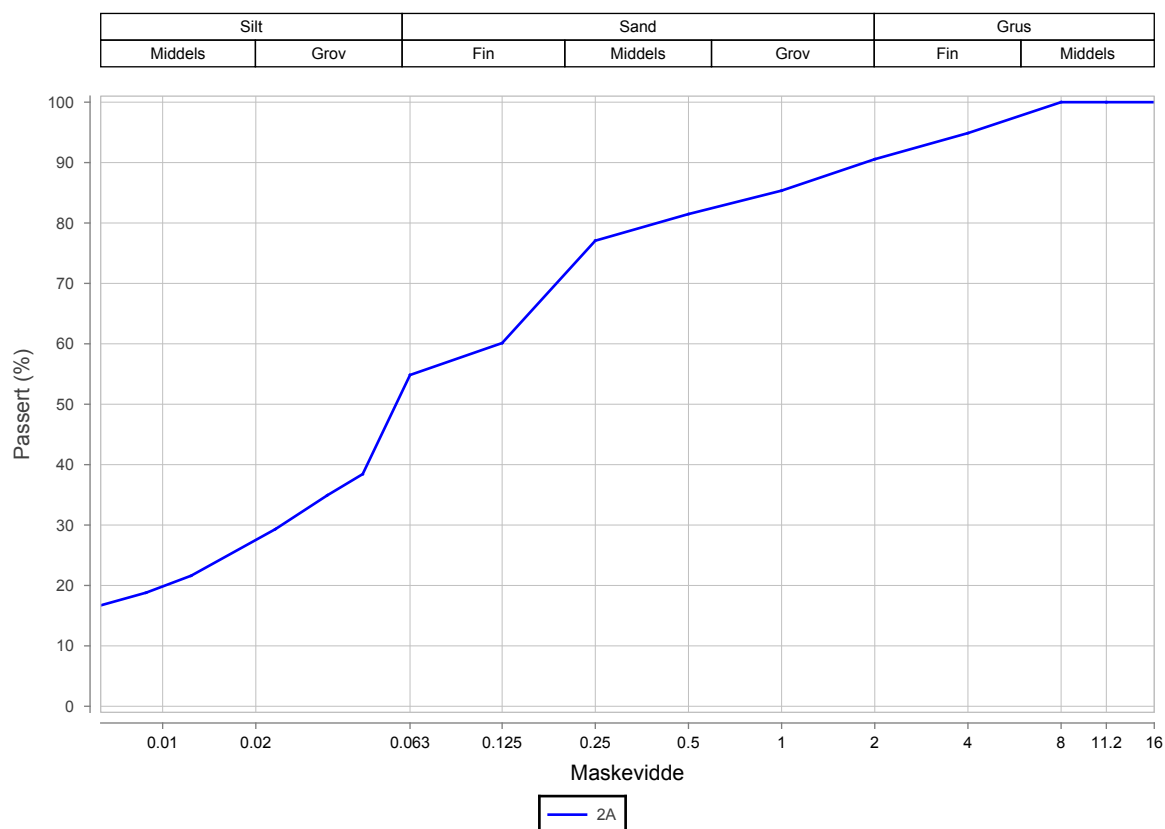
Oppdragsnavn	Fergekai Brekstad
Prosjektnavn	Fv. 710 Brekstad-Valset, byggeplan og bygging
Ansvarsområdenavn	Spesialprosjekt konstruksjoner

Serienr.: 4_(B), Hullnr.: 11, koordinater:

Prøvenr.	2A				
Uttaksdato	24.11.2016				
Analysetype	Våtsikt				
Humus (Glødetap)					
Vanninnhold (%)	20.2				
% <63µm av <delsikt	54.8 (22,4 mm)				
% <20µm av <delsikt	27.5 (22.4 mm)				

Siktedata - Passert (%)

	μm				mm					
Pr.nr.	63	125	250	500	1	2	4	8	11.2	16
2A	54.8	60.1	77.1	81.5	85.4	90.6	94.9	100.0	100.0	100.0



Prøvenr.	Vegnr	Dybde	Jordart	Cu	TG
2A		4.0 - 4.8	Sandig silt	*14.1	T4

Sted:

Dato:

Signatur:



Merknader, Kornkurve

Serienr. 4, Hullnr. 11

20.12.2016	Prøve 1: Hele prøve består av sand. Skjellrester gjennom hele prøven. Smuldrer opp ved oppdeling, ødometerforsøk er ikke mulig.
20.12.2016	Prøve 2: Grå, myk masse av silt. Mye skjellrester, enkelte korn av middels grus.

Statens vegvesen

Region Midt

Kornkurve

Oppdragsnr.4160273

OppdragsnavnFergekai Brekstad

Prosjektnr.405988

ProsjektnavnFv. 710 Brekstad-Valset, byggeplan og byggi

Ansvarsområdenr.43200

AnsvarsområdenavnSpesialprosjekt konstruksjoner

Serienr.: 1(8), Hullnr.: 14, koordinater:

Prøvenr.	1B	3			
Uttaksdato	24.11.2016	24.11.2016			
Analysetype	Våtsikt	Våtsikt			
Humus (Glødetap)					
Vanninnhold (%)	31.4	22.2			
% <63µm av <delsikt	75.1 (22,4 mm)	66.5 (22,4 mm)			
% <20µm av <delsikt	45.7 (22.4 mm)	47.4 (22.4 mm)			

Siktedata - Passert (%)

	µm				mm				
Pr.nr.	63	125	250	500	1	2	4	8	11.2
1B	75.1	82.8	88.8	92.3	94.9	97.3	99.2		
3	66.5	68.4	70.1	72.6	75.3	81.2	89.4	94.7	97.4

Leire	Silt			Sand			Grus	
	Fin	Middels	Grov	Fin	Middels	Grov	Fin	Middels

Prøvenr.	Vegnr	Dybde	Jordart	Cu	TG
1B		0.1 - 0.9	Siltig sandig leire	*9.8	T4
3		7.0 - 7.5	Siltig leire	*206.4	T4

Sted:

Dato:

Signatur:

Labsys SVV-P-1.5.1 - 09.12.2016 12:22

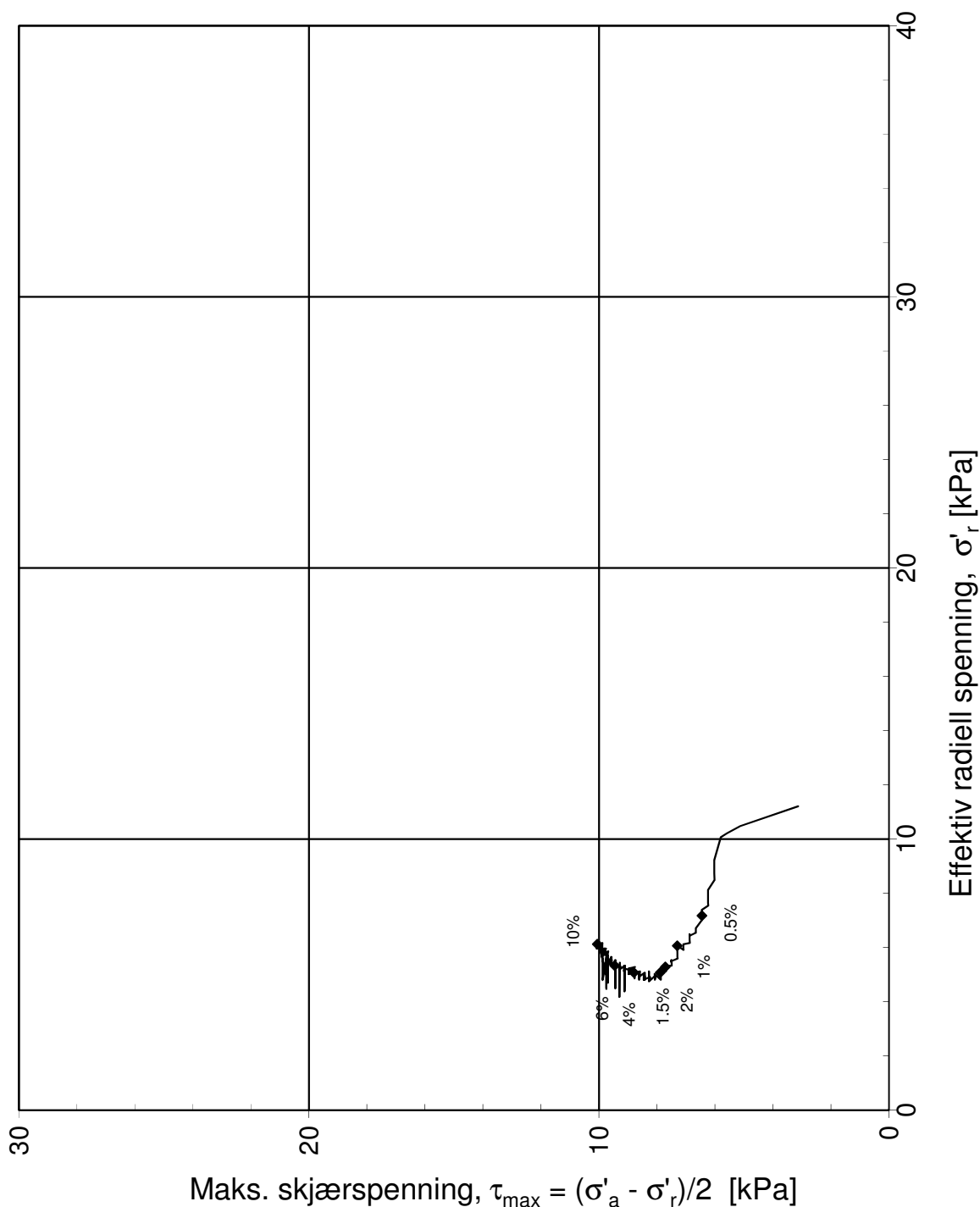
Side 1 av 2



Merknader, Kornkurve

Serienr. 1, Hullnr. 14

06.12.2016	Prøve 1: Prøvelengde: 40cm. Mørk, grå, forstyrret og siltig leirmasse. Korn av grus og skjellrester gjennom hele prøven.
06.12.2016	Prøve 2: Prøvelengde 5 cm. Grå, fast, silt og leire.
06.12.2016	Prøve 3: Grå, myk og grusig leirmasse.
06.12.2016	Prøve 4: Grå, svært fast, tørr og noe siltig leirmasse. Innslag av korn av fin grus.



Konsolideringsspenning, aksial:	σ'_{ac} (kPa):	17,47	
Konsolideringsspenning, radial:	σ'_{rc} (kPa):	11,21	
Volumtøyning i konsolideringsfase:	ε_{vol} (%) = $\Delta V/V_0$:	4,55	$\Delta e/e_0$ (-): 0,12
Baktrykk u_b (kPa):	500	B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c$ (-):	0,99
Vanninnhold w_i (%):	22,36	Densitet ρ_i (g/cm ³):	2,10

Rambøll

Fergekai Brekstad

Treaksialforsøk. Deviatorspenningssti. NTNU-plott.

MULTICONSULT AS

Sluppenvegen 15,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00
Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:

19.12.2016

Dybde, z (m):

1,45

Borpunkt nr.:

2

Forsøk nr.:

1

Tegnet/kontrollert lab:

vt

Kontrollert:

ang

Oppdrag nr.:

1350018163

Tegning nr.:

RIG-TEG-090.1

Prosedyre:

CAUa

Tegningens filnavn:

135001816-RIG-TEG-090_h2,d1,45m

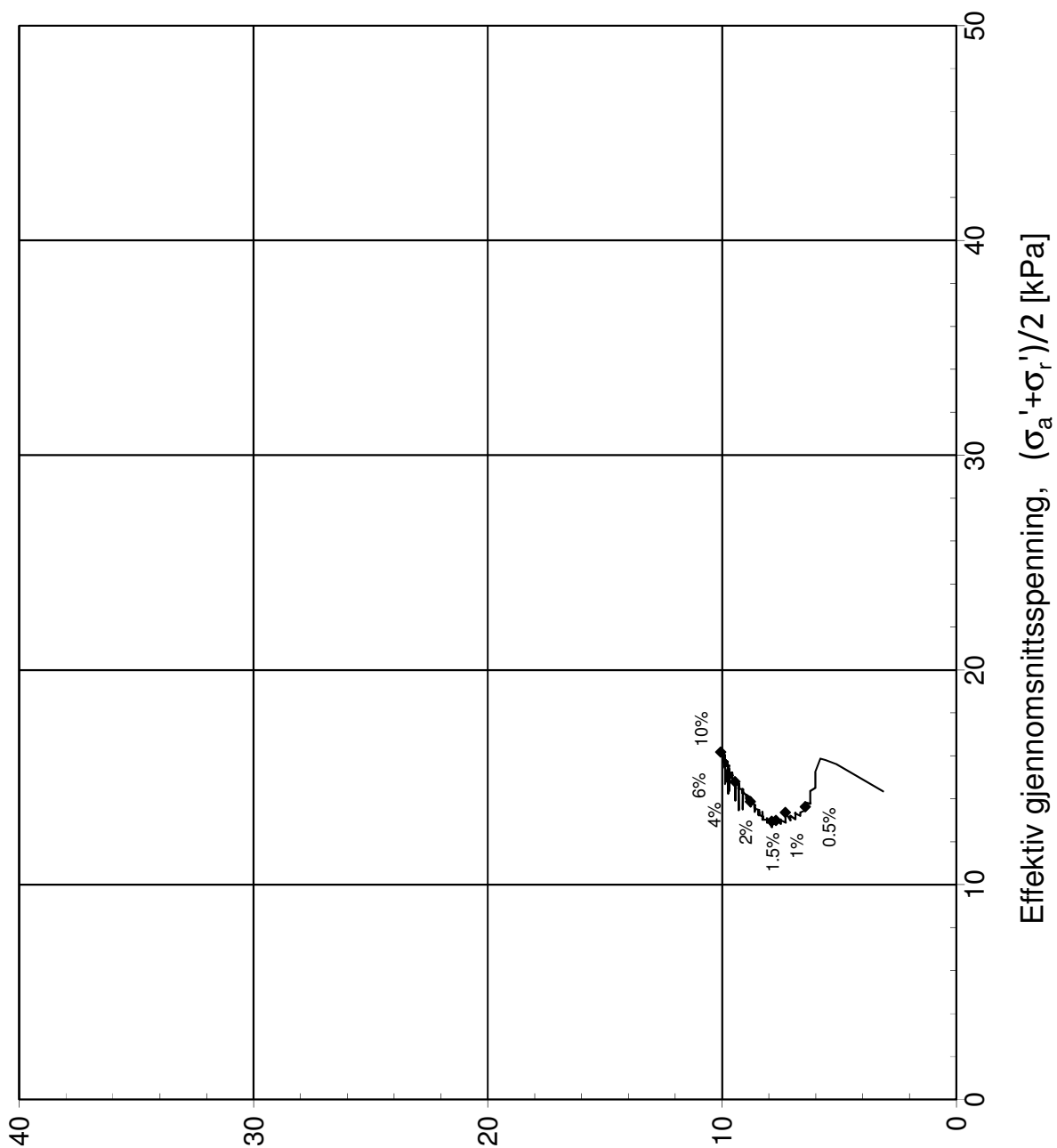
Multiconsult

Godkjent:

arv

Programrevisjon:

15.12.2014



Maks. skjærspenning, $\tau_{\max} = (\sigma'_a - \sigma'_r)/2$ [kPa]

Konsolideringsspenning, aksial:	σ'_{ac} (kPa):	17,47	
Konsolideringsspenning, radial:	σ'_{rc} (kPa):	11,21	
Volumtøyning i konsolideringsfase:	$\epsilon_{vol} (\%) = \Delta V/V_0$:	4,55	$\Delta e/e_0 (-)$: 0,12
Baktrykk u_b (kPa):	500	B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma'_c (-)$:	0,99
Vanninnhold w_i (%):	22,36	Densitet ρ_i (g/cm ³):	2,10

Rambøll

Fergekai Brekstad

Treaksialforsøk. Deviatorspenningssti. NGI-plott.

MULTICONSULT AS

Sluppenvegen 15,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00
Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:

19.12.2016

Dybde, z (m):

1,45

Borpunkt nr.:

2

Forsøk nr.:

1

Tegnet/kontrollert lab:

vt

Kontrollert:

ang

Oppdrag nr.:

1350018163

Tegning nr.:

RIG-TEG-090.2

Prosedyre:

CAUa

Tegningens filnavn:

135001816-RIG-TEG-090_h2,d1,45m

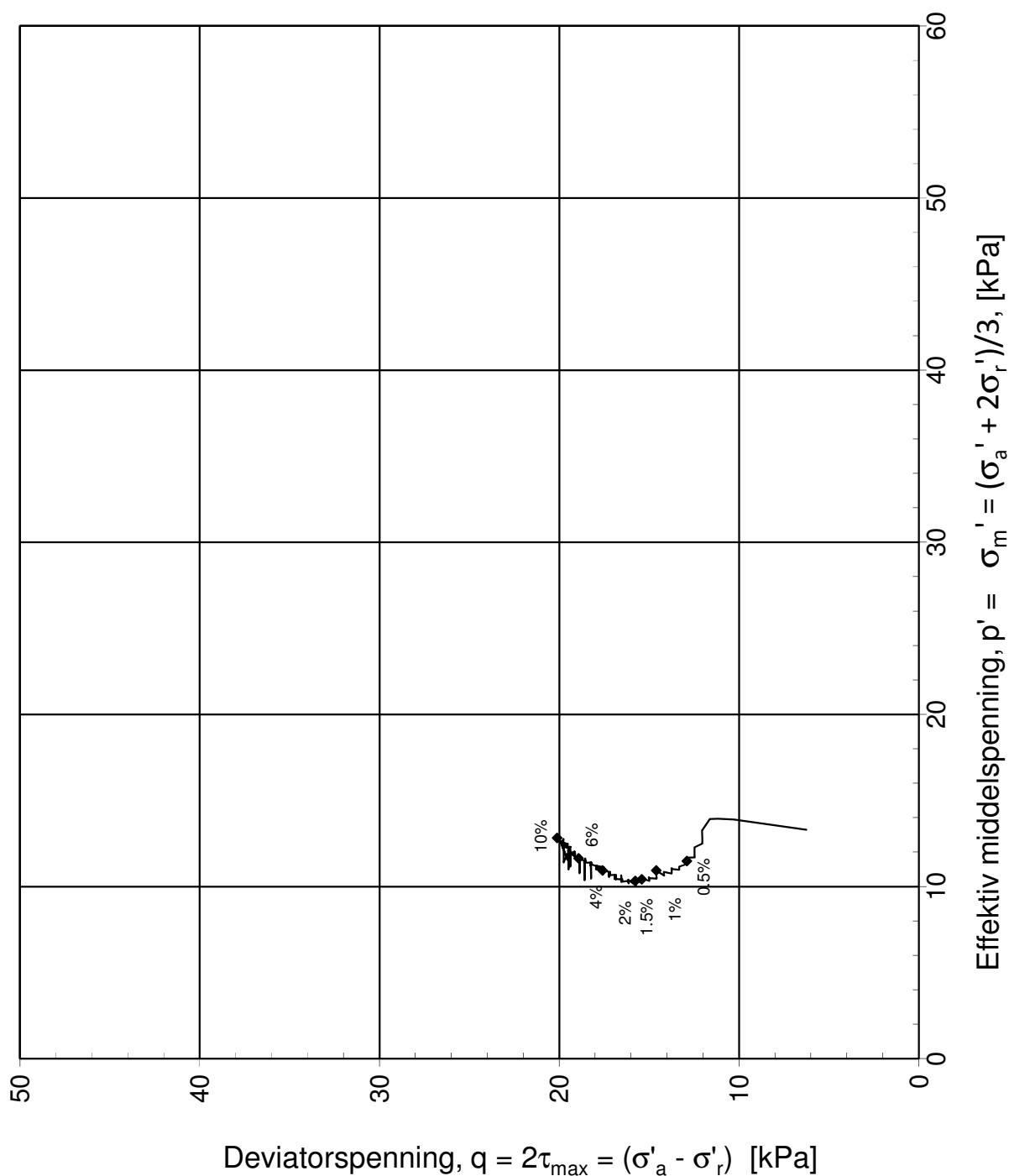
Multi
consult

Godkjent:

arv

Programrevisjon:

15.12.2014



Konsolideringsspenning, aksial:	σ'_{ac} (kPa):	17,47	
Konsolideringsspenning, radial:	σ'_{rc} (kPa):	11,21	
Volumtøyning i konsolideringsfase:	ε_{vol} (%) = $\Delta V/V_0$:	4,55	$\Delta e/e_0$ (-): 0,12
Baktrykk u_b (kPa):	500	B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c$ (-):	0,99
Vanninnhold w_i (%):	22,36	Densitet ρ_i (g/cm ³):	2,10

Rambøll

Fergekai Brekstad

Treaksialforsøk. Deviatorspenningssti. q - p'- plott.

MULTICONSULT AS

Sluppenvegen 15
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00
Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:
19.12.2016

Forsøk nr.:
1

Oppdrag nr.:
1350018163

Dybde, z (m):
1,45

Tegnet/kontrollert lab:
vt

Tegning nr.:
RIG-TEG-090.3

Borpunkt nr.:
2

Kontrollert:
ang

Prosedyre:
CAUa

Tegningens filnavn:

135001816-RIG-TEG-090_h2,d1,45m

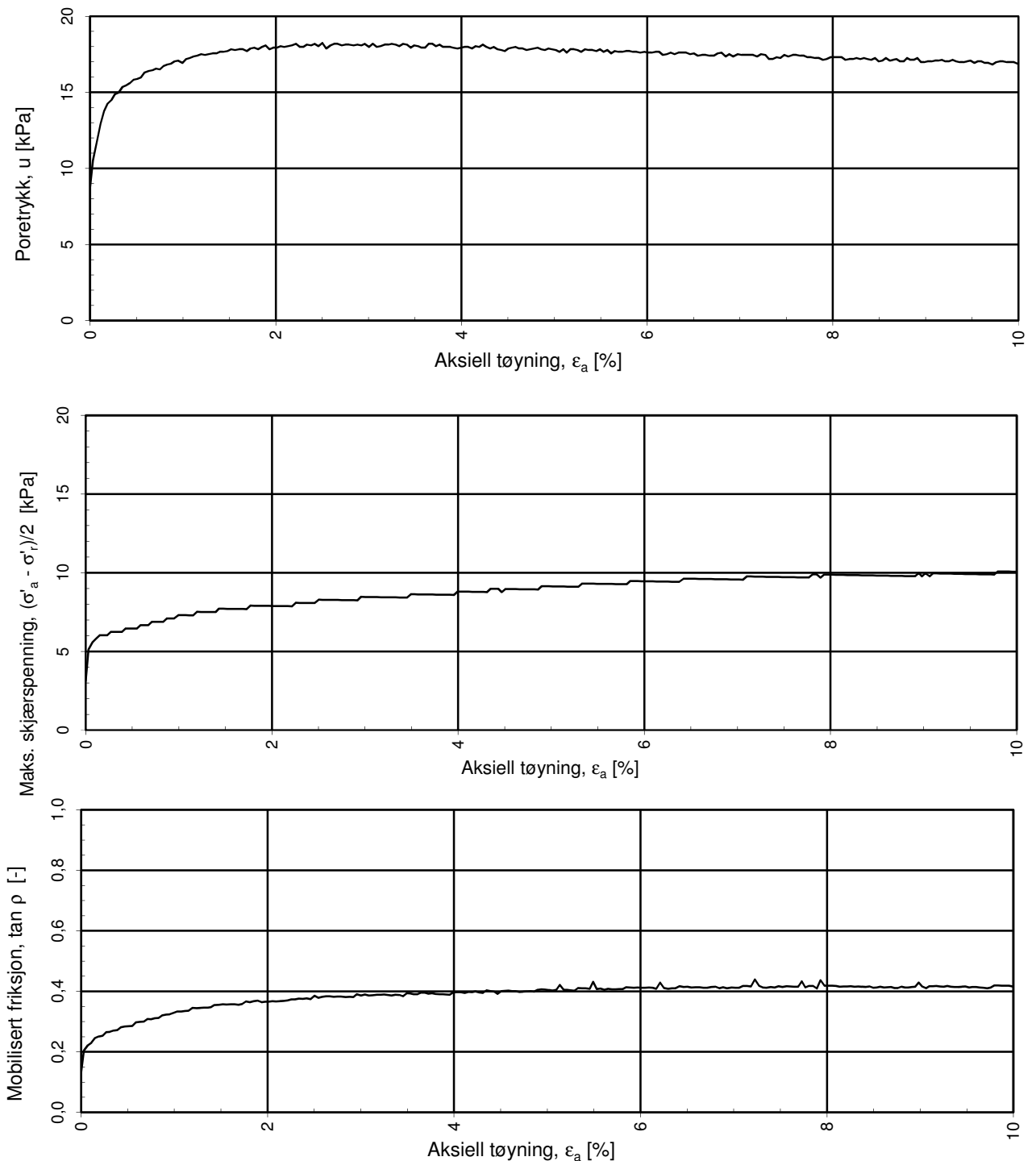
Multi
consult

Godkjent:

arv

Programrevisjon:

15.12.2014



$a = 10$ kPa benyttet for tolkning av $\tan \rho$

Rambøll

Fergekai Brekstad

Treaksialforsøk. Poretrykks- og mobiliseringsforløp.

MULTICONSULT AS

Sluppenvegen 15,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00
Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:
19.12.2016

Forsøk nr.:
1

Oppdrag nr.:
1350018163

Dybde, z (m):
1,45

Tegnet/kontrollert lab:
vt

Tegning nr.:
RIG-TEG-090.4

Borpunkt nr.:
2

Kontrollert:
ang

Prosedyre:
CAUa

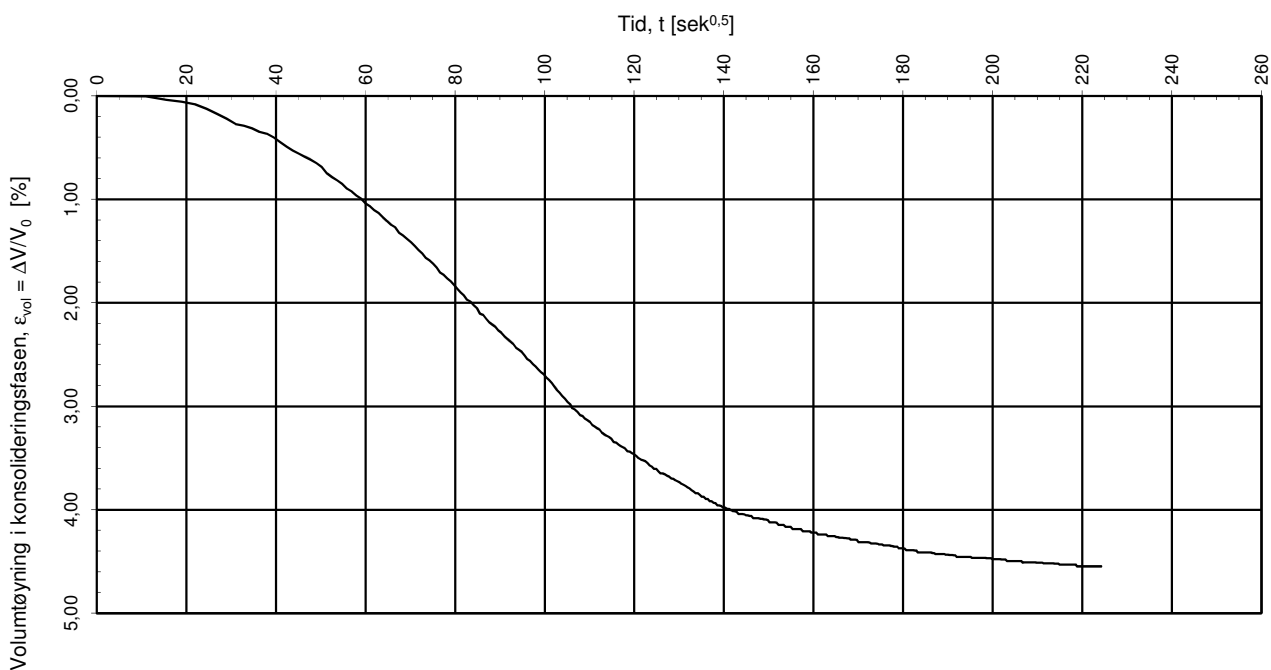
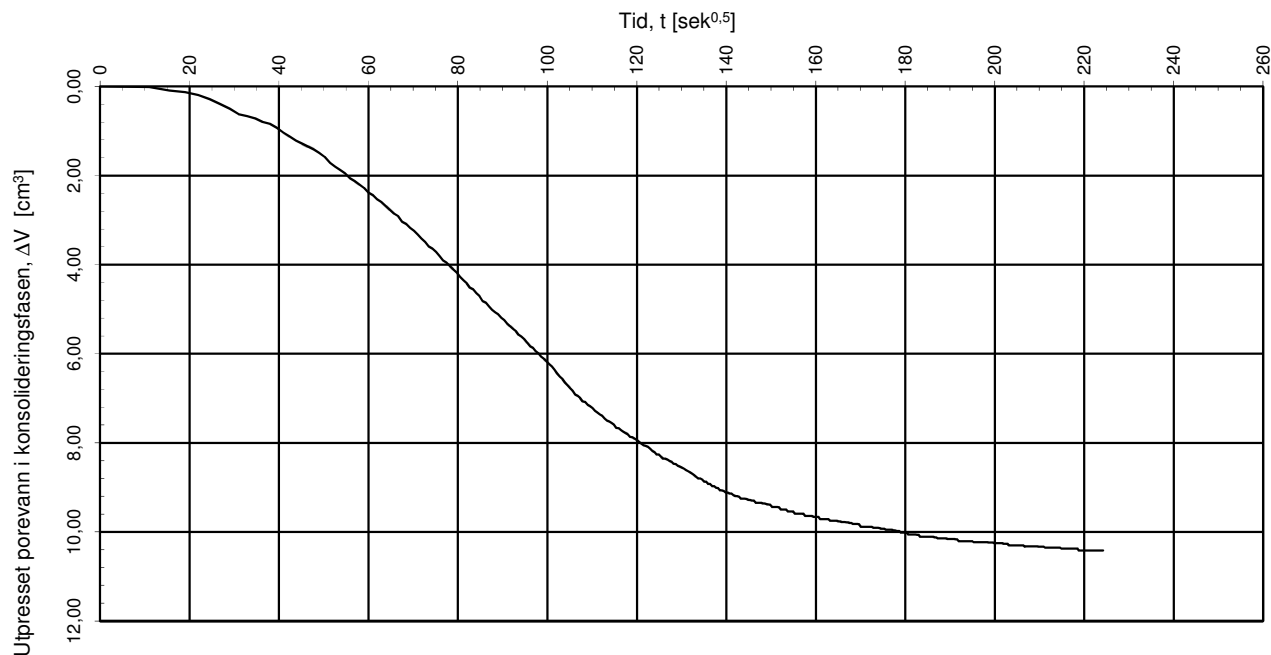
Tegningens filnavn:

135001816-RIG-TEG-090_h2,d1,45m

Multi
consult

Godkjent:
arv

Programrevisjon:
15.12.2014



Konsolideringsspenning, aksial:	σ'_{ac} (kPa):	17,47	
Konsolideringsspenning, radial:	σ'_{rc} (kPa):	11,21	$\Delta e/e_0$ (-): 0,12
Volumtøyning i konsolideringsfase:	ϵ_{vol} (%) = $\Delta V/V_0$:	4,55	
Baktrykk u_b (kPa):	500	B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c$ (-):	0,99
Vanninnhold w_i (%):	22,36	Densitet ρ_i (g/cm ³):	2,10

Rambøll

Fergekai Brekstad

Treaksialforsøk. Vannutpressing - tid, konsolideringsfase.

MULTICONSULT AS

Sluppenvegen 15,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00
Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:

19.12.2016

Dybde, z (m):

1,45

Borpunkt nr.:

2

Forsøk nr.:

1

Tegnetkontrollert lab:

vt

Kontrollert:

ang

Oppdrag nr.:

1350018163

Tegning nr.:

RIG-TEG-090.5

Prosedyre:

CAUa

Tegningens filnavn:

135001816-RIG-TEG-090_h2,d1,45m

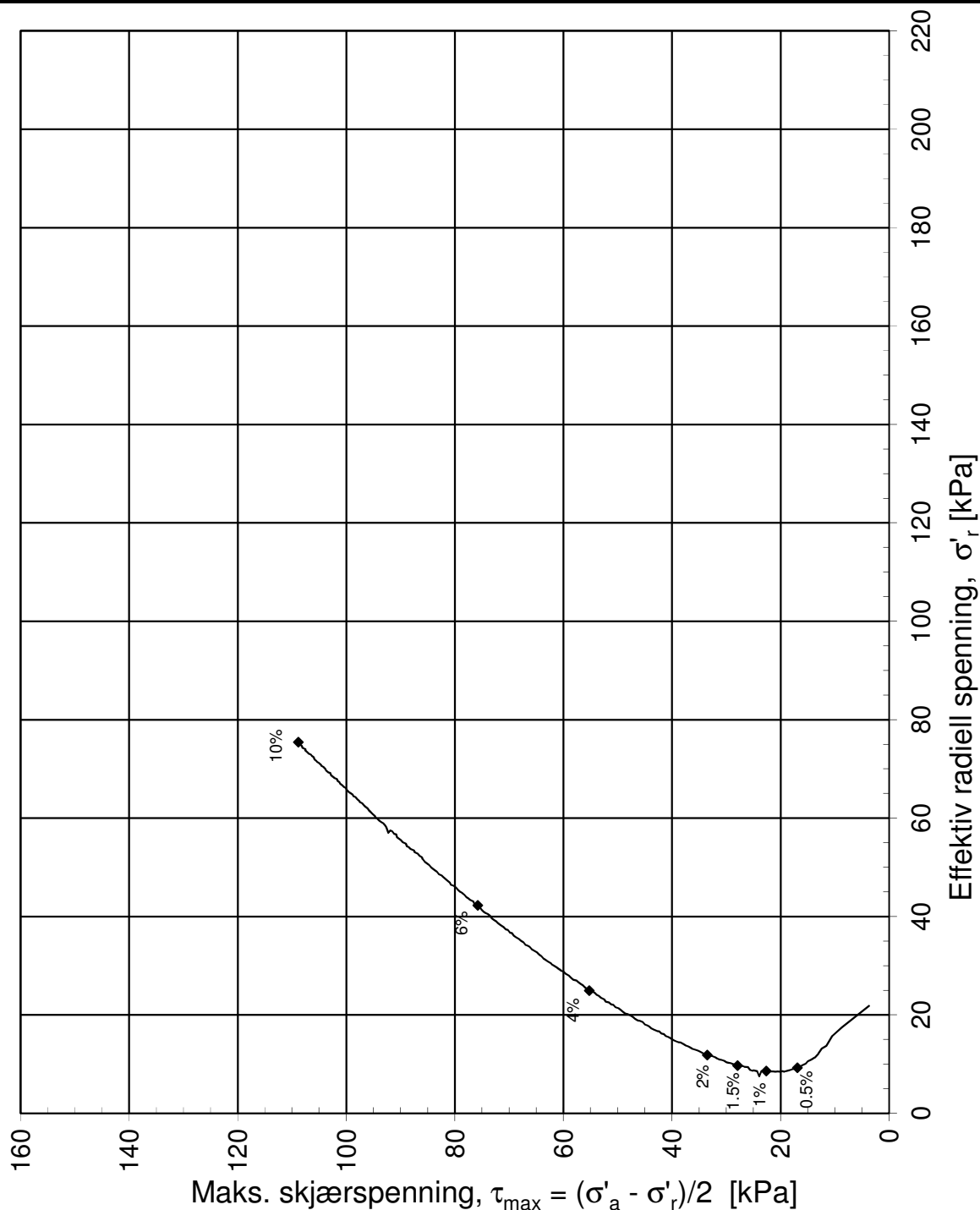
Multi
consult

Godkjent:

arv

Programrevisjon:

15.12.2014



Konsolideringsspenning, aksial:	σ'_{ac} (kPa):	29,25	
Konsolideringsspenning, radial:	σ'_{rc} (kPa):	21,84	
Volumtøyning i konsolideringsfase:	$\varepsilon_{vol} (\%) = \Delta V/V_0$:	0,90	$\Delta e/e_0 (-)$: 0,03
Baktrykk u_b (kPa):	500	B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c (-)$:	0,92
Vanninnhold w_i (%):	15,47	Densitet ρ_i (g/cm ³):	2,22

Rambøll

Fergekai Brekstad

Treaksialforsøk. Deviatorspenningssti. NTNU-plott.

MULTICONSULT AS

Sluppenvegen 15,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00
Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:

21.12.2016

Dybde, z (m):

2,70

Borpunkt nr.:

6

Forsøk nr.:

2

Tegnet/kontrollert lab:

vt/

Kontrollert:

ang

Oppdrag nr.:

1350018163

Tegning nr.:

RIG-TEG-091.1

Prosedyre:

CAUa

Tegningens filnavn:

135001816-RIG-TEG-091_h6,d2,70m

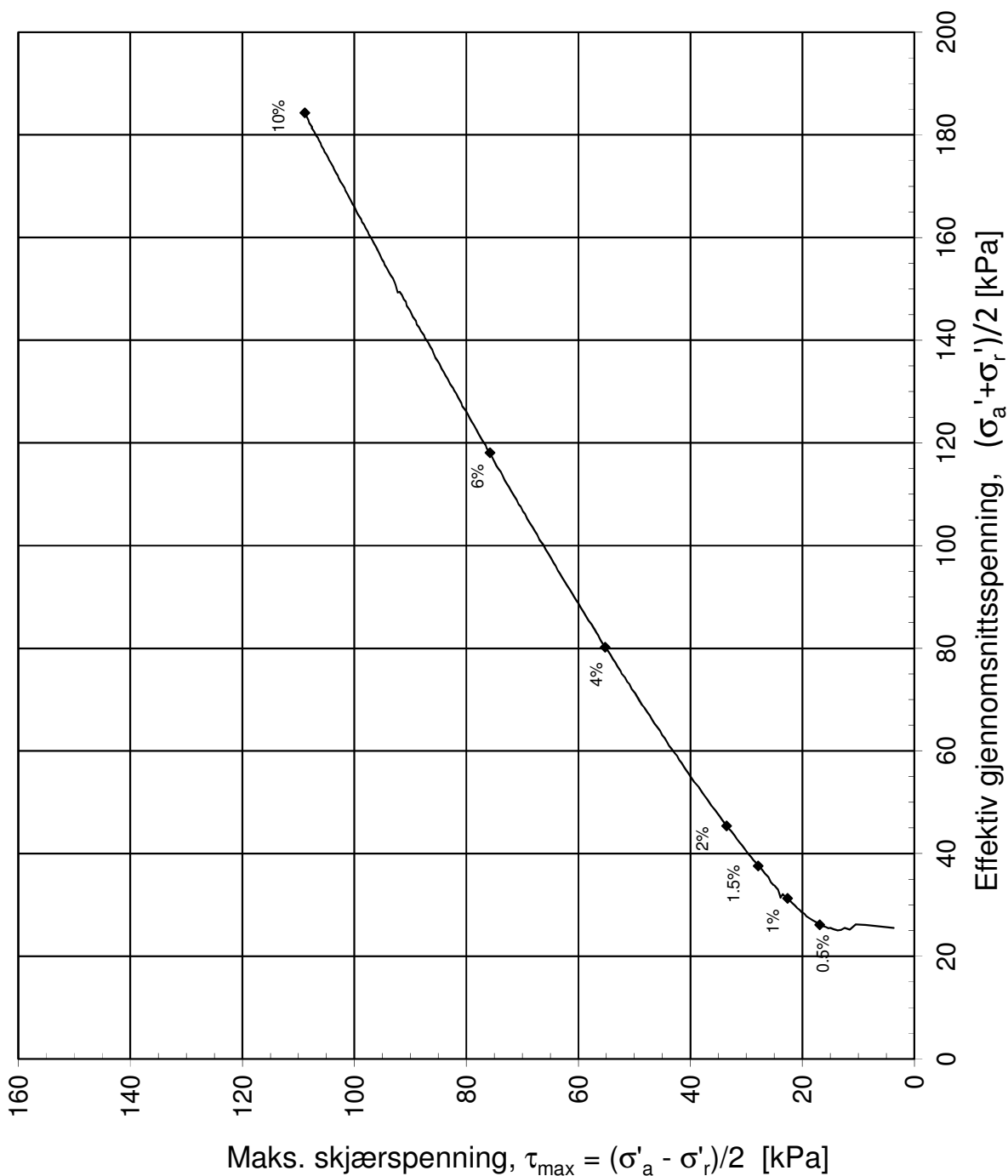
Multiconsult

Godkjent:

arv

Programrevisjon:

15.12.2014



Konsolideringsspenning, aksial:	σ'_{ac} (kPa):	29,25	
Konsolideringsspenning, radial:	σ'_{rc} (kPa):	21,84	
Volumtøyning i konsolideringsfase:	$\epsilon_{vol} (\%) = \Delta V/V_0$:	0,90	$\Delta e/e_o (-)$: 0,03
Baktrykk u_b (kPa):	500	B - verdi $= \Delta u/\Delta \sigma'_c (-)$:	0,92
Vanninnhold w_i (%):	15,47	Densitet ρ_i (g/cm ³):	2,22

Rambøll

Fergekai Brekstad

Treaksialforsøk. Deviatorspenningssti. NGI-plott.

MULTICONSULT AS

Sluppenvegen 15,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00
Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:

21.12.2016

Dybde, z (m):

2,70

Borpunkt nr.:

6

Forsøk nr.:

2

Tegnet/kontrollert lab:

vt/

Kontrollert:

ang

Godkjent:

arv

Oppdrag nr.:

1350018163

Tegning nr.:

RIG-TEG-091.2

Prosedyre:

CAUa

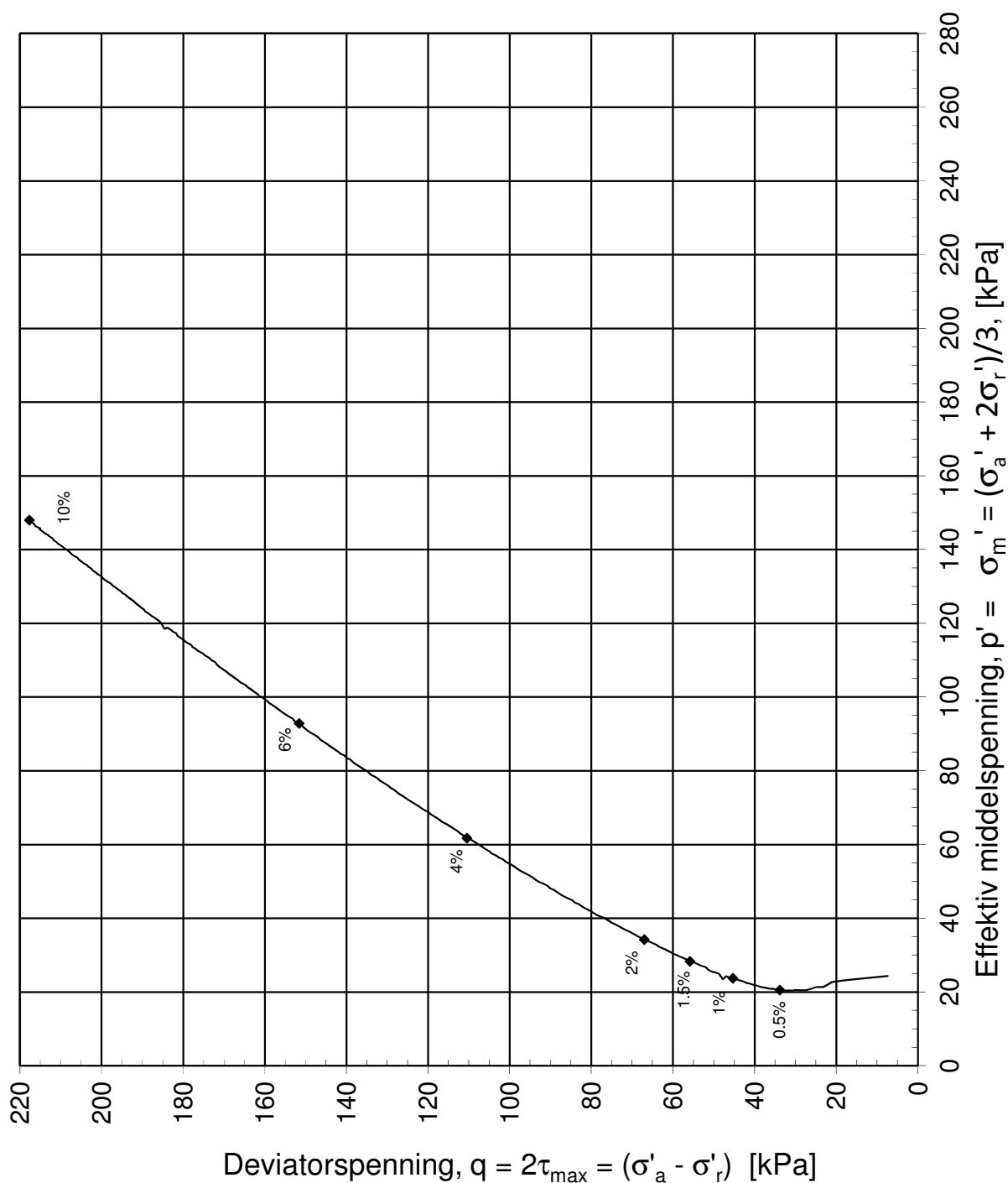
Programrevisjon:

15.12.2014

Tegningens filnavn:

135001816-RIG-TEG-091_h6,d2,70m

Multi
consult



Konsolideringsspenning, aksial:	σ'_{ac} (kPa):	29,25	
Konsolideringsspenning, radial:	σ'_{rc} (kPa):	21,84	
Volumtøyning i konsolideringsfase:	ε_{vol} (%) = $\Delta V/V_0$:	0,90	$\Delta e/e_0$ (-): 0,03
Baktrykk u_b (kPa):	500	B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c$ (-):	0,92
Vanninnhold w_i (%):	15,47	Densitet ρ_i (g/cm ³):	2,22

Rambøll

Fergekai Brekstad

Treaksialforsøk. Deviatorspenningssti. $q - p'$ plott.

MULTICONSULT AS

Sluppenvegen 15
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00
Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:
21.12.2016

Forsøk nr.:
2

Oppdrag nr.:
1350018163

Dybde, z (m):
2,70

Tegnet/kontrollert lab:
vt/

Tegning nr.:
RIG-TEG-091.3

Borpunkt nr.:
6

Kontrollert:
ang

Prosedyre:
CAUa

Tegningens filnavn:

135001816-RIG-TEG-091_h6,d2,70m

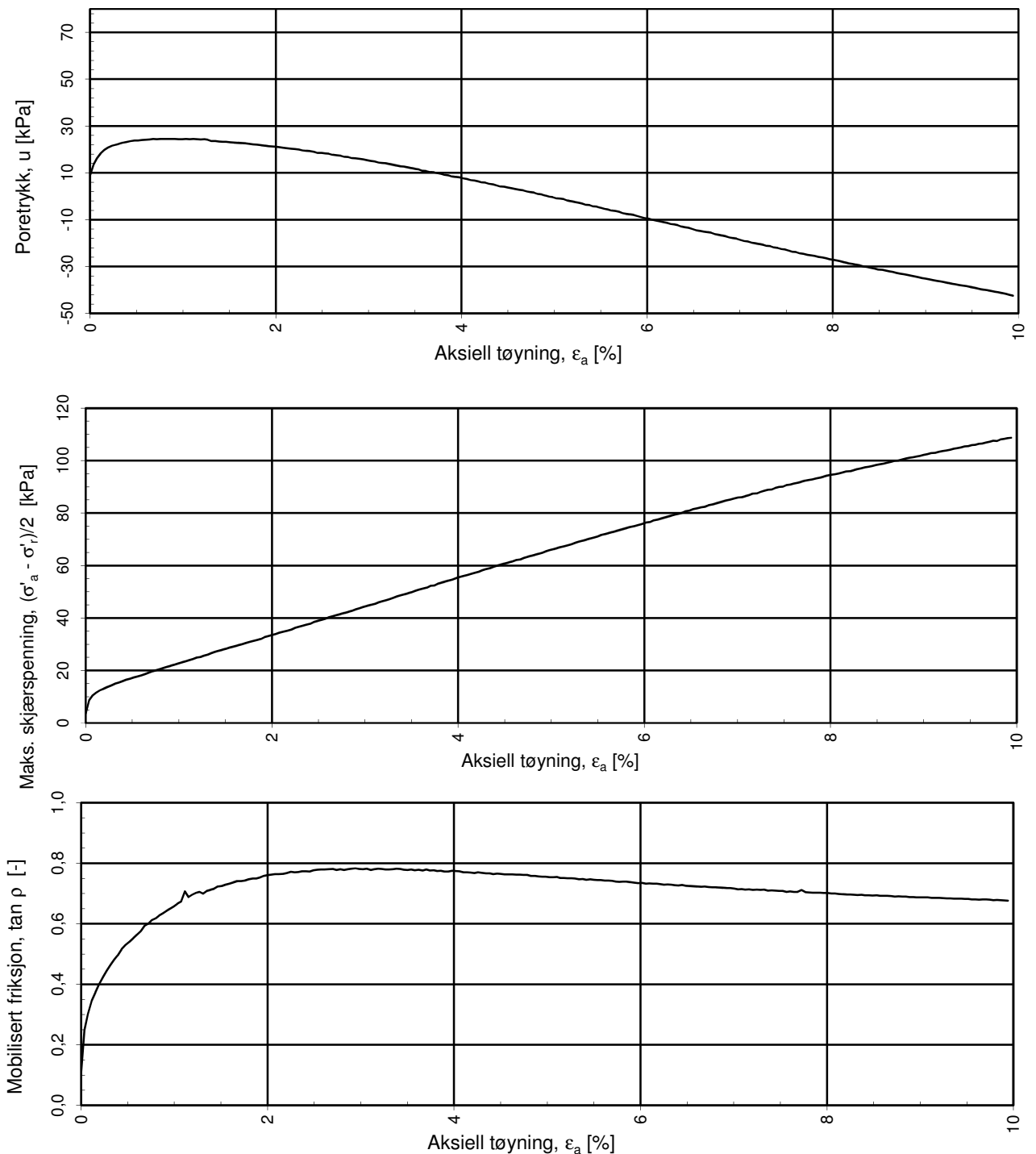
Multi
consult

Godkjent:

arv

Programrevisjon:

15.12.2014



$a = 10 \text{ kPa}$ benyttet for tolkning av $\tan \rho$

Rambøll

Fergekai Brekstad

Treaksialforsøk. Poretrykks- og mobiliseringsforløp.

MULTICONSULT AS

Sluppenvegen 15,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00
Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:
21.12.2016

Forsøk nr.:
2

Oppdrag nr.:
1350018163

Dybde, z (m):
2,70

Tegnet/kontrollert lab:
vt/

Tegning nr.:
RIG-TEG-091.4

Borpunkt nr.:
6

Kontrollert:
ang

Prosedyre:
CAUa

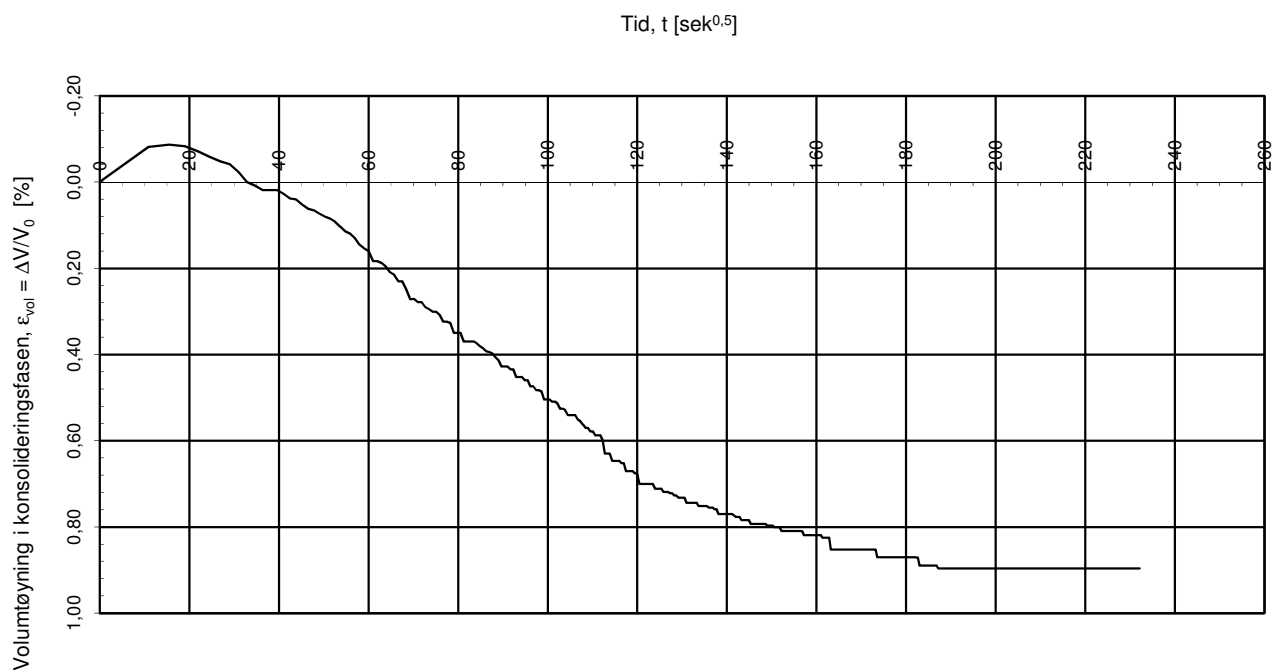
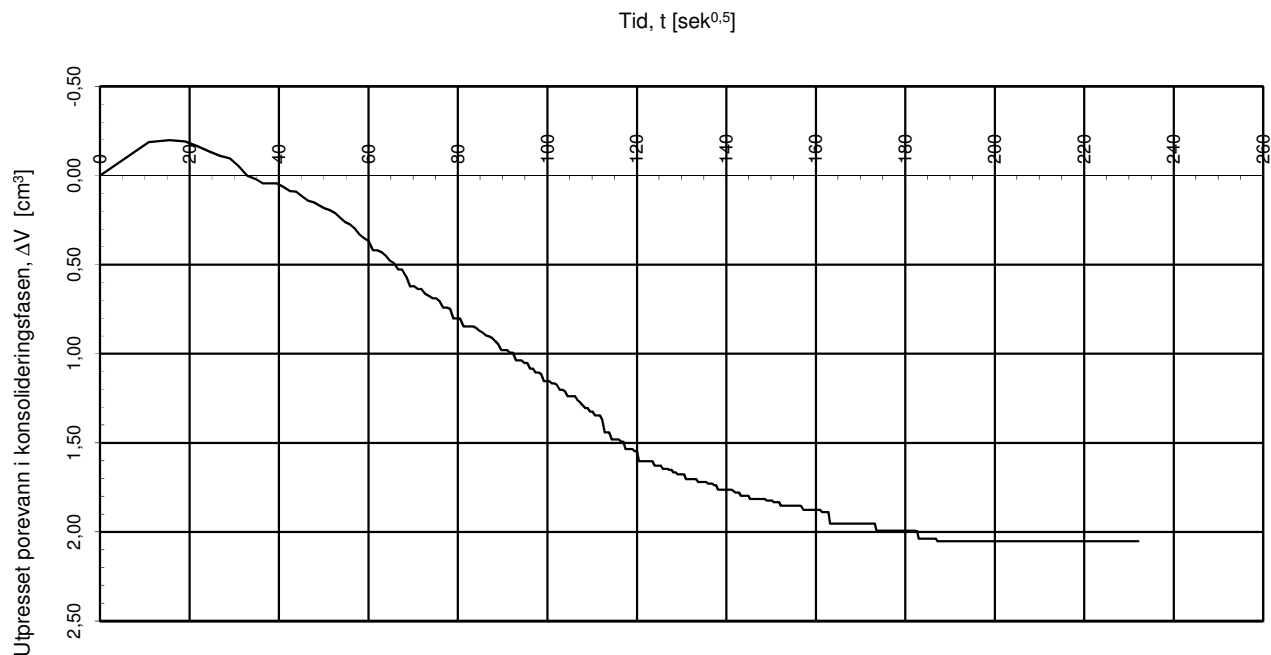
Tegningens filnavn:

135001816-RIG-TEG-091_h6,d2,70m

Multi
consult

Godkjent:
arv

Programrevisjon:
15.12.2014



Konsolideringsspenning, aksial:	σ'_{ac} (kPa):	29,25	
Konsolideringsspenning, radial:	σ'_{rc} (kPa):	21,84	$\Delta e/e_0$ (-): 0,03
Volumtøyning i konsolideringsfase:	ϵ_{vol} (%) = $\Delta V/V_0$:	0,90	
Baktrykk u_b (kPa):	500	B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c$ (-):	0,92
Vanninnhold w_i (%):	15,47	Densitet ρ_i (g/cm ³):	2,22

Rambøll

Fergekai Brekstad

Treaksialforsøk. Vannutpressing - tid, konsolideringsfase.

MULTICONSULT AS

Sluppenvegen 15,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00
Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:

21.12.2016

Dybde, z (m):

2,70

Borpunkt nr.:

6

Forsøk nr.:

2

Tegnetkontrollert lab:

vt/

Kontrollert:

ang

Oppdrag nr.:

1350018163

Tegning nr.:

RIG-TEG-091.5

Prosedyre:

CAUa

Tegningens filnavn:

135001816-RIG-TEG-091_h6,d2,70m

Multi
consult

Godkjent:

arv

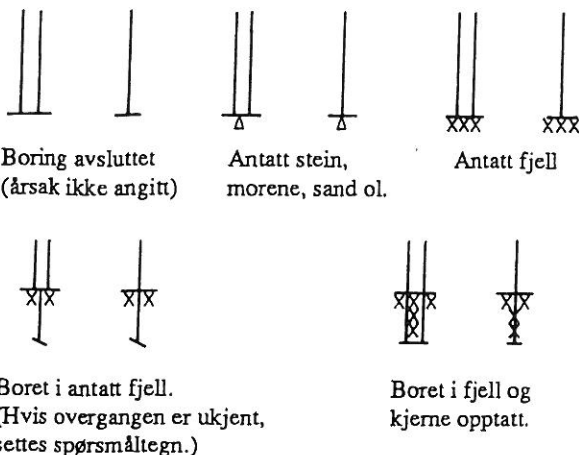
Programrevisjon:

15.12.2014

MARKUNDERSØKELSER

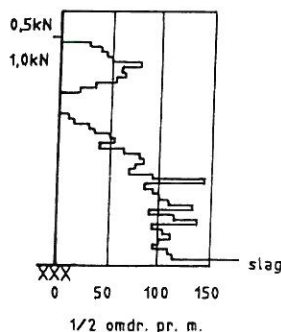
Sonderinger utføres for å få en orientering om grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt fjell eller annen fast grunn.

Avslutning av boring (gjelder alle sonderingstyper).



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 opptegninger 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 borrhj. 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.

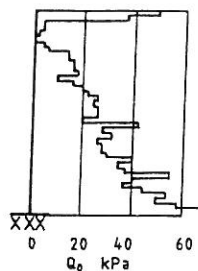
Ramsondering

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

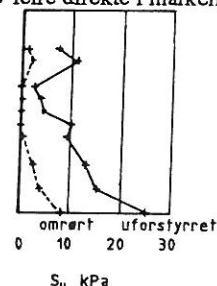
utføres for undersøkelse i laboratoriet av grunnens geotekniske egenskaper.

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 uttørking 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 tilfredsstiller formålet.

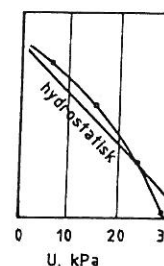
Vingeboring

bestemmer udrenert skjærstyrke (s_u) av leire direkte i marken (in situ). Måling utføres ved at et vingekor, 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.

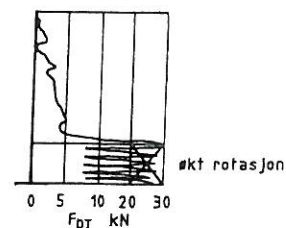


Grunnvannstanden observeres vanligvis direkte ved vannstand i borhullet.

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

(γ i 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 plastisitetsindeks. Er det naturlige vanninnhold over flytegrensen, blir materialet flytende ved omrøring.

Udrenert skjærstyrke

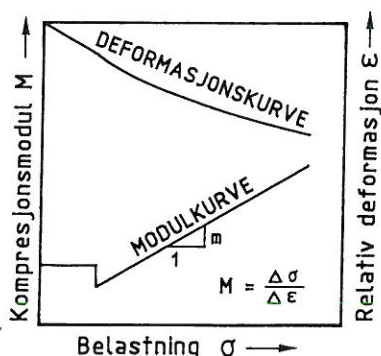
(s_u i kN/m^2) av leire ved hurtige enaksiale trykkforsøk på uforstyrrede prøver med tverrsnitt $3,6 \times 3,6 \text{ cm}^2$ (evt. hel prøve) og høyde 10 cm. Skjærstyrken settes lik halve trykkfastheten. Dessuten måles skjærstyrken i uforstyrret og omrørt tilstand ved konusforsøk, hvor nedsynkningen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

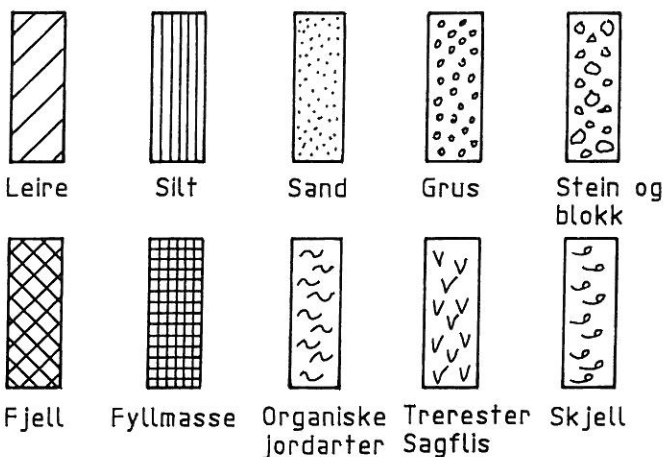
Fraksj.betegn.	Leir	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørr. mm	$< 0,002$	$0,002 - 0,06$	$0,06 - 2$	$2 - 60$	$60 - 600$	> 600

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 = aurbelle

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 γ_d ved feltkomprimering og maksimal tørr-romvekt $\gamma_{d \max}$ bestemt ut fra standardisert komprimeringsforsøk i laboratoriet.

Sandvolummeter- og vannvolummetermetoden.

I felten bestemmes γ_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.

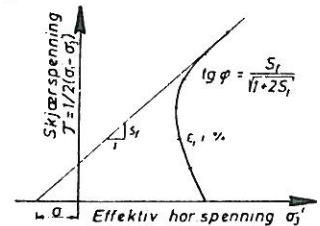
SPESIELLE LABORATORIEUNDERSØKELSER.

Skjærstyrkeparametrene.

friksjonsvinkel (ϕ) og attraksjon (a i kN/m^2 , evt. kohesjon $c = a \cdot \tan \phi$) 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 of-

est 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 mineralkornene, 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 inch^2 med konstant bevegelseshastighet = 0,05 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 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 bekrefte ut fra forsøk på 2 prøver.