

DATARAPPORT FRA GRUNNUNDERSØKELSE

Hovsenga
Ringerike kommune
Oppdrag nr: 1350036630-012
Rapport nr. 001

Dato: 08-05-2020

Fylke Viken	Kommune Ringerike	Sted Hønefoss	UTM-sone: 32 N6671350 Ø571200
Byggherre			
Oppdragsgiver Ringerike kommune			
Oppdrag formidlet av Ringerike kommune			
Oppdragsreferanse 1350036630-012			
Antall sider 5	Tegn.nr 101-114	Bilag.nr. 2	Antall tillegg 3

Prosjekt-tittel

Hovsenga

Rapport-tittel

**Grunnundersøkelser
Datarapport**

Oppdrag nr: 1350036630	Rapport nr: G-rap-001	Rev: 00	Dato: 08.05.2020	Kontr: TROR
Oppdragsleder: Charlotte S. Fürst		Utarbeidet av: Ingrid Engeset		
<p>I forbindelse med utrasing av masser langs Randselva i Hønefoss er det utført grunnundersøkelser for å svare ut stabiliteten til området, og årsaker til raset. Totalt er det utført 4 dreietrykkssonderinger, 1 CPTU og tatt opp 6 stk. 54 mm sylinderprøver fordelt på 2 prøveserier. Det er foretatt rutineundersøkelser på samtlige prøver i tillegg er det utført 2 treaksforsøk, 2 ødometerforsøk, 10 kornfordelingsanalyser og 3 plastisitetsgrenser.</p> <p>Sonderingener er stanset på 20 m dybde uten å påtreffe berg. Løsmassene vest for Randselva består av tørrskorpeleire ned til 1,5 m med sandlag mellom 1,5 – 10 m dybde over leire med silt og sandlommer ned til ca. 20 m dybde ved endt sondering. Øst for elven består løsmassene av sand med noe humus ned til 5 m dybde over sand med innhold av silt og grus ned til ca 20 m dybde ved endt sondering.</p> <p>Det er satt ned to elektriske piezometere for logging av poretrykk på 7 og 15 m under terreng.</p>				

INNHOOLD

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

TEGNINGER

Tegn. nr.	Rev. nr.	Tittel	Målestokk
101		OVERSIKTSKART	1 : 50 000
102		SITUASJONSPLAN	1 : 1250
103-105		TOTALSONDERINGER	1 : 200
106-107		BORPROFIL	1 : 100
108-109		TREKSIKLE FORSØK	
110-111		ØDOMETERFORSØK	
112-114		KORNFORDELING	

BILAG

1	KOORDINATLISTE OG BOREPUNKTDATA
2	PORETRYKK

TILLEGG

I	MARKUNDERSØKELSER
II	LABORATORIEUNDERSØKELSER
III	SPEIELLE UNDERSØKELSER

1 INNLEDNING

1.1 Prosjekt

Det har rast ut masser i Randselva i Hønefoss og det skal utføres grunnundersøkelser for å avklare stabiliteten til skråningen og grunnforholdene på området.



Figur 1: Oversiktskart. Tomten er markert med rød sirkel.

1.2 Oppdrag

Rambøll er engasjert av Ringerike kommune i forbindelse med å svare ut stabilitet i et skredområde langs Randselva.

1.3 Innhold

Foreliggende datarapport inneholder resultater fra geotekniske felt- og laboratorieundersøkelser. Datarapporten inneholder ingen geotekniske vurderinger.

2 UNDERSØKELSER

2.1 Feltundersøkelser

Boreprogrammet for grunnundersøkelsene er utarbeidet av Rambøll Norge AS. Feltundersøkelsene ble utført i uke 11 og 12 i 2020. Feltundersøkelsene ble utført med borerigg og mannskap fra Rambøll Norge AS. Totalt er det utført:

- 4 dreietrykkssonderinger
- 1 CPTU
- 2 prøveserier med 6 stk 54 mm sylindrerprøver og 3 poseprøver
- 2 elektriske piezometer

Totalsonderinger er avsluttet i løsmasser uten å påtreffe berg. Situasjonsplan er vist i tegning 102.

Tillegg I gir forklaring og metodebeskrivelser for feltundersøkelser.

2.2 Oppmåling

Borpunktene er målt inn av Rambøll Norge AS og oppgitt med høyde NN2000 og i sone UTM 32.

Koordinater er vist i bilag 1.

2.3 Laboratorieundersøkelser

Laboratorieundersøkelsene ble utført ved Rambøll sitt laboratorium i Trondheim. Det er utført rutineundersøkelser på 6 stk. 54 mm prøvesylindere og 3 poseprøver, i tillegg til 2 treaksforsøk, 2 ødometerforsøk, 10 kornfordelingsanalyser og 3 plastisitetsgrenser.

Resultater fra totalsonderinger er vist som enkeltboringer på tegning nr. 103-105.

Resultater fra rutineundersøkelser er vist som borprofil på tegning 106-107.

Treaksforsøk er vist i tegning 108-109, ødometerforsøk er vist i tegning 110-111 og kornfordelingsforsøk er vist på tegning 112-114.

Tillegg II og III gir en generell forklaring og metodebeskrivelser for laboratorieundersøkelser og spesialforsøk.

2.4 Miljøforhold

Rambøll Norge AS er ISO-sertifisert iht. NS-EN ISO 9001:2008 og NS-EN ISO 14001:2004 og søker i sine oppdrag å identifisere og imøtekomme miljøaspekter som er relevante for det enkelte oppdrag.

I dette oppdraget er følgende miljøaspekter vurdert i forbindelse med de utførte grunnundersøkelser.

- Støy, støv og rystelser
Grunnundersøkelser og installasjon av geotekniske konstruksjoner kan medføre støy. Arbeidene er utført på dagtid og det er ikke kommet rapporter om klager på støy. Ingen støvproduksjon.
- Utslipp

Vi har i løpet av vårt feltarbeid ikke hatt uhell eller feil på utstyr som har påført omgivelsene skader.

- Forurenset grunn

Det er ikke utført miljøundersøkelser.

- Kulturminner

Forekomster av registrerte kulturminner er sjekket i forbindelse med oppstart av grunnundersøkelser. Det er ikke kjente kulturminner på eiendommen/planområdet.

3 GRUNNFORHOLD OG LABORATORIERESULTATER

3.1 Topografi

Terrenget faller av ned mot Randselva fra øst og vest. Fra vest faller terrenget av fra ca. kote +108 mot elven på ca. kote + 66. Fra øst mot vest er det mindre terrengforskjell. På østsiden av elven ligger terrenget på ca. kote + 68.

3.2 Løsmasser

Det er boret ca. 20 m i alle punktene, boringene er avsluttet før berg er påtruffet

Løsmassene vest for Randselva består av tørrskorpeleire ned til 1,5 m med sandlag mellom 1,5 – 10 m dybde over leire med silt og sandlommer ned til ca. 20 m dybde ved endt sondering. Øst for elven består løsmassene av sand med noe humus ned til 5 m dybde over sand med innhold av silt og grus ned til ca 20 m dybde hvor sonderingen er stanset.

Rutineundersøkelser av leiren viser:

- Leiren betegnes som fast med uforstyrret skjærstyrke fra 88 til 245 kPa.
- Leiren er lite sensitiv, med S_t lik 7.
- Vanninnholdet i leiren varierer fra 17 til 27 %.
- Lite plastisk til middels plastisk, med plastisitetsindeks mellom 6,8 og 12.
- Tyngdetetthet mellom 17,2 og 21,3 kN/m³

Utførte kornfordelinger viser at massene vest for elven varierer mellom teleklasse T2 «litt telefarlig» og T4 «meget telefarlig». Øst for elven varierer massene mellom teleklasse T1 «ikke telefarlig» og T4 «meget telefarlig».

For nærmere detaljer vises det til de enkelte boreresultatene på tegning 103-105 og vedlagte laboratorieresultater.

3.3 Grunnvann

Det er satt ned to elektriske piezometer med logging en gang per døgn på topp av skråning vest for elven. Piezometerene er satt ned på 7 og 15 m dybde. Avlesing av poretrykk ble utført 06.05.2020. Resultater fra logging vises i bilag 2.

3.4 Berg

Det er ikke utført kontrollboringer i berg.



0	04.05.2020	DATARAPPORT	INET	TROR	TROR
Rev	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr: 1350036630 Målestokk: 1:50 000 Status: DATARAPPORT

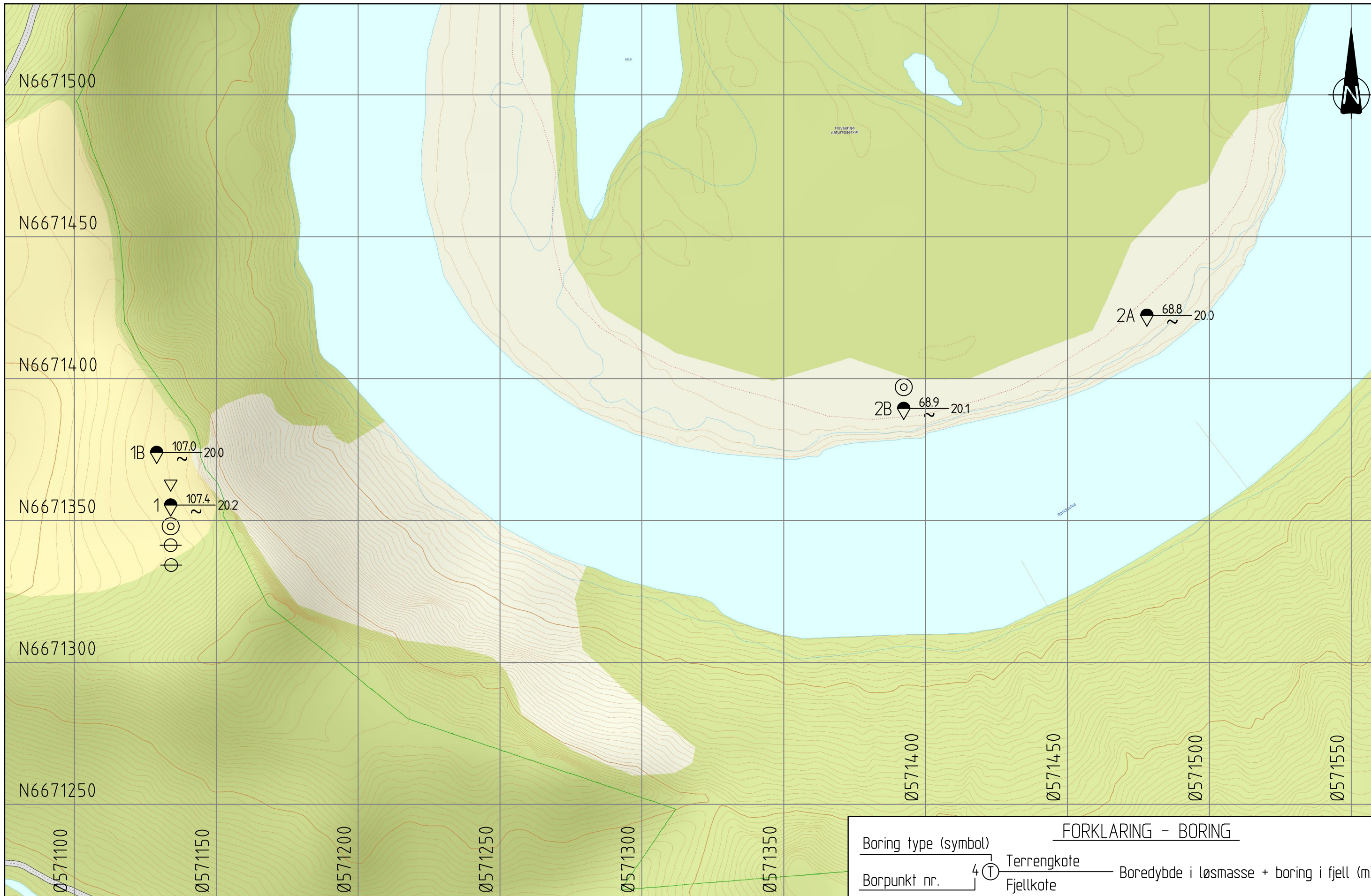
Hovsenga
Ringerike kommune

OVERSIKTSKART
UTM32 NN2000

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

Tegning nr: 101 Rev: 0



Boring type (symbol)		FORKLARING - BORING	
Borpunkt nr.	4	Terrengkote	Boredybde i løsmasse + boring i fjell (m)
		Fjellkote	

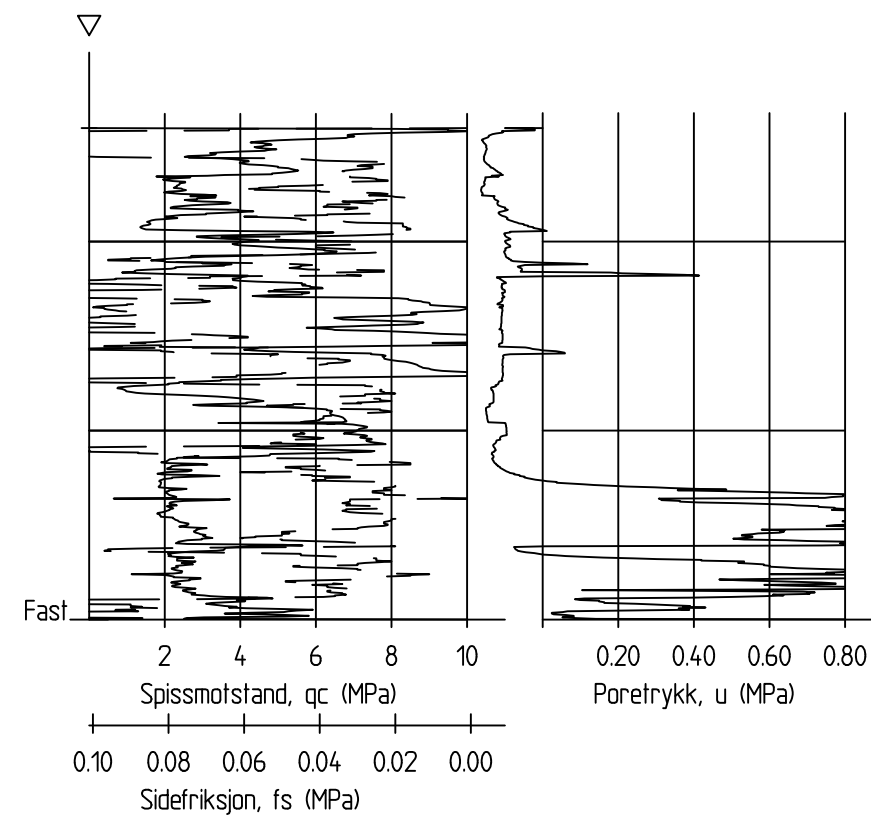
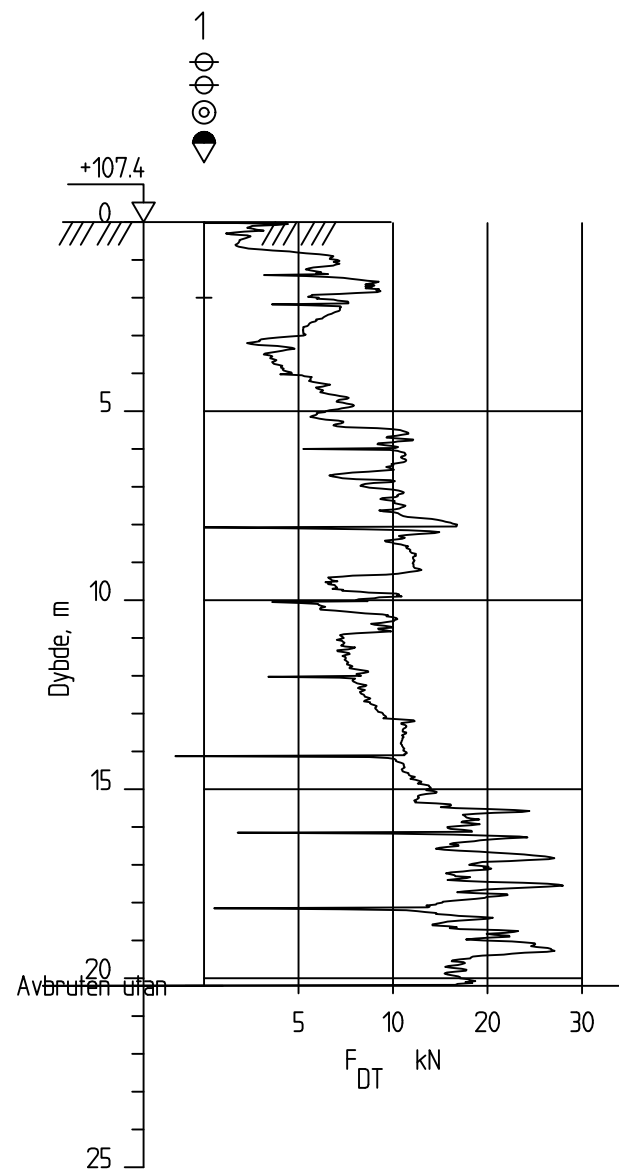
00	04.05.2020								
REV.	DATO	ENDRING	INET	TROR	TROR	TEGN	KONTR	GODKJ	
TEGNINGSSTATUS		DATARAPPORT							

RAMBOLL
 Rambøll i Norge AS
 Kobbes gate 2, 7042 Trondheim
 Pb. 9420 Torgarden, 7493 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00
 www.ramboll.no

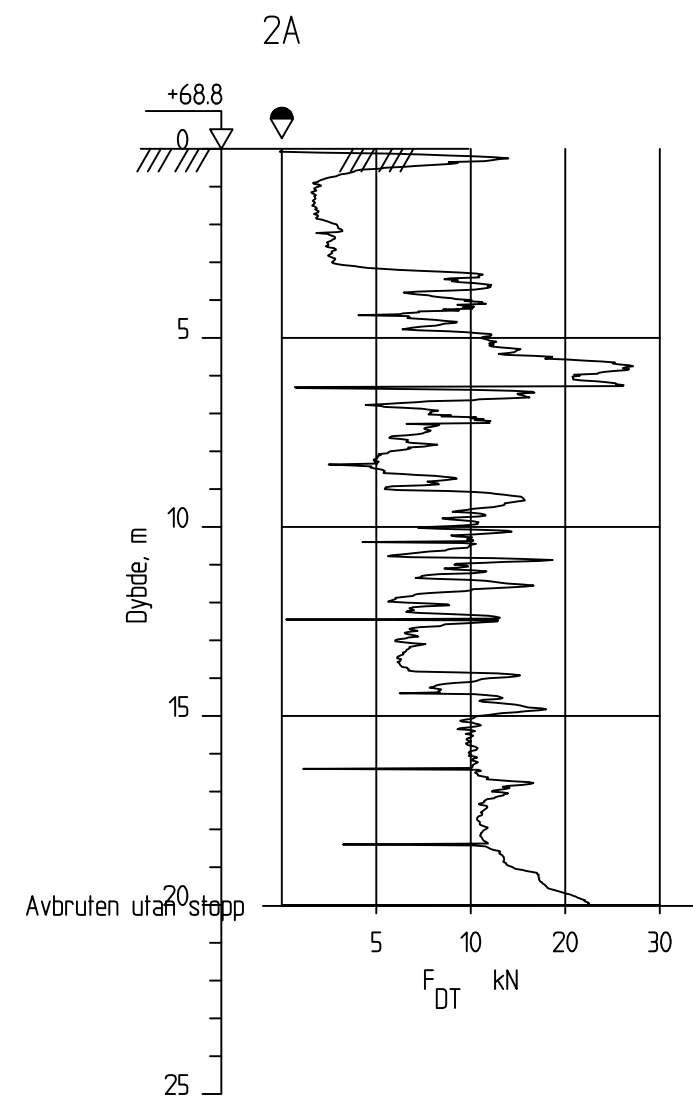
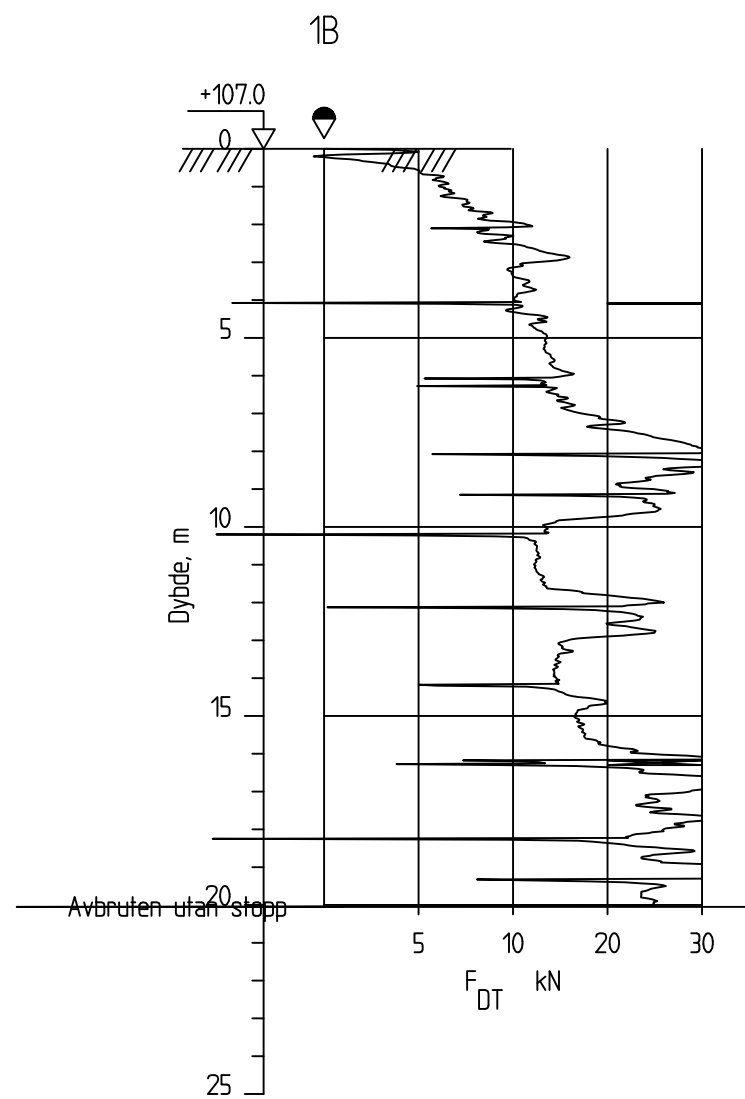
OPPDRAG
Hovsenga
 OPPDRAGSGIVER
Ringerike kommune

INNHOOLD
SITUASJONSPLAN
 Dreietrykk
 Prøveserie
 CPTU
 Poretrykksmåler

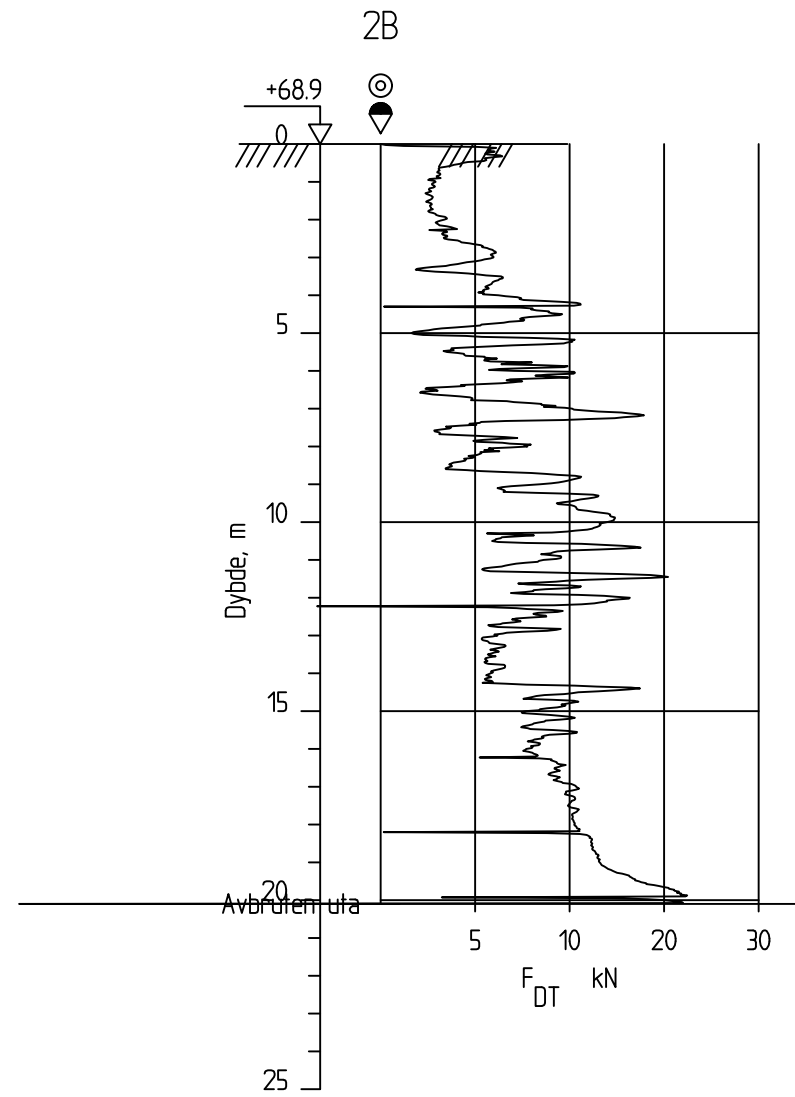
OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350036630	1:1250	01	01
TEGNING NR.		REV.	
102		0	



			RAMBOLL			OPPDRAG Hovsenga		INNHOLD BORERESULTATER		OPPDRAG NR. 1350036630	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. 01	AV 01
00	04.05.2020		INET	TROR	TROR	OPPDRAGSGIVER Ringerike kommune		Dreietrykk Prøveserie CPTU	Poretrykksmåler	TEGNING NR. 103		REV. 0	
TEGNINGSSTATUS		DATARAPPORT				Rambøll i Norge AS Kobbes gate 2, 7042 Trondheim Pb. 9420 Torgarden, 7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 www.ramboll.no							



			RAMBOLL			OPPDRAG	INNHOOLD	OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
00	04.05.2020		INET	TROR	TROR	Hovsenga	BORERESULTATER	1350036630	1:200	01	01
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ	OPPDRAGSGIVER	Dreietrykk Prøveserie			TEGNING NR.	
TEGNINGSSTATUS			DATARAPPORT			Ringerike kommune				104	0
Rambøll i Norge AS Kobbegate 2, 7042 Trondheim Pb. 9420 Torgarden, 7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 www.ramboll.no											



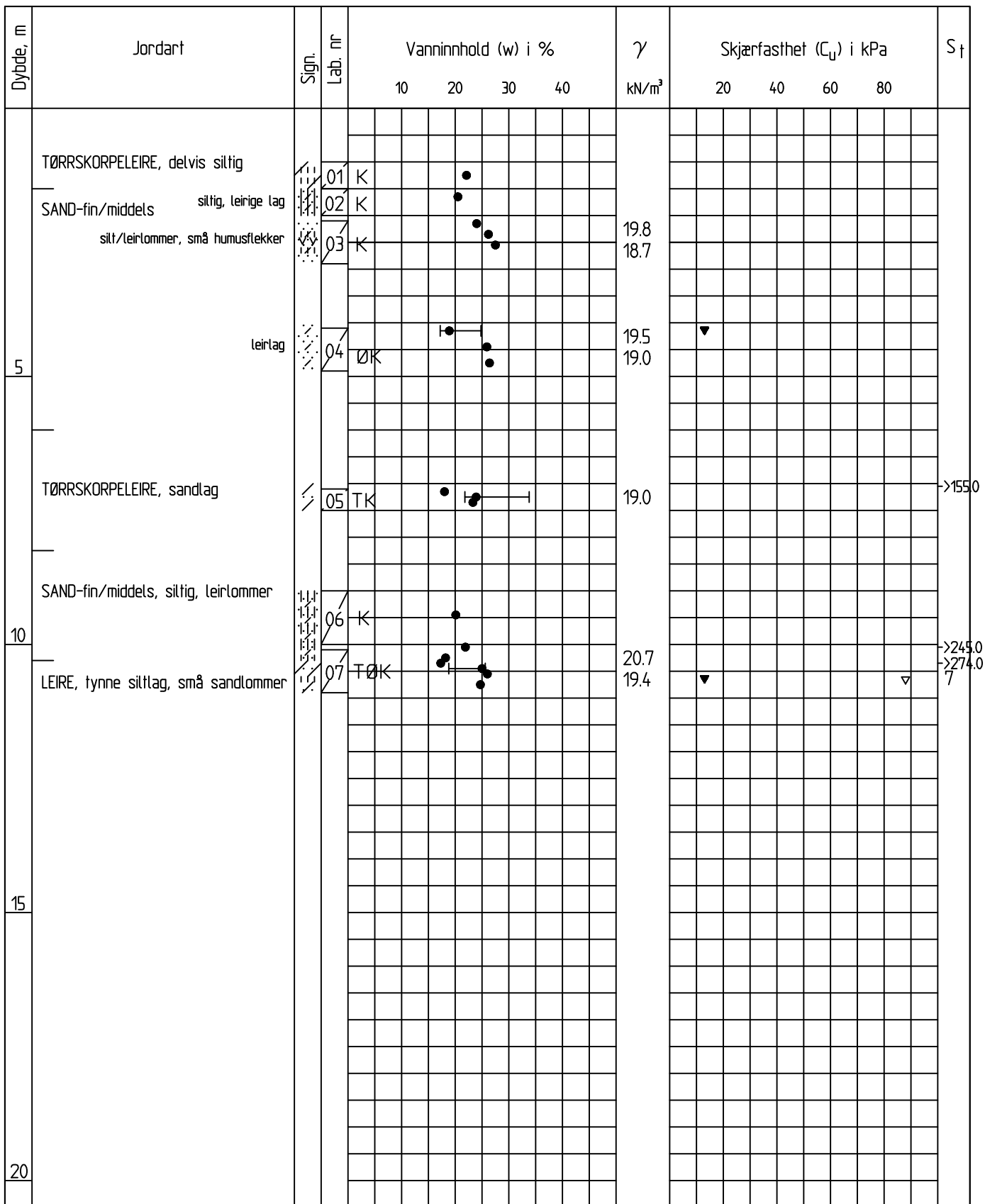
00	04.05.2020		INET	TROR	TROR
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS		DATARAPPORT			

RAMBOLL
 Rambøll i Norge AS
 Kobbes gate 2, 7042 Trondheim
 Pb. 9420 Torgarden, 7493 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00
 www.ramboll.no

OPPDRAG
Hovsenga
 OPPDRAGSGIVER
Ringerike kommune

INNHOOLD
BORERESULTATER
 Dreietrykk
 Prøveserie

OPPDRAG NR. 1350036630	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. 01	AV 01
		TEGNING NR. 105	REV. 0



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

Penetrometerforsøk Konsistensgrense w_p | w_L

T= Treksialforsøk Ø= Ødometerforsøk

Konussforsøk - Omrørt/uforstyrret: ▼ / ▽
Konussforsøk er utført i hht NS8015: 1988

Andre forsøk:

K= Kornfordeling

1	04.05.2020	DATARAPPORT	INET	TROR	TROR
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 1350036630 Målestokk: 1:100 Status: DATARAPPORT

Hovsenga
Ringerike kommune

BORPROFIL HULL NR.: 1

TERRENGHØYDE: +107,3 PRØVETYPPE: 54 mm/pose



Rambøll Norge AS
P.b. 9420 Torgarden
7493 Tr.heim
TLF: 73 84 10 00
www.ramboll.no
Tegning nr.

Rev.

106

1

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr.	Vanninnhold (w) i %				γ kN/m ³	Skjærfasthet (C_u) i kPa				S_t
				10	20	30	40		20	40	60	80	
5	SAND-fin/middels, humusflekker		08	K	15.7	15.3							
	Grus, sandig, trerester		09	K									
	SAND-grov/middels, grusig												
10	MATERIALE, sandig, siltig, grusig leirlommer, små trerester		10	K									
15													
20													

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

Penetrometerforsøk Konsistensgrense w_p |————| w_L

T= Treaksialforsøk \emptyset = Ødometerforsøk

Konusforsøk - Omrørt/uforstyrret: \blacktriangledown / ∇
Konusforsøk er utført i hht NS8015: 1988

Andre forsøk:

K= Kornfordeling

1	04.05.2020	DATARAPPORT	INET	TROR	TROR
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 1350036630 Målestokk: 1:100 Status: DATARAPPORT

Hovsenga
Ringerike kommune

BORPROFIL HULL NR.: 2B

TERRENGHØYDE: +68.9 PRØVETYPE: 54 mm/pose



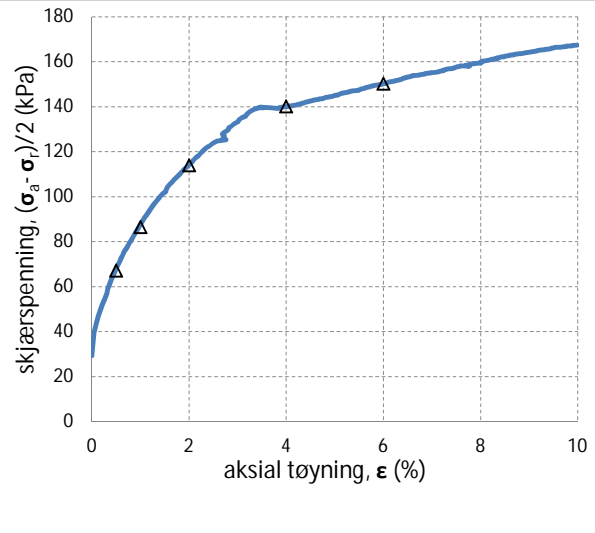
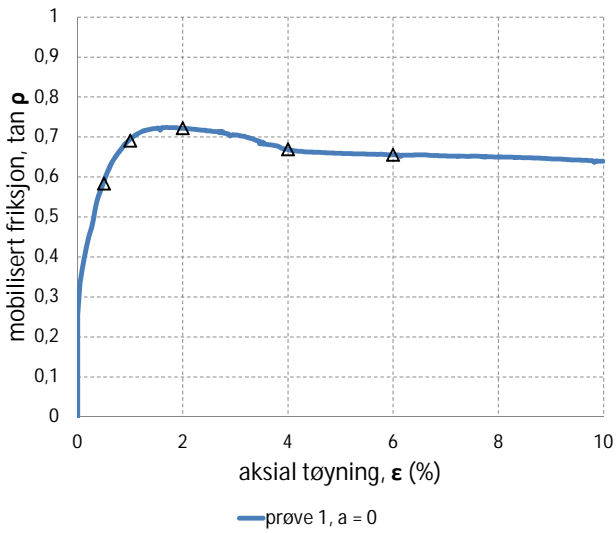
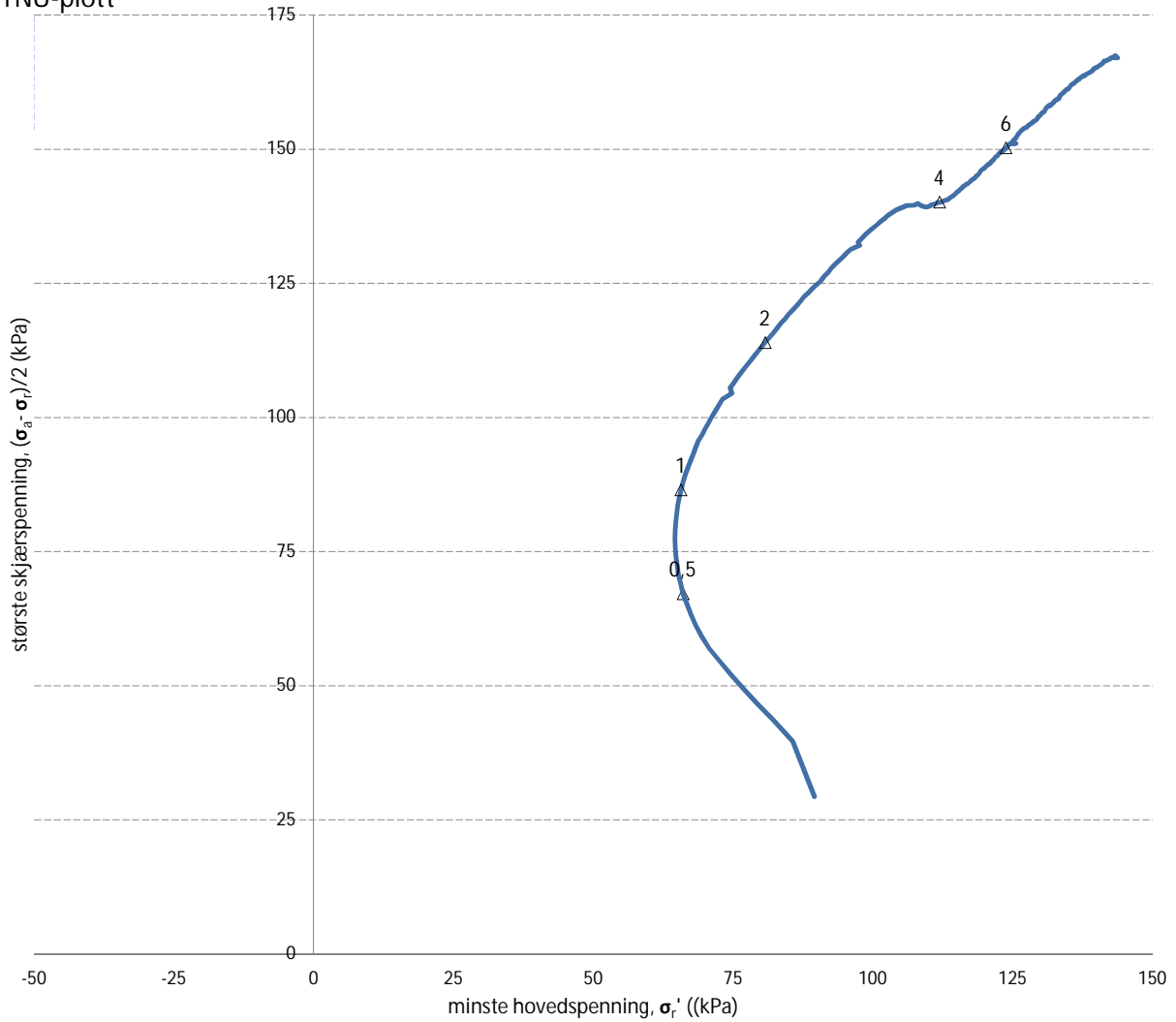
Rambøll Norge AS
P.b. 9420 Torgarden
7493 Tr.heim
TLF: 73 84 10 00
www.ramboll.no
Tegning nr.

Rev.

107

1

NTNU-plott



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e ₀	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p ₀ ' (kPa)	p _a ' (kPa)	p _r ' (kPa)	
1	Δ	1	5	7,30m	CAUA	22,7	2,5	0,067	0	147	90	Tørreskorpeleire, sandlag



Hovsenga, Ringerike

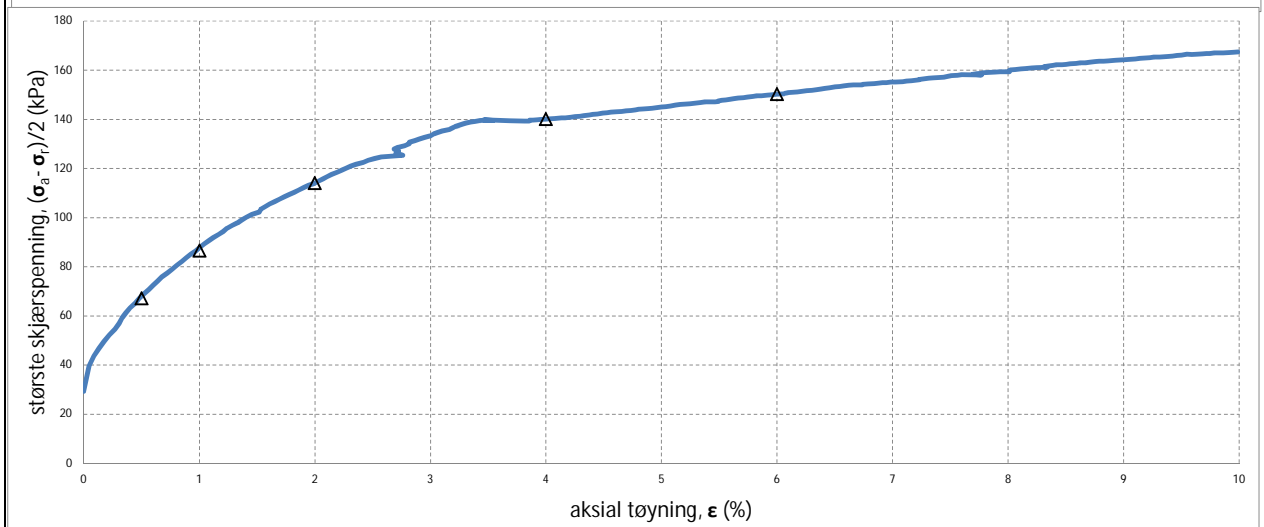
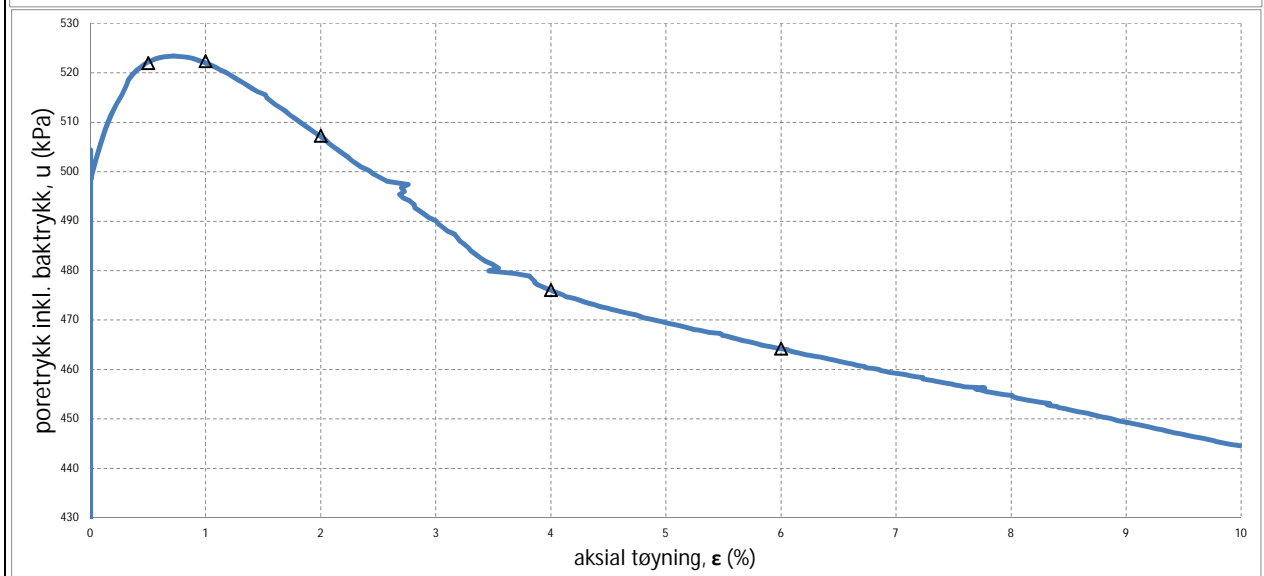
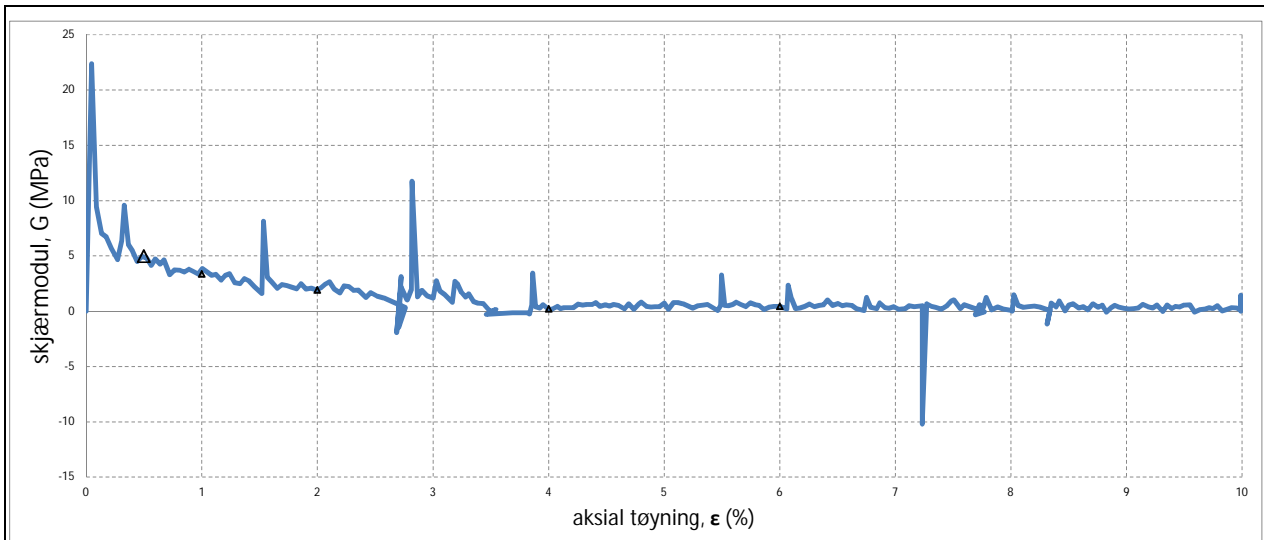
TREAKSIALFORSØK

Oppdrag
1350036630

Tegn./kontr.
/

Dato
15.04.2020

Bilag
-
Tegn. Nr.



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e₀	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p₀' (kPa)	pₐ' (kPa)	pᵣ' (kPa)	
1	Δ	1	5	7,30m	CAUA	22,7	2,5	0,067	0	147	90	Tørrskorpeleire, sandlag



Hovsenga, Ringerike

TREAKSIALFORSØK

Oppdrag
1350036630

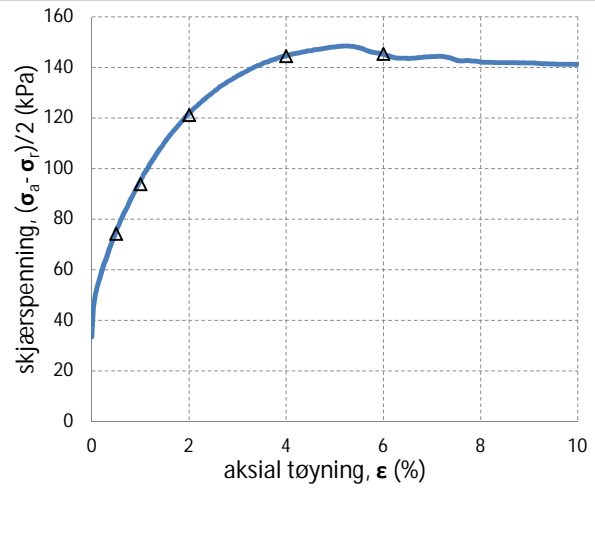
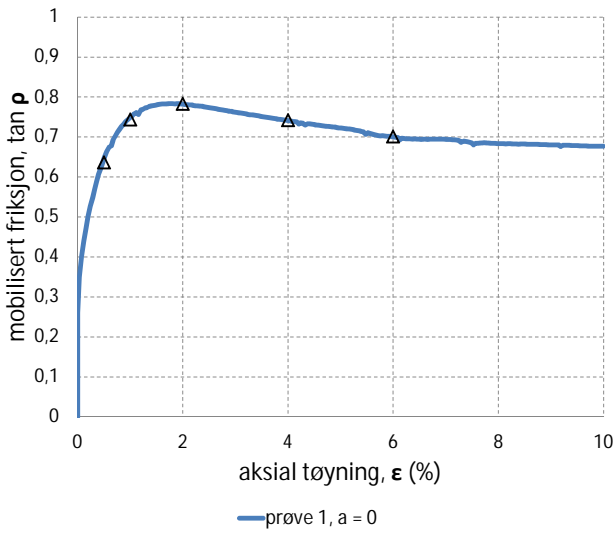
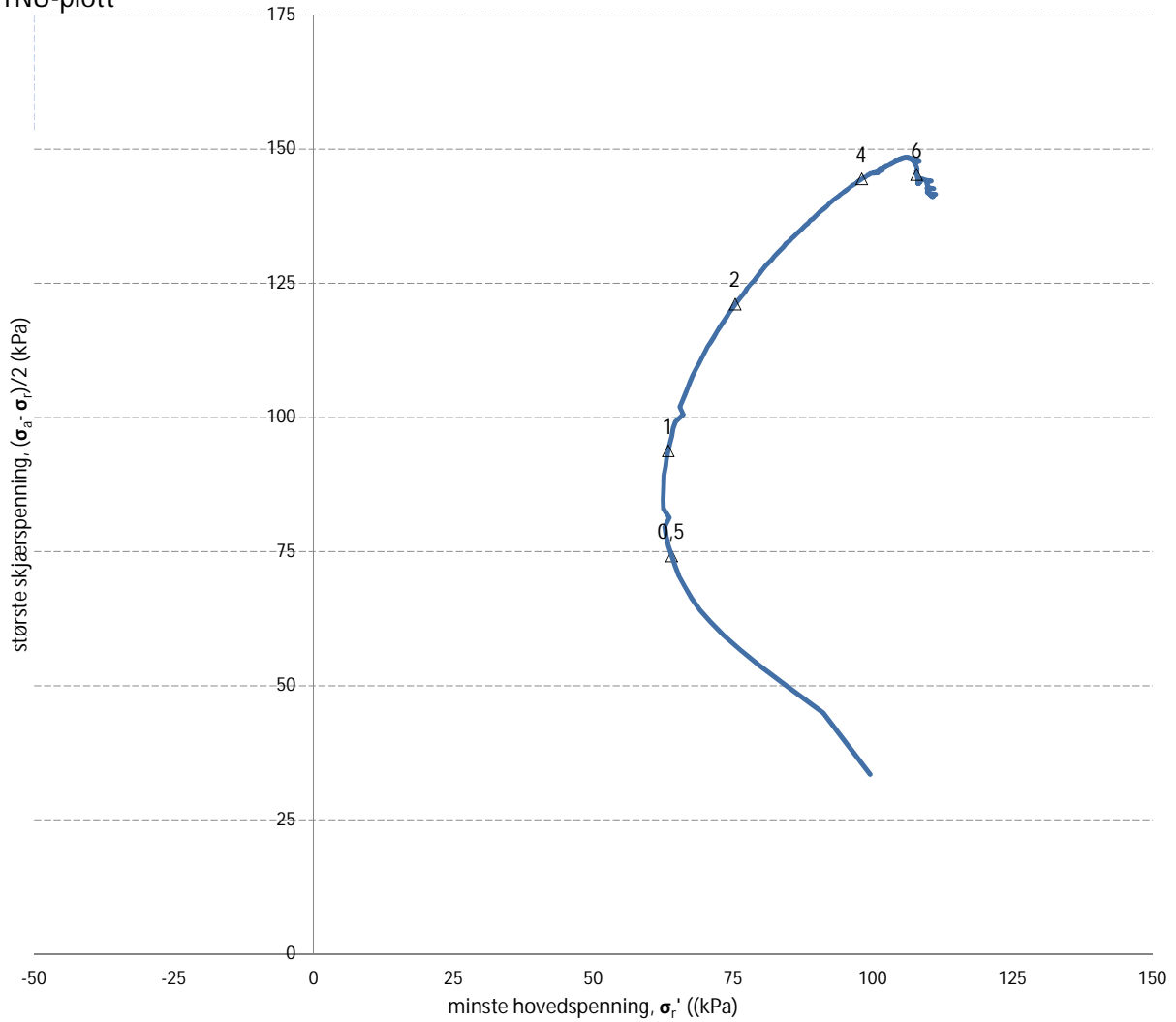
Tegn./kontr.
/

Bilag
-

Dato
15.04.2020

Tegn. Nr.
0

NTNU-plott



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e ₀	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p ₀ ' (kPa)	p _a ' (kPa)	p _r ' (kPa)	
1	Δ	1	7	10,50m	CAUA	24,6	1,6	0,039	0	165	99	Leire, tynne siltlag



Hovsenga, Ringerike

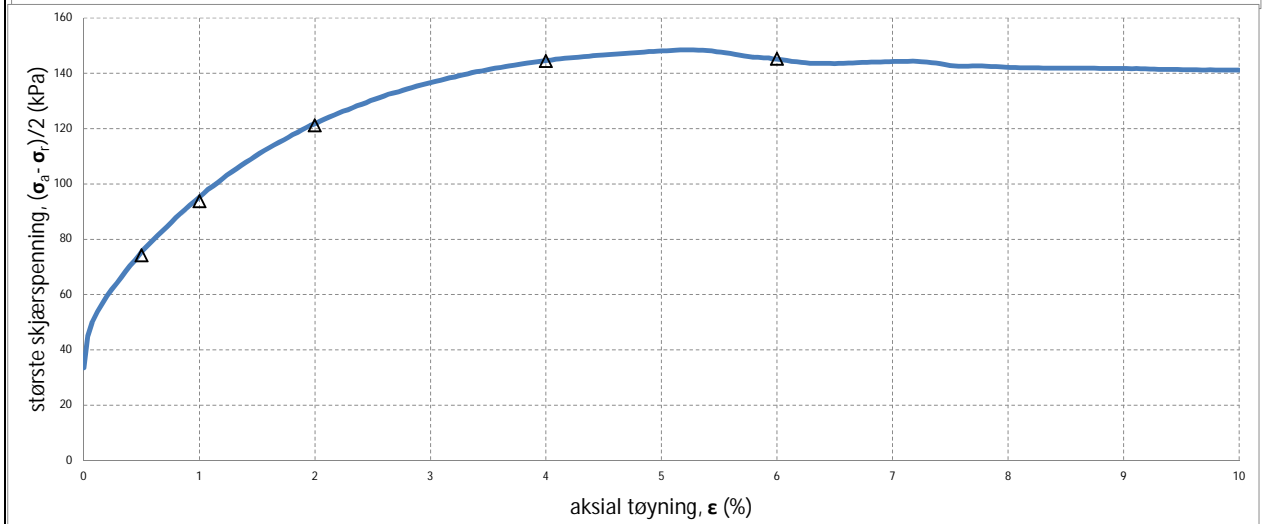
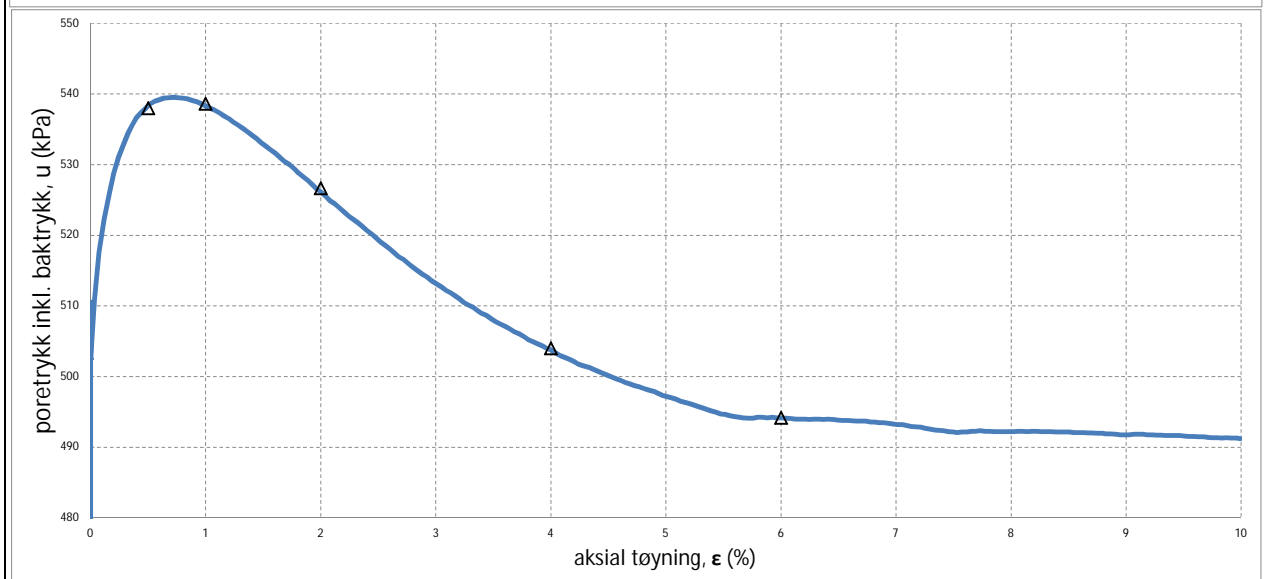
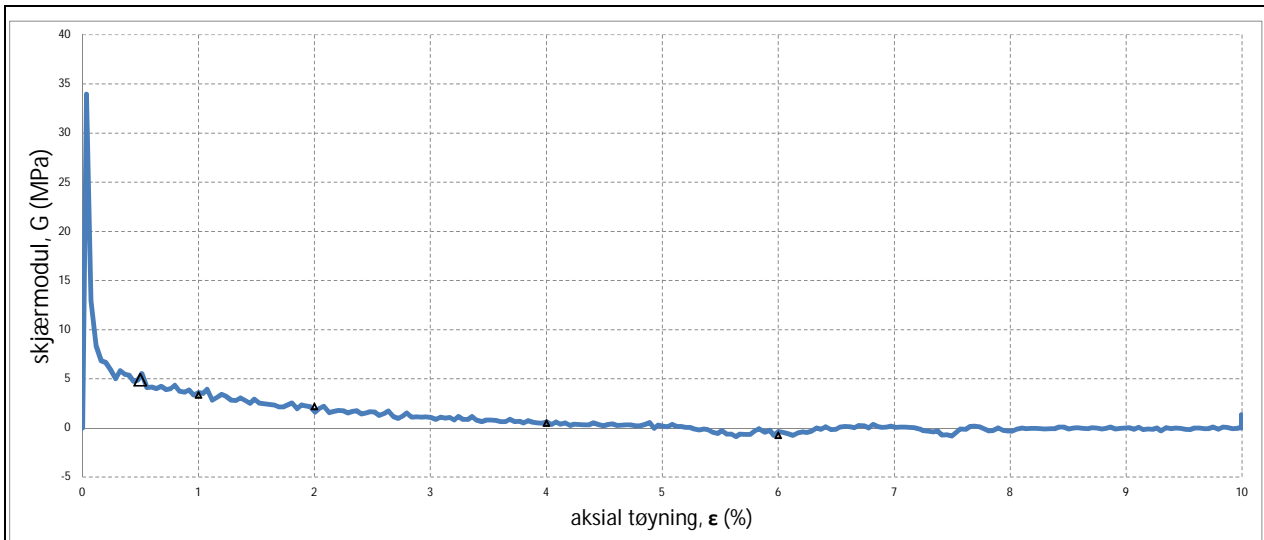
TREAKSIALFORSØK

Oppdrag
1350036630

Tegn./kontr.
/

Dato
15.04.2020

Bilag
-
Tegn. Nr.



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e ₀	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p ₀ ' (kPa)	p _a ' (kPa)	p _r ' (kPa)	
1	Δ	1	7	10,50m	CAUA	24,6	1,6	0,039	0	165	99	Leire, tynne siltlag



Hovsenga, Ringerike

TREAKSIALFORSØK

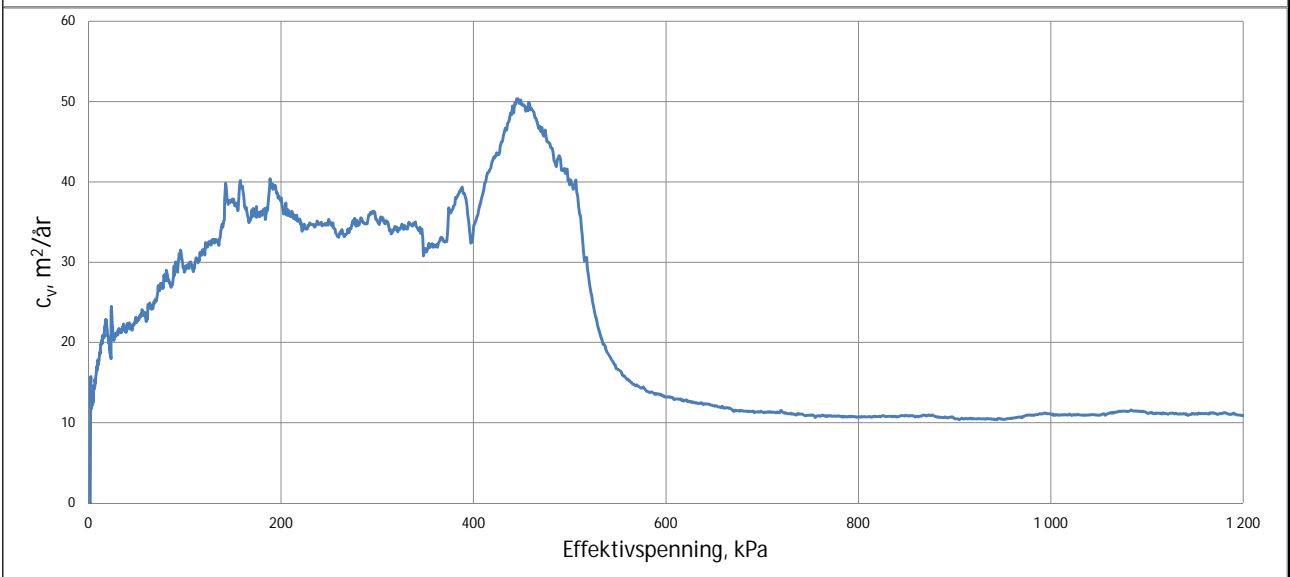
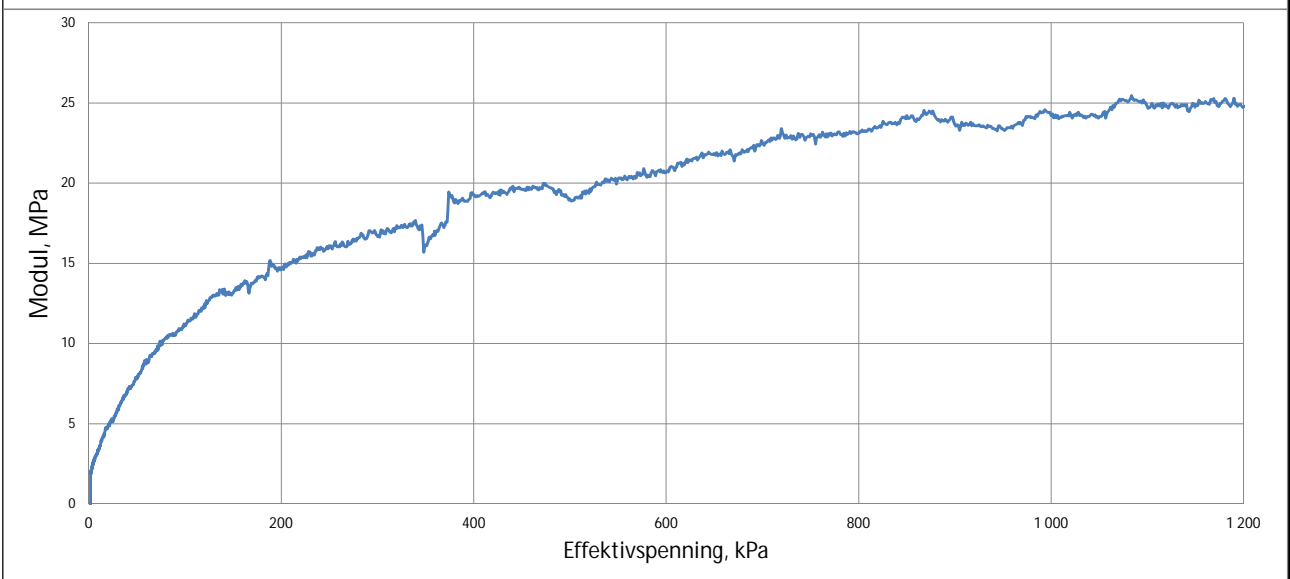
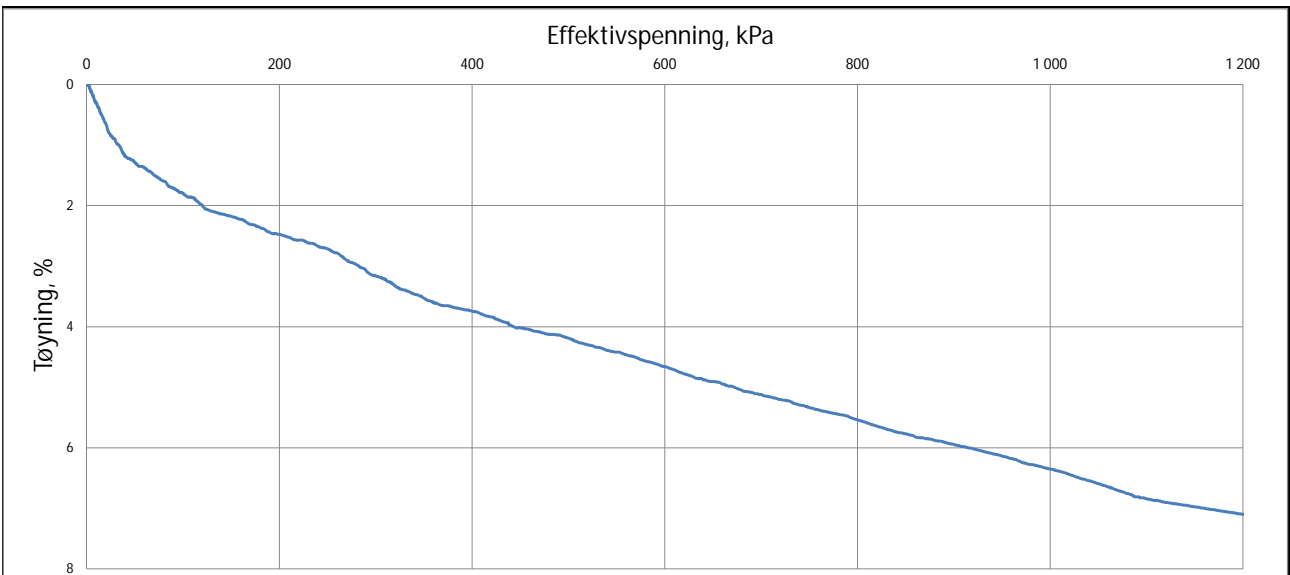
Oppdrag
1350036630

Tegn./kontr.
/

Bilag
-

Dato
15.04.2020

Tegn. Nr.
0



pkt 1 lab 4 dybde 4,20m Leire



Hovsenga, Ringerike

Ødometerforsøk

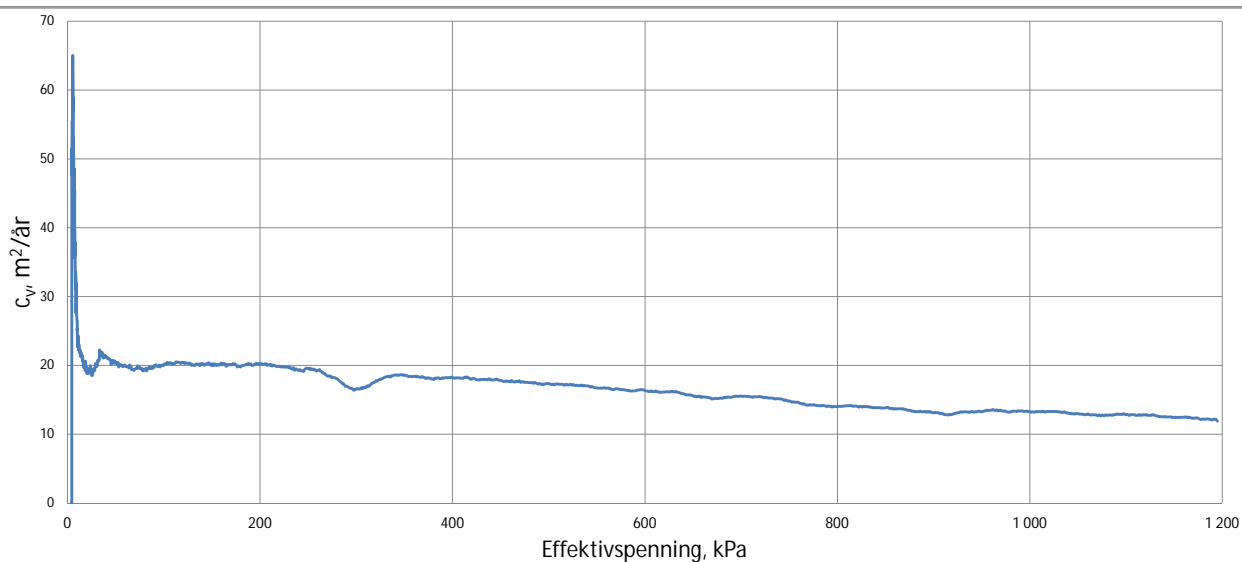
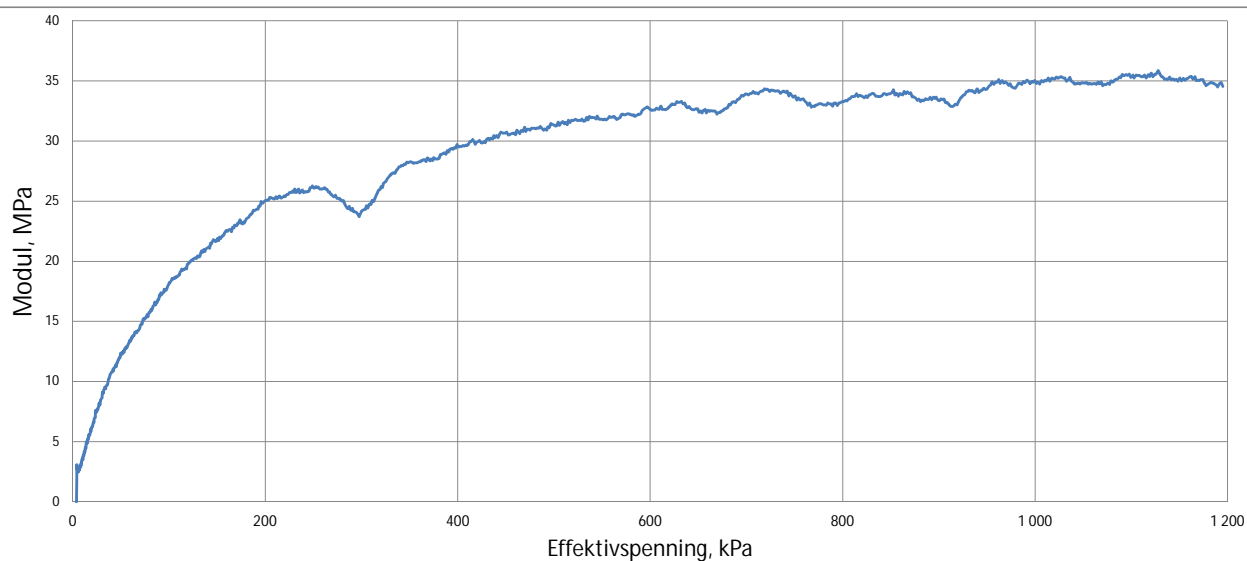
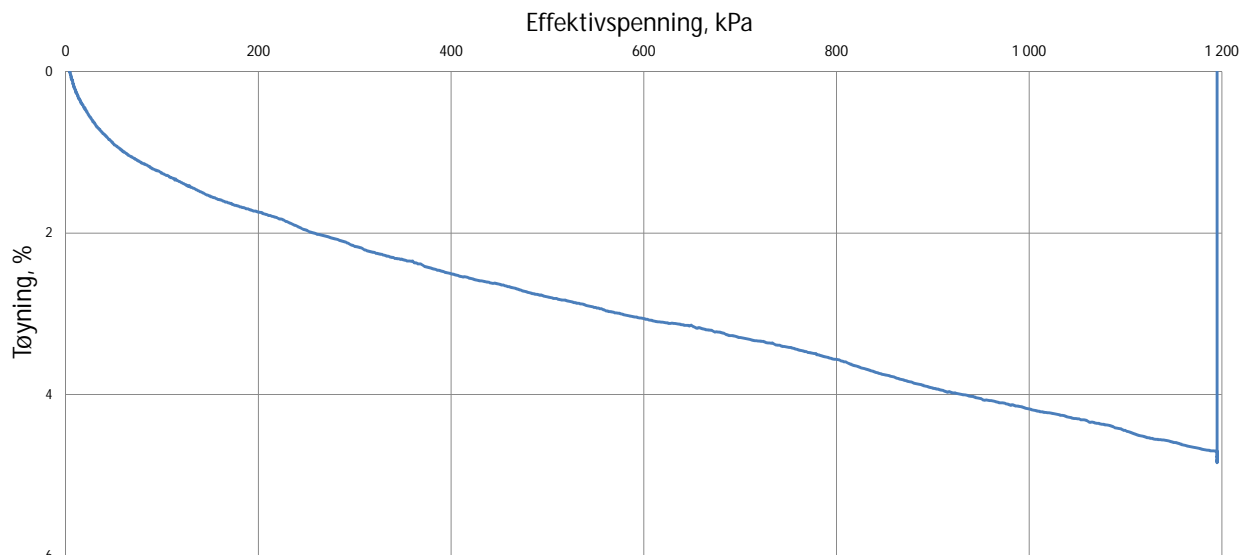
Oppdrag
1350036630

Tegn./kontr.

Bilag

Dato
30.03.2020

Tegn. Nr.



pkt 1 lab 7 dybde 10,70m Leire



Hovsenga, Ringerike

Ødometerforsøk

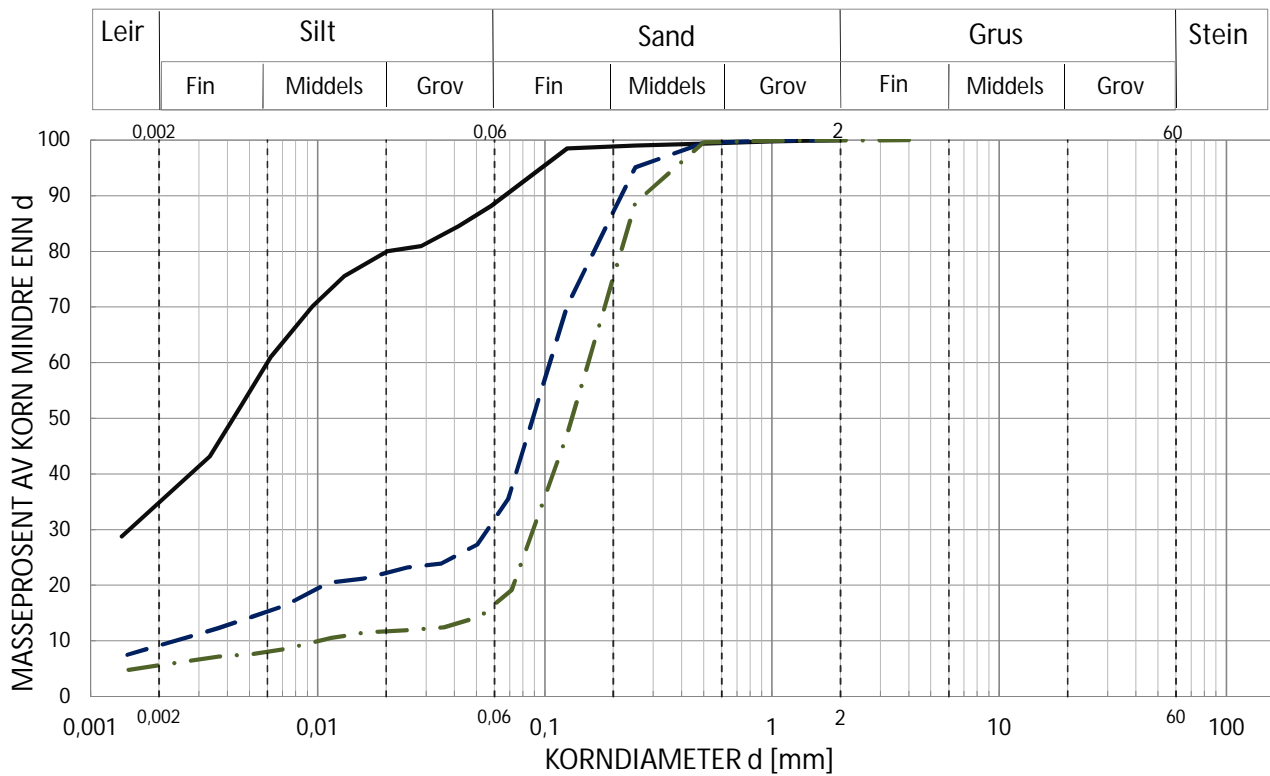
Oppdrag
1350036630

Tegn./kontr.

Bilag

Dato
30.03.2020

Tegn. Nr.



Symbol	—	- - -	- · - · -	- - - - -	- · - · -
Prøve	A	B	C	D	E
Borhull	1	1	1		
Dybde	1-1,5m	1,5-2m	2,1-2,7m		
labnr	1	2	3		
Beskrivelse	Leire	Sand, siltig, leirig	Sand, leirig		
d_{10}		0,003	0,010		
d_{25}		0,040	0,083		
d_{50}	0,004	0,092	0,134		
d_{60}	0,006	0,108	0,164		
d_{75}	0,013	0,149	0,209		
C_u		41,6	15,9		
% < 0,02mm	79,9	22,1	11,7		
% < 0,063mm	88,9	32,9	17,1		
% < 0,2mm	98,8	85,2	72,0		
Telegruppe	T4	T4	T2		

$$C_u = d_{60}/d_{10} \quad (\text{alternativt } d_{75}/d_{25})$$



Rambøll, Divisjon Geo
Kobbegs gt. 2, N-7042 Trondheim

Hovsenga, Ringerike

KORNFORDELINGSFORSØK

Revisjon

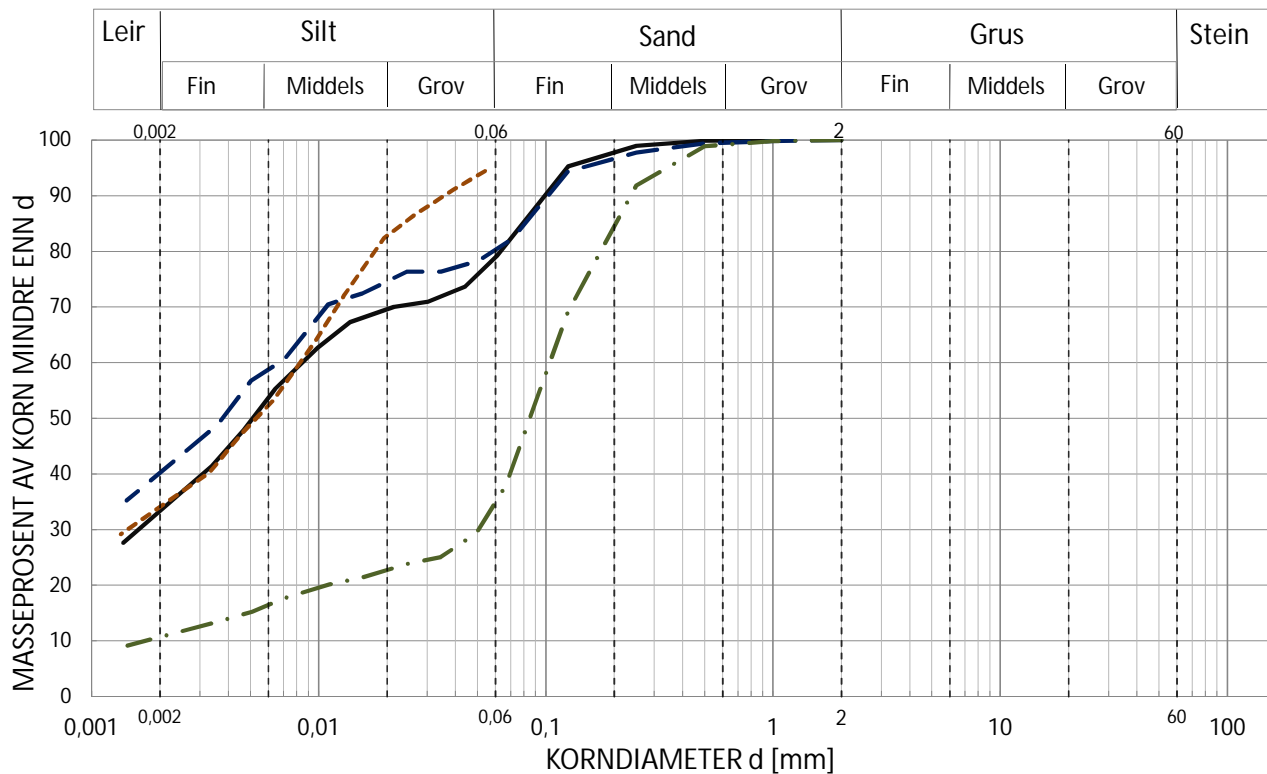
Tegn./kontr.

Dato
16.04.2020

Oppdrag
1350036630

Bilag

Tegn. Nr.



Symbol	—	- - -	- · - · -	· · · · ·	· · · · ·
Prøve	A	B	C	D	E
Borhull	1	1	1	1	
Dybde	4,2m	7,2m	9-10m	10,6m	
labnr	4	5	6	7	
Beskrivelse	Leire	Leire	Sand, siltig, leirig	Leire	
d ₁₀			0,002		
d ₂₅			0,034		
d ₅₀	0,005	0,004	0,089	0,005	
d ₆₀	0,009	0,007	0,108	0,008	
d ₇₅	0,048	0,021	0,157	0,015	
C _u			57,8		
% < 0,02mm	69,5	74,4	22,6	82,8	
% < 0,063mm	79,8	80,7	36,1	94,4	
% < 0,2mm	97,5	96,4	82,8		
Telegruppe	T4	T4	T4	T4	

$$C_u = d_{60}/d_{10} \quad (\text{alternativt } d_{75}/d_{25})$$



Rambøll, Divisjon Geo
Kobbegs gt. 2, N-7042 Trondheim

Version 2018-11-06

Hovsenga, Ringerike

KORNFORDELINGSFORSØK

Revisjon

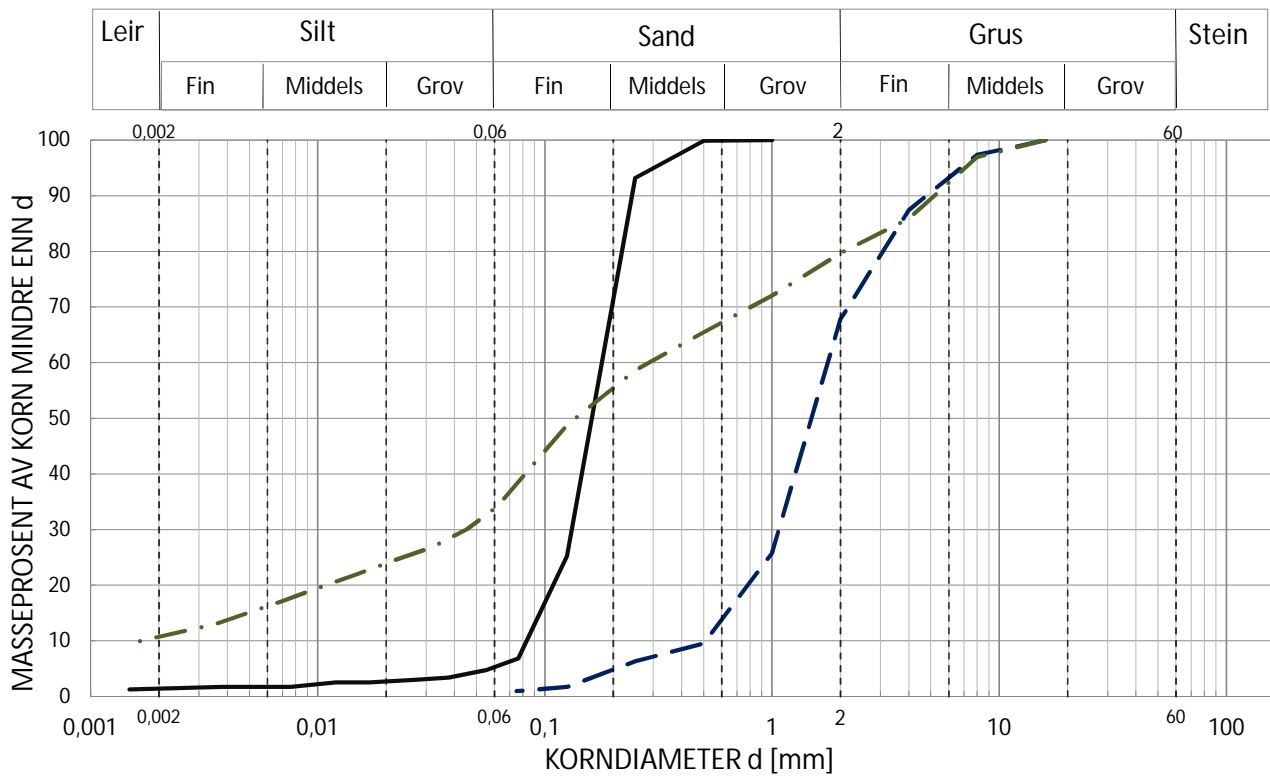
Tegn./kontr.

Dato
16.04.2020

Oppdrag
1350036630

Bilag

Tegn. Nr.



Symbol	—	- - -	- · - · -	· · · · ·	· · · · ·
Prøve	A	B	C	D	E
Borhull	2B	2B	2B		
Dybde	2,1-2,7m	5,3-5,6m	8,1-8,9m		
labnr	8	9	10		
Beskrivelse	Sand	Sand, grusig	Materiale sandig, siltig, grusig, leirig		
d_{10}	0,085	0,514	0,002		
d_{25}	0,124	0,976	0,024		
d_{50}	0,170	1,576	0,140		
d_{60}	0,189	1,814	0,299		
d_{75}	0,216	2,731	1,383		
C_u	2,2	3,5	166,8		
% < 0,02mm	2,7	0,3	23,8		
% < 0,063mm	5,5	0,8	34,5		
% < 0,2mm	66,1	4,5	54,7		
Telegruppe	T1	T1	T4		

$$C_u = d_{60}/d_{10} \quad (\text{alternativt } d_{75}/d_{25})$$



Rambøll, Divisjon Geo
Kobbegst. 2, N-7042 Trondheim

Hovsenga, Ringerike

KORNFORDDELINGSFORSØK

Revisjon

Tegn./kontr.

Dato
16.04.2020

Oppdrag
1350036630

Bilag

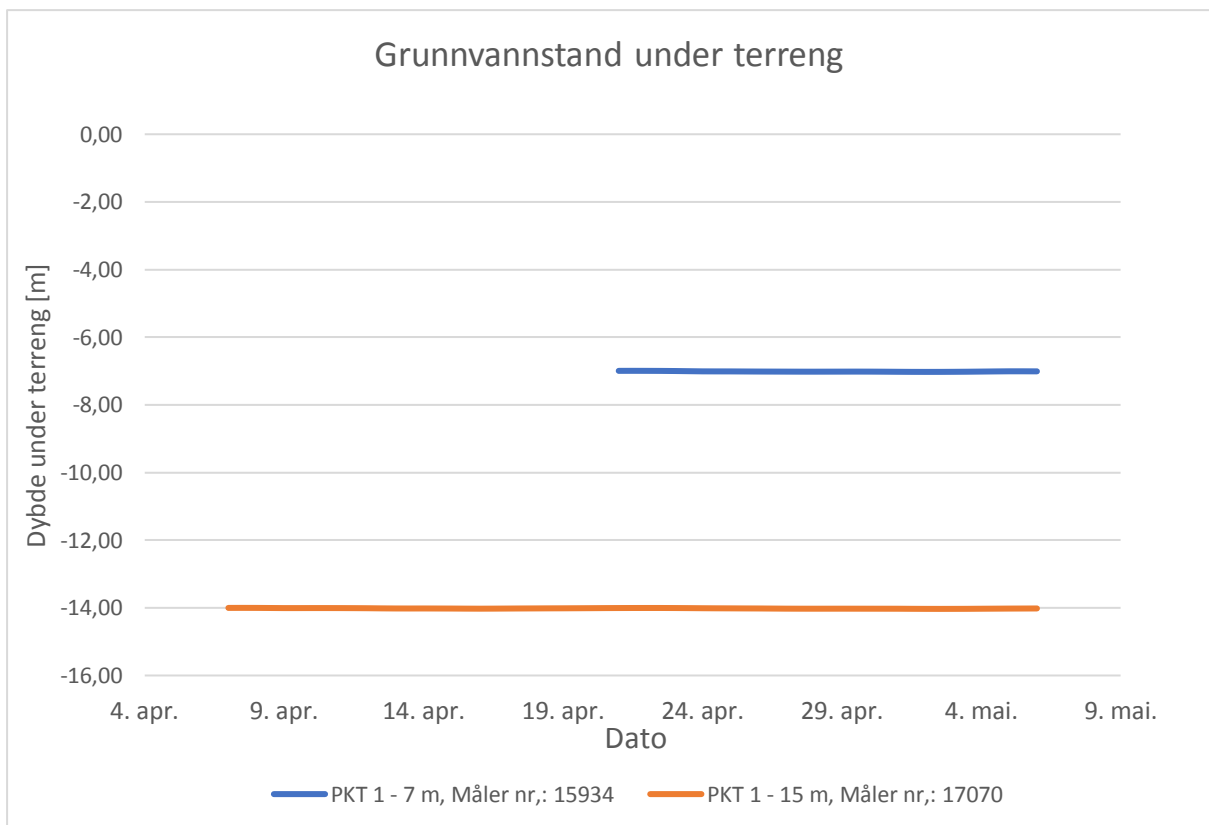
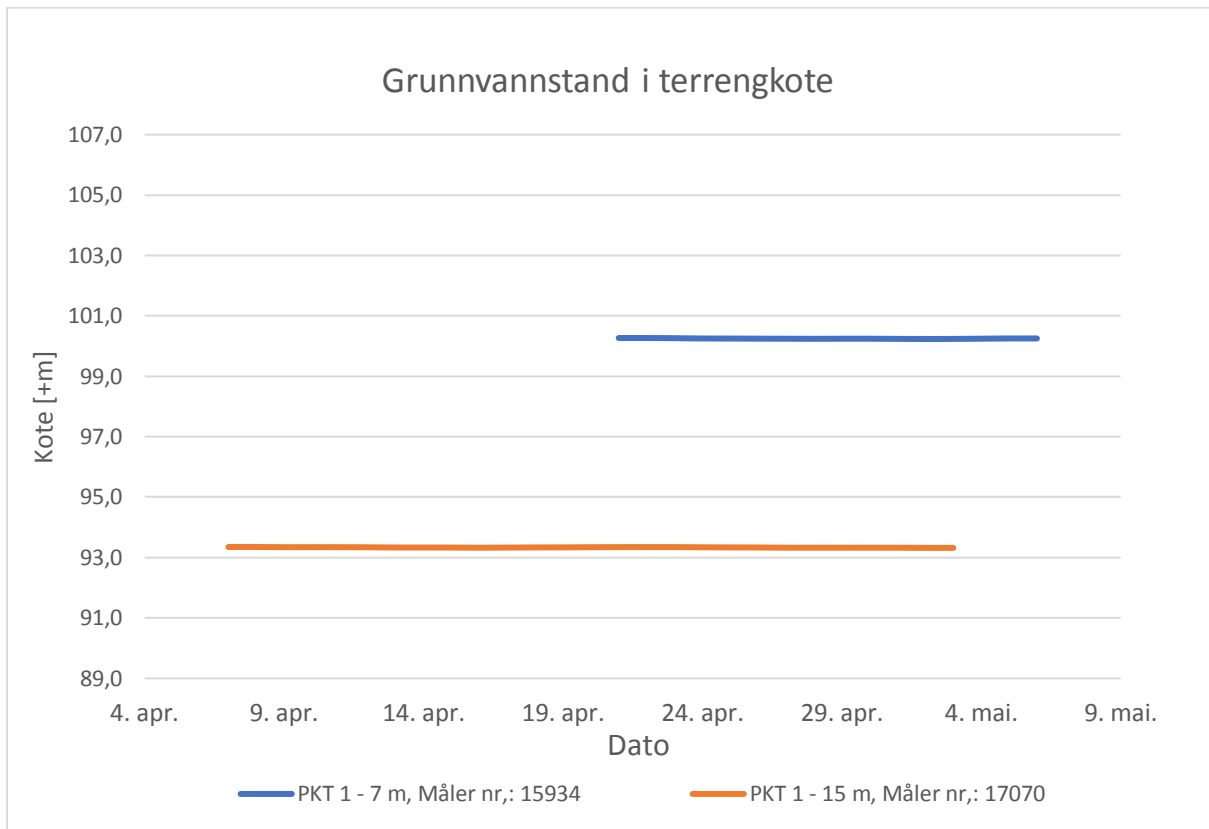
Tegn. Nr.

Bilag 1 – Koordinatliste og oversikt over utførte grunnundersøkelser

1350036630 – Hovsenga

Pkt.	Koordinater Nord	Koordinater Øst	Terrengkote	Bergkote	Dreietrykksondering	Prøveserie
1	6671355.4	571133.9	107.4	-	X	X
1B	6671374.0	571129.0	107.0	-	X	-
2A	6671422.3	571477.9	68.8	-	X	-
2B	6671389.4	571392.2	68.9	-	X	X

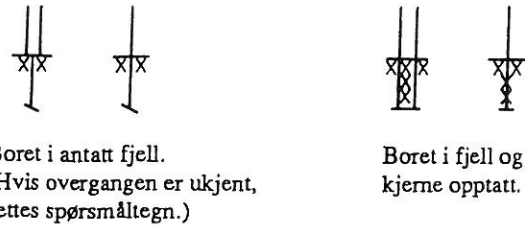
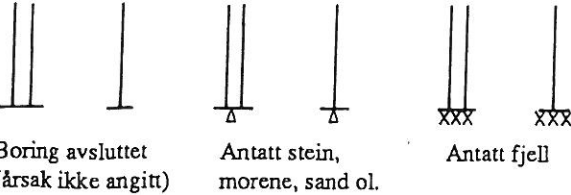
BILAG 2



MARKUNDERSØKELSER

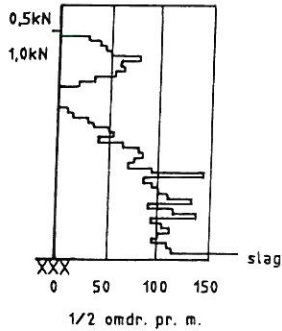
Sonderinger utføres for å få en orientering om grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt fjell eller annen fast grunn.

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 optegninger vises antall halve omdreininger pr. meter synkning grafisk med dybden i borhullet og belastningen angis til venstre for borhullet.



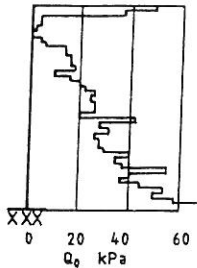
⊕ **Totalsondering**

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:

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

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.

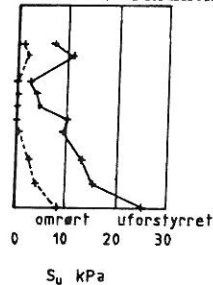
⊙ **Prøvetaking**

utføres for undersøkelse i laboratoriet av grunnens geotekniske egenskaper. **Uforstyrrede prøver** tas opp med NGI's 54 mm stempelprøvetaker. Prøvene skjæres ut med tyunnveggede 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 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.

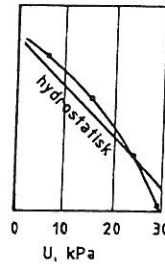
+ **Vingeboring**

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.

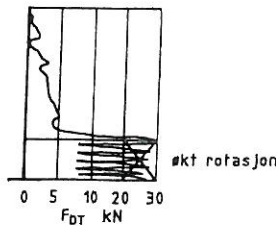


Grunnvannstanden observeres vanligvis direkte ved vannstand i borhullet.

⊖ **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 nedpressingskraft 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 utrollingsgrense (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

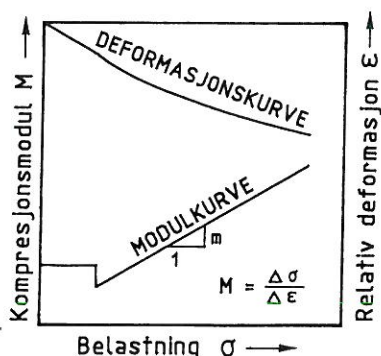
(s_u i kN/m^2) av leire ved hurtige enaksiale trykkforsøk på uforstyrrede prøver med tverrsnitt $3,6 \times 3,6 \text{ cm}^2$ (evt. hel prøve) og høyde 10 cm. Skjærstyrken settes lik halve trykkfastheten. Dessuten måles skjærstyrken i uforstyrret og omrørt tilstand ved konusforsøk, hvor nedsynkningen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

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 modul- kurve 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 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.

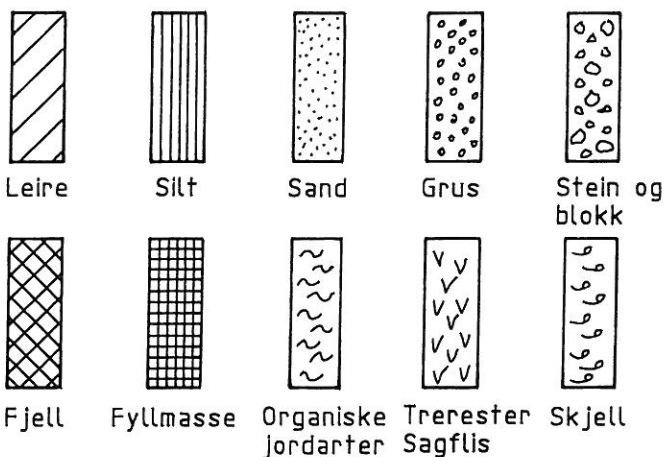
Fraksj.betegn.	Leir	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørr. mm	$< 0,002$	$0,002 - 0,06$	$0,06 - 2$	$2 - 60$	$60 - 600$	> 600

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 = 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 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.

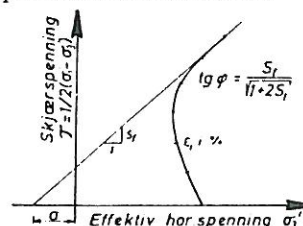
I grov og samfengt masse (grov grus, finsprengt stein o.lign.) gir sandvolummeter og vannvolummetermetoden utilfredsstillende nøyaktighet, og komprimeringen av slikt materiale undersøkes ved å bestemme oppfyllingens elastisitetsmodul ut fra platebelastningsforsøk.

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 $c = a \cdot \text{tg } \phi$) 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 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 oppnås 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- 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 bevegelsehastighet = 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.