



**Østfoldbanen VL,**  
**Sandbukta – Moss – Såstad,**  
**Datarapport Supplerende Grunnundersøkelser**  
**Områdestabilitet, Sone "Moss Sentrum"**

<input type="checkbox"/>	Akseptert
<input type="checkbox"/>	Akseptert m/kommentarer
<input type="checkbox"/>	Ikke akseptert (kommentert) Revider og send inn på nytt
<input type="checkbox"/>	Kun for informasjon
Sign:	

00E	For godkjenning	18.03.2021	SGO	ON	TFS
Revisjon	Revisjonen gjelder	Dato	Utarb. av	Kontr. av	Godkj. av
<b>Tittel:</b> Østfoldbanen VL, Sandbukta – Moss – Såstad, Datarapport Supplerende Grunnundersøkelser Områdestabilitet, Sone "Moss Sentrum"		Antall sider:	<b>Entreprise:</b>		
		6+7	<b>SMS 2A</b>		
		Produsent:			
		Prod.tegn.nr.:		Rev.	
		Erstatning for:			
Prosjektnavn: Sandbukta-Moss-Såstad Prosjektnr: 960168		Dokument-/tegningsnummer:		Revisjon:	
		<b>SMS-20-A-59602</b>		<b>00E</b>	
		FDV-dokument-/tegningsnummer:		FDV-rev.:	

## INNHALDSFORTEGNELSE

<b>1</b>	<b>PROSJEKTBEKRIVELSE .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>KONTROLL OG UTFØRELSESNIVÅ .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>FELTUNDERSØKELSER .....</b>	<b>4</b>
3.1	Generelt .....	4
3.2	Sonderinger .....	5
3.2.1	Totalsonderinger .....	5
3.2.2	Trykksonderinger (CPTU) .....	5
3.2.3	Poretrykksmålinger .....	5
3.2.4	Prøvetaking .....	6
<b>4</b>	<b>LABORATORIEUNDERSØKELSER .....</b>	<b>6</b>
4.1	Generelt .....	6
4.2	Rutineundersøkelser .....	6
4.3	Treaksialforsøk .....	6
4.4	Ødometerforsøk .....	6

### TEGNINGER

Tegning 001 Borplan, grunnundersøkelser

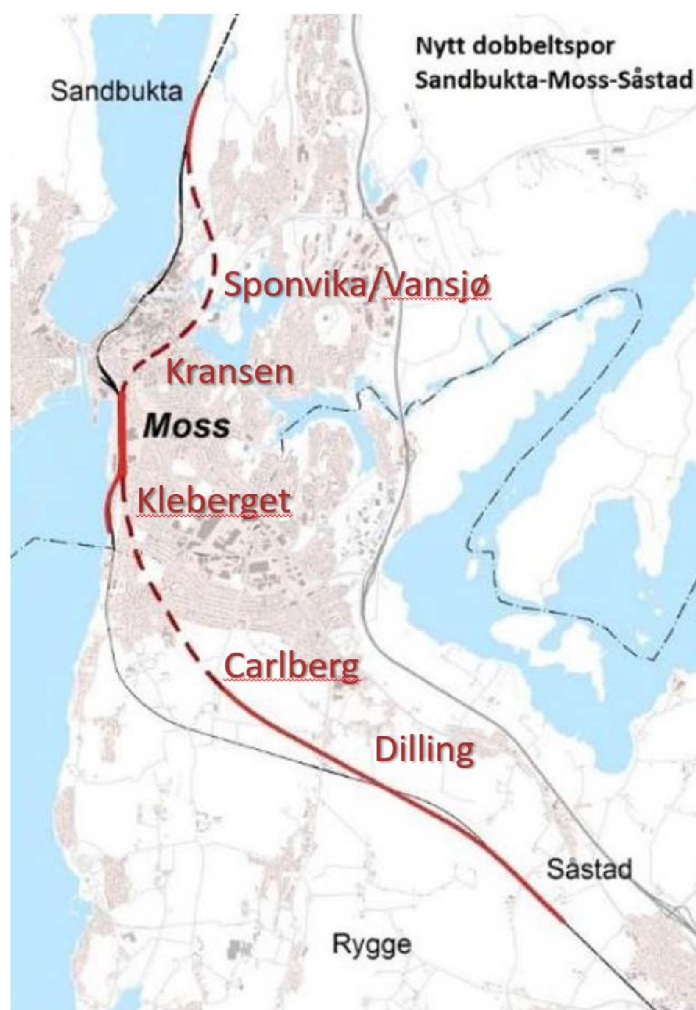
### VEDLEGG

Vedlegg A Totalsonderinger  
Vedlegg B Trykksonderinger  
Vedlegg C Poretrykksmålinger  
Vedlegg D Rutineundersøkelser  
Vedlegg E Treaksialforsøk  
Vedlegg F Ødometerforsøk

<b>BANE NOR</b> Sandbukta-Moss-Såstad	Datarapport Supplerende Grunnundersøkelser Områdestabilitet, Sone "Moss Sentrum"	Side: 3 av 6 Dok.nr: SMS-20-A-59602 Rev.: 00E Dato 18.03.2021
--	--	--

## 1 PROSJEKTBEKRIVELSE

I forbindelse med utbygging av dobbeltspor Sandbukta-Moss-Såstad (SMS 2A) har NGI utført grunnundersøkelser i Moss sentrum for oppdragsgiver MossIA ANS. I prosjektet skal det bygges 10 km dobbeltspor på strekningen fra Sandbukta i nord til Såstad i Rygge i sør, inkludert to tunneler og en ny jernbanestasjon i Moss på ca. 800 meter (se Figur 1). Denne rapporten presenterer resultater fra grunnundersøkelser utført i forbindelse med vurdering av områdestabilitet for kvikkleiresonen Moss Sentrum.



Figur 1 Prosjektområdet for InterCity Sandbukta-Moss-Såstad.

## 2 KONTROLL OG UTFØRELSNIVÅ

Utførelse av felt- og laboratorieundersøkelser plasseres i geoteknisk kategori 2 i henhold til NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016 avsnitt 2.1(19).

<b>BANE NOR</b> Sandbukta-Moss-Såstad	<b>Datarapport  Supplerende  Grunnundersøkelser  Områdestabilitet, Sone "Moss  Sentrum"</b>	Side: 4 av 6
		Dok.nr: SMS-20-A-59602
		Rev.: 00E
		Dato 18.03.2021

Utførelse av felt- og laboratorieundersøkelser plasseres i pålitelighetsklasse CC/RC 1 i henhold til NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 tabell NA.A1(901). Dette medfører prosjekterings- og utførelseskontrollklasse PKK1 og UKK1 i henhold til NS-EN 1990 tabell NA.A1(902). Sidemannskontroll (intern systematisk kontroll) utføres i henhold til NGIs styringssystem selv om kun egenkontroll er påkrevd etter Eurokode, men det er ikke krav om utvidet kontroll av geoteknisk datarapport.

### 3 FELTUNDERSØKELSER

#### 3.1 Generelt

Grunnundersøkelsene i felt ble utført i perioden 17. mars til 20. mai 2020. Boremannskapene har bestått av grunnborere fra NGI. Det er benyttet beltegående borerigger.

Alle borhull er innmålt av NGI i NTM sone 10, med høydesystem NN2000, se Tegning 001. En oversikt over alle borpunkter med tilhørende undersøkelser er vist i Tabell 1.

Borprogrammet er utarbeidet av NGI. Plassering av borpunktene er vist på borplan, se Tegning 001. For beskrivelse av boremetoder, symboler og opptegning henvises det til Bilag 1.

**Tabell 1 Oversikt over borpunkter, koordinater og boremetoder**

Borpkt.	Koordinater			Metode			
	X	Y	Z	TOT	CPTU	PR	PZ
05-001	1160237,397	109416,262	2,431	X			
05-002	1160118,967	109414,224	8,551	X			
05-003	1160055,392	109416,022	11,747	X			
05-004	1159938,309	109289,148	11,898	X			
05-005	1159925,068	109472,419	22,443	X	X	X	X
05-006	1159942,979	109448,807	15,512	X	X	X	X
05-007	1160062,114	109463,560	15,241	X			
TOT = Totalsondering, CPTU = Trykksondering, PR = Prøveserie, PZ = Piezometer							

**Tabell 2 Oversikt over opptatte sylinderprøver med dybder.**

Borpunkt	Sylinderprøve		
05-005	6,0 – 7,0 m	12,0 – 13,0 m	18,0 – 19,0 m
05-006	5,0 – 6,0 m	7,0 – 8,0 m	

<b>BANE NOR</b> Sandbukta-Moss-Såstad	<b>Datarapport  Supplerende  Grunnundersøkelser  Områdestabilitet, Sone "Moss  Sentrum"</b>	Side: 5 av 6
		Dok.nr: SMS-20-A-59602
		Rev.: 00E
		Dato 18.03.2021

## 3.2 Sonderinger

### 3.2.1 Totalsonderinger

Det er utført totalsonderinger i 7 borpunkt, ref. Tabell 1, for å kartlegge grunnens relative fasthet, laggrenser og dybder til berg. Alle sonderingene er boret ca. tre meter inn i berg for sikker bergpåvisning.

En oversikt over tapt borstål som følge av stangbrudd er gitt i Tabell 3.

**Tabell 3 Oversikt over tapt borstål**

Borpunkt	Tapt
05-001	7 stenger

Resultatene fra totalsonderingene er vist som enkeltboringer i vedlegg A.

### 3.2.2 Trykksonderinger (CPTU)

Det er utført trykksonderinger (CPTU-sonderinger) i 2 borpunkt. Formålet med CPTU-sonderingene er å få en mer nøyaktig kartlegging av jordartstyper og laggrenser, samt bestemme geotekniske jordartsparemetere, som blant annet jordas skjærfasthet. Under nedpressingen måles trykket ( $q_c$ ) mot den koniske spissen og sidefriksjonen ( $f_s$ ) mot friksjonshylsen. I tillegg måles poretrykket ( $u_2$ ) like bak den koniske spissen.

Resultatene fra CPTU-sonderingene er vist som enkeltboringer i vedlegg B.

### 3.2.3 Poretrykksmålinger

Poretrykksmålere brukes for å måle poretrykket i grunnen. Dette brukes til beregninger av in situ spenninger og estimering av grunnvannstand.

Det er benyttet elektriske poretrykksmålere av typen Geotech PVT. Målerne er installert etter metoden beskrevet i NGF melding 6, med nedpressing i løsmasser. Det ble forboret gjennom faste lag over installasjonsdybde før måleren ble presset ned. Det er installert totalt 3 poretrykksmålere, se oversikt over alle sensorer i Tabell 4.

Resultatene fra poretrykksmålingene er vist i vedlegg C.

**Tabell 4 Oversikt over installerte poretrykksmålere. Koordinater fremgår av Tabell 1.**

Borpunkt	Terrengekote [m]	Sensor nr.	Målerdybde [m]	Kote målerspiss [m]
05-005	+22,44	17204	10 m	+12,44
		17203	21 m	+1,44
05-006	+15,51	17221	8 m	+7,51

<b>BANE NOR</b> Sandbukta-Moss-Såstad	<b>Datarapport Supplerende Grunnundersøkelser Områdestabilitet, Sone "Moss Sentrum"</b>	Side: 6 av 6 Dok.nr: SMS-20-A-59602 Rev.: 00E Dato 18.03.2021
--	---	--

#### 3.2.4 Prøvetaking

Det er tatt opp til sammen 5 uforstyrrede sylinterprøver fra borpunkt 05-005 og 05-006. For prøvetaking er det benyttet Ø72 mm stempelprøvetaker. En oversikt over prøvetakingsdybder er vist i Tabell 2.

## 4 LABORATORIEUNDERSØKELSER

### 4.1 Generelt

Alle prøver er analysert i NGIs laboratorium i Oslo. Laboratorieprogram er utarbeidet av NGI. Det er utført standard rutineundersøkelse på alle sylinterprøvene. I tillegg er det utført kornfordelingsanalyser, bestemmelse av flyte- og utrullingsgrenser, treaksialforsøk og ødometerforsøk på utvalgte prøver.

### 4.2 Rutineundersøkelser

Det er utført standard rutineundersøkelse på alle sylinterprøver. Rutineundersøkelse innebærer prøveåpning med visuell materialbeskrivelse, bestemmelse av naturlig vanninnhold ( $w$ ), romvekt ( $\gamma$ ) og skjærfasthet ( $c_u$ ) ved konus- og enaksiale trykkforsøk. Det er på utvalgte prøver også gjennomført måling av konsistensgrenser ( $w_p + w_l$ ) og kornfordelingsanalyser.

Resultatene fra rutineundersøkelsene er presentert i vedlegg D.

### 4.3 Treaksialforsøk

Hensikten med treaksialforsøkene er å bestemme skjærstyrken til jordmaterialet. Det er totalt utført 5 stk. anisotrop udrenerte aktive treaksialforsøk (CAUA/CAUC) på prøver fra borpunkt 05-005 og 05-006.

Resultatene fra treaksialforsøkene er presentert i vedlegg E.

### 4.4 Ødometerforsøk

Hensikten med ødometerforsøk er å bestemme deformasjonsegenskapene til jordmaterialet. Som en del av laboratorieundersøkelsene er det gjennomført 4 stk. kontinuerlige ødometerforsøk (CRS) på prøver fra borpunkt 05-005 og 05-006.

Resultatene fra ødometerforsøkene er presentert i vedlegg F.



**FORKLARINGER:**

- Dreiesondring
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondring
- ☆ Fjellkontrollboring
- ⬇ Dreietrykksondring
- ⊕ Totalsondring
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrøp
- +
- ⊕ Poretrykksmåling
- ⚡ Fjell i dagen

Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$  Boret dybde + (boret i fjell)

**BESTEMMELSER:**

**HENVISNINGER:**

Revisjon:	Revisjon:	Rev:
Borplan	001	0

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontrollert	Godkjent
1	Original format				
2	Tegningsnett				
3	Borplan.dwg				
4	Borplan				

<b>IC SMS (Sandbukta - Moss - Såstad)</b> Datarapport områdestabilitet		Status: AT Tegningsnett: Borplan.dwg Boret: 11000	
Borplan Utførte grunnundersøkelser: 25.05.2020-22.09.2020			

NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Lillelvi Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no	Dato: 15.03.2021 Oppdragsnr: 20190539	Karakt. / Tegnet: SGO Tegningnr: 001	Kontrollert: DN Godkjent: DN	Rev: 0
--	--	---	---------------------------------	--------

# Vedlegg A

## TOTALSONDERINGER

### Innhold

A1	Metode	2
A2	Resultater	2
A3	Referanser	2

### Figurer

Figur A1-A7



## A1 Metode

Totalsondering kombinerer dreietrykk og fjellkontrollboring for å bestemme lagdeling i løsmasser og dybder til fast grunn eller berg /A1/. Resultatene gir grunnlag for å identifisere jordarter og vurdere relativ fasthet i grunnen. Metoden regnes for å gi sikker fjellpåvisning ved boring mer enn 3 meter inn i berg. Sonderingen utføres ved å trykke borstenger ned i grunnen med konstant hastighet og rotasjon. For å trenge gjennom fastere lag kan økt rotasjon benyttes. Dette markeres med et kryss i sonderingsprofilen. Dersom økt rotasjon ikke er nok for å trenge gjennom faste lag benyttes spyling og slag. Dette markeres med skravur i kolonner for slag og spyling i sonderingsprofilen.

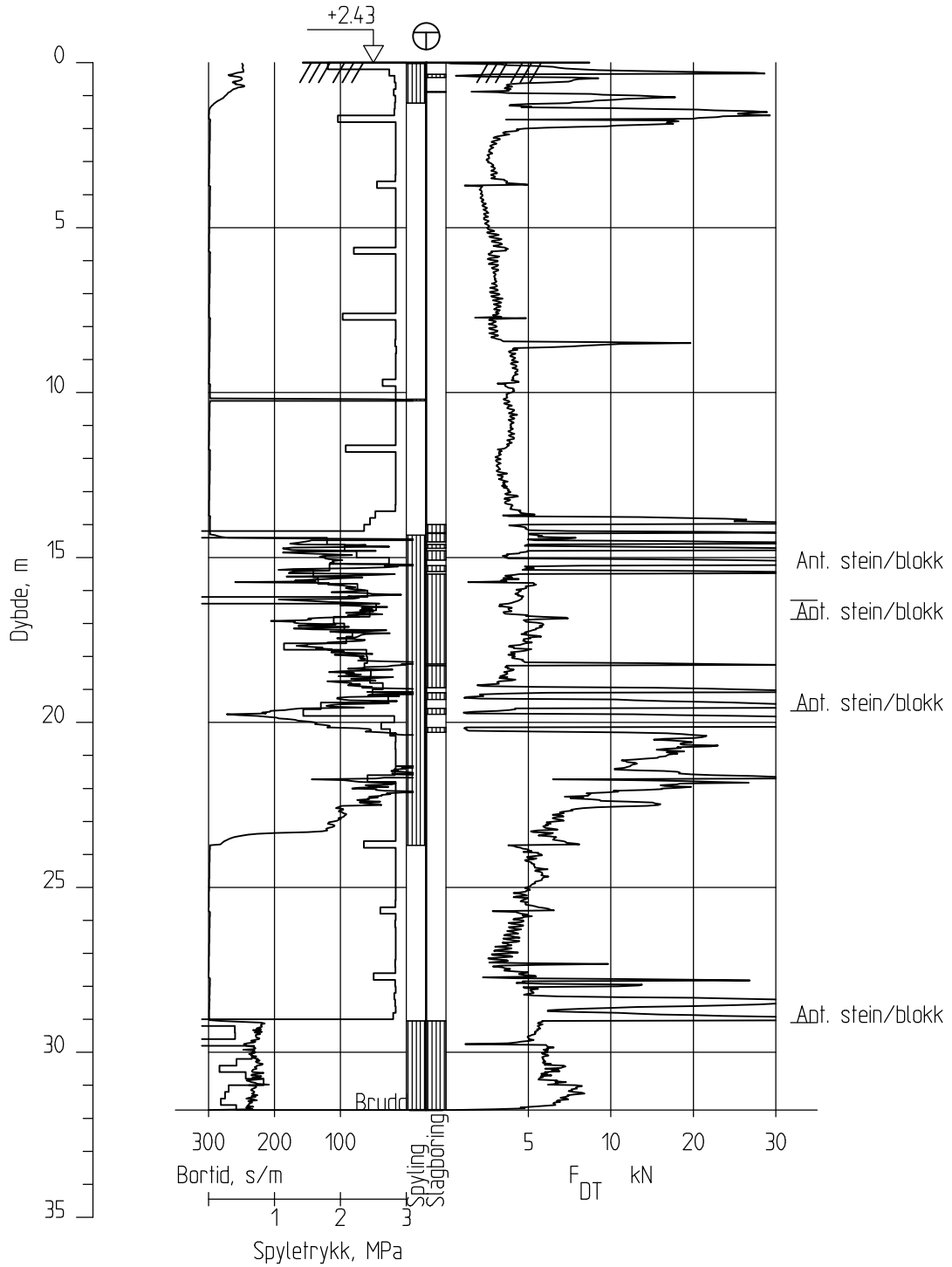
## A2 Resultater

Resultatene fra sonderingene er gjengitt som enkeltboringer i figur A1-A7.

## A3 Referanser

- /A1/ Veiledning for utførelse av totalsondering.  
Melding nr. 9, Norsk Geoteknisk Forening
- /A2/ Håndbok R211, Feltundersøkelser  
Statens vegvesen, august 1997

05-001



IC SMS Områdestabilitet

Rapport nr.  
20190539-32-R

Totalsondering  
M = 1 : 200

Dato.  
16.02.2021

Figur nr.  
A1

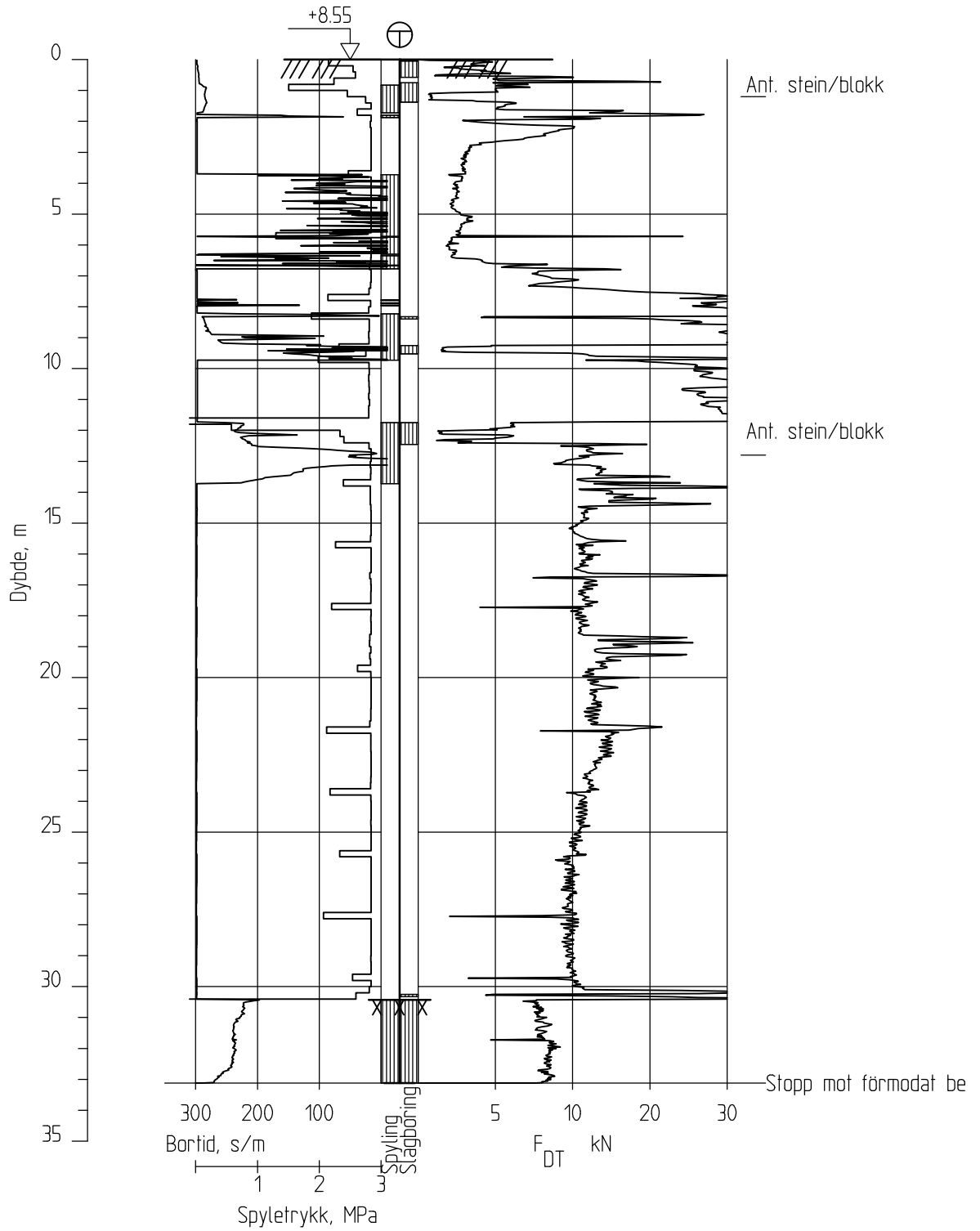
Borhull 05-001  
Posisjon: X 1160237.40 Y 109416.26

Dato borete :04.06.2020

Tegn. SGO Kontr. ON Godkj. ON



05-002



IC SMS Områdestabilitet

Rapport nr.  
20190539-32-R

Totalsondering  
M = 1 : 200

Dato.  
16.02.2021

Figur nr.  
A2

Tegn.  
SGO

Kontr.  
ON

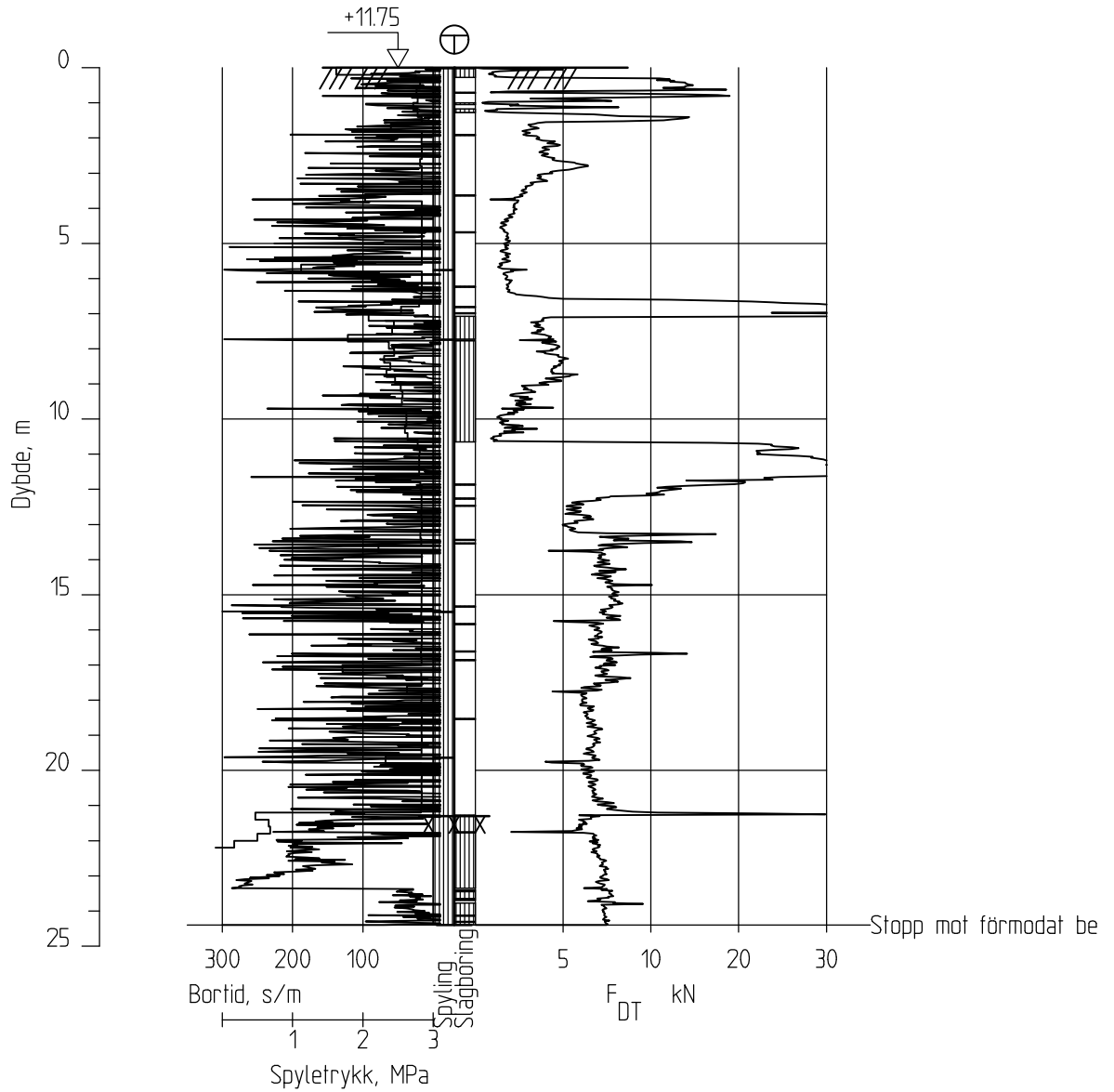
Godkj.  
ON

Borhull 05-002  
Posisjon: X 1160118.97 Y 109414.22

Dato boret :25.05.2020



05-003



IC SMS Områdestabilitet

Rapport nr.  
20190539-32-R

Totalsondering  
M = 1 : 200

Dato.  
16.02.2021

Figur nr.  
A3

Tegn.  
SGO

Kontr.  
ON

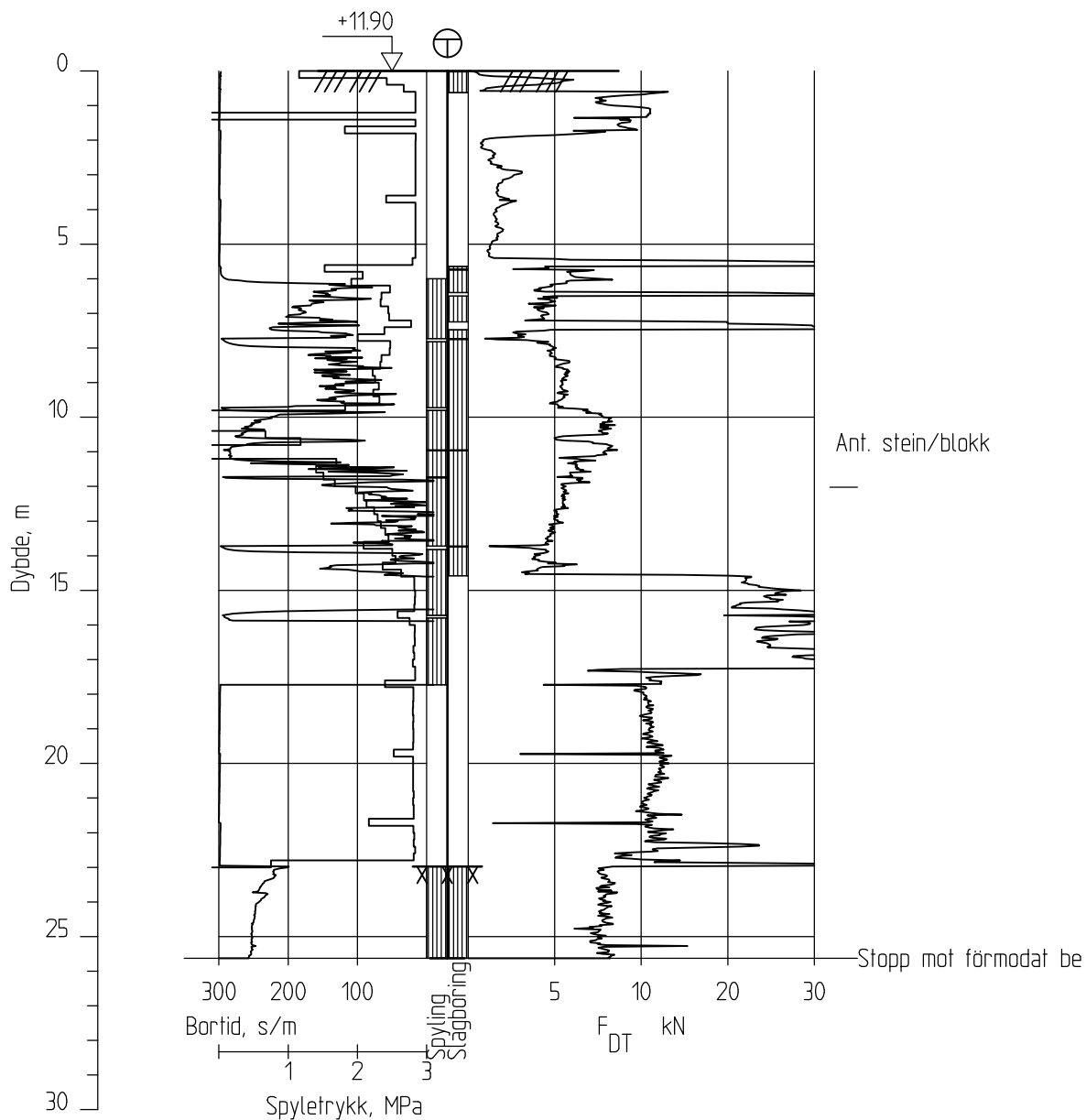
Godkj.  
ON

Borhull 05-003  
Posisjon: X 1160055.39 Y 109416.02

Dato boret :16.06.2020



05-004



## IC SMS Områdestabilitet

 Rapport nr.  
20190539-32-R

 Totalsondering  
M = 1 : 200

 Dato.  
16.02.2021

 Figur nr.  
A4

 Tegn.  
SGO

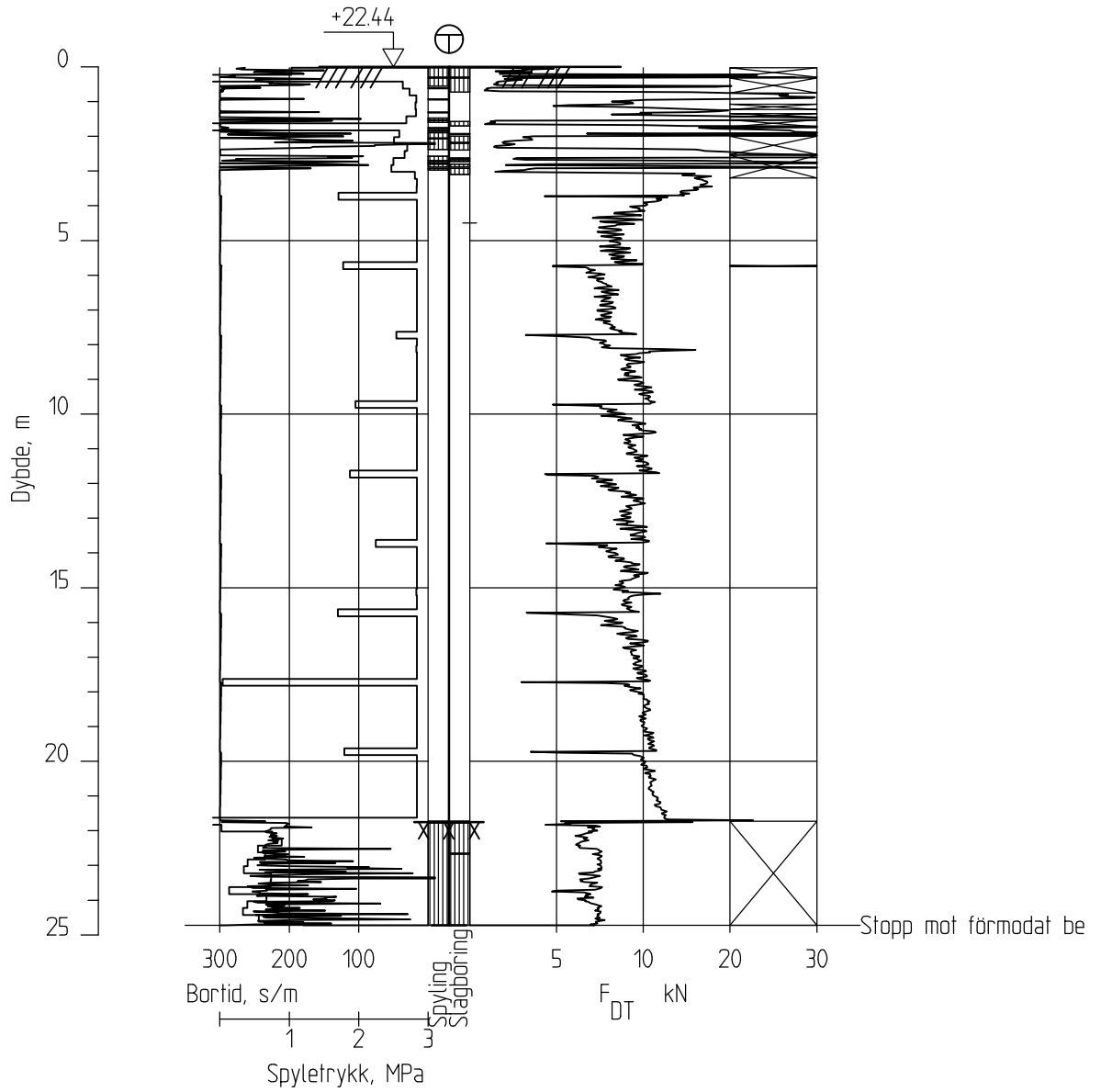
 Kontr.  
ON

 Godkj.  
ON

 Borhull 05-004  
 Posisjon: X 1159938.31 Y 109289.15

Dato boret :26.05.2020

05-005



# IC SMS Områdestabilitet

Totalsondering  
M = 1 : 200

Borhull 05-005  
Posisjon: X 1159925.07 Y 109472.42

Dato boret :06.07.2020

Rapport nr.  
20190539-32-R

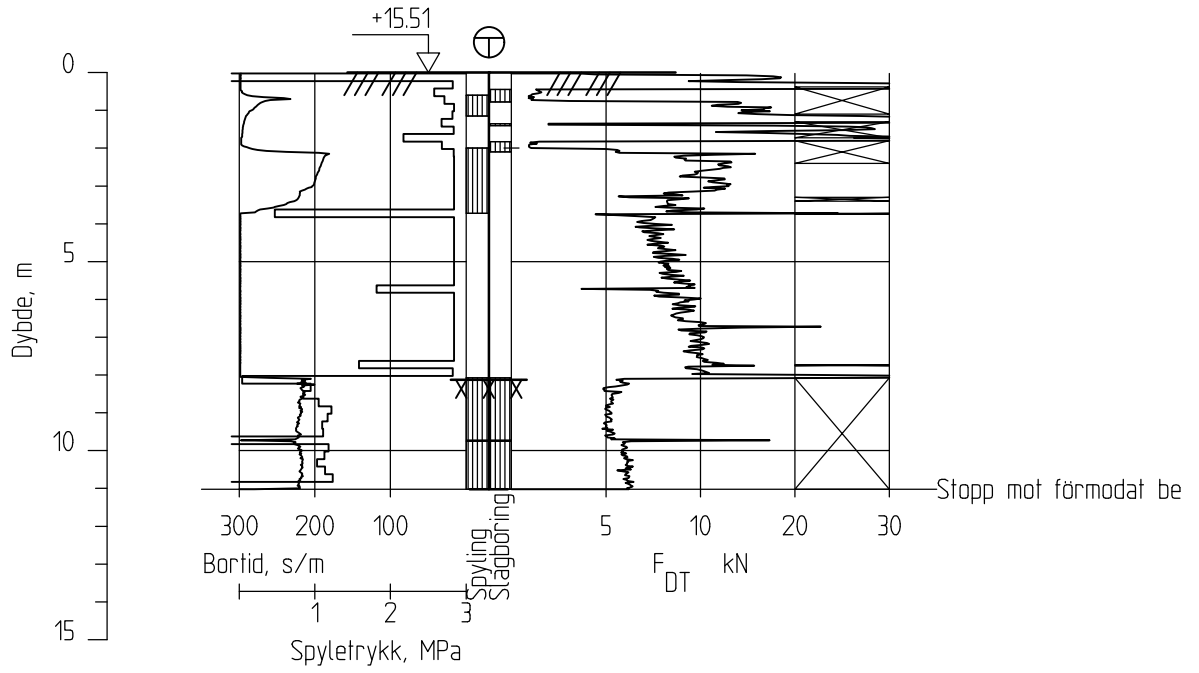
Dato.  
16.02.2021

Figur nr.  
A5

Tegn. SGO	Kontr. ON	Godkj. ON
--------------	--------------	--------------



05-006



## IC SMS Områdestabilitet

Rapport nr.  
20190539-32-R

Totalsondering  
M = 1 : 200

Dato.  
16.02.2021

Figur nr.  
A6

Tegn.  
SGO

Kontr.  
ON

Godkj.  
ON

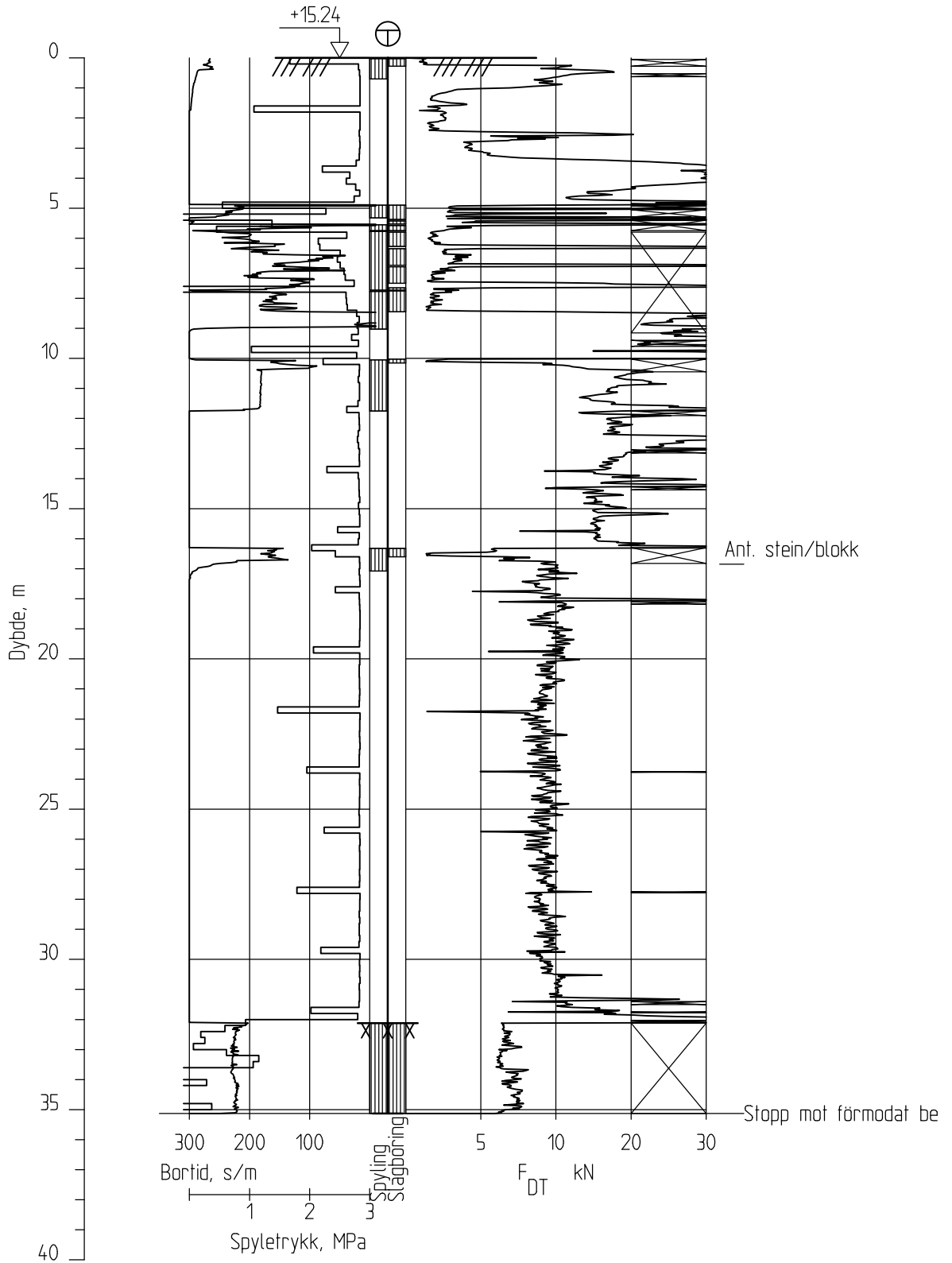
Borhull 05-006

Posisjon: X 1159942.98 Y 109448.81

Dato boret :06.07.2020



05-007



IC SMS Områdestabilitet

Rapport nr.  
20190539-32-R

Totalsondering  
M = 1 : 200

Dato.  
16.02.2021

Figur nr.  
A7

Tegn.  
SGO

Kontr.  
ON

Godkj.  
ON

Borhull 05-007  
Posisjon: X 1160062.11 Y 109463.56

Dato boret :22.09.2020





# Vedlegg B

## TRYKKSONDERINGER

### Innhold

<b>B1</b>	<b>Metode</b>	<b>2</b>
<b>B2</b>	<b>Utstyr</b>	<b>2</b>
<b>B3</b>	<b>Resultater</b>	<b>2</b>
<b>B4</b>	<b>Referanser</b>	<b>2</b>

### Bilag

Bilag B1                      Kalibreringsark CPTU-sonde 4766

### Figurer

Figur B1 – B2                Trykksonderinger

## B1 Metode

Trykksondering med poretrykksmåling (CPTU) benyttes for å tolke lagdelinger, jordart, lagringsbetingelser og jordartens egenskaper.

Under nedpressing måles trykket ( $q_c$ ) mot den koniske spissen og sidefriksjon ( $f_s$ ) mot friksjonshylsen. I tillegg måles poretrykket ( $u$ ) på en eller flere steder langs sondens overflate.

## B2 Utstyr

CPTU-sonderingen er utført med CPTU-sonder av typen Geotech, tabell 1 viser en oversikt over CPTU-sondenummer og tilhørende arealfaktor. Kalibreringsarkene for sondene er vist i bilag B1.

Tabell 1 CPTU-sondenummer og tilhørende arealfaktor

Sondennummer	Sondetype	Arefaktor
4766	Geotech	0,836

## B3 Resultater

Resultatene er vist som enkeltboringer på figur B1-B2.

## B4 Referanser

- /B1/ Håndbok 211, Feltundersøkelser  
Statens vegvesen, april 2018
- /B2/ Veiledning for utførelse av trykksondering.  
Melding nr. 5, Norsk Geoteknisk Forening.

# CALIBRATION CERTIFICATE FOR CPT PROBE 4766

Probe No 4766  
 Date of Calibration 2019-06-03  
 Calibrated by Christoffer Hurtig.....  
 Run No 1116  
 Test Class: ISO 1

## Point Resistance Tip Area 10cm<sup>2</sup>

Maximum Load 50 MPa  
 Range 50 MPa  
 Scaling Factor **1595**  
 Resolution 0,4783 kPa  
 Area factor (a) 0,836

### ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 13,385 kPa  
 Temperature range 5 –40 deg. Celsius.

## Local Friction Sleeve Area 150cm<sup>2</sup>

Maximum Load 0,5 MPa  
 Range 0,5 MPa  
 Scaling Factor **3658**  
 Resolution 0,0104 kPa  
 Area factor (b) 0

### ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 0,281 kPa  
 Temperature range 5 –40 deg. Celsius.

## Pore Pressure

Maximum Load 2 MPa  
 Range 2 MPa  
 Scaling Factor **3721**  
 Resolution 0,0205 kPa

### ERRORS

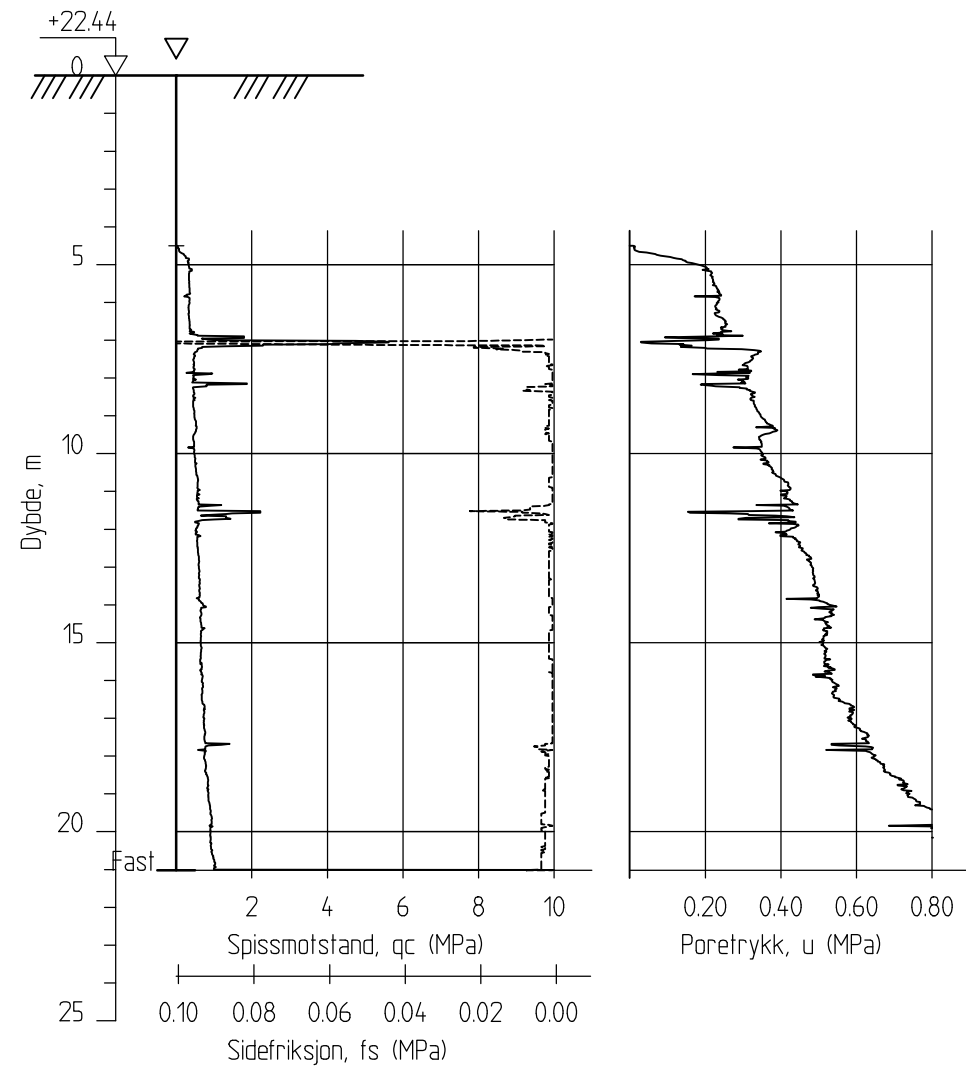
Max. Temperature effect when not loaded 1,639 kPa  
 Temperature range 5 –40 deg. Celsius.

## Tilt Angle. Scaling Factor: 0,93

Range 0 - 40 Deg.

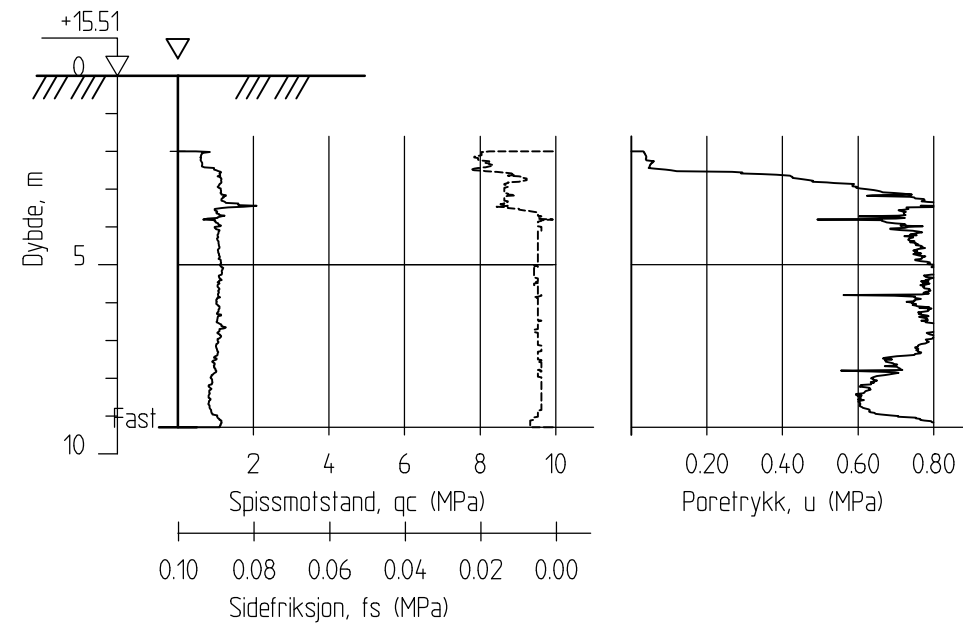
**Backup memory**  
**Temperature sensor**  
**Conductivity probe**


05-005C



IC SMS Områdestabilitet		Rapport nr. 20190539-32-R	
CPT-sondering M = 1 : 200		Dato. 16.02.2021	Figur nr. B1
Borhull 05-005C Posisjon: X 1159925.07 Y 109472.42		Tegn. SGO	Kontr. ON
Sonde nr. :4766 Dato boret :08.07.2020		Godkj. ON	

05-006C



IC SMS Områdestabilitet		Rapport nr. 20190539-32-R	
CPT-sondering M = 1 : 200		Dato. 16.02.2021	Figur nr. B2
Borhull 05-006C Posisjon: X 1159942.98 Y 109448.81		Tegn. SGO	Kontr. ON
Sonde nr. :4766 Dato boret :09.07.2020		Gookj. ON	
			

# Vedlegg C

## PORETRYKKS MÅLINGER

### Innhold

<b>C1</b>	<b>Metode</b>	<b>2</b>
<b>C2</b>	<b>Utstyr</b>	<b>2</b>
<b>C3</b>	<b>Installasjon</b>	<b>2</b>
<b>C4</b>	<b>Resultater</b>	<b>2</b>
<b>C5</b>	<b>Referanser</b>	<b>2</b>

## C1 Metode

Poretrykksmålere brukes for å måle poretrykket i grunnen. Dette brukes til beregninger av in-situ spenninger og estimering av grunnvannstand, ref. /C1/ og /C2/. Det er installert totalt 3 poretrykksmålere i 2 borpunkt av NGI i forbindelse med grunnundersøkelsene.

## C2 Utstyr

Det er brukt elektriske poretrykksmålere av typen Geotech PVT med minne, der hver måler er utstyrt med et identifikasjonsnummer.

## C3 Installasjon

Målerne er installert etter metoden som er beskrevet i NGF melding 6, med nedpressing i løsmasser. Det ble forboret gjennom faste lag over installasjonsdybden før måleren ble presset ned i jomfruelige masser.

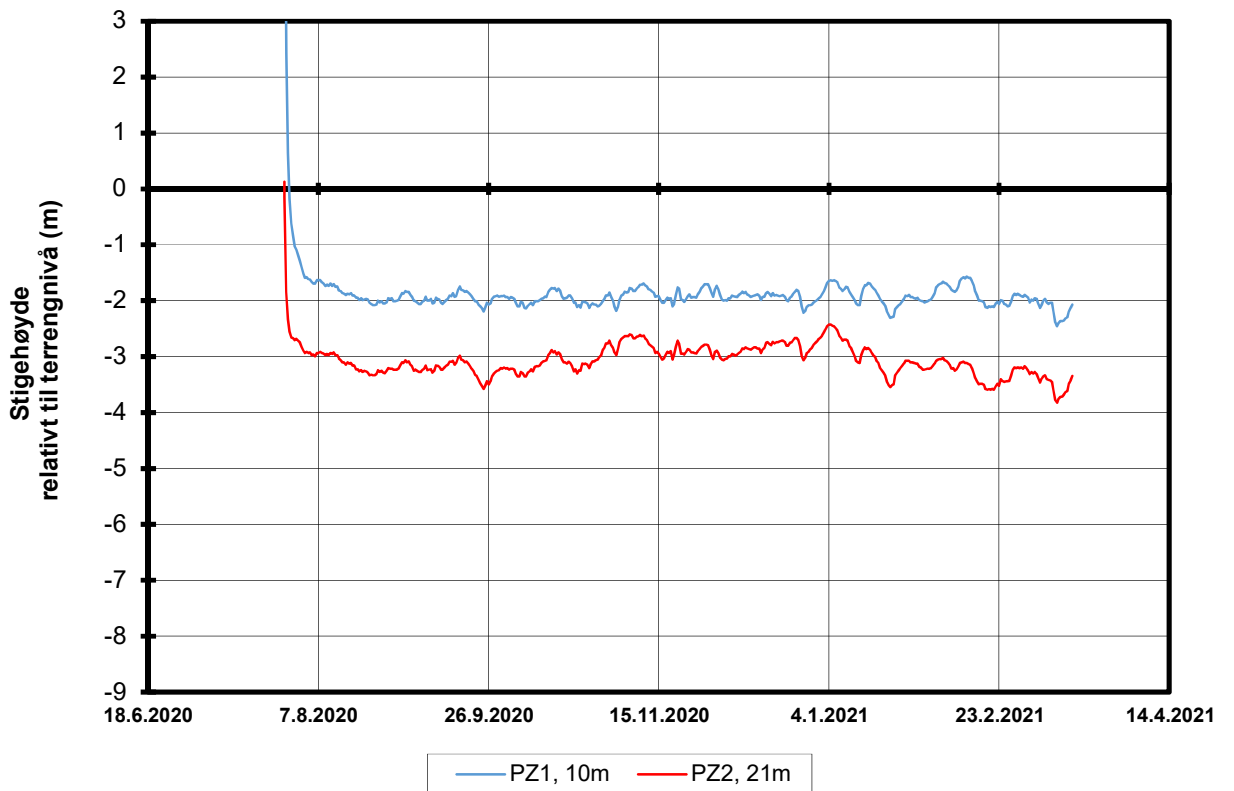
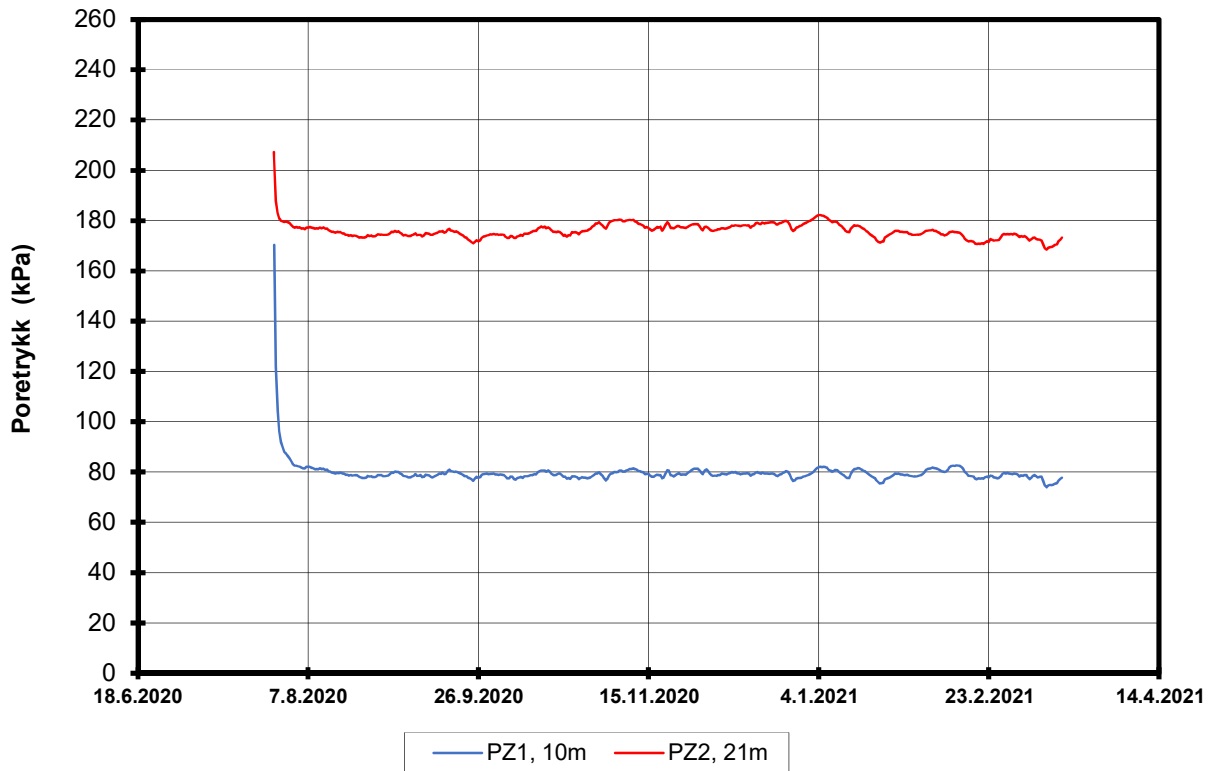
## C4 Resultater

Det er foreløpig ikke utført noen avlesninger av poretrykksmålerne.

## C5 Referanser

/C1/ Norsk Geoteknisk Forening, «Veiledning for måling av grunnvannstand og poretrykk».  
Melding nr. 6, revisjon 1, datert 1989.

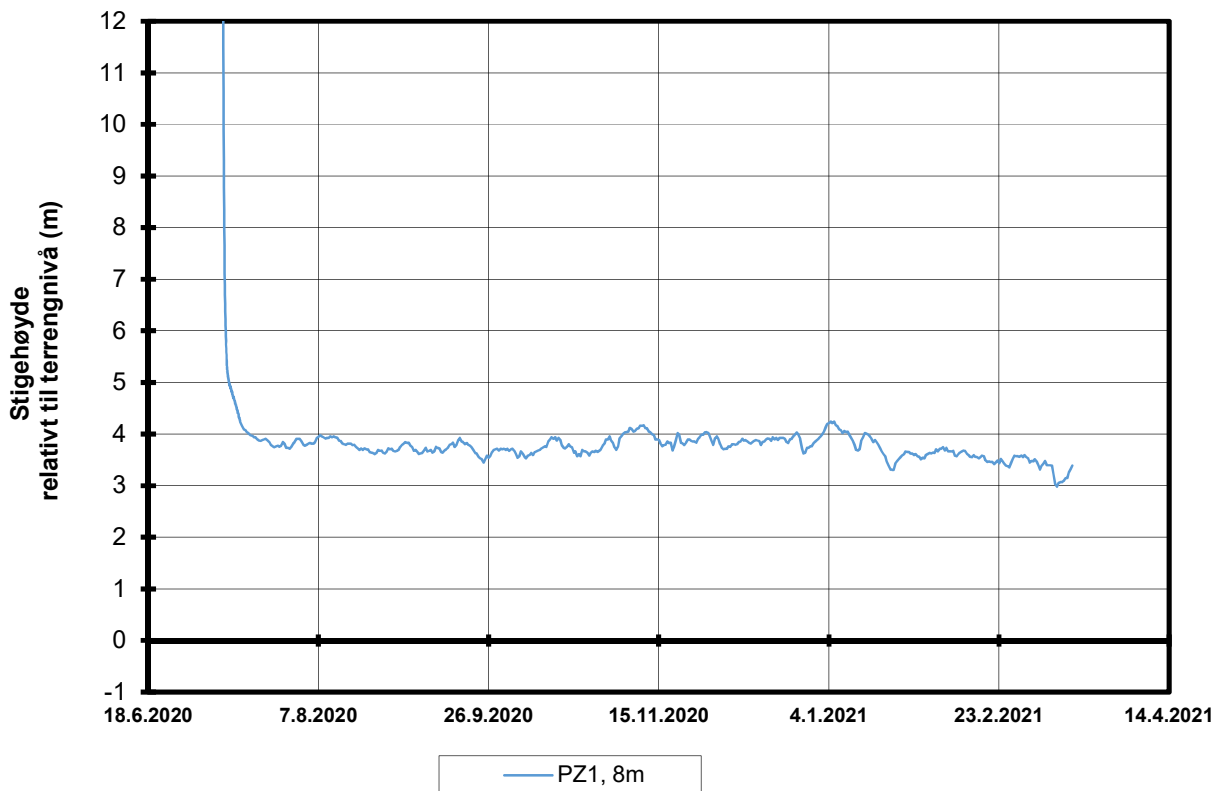
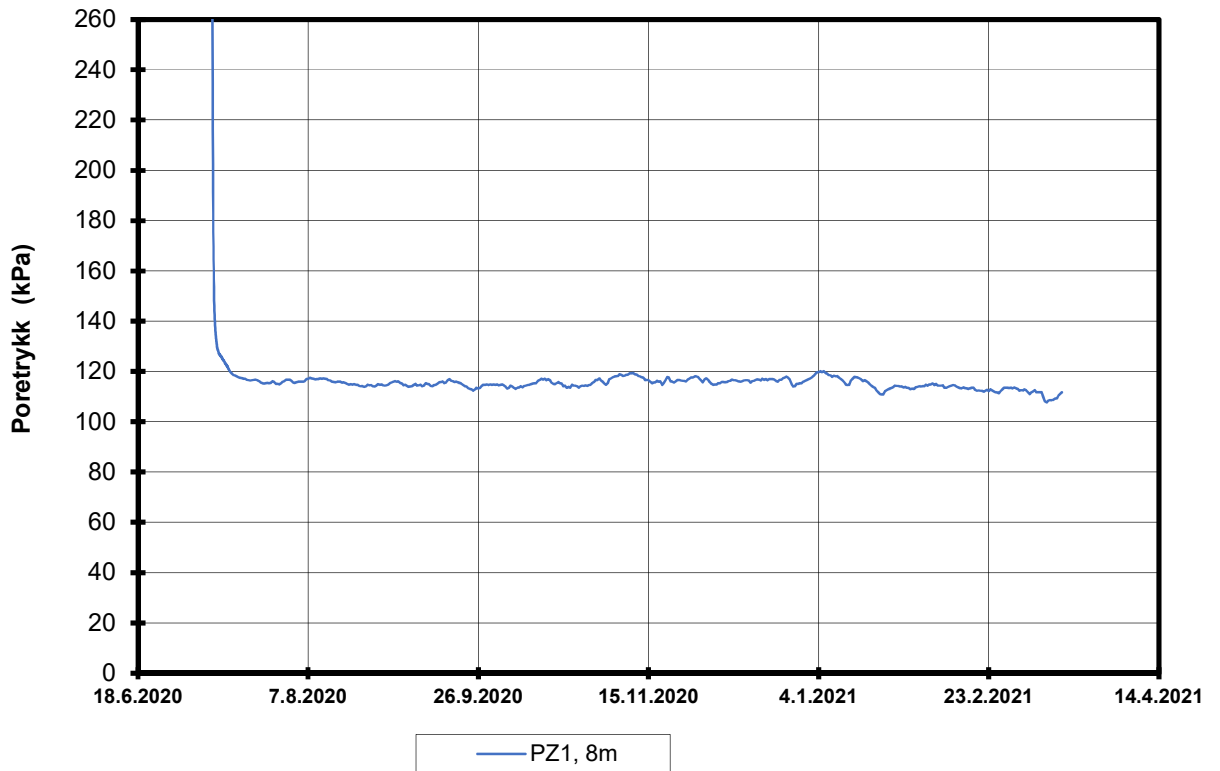
/C2/ Statens vegvesen, «Feltundersøkelser».  
Håndbok R211, datert 2014.



P:\2019\05\20190539\07\_Deliverables\Reports\20190539-32-R Data report add. SI Moss sentrum SMS-00-A-59007\Vedlegg C - Poretrykk\0

<b>IC SMS (Sandbukta-Moss-Såstad)   Områdestabilitet</b>		Rapport nr. 20190539	Figur nr. C1
Resultater fra elektriske poretrykksmålere (PVT)		Tegner SGO	Dato 2021-03-18
Borhull: 05-005		Kontrollert ON	<b>NGI</b>
Terrengkote målere: 22,44 moh		Godkjent	
Dato for installasjon: 2020-07-27		ON	





P:\2019\05\20190539\07\_Deliverables\Reports\20190539-32-R Data report add. SI Moss sentrum SMS-00-A-59007\Vedlegg C - Poretrykk\0

### IC SMS (Sandbukta-Moss-Såstad) | Områdestabilitet

Rapport nr. 20190539	Figur nr. C2
Tegner SGO	Dato 2021-03-18
Kontrollert ON	NGI
Godkjent ON	

Resultater fra elektriske poretrykksmålere (PVT)

Borhull: 05-006

Terrengkote målere: 15,51 moh

Dato for installasjon: 2020-07-09

# Vedlegg D

## RUTINEUNDERSØKELSER

### Innhold

<b>D1</b>	<b>Prøveåpning og materialbeskrivelse</b>	<b>2</b>
<b>D2</b>	<b>Rutineforsøk</b>	<b>2</b>
D2.1	Romvekt	2
D2.2	Vanninnhold	2
D2.3	Udrenert og omrørt skjærstyrke ( $s_u$ ) ved konusprøving	2
D2.4	Udrenert skjærstyrke ( $s_u$ ) ved enaksielt trykkforsøk	2
D2.5	Flyte- ( $w_L$ ) og utrullingsgrense ( $w_P$ )	3
<b>D3</b>	<b>Kornfordeling</b>	<b>3</b>
<b>D4</b>	<b>Referanser</b>	<b>3</b>

### Figurer

Figur D1-D9      Rutineforsøk

## D1 Prøveåpning og materialbeskrivelse

Alle prøver registreres, åpnes og det foretas visuell klassifisering og beskrivelse av materialtype /D1/.

Resultatene er vist i figur D1-D9.

## D2 Rutineforsøk

Ulike rutineundersøkelser har blitt utført av NGI.

### D2.1 Romvekt

Romvekt bestemmes som gjennomsnitt for hel sylinder. Romvekt bestemmes i henhold til NS8011.

Resultatene er vist i figur D1 og D6.

### D2.2 Vanninnhold

For hver prøvesylinder tas det ut to prøver for bestemmelse av naturlig vanninnhold (vekt %). Naturlig vanninnhold bestemmes i henhold til NS 8013.

Resultatene er vist i figur D1 og D6.

### D2.3 Udrenert og omrørt skjærstyrke ( $s_u$ ) ved konusprøving

Fra hver prøvesylinder er det tatt ut to prøver for bestemmelse av udrenert og omrørt skjærstyrke med konusprøving. Konusprøving utføres i henhold til NS8015.

Resultatene er vist i figur D1 og D6.

### D2.4 Udrenert skjærstyrke ( $s_u$ ) ved enaksielt trykkforsøk

Fra hver prøvesylinder er det tatt ut én prøve for bestemmelse av udrenert skjærstyrke med enaksielt trykkforsøk. Det tas også én prøve for bestemmelse av vanninnhold på disse prøvene. Enaksielt trykkforsøk utføres i henhold til NS8016.

Resultatene er vist i figur D2-D3, D7-D8.

## D2.5 Flyte- ( $w_L$ ) og utrullingsgrense ( $w_P$ )

Plastisitetsgrensene bestemmes i henhold til ref. /D2/ og /D3/ og plastisitetsindeks ( $I_P$ ) bestemmes ved  $I_P = w_L - w_P$ .

Resultatene er vist i figur D1 og D6.

## D3 Kornfordeling

Kornfordelingsanalyse utføres i henhold til ref. /D4/ og for analysene er det benyttet Falling drop, ref. /D5/.

Resultatene er vist i figur D4-D5 og D9.

## D4 Referanser

- /D1/ Håndbok R210, Laboratorieundersøkelser Statens vegvesen
- /D2/ Geoteknisk prøving. Laboratoriemetoder. Konusflytegrensen. NS 8002, Standard Norge, datert 1. november 1982.
- /D3/ Geoteknisk prøving. Laboratoriemetoder. Plastisitetsgrensen. NS 8003 Standard Norge, datert 1. november 1982.
- /D4/ Geoteknisk prøving. Laboratoriemetoder. Kornfordelingsanalyse av jordprøver. NS 8005 Standard Norge, datert 1. desember 1990.
- /D5/ Falling drop used for grain-size analysis of fine grained materials. Sedimentology, Vol. 5, No. 4, pp. 343-347. Also publ. in: Norwegian Geotechnical Institute. Publication, 70, 1966. Mowm, J. (1965).

H:/LABDATA/2019/20190539/Index/Borprofil/20190539\_05-005\_Borprofil\_del 1 av 1\_Rev0.pdf

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve Forsøk	Vanninnhold (%)							Tyngdetetthet (kN/m³)					Porøsitet (%)	Humus (%)	Skjærfasthet (kN/m²)										S <sub>t</sub> (konus)		
			10	20	30	40	50	60	70	18	19	20	21	22			5	10	15	20	25	30	35	40	45	50			
5																													
	LEIRE	meget bløt, noe grus og sand mørk grå	1	K	T	Ø																							2 2
10																													
	LEIRE	bløt, enkelte middels gruskorn mørk grå	2	T	Ø																								5 7
15																													
	LEIRE	bløt til middels fast noe sand og grus, mørk grå	3	K	T	Ø																							18 20
20																													

Alle indeksresultatene er godkjent i KeyLAB

**TEGNFORKLARING:**

- | Plastisitetsgrense/Vanninnhold/Flytegrense
- | Enaks. trykkforsøk/def.ved brudd
- 5 Enaks. trykkforsøk/def.ved brudd
- 10 Enaks. trykkforsøk/def.ved brudd
- ▽ Konusforsøk, uforstyrret
- ▽ Konusforsøk, omrørt
- + Vingeboring
- S<sub>t</sub> Sensitivitet
- Ø = Ødometerforsøk
- P = Permeabilitetsforsøk
- K = Korngraderingsanalyse
- T = Treksialforsøk
- K/S = Kalk/Sement stabilisering
- D = Direkte skjærforsøk (DSS)

Software version 2020-09-13

<b>IC SMS - Moss Tunnel</b>		Dokument nr. 20190539-32-R	
Borprofil del 1 av 1 Borpunkt nr.: 05-005		Figur nr. D1	
		Dato 2020-09-23	Tegnet av EvS
Prøvetype: 54 mm	Terrengkote (moh): 22.443	Grunnvannstand (m):	
Dato boret: 2020-07-21			



# Enaksialt trykkforsøk

## Generell info

Bestemmelse av udrenert skjærstyrke ( $C_u$ ), enaksialt trykkstyrke ( $q_u$ ) og aksial tøyning ( $\epsilon$ ) av jordmateriale med lav permeabilitet ved enaksial trykkprøving utført i hht. NS-EN ISO 17892-7:2017. Vanninnhold ( $w$ ) er beregnet i hht ISO 17892-1. Romvekt ( $\gamma$ ), romdensitet ( $\rho$ ) og tørrdensitet ( $\rho_d$ ) er beregnet i hht ISO 17892-2 (Lineær metode). Dersom maksimum udrenert skjærstyrke ikke finnes ved aksial sammentrykning mindre enn 15 % aksial tøyning, velges udrenert skjærstyrke som verdien av aksial sammentrykning 15 %.

Mal: UCS Output

Dato/Rev nr.: 2020-10-08/04

Ansvarlig: FI

Kontrollert av: MAS

## Ved brudd

Udrenert skjærstyrke

15 kPa

Enaksial trykkstyrke

30 kPa

Aksial tøyning

12.4 %

Romvekt

19.5 kN/m<sup>3</sup>

Romdensitet

1.99 Mg/m<sup>3</sup>

Tørrdensitet

1.58 Mg/m<sup>3</sup>

Vanninnhold

26.2 %

Initial høyde

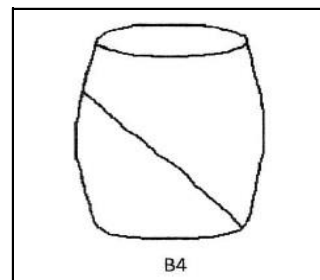
100.0 mm

Initial areal

23.33 cm<sup>2</sup>

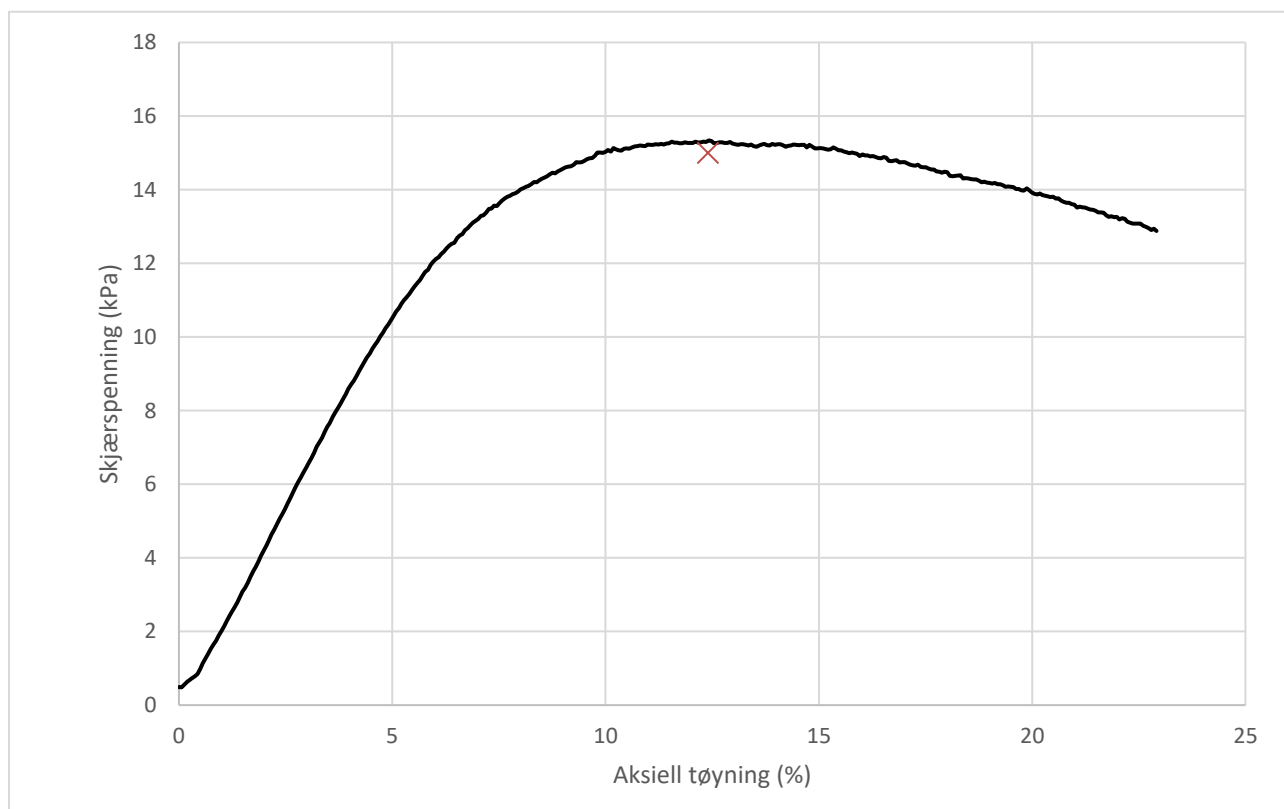
Tøyningsrate

3.8 %/min



Skisse ved brudd

## Test preparering



## Anmerkning

Tøyningsraten for dette forsøket er større enn anbefalinger fra ISO 17892-7.

## IC SMS - Moss Tunnel

Boring 05-005

Dybde 12.40 m

Sylinder 2

Part A

Test

Dokumentnr.  
20190539-01-R

Figurnr.  
D2

Dato  
2020-08-26

Tegnet av  
HRB/FI



# Enaksialt trykkforsøk

## Generell info

Bestemmelse av udrenert skjærstyrke ( $C_u$ ), enaksialt trykkstyrke ( $q_u$ ) og aksial tøyning( $\epsilon$ ) av jordmateriale med lav permeabilitet ved enaksial trykkprøving utført i hht. NS-EN ISO 17892-7:2017. Vanninnhold ( $w$ ) er beregnet i hht ISO 17892-1. Romvekt ( $\gamma$ ), romdensitet ( $\rho$ ) og tørrdensitet ( $\rho_d$ ) er beregnet i hht ISO 17892-2 (Lineær metode). Dersom maksimum udrenert skjærstyrke ikke finnes ved aksial sammentrykning mindre enn 15 % aksial tøyning, velges udrenert skjærstyrke som verdien av aksial sammentrykning 15 %.

Mal: UCS Output

Dato/Rev nr.: 2020-10-08/04

Ansvarlig: FI

Kontrollert av: MAS

## Ved brudd

Udrenert skjærstyrke

31 kPa

Enaksial trykkstyrke

62 kPa

Aksial tøyning

7.9 %

Romvekt

19.3 kN/m<sup>3</sup>

Romdensitet

1.97 Mg/m<sup>3</sup>

Tørrdensitet

1.55 Mg/m<sup>3</sup>

Vanninnhold

27.5 %

Initial høyde

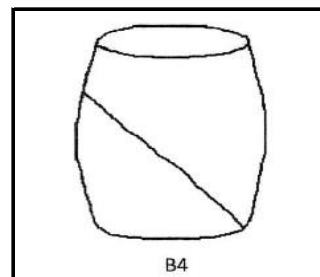
100.0 mm

Initial areal

23.33 cm<sup>2</sup>

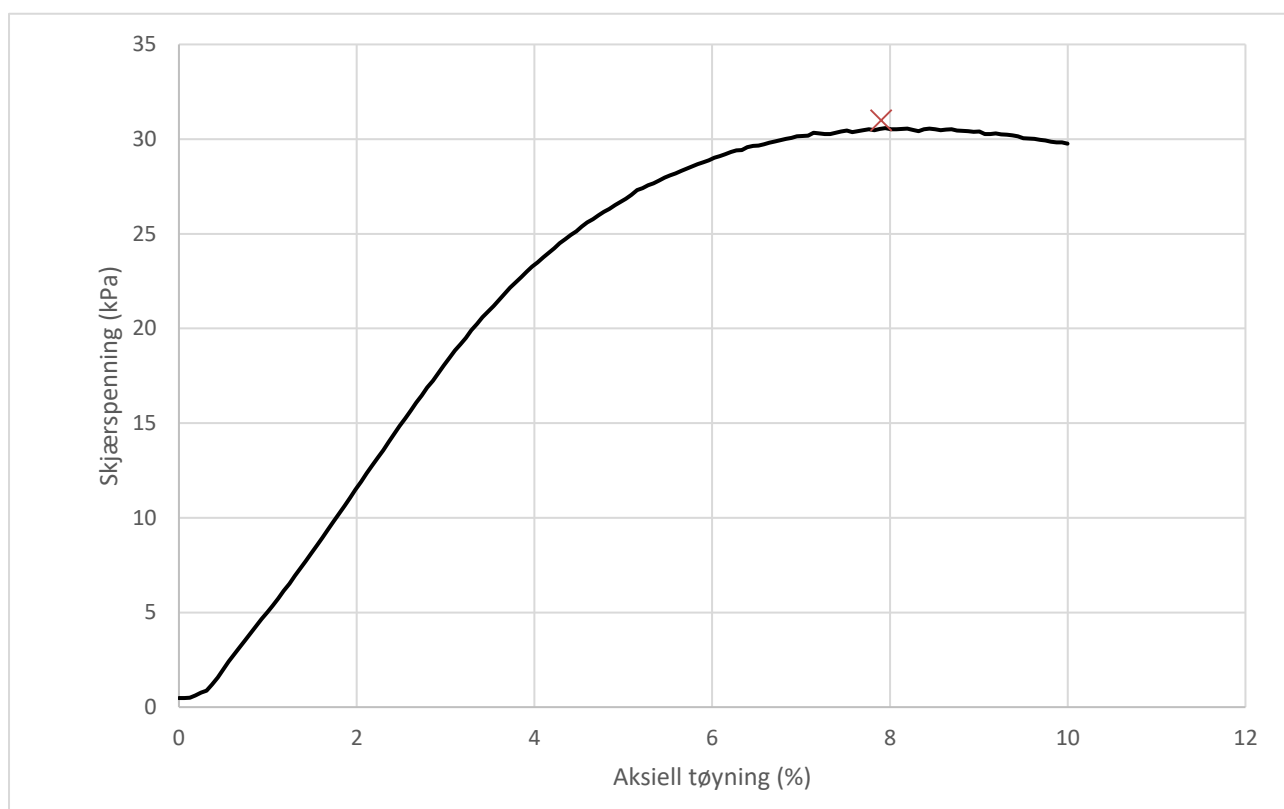
Tøyningsrate

3.8 %/min



Skisse ved brudd

## Test preparering



## Anmerkning

Tøyningsraten for dette forsøket er større enn anbefalinger fra ISO 17892-7.

## IC SMS - Moss Tunnel

Boring 05-005

Dybde 18.22 m

Sylinder 3

Part A

Test

Dokumentnr.  
20190539-01-R

Figurnr.  
D3

Dato  
2020-08-26

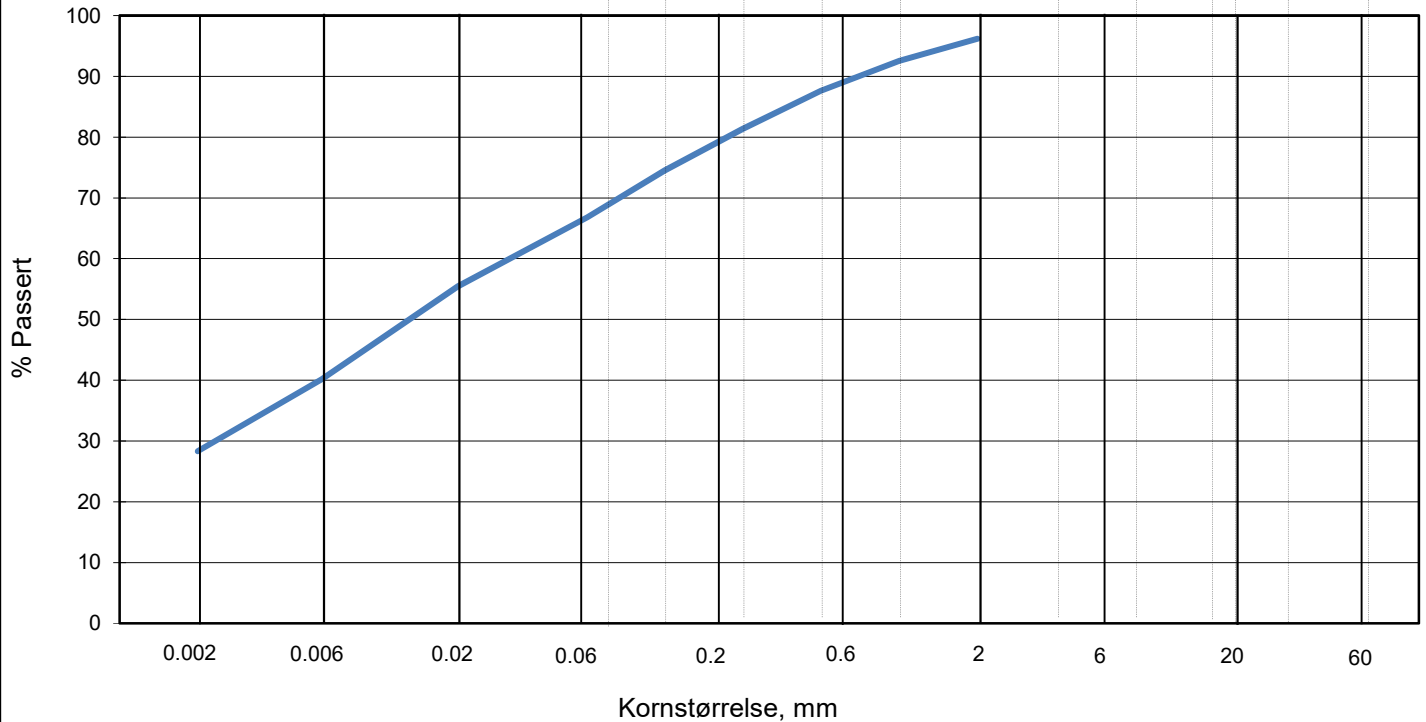
Tegnet av  
HRB/FI



# KORNSTØRRELSFORDELING

hht. laboratorieprosedyre LLP008

L E I R	SILT			SAND			GRUS							
	Fin	Middels	Grov	Fin	Middels	Grov	Fin	Middels	Grov					
US Standard Sikt				200	100	50	30	16	8	4	3/8"	3/4"	1.5"	3"
ISO Standard Sikt				.075	.125	.25	.5	1	2	4	8	16	31.5	63



Sikting	
Kornstørrelse mm	% Passert
63	
31,5	
19	
16	
8	
4	
2	96
1	93
0,5	88
0,25	81
0,125	75
0,063	67
0,020	55
0,006	40
0,002	28

<b>Jordartsbetegnelse</b>	LEIRE, siltig, sandig
<b>Test metode(r)</b>	Falling drop
<b>Antatt korndensitet (Mg/m3)</b>	2,75

Fraksjon	% tørr masse
Stein og blokk	0,0
Grus	3,8
Sand	29,4
Silt	38,5
Leire	28,3

Anmerkning

Graderingsanalyse og telegruppe	
D60 (mm)	0,032
D10 (mm)	
CU (D60/D10)	
Telegruppe	T4

Rev. 04/2019-06-18/ Sign. FI

## IC SMS - Moss Tunnel

Boring: 05-005      Dybde: 6,57 m  
 Tube: 1

Dokumentnr. 20190539-32-R	
Figurnr. D4	
Dato 10.09.2020	Tegnet/godkjent GeA/FI

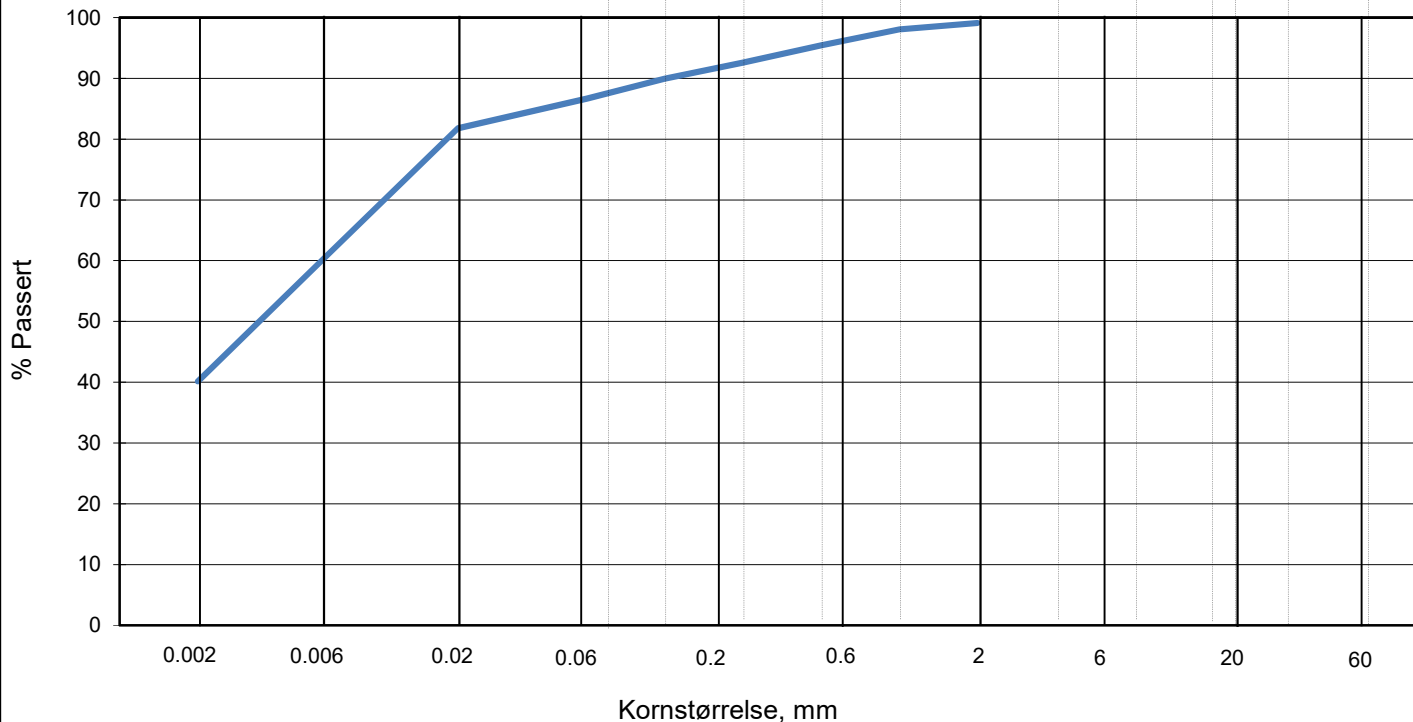




# KORNSTØRRELSSESFORDELING

hht. laboratorieprosedyre LLP008

L E I R	SILT			SAND			GRUS								
	Fin	Middels	Grov	Fin	Middels	Grov	Fin	Middels	Grov						
US Standard Sikt				200	100	50	30	16	8	4	3/8"	3/4"	1.5"	3"	
ISO Standard Sikt				.075	.125	.25	.5	1	2	4	8	16	19	31.5	63



Sikting	
Kornstørrelse mm	% Passert
63	
31,5	
19	
16	
8	
4	
2	99
1	98
0,5	95
0,25	93
0,125	90
0,063	87
0,020	82
0,006	60
0,002	40

Jordartsbetegnelse	LEIRE
Test metode(r)	Falling drop
Antatt korndensitet (Mg/m3)	2,75

Fraksjon	% tørr masse
Stein og blokk	0,0
Grus	0,9
Sand	12,4
Silt	46,6
Leire	40,1

Anmerkning

Graderingsanalyse og telegruppe	
D60 (mm)	0,006
D10 (mm)	
CU (D60/D10)	
Telegruppe	T3

Rev. 04/2019-06-18/ Sign. FI

## IC SMS - Moss Tunnel

Boring: 05-005

Dybde: 18,22 m

Tube: 3

Dokumentnr.  
20190539-32-R

Figurnr.  
D5

Dato  
10.09.2020

Tegnet/godkjent  
GeA/FI



Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve Forsøk	Vanninnhold (%)							Tyngdetetthet (kN/m <sup>3</sup> )					Porøsitet (%)	Humus (%)	Skjærfasthet (kN/m <sup>2</sup> )										S <sub>t</sub> (konus)				
			10	20	30	40	50	60	70	18	19	20	21	22			5	10	15	20	25	30	35	40	45	50					
2																															
4																															
6	LEIRE siltig, middels fast til fast enkelte gruskorn, enkelte siltlag en siltlomme (5.55m), en stein (d=7cm) mørk grå	1	K	T	Ø												▼													23 27	
8	LEIRE siltig, middels fast til fast noen horisontale siltlag noen svarte flekker, mørk grå	2	T														▼													23 24	
10																															

Alle indeksresultatene er godkjent i KeyLAB

**TEGNFORKLARING:**

⊖ Plastisitetsgrense/Vanninnhold/Flytegrense

15-5 Enaks. trykkforsøk/def.ved brudd

▼ Konusforsøk, uforstyrret

▼ Konusforsøk, omrørt

+ Vingeboring

S<sub>t</sub> Sensitivitet

Ø = Ødometerforsøk

P = Permeabilitetsforsøk

K = Korngraderingsanalyse

T = Treksialforsøk

K/S = Kalk/Sement stabilisering

D = Direkte skjærforsøk (DSS)

Software version Alpha, 2020-02-14

**IC SMS - Moss Tunnel**

Borprofil del 1 av 1

Borpunkt nr.: 05-006

Prøvetype: 72 mm / na mm

Terrengkote (moh): 15.512

Grunnvannstand (m):

Dato boret: 2020-07-09

Dokument nr. 20190539-32-R

Figur nr. D6

Dato 2020-09-10

Tegnet av EvS



# Enaksialt trykkforsøk

## Generell info

Bestemmelse av udrenert skjærstyrke ( $C_u$ ), enaksialt trykkstyrke ( $q_u$ ) og aksial tøyning ( $\epsilon$ ) av jordmateriale med lav permeabilitet ved enaksial trykkprøving utført i hht. NS-EN ISO 17892-7:2017. Vanninnhold ( $w$ ) er beregnet i hht ISO 17892-1. Romvekt ( $\gamma$ ), romdensitet ( $\rho$ ) og tørrdensitet ( $\rho_d$ ) er beregnet i hht ISO 17892-2 (Lineær metode). Dersom maksimum udrenert skjærstyrke ikke finnes ved aksial sammentrykning mindre enn 15 % aksial tøyning, velges udrenert skjærstyrke som verdien av aksial sammentrykning 15 %.

Mal: UCS Output

Dato/Rev nr.: 2020-10-08/04

Ansvarlig: FI

Kontrollert av: MAS

## Ved brudd

Udrenert skjærstyrke

85 kPa

Enaksial trykkstyrke

170 kPa

Aksial tøyning

5 %

Romvekt

20.7 kN/m<sup>3</sup>

Romdensitet

2.11 Mg/m<sup>3</sup>

Tørrdensitet

1.74 Mg/m<sup>3</sup>

Vanninnhold

21.6 %

Initial høyde

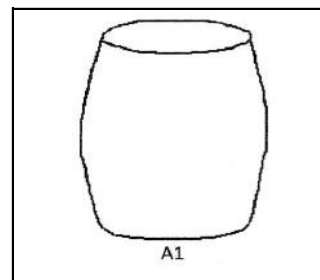
138.0 mm

Initial areal

40.72 cm<sup>2</sup>

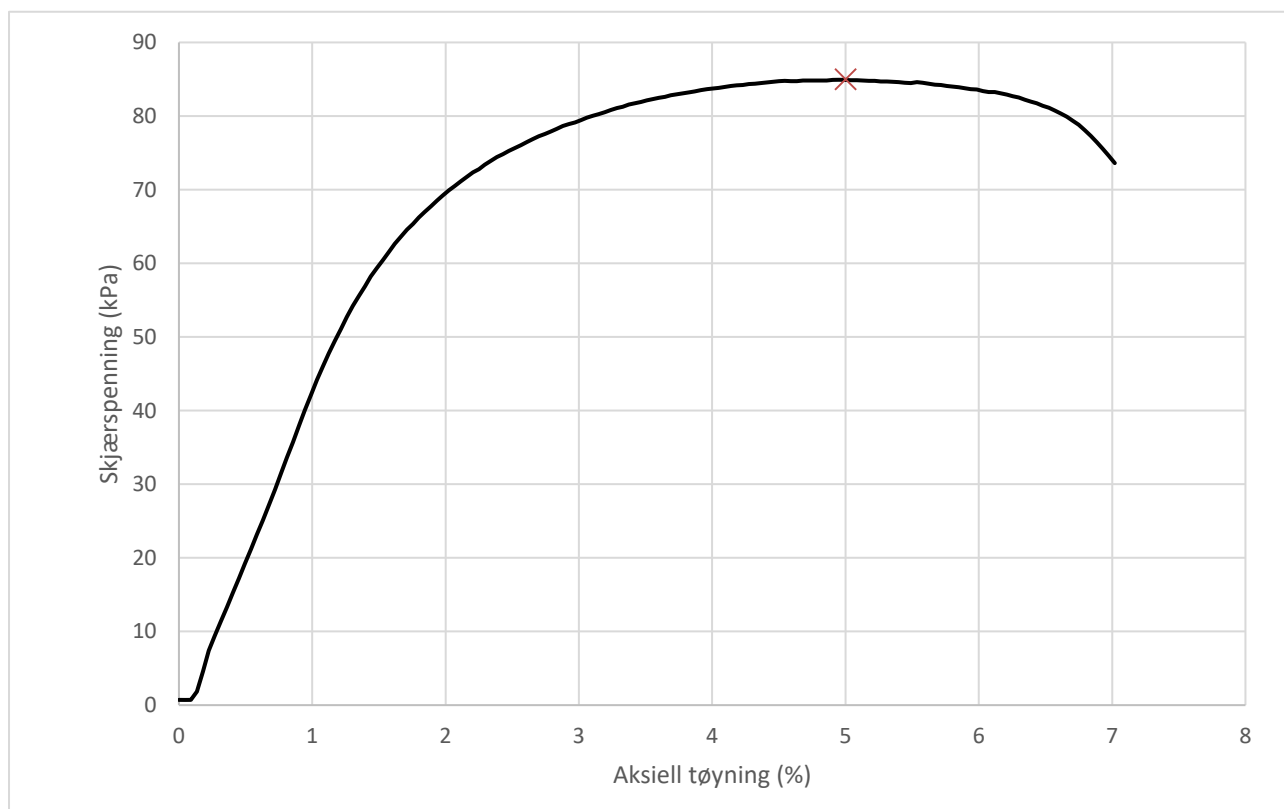
Tøyningsrate

2.7 %/min



Skisse ved brudd

## Test preparering



## Anmerkning

Tøyningsraten for dette forsøket er større enn anbefalinger fra ISO 17892-7.

## IC SMS - Moss Tunnel

Boring 05-006

Dybde

5.40

m

Sylinder

1

Part

A

Test

Dokumentnr.

20190539-01-R

Figurnr.

D7

Dato

2020-08-11

Tegnet av

JBe/FI



# Enaksialt trykkforsøk

## Generell info

Bestemmelse av udrenert skjærstyrke ( $C_u$ ), enaksialt trykkstyrke ( $q_u$ ) og aksial tøyning ( $\epsilon$ ) av jordmateriale med lav permeabilitet ved enaksial trykkprøving utført i hht. NS-EN ISO 17892-7:2017. Vanninnhold ( $w$ ) er beregnet i hht ISO 17892-1. Romvekt ( $\gamma$ ), romdensitet ( $\rho$ ) og tørrdensitet ( $\rho_d$ ) er beregnet i hht ISO 17892-2 (Lineær metode). Dersom maksimum udrenert skjærstyrke ikke finnes ved aksial sammentrykning mindre enn 15 % aksial tøyning, velges udrenert skjærstyrke som verdien av aksial sammentrykning 15 %.

Mal: UCS Output

Dato/Rev nr.: 2020-10-08/04

Ansvarlig: FI

Kontrollert av: MAS

## Ved brudd

Udrenert skjærstyrke

69 kPa

Enaksial trykkstyrke

138 kPa

Aksial tøyning

2.5 %

Romvekt

20.1 kN/m<sup>3</sup>

Romdensitet

2.05 Mg/m<sup>3</sup>

Tørrdensitet

1.63 Mg/m<sup>3</sup>

Vanninnhold

25.9 %

Initial høyde

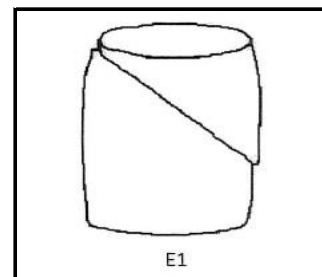
137.0 mm

Initial areal

40.72 cm<sup>2</sup>

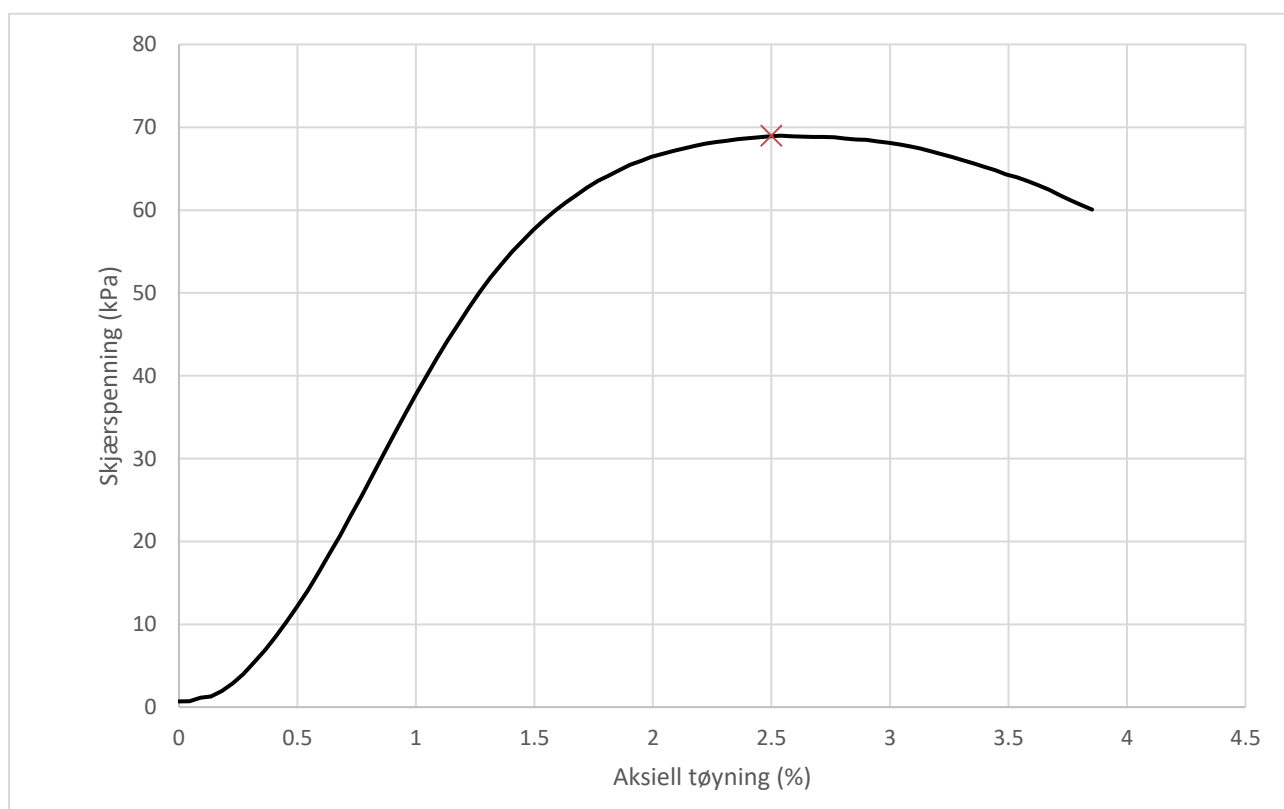
Tøyningsrate

2.8 %/min



Skisse ved brudd

## Test preparering



## Anmerkning

Tøyningsraten for dette forsøket er større enn anbefalinger fra ISO 17892-7.

## IC SMS - Moss Tunnel

Boring 05-006

Dybde 7.53 m

Sylinder 2

Part A

Test

Dokumentnr.  
20190539-01-R

Figurnr.  
D8

Dato  
2020-08-11

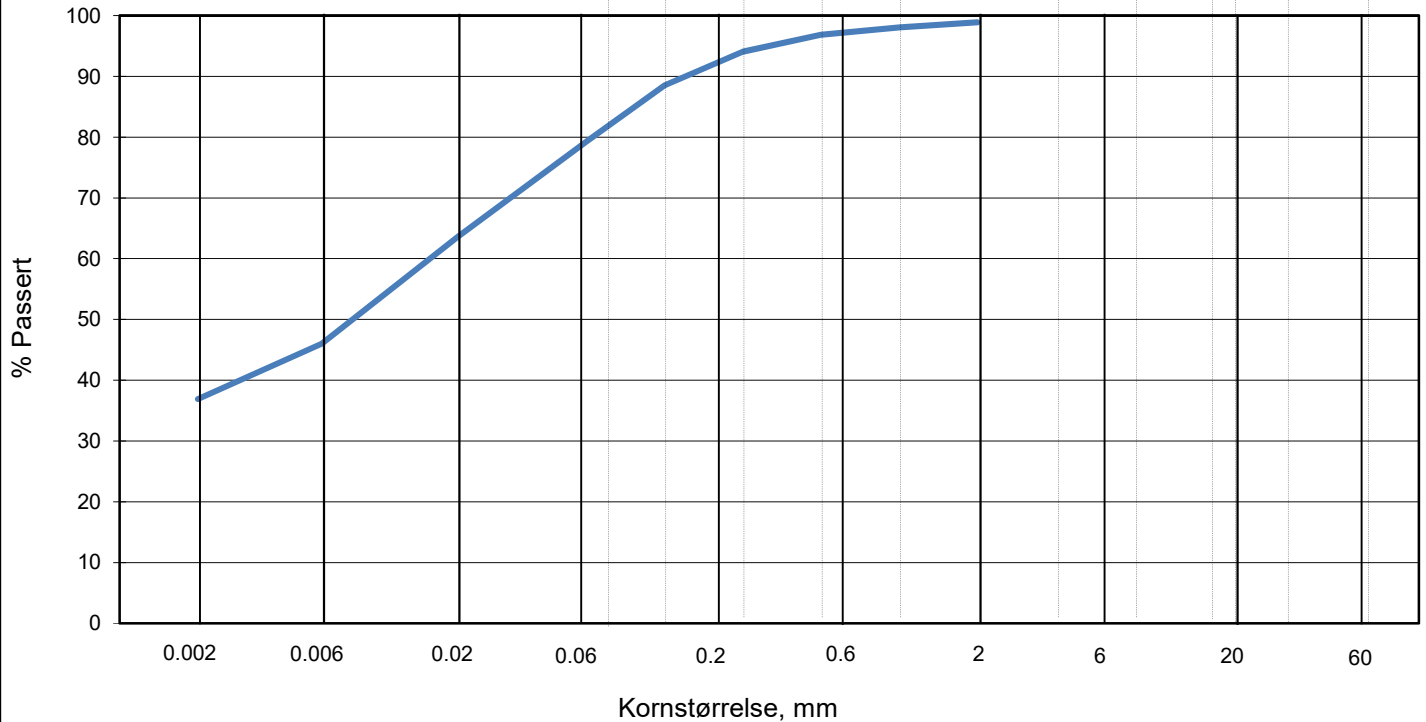
Tegnet av  
HRB/FI



# KORNSTØRRELSERFORDDELING

hht. laboratorieprosedyre LLP008

L E I R	SILT			SAND			GRUS							
	Fin	Middels	Grov	Fin	Middels	Grov	Fin	Middels	Grov					
US Standard Sikt				200	100	50	30	16	8	4	3/8"	3/4"	1.5"	3"
ISO Standard Sikt				.075	.125	.25	.5	1	2	4	8	16	31.5	63



Sikting	
Kornstørrelse mm	% Passert
63	
31,5	
19	
16	
8	
4	
2	99
1	98
0,5	97
0,25	94
0,125	89
0,063	79
0,020	64
0,006	46
0,002	37

Jordartsbetegnelse	LEIRE
Test metode(r)	Falling drop
Antatt korndensitet (Mg/m3)	2,75

Fraksjon	% tørr masse
Stein og blokk	0,0
Grus	1,1
Sand	19,5
Silt	42,5
Leire	36,9

Anmerkning

Graderingsanalyse og telegruppe	
D60 (mm)	0,016
D10 (mm)	
CU (D60/D10)	
Telegruppe	T4

Rev. 04/2019-06-18/ Sign. FI

## IC SMS - Moss Tunnel

Boring: 05-006      Dybde: 5,40 m  
 Tube: 1

Dokumentnr. 20190539-32-R	
Figurnr. D9	
Dato 10.09.2020	Tegnet/godkjent GeA/FI



# Vedlegg E

## TREAKSIALFORSØK

### Innhold

E1	Metode	2
E2	Innbygging av prøver	2
E3	Resultater	2
E4	Referanser	2

### Bilag

Bilag E1 Sammenstilling av treaksialforsøk

### Figurer

Figur E1-E10 Resultater fra treaksialforsøk

## E1 Metode

Det er utført til sammen 5 aktive treaksialforsøk på prøver fra 2 borhull. Tabellen under viser en oversikt over utførte treaksialforsøk for de ulike borpunktene.

Tabell 1 Oversikt over treaksialforsøk

Borpunkt	Dybde (m)	Type forsøk
05-005	6,2 m, 12,2 m og 18,4 m	CAUA
05-006	5,2 m og 7,4 m	CAUA

Prøvene er konsolidert anisotropt til antatt in-situ spenninger.

## E2 Innbygging av prøver

Prøvene er montert i celler med 72 mm diameter og høyde 140 mm. Filter og slanger mettes opp når prøvene er påført en isotrop spenning tilsvarende antatt svelletrykk. Etter metning av systemet blir prøvene lastet opp isotropt til den spesifiserte horisontalspenningen. Prøven står da vanligvis en natt og konsoliderer før et mottrykk blir påført for å øke metningen. Etter mottrykket blir resten av vertikal spenningen lastet opp i trinn.

Når prøven er lastet opp og ferdig konsolidert starter skjæringen. Det benyttes en standard skjæringshastighet på ca. 1,5 % per time. Prøven blir kjørt til ca. 15 % aksiall tøynings.

## E3 Resultater

Resultatene er presentert i figur E1-E10. To diagrammer vises for hvert forsøk.

## E4 Referanser

- /E1/ Andersen, A., Berre, T., Kleven, A. og Lunne, T. (1979)  
Procedures used to obtain soil parameters for foundation engineering in the North Sea.  
Marine Geotechnology, Vol. 3, No. 3, pp. 201-266  
Også publisert i: Norges Geotekniske Institutt, Publikasjon 129.
- /E2/ Berre, T. (1982)  
Triaxial testing at the Norwegian Geotechnical Institute.

Geotechnical Testing Journal, Vol. 5. No. ½ pp. 3-17.  
Også publisert i: Norges Geotekniske Institutt, Publikasjon 134 (1981), pp. 7-23.

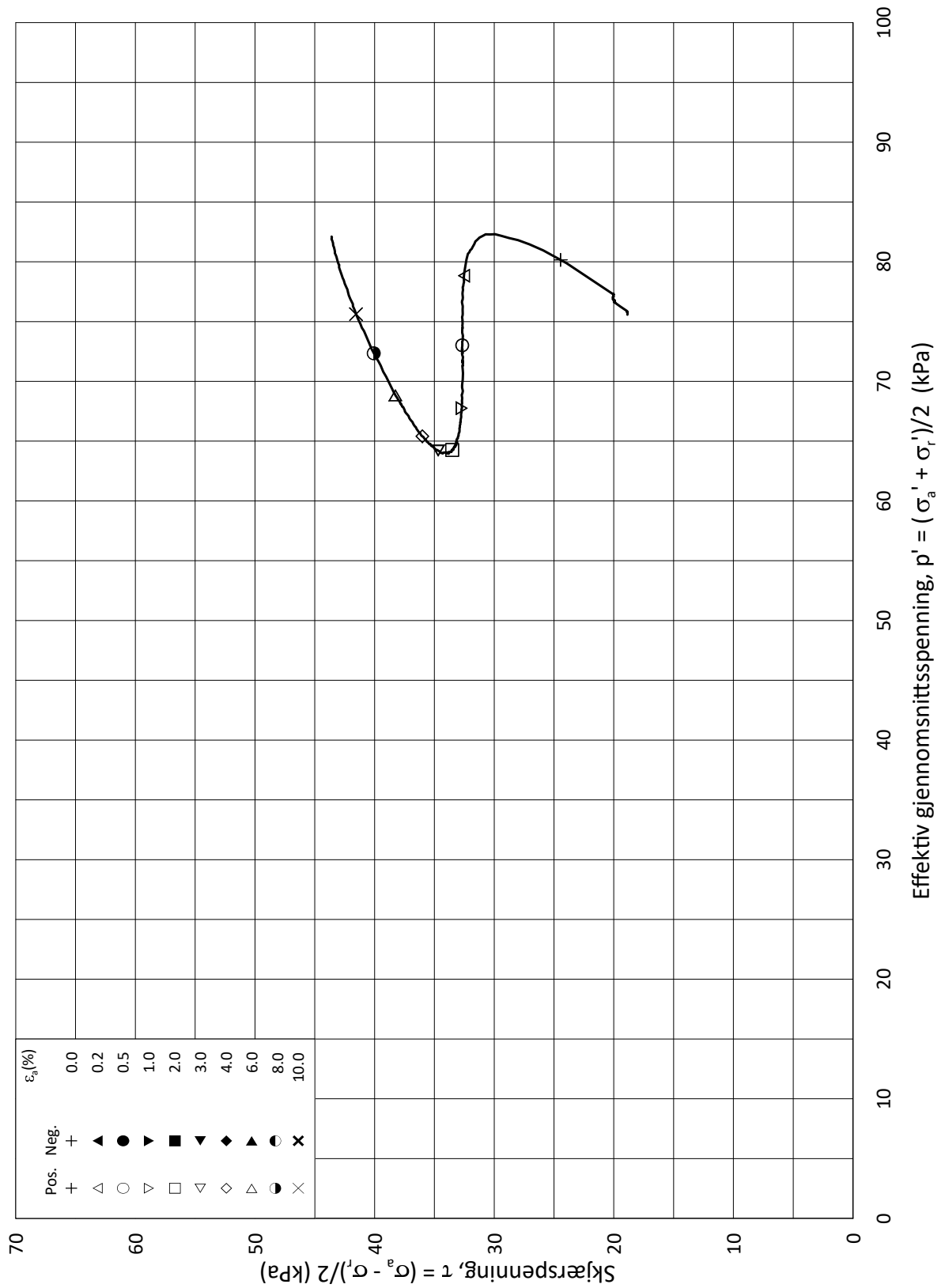


20190539-32-R IC SMS

SAMMENSTILLING AV TREAKSIALFORSØK

PRØVE IDENTIFISERING					INDEKSEGENSKAPER							KONSOLIDERING										
Hull nr.	Prøve diameter	Sylinder Del	Dybde	Jordart	w <sub>i</sub>	w <sub>l</sub>	w <sub>p</sub>	Ip	Leir Innh.	γ <sub>tot</sub>	Type forsøk	p' <sub>0v</sub>	σ' <sub>ac</sub>	σ' <sub>rc</sub>	K <sub>0</sub> '	ε <sub>vol</sub>	ε <sub>ac</sub>	w <sub>c</sub>	B	Δe/e <sub>0</sub>	Δe/e <sub>0</sub>	Prøve kvalitet
	mm		m		%	%	%	%	%	kN/m <sup>3</sup>		kPa	kPa	kPa		%	%	%	%			
05-005	72	1-A-1	6,22	Leire	19,60	26,0	13,0	13,0	28,3	22,20	CAUA	94,3	94,3	56,6	0,60	5,61	2,26	16,50	95,9	0,160	0,158	Veldig dårlig
05-005	72	2-A-1	12,20	Leire	25,90	27,0	16,0	11,0	-	20,10	CAUA	149,3	149,2	82,1	0,55	5,48	2,78	22,40	99,0	0,132	0,135	Dårlig
05-005	72	3-A-1	18,42	Leire	29,90	22,0	14,0	8,0	40,1	19,50	CAUA	206,1	206,0	103,1	0,50	4,39	2,85	27,00	98,2	0,097	0,097	Dårlig
05-006	72	1-A-1	5,20	Leire	21,40	24,0	15,0	9,0	36,9	-	CAUA	90,8	90,8	58,1	0,64	0,38	0,40	21,20	98,4	0,010	0,009	Meget god, utmerket
05-006	72	2-A-1	7,38	Leire	25,30	27,0	17,0	10,0	-	20,00	CAUA	110,2	110,2	71,6	0,65	0,63	0,54	24,90	98,8	0,015	0,016	Meget god, utmerket

w <sub>i</sub>	In-situ vanninnhold	Prøvekvalitet:	1 Meget god, utmerket
w <sub>l</sub>	Flytegrense	i henhold til H211	2 God, brukbar
w <sub>p</sub>	Utrullingsgrense		3 Dårlig
Ip	Plastisitetsindeks, Ip = w <sub>l</sub> - w <sub>p</sub>		4 Svært dårlig
p' <sub>0v</sub>	In-situ vertikal effektivspenning		
σ' <sub>ac</sub>	Vertikal konsolideringsspenning		
σ' <sub>rc</sub>	Horisontal konsolideringsspenning		
ε <sub>vol</sub>	Volumetrisk tøying ved konsolidering		
ε <sub>ac</sub>	Vertikal tøying ved konsolidering		
B	Skemptions poretrykksfaktor, Δu/σ <sub>m</sub>		
τ <sub>f</sub>	Skjærspenning ved brudd		
u <sub>f</sub>	Poretrykk i prøven ved brudd		
ε <sub>f</sub>	Vertikal tøying ved brudd		
Δe/e <sub>0</sub>	Δe = ε <sub>vol</sub> (1+e <sub>i</sub> ) og e <sub>i</sub> = 2.75 * w <sub>i</sub>		



Date/Rev.: 2015-01-21/01

ISO 17892-9:2018(E)

**IC SMS**

Dokument nr.  
20190539-32-R

Triaksial test: **CAUA**

Borhull: **05-005**

Figur nr.  
E1

Sylinder: **1**

Dybde = **6.22** m

Konsolideringsspenninger

Dato  
2020-09-01

Tegnet av  
ThV

Del: **A**

$p_0'$  = **94.3** kPa

(kPa) max. min. final

Test: **1**

$w_i$  = **19.6** %

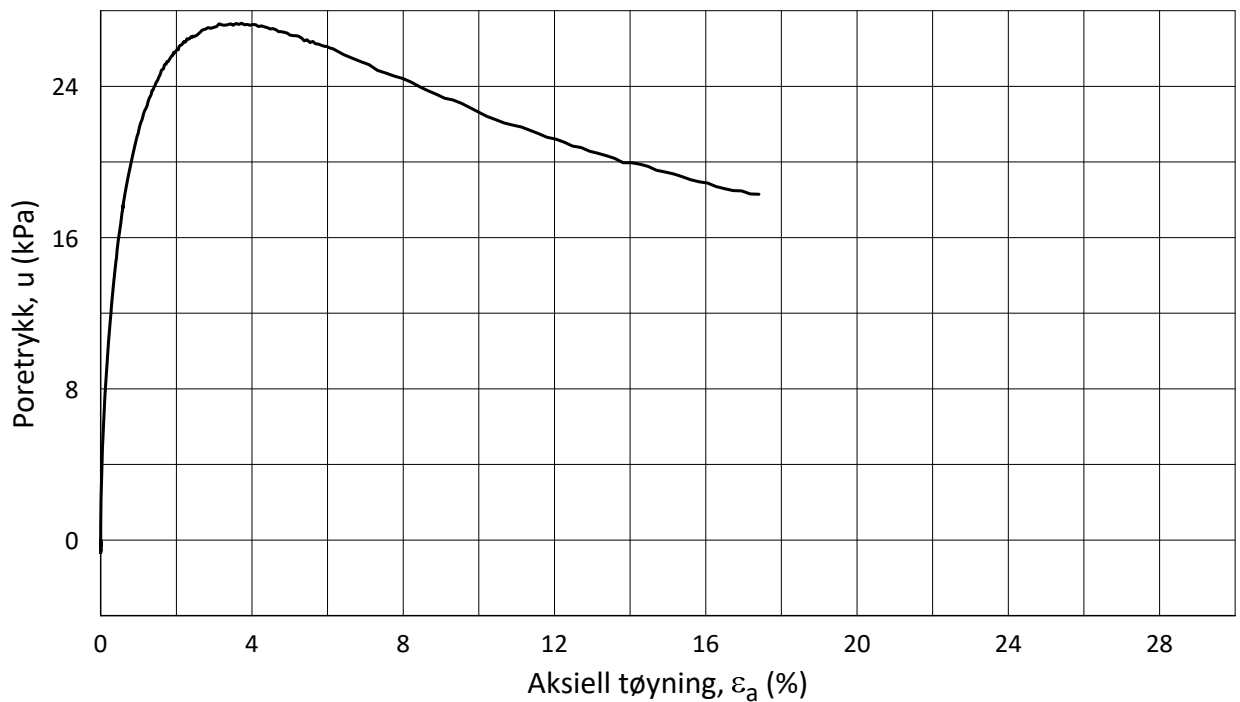
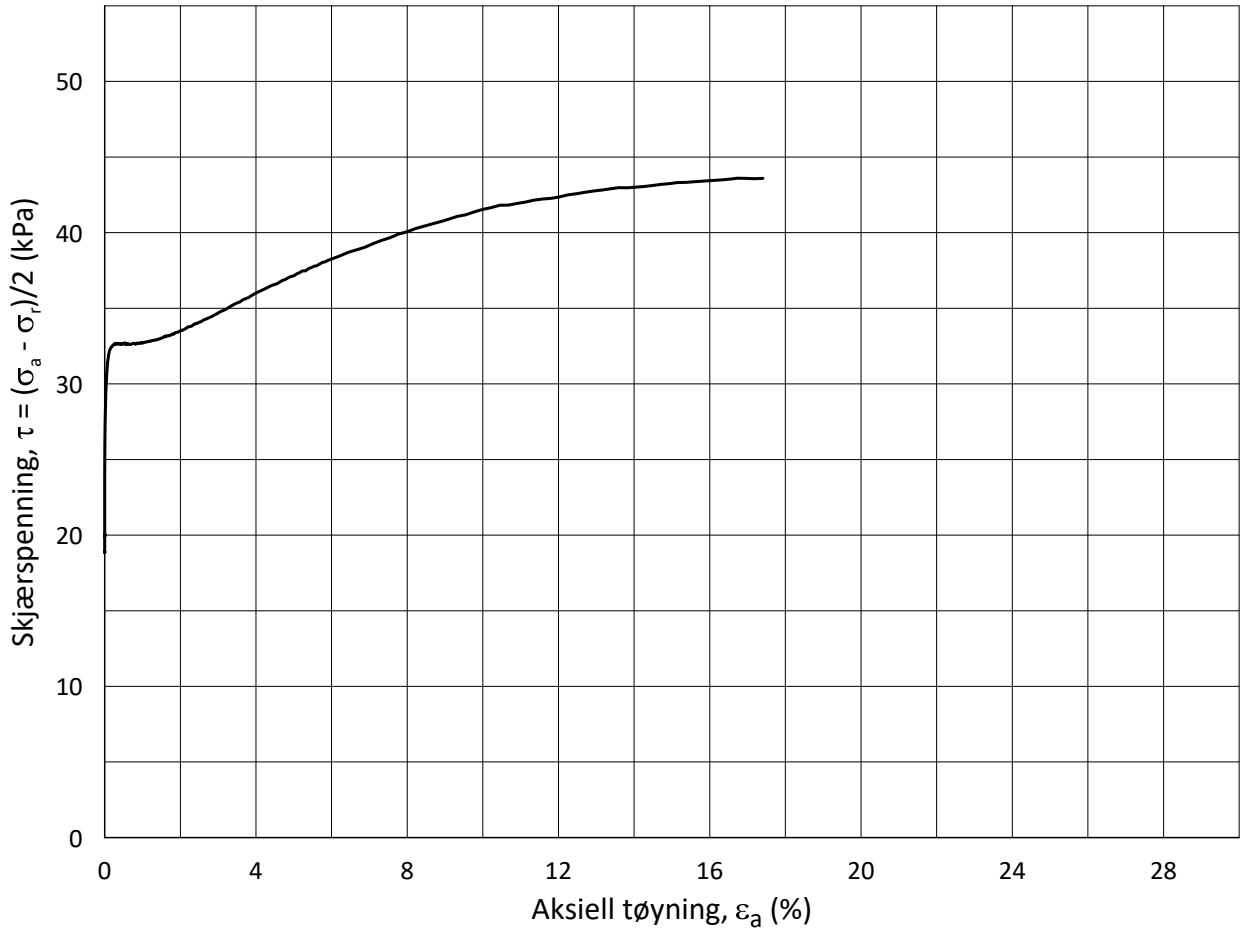
$\sigma_{ac}'$  = - - **94.3**

Lab.: **NGI Oslo**

$w_c$  = **16.5** %

$\sigma_{rc}'$  = - - **56.6**





Date/Rev.: 2015-01-21/01

ISO 17892-9:2018(E)

**IC SMS**

Dokument nr.  
20190539-32-R

Triaksial test: **CAUA**

Borhull: **05-005**

Figur nr.  
E2

Sylinder: **1**

Dybde = **6.22** m

Konsolideringsspenninger

Dato  
2020-09-01

Tegnet av  
ThV

Del: **A**

$p_0'$  = **94.3** kPa

(kPa) max. min. final

Test: **1**

$w_i$  = **19.6** %

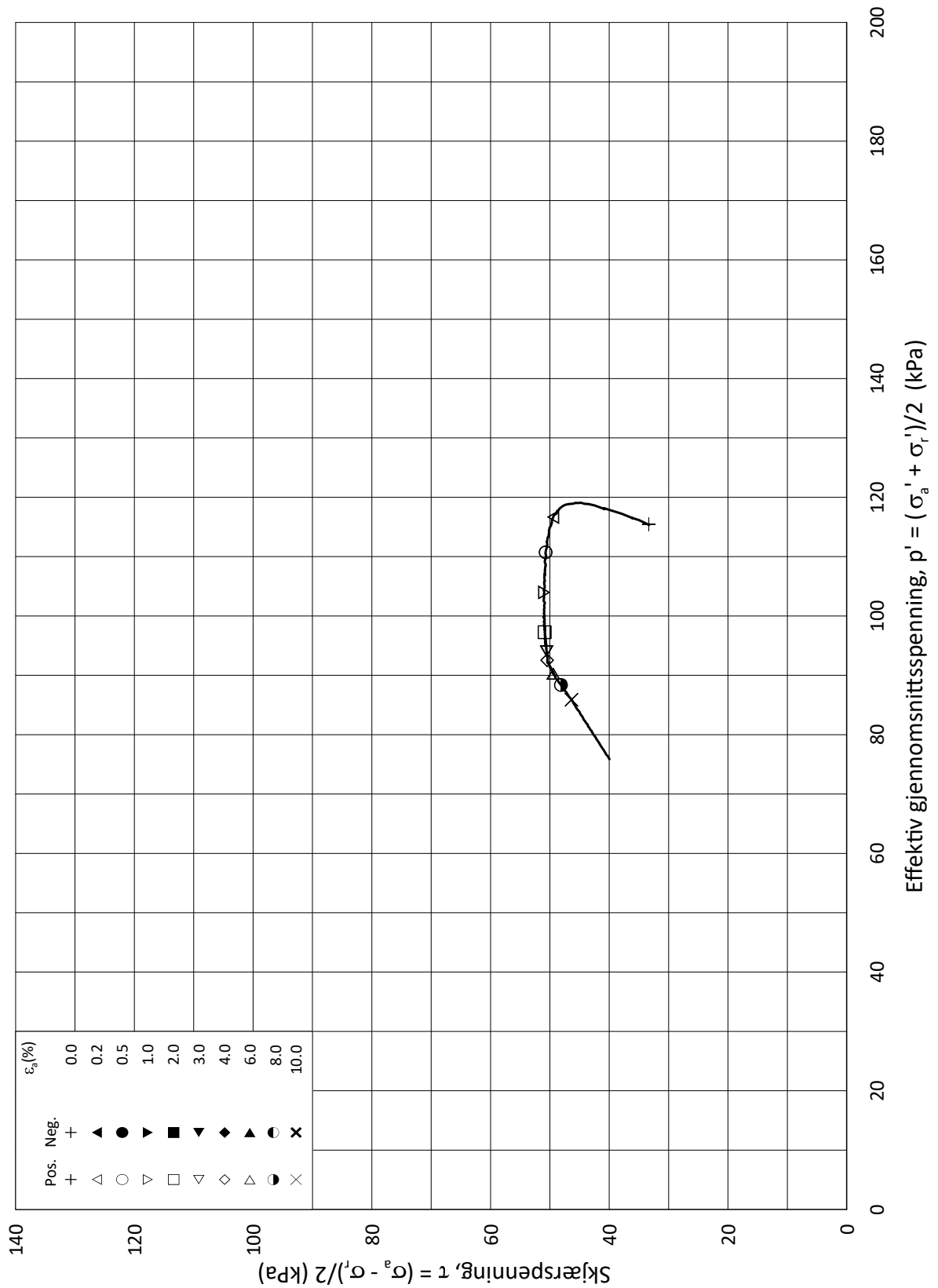
$\sigma_{ac}' =$  - - **94.3**

Lab.: **NGI Oslo**

$w_c$  = **16.5** %

$\sigma_{rc}' =$  - - **56.6**





Date/Rev.: 2015-01-21/01

ISO 17892-9:2018(E)

**IC SMS**

Dokument nr.  
20190539-32-R

Triaksial test: **CAUC**

Borhull: **05-005**

Figur nr.  
E3

Sylinder: **2**

Del: **A**

Test: **1**

Lab.: **NGI Oslo**

Dybde = **12.20** m

$p_0'$  = **149.3** kPa

$w_i$  = **25.9** %

$w_c$  = **22.4** %

Konsolideringsspenninger

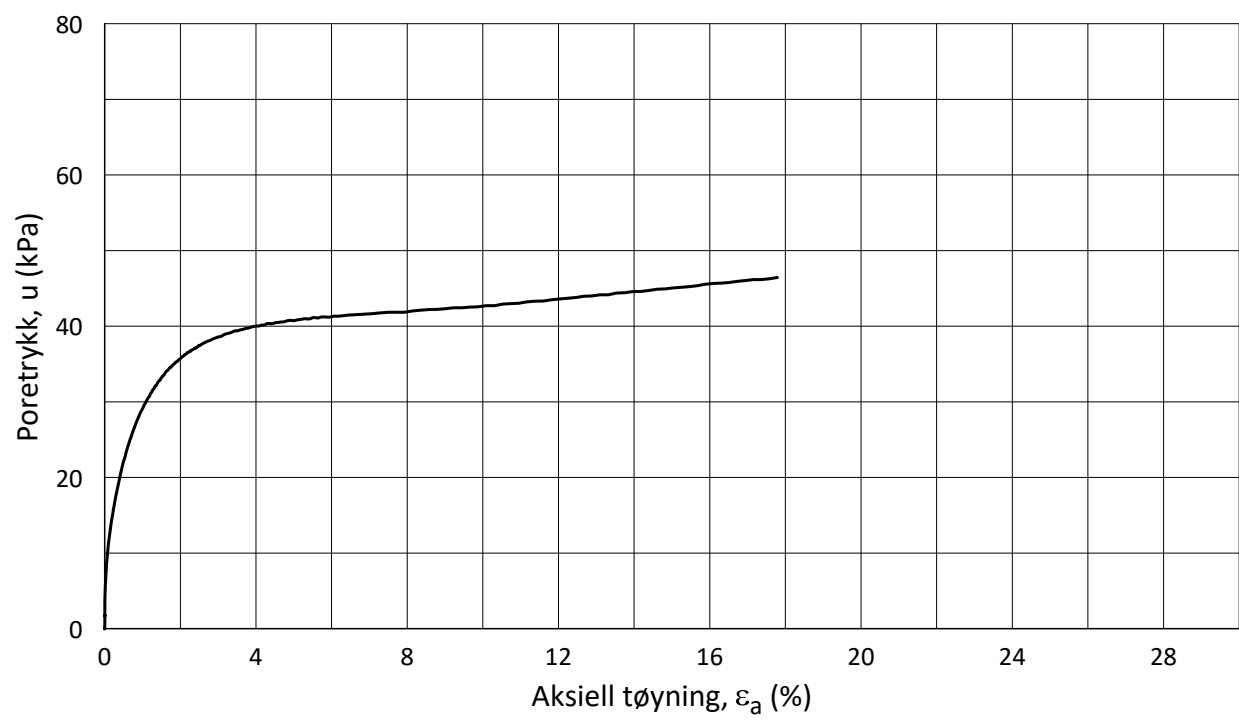
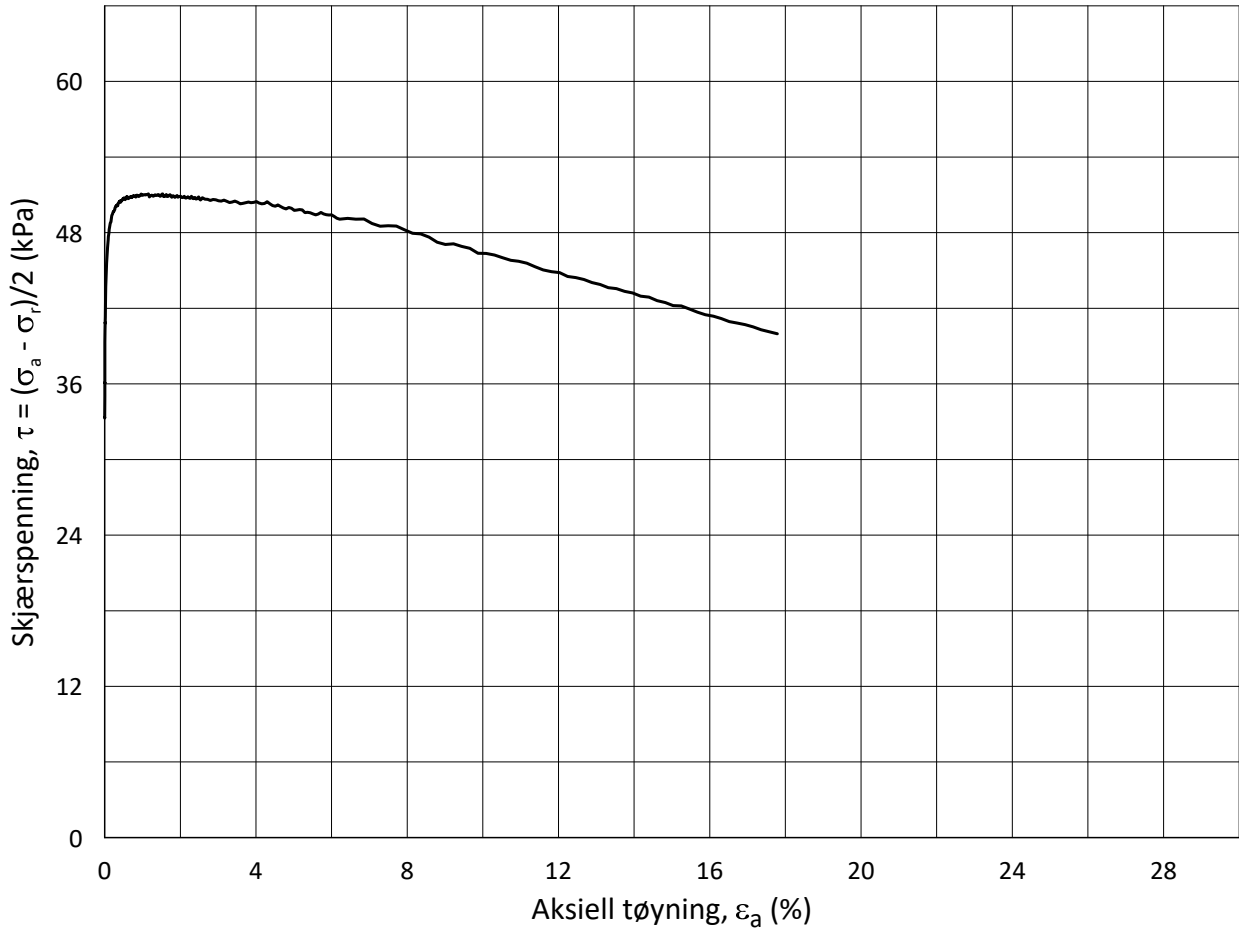
$\sigma_{ac}'$  = - - **149.2**

$\sigma_{rc}'$  = - - **82.1**

Dato  
2020-09-01

Tegnet av  
ThV

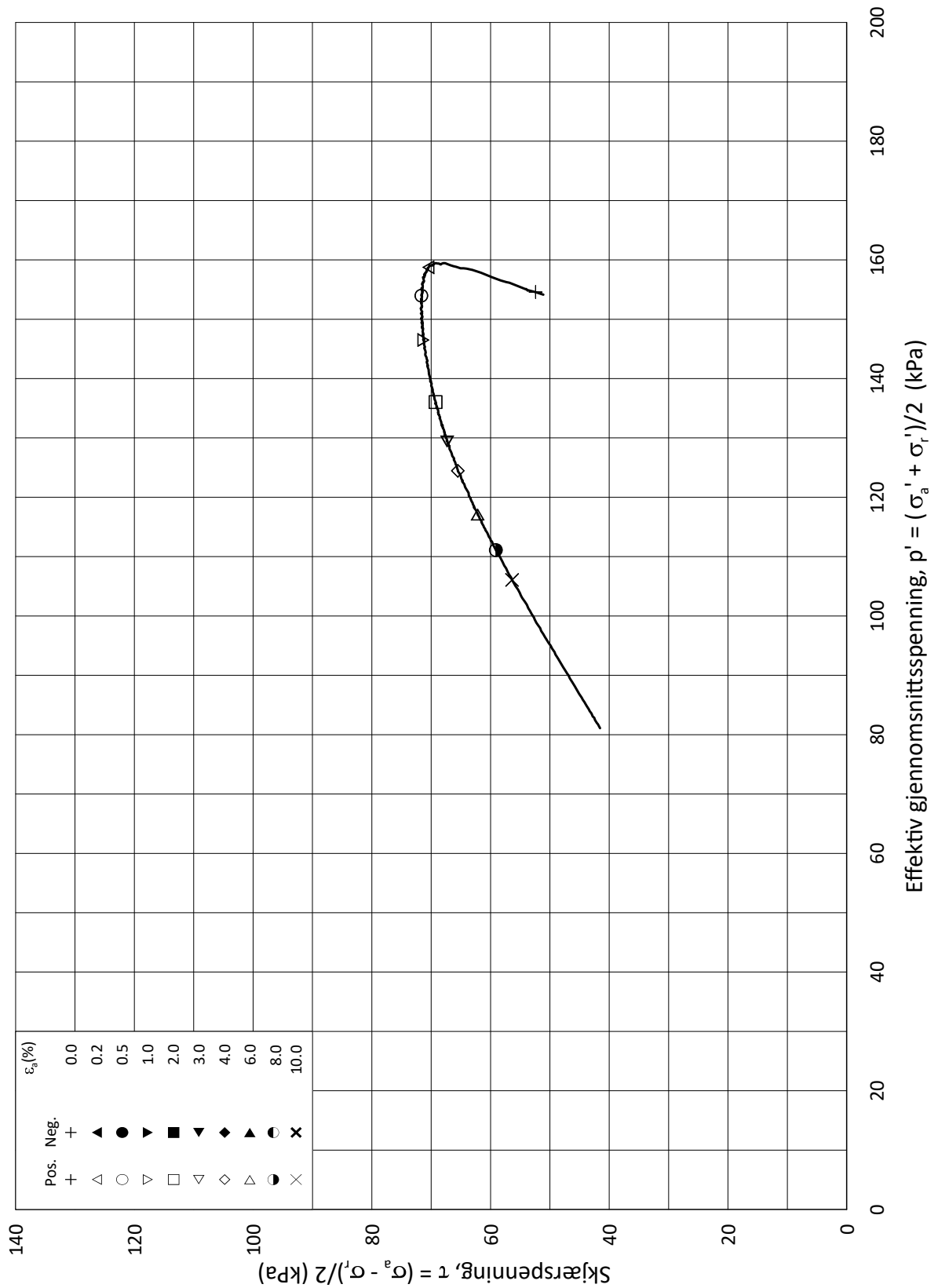




Date/Rev.: 2015-01-21/01 ISO 17892-9:2018(E)

<b>IC SMS</b>		Dokument nr. 20190539-32-R	
Triaksial test: <b>CAUC</b>	Borhull: <b>05-005</b>	Figur nr. E4	
Sylinder: <b>2</b>	Dybde = <b>12.20</b> m	Konsolideringsspenninger	Dato 2020-09-01
Del: <b>A</b>	$p_0' = \mathbf{149.3}$ kPa	max. min. final	Tegnet av ThV
Test: <b>1</b>	$w_i = \mathbf{25.9}$ %	$\sigma_{ac}' = - - \mathbf{149.2}$	
Lab.: <b>NGI Oslo</b>	$w_c = \mathbf{22.4}$ %	$\sigma_{rc}' = - - \mathbf{82.1}$	

H:\LABDATA\2019\20190539\AdvancedTest\03\_TX\01\_InProgress\20190539\_05-005\_2-A-1\_StressStrain.grf



Date/Rev.: 2015-01-21/01

ISO 17892-9:2018(E)

**IC SMS**

Dokument nr.  
20190539-32-R

Triaksial test: **CAUC**

Borhull: **05-005**

Figur nr.  
E5

Sylinder: **3**

Del: **A**

Test: **1**

Lab.: **NGI Oslo**

Dybde = **18.42** m

$p_0'$  = **206.1** kPa

$w_i$  = **29.9** %

$w_c$  = **27.0** %

Konsolideringsspenninger

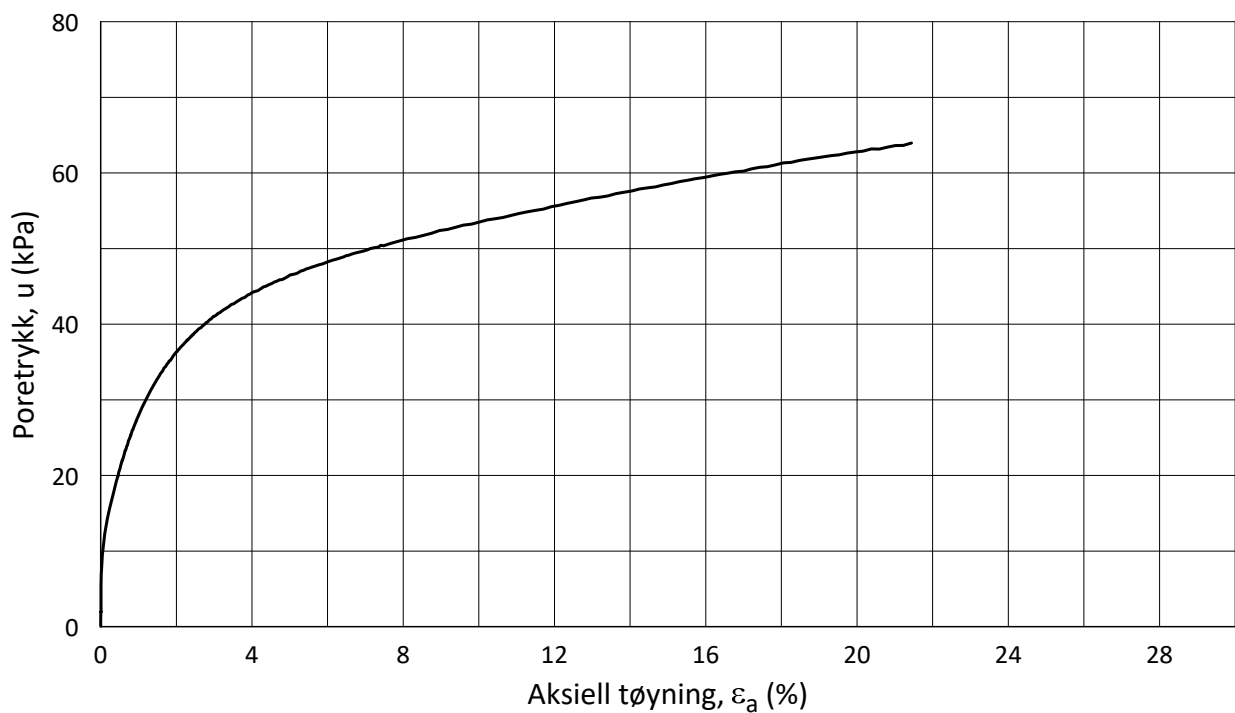
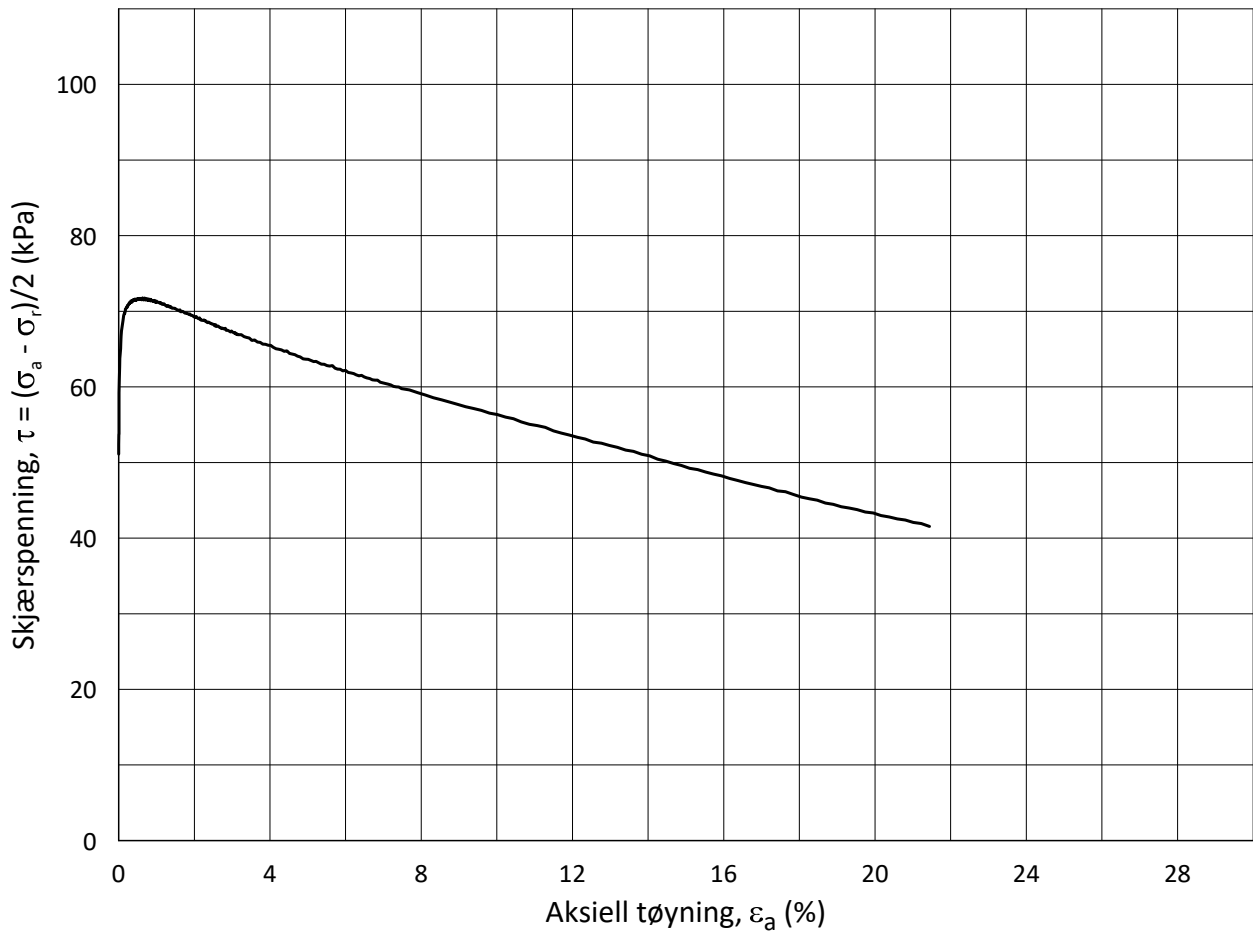
$\sigma_{ac}'$  = - - **206.0**

$\sigma_{rc}'$  = - - **103.1**

Dato  
2020-09-01

Tegnet av  
ThV





Date/Rev.: 2015-01-21/01

ISO 17892-9:2018(E)

**IC SMS**

Dokument nr.  
20190539-32-R

Triaksial test: **CAUC**

Borhull: **05-005**

Figur nr.  
E6

Sylinder: **3**

Dybde = **18.42** m

Konsolideringsspenninger

Dato  
2020-09-01

Tegnet av  
ThV

Del: **A**

$p_0'$  = **206.1** kPa (kPa) max. min. final

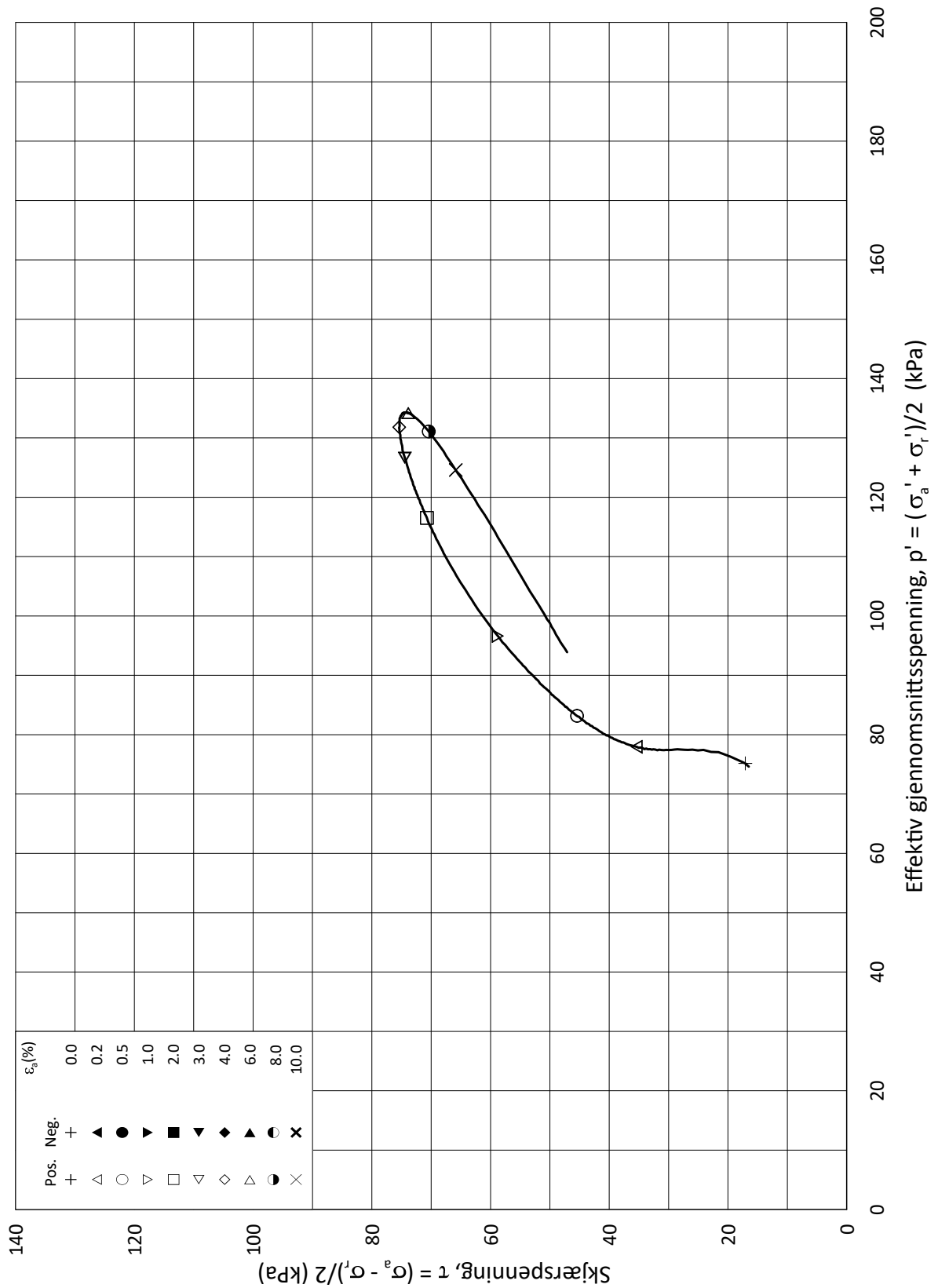
Test: **1**

$w_i$  = **29.9** %  $\sigma_{ac}' =$  - - **206.0**

Lab.: **NGI Oslo**

$w_c$  = **27.0** %  $\sigma_{rc}' =$  - - **103.1**





Date/Rev.: 2015-01-21/01

**IC SMS**

Dokument nr.  
20190539-32-R

Triaksial test: **CAUC**

Borhull: **05-006**

Figur nr.  
E7

Sylinder: **1**

Dybde = **5.20** m

Konsolideringsspenninger

Dato  
2020-09-01

Tegnet av  
ThV

Del: **A**

p<sub>0</sub>' = **90.8** kPa

(kPa) max. min. final

Test: **1**

w<sub>i</sub> = **21.4** %

σ<sub>ac</sub>' = - - **90.8**

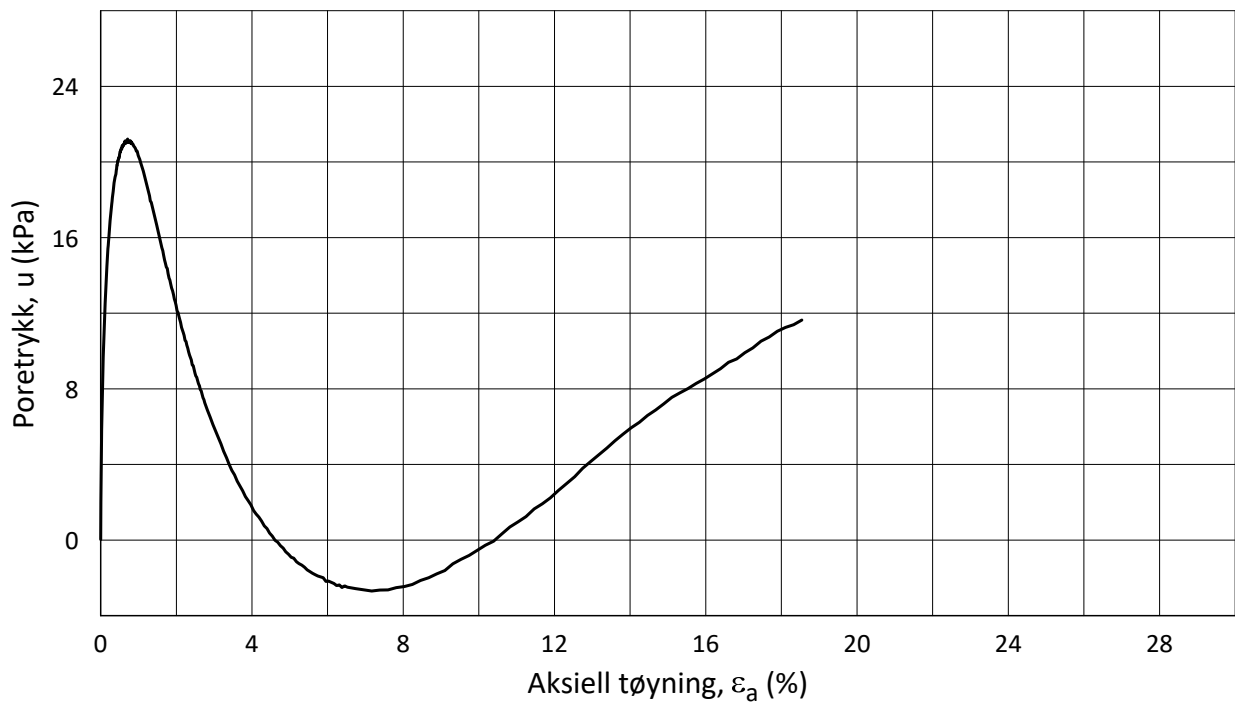
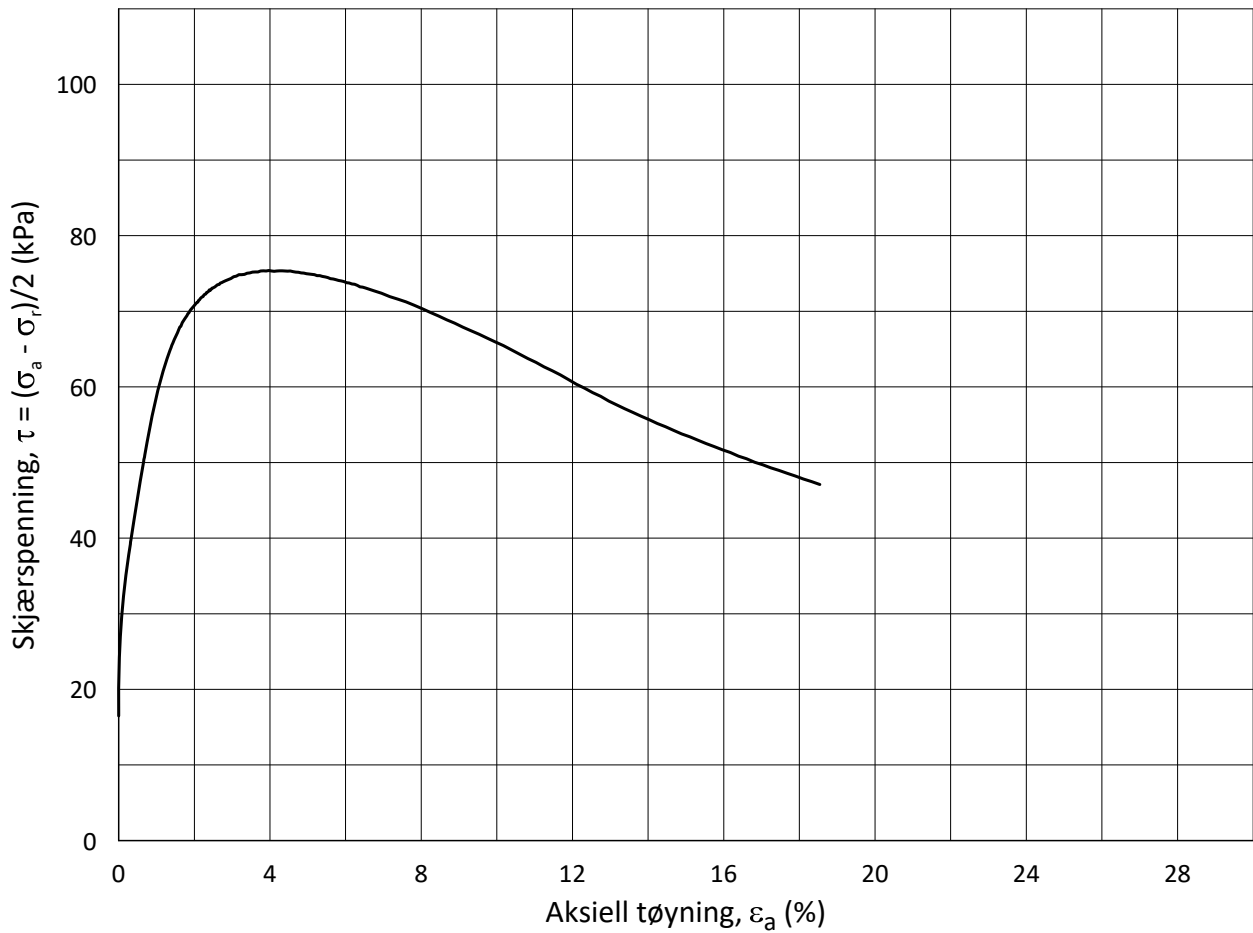
Lab.: **NGI Oslo**

w<sub>c</sub> = **21.2** %

σ<sub>rc</sub>' = - - **58.1**







Date/Rev.: 2015-01-21/01

ISO 17892-9:2018(E)

**IC SMS**

Dokument nr.  
20190539-32-R

Triaksial test: **CAUC**

Borhull: **05-006**

Figur nr.  
E8

Sylinder: **1**

Dybde = **5.20** m

Konsolideringsspenninger

Dato  
2020-09-01

Tegnet av  
ThV

Del: **A**

$p_0'$  = **90.8** kPa

(kPa) max. min. final

Test: **1**

$w_i$  = **21.4** %

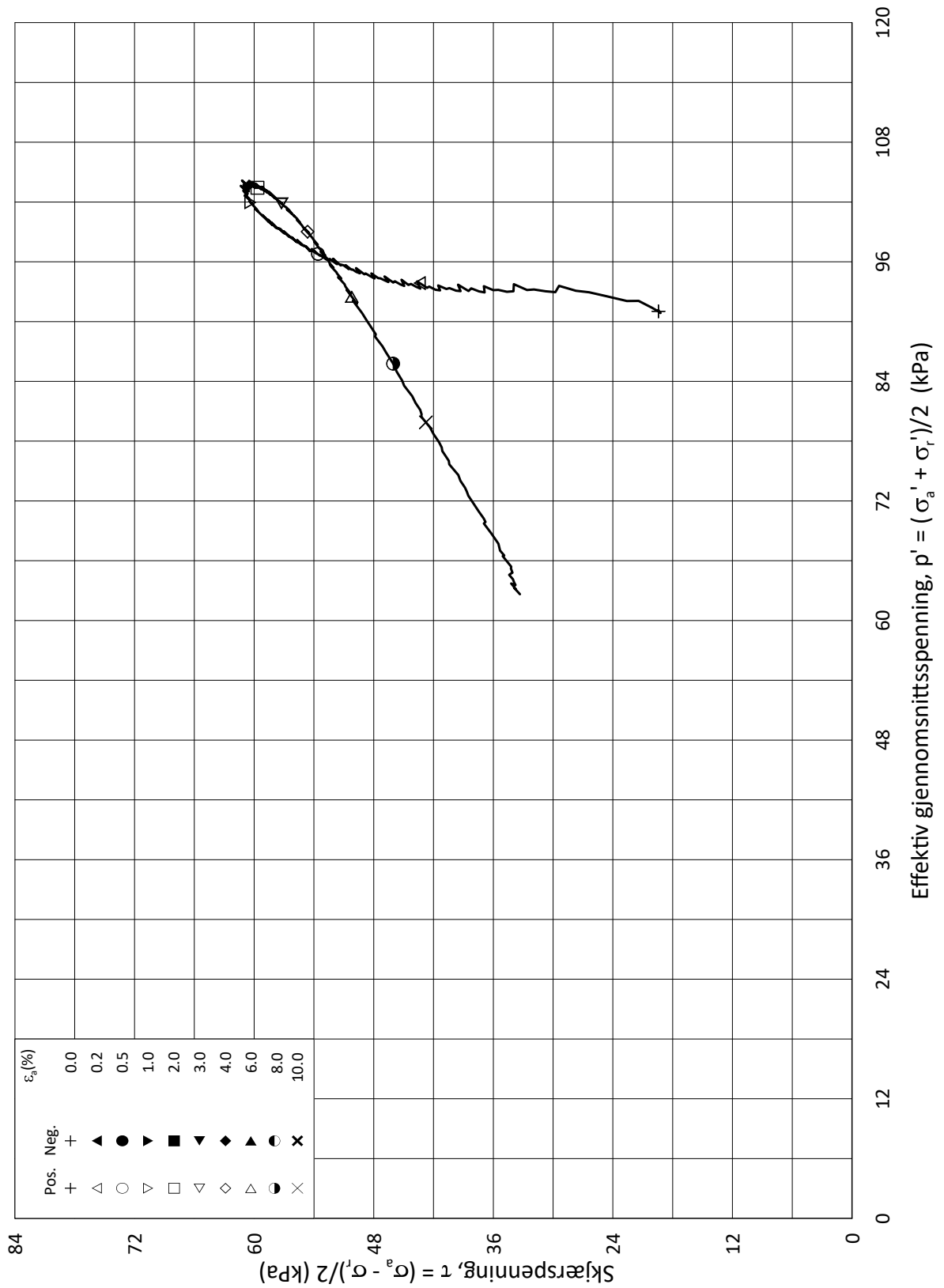
$\sigma_{ac}'$  = - - **90.8**

Lab.: **NGI Oslo**

$w_c$  = **21.2** %

$\sigma_{rc}'$  = - - **58.1**





Date/Rev.: 2015-01-21/01

ISO 17892-9:2018(E)

**IC SMS**

Dokument nr.  
20190539-32-R

Triaksial test: **CAUC**

Borhull: **05-006**

Figur nr.  
E9

Sylinder: **2**

Dybde = **7.38** m

Konsolideringsspenninger

Dato  
2020-09-01

Tegnet av  
ThV

Del: **A**

$p_0'$  = **110.2** kPa (kPa) max. min. final

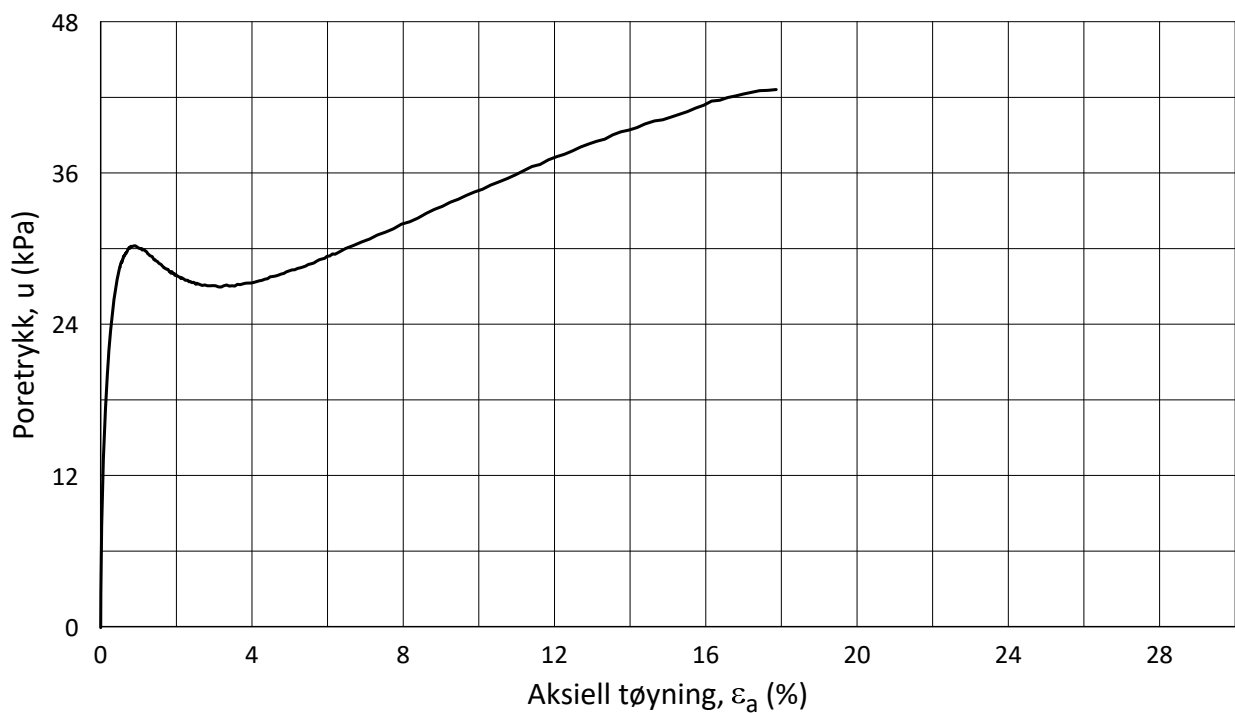
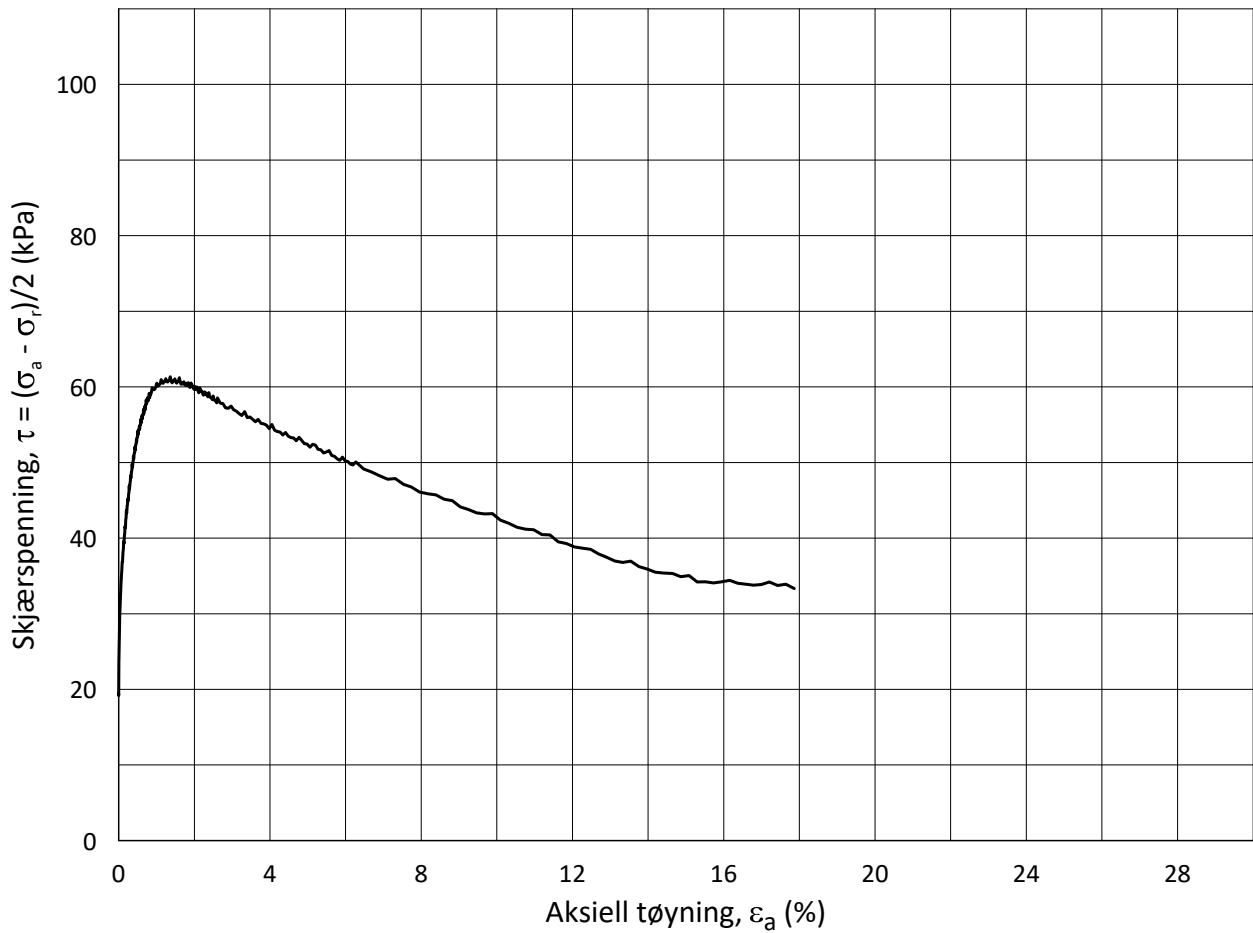
Test: **1**

$w_i$  = **25.3** %  $\sigma_{ac}' =$  - - **110.2**

Lab.: **NGI Oslo**

$w_c$  = **24.9** %  $\sigma_{rc}' =$  - - **71.6**





Date/Rev.: 2015-01-21/01

ISO 17892-9:2018(E)

**IC SMS**

Dokument nr.  
20190539-32-R

Triaksial test: **CAUC**

Borhull: **05-006**

Figur nr.  
E10

Sylinder: **2**

Dybde = **7.38** m

Konsolideringsspenninger

Dato  
2020-09-01

Tegnet av  
ThV

Del: **A**

$p_0'$  = **110.2** kPa (kPa) max. min. final

Test: **1**

$w_i$  = **25.3** %  $\sigma_{ac}' =$  - - **110.2**

Lab.: **NGI Oslo**

$w_c$  = **24.9** %  $\sigma_{rc}' =$  - - **71.6**



# Vedlegg F

## ØDOMETERFORSØK

### Innhold

<b>F1</b>	<b>Metode</b>	<b>2</b>
<b>F2</b>	<b>Innbygging av prøve</b>	<b>2</b>
<b>F3</b>	<b>Resultater</b>	<b>2</b>
<b>F4</b>	<b>Referanser</b>	<b>3</b>

### Bilag

Bilag F1 Sammenstilling av ødometerforsøk

### Figurer

Figur F1-F16 Resultater fra ødometerforsøk

## F1 Metode

Det er gjennomført totalt 4 ødometerforsøk på prøver fra to borehull. Tabellen under viser en oversikt over utførte ødometerforsøk for de ulike borpunktene.

Tabell 1 Oversikt over ødometerforsøk

Borpunkt	Dybde (m)
05-005	6,4 m, 12,3 m og 18,5 m
05-006	5,3 m

Forsøkene er utført iht. NS8018, samt nærmere prosedyrer for ødometerforsøk ved NGI, beskrevet av Sandbækken, se /F1/ - /F3/.

## F2 Innbygging av prøve

Prøvene bygges inn i en 35 cm<sup>2</sup> celle med høyde 20 mm. Forsøket kjøres med konstant deformasjonshastighet samtidig som last, deformasjon og poretrykk logges kontinuerlig.

Prøven kan drenere fritt på toppen, men er tett i bunn. Deformasjons hastigheten velges slik at poretrykket som måles i bunn av prøven ikke overstiger 5 – 10 % av spenningen som blir påført.

## F3 Resultater

Resultatene fra hvert enkelt forsøk er presentert i figur F1-F16. For hvert forsøk vises fire diagrammer.

## F4 Referanser

- /F1/ NS 8018:1993  
Geoteknisk prøving - Laboratoriemetoder - Bestemmelse av endimensjonale konsolideringsegenskaper ved ødometerprøving - Metode med kontinuerlig belastning
- /F2/ Lacasse, S., Berre, T., and Lefebvre, G. (1985)  
Block sampling of sensitive clays.  
Proc. 11<sup>th</sup> Int. Conf. on Soil Mech. and Found. Eng.  
San Fransisco, Vol. 2, pp. 887-892  
Also publ. in: Norwegian Geotechnical Institute. Publication, 163, 1986
- /F3/ Sandbækken, G., Berre, T., and Lacasse, S. (1986)  
Oedometer tesing at the Norwegian Geotechnical Institute  
Concolidation og soils: Testing and evaluation  
ASTM STP 892, R.N. Young and F.C. Townsend, Eds., 1986

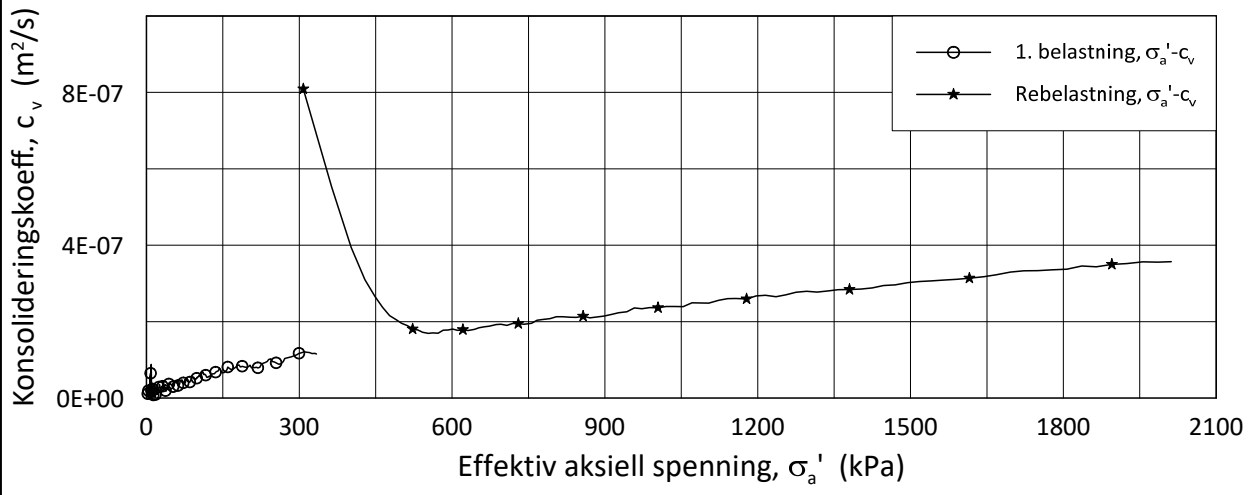
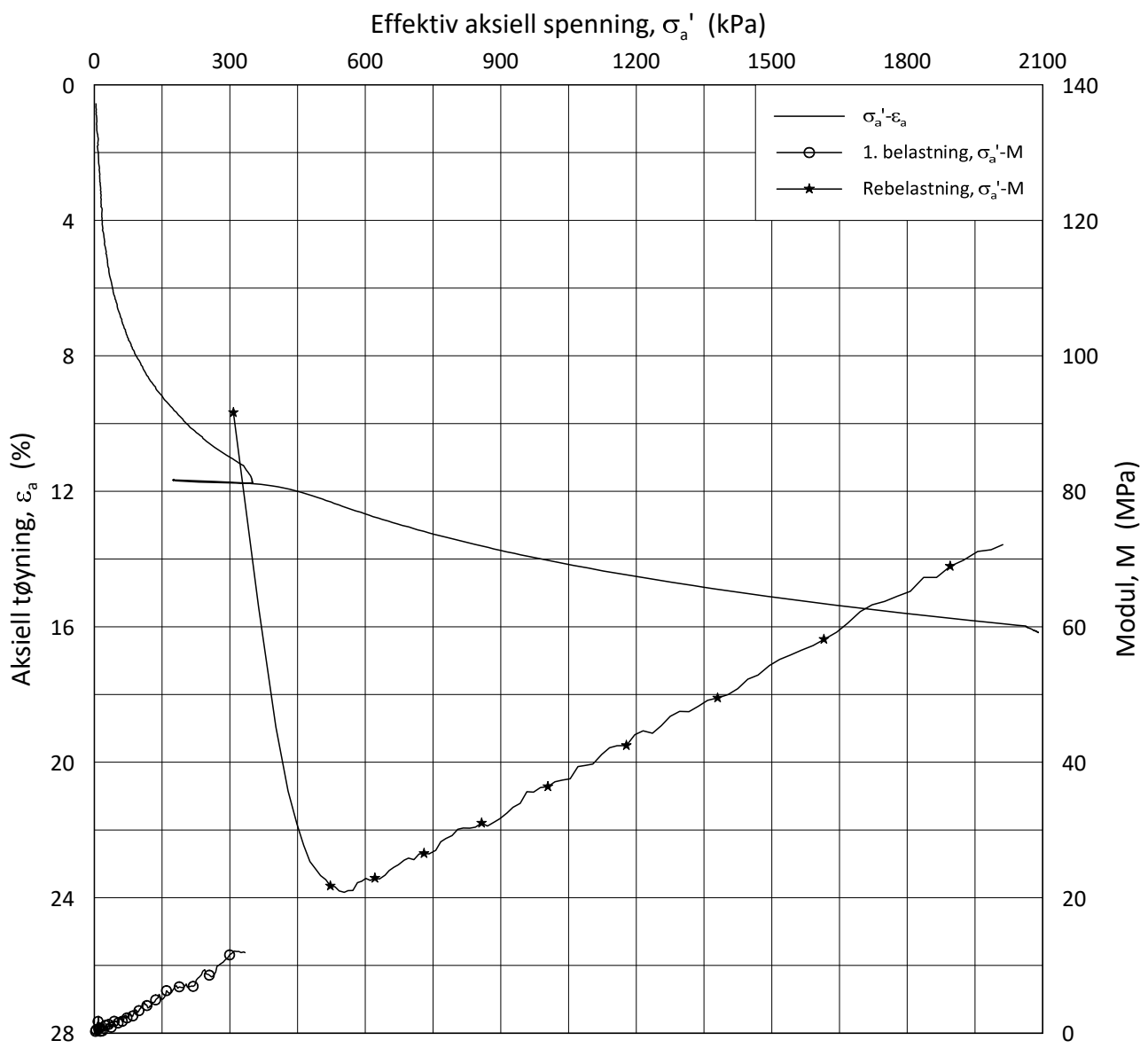
20190539-32-R IC SMS

SAMMENSTILLING AV ØDOMETERFORSØK

Prøveidentifisering					Klassifisering						Konsolidering						OCR	
Hull nr.	Prøve diameter mm	Sylinderdel-test	Dybde m	Jordart	w <sub>i</sub> %	w <sub>p</sub> %	w <sub>L</sub> %	I <sub>p</sub> %	γ <sub>T</sub> kN/m <sup>3</sup>	Leir innhold %	p <sub>ov</sub> ' (antatt) kPa	ΔV/V ved p <sub>ov</sub> ' %	Δe/e <sub>i</sub>	M0/ML	Prøve kvalitet SVV	Prøve kvalitet NVE	Prøve kvalitet Karlsrud	OCR kPa
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
05-005	72	1-A-2	6,39	Leire	21,7	13,0	26,0	13,0	21,1	28,3	98,0	8,14	0,218	-	Meget dårlig	Forstyrret	Dårlig	-
05-005	72	2-A-2	12,30	Leire	27,9	16,0	27,0	11,0	19,5	-	152,0	6,37	0,147	-	Meget dårlig	Forstyrret	Dårlig	-
05-005	72	3-A-2	18,52	Leire	30,0	14,0	22,0	8,0	19,3	40,1	205,0	7,07	0,156	-	Meget dårlig	Forstyrret	Dårlig	-
06-006	72	1-A-2	5,30	Leire	22,5	15,0	24,0	9,0	20,6	36,9	94,0	0,92	0,024	-	Meget dårlig	Forstyrret	Dårlig	-


w <sub>i</sub>	Insitu vanninnhold	Prøvekvalitet i hht SVV:	Volumtøyning Δe/e <sub>0</sub>			
w <sub>p</sub>	Plastisitetsgrense		OCR	Meget god	God-bra	Dårlig
w <sub>L</sub>	Flytegrense	1-2	<0,04	0,04-0,07	0,07-0,1	>0,14
I <sub>p</sub>	w <sub>L</sub> - w <sub>p</sub> , Plastisitetsindeks	2-4	<0,03	0,03-0,05	0,05-0,1	>0,10
γ <sub>T</sub>	Total romvekt	Prøvekvalitet i hht NVE:	Volumtøyning ΔV/V <sub>0</sub> (evol)			
p <sub>ov</sub> '	Effektivt vertikalt overlagringstrykk		OCR	Kv.kl.1 Perfekt	Kv.kl.1 Akseptabel	Kv.kl.2 Forstyrret
ΔV/V	Tøyning ved p <sub>ov</sub> '	1-1,2	<3,0		3,0-5,0	>5,0
Δe/e <sub>0</sub>	Δe = ε <sub>ac</sub> (1+e <sub>i</sub> ) og e <sub>i</sub> = 2.75 * w <sub>i</sub>	1,2-1,5	<2,0		2,0-4,0	>4,0
		1,5-2	<1,5		1,5-3,5	>3,5
		2-3	<1,0		1,0-3,0	<3,0
		3-8	<0,5		0,5-1,0	>1,0
		Prøvekvalitet i hht Karlsrud:		M0/ML		
		<1	Meget dårlig			
		1-1,5	Dårlig			
		1,5-2	God			
		2-4	Meget god			
		>4	Særdeles god			

H:\LABDATA\2019\20190539\AdvancedTest\01\_Oed\01\_CRS\01\_InProgress\20190539\_05-005\_1-A-2\_LIN.grf



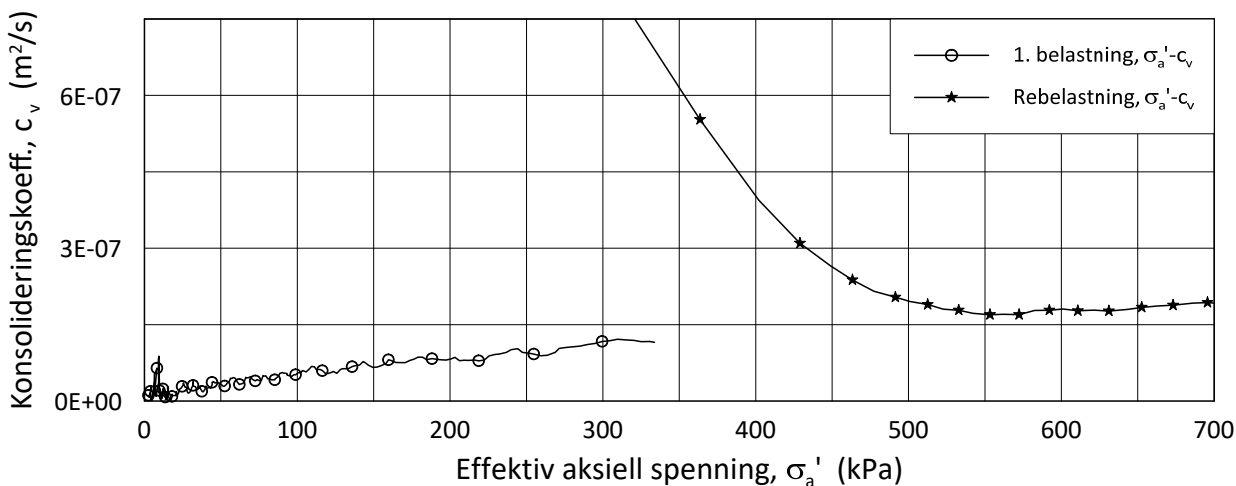
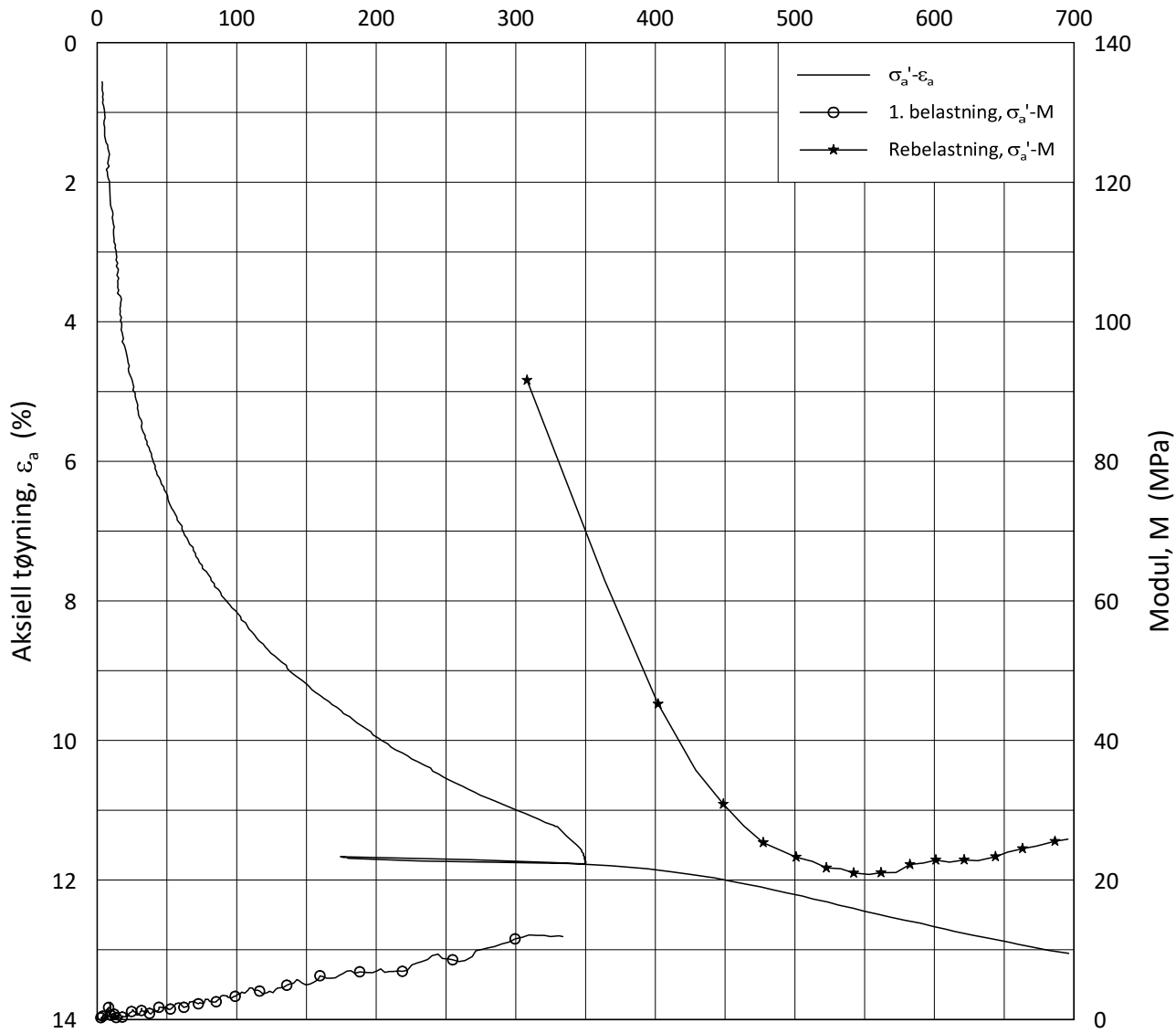
Date/Rev.: 2019-03-07/02

NS 8018:1993

<b>IC SMS</b>		Dokument nr. 20190539-32-R	
Oedometer test: <b>CRS</b>		Figur nr. F1	
Borhull: <b>05-005</b>		Dato 2020-08-18	Tegnet av EvS
Sylinder: <b>1</b>	Dybde = <b>6.39</b> m		
Del: <b>A</b>	$p_o'$ = <b>98.0</b> kPa		
Test: <b>2</b>	$w_i$ = <b>21.7</b> %		
Lab.: <b>NGI Oslo</b>	$\gamma_i$ = <b>21.1</b> kN/m <sup>3</sup>		



Effektiv aksjell spenning,  $\sigma_a'$  (kPa)



Date/Rev.: 2019-03-07/02

NS 8018:1993

IC SMS

Dokument nr.  
20190539-32-R

Oedometer test: **CRS**

Borhull: **05-005**

Figur nr.  
F2

Sylinder: **1**

Dybde = **6.39** m

Dato  
2020-08-18

Tegnet av  
EvS

Del: **A**

$p_o'$  = **98.0** kPa

Test: **2**

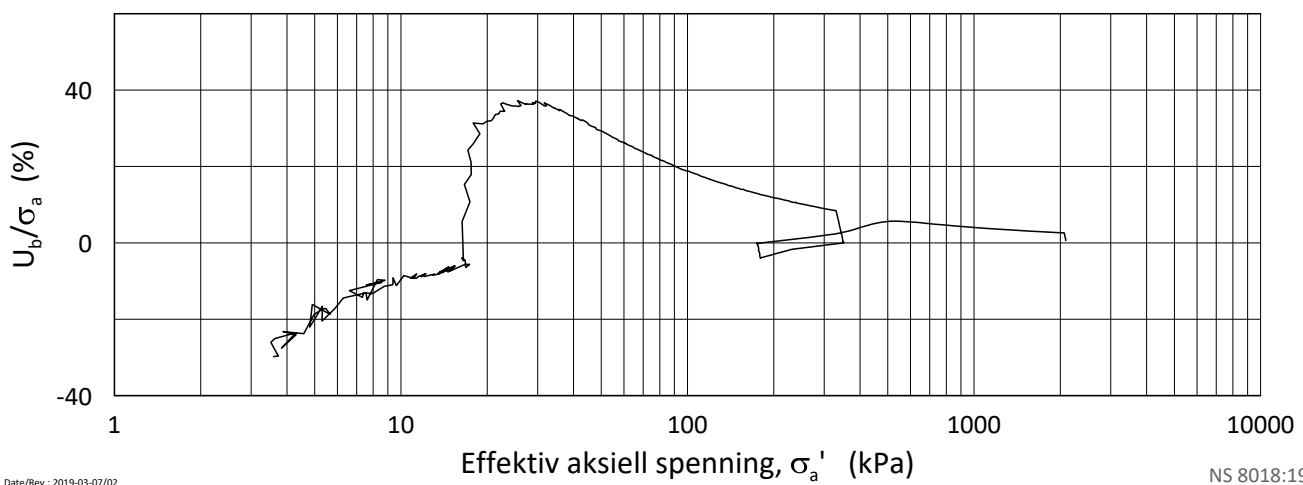
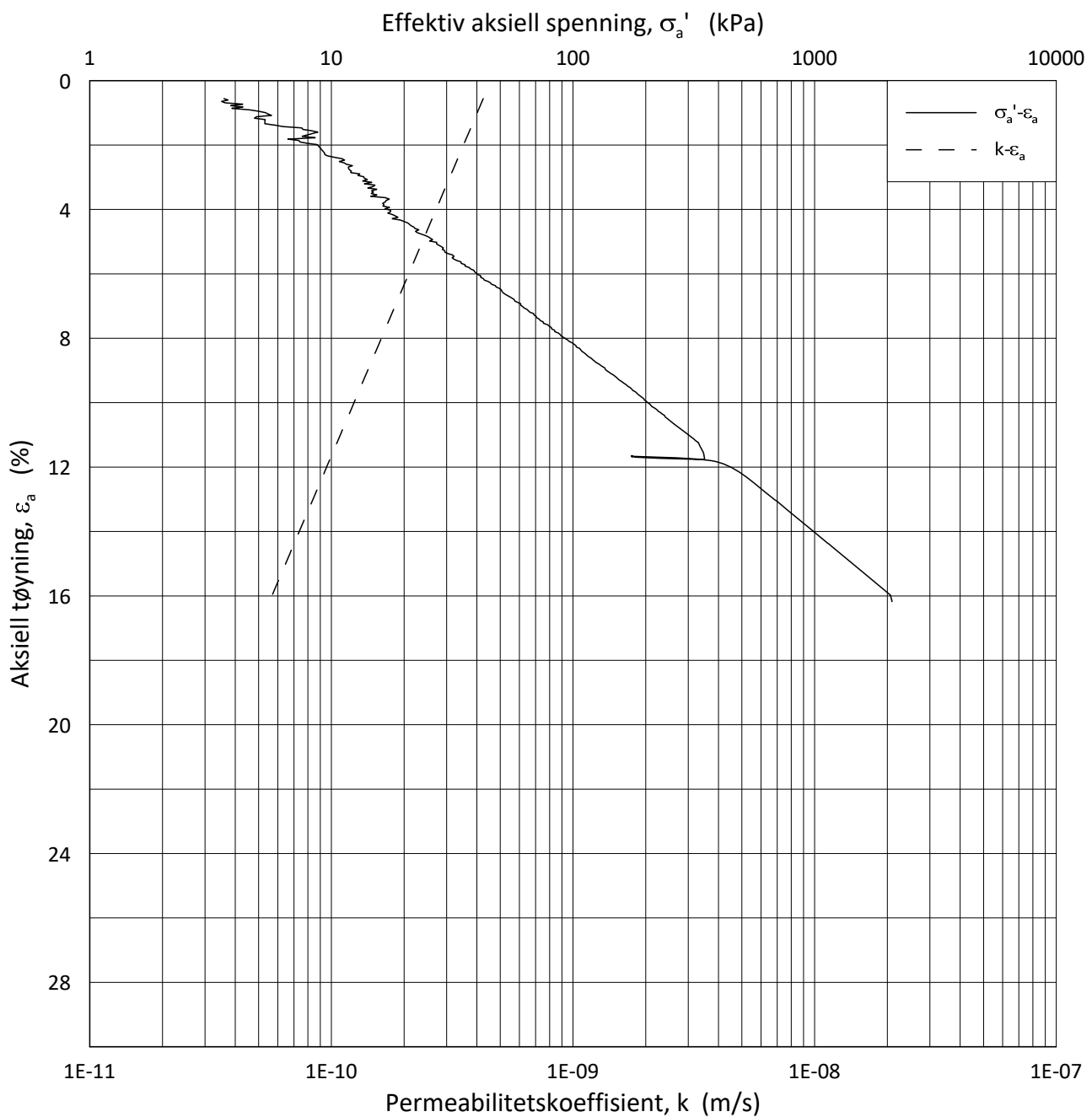
$w_i$  = **21.7** %

Lab.: **NGI Oslo**

$\gamma_i$  = **21.1** kN/m<sup>3</sup>




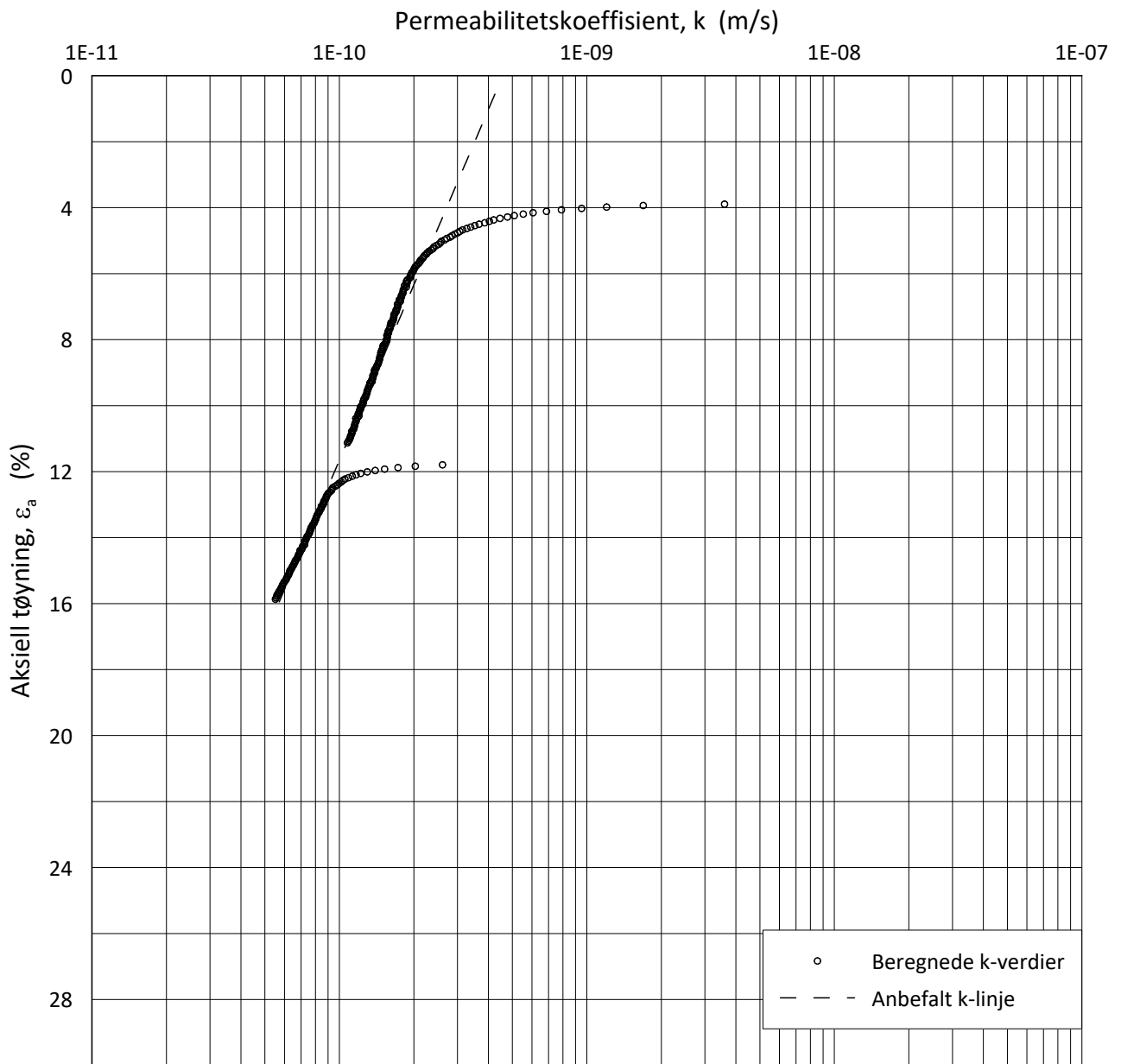
H:\LABDATA\2019\20190539\AdvancedTest\01\_Oed\01\_CRS\01\_InProgress\20190539\_05-005\_1-A-2\_LOG.grf



Date/Rev.: 2019-03-07/02

NS 8018:1993

<b>IC SMS</b>		Dokument nr. 20190539-32-R	
Ødometer test: <b>CRS</b>		Figur nr. F3	
Borhull: <b>05-005</b>		Dato 2020-08-18	Tegnet av EvS
Sylinder: <b>1</b>	Dybde = <b>6.39</b> m		
Del: <b>A</b>	$p_o'$ = <b>98.0</b> kPa		
Test: <b>2</b>	$w_i$ = <b>21.7</b> %		
Lab.: <b>NGI Oslo</b>	$\gamma_i$ = <b>21.1</b> kN/m <sup>3</sup>		



Date/Rev.: 2019-03-07/02

NS 8018:1993

**IC SMS**

Dokument nr.  
20190539-32-R

Ødometer test: **CRS**

Borhull: **05-005**

Figur nr.  
F4

Sylinder: **1**

Dybde = **6.39** m

Dato  
2020-08-18

Tegnet av  
EvS

Del: **A**

$p_o'$  = **98.0** kPa

Test: **2**

$w_i$  = **21.7** %

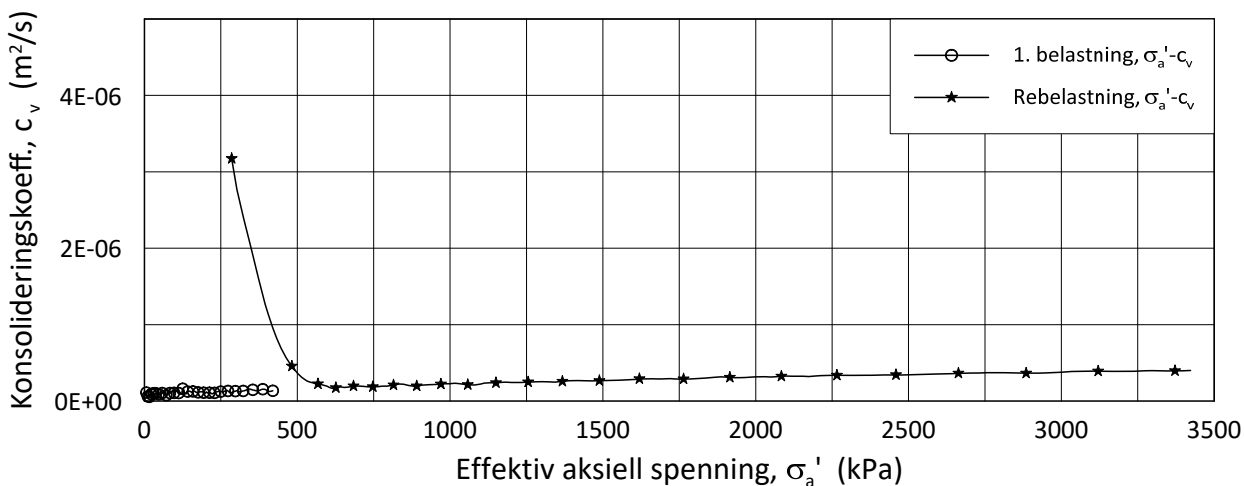
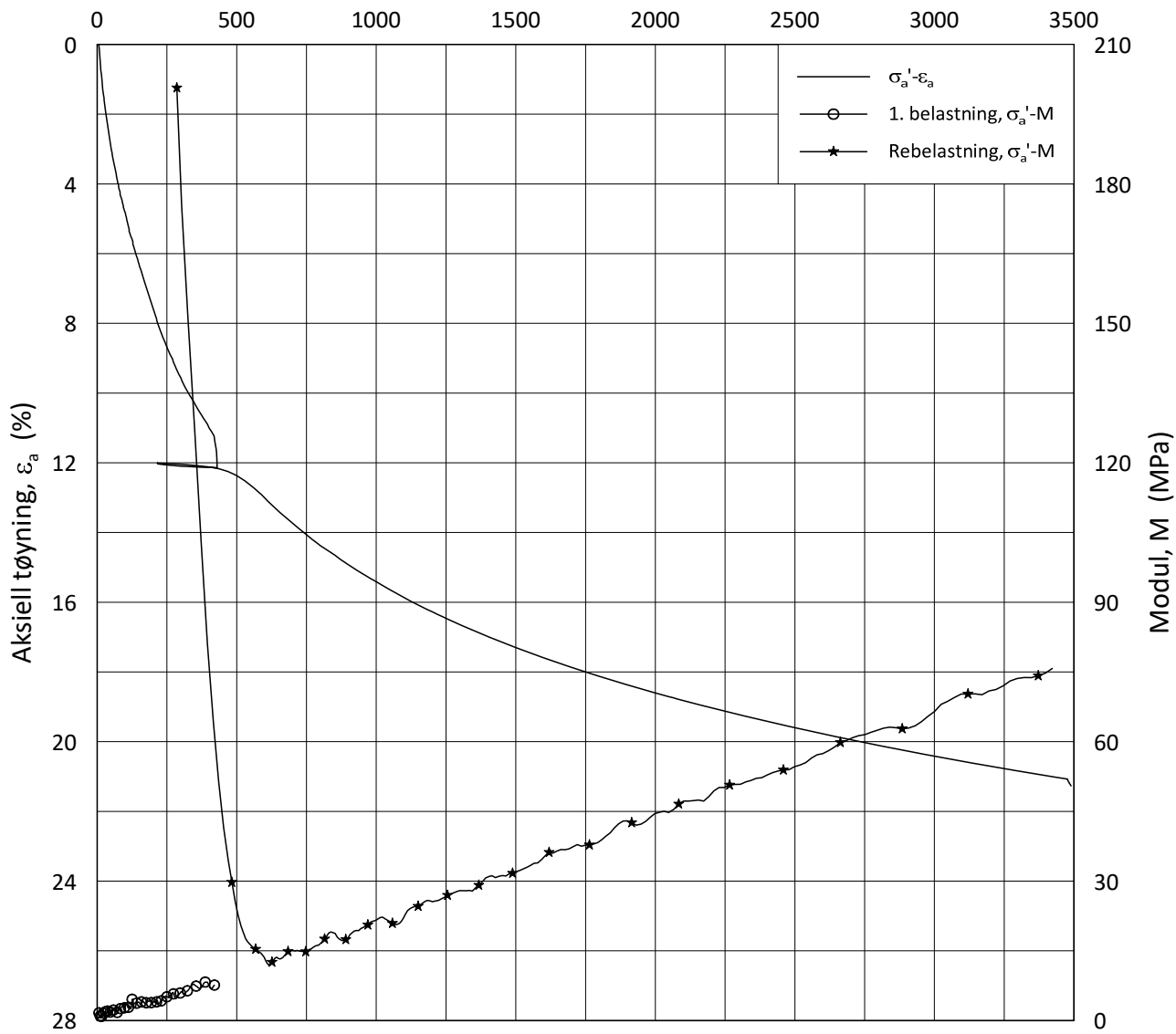
Lab.: **NGI Oslo**

$\gamma_i$  = **21.1** kN/m<sup>3</sup>



H:\LABDATA\2019\20190539\AdvancedTest\01\_Oed\01\_CRS\01\_InProgress\20190539\_05-005\_1-A-2\_LOGPerm.grf

Effektiv aksjell spenning,  $\sigma_a'$  (kPa)



Date/Rev.: 2019-03-07/02

NS 8018:1993

IC SMS

Dokument nr.  
20190539-32-R

Oedometer test: **CRS**

Borhull: **05-005**

Figur nr.  
F5

Sylinder: **2**

Dybde = **12.30** m

Dato  
2020-08-18

Tegnet av  
EvS

Del: **A**

$p_o'$  = **152.0** kPa

Test: **2**

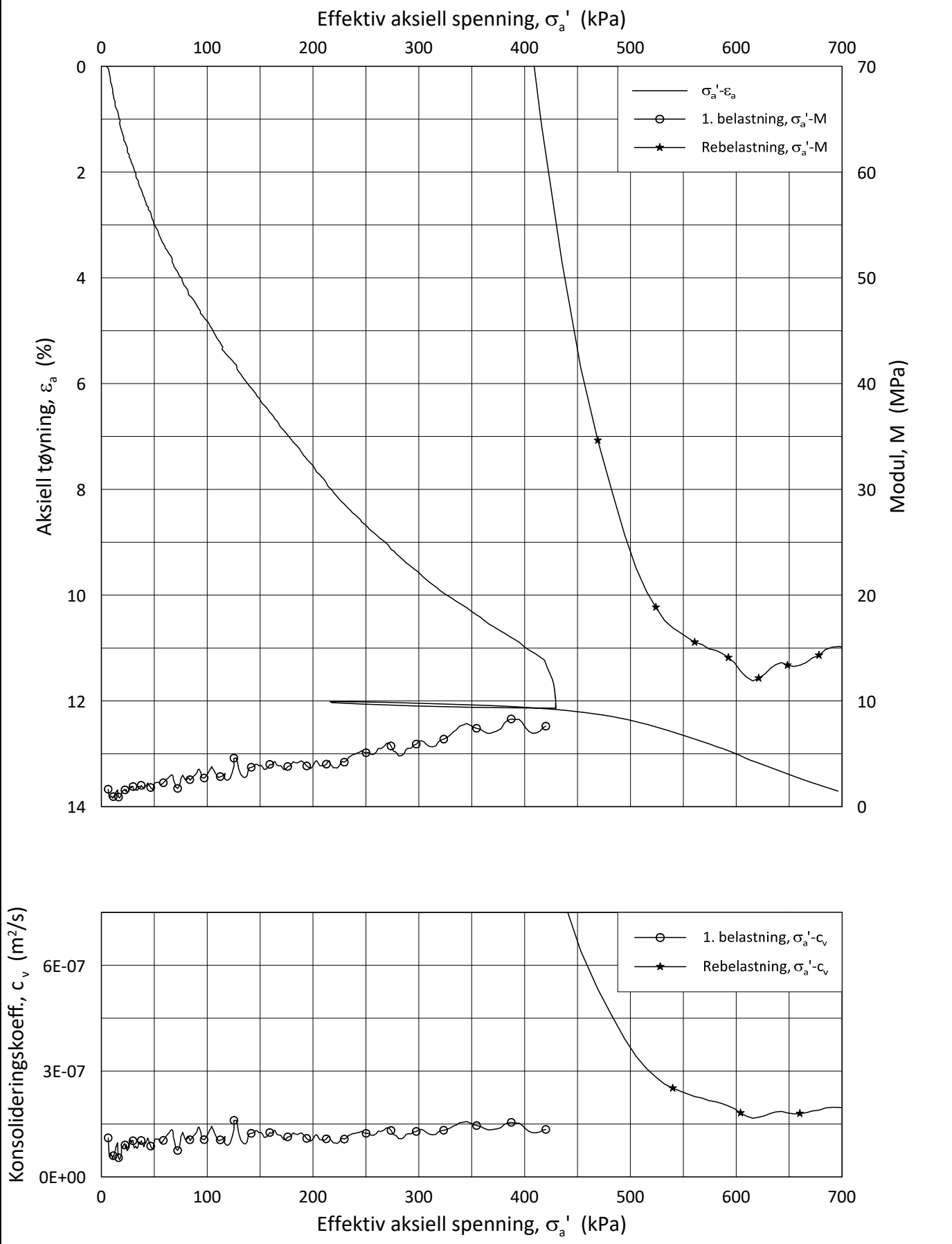
$w_i$  = **27.9** %

Lab.: **NGI Oslo**

$\gamma_i$  = **19.5** kN/m<sup>3</sup>




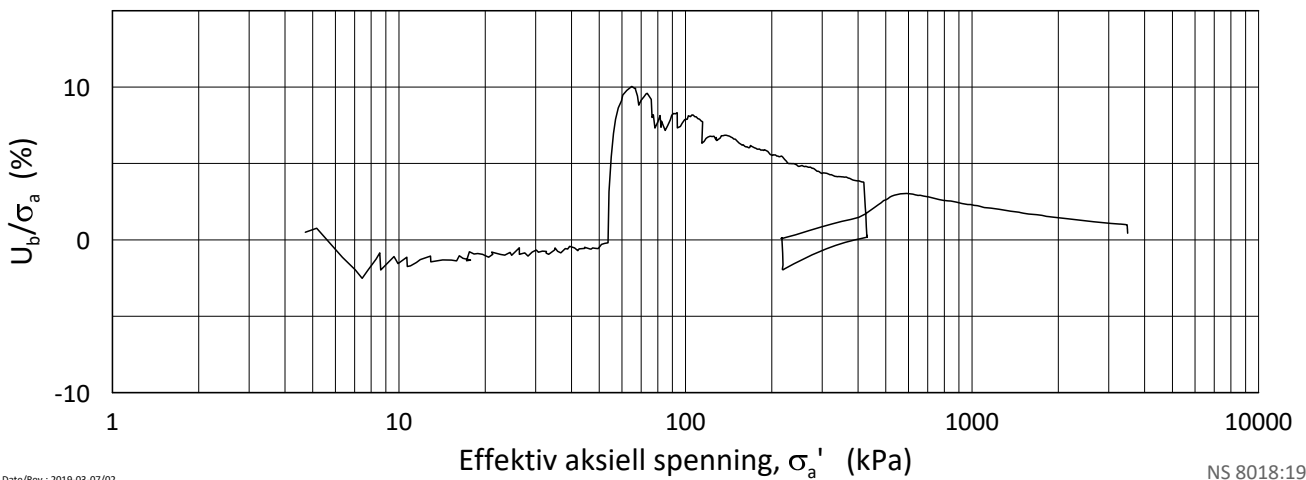
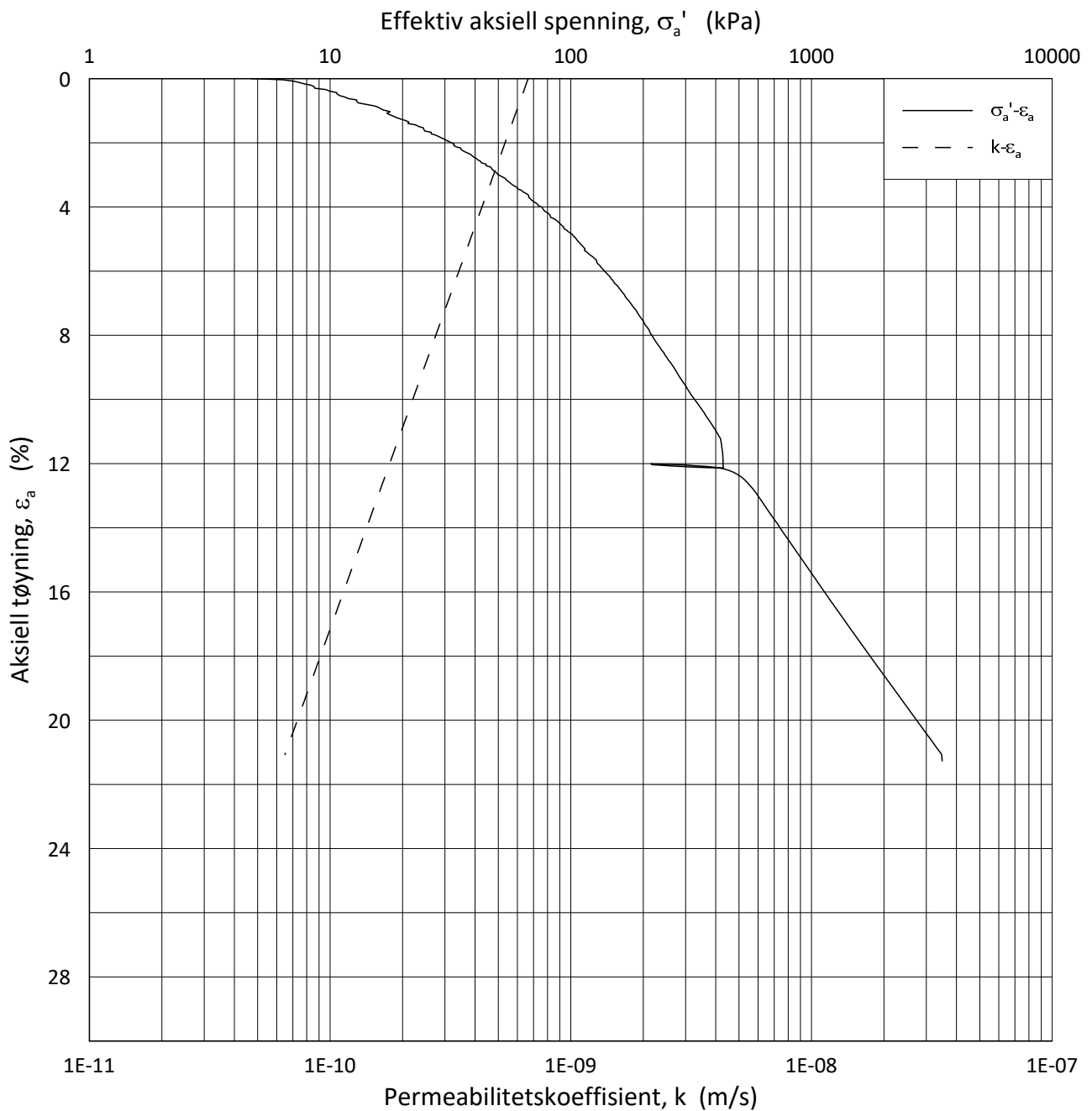
H:\LABDATA\2019\20190539\AdvancedTest\01\_Oed\01\_CRS\01\_InProgress\20190539\_05-005\_2-A-2\_LIN2.grf



Date/Rev.: 2019-03-07/02

NS 8018:1993

<b>IC SMS</b>		Dokument nr. 20190539-32-R	
Oedometer test: <b>CRS</b>		Figur nr. F6	
Borhull: <b>05-005</b>		Dato 2020-08-18	Tegnet av EvS
Sylinder: <b>2</b>	Dybde = <b>12.30</b> m		
Del: <b>A</b>	$p_o'$ = <b>152.0</b> kPa		
Test: <b>2</b>	$w_i$ = <b>27.9</b> %		
Lab.: <b>NGI Oslo</b>	$\gamma_i$ = <b>19.5</b> kN/m <sup>3</sup>		



Date/Rev.: 2019-03-07/02

NS 8018:1993

**IC SMS**

Dokument nr.  
20190539-32-R

Ødometer test: **CRS**

Borhull: **05-005**

Figur nr.  
F7

Sylinder: **2**

Dybde = **12.30** m

Dato  
2020-08-18

Tegnet av  
EvS

Del: **A**

$p_o'$  = **152.0** kPa

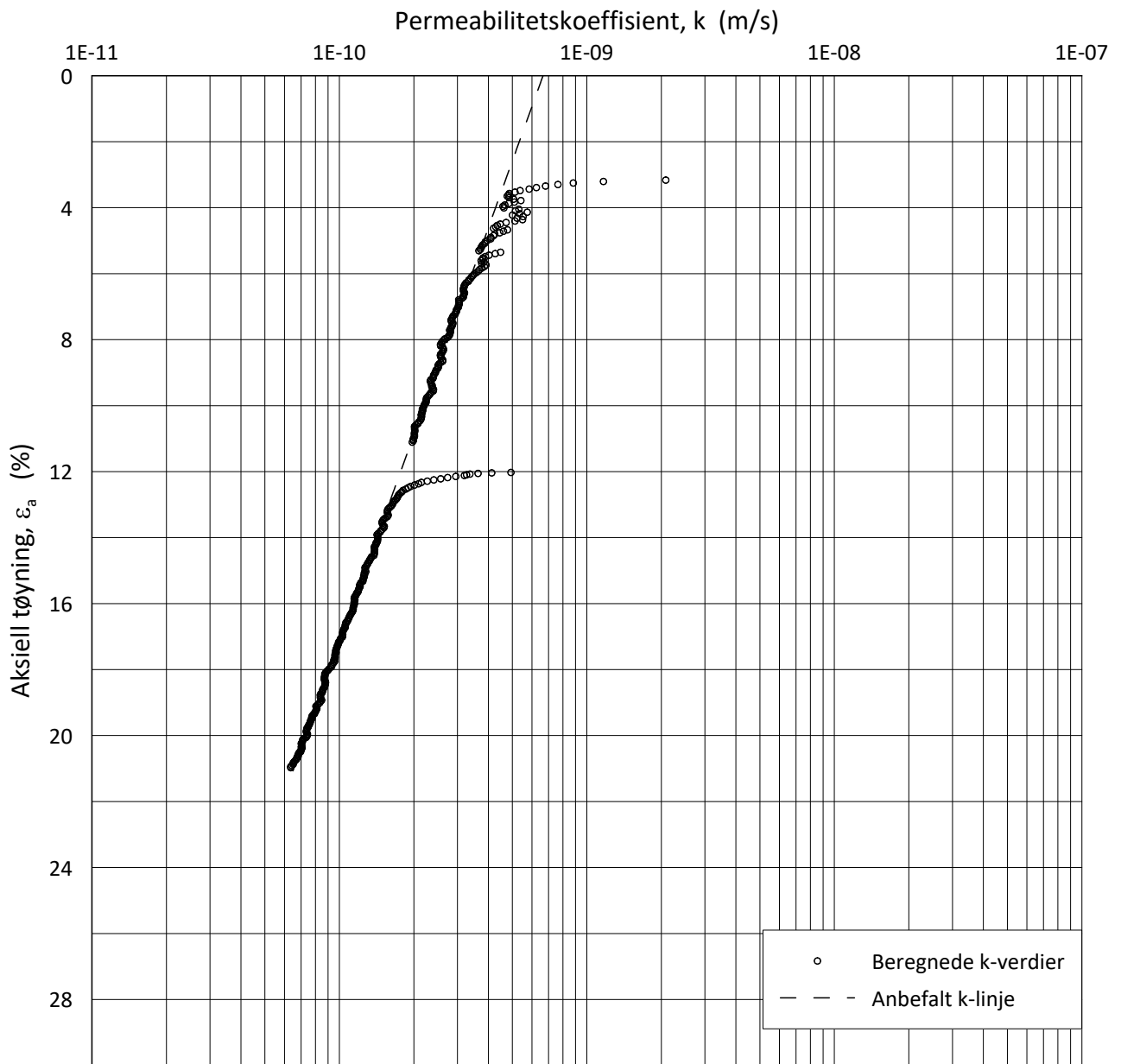
Test: **2**

$w_i$  = **27.9** %

Lab.: **NGI Oslo**

$\gamma_i$  = **19.5** kN/m<sup>3</sup>





Date/Rev.: 2019-03-07/02

NS 8018:1993

**IC SMS**

Dokument nr.  
20190539-32-R

Ødometer test: **CRS**

Borhull: **05-005**

Figur nr.  
F8

Sylinder: **2**

Dybde = **12.30** m

Dato  
2020-08-18

Tegnet av  
EvS

Del: **A**

$\rho_o'$  = **152.0** kPa

Test: **2**

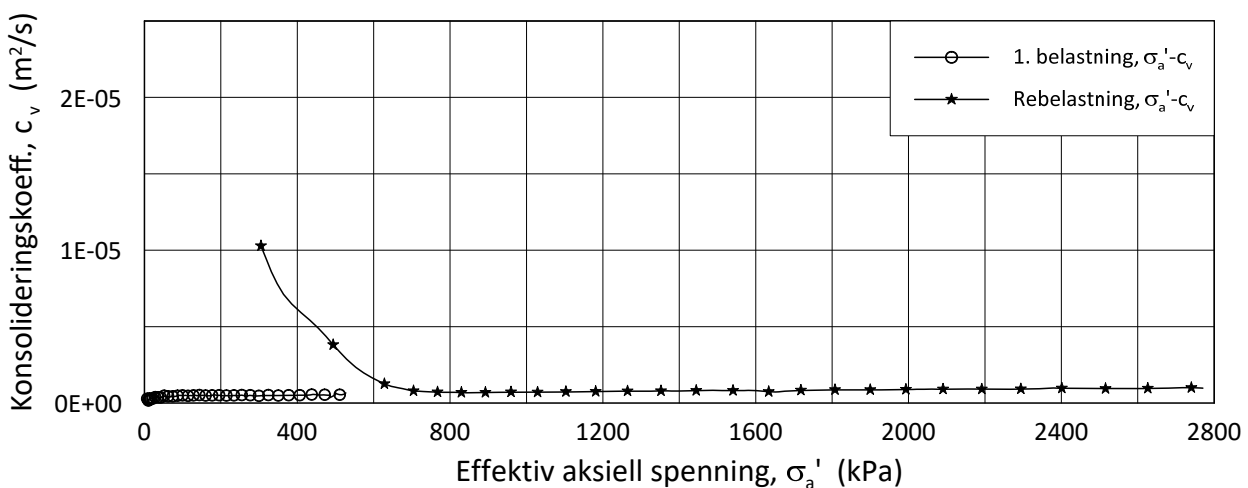
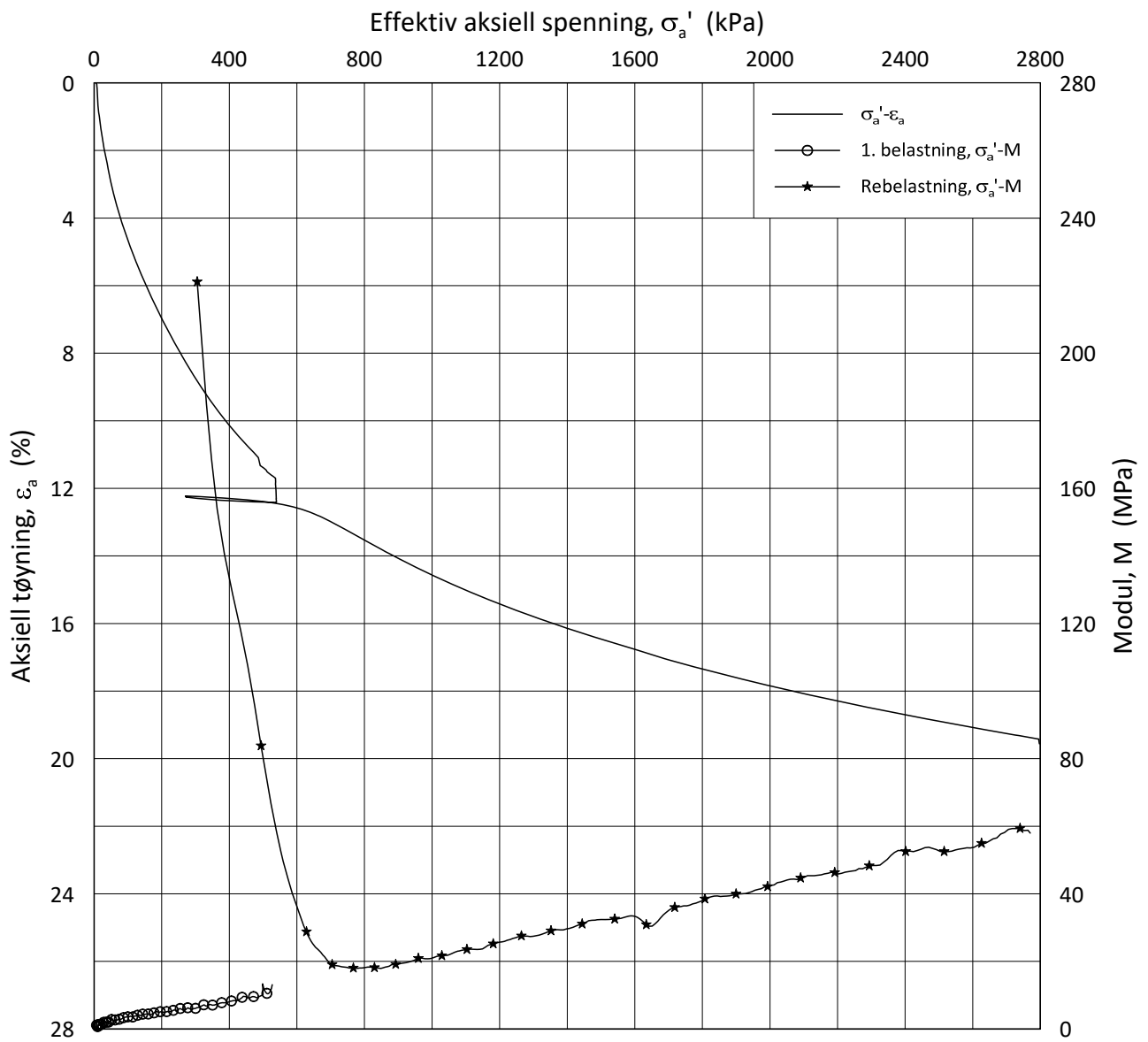
$w_i$  = **27.9** %

Lab.: **NGI Oslo**

$\gamma_i$  = **19.5** kN/m<sup>3</sup>



H:\LABDATA\2019\20190539\AdvancedTest\01\_Oed\01\_CRS\01\_InProgress\20190539\_05-005\_2-A-2\_LOGPerm.grf



Date/Rev.: 2019-03-07/02

NS 8018:1993

**IC SMS**

Dokument nr.  
20190539-32-R

Oedometer test: **CRS**

Borhull: **05-005**

Figur nr.  
F9

Sylinder: **3**

Dybde = **18.52** m

Dato  
2020-08-18

Tegnet av  
EvS

Del: **A**

$p'_0$  = **205.0** kPa

Test: **2**

$w_i$  = **30.0** %

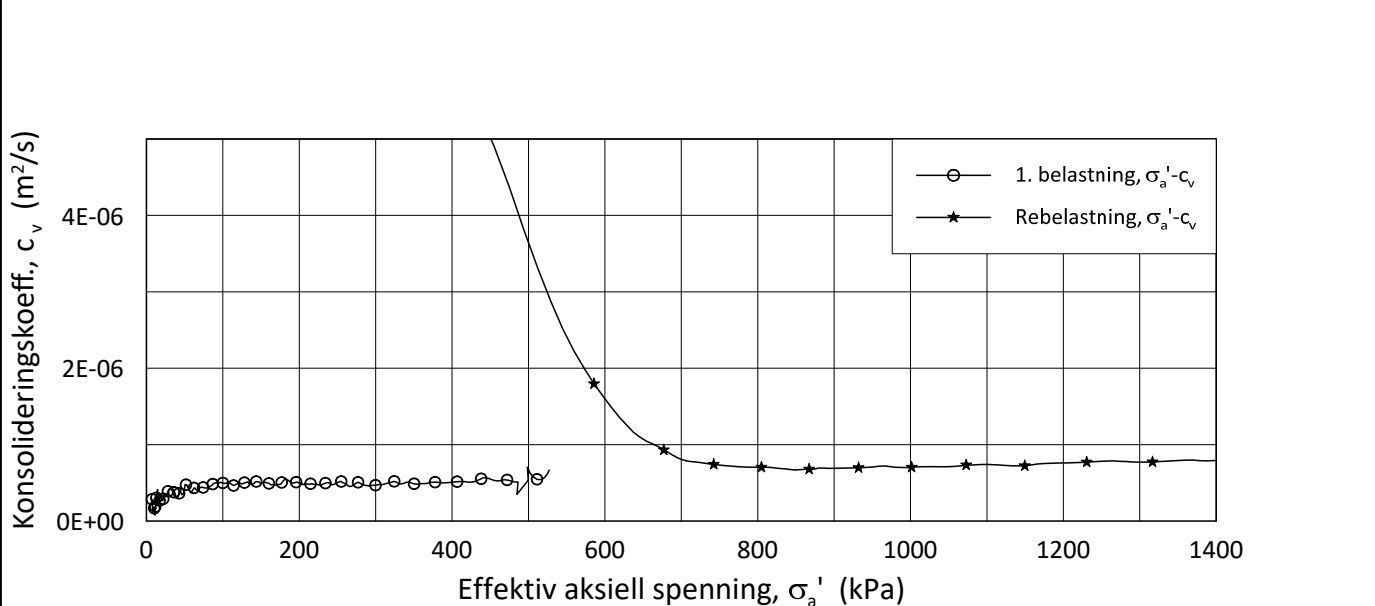
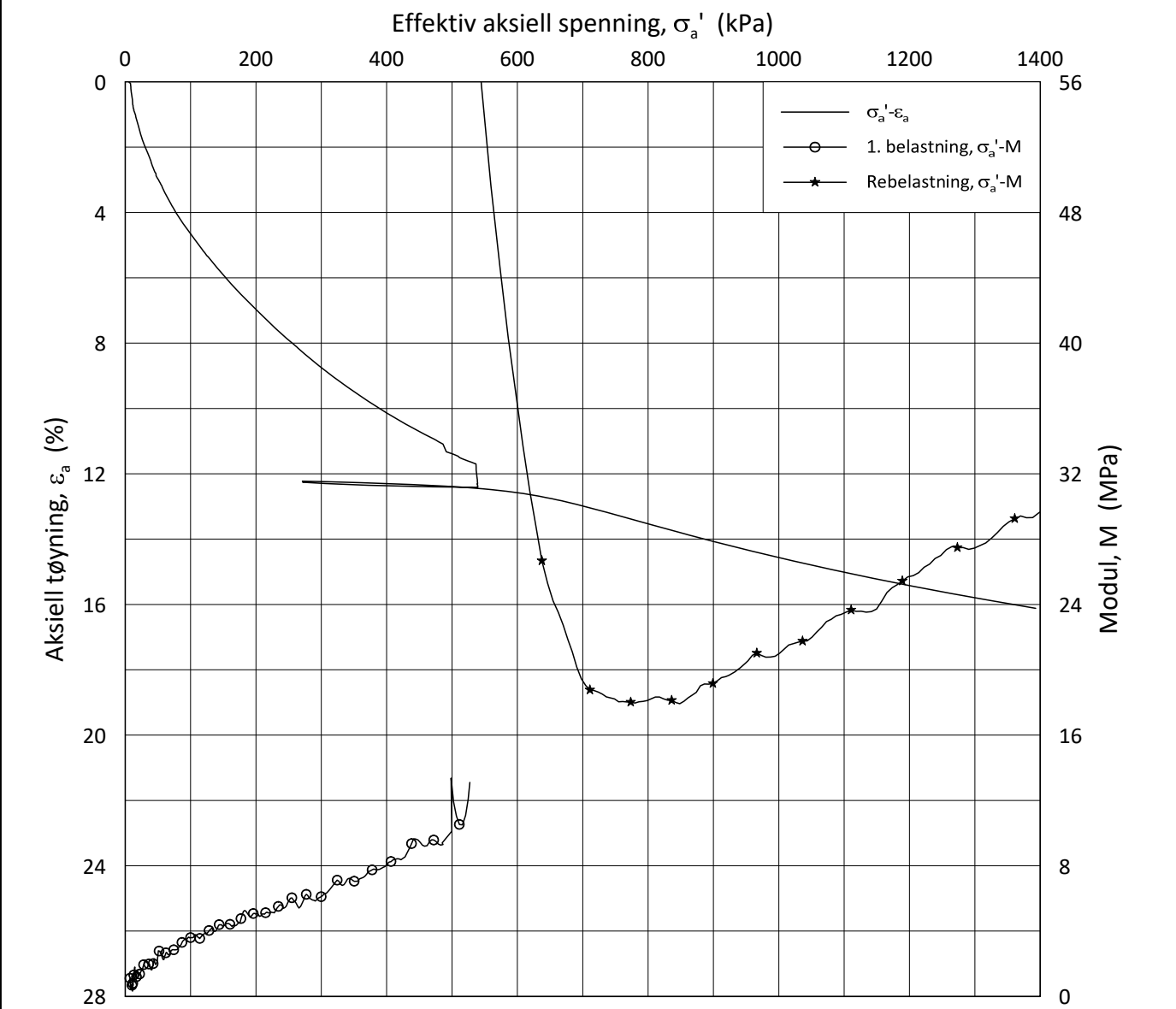
Lab.: **NGI Oslo**

$\gamma_i$  = **19.3** kN/m<sup>3</sup>






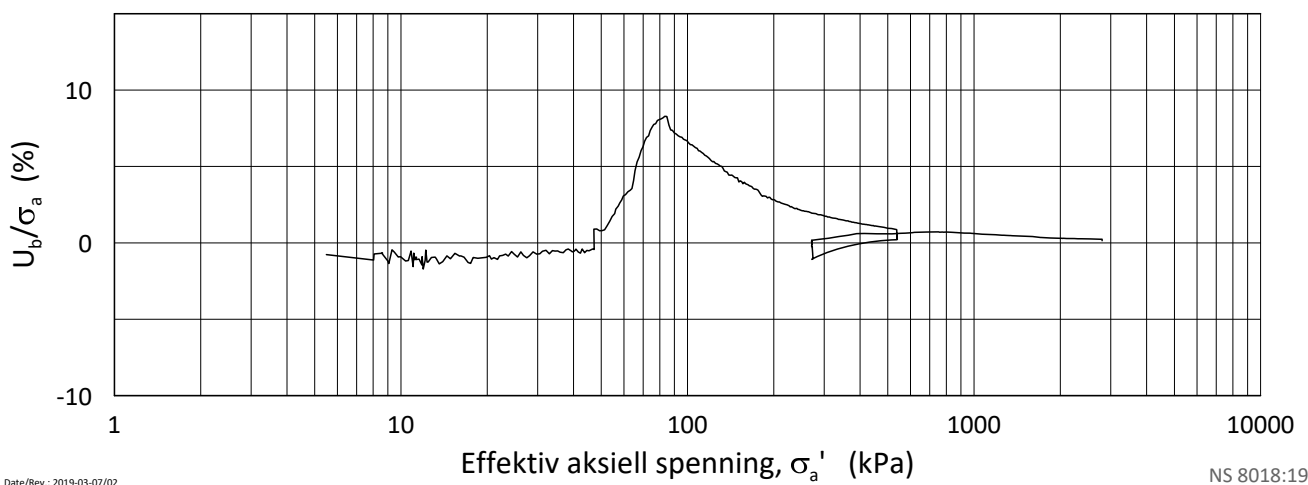
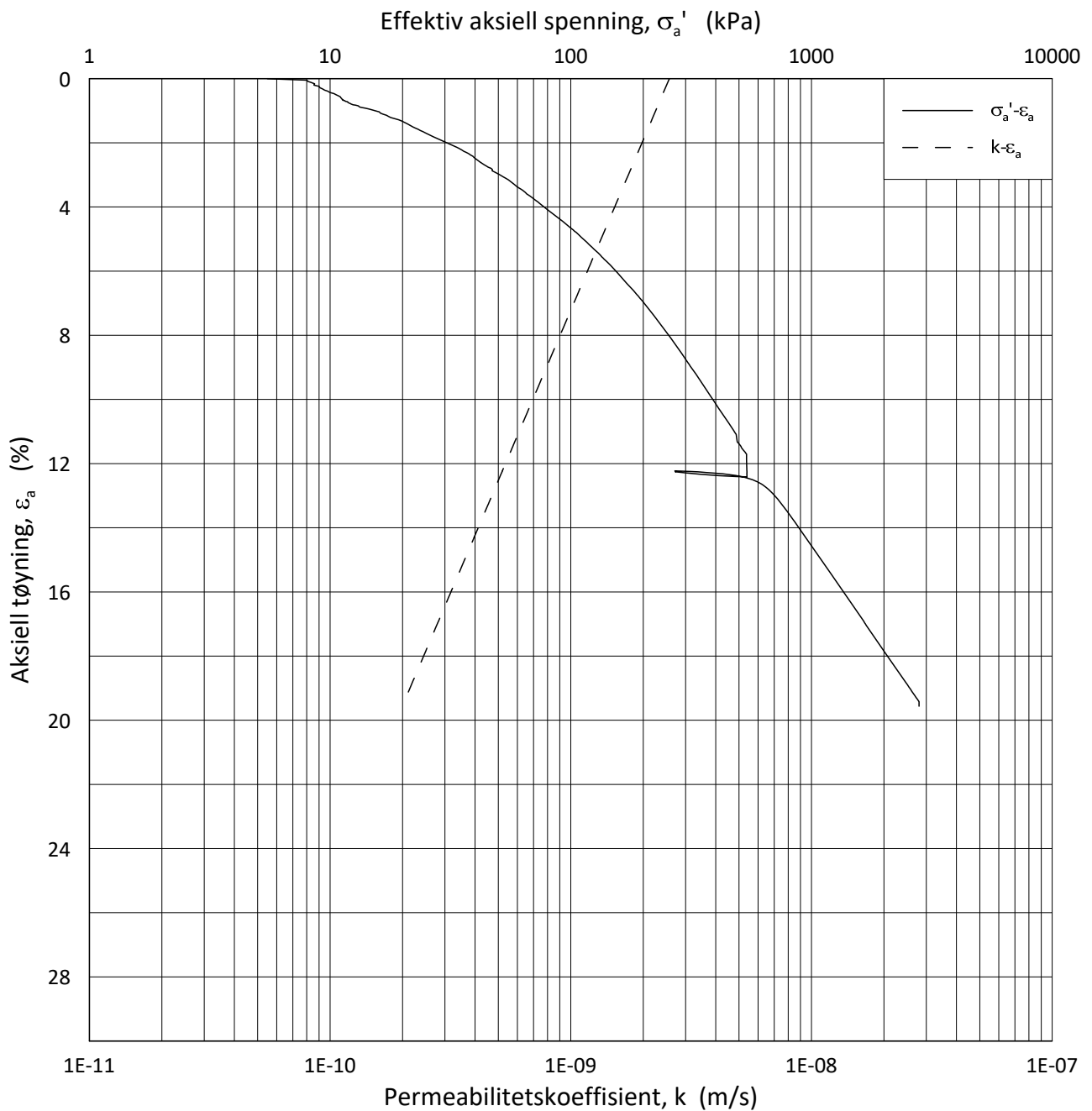
H:\LABDATA\2019\20190539\AdvancedTest\01\_Oed\01\_CRS\01\_InProgress\20190539\_05-005\_3-A-2\_LIN2.grf



Date/Rev.: 2019-03-07/02

NS 8018:1993

<b>IC SMS</b>		Dokument nr. 20190539-32-R	
Oedometer test: <b>CRS</b>		Figur nr. F10	
Borhull: <b>05-005</b>		Dato 2020-08-18	Tegnet av EvS
Sylinder: <b>3</b>	Dybde = <b>18.52</b> m		
Del: <b>A</b>	$\rho_0'$ = <b>205.0</b> kPa		
Test: <b>2</b>	$w_i$ = <b>30.0</b> %		
Lab.: <b>NGI Oslo</b>	$\gamma_i$ = <b>19.3</b> kN/m <sup>3</sup>		



Date/Rev.: 2019-03-07/02

NS 8018:1993

**IC SMS**

Dokument nr.  
20190539-32-R

Ødometer test: **CRS**

Borhull: **05-005**

Figur nr.  
F11

Sylinder: **3**

Dybde = **18.52** m

Dato  
2020-08-18

Tegnet av  
EvS

Del: **A**

$p_o'$  = **205.0** kPa

Test: **2**

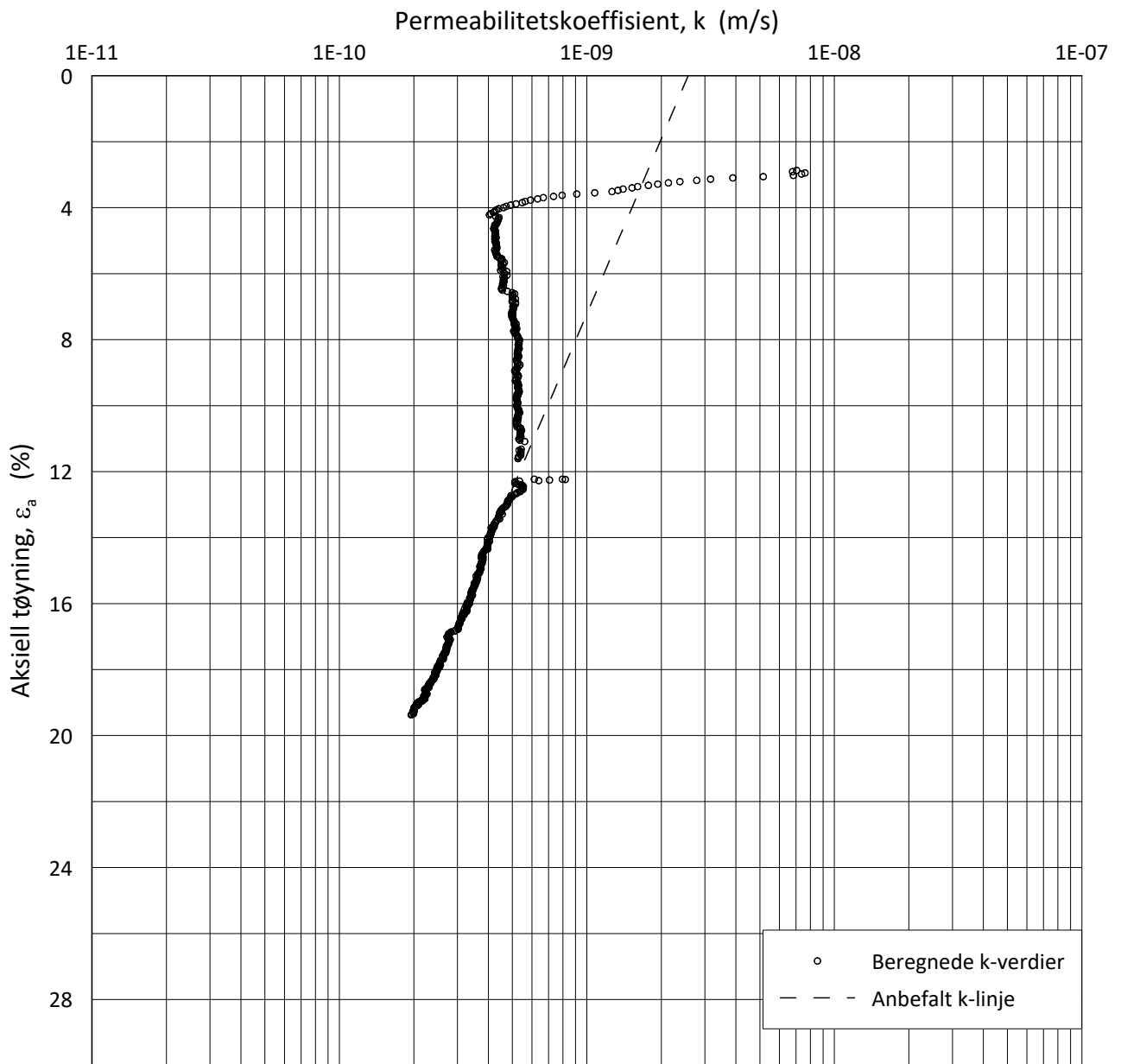
$w_i$  = **30.0** %

Lab.: **NGI Oslo**

$\gamma_i$  = **19.3** kN/m<sup>3</sup>



H:\LABDATA\2019\20190539\AdvancedTest\01\_Oed\01\_CRS\01\_InProgress\20190539\_05-005\_3-A-2\_LOG.grf



Date/Rev.: 2019-03-07/02

NS 8018:1993

**IC SMS**

Dokument nr.  
20190539-32-R

Ødometer test: **CRS**

Borhull: **05-005**

Figur nr.  
F12

Sylinder: **3**

Dybde = **18.52** m

Dato  
2020-08-18

Tegnet av  
EvS

Del: **A**

$\rho_o'$  = **205.0** kPa

Test: **2**

$w_i$  = **30.0** %

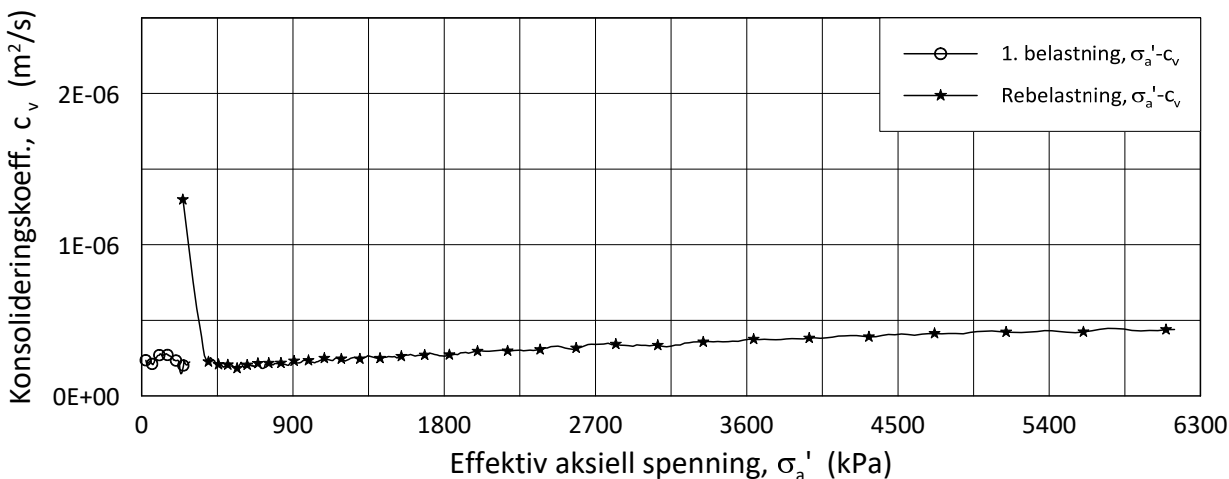
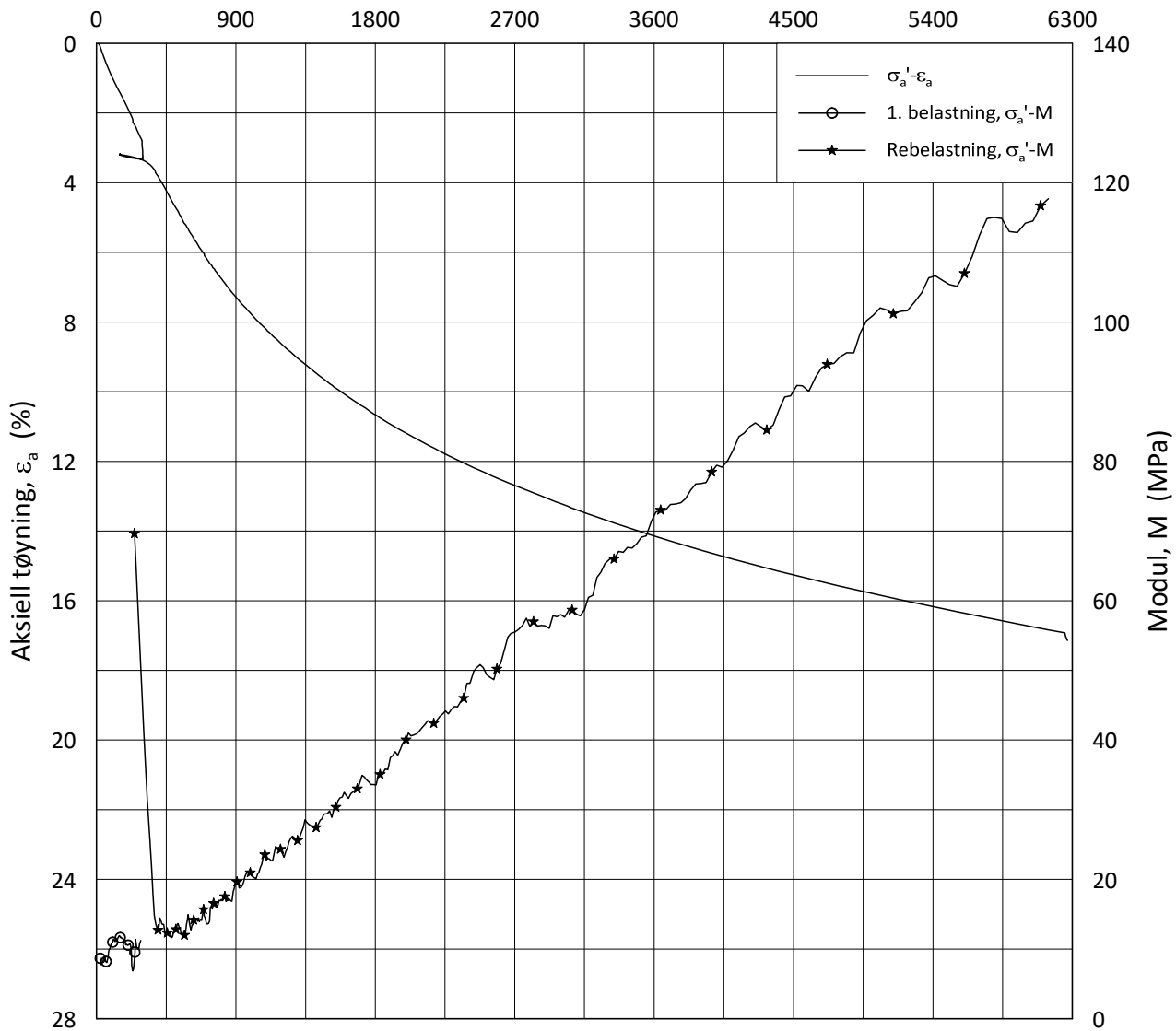
Lab.: **NGI Oslo**

$\gamma_i$  = **19.3** kN/m<sup>3</sup>



H:\LABDATA\2019\20190539\AdvancedTest\01\_Oed\01\_CRS\01\_InProgress\20190539\_05-005\_3-A-2\_LOGPerm.grf

Effektiv aksjell spenning,  $\sigma_a'$  (kPa)



Date/Rev.: 2019-03-07/02

NS 8018:1993

IC SMS

Dokument nr.  
20190539-32-R

Oedometer test: **CRS**

Borhull: **05-006**

Figur nr.  
F13

Sylinder: **1**

Dybde = **5.30** m

Dato

2020-08-17

Tegnet av

FP

Del: **A**

$p_0'$  = **94.0** kPa

Test: **2**

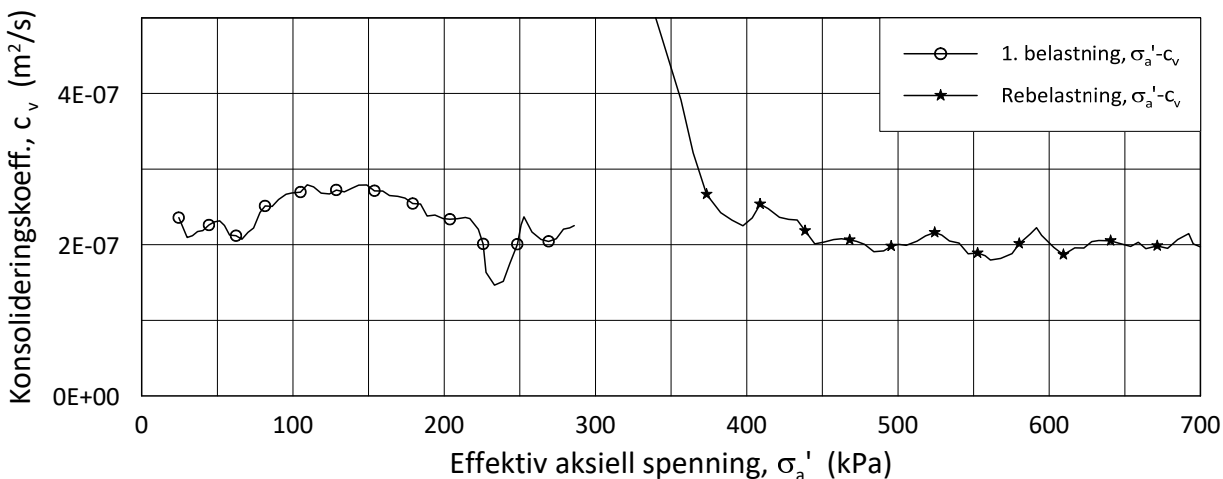
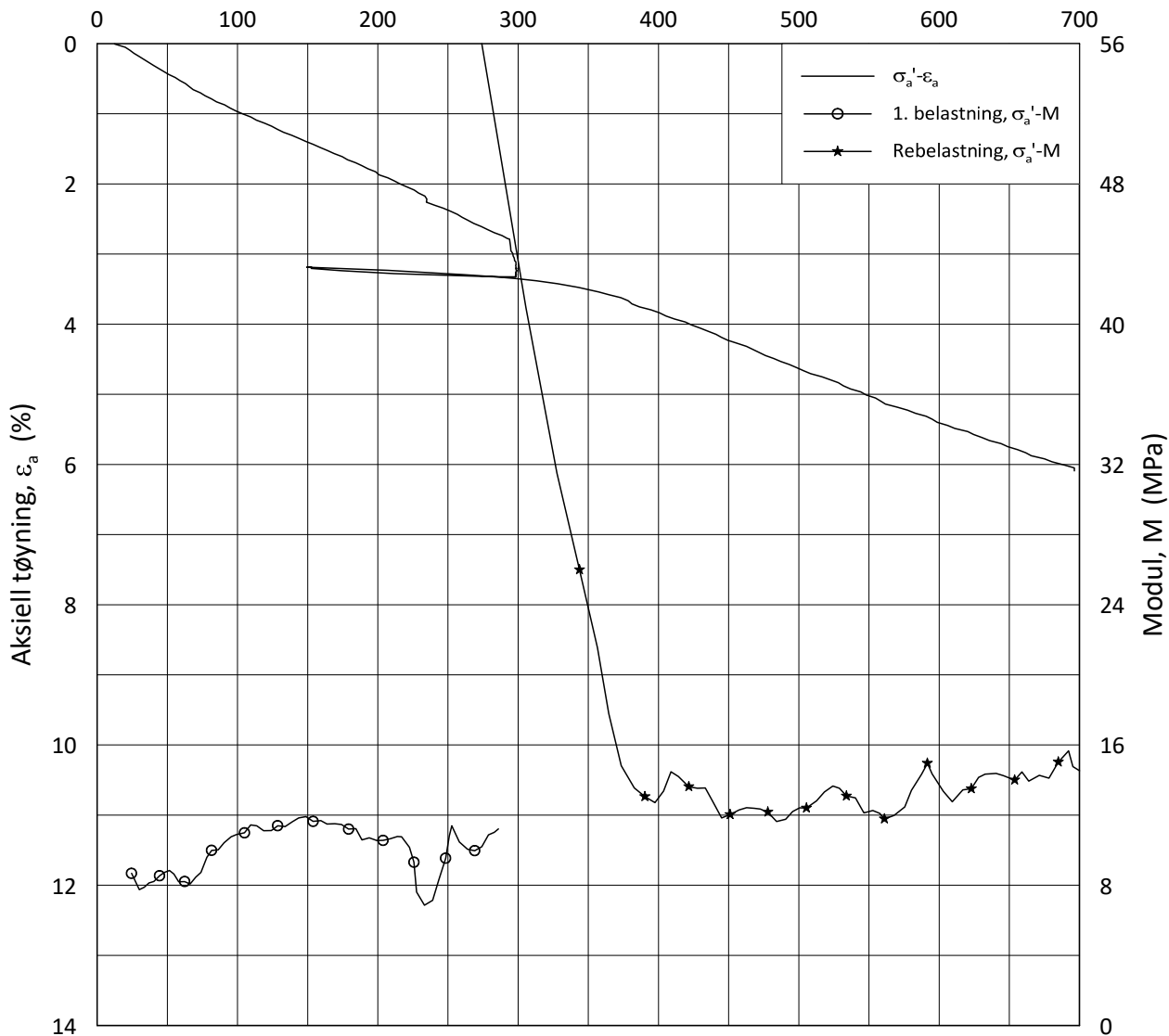
$w_i$  = **22.5** %

Lab.: **NGI Oslo**

$\gamma_i$  = **20.6** kN/m<sup>3</sup>



Effektiv aksjell spenning,  $\sigma_a'$  (kPa)



Date/Rev.: 2019-03-07/02

NS 8018:1993

IC SMS

Dokument nr.  
20190539-32-R

Oedometer test: **CRS**

Borhull: **05-006**

Figur nr.  
F14

Sylinder: **1**

Dybde = **5.30** m

Dato  
2020-08-17

Tegnet av  
FP

Del: **A**

$p_0'$  = **94.0** kPa

Test: **2**

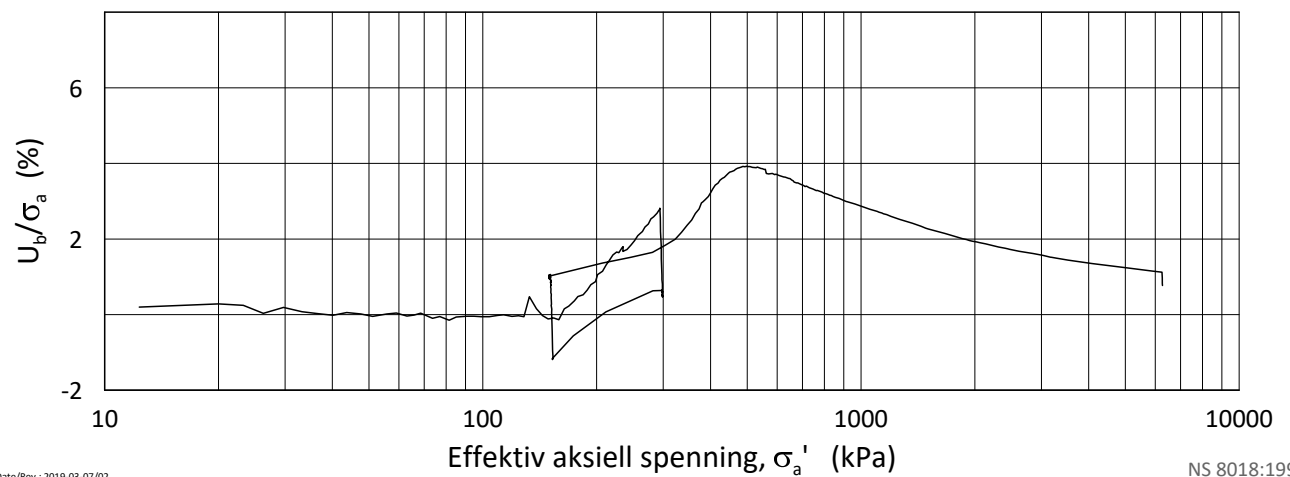
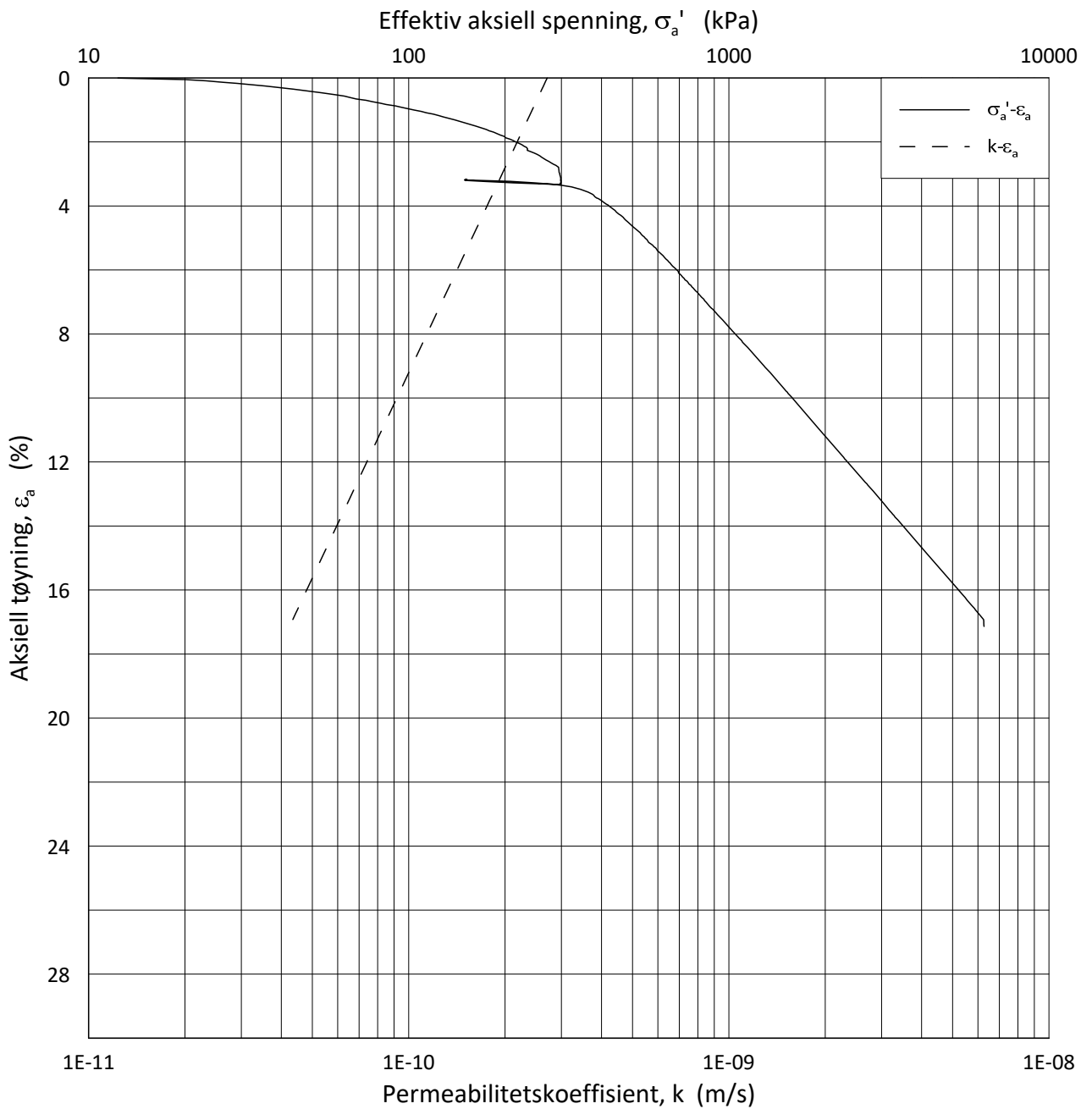
$w_i$  = **22.5** %

Lab.: **NGI Oslo**

$\gamma_i$  = **20.6** kN/m<sup>3</sup>



H:\LABDATA\2019\20190539\AdvancedTest\01\_Oed\01\_CRS\01\_InProgress\20190539\_05-006\_1-A-2\_LIN2.grf



Date/Rev.: 2019-03-07/02

NS 8018:1993

**IC SMS**

Dokument nr.  
20190539-32-R

Ødometer test: **CRS**

Borhull: **05-006**

Figur nr.  
F15

Sylinder: **1**

Dybde = **5.30** m

Dato  
2020-08-17

Tegnet av  
FP

Del: **A**

$p'_0$  = **94.0** kPa

Test: **2**

$w_i$  = **22.5** %

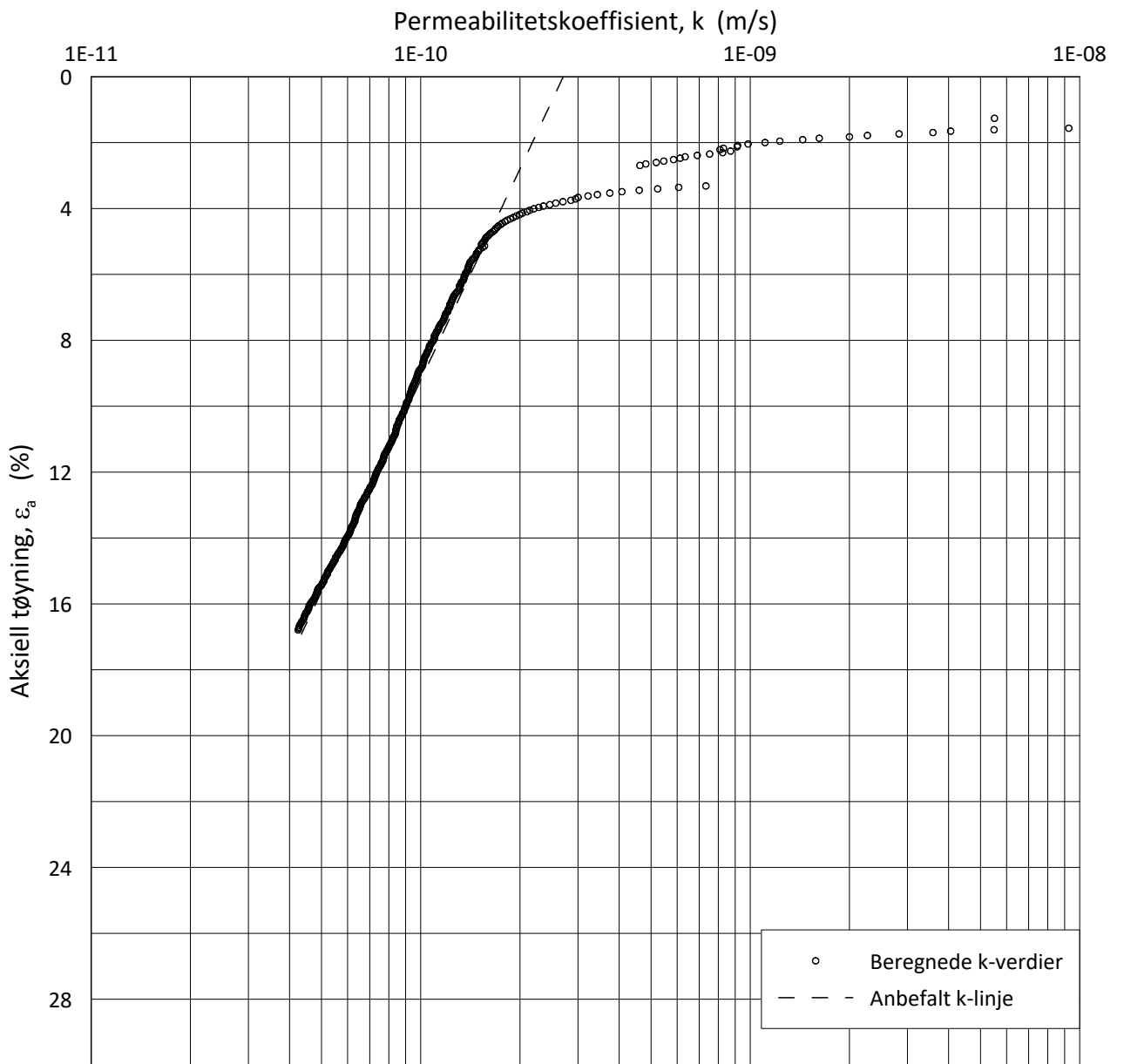
Lab.: **NGI Oslo**

$\gamma_i$  = **20.6** kN/m<sup>3</sup>



H:\LABDATA\2019\20190539\AdvancedTest\01\_Oed\01\_CRS\01\_InProgress\20190539\_05-006\_1-A-2.LOG.gif

H:\LABDATA\2019\20190539\AdvancedTest\01\_Oed\01\_CRS\01\_InProgress\20190539\_05-006\_1-A-2\_LOGPerm.grf



Date/Rev.: 2019-03-07/02

NS 8018:1993

**IC SMS**

Dokument nr.  
20190539-32-R

Ødometer test: **CRS**

Borhull: **05-006**

Figur nr.  
F16

Sylinder: **1**

Dybde = **5.30** m

Dato  
2020-08-17

Tegnet av  
FP

Del: **A**

$p_0'$  = **94.0** kPa

Test: **2**

$w_i$  = **22.5** %

Lab.: **NGI Oslo**

$\gamma_i$  = **20.6** kN/m<sup>3</sup>

