

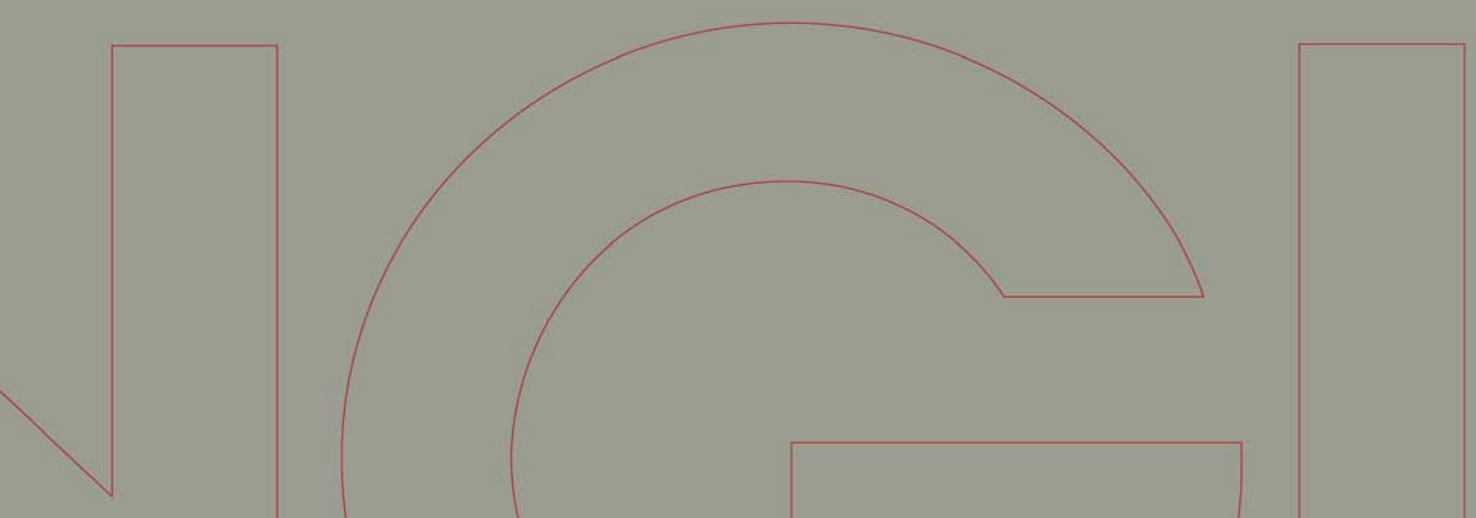


# Rapport / Report

## E6 Oslovegen, Trondheim

Kvikkleiresone Cecilienborg  
Grunnundersøkelser – datarapport

20081260-4  
03. juni 2008



Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentsiteten av dette dokumentet garanteres. Adressaten bør vurdere dette før bruk av dokumentet.

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemand uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGI.

Neither the confidentiality nor the integrity of this document can be guaranteed following electronic transmission. The addressee should consider this before using this document.

This document shall not be used in parts, or for other purposes than the document was prepared for. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the owner's consent. No changes to the document shall be made without consent from NGI.



## Prosjekt

Prosjekt: E6 Oslovegen, Trondheim  
Rapportnummer: 20081260-4  
Rapporttittel: Kvikkleiresone Cecilienborg  
Grunnundersøkelser - datarapport  
Dato: 03. juni 2008

Hovedkontor:  
Pb. 3930 Ullevål Stadion  
0806 Oslo

Avd Trondheim:  
Pb. 1230 Pirsenteret  
7462 Trondheim

T 22 02 30 00  
F 22 23 04 48

Kontonr 5096 05 01281  
Org. nr 958 254 318 MVA

[ngi@ngi.no](mailto:ngi@ngi.no)  
[www.ngi.no](http://www.ngi.no)

## Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: Skanska Norge AS  
Oppdragsgivers  
kontaktperson: Bjørn Haavardsholm  
Kontraktreferanse:

## For NGI

Prosjektleder: Eystein Enlid  
Rapport utarbeidet av: Ragnar Moholdt

## Sammendrag

Rapporten er en ren datarapport som presenterer resultater fra utførte grunnundersøkelser. Grunnundersøkelsene er utført like sør for påhugget for Marienborgtunnelen. I dette området er det tidligere påvist kvikkleire og det er planlagt en ca. 12 meter høy støyvoll i forbindelse med utbygging av Nordre avlastningsveg.

Hensikten med grunnundersøkelsen er å kartlegge jordarter, lagdeling og forekomst av kvikkleire i området hvor det er planlagt støyvoll. Videre skal det fremskaffes jordparametere for stabilitetsberegning.

Det er i denne omgang boret i fire borpunkter. Dreietrykkssondering er utført ved samtlige borpunkter. Ved to av borpunktene er det tilsammen utført 2 stk. CPTU – sonderinger og installert 3 stk. hydrauliske piezometere. Ved ett borpunkt er der tatt 4 stk. prøver. I NGIs laboratorium i Oslo er det utført rutineundersøkelser, kornfordelingsanalyse, ødometerforsøk og treaksialforsøk.

BS EN ISO 9001  
Sertifisert av BSI  
Reg. No. FS 32989

# Innhold



Rapport nr.: 20081260-4  
Dato: 2008-06-03  
Rev. dato:  
Side: 4 / Rev.: 0

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Geometri</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Feltundersøkelser</b>	<b>5</b>
	3.1 Generelt	5
	3.2 Sonderinger	6
	3.3 Feltnmålinger	6
	3.4 Prøvetaking	7
<b>4</b>	<b>Laboratorieundersøkelser</b>	<b>7</b>
	4.1 Generelt	7
	4.2 Klassifiseringsforsøk	7
	4.3 Kornfordelingsanalyse	8
	4.4 Ødometerforsøk – CRSC	8
<b>5</b>	<b>Grunnforhold</b>	<b>8</b>
	5.1 Topografi	8
	5.2 Geologi	9
	5.3 Løsmassene	9
<b>6</b>	<b>Jordartsparametre</b>	<b>9</b>
	6.1 Indeksparametre	9
<b>7</b>	<b>Referanser</b>	<b>9</b>

## Standard bilag

Bilag 1 ..... Tegnforklaring plan- og profiltegninger

## Figurer

Figur 1 ..... Oversiktskart, M = 1 : 50 000  
Figur 2 ..... Situasjonsplan, M = 1 : 500  
Figur 3 ..... Profil A, M = 1 : 200

## Vedlegg

Vedlegg A ..... Dreietrykksonderinger  
Vedlegg B ..... CPTU-sonderinger  
Vedlegg C ..... Poretrykksmålere  
Vedlegg D ..... Laboratorieundersøkelser  
Vedlegg E ..... Ødometerforsøk  
Vedlegg F ..... Treaksialforsøk

## Kontroll- og referanseside

## 1 Innledning

I forbindelse med bygging av Nordre avlastningsveg er det planlagt en ca. 12 meter høy støyvoll innenfor den tidligere kartlagte kvikkleirefaresonen ”187 Cecilienborg”. Det er utført grunnundersøkelser for å vurdere stabiliteten av støyvollen i retning av NSB sin verkstedsbygning.

Prosjektet utføres som en totalentreprise mellom Skanska Norge AS og Statens vegvesen. NGI er engasjert som geoteknisk rådgiver (RIG). Vår oppdragsgiver for grunnundersøkelser er Skanska Norge AS.

Hensikten med grunnundersøkelsen er å kartlegge jordarter, lagdeling og kvikkleireforekomst mellom støyvollen og verkstedsbygningen. Videre skal det fremskaffes jordparametere for stabilitetsberegning.

## 2 Geometri

For opptegning av situasjonsplan og profil har vi lastet ned geometri grunnlag fra prosjektets web-hotell:

- ...\\Firmaområde\Aas-Jakobsen-ViaNova\Geometritegning\T\_Geom\_Dagsone.dwg, endret 23.05.2008
- ...\\Firmaområde\AsplanViak\Tegning\T\_LAND\_Koter\_til Dmodell\_080602.dwg, endret 02.06.08

Tegninger lastet ned fra mappen ”Firmaområde” har ikke status som endelige. Vi har fått opplyst av Asplan Viak at geometri grunnlaget for steinfyllinga er ”foreløpig” og ”grovkotert”.

## 3 Feltundersøkelser

### 3.1 Generelt

Feltundersøkelsene ble utført i perioden 2. – 15. mai 2008. Boringene ble utført av Erlend Edvardsen og Tor Overskeid (i to omganger).

Boringene ble utført med NGIs beltegående borerigg av typen GM100.

Det er utført boringer i fire punkter, 507 - 510. Tabell 1 viser en oversikt over utførte boringer i hvert punkt med koordinater. Plassering av borpunktene er vist på situasjonsplan, jf. figur 2, og lengdesnitt, jf. figur 3 (Profil A).

Tabell 1      Oversikt over borpunkter og bormetoder

Borpkt nr	Koordinater			Sonderinger	Insitu målinger		Prøvetaking
	EUREF 89 Sone 32 Lokal høydekoord.				DREIETRYKK	CPTU	
	x	y	z				Ø72
507	7032741.6	568871.9	20.6	x			
508	7032745.9	568898.4	20.4	x	x	x	
509	7032711.5	568880.3	21.8	x	x	x	x
510	7032761.6	568928.6	17.9	x			

Borpunktene ble satt ut av NGI og målt inn av Skanska Norge AS.

### 3.2      Sonderinger

#### 3.2.1    Dreietrykkssonderinger

Det er utført dreietrykkssondering i borpunkt 507-510. Det er boret ned til ca. 13-20 meter dybde.

Dreietrykkssonderingene brukes for å kartlegge grunnens relative fasthet, laggrenser og dybder til evt. fast grunn, stein eller berg. Ved borpunkt 509 ble det boret ned til antatt fjell. Ved de øvrige borpunktene ble boringene avsluttet i løsmasser.

Resultater er vist som enkeltboringer i vedlegg A og på snitt (profil A) i figur 3.

### 3.3      Feltmålinger

#### 3.3.1    CPTU-sonderinger

Det er utført CPTU-sonderinger i punkt 508 og 509.

Formålet med CPTU-sonderingene er oppnå en mer nøyaktig kartlegging av jordarter og laggrenser. Tolkning av CPTU – sonderinger gir grunnlag for bestemmelse av geotekniske jordartsparemetere.

CPTU-sonderingene er utført med logging fra 1,5 meter dybde i borpunkt 508 og fra 2,0 meter dybde i borpunkt 509.

Resultater fra punkt 508 og 509 er vist som utvidet CPTU-plott i vedlegg B.

### 3.3.2 Poretrykksmålinger

Det ble installert 1 stk. hydraulisk poretrykksmåler i 10 meter dybde ved borpunkt 508. Ved borpunkt 509 ble det installert 2 stk. hydrauliske poretrykksmålere i 5 og 10 meter dybde.

Vedlegg C viser resultater fra poretrykksmålingene. De samme resultatene er også vist på snitt (profil A) i figur 3.

## 3.4 Prøvetaking

### 3.4.1 Sylinderprøver Ø72 mm

Ved borpunkt 509 ble det tatt opp i alt 4 stk. prøver med stempelprøvetager. Prøvene ble tatt i dybdene 2,7-3,5 meter, 5,0-5,8 meter, 7,0-7,8 meter og 9,0-9,8 meter.

Det ble forsøkt å ta opp en prøve fra 11,0 meter dybde, men dette mislyktes.

## 4 Laboratorieundersøkelser

### 4.1 Generelt

Opptatte prøver fra borpunkt 509, i alt 4 stk. sylindere, er undersøkt ved NGIs laboratorium i Oslo.

### 4.2 Klassifiseringsforsøk

Laboratorieundersøkelsen omfatter åpning og beskrivelse av samtlige prøvesylindere.

Rutineundersøkelser er utført på representativt materiale fra samtlige 72 mm prøvesylindere (4 stk.). Rutineundersøkelsene omfatter beskrivelse, 2 stk. målinger av vanninnhold, 1 stk. måling av romvekt, 2 stk. konusforsøk (uforstyrret og omrørt) og 1 stk. enaksielt trykkforsøk. Konusforsøk og enaksiale trykkforsøk utføres ikke for prøver av sand- og siltmateriale. Flyte- og utrullingsgrenser er bestemt for samtlige leirprøver.

Borprofiler med resultater fra prøveåpning og klassifiseringsforsøk er vist i Vedlegg D. Beskrivelsen er også presentert ved hjelp av symboler på lengdesnittet (Profil A) i figur 3, jf. /1/.

### 4.3 Kornfordelingsanalyse

Analysen er utført ved tørrsiktning for bestemmelse av kornfordeling i stein-, grus- og sandfraksjonen, i kombinasjon med forsøk av typen ”Falling drop” for videre bestemmelse av kornfordeling i silt- og leirfraksjonen.

Det er utført kornfordelingsanalyse på materiale fra 2 stk. prøvesylindere fra borpunkt 509. De aktuelle prøvesylindrene er fra 5-5,8 og 9-9,8 meter dybde.

Resultater er vist som kornfordelingskurver i Vedlegg D.

### 4.4 Ødometerforsøk – CRSC

I alt 2 stk. ødometerforsøk er utført som grunnlag for bestemmelse av jordparametere.

Begge forsøkene er utført på prøver fra borpunkt 509. Forsøkene er utført på prøver fra sylindrene tatt i 7-7,8 meter dybde og 9-9,8 meter dybde.

Resultater fra ødometerforsøkene er vist i Vedlegg E.

### 4.5 Treksialforsøk (CAUa og CAUp)

I alt 4 stk. treksialforsøk er utført som grunnlag for bestemmelse av jordparametere. Alle forsøkene er anisotrop konsolidert.

Alle forsøkene er utført på prøver fra borpunkt 509. Forsøkene er utført på prøver fra sylindrene tatt i 7-7,8 meter dybde og 9-9,8 meter dybde. Det er utført ett aktivt og ett passivt forsøk på prøver fra hver av sylindrene.

Resultater fra ødometerforsøkene er vist i Vedlegg F.

## 5 Grunnforhold

### 5.1 Topografi

Støyvollen skal ligge i foten av en 30-35 meter høy skråning mot vest. Skråningen har helning ca. 1:1 på det bratteste. På østsiden av støyvollen skal Nordre avlastningsveg ligge. Veggen ligger her på en ca. 3 meter høy fylling. Prosjekttert topp vegdekke ligger på kt. +23-24. Terrenget under Nordre avlastningsveg og videre østover er omtrent flatt til ca. 40 meter avstand fra foten av støyvollen. Herfra faller terrenget av igjen. Ned til NSB sin verkstedsbygning er skråningen 10 meter høy og har helning 1:2.



## 5.2 Geologi

Kvartærgeologisk kart viser at løsmassene ved overflaten består av elveavsetninger. Boringene viser marine leiravsetninger fra 3-13 meter dybde.

## 5.3 Løsmassene

Fra dreietrykkssonderingene, CPTU-sonderingene og prøvetakingen kan man anslå jordarter og lagdeling.

De naturlige løsmassene består av torv, sand og silt over leire. Leira er sensitiv og kvikk i dybden. Leirlaget faller av østover mot NSB sin verkstedsbygning. Vest for Oslovegen påtreffes leirlaget ved ca. 3-5 meter dybde (borpunkt 507 og 509), mens dybden ned til leire er ca. 9 meter like øst for jernbanen (508). Lenger øst er dybden ned til leirlaget ca. 13 meter ved borpunkt 510.

## 6 Jordartparametre

### 6.1 Indeksparametre

På grunnlag av rutineundersøkelser av prøver fra borpunkt 509, kan leirmassene beskrives med følgende indeksparametere:

- Romvekt, ( $\gamma$ ): 18,4-19,8 kN/m<sup>3</sup>
- Vanninnhold (w): 27-46 %
- Udrenert skjærfasthet ( $s_u$ ): 42-115 kPa \*
- Sensitivitet ( $S_t$ ): 5-620

\* Treksialforsøk viser høyere udrenert skjærfasthet.

## 7 Referanser

- /1/ Norsk geoteknisk forening (NGF), "Symboler og definisjoner i geoteknikk. Presentasjon av geotekniske undersøkelser", melding nr. 2 utgitt 1982.

### Plantegninger

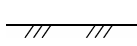
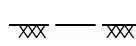
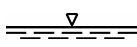
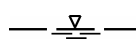
Symbol	Metode	Symbol	Metode
○	Enkel sondering	▽	Trykksondering (CPTU)
●	Dreiesondering	⊕	Poretrykksmåling
◊	Dreietrykksondering	■	Setningsmåling
▼	Ramsondering	▣	Helningsmåling
☆	Fjellkontrollboring	⊗	In situ permeabilitetsmåling
⊕	Totalsondering	⊙	Prøveserie
+	Vingeboring	□	Prøvegrop

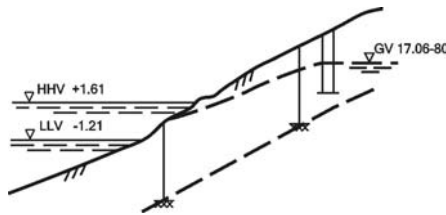
#### Nivåer og dybder (m)

118 ☆  $\frac{12,8}{-5,7}$  18,5+3,0

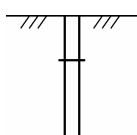
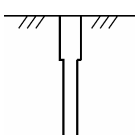
Foran symbol: Punkt nr. (118)  
 Over linjen: Kote terreng (12,8) eller elvebunn, sjøbunn ved boring i vann  
 Ut for linjen: Boret dybde i løsmasser (18,5) + boret dybde i fjell (+3,0).  
 Under linjen: Kote antatt fjell (-5, 7). Antas at fjell ikke er påtruffet angis ~.

### Profiltegninger

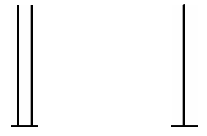
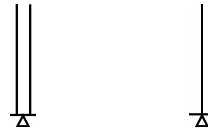
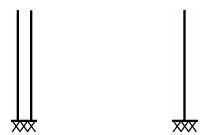

Konturlinjer	
	Terreng
	Berg
	Vannstand
	Grunnvannsspeil

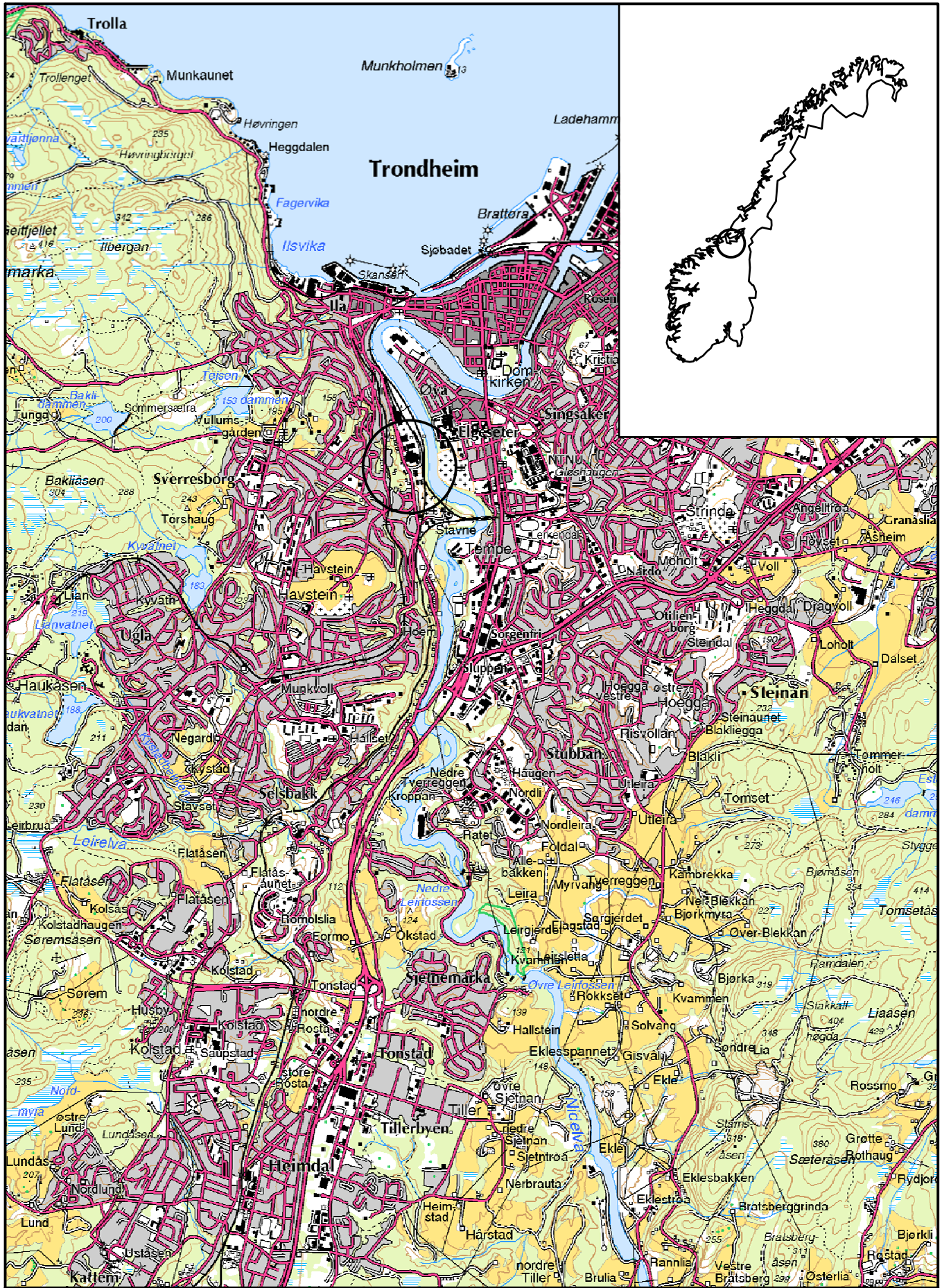


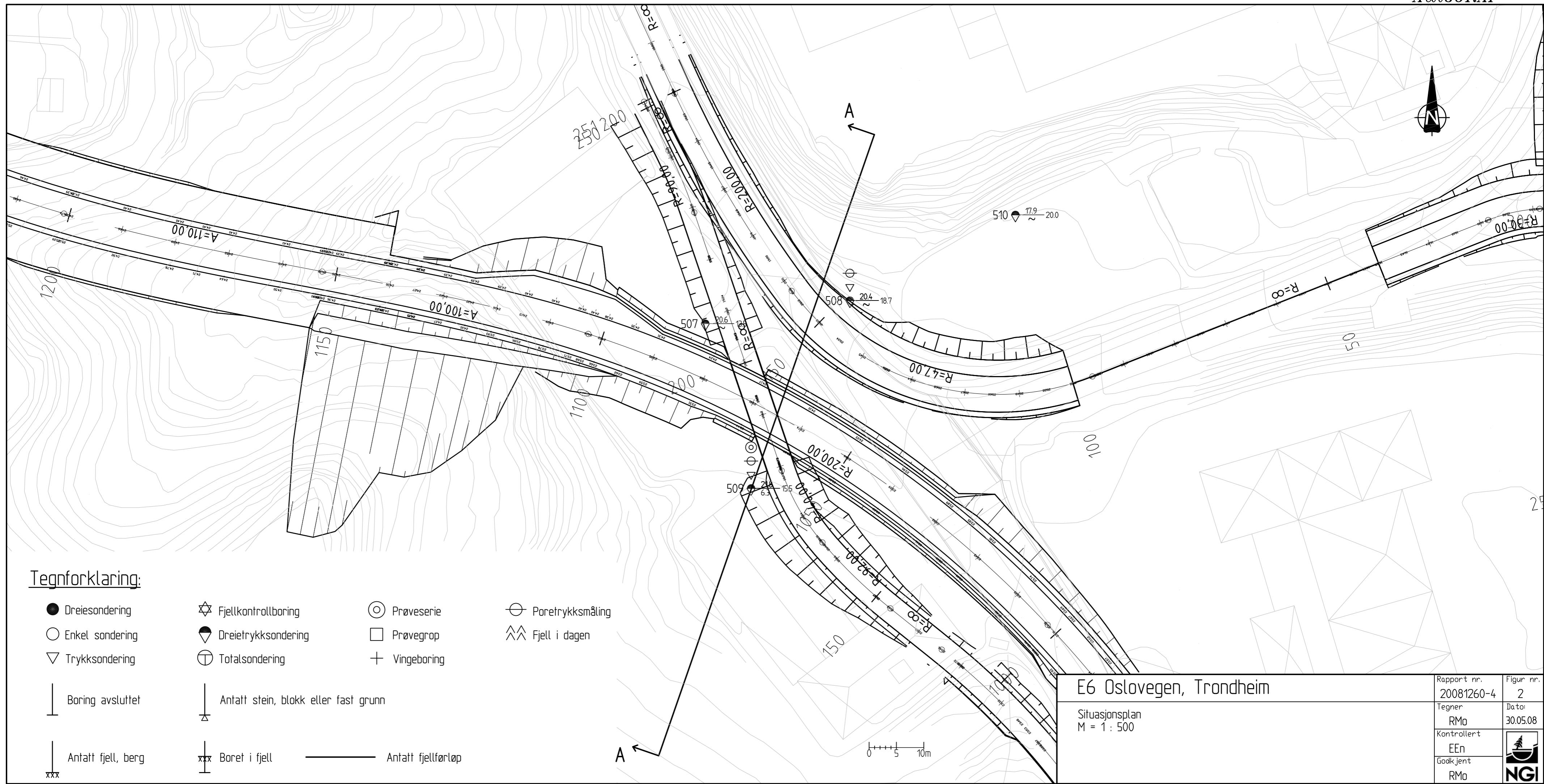
Forboring	
	Forboret
	Forboret med grovere utstyr

Avslutning av boring	
	Boring avsluttet (årsak ikke angitt)
	Antatt stein, blokk eller fast grunn
	Antatt berg
	Boret i berg



<p>E6 Oslovegen, Trondheim</p>	<p>Rapport nr. 20081260-4</p>	<p>Figur nr. 1</p>
<p>Oversiktskart M = 1 : 50 000</p>	<p>Tegner RMO</p>	<p>Dato: 30.05.08</p>
<p></p>	<p>Kontrolleret EEn</p>	
<p></p>	<p>Godkjent RMO</p>	



**Tegnforklaring:**

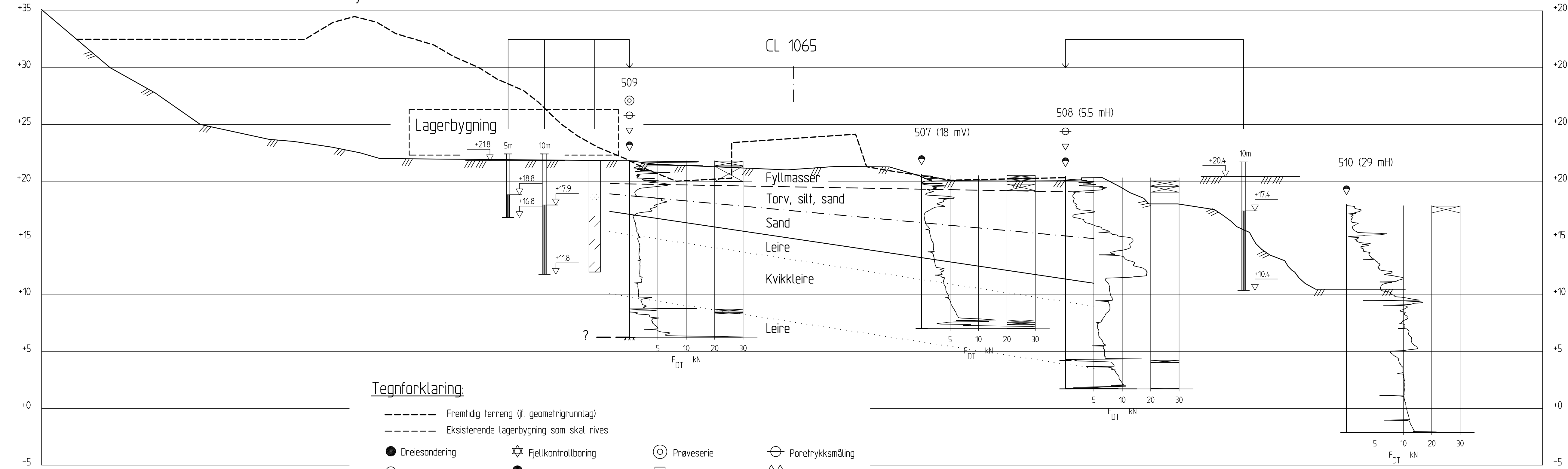
- |                      |  |                      |                    |
|----------------------|--|----------------------|--------------------|
| ● Dreiesondring      | ⊠ Fjellkontrollboring                  | ⊙ Prøveserie         | ⊖ Poretrykksmåling |
| ○ Enkel sondering    | ⬇ Dreietrykksondring                   | □ Prøvegrop          | ⌄ Fjell i dagen    |
| ▽ Trykksondring      | ⊕ Totalsondering                       | + Vingeboring        |                    |
| ┆ Boring avsluttet   | ┆ Antatt stein, blokk eller fast grunn |                      |                    |
| ┆ Antatt fjell, berg | xxx Boret i fjell                      | — Antatt fjellførlop |                    |

E6 Oslovegen, Trondheim

Situasjonsplan  
M = 1 : 500

Rapport nr. 20081260-4	Figur nr. 2
Tegner RMo	Dato: 30.05.08
Kontrollert EEn	
Godkjent RMo	

Støyvoll



Profil A-A  
1 : 200

Tegnforklaring:

- Fremtidig terreng (jf. geometri grunnlag)
- - - Eksisterende lagerbygning som skal rives
- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ⊥ Boring avsluttet
- xxx Antatt fjell, berg
- ⊗ Fjellkontrollboring
- ⬇ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊥ Antatt stein, blokk eller fast grunn
- xxx Boret i fjell
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingeboring
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen
- Antatt fjellførløp

E6 Oslovegen, Trondheim

Profil A-A  
M = 1 : 200

Rapport nr. 20081260-4	Figur nr. 3
Tegner RMO	Dato 30.05.08
Kontrollert EEn	NGI
Godkjent RMO	

# Vedlegg A - Dreietrykkssonderinger

## Innhold

<b>A1 Metode</b>	<b>2</b>
<b>A2 Resultater</b>	<b>2</b>
<b>A3 Referanser</b>	<b>2</b>

## Figurer

Figur A1-A4            Dreietrykkssonderinger, borpunkt 507 - 510

## **A1 Metode**

Metoden benyttes for å bestemme lagdeling i løsmasser og dybder til fast grunn eller antatt fjell. Metoden gir ikke sikker påvisning av fjell.

Resultatene gir grunnlag for å identifisere jordarter og vurdere relativ fasthet i grunnen.

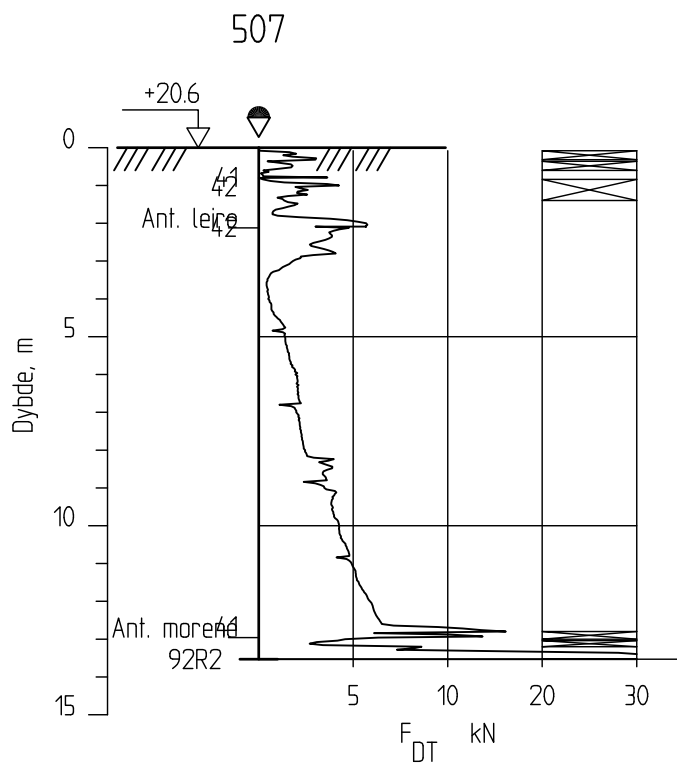
Metoden er velegnet for å bestemme sensitivitet i bløt leire.

## **A2 Resultater**

Resultatene er vist som enkeltboringer på figur A1-A4.

## **A3 Referanser**

- /1/ Veiledning for utførelse av dreietrykksondering.  
Melding nr. 7, Norsk Geoteknisk Forening, 1982  
Rev. nr. 1, 1989
- /2/ Håndbok 015. Feltundersøkelser  
Statens vegvesen, august 1997



E6 Oslovegen, Trondheim

Rapport nr.  
20081260-4

Figur nr.  
A1

Dreietrykkssondering  
M = 1 : 200

Tegner  
RMO

Dato:  
30.05.08

Borhull 507

Posisjon: X 703274.166 Y 568871.94

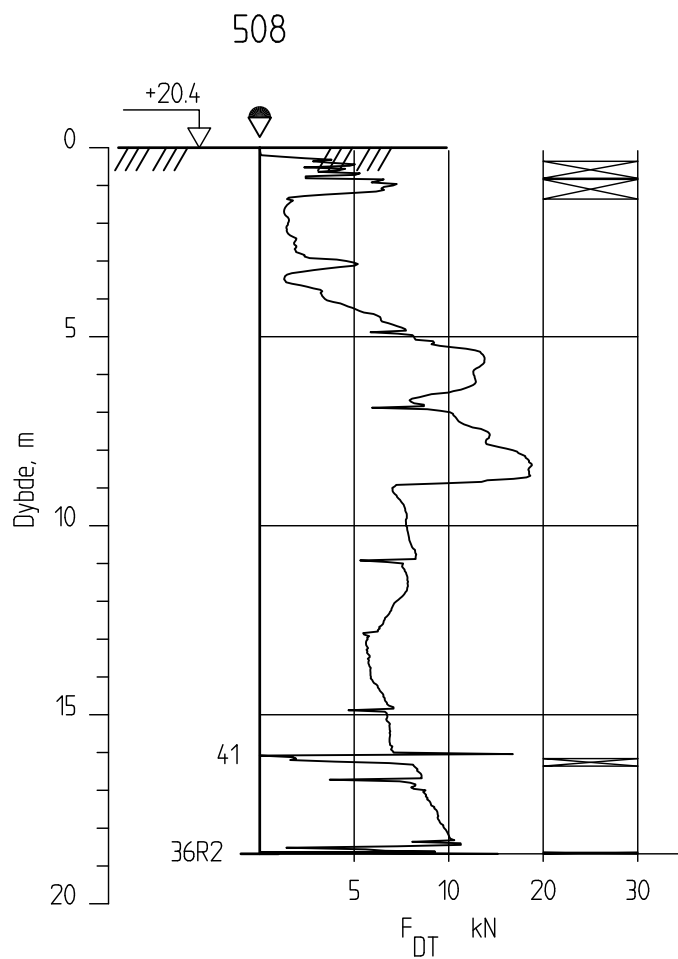
Dato boret :01.05.2008

Kontrollert  
EEn

Godkjent  
RMO







E6 Oslovegen, Trondheim

Rapport nr.  
20081260-4

Figur nr.  
A2

Dreietrykksondring  
M = 1 : 200

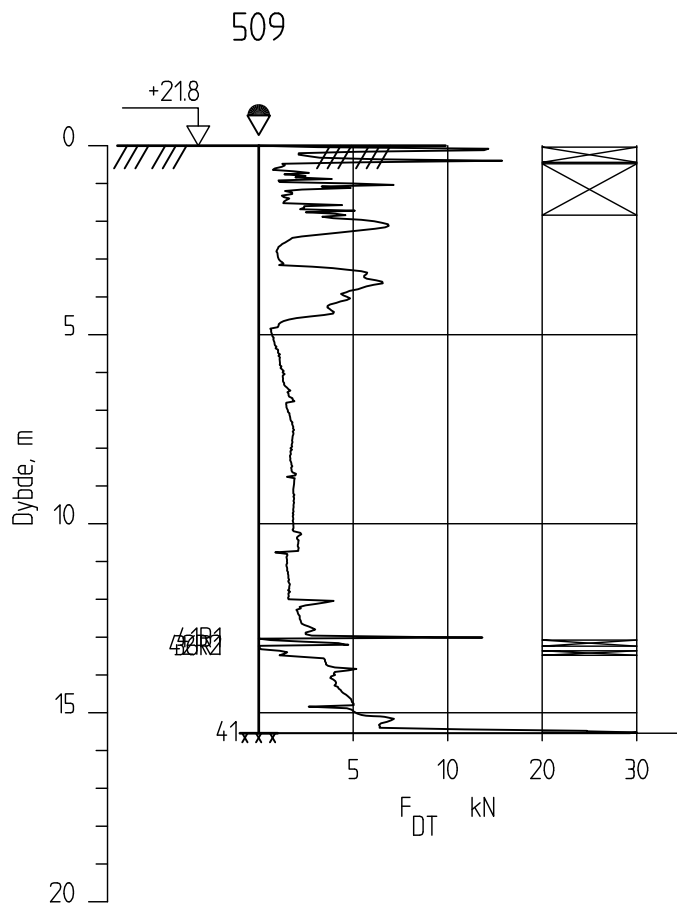
Tegner  
RMO

Dato:  
30.05.08

Borhull 508  
Posisjon: X 7032745.89 Y 568898.36 Dato boret :02.05.2008

Kontrollert  
EEn  
Godkjent  
RMO





E6 Oslovegen, Trondheim

Rapport nr.  
20081260-4

Figur nr.  
A3

Dreietrykkssondering  
M = 1 : 200

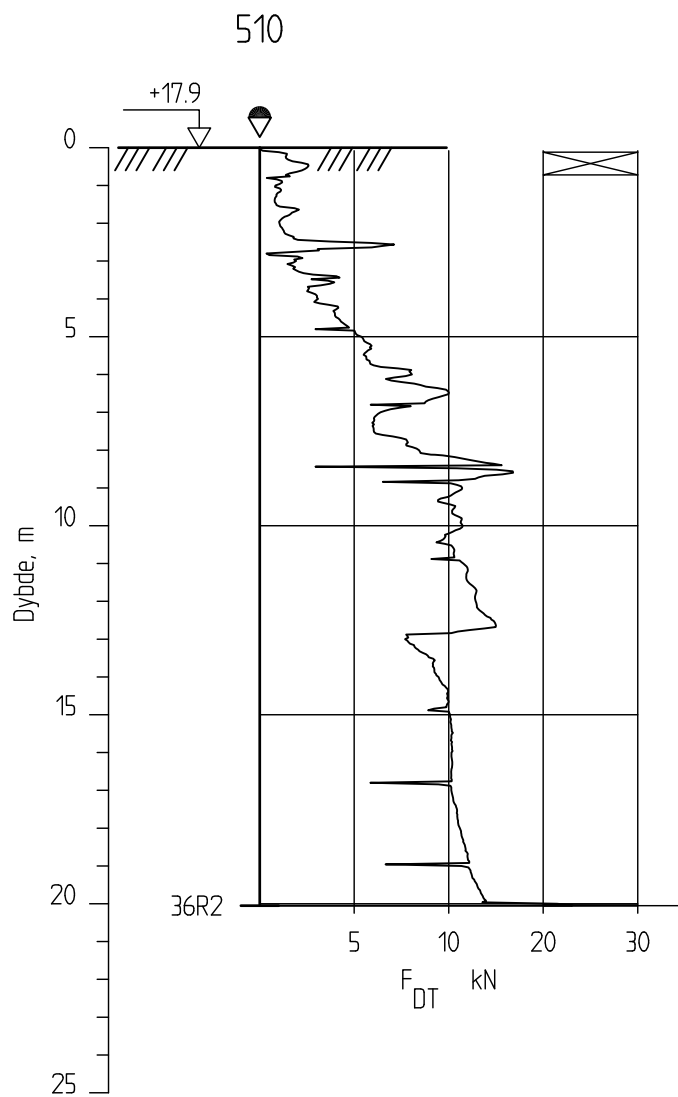
Tegner  
RMO

Dato:  
30.05.08

Borhull 509  
Posisjon: X 7032711.54 Y 568880.30 Dato boret :01.05.2008

Kontrollert  
EEn  
Godkjent  
RMO





E6 Oslovegen, Trondheim

Rapport nr.  
20081260-4Figur nr.  
A4Dreietrykksondering  
M = 1 : 200Tegner  
RMODato:  
30.05.08

Borhull 510

Posisjon: X 7032761.56 Y 568928.62 Dato boret :02.05.2008

Kontrollert  
EEnGodkjent  
RMO

## Vedlegg B - CPTU-sonderinger

### Innhold

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

### Figurer

Figur B1-B2                      CPTU-sonderinger, borpunkt 508 og 509

## B1 Metode

Trykksondering med poretrykksmåling (CPTU) benyttes for å tolke lagdelinger, jordart, lagringsbetingelser og jordartens mekaniske egenskaper (styrkeegenskaper og deformasjons- og konsolideringsegenskaper).

Under nedpressingen måles trykket ( $q_c$ ) mot den koniske spissen og sidefriksjonen ( $f_s$ ) mot friksjonshylsen på den sylindriske delen.

I tillegg måles poretrykket ( $u$ ) på en eller flere steder langs sondens overflate (CPTU).

## B2 Utstyr

CPT-sonderingene er utført med Envi Memocone (50 kN).

## B3 Resultater

Resultatene er vist som enkeltboringer i figur B1-B2.

Her vises målte parametere, spissmotstand ( $q_c$ ), sidefriksjon ( $f_s$ ) og poretrykk ( $u$ ), samt følgende beregnede parametere:

Korrigert spissmotstand:  $q_T = q_c + (1 - a) \cdot u$

Friksjonsforholdet:  $R_f = (f_s/q_c) \cdot 100$

Poretrykksfaktor:  $B_q = (u - u_0)/(q_T - \gamma \cdot z)$

I formlene inngår følgende parametere:

$a$  = arealfaktor = 0,68

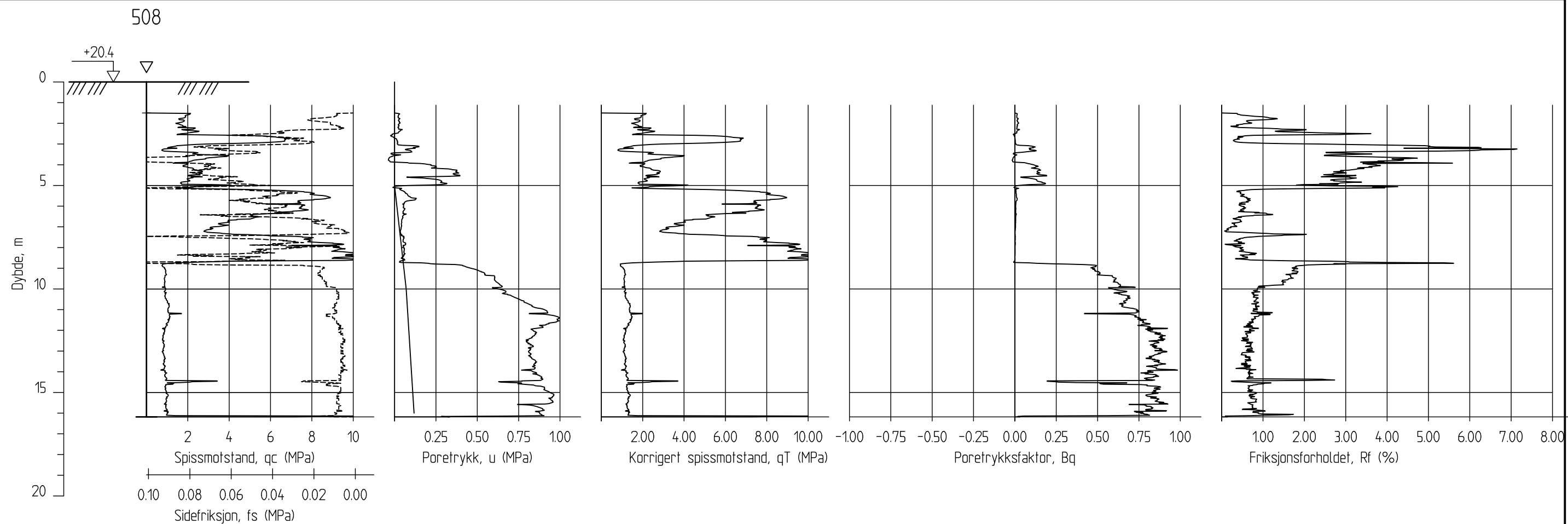
$u_0$  = in situ poretrykk

$\gamma$  = total romvekt

## B4 Referanser

/1/ Veiledning for utførelse av trykksonering  
Melding nr. 5, Norsk Geoteknisk Forening, 1982  
Rev. Nr. 1, 1994


/2/ Håndbok 015. Feltundersøkelser  
Statens vegvesen, august 1997

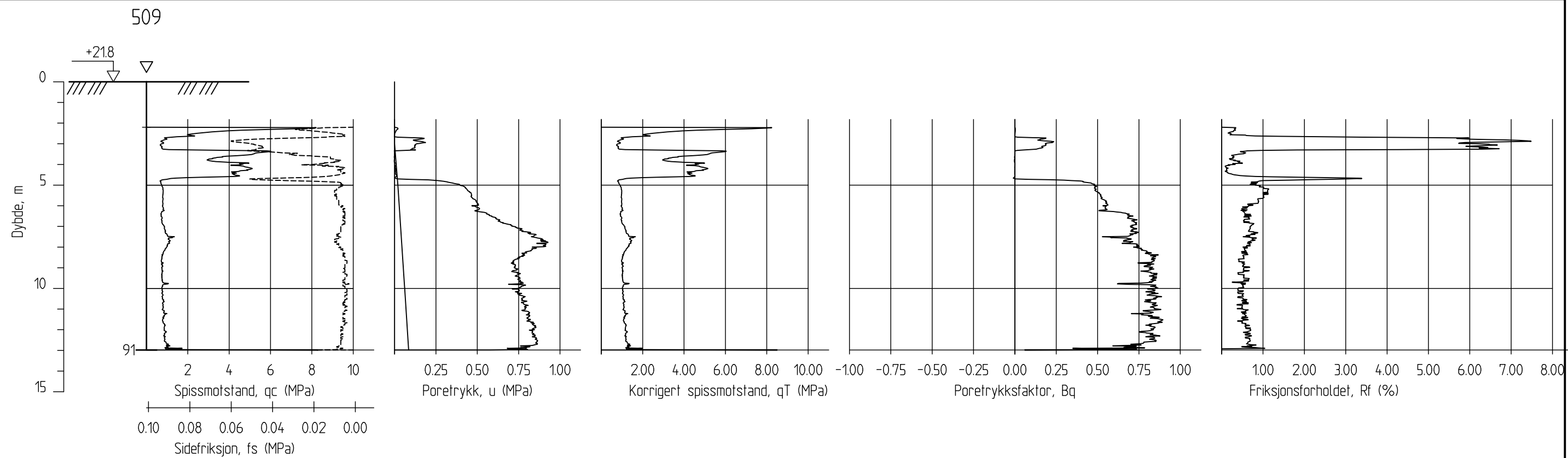


E6 Oslovegen, Trondheim

CPTU-sondering  
M = 1 : 200

Borhull 508  
Posisjon: X 7032745.89 Y 568898.36 Dato boret :14.05.2008


Rapport nr. 20081260-4	Figur nr. B1
Tegner RMo	Dato: 30.06.08
Kontrollert EEn	
Godkjent RMo	



E6 Oslovegen, Trondheim

CPTU-sondering  
M = 1 : 200

Borhull 509  
Posisjon: X 7032711.54 Y 568880.30 Dato boret :02.05.2008

Rapport nr. 20081260-4	Figur nr. B2
Tegner RMO	Dato: 29.06.08
Kontrollert EEN	
Godkjent RMO	



Rapport nr.: 20081260-4  
Dato: 2008-06-03  
Rev. dato:  
Side: C1  
Rev.: 0

## Vedlegg C - Poretrykksmålinger

### Innhold

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





Rapport nr.: 20081260-4  
Dato: 2008-06-03  
Rev. dato:  
Side: C2  
Rev.: 0

## **C1 Metode**

Metoden brukes for å bestemme poretrykksfordeling og for å anslå grunnvannstand.

Det er installert 1 stk. poretrykksmåler i 10 meter dybde ved borpunkt 508. Ved borpunkt 509 er det installert 2 stk. poretrykksmålere i 5 og 10 meter dybde.

## **C2 Utstyr**

Det er brukt hydrauliske poretrykksmålere med keramisk filter, type NGI.

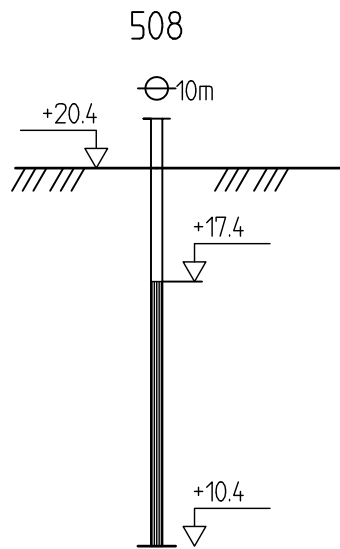
## **C3 Resultater**

Resultatene er gitt i figur C1-C2.

Figurene viser kotehøyder for vannsøylen i hvert enkelt poretrykksrør. Målerne ble montert den 02.05.08 og lest av i perioden 09.-19.05.08.

## **C4 Referanser**

- /1/ Veiledning for måling av grunnvannstand og poretrykk  
Melding nr 6, Norsk geoteknisk forening, 1982  
Rev. nr. 1, 1989



E6 Oslovegen, Trondheim

Rapport nr.  
20081260-4

Figur nr.  
C1

Hydraulisk piezometer  
M = 1 : 200

Tegner  
RMo

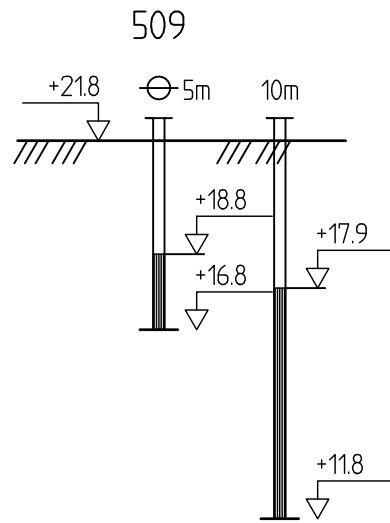
Dato:  
30.05.08

Borhull 508  
Posisjon: X 7032745.89 Y 568898.36

Kontrollert  
EEn

Godkjent  
RMo





E6 Oslovegen, Trondheim

Rapport nr.  
20081260-4

Figur nr.  
C2

Hydraulisk piezometer  
M = 1 : 200

Tegner  
RMO

Dato:  
30.05.08

Borhull 509  
Posisjon: X 7032711.54 Y 568880.30

Kontrollert  
EEn

Godkjent  
RMO



# Vedlegg D - Laboratorieundersøkelser

## Innhold

<b>D1 Prøveåpning og materialbeskrivelse</b>	<b>2</b>
<b>D2 Klassifiseringsforsøk</b>	<b>2</b>
D2.1 Vanninnhold .....	2
D2.2 Romvekt .....	2
D2.3 Udrenert skjærfasthet ( $s_u$ ) ved konusforsøk .....	2
D2.4 Udrenert skjærfasthet ( $s_u$ ) ved enaksialt trykkforsøk .....	2
D2.5 Flyte- ( $w_L$ ) og utrullingsgrense ( $w_P$ ) .....	3
D2.6 Korngraderingsanalyse .....	3
<b>D3 Resultater</b>	<b>3</b>
<b>D4 Referanser</b>	<b>3</b>

## **D1 Prøveåpning og materialbeskrivelse**

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

Resultatene er vist på borprofil i figur D1.

## **D2 Klassifiseringsforsøk**

### **D2.1 Vanninnhold**

Fra hver prøvesylinder tas det ut to prøver mens det fra poseprøvene tas ut en prøve for bestemmelse av naturlig vanninnhold (vekt %).

Naturlig vanninnhold bestemmes i henhold til NS 8013.

Resultatene er vist på borprofil i figur D1.

### **D2.2 Romvekt**

Romvekt bestemmes som gjennomsnitt for hel sylinder.

Romvekt bestemmes i henhold til NS8011.

Resultatene er vist på borprofil i figur D1.

### **D2.3 Udrenert skjærfasthet ( $s_u$ ) ved konusforsøk**

Fra hver prøvesylinder er det tatt ut to prøver for bestemmelse av udrenert og omrørt skjærstyrke med konus prøving.

Konusprøving utføres i henhold til NS8015.

Resultatene er vist på borprofil i figur D1.

### **D2.4 Udrenert skjærfasthet ( $s_u$ ) ved enaksialt trykkforsøk**

Fra hver prøvesylinder er det tatt ut en prøve for bestemmelse av udrenert skjærstyrke med enaksialt trykkforsøk.

Enaksialt trykkforsøk utføres i henhold til NS8016.

Resultatene er vist på borprofil i figur D1.

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

Det er bestemt flyte- og utrullingsgrense for prøver fra sylindrene tatt i 5, 7 og 9 meter dybde.

Bestemmelsen er utført i henhold til NS8002 og NS8003.

Resultatene er vist på borprofil i figur D1.

## D2.6 Korngraderingsanalyse

Korngraderingsanalyse etter "Falling drop" - metoden, beskrevet av Moun, 1965 (/1/) og tørrsiktning iht. NS 8005 er utført på prøver fra sylindrene tatt i 5 og 9 meter dybde.

Resultatene er vist i korngraderingskurver, figur D2.

## D3 Resultater

Resultater fra beskrivelse, måling av vanninnhold, måling av romvekt, konusforsøk, enaksiale trykkforsøk og bestemmelse av flyte- og utrullingsgrenser er vist på borprofil i figur D1. Resultater fra kornfordelingsanalyse er vist i figur D2.

## D4 Referanser

- /1/ Moun, J. (1965)  
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
- /2/ Statens vegvesen.  
Håndbok 014. Laboratorieundersøkelser.

H:\L\ABDATA\2008\20081260\Routine\Borprofil-509.grf

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve Forsøk	Vanninnhold (%)							Romvekt (kN/m <sup>3</sup> )					Porøsitet (%)	Humus (%)	Skjærstyrke (kN/m <sup>2</sup> )								S <sub>i</sub> Konus					
			20	40	60	80	100	120	140	15	16	17	18	19			20	40	60	80	100	120	140	160		180	200			
2																														
4	TORV SAND H4, blandet med sand og gruskorn	1		○							○	×																		
6	LEIRE spredte skjellrester	2											×				▼		▼			○								5 9
8	LEIRE kvikk enkt.spredte gruskorn skjellrester	3 Ø T												×			▼		▼			○								620 530
10	LEIRE kvikk sand/gruskorn	4 Ø T												×			▼		▼			○								480


**TEGNFORKLARING:**

- |        |  |                |                            |
|--------|--|----------------|----------------------------|
| —○—    | Plastisitetsgrense/Vanninnhold/Flytegrense | ○              | Ødometer forsøk            |
| 15-○-5 | Enaks. trykkforsøk/def.ved brudd           | ●              | Treksial forsøk, aktiv     |
| 10     |  | ●              | Treksial forsøk, passiv    |
| ▽      | Konus forsøk, uforstyrret                  | ⊞              | Direkte skjærforsøk        |
| ▼      | Konus forsøk, omrørt                       | T              | Treksial forsøk            |
| +      | Vingeboring                                | S <sub>i</sub> | Sensitivitet               |
|        |  | K/S            | Kalk-/Sement stabilisering |
|        |  | P              | Permeabilitetsforsøk       |
|        |  | K              | Korngraderingsanalyse      |

**E6 OSLOVEGEN, TRONDHEIM**

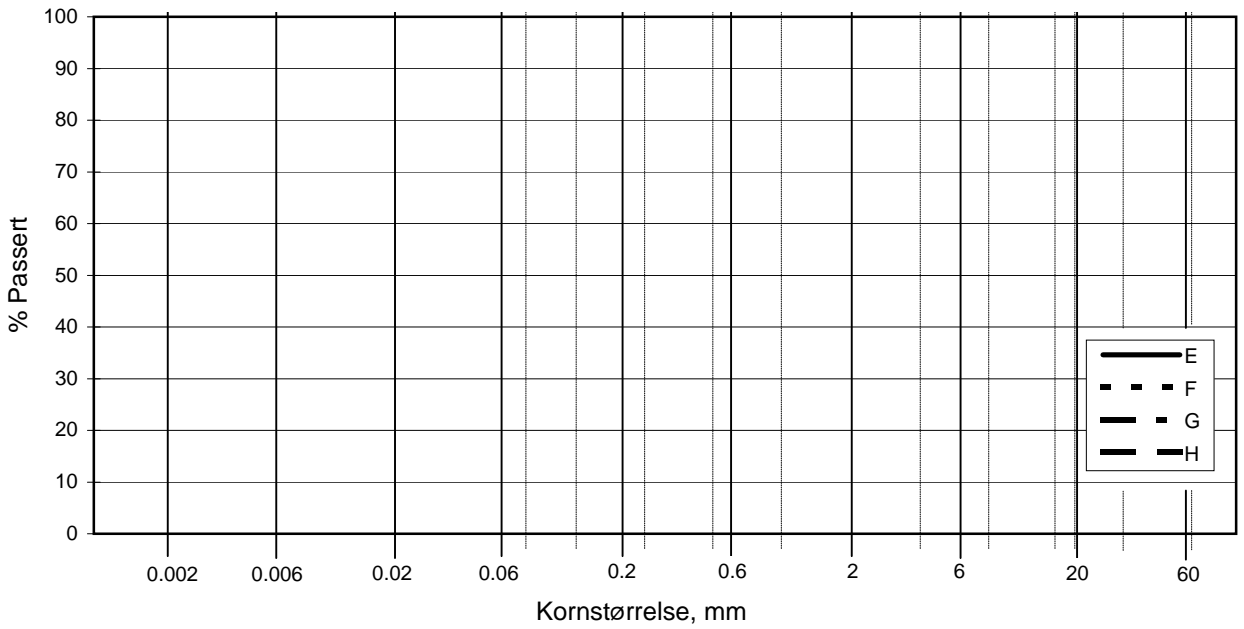
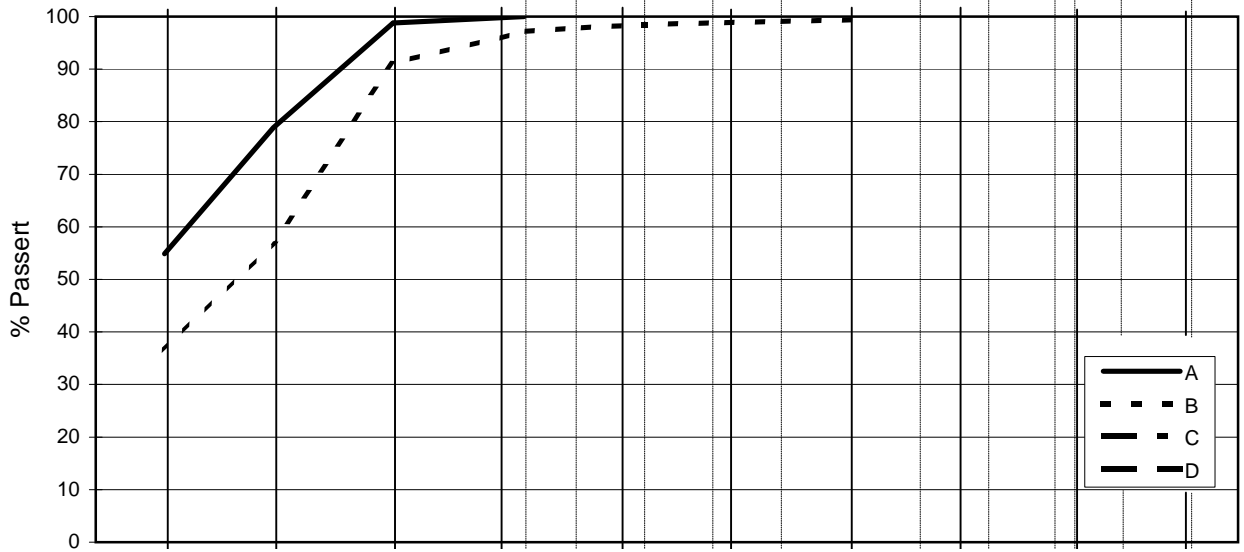
Borprofil  
Borpunkt nr.: 509

Prøvetype: 72mm  
Terrengkote: m  
Grunnvannst. dybde: m  
Dato boret: 15.05.2008

Rapport nr. 20081260-3	Figur nr. D1
Tegner	Dato 30.05.2008
Kontrollert	 <b>NGI</b>
Godkjent	

Date-Rev. no. 22.04.05-0


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



Kurve	Hull nr.	Prøve nr.	Dybde m	C <sub>u</sub> (d <sub>60</sub> / d <sub>10</sub> )	Tele gr.	Leir innh. %	Jordartsbetegnelse	Metode tørr/våt sikt
A	509	2	5,53		T3	54,9	LEIRE	Falling drop
B	509	4	9,4		T4	36,5	LEIRE	Falling drop
C								
D								
E								
F								
G								
H								

Rev. NT-9 / Dato 2002-07-09 / Sign. KB/EB

H:\LABDATA\2008\20081260\Rutine\grain-n3.xls]Skriv inn

<b>E6 Oslovegen, Trondheim</b>	Rapport nr.	Figur nr.
	20081260-4	D2
Kornfordelingskurver	Tegnet av	Dato
		2008-05-27
	Kontrollert	
	Godkjent	





Rapport nr.: 20081260-4  
Dato: 2008-06-03  
Rev. dato:  
Side: E1  
Rev.:

## Vedlegg E - Ødometerforsøk

### Innhold

<b>E1 Metode</b>	<b>2</b>
<b>E2 Innbygging av prøve</b>	<b>2</b>
<b>E3 Resultater</b>	<b>3</b>
<b>E4 Referanser</b>	<b>3</b>

## E1 Metode

Det er utført i alt 2 stk. CRSC ødometerforsøk på prøver fra bopunkt 509. Forsøkene er utført på prøver fra sylindrene tatt fra 7 og 9 meter dybde.

Forsøkene er utført etter standard prosedyre for ødometerforsøk ved NGI, beskrevet av Sandbekken, 1986 (/1/).

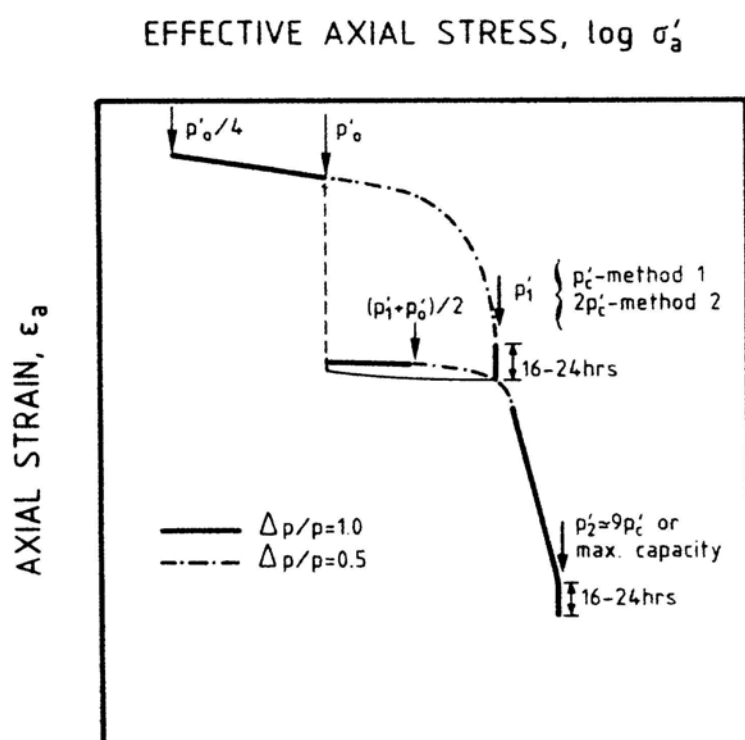
## E2 Innbygging av prøve

En oversikt over forsøk, dybder og pålastningsspenninger er gitt i Tabell E1. Tabellen viser i tillegg materialbeskrivelse og resultater fra klassifiseringsforsøk.

Prøvene bygges inn i en 35cm<sup>2</sup> celle med høyde 20mm. Prøven lastes opp samtidig med at filter og slanger vannmettes når spenningene er høye nok til å unngå svelling.

Forsøkene startes som regel fra en spenning lik  $p_0'/4$ . Forsøket kjøres med en konstant deformasjonshastighet samtidig som last og deformasjon logges kontinuerlig.

Forsøket lastes opp til  $p_1'$  før den lastes av til  $(p_1' + p_0')/2$  og så lastes videre til  $p_2' \cong 9 p_c'$ . Etterfølgende figur forklarer belastningsprosedyren.



Prøven kan drenere fritt på toppen men er tett i bunn. Deformasjonshastigheten velges slik at poretrykket som måles i bunn av prøven ikke overstiger 5 % av spenningen som blir påført. Hastigheten endres dersom poretrykket overstiger 15 % av total påførte spenninger.

### **E3 Resultater**

Resultatene fra hvert enkelt forsøk er presentert i figur E1 til E6. For hvert forsøk vises tre diagrammer, hhv. ett i logaritmisk skala og to i lineær skala, hvorav det ene har bedre oppløsning for tolking av parametere omkring  $p_c$ .

I henhold til referanse /2/ kan effekt av prøveforstyrrelse vurderes på grunnlag av målt volumtøyning under opplasting til "in-situ" vertikalspenning uttrykt ved parameteren  $\Delta e/e_0$ . I Tabell E1 er verdien av denne parameteren gitt for de aktuelle forsøkene. Ifølge /2/ er prøve kvaliteten "veldig god til perfekt" for ødometerprøve fra 7.3 meter dybde og "god til middels god" for ødometerprøve fra 9.2 meter dybde.

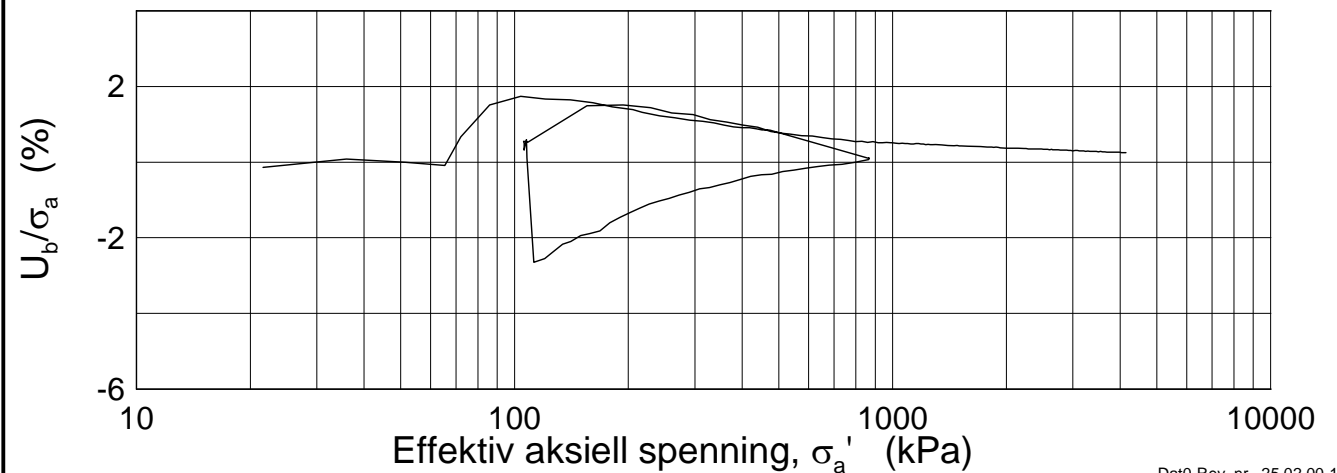
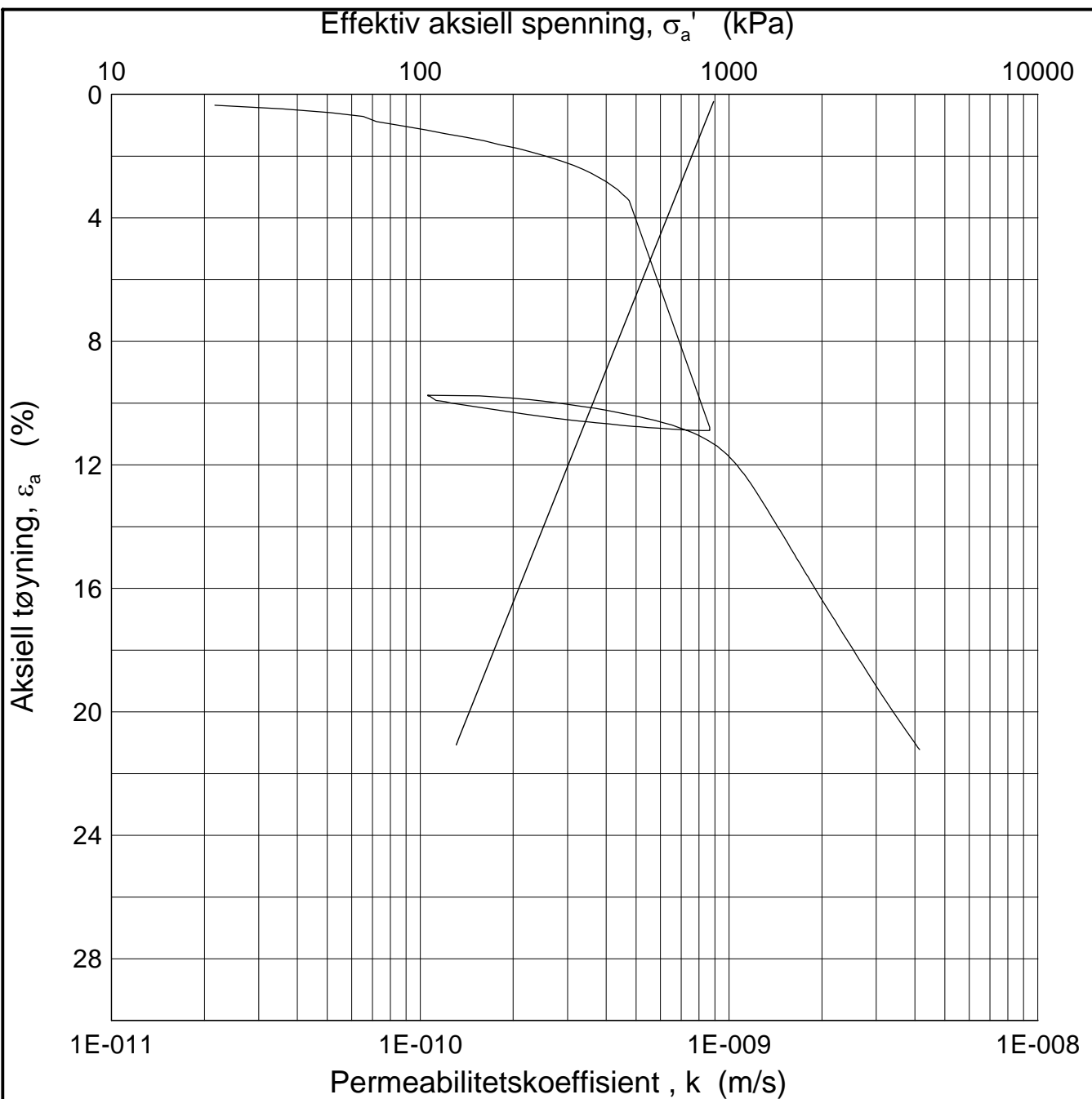
### **E4 Referanser**

- /1/ Sandbækken, G., Berre, T. and Lacasse, S. (1986)  
Oedometer testing at the Norwegian Geotechnical Institute  
Consolidation of soils: Testing and Evaluation,  
ASTM STP 892, R.N. Yong and F.C. Townsend, Eds., 1986
- /2/ Lunne, T., T. Berre and S. Strandvik (1997)  
Sample disturbance effects in soft low plastic Norwegian clay.  
Conf. On Recent Developments in Soil and Pavement Mechanics, Rio de Janeiro, June 1997. Proc. Pp. 81-102.

TABELL E1 : SAMMENSTILLING AV ØDOMETERFORSØK (CRSC)


PRØVE IDENTIFISERING				INDEKSPARAMETERE						KONSOLIDERING					TOLKEDE PARAMETERE							Figur Referanse		
Hull nr.	Sylinder Del	Dybde	Jordart	w <sub>i</sub>	w <sub>1</sub>	w <sub>p</sub>	Ip	Leir Innh.	γ <sub>tot</sub>	p' <sub>0v</sub>	p' <sub>c</sub>	OCR	Δv/v ved p' <sub>o</sub>	Δe/e <sub>i</sub>	m <sub>1</sub>	p <sub>r</sub>	M <sub>OC</sub> <sup>1</sup>	M <sub>OC</sub> <sup>2</sup>	k <sub>0</sub>	C <sub>vOC</sub>	C <sub>vnc</sub>	C <sub>vOC</sub> <sup>2</sup>		
		<i>m</i>		%	%	%	%	%	<i>kN/m<sup>3</sup></i>	<i>kPa</i>		<i>kPa</i>	%			<i>kPa</i>	<i>MPa</i>	<i>Mpa</i>	<i>m/år</i>	<i>m<sup>2</sup>/år</i>	<i>m<sup>2</sup>/år</i>	<i>m<sup>2</sup>/år</i>		
509	3-D-1	7.32	Leire, kvikk	36.1	26.0	20.0	6.0	-	19.2	107.0	864.0	8.07	1.16	0.023										Figur E1-E3
509	4-A-1	9.2	Leire, kvikk	31.5	24.0	17.0	7.0	36.5	19.9	133.0	907.0	6.82	1.59	0.034										Figur E4-E6

- p'<sub>c</sub> Forkonsolideringstrykk basert på direkte tolkning av ødometerforsøk
- M<sub>OC</sub>1 Modul direkte tolket fra ødometerforsøk ved belastning p'<sub>0v</sub> til p'<sub>c</sub>
- M<sub>OC</sub>2 Modul beregnet fra : M<sub>OC</sub><sup>2</sup> = k\*m<sub>1</sub>\*p'<sub>c</sub>
- k<sub>0</sub> Permeabilitet fra ødometerforsøk ved ε = 0
- C<sub>vOC</sub> Konsolideringskoeffisient tolket direkte fra ødometerforsøk ved belastning p'<sub>0v</sub> til p'<sub>c</sub>
- C<sub>vnc</sub> Konsolideringskoeffisient tolket direkte fra ødometerforsøk ved belastning > p'<sub>c</sub>
- C<sub>vOC</sub>2 Konsolideringskoeffisient beregnet fra : C<sub>vOC</sub>2 = M<sub>OC</sub>2\*k<sub>0</sub>/γ<sub>w</sub>
- OCR Overkonsolideringsgrad p'<sub>o</sub>/p'<sub>0v</sub>
- p<sub>r</sub> Referansetrykk
- m<sub>1</sub> Modul direkte tolket fra ødometerforsøk ved belastning p'<sub>0v</sub> til p'<sub>c</sub>

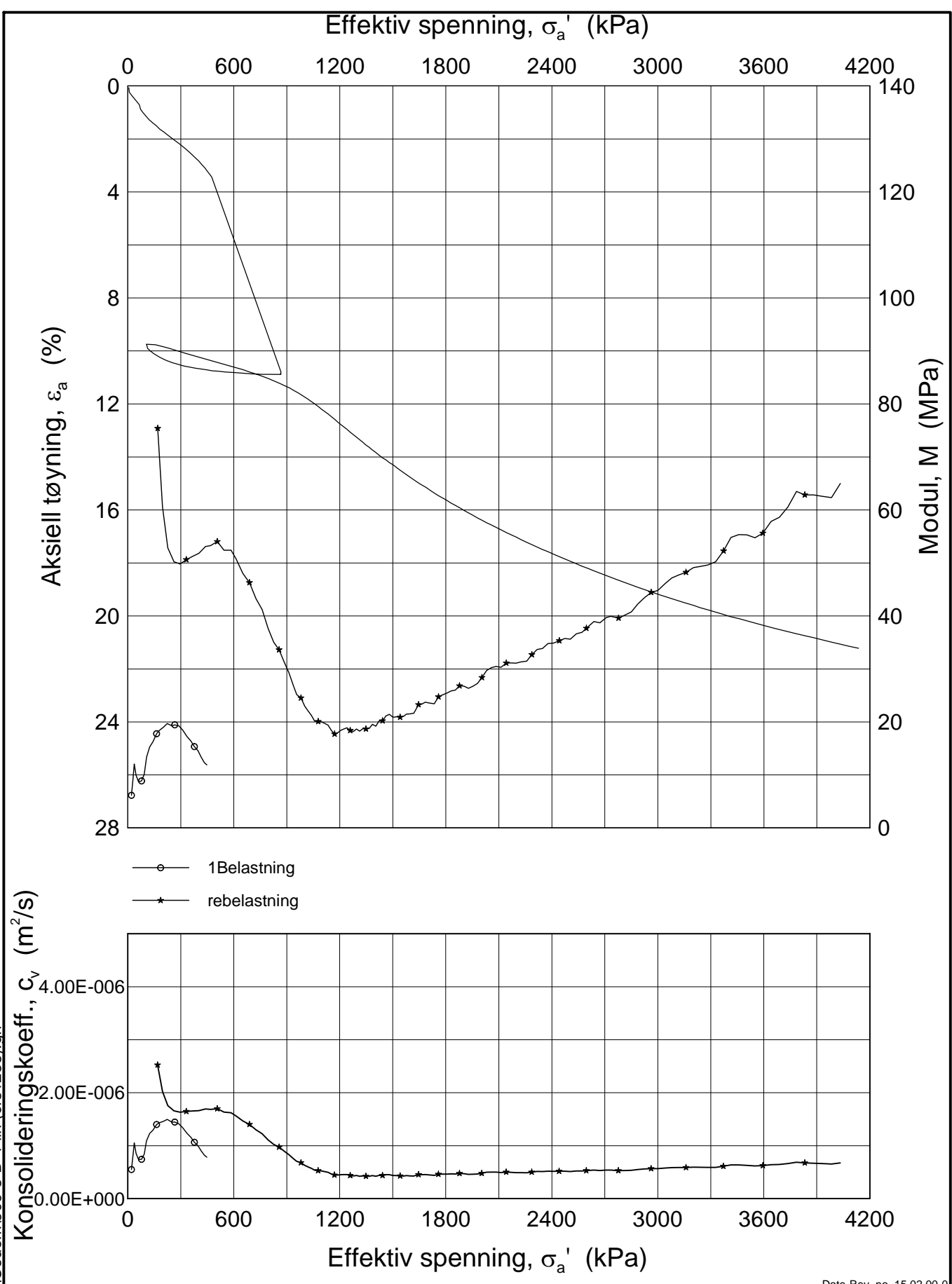


H:\LABDATA\2008\20081260\Oedom\509-3-D-1 log (crs1258).grf


Dat0-Rev. nr. 25.02.00-1

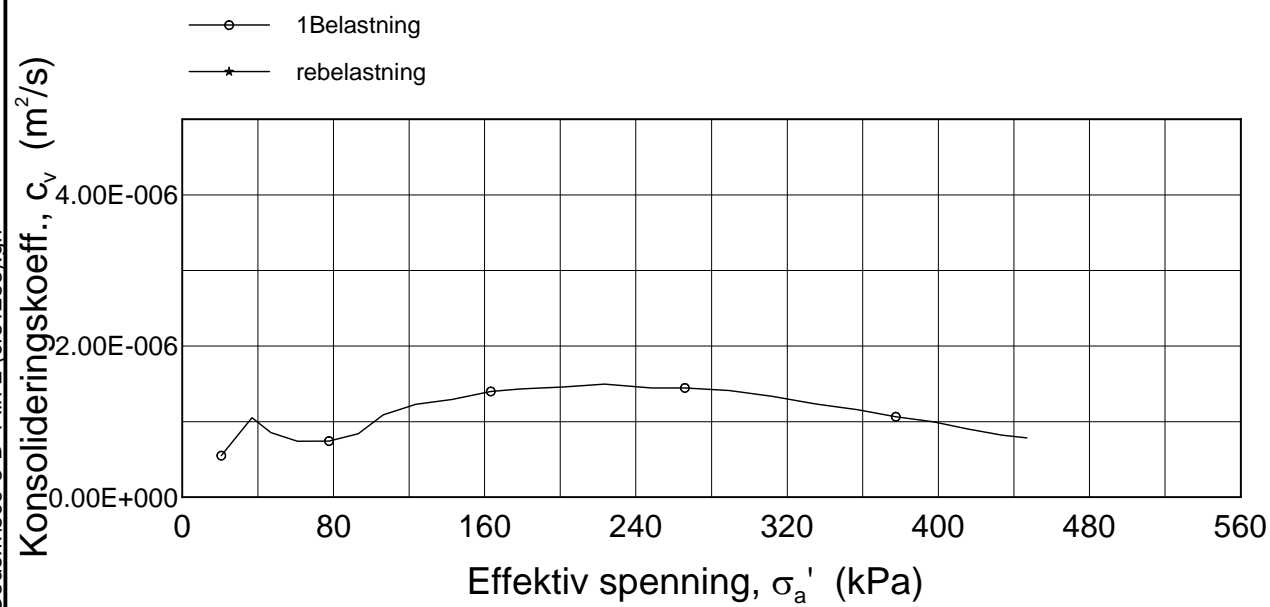
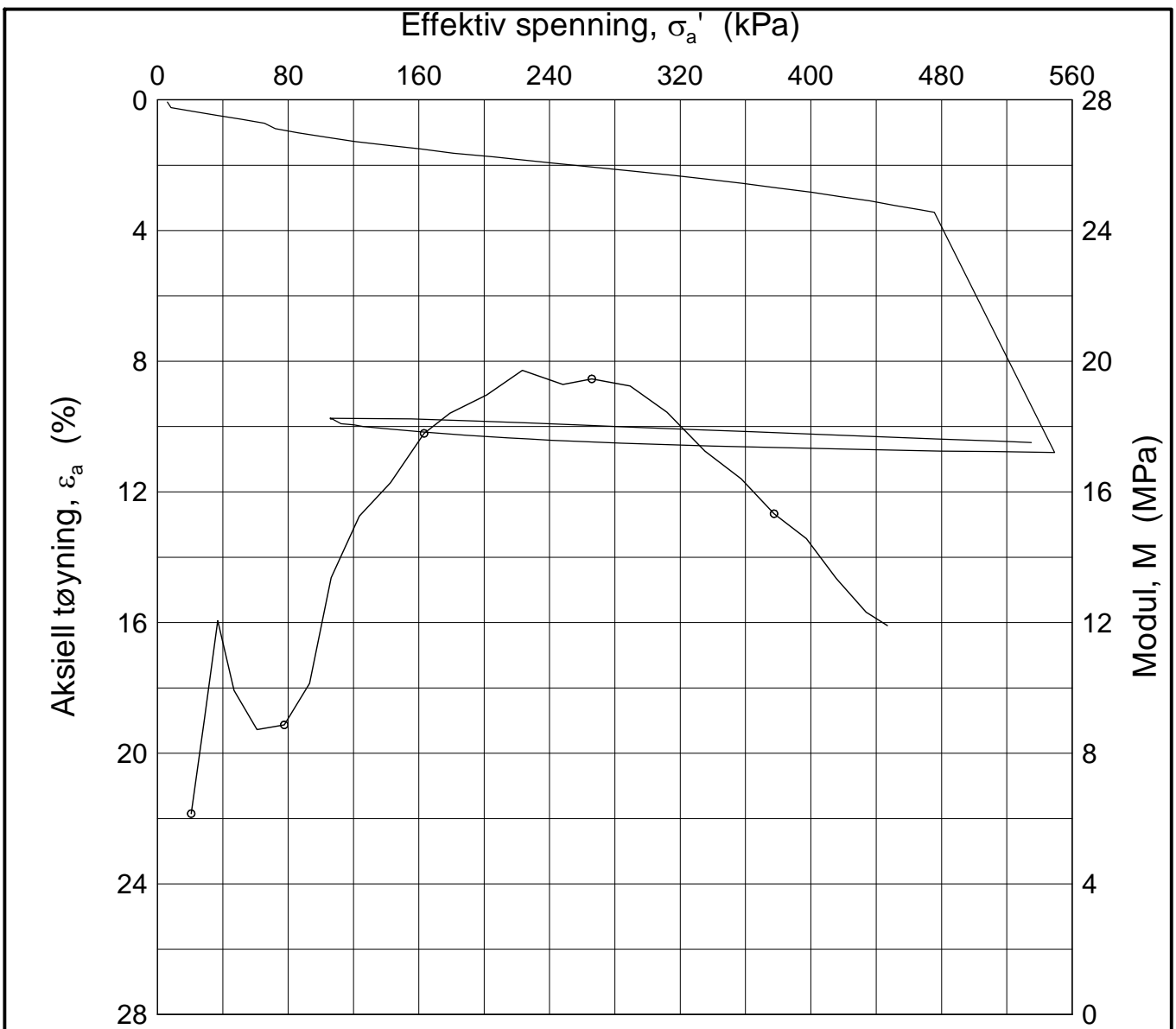
<b>E6 Oslovegen, Trondheim</b>				Rapport nr. <b>20081260-4</b>	Figur nr. <b>E1</b>
Ødometer test (CRSC)		Dybde = 7.32	m	Tegner	Dato 2008-05-27
Borhull: 509	Sylinder: 3	$p'_0 = 107.0$	kPa	Kontrollert	
Del: D	Test: 1	$w_i = 36.13$	%	Godkjent	

H:\LABDATA\2008\20081260\Oedom\509-3-D-1 lin (crs1258).grf



Date-Rev. no. 15.02.00-0

<b>E6 Oslovegen, Trondheim</b>			Rapport nr. 20081260-4	Figur nr. E2
Ødometer test (CRSC)		Dybde = 7.32 m	Tegner	Dato 2008-05-27
Borhull: 509	Sylinder: 3	$p'_o = 107.0$ kPa	Kontrollert	
Del: D	Test: 1	$w_i = 36.13$ %	Godkjent	



Date-Rev. no. 15.02.00-0

**E6 Oslovegen, Trondheim**

Rapport nr.  
20081260-4

Figur nr.  
E3

Ødometer test (CRSC)

Dybde = 7.32 m

Tegner

Dato  
2008-05-27

Borhull: 509

Sylinder: 3

$p'_o$  = 107.0 kPa

Kontrollert

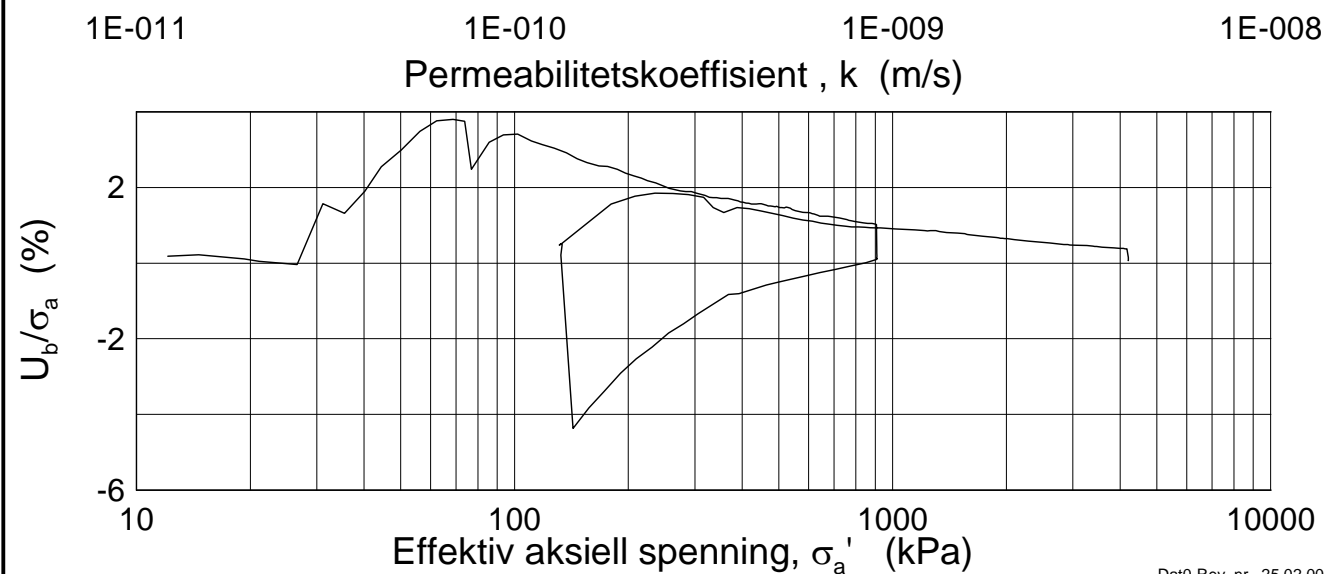
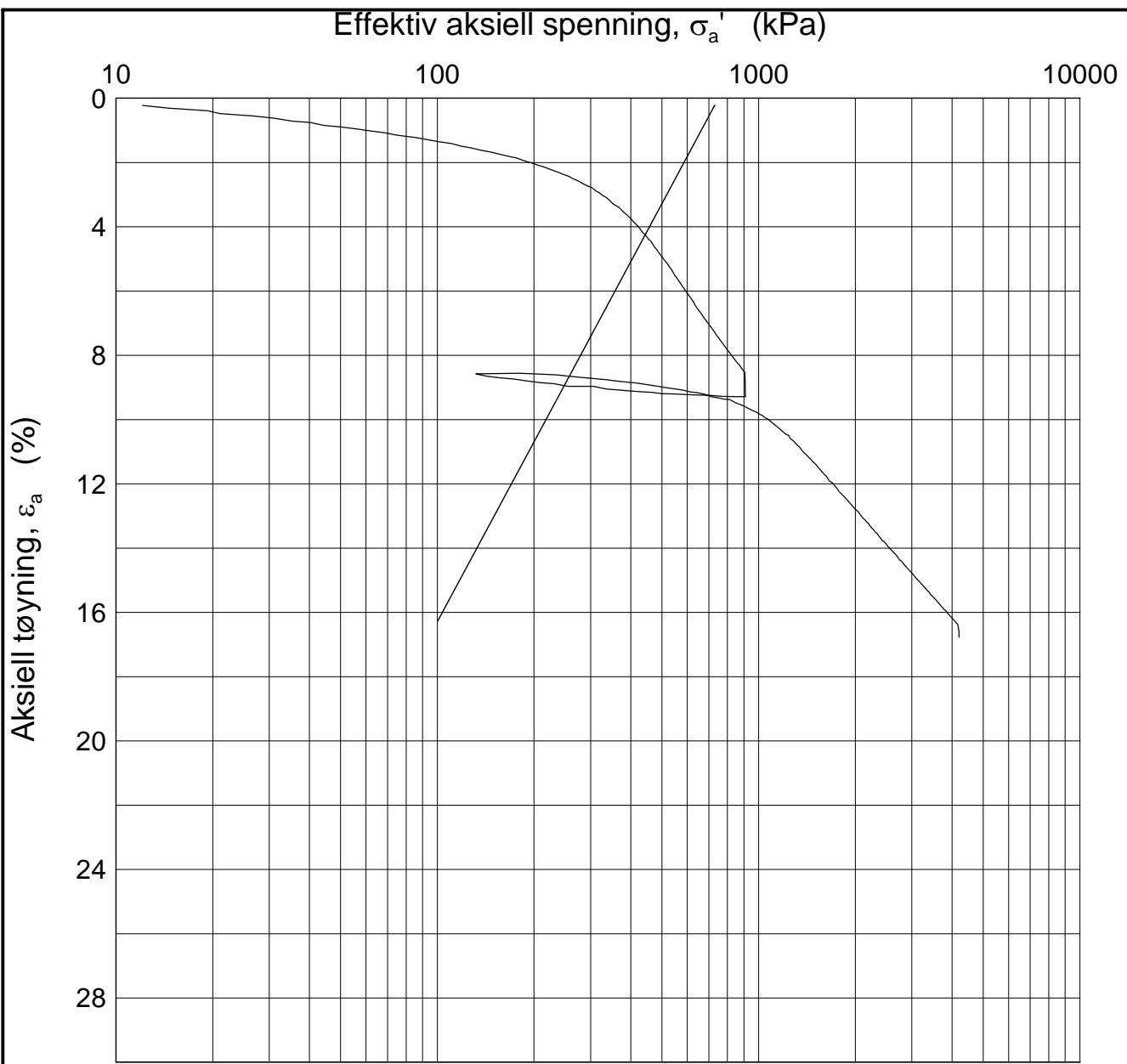
Del: D

Test: 1

$w_i$  = 36.13 %


Godkjent



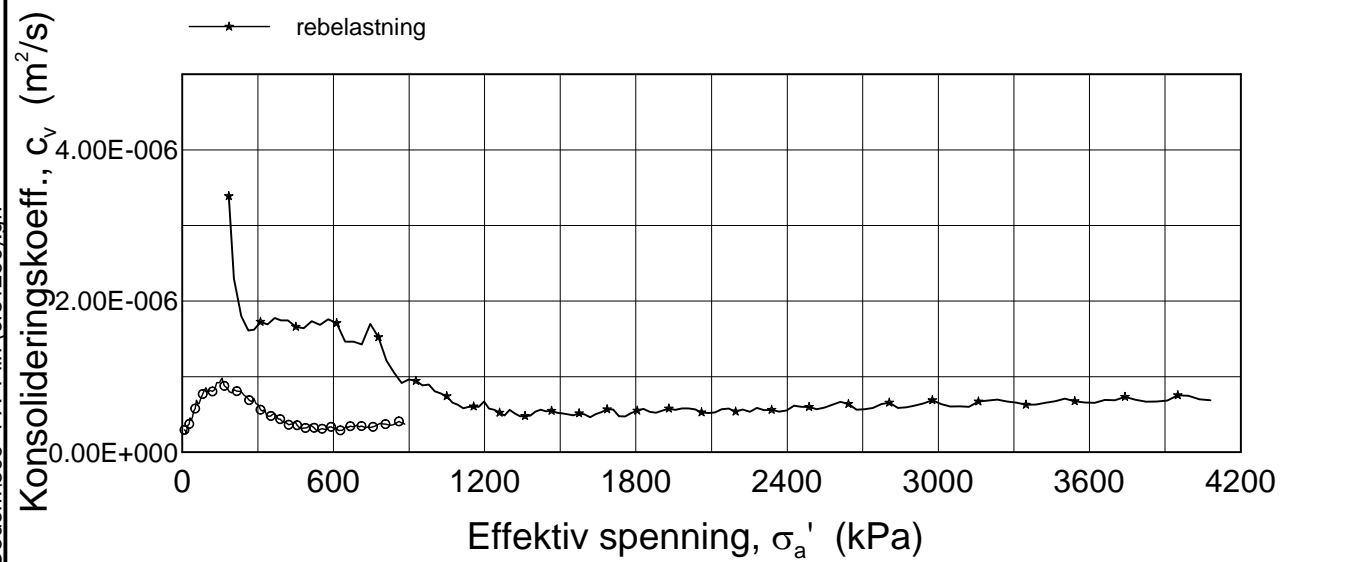
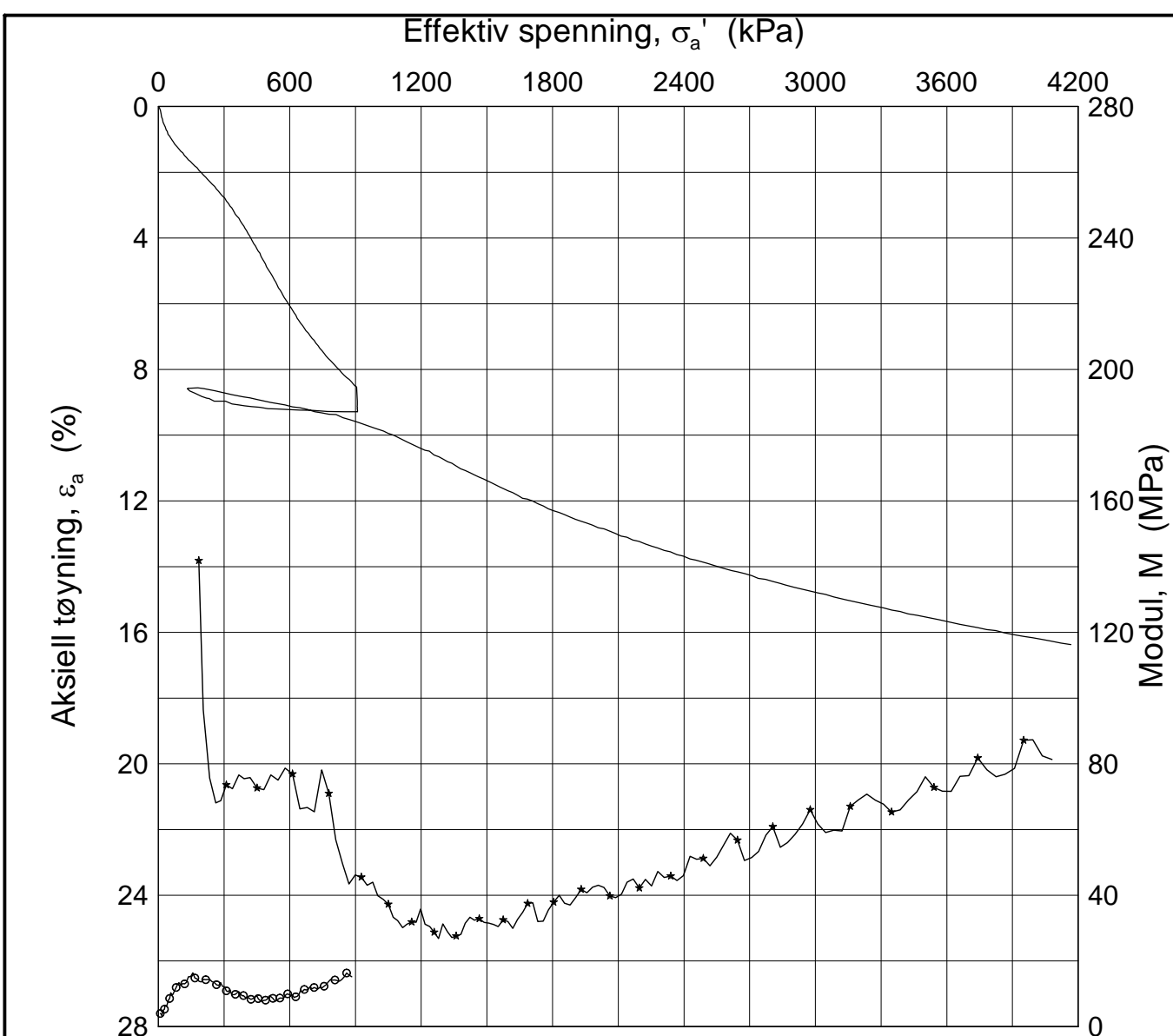


H:\LABDATA\2008\20081260\Oedom\509-4-A-1 log (crs1260).grf


Dat0-Rev. nr. 25.02.00-1

<b>E6 Oslovegen, Trondheim</b>			Rapport nr. <b>20081260-4</b>	Figur nr. <b>E4</b>
Ødometer test (CRSC)			Tegner	Dato 2008-05-27
Borhull: 509	Sylinder: 4	Dybde = 9.20 m	Kontrollert	
Del: A	Test: 1	$p_o' = 133.0$ kPa	Godkjent	
		$w_i = 31.50$ %		

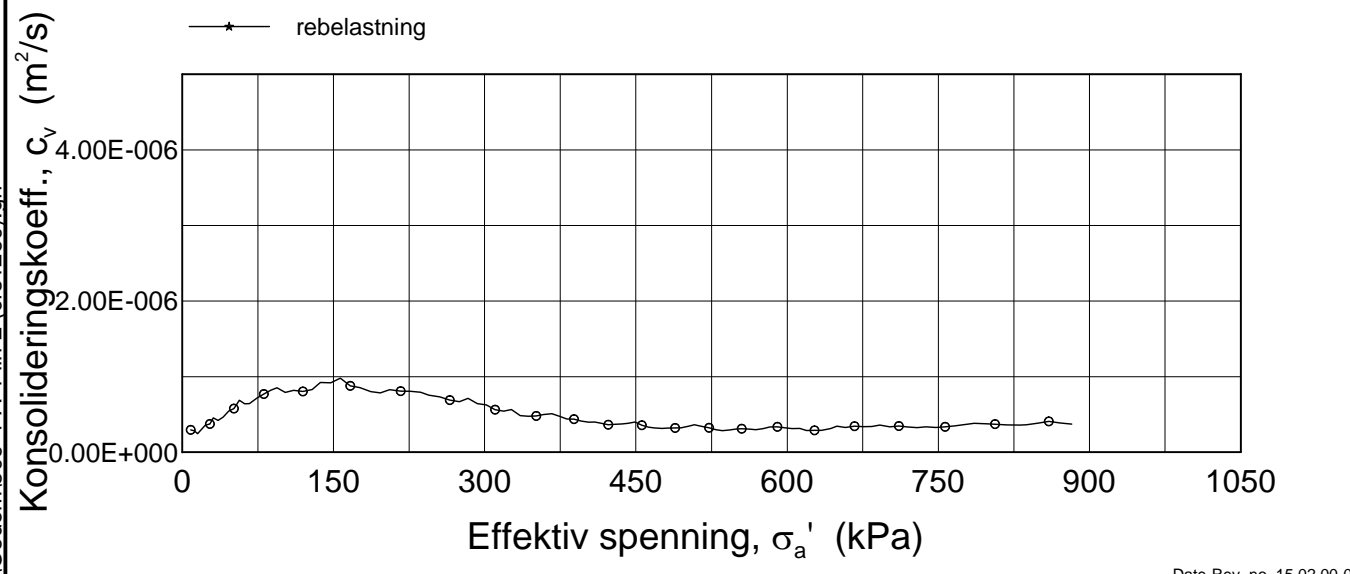
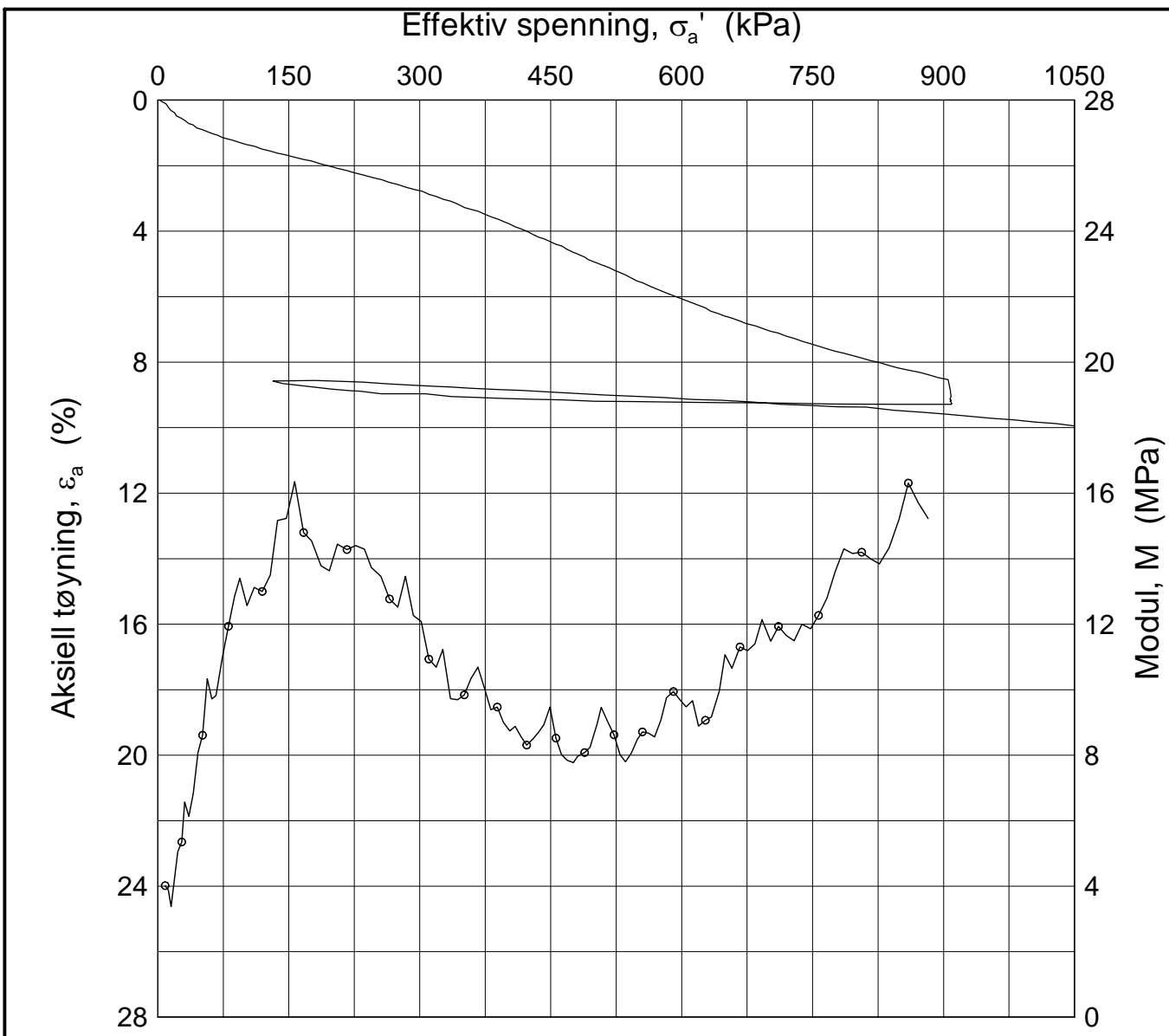





Date-Rev. no. 15.02.00-0

<b>E6 Oslovegen, Trondheim</b>			Rapport nr. <b>20081260-4</b>	Figur nr. <b>E5</b>
Ødometer test (CRSC)		Dybde = 9.20 m	Tegner	Dato 2008-05-27
Borhull: 509	Sylinder: 4	$p'_o = 133.0$ kPa	Kontrollert	
Del: A	Test: 1	$w_i = 31.50$ %	Godkjent	

H:\LABDATA\2008\20081260\Oedom\509-4-A-1.lin (crs1260).grf



Date-Rev. no. 15.02.00-0

<b>E6 Oslovegen, Trondheim</b>			Rapport nr. <b>20081260-4</b>	Figur nr. <b>E6</b>
Ødometer test (CRSC)		Dybde = 9.20 m	Tegner	Dato 2008-05-27
Borhull: 509	Sylinder: 4	$p'_o = 133.0$ kPa	Kontrollert	
Del: A	Test: 1	$w_i = 31.50$ %	Godkjent	

H:\LABDATA\2008\20081260\Oedom\509-4-A-1 lin-2 (crs1260).grf



Rapport nr.: 20081260-4  
Dato: 2008-06-03  
Rev. dato:  
Side: F1  
Rev.: 0

## Vedlegg F - Treaksialforsøk

### Innhold

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

## **F1 Metode**

Det er utført i alt 4 stk. statiske treaksialforsøk på prøver fra borpunkt 509. Ett aktivt (CAUa) og ett passivt (CAUp) forsøk er utført på prøver fra hver av sylindrene tatt fra 7 og 9 meter dybde.

Forsøkene er utført etter standard prosedyre for treaksialforsøk utført ved NGI, beskrevet av Berre, 1982, jf. /1/.

## **F2 Innbygging av prøve**

Prøvene er konsolidert anisotropt til antatte "in – situ" spenninger. En oversikt over forsøk, dybder og konsolideringsspenninger er gitt i Tabell F1. Tabellen viser i tillegg materialbeskrivelse og resultater fra klassifiseringsforsøk.

Prøvene blir først trimmet ned til  $23 \text{ cm}^2$  tverrsnittsareal og 110 mm høyde. Filter og slanger mettes opp etter at prøvene er påført isotrop spenning. Etter metning av systemet blir prøvene lastet opp til spesifisert horisontalspenning. Prøvene står da vanligvis og konsoliderer en natt før et mottrykk blir påført for å øke metningen. Etter at mottrykket er satt på blir resten av vertikalspenningen lastet opp i trinn.

Når prøvene er konsolidert ferdig starter skjæringen. Standard skjæringshastighet på 0,7 % pr. time ble benyttet. Prøvene ble kjørt til 8 – 15 % deformasjon.

## **F3 Resultater**

Resultater fra treaksialforsøkene er presentert i Vedlegg F1-F12. Hvert forsøk er presentert med tre ulike diagrammer for skjæringsfasen; diagrammene viser skjærspenning og poretrykk vs. aksiell tøyning, skjærspenning vs. effektiv gjennomsnittsspenning og skjærspenning vs. effektiv radiell spenning.

I henhold til referanse /2/ kan effekt av prøveforstyrrelse vurderes på grunnlag av målt volumtøyning under konsolideringsfasen uttrykt ved parameteren  $\Delta e/e_0$ . I Tabell F1 er verdien av denne parameteren gitt for de aktuelle forsøkene. Ifølge /2/ er prøve kvaliteten "veldig god til perfekt" for prøver fra sylindere tatt i 7-7,8 meter dybde og "god til middels god" for prøver fra sylindere tatt i 9-9,8 meter dybde.

#### **F4 Referanser**

- /1/ Berre, T. (1982)  
*Triaxial testing at the Norwegian Geotechnical Institute.*  
Geotechnical Testing Journal, Vol. 5, No. 1/2 pp. 3-17.  
Also publ. in: Norwegian Geotechnical Institute.  
Publication, 134, 1981, pp. 7-23
- /2/ Lunne, T., T. Berre and S. Strandvik (1997)  
Sample disturbance effects in soft low plastic Norwegian clay.  
Conf. On Recent Developments in Soil and Pavement Mechanics, Rio  
de Janeiro, June 1997. Proc. Pp. 81-102.

20081260-4

E6 Oslovegen, Trondheim

TABELL F1 :

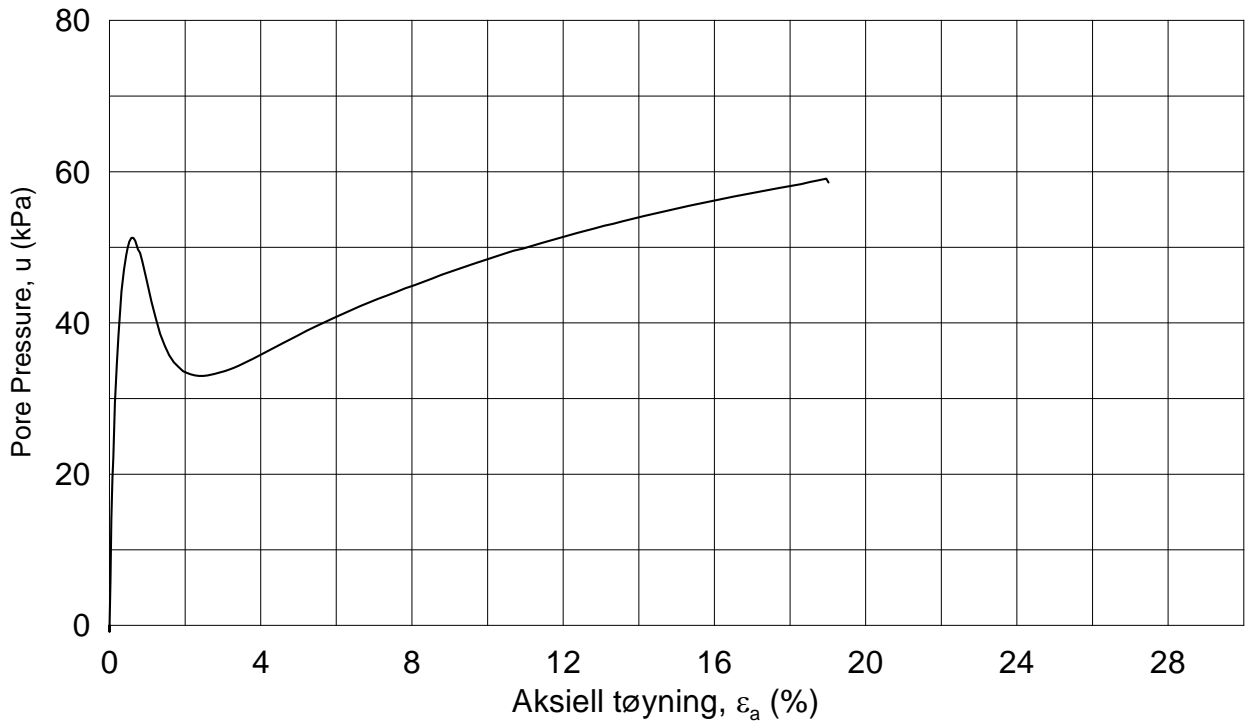
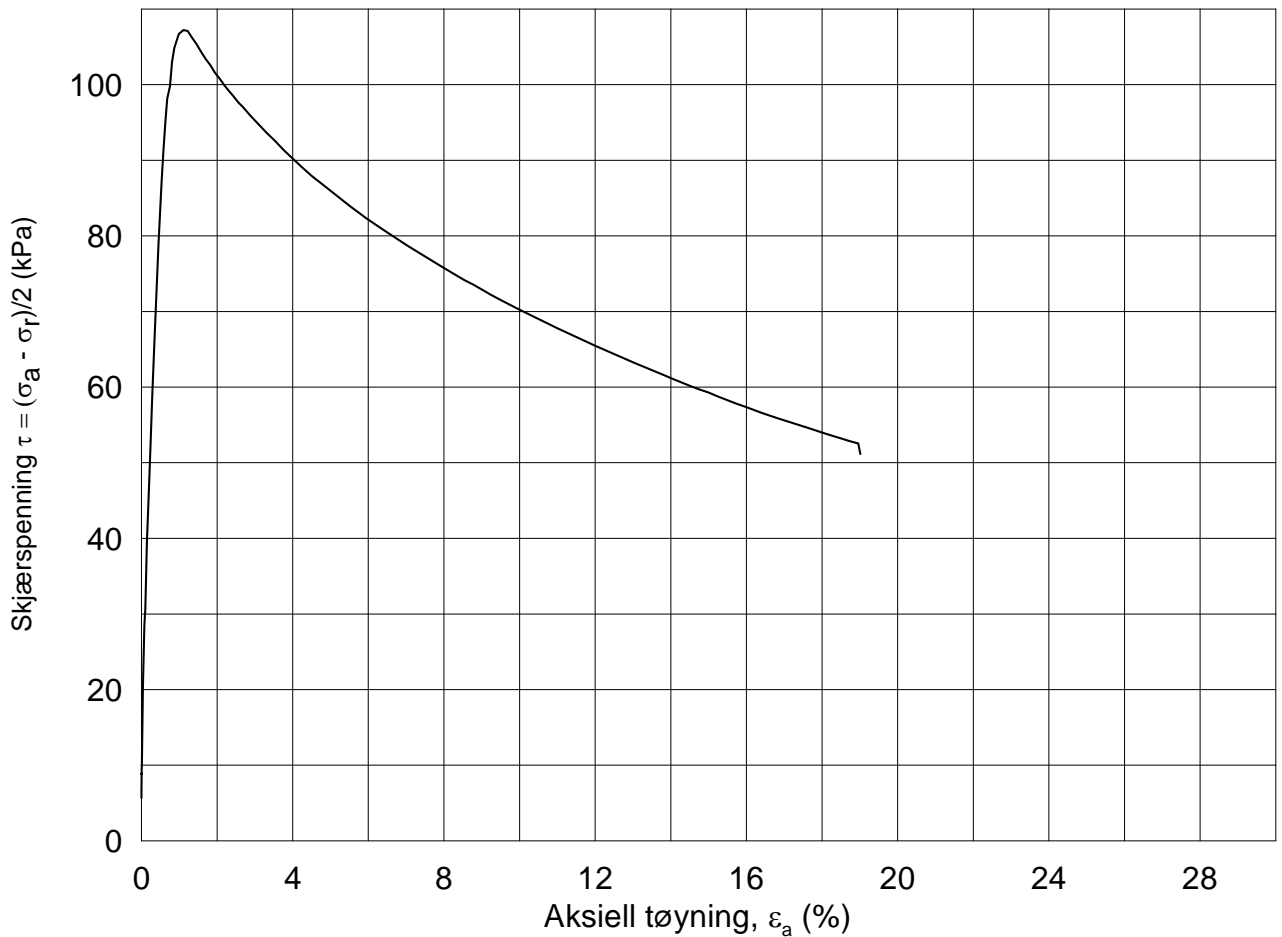
SAMMENSTILLING AV TREAKSIALFORSØK (CAUa og CAUp)

Utført: RMo

Kontroll: EEn

PRØVE IDENTIFISERING				INDEKSEGENSKAPER						KONSOLIDERING									UDRENERT SKJÆRING					Figur referanse
Hull nr.	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>	Δe/e <sub>0</sub>	B	τ <sub>f</sub>	u <sub>f</sub>	ε <sub>f</sub>	τ <sub>f</sub> /p' <sub>0v</sub>	τ <sub>f</sub> /σ' <sub>ac</sub>	
		m		%	%	%	%	%	kN/m <sup>3</sup>		kPa	kPa	kPa		%	%		%	kPa	kPa	%			
509	3-B-1	7.5	Leire, kvikk	34.2	26.0	20.0	6.0	-	19.2	CAUa	113.6	113.6	102.3	0.90	0.99		0.020							Figur F1-F3
509	3-C-1	7.7	Leire, kvikk	32.9	26.0	20.0	6.0	-	19.2	CAUp	115.5	115.6	104.2	0.90	1.44		0.030							Figur F4-F6
509	4-B-1	9.3	Leire, kvikk	28.3	24.0	17.0	7.0	36.5	19.9	CAUa	136.4	136.4	109.2	0.80	1.86		0.042							Figur F7-F9
509	4-D-1	9.6	Leire, kvikk	29.0	24.0	17.0	7.0	36.5	19.9	CAUp	140.2	140.2	112.2	0.80	1.84		0.041							Figur F10-F12

w <sub>i</sub>	In-situ vanninnhold
w <sub>l</sub>	Flytegrense
w <sub>p</sub>	Utrullingsgrense
Ip	Plastisitetsindeks, Ip = w <sub>l</sub> - w <sub>p</sub>
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



Dato/rev.: 2002-01-02/00

**E6 Oslovegen, Trondheim**

Rapport nr. **20081260-3** Figur nr. **F1**

Treaksial forsøk: **CAUA**

**Leire**

Tegner \_\_\_\_\_ Dato **2008-05-27**

Boring: **509**

Dybde = **7.50** m

Konsolidering-spenninger

Sylinder: **3**

$p_{o'}$  = **113.6** kPa

(kPa) maks. min. endelig

Kontrollert \_\_\_\_\_

Del: **B**

$w_i$  = **34.2** %

$\sigma_{ac}'$  = - - **113.6**

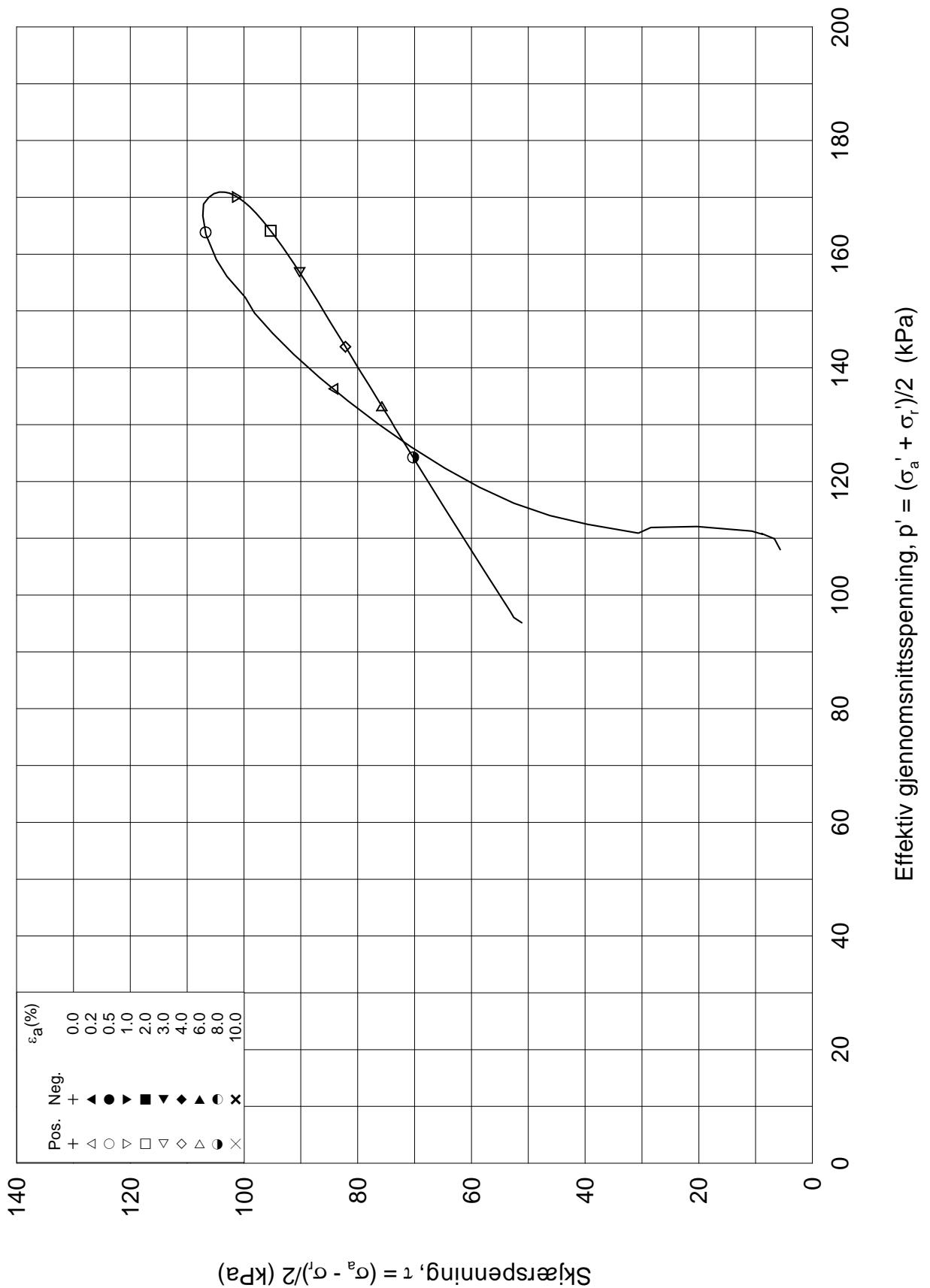
Godkjent \_\_\_\_\_

Test: **1**


$w_c$  = **33.5** %

$\sigma_{rc}'$  = - - **102.3**



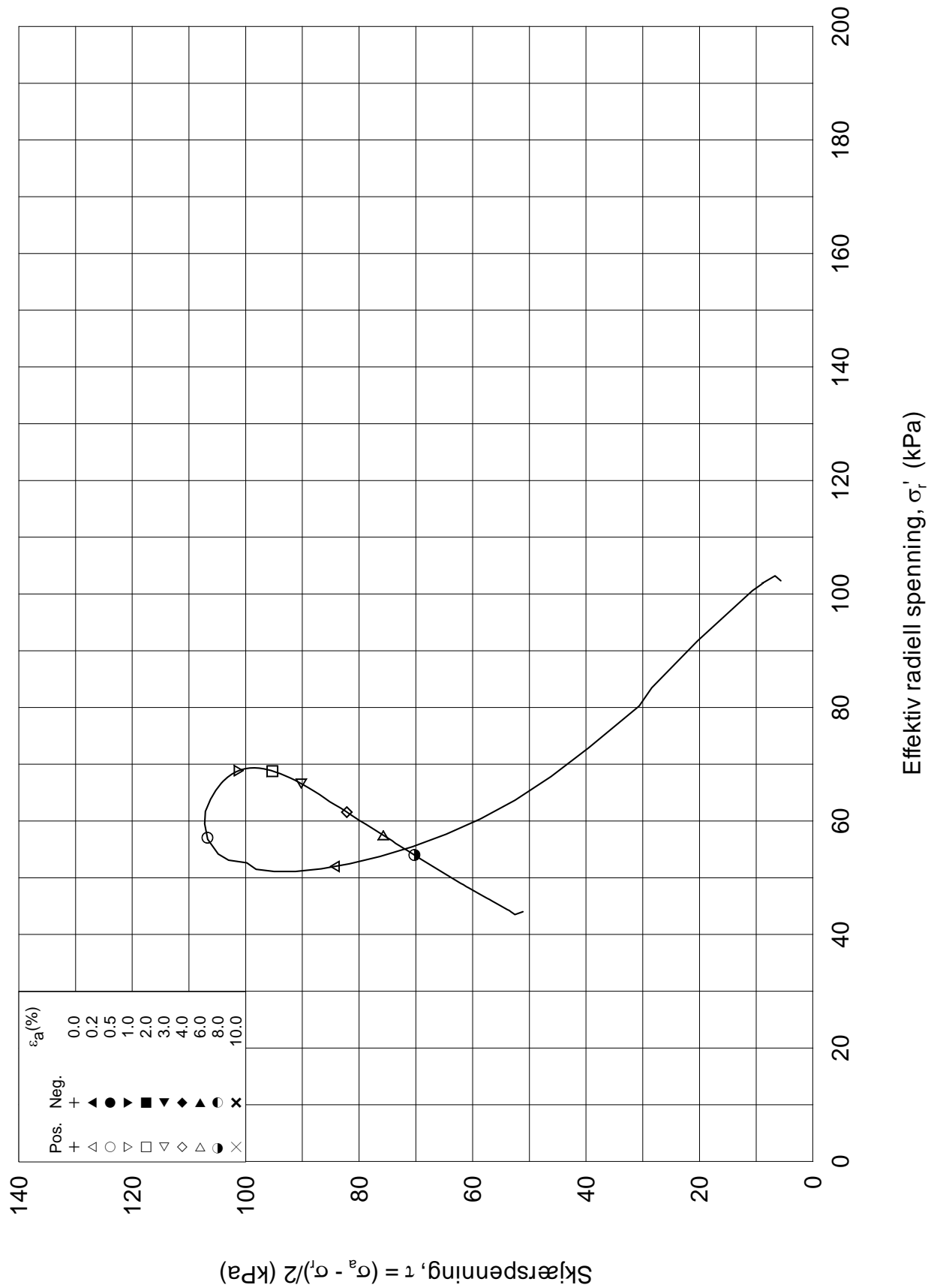


Dato/rev.: 2002-01-02/00


<b>E6 Oslovegen, Trondheim</b>			Rapport nr. <b>20081260-3</b>	Figur nr. <b>F2</b>
Treaksial forsøk: <b>CAUA</b>		<b>Leire</b>	Tegner	Dato 2008-05-27
Boring: <b>509</b>	Dybde = <b>7.50</b> m	Konsolidering-spenninger		
Sylinder: <b>3</b>	$p_{o'}$ = <b>113.6</b> kPa	(kPa)	maks.	min.
Del: <b>B</b>	$w_i$ = <b>34.2</b> %	$\sigma_{ac}'$ =	-	-
Test: <b>1</b>	$w_c$ = <b>33.5</b> %	$\sigma_{rc}'$ =	-	-
				<b>113.6</b>
				<b>102.3</b>
			Kontrollert	
			Godkjent	

509-3-B-1\_Plot2.grf

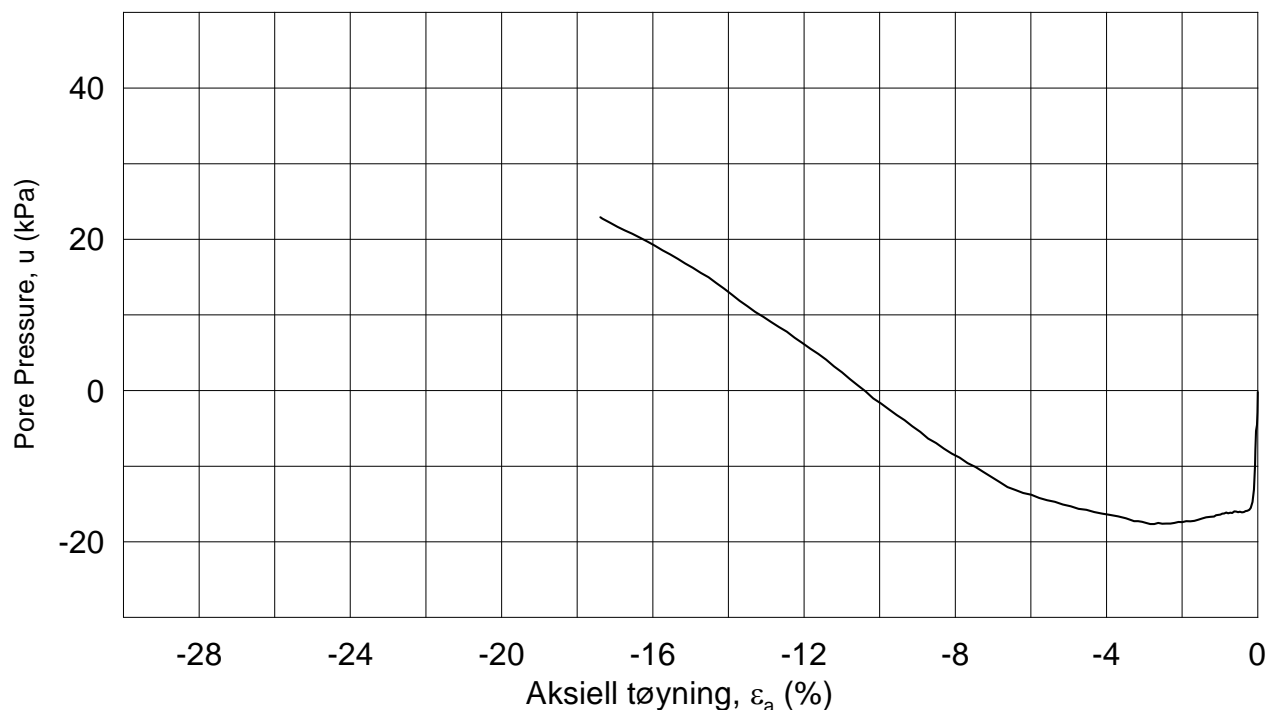
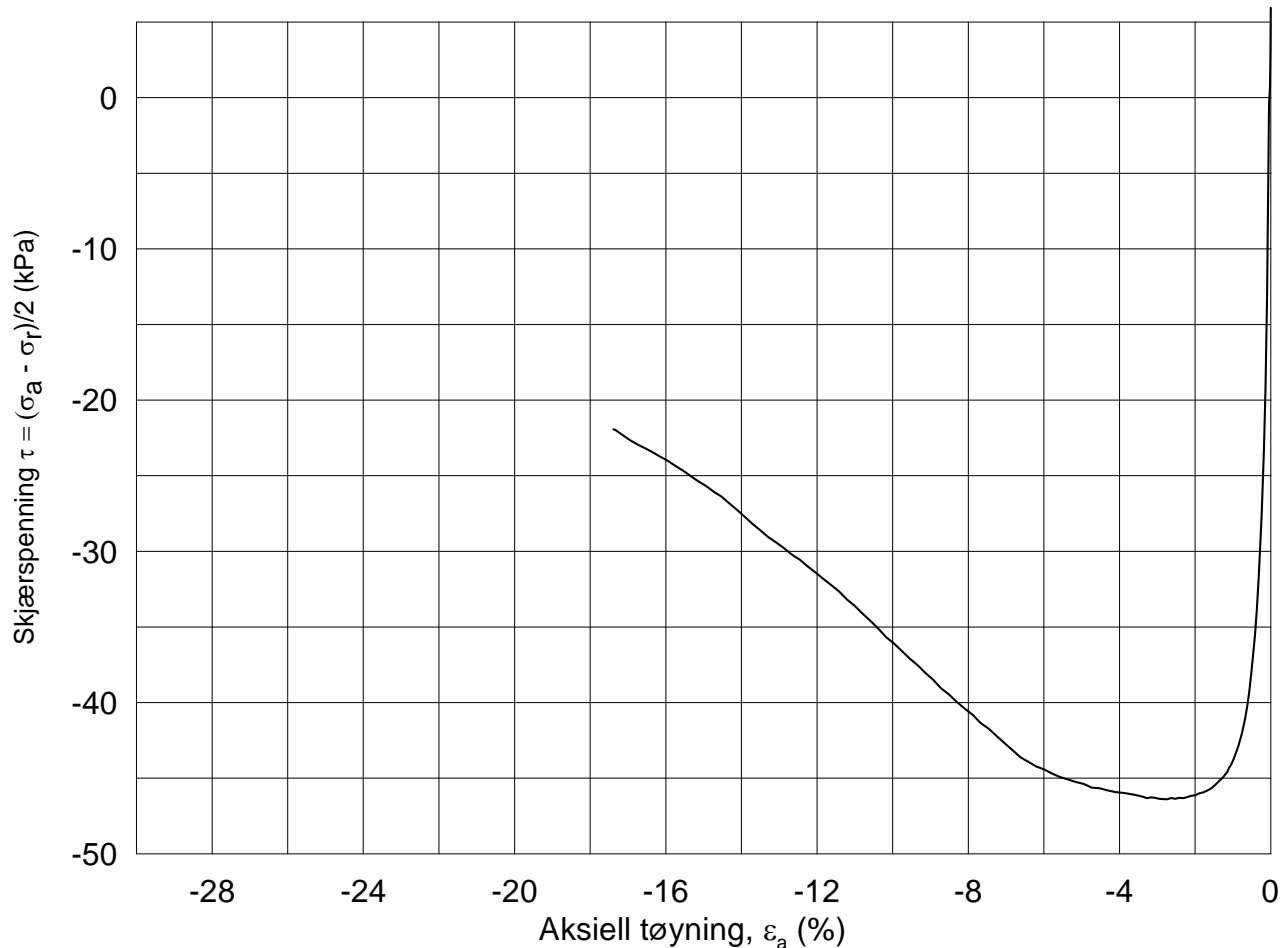




Dato/rev.: 2002-01-02/00

<b>E6 Oslovegen, Trondheim</b>			Rapport nr. <b>20081260-3</b>	Figur nr. <b>F3</b>	
Treaksial forsøk: <b>CAUA</b>	<b>Leire</b>		Tegner	Dato 2008-05-27	
Boring: <b>509</b>	Dybde = <b>7.50</b> m	Konsolidering-spenninger			
Sylinder: <b>3</b>	$p_{o'}$ = <b>113.6</b> kPa	(kPa)	maks.	min.	endelig
Del: <b>B</b>	$w_i$ = <b>34.2</b> %	$\sigma_{ac}'$ =	-	-	<b>113.6</b>
Test: <b>1</b>	$w_c$ = <b>33.5</b> %	$\sigma_{rc}'$ =	-	-	<b>102.3</b>
			Kontrollert		
			Godkjent		

509-3-B-1\_Plot3.grf



Dato/rev.: 2002-01-02/00

**E6 Oslovegen, Trondheim**

Rapport nr.  
**20081260-3**

Figur nr.  
**F4**

Treaksial forsøk: **CAUP**

**Leire**

Tegner

Dato  
2008-05-27

Boring: **509**

Dybde = **7.65** m

Konsolidering-spenninger

Sylinder: **3**

$p_{o'}$  = **115.5** kPa

(kPa) maks. min. endelig

Kontrollert

Del: **C**

$w_i$  = **32.9** %

$\sigma_{ac}'$  = - - **115.6**

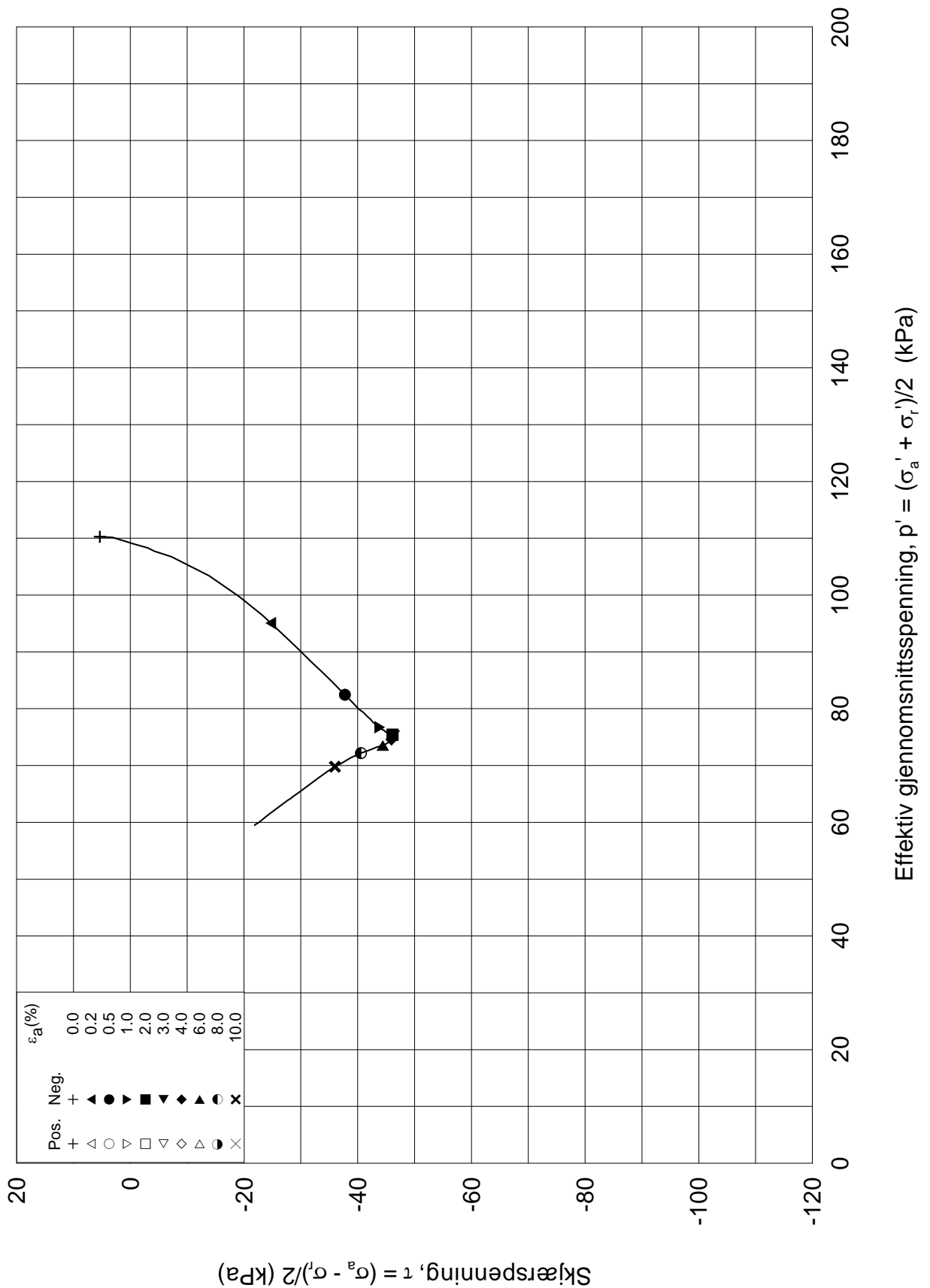
Godkjent

Test: **1**


$w_c$  = **31.8** %

$\sigma_{rc}'$  = - - **104.2**

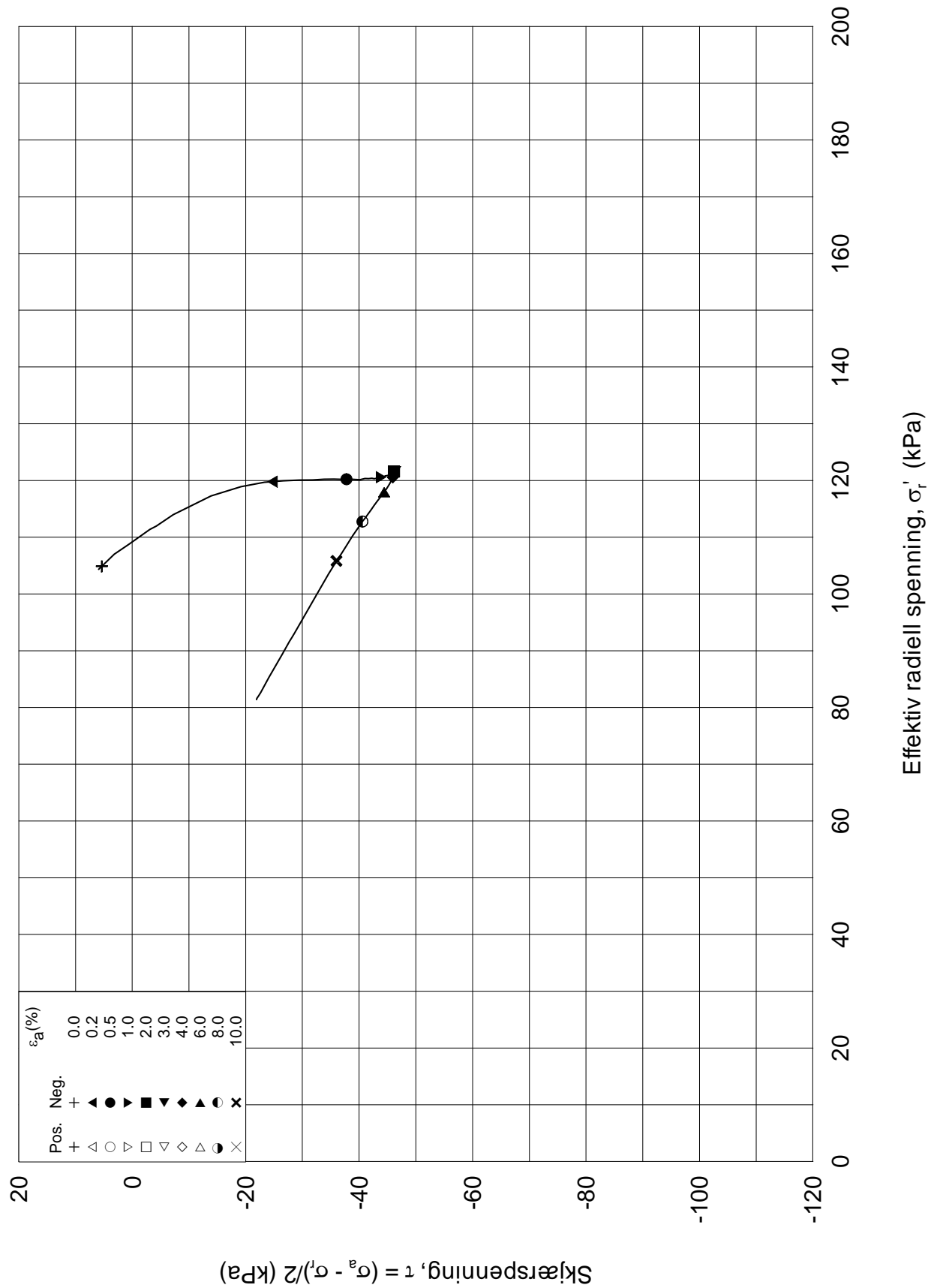





Dato/rev.: 2002-01-02/00

<b>E6 Oslovegen, Trondheim</b>			Rapport nr. <b>20081260-3</b>	Figur nr. <b>F5</b>	
Treaksial forsøk: <b>CAUP</b>		<b>Leire</b>	Tegner	Dato 2008-05-27	
Boring: <b>509</b>	Dybde = <b>7.65</b> m	Konsolidering-spenninger			
Sylinder: <b>3</b>	$p_{o'}$ = <b>115.5</b> kPa	(kPa)	maks.	min.	endelig
Del: <b>C</b>	$w_i$ = <b>32.9</b> %	$\sigma_{ac}'$ =	-	-	<b>115.6</b>
Test: <b>1</b>	$w_c$ = <b>31.8</b> %	$\sigma_{rc}'$ =	-	-	<b>104.2</b>
			Kontrollert		
			Godkjent		

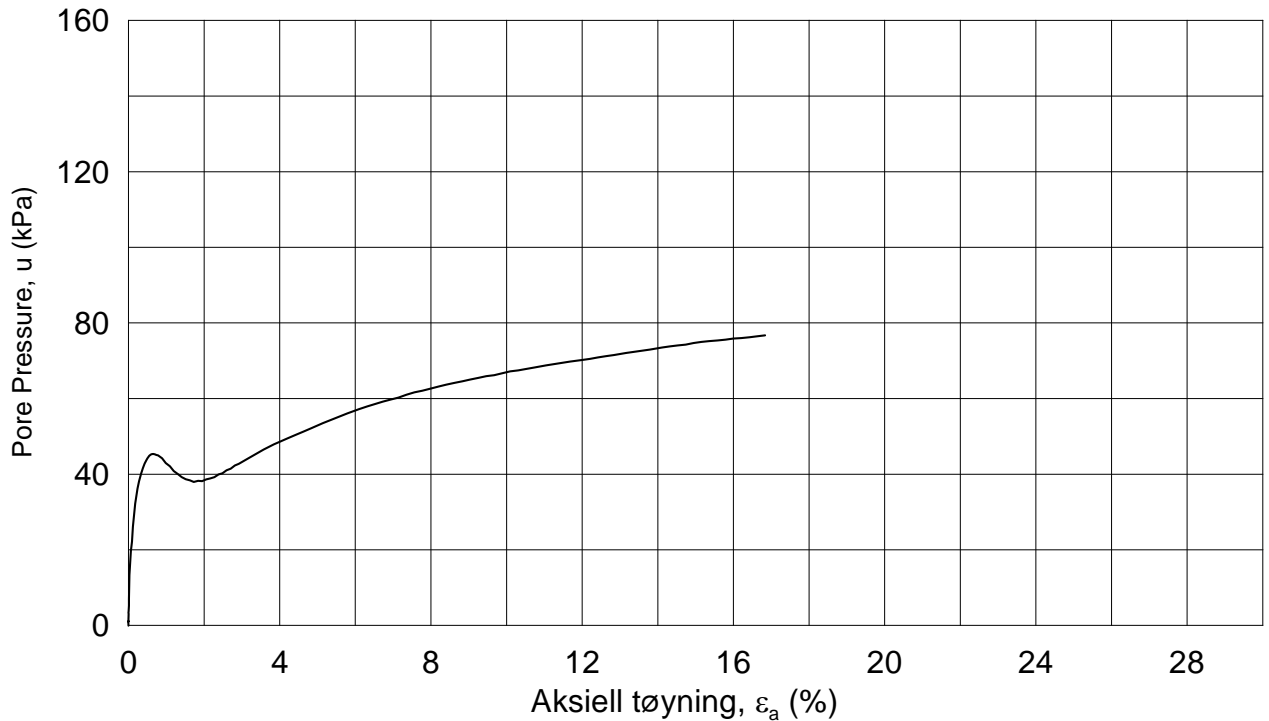
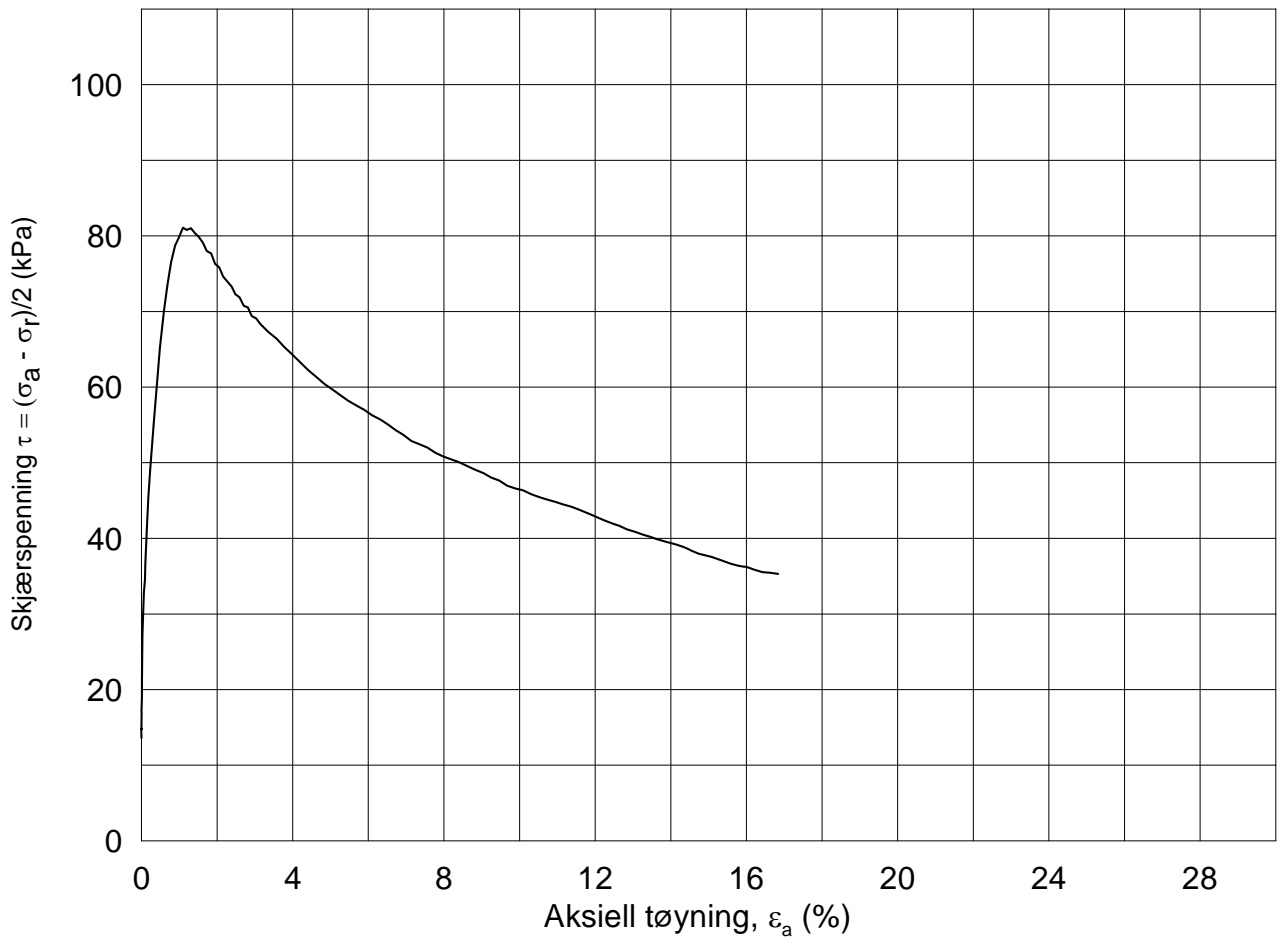
509-3-C-1\_Plot2.grf



Dato/rev.: 2002-01-02/00

<b>E6 Oslovegen, Trondheim</b>			Rapport nr. <b>20081260-3</b>	Figur nr. <b>F6</b>	
Treaksial forsøk: <b>CAUP</b>	<b>Leire</b>		Tegner	Dato 2008-05-27	
Boring: <b>509</b>	Dybde = <b>7.65</b> m	Konsolidering-spenninger			
Sylinder: <b>3</b>	$p_{o'}$ = <b>115.5</b> kPa	(kPa)	maks.	min.	endelig
Del: <b>C</b>	$w_i$ = <b>32.9</b> %	$\sigma_{ac}'$ =	-	-	<b>115.6</b>
Test: <b>1</b>	$w_c$ = <b>31.8</b> %	$\sigma_{rc}'$ =	-	-	<b>104.2</b>
			Kontrollert		
			Godkjent		

509-3-C-1.Plot3.grf



Dato/rev.: 2002-01-02/00

**E6 Oslovegen, Trondheim**

Rapport nr.  
**20081260-3**

Figur nr.  
**F7**

Treaksial forsøk: **CAUA**

**Leire**

Tegner

Dato  
2008-05-27

Boring: **509**

Dybde = **9.30** m

Konsolidering-spenninger

Sylinder: **4**

$p_{o'}$  = **136.4** kPa

(kPa) maks. min. endelig

Kontrollert

Del: **B**

$w_i$  = **28.3** %

$\sigma_{ac}'$  = - - **136.4**

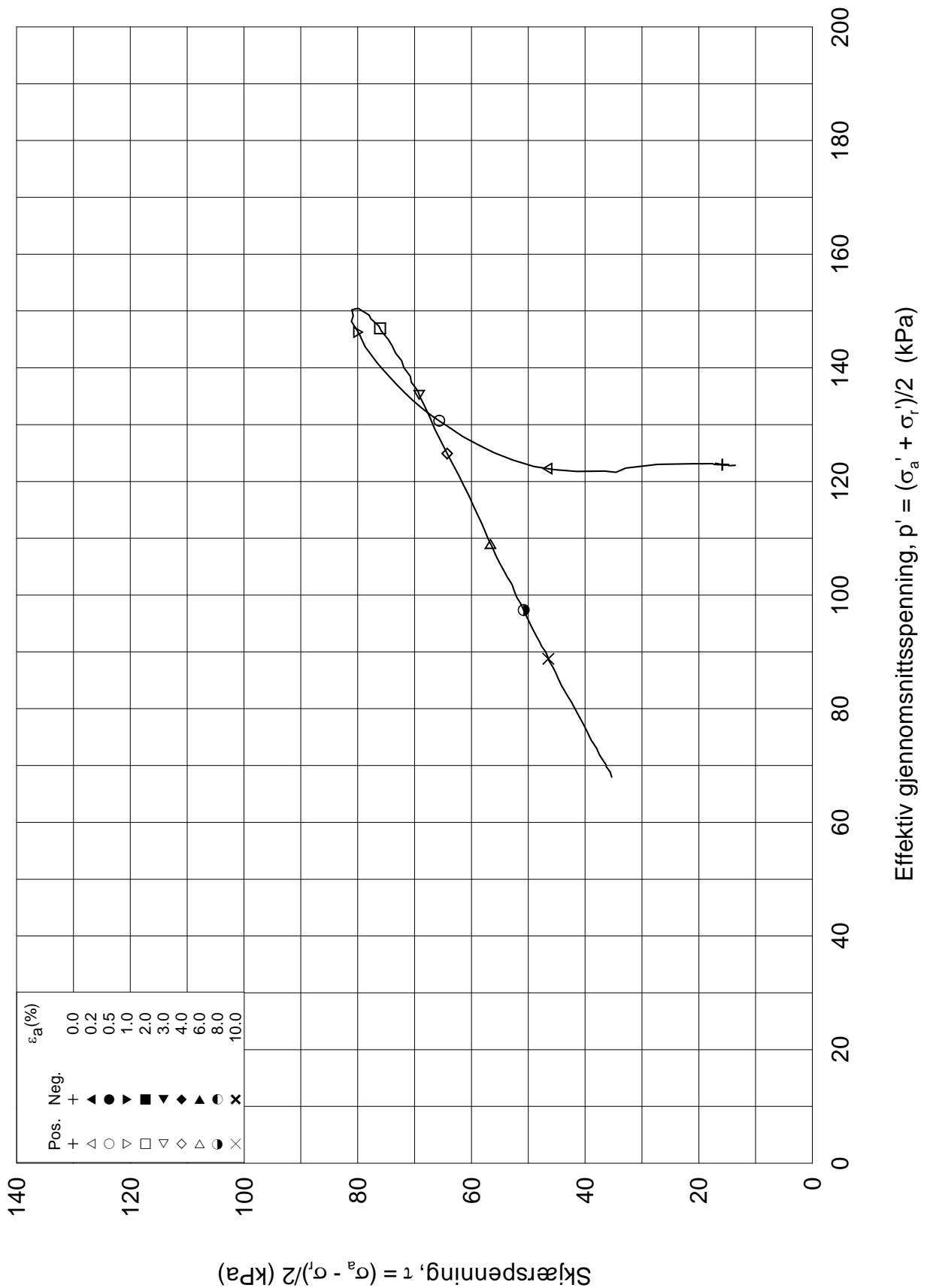
Godkjent

Test: **1**


$w_c$  = **27.1** %

$\sigma_{rc}'$  = - - **109.2**



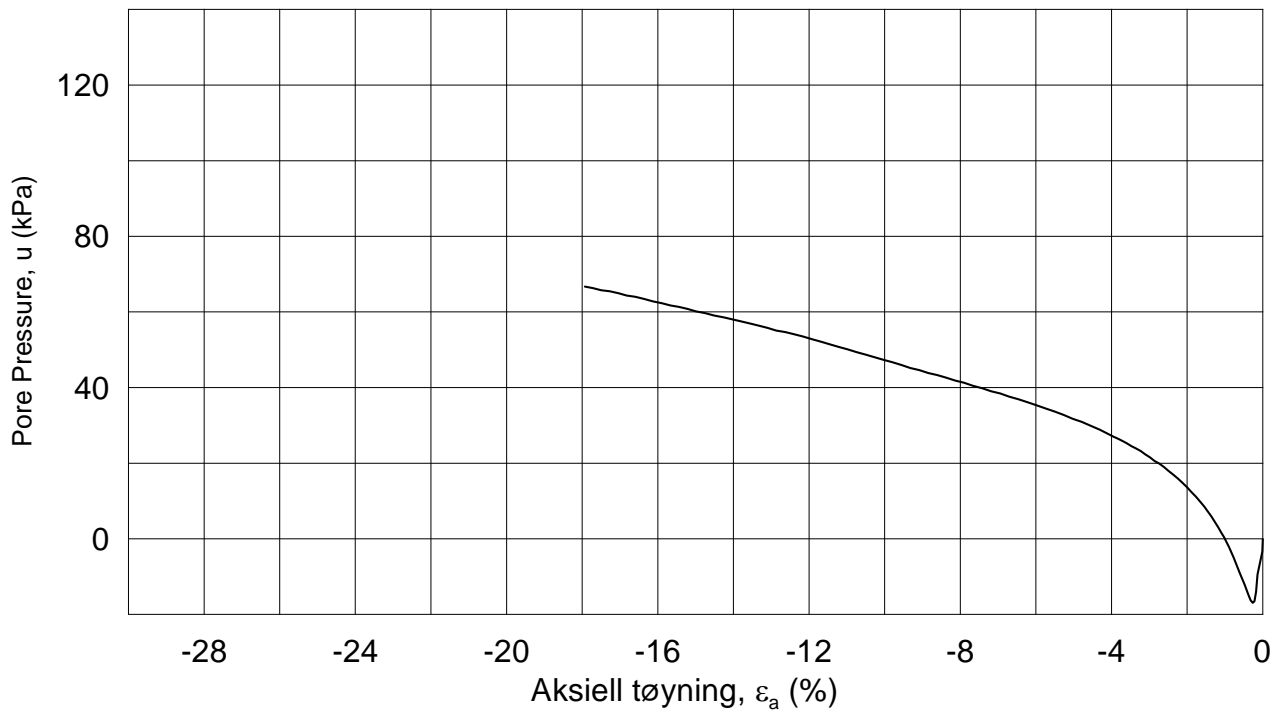
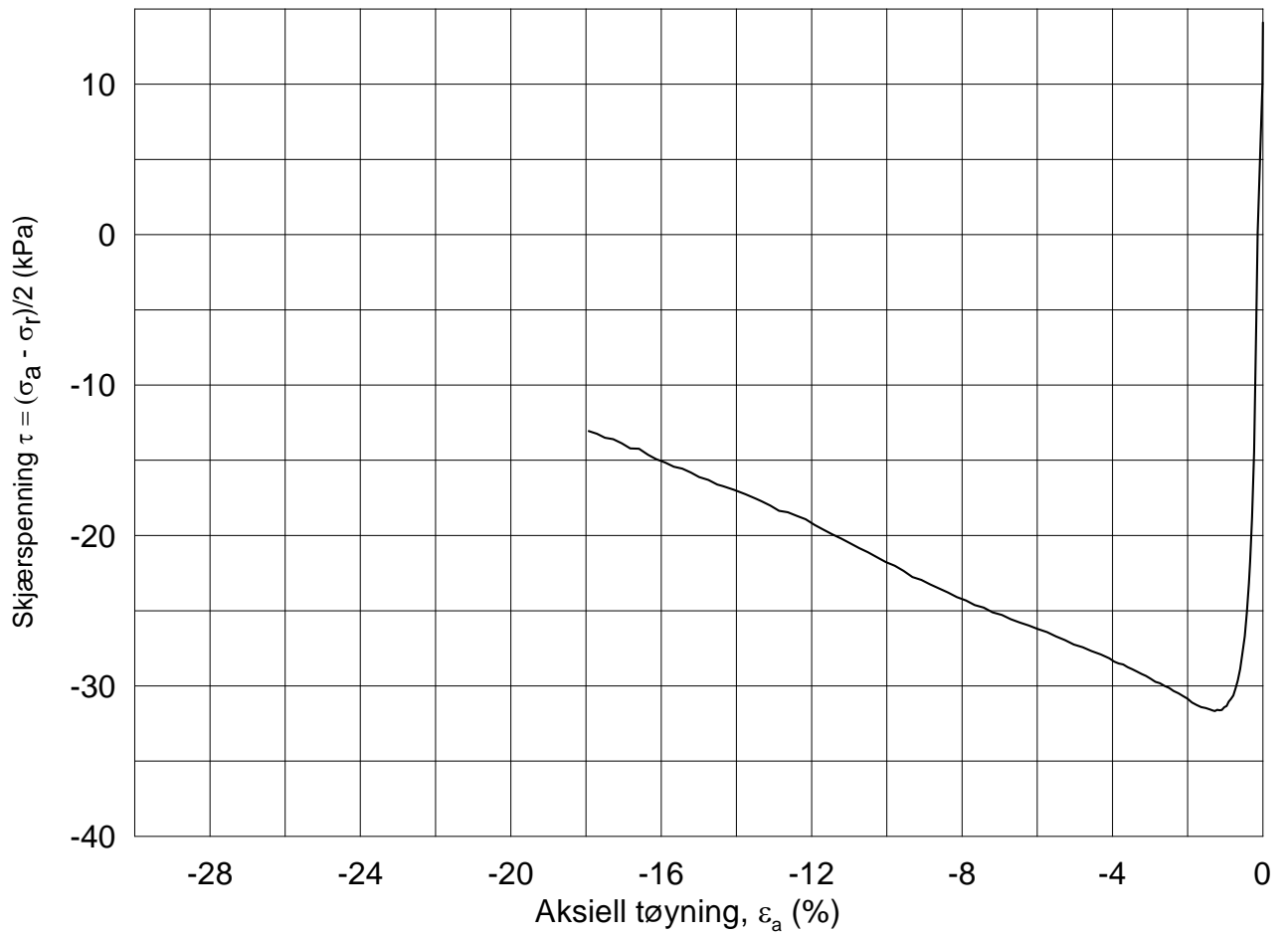


Dato/rev.: 2002-01-02/00

<b>E6 Oslovegen, Trondheim</b>			Rapport nr. <b>20081260-3</b>	Figur nr. <b>F8</b>
Treaksial forsøk: <b>CAUA</b>		<b>Leire</b>	Tegner	Dato 2008-05-27
Boring: <b>509</b>	Dybde = <b>9.30</b> m	Konsolidering-spenninger		
Sylinder: <b>4</b>	$p_{o'}$ = <b>136.4</b> kPa	(kPa)	maks.	min.
Del: <b>B</b>	$w_i$ = <b>28.3</b> %	$\sigma_{ac}'$ =	-	-
Test: <b>1</b>	$w_c$ = <b>27.1</b> %	$\sigma_{rc}'$ =	-	-
				<b>136.4</b>
				<b>109.2</b>
			Kontrollert	
			Godkjent	

509-4-B-1.Plot2.grf





Dato/rev.: 2002-01-02/00

**E6 Oslovegen, Trondheim**

Rapport nr. 20081260-3  
Figur nr. F10

Treaksial forsøk: CAUP

Leire

Tegner  
Dato 2008-05-27

Boring: 509

Dybde = 9.60 m

Konsolidering-spenninger

Sylinder: 4

$p_{o'}$  = 140.2 kPa

(kPa)	maks.	min.	endelig
$\sigma_{ac}'$ =	-	-	140.2
$\sigma_{rc}'$ =	-	-	112.2

Del: D

$w_i$  = 29.0 %

Test: 1

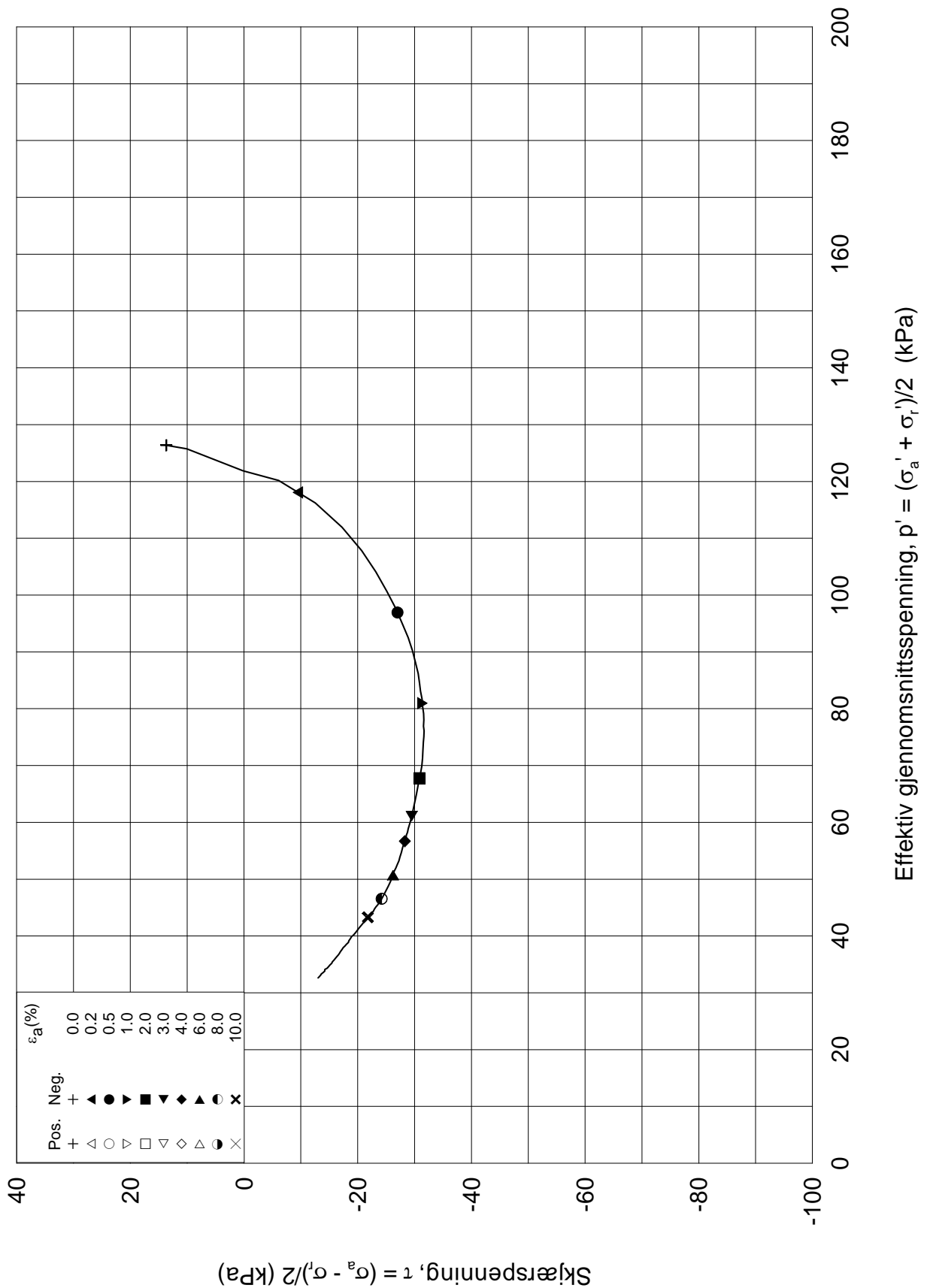
$w_c$  = 27.8 %

Kontrollert


Godkjent



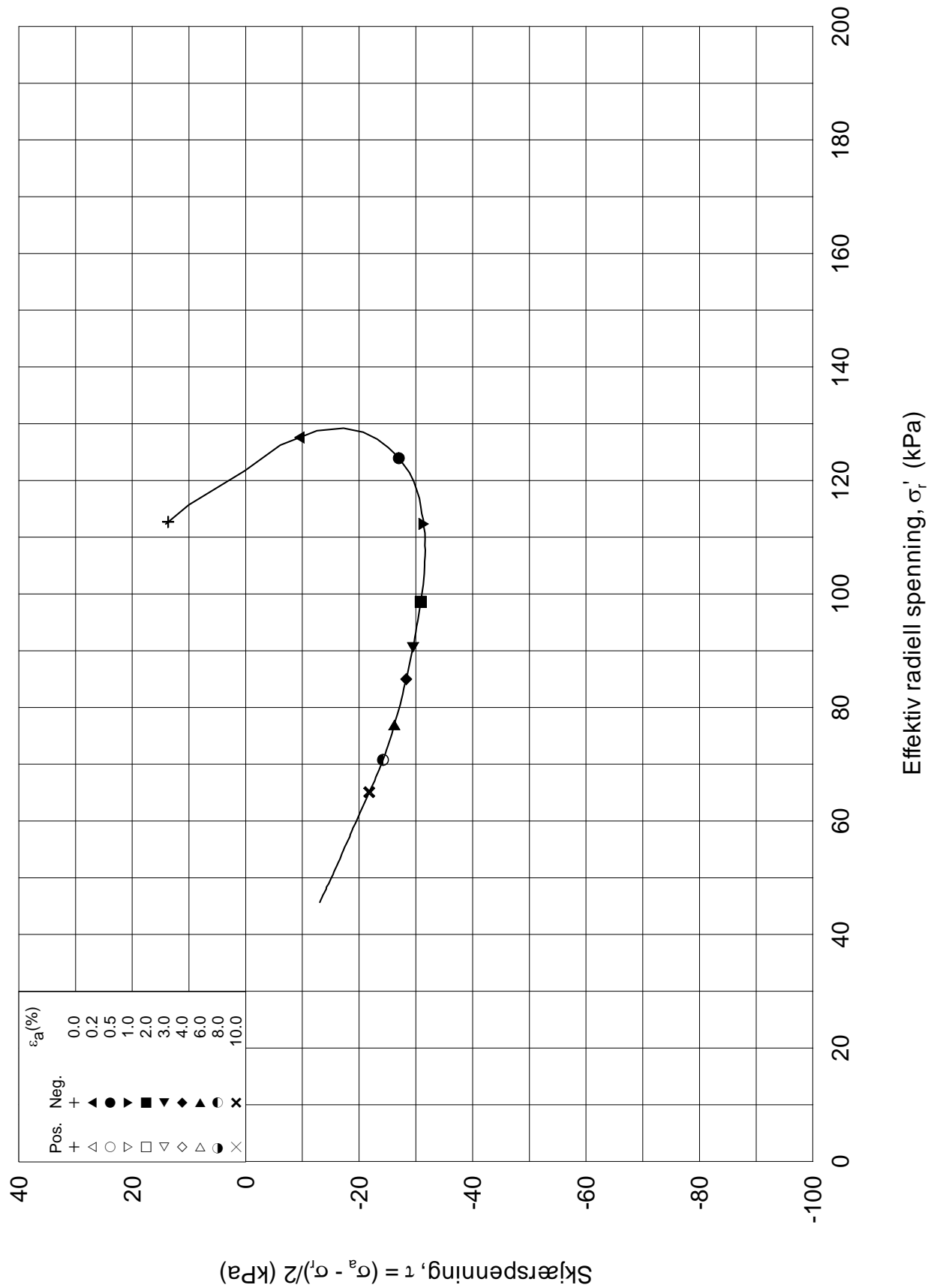




Dato/rev.: 2002-01-02/00

<b>E6 Oslovegen, Trondheim</b>			Rapport nr. <b>20081260-3</b>	Figur nr. <b>F11</b>	
Treaksial forsøk: <b>CAUP</b>		<b>Leire</b>	Tegner	Dato 2008-05-27	
Boring: <b>509</b>	Dybde = <b>9.60</b> m	Konsolidering-spenninger			
Sylinder: <b>4</b>	$p_{o'}$ = <b>140.2</b> kPa	(kPa)	maks.	min.	endelig
Del: <b>D</b>	$w_i$ = <b>29.0</b> %	$\sigma_{ac}'$ =	-	-	<b>140.2</b>
Test: <b>1</b>	$w_c$ = <b>27.8</b> %	$\sigma_{rc}'$ =	-	-	<b>112.2</b>
			Kontrollert		
			Godkjent		

509-4-D-1\_Plot2.grf



Dato/rev.: 2002-01-02/00

**E6 Oslovegen, Trondheim**

Rapport nr.  
**20081260-3**

Figur nr.  
**F12**

Treaksial forsøk: **CAUP**

**Leire**

Tegner  
Dato  
2008-05-27

Boring: **509**

Dybde = **9.60** m

Konsolidering-spenninger

Sylinder: **4**

$p_{o'}$  = **140.2** kPa

(kPa) maks. min. endelig

Del: **D**

$w_i$  = **29.0** %

$\sigma_{ac}'$  = - - **140.2**

Test: **1**

$w_c$  = **27.8** %

$\sigma_{rc}'$  = - - **112.2**

Kontrollert

Godkjent



# Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



<b>Dokumentinformasjon/Document information</b>					
<b>Dokumenttittel/Document title</b> E6 Oslovegen, Trondheim. Kvikkleiresone Cecilienborg.			<b>Dokument nr./Document No.</b> 20081260-4		
<b>Dokumenttype/Type of document</b>		<b>Distribusjon/Distribution</b>		<b>Dato/Date</b> 03. juni 2008	
<input checked="" type="checkbox"/> Rapport/Report <input type="checkbox"/> Teknisk notat/Technical Note		<input type="checkbox"/> Fri/Unlimited <input checked="" type="checkbox"/> Begrenset/Limited <input type="checkbox"/> Ingen/None		<b>Rev.nr./Rev.No.</b>	
<b>Oppdragsgiver/Client</b> Skanska Norge AS					
<b>Emneord/Keywords</b> rotary-pressure sounding, CPTU, piezometer, sampling, laboratory test					
<b>Stedfesting/Geographical information</b>					
<b>Land, fylke/Country, County</b> Norge, Sør-Trøndelag			<b>Havområde/Offshore area</b>		
<b>Kommune/Municipality</b> Trondheim			<b>Feltnavn/Field name</b>		
<b>Sted/Location</b> Cecilienborg			<b>Sted/Location</b>		
<b>Kartblad/Map</b> 1621 IV			<b>Felt, blokknr./Field, Block No.</b>		
<b>UTM-koordinater/UTM-coordinates</b> 32VNR689329					
<b>Dokumentkontroll/Document control</b>					
<b>Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001</b>					
<b>Rev./Rev.</b>	<b>Revisjonsgrunnlag/Reason for revision</b>	<b>Egen-kontroll/ Self review av/by:</b>	<b>Sidemanns-kontroll/ Colleague review av/by:</b>	<b>Uavhengig kontroll/ Independent review av/by:</b>	<b>Tverrfaglig kontroll/ Inter-disciplinary review av/by:</b>
0	Original	RMo	RMo EEn	EEu	
<b>Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release</b>		<b>Dato/Date</b> 03.06. 2008	<b>Sign. Prosjektleder/Project Manager</b> Eystein Enlid		

NGI er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen geofagene. Vi utvikler optimale løsninger for samfunnet, og tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg.

NGI arbeider i følgende markeder: olje og gass, bygg og anlegg, samferdsel, naturskade og miljøteknologi.

NGI er en privat stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskap i Houston, Texas, USA.

NGI ble utnevnt til "Senter for fremragende forskning" (SFF) i 2002, og leder "International Centre for Geohazards" (ICG).

[www.ngi.no](http://www.ngi.no)

NGI is a leading international centre for research and consulting in the geosciences.

NGI develops optimum solutions for society, and offers expertise on the behaviour of soil, rock and snow and their interaction with the environment, installations and structures.

NGI works within the oil and gas, building and construction, transportation, natural hazards and environment sectors.

NGI is a private foundation with office and laboratory in Oslo, branch office in Trondheim and daughter company in Houston, Texas, USA. NGI was awarded Centre of Excellence status in 2002, and leads the International Centre for Geohazards (ICG).

[www.ngi.no](http://www.ngi.no)



Hovedkontor/Main office:  
PO Box 3930 Ullevål Stadion,  
NO-0806 Oslo  
Norway

Besøksadresse/Street address:  
Sognsvelen 72, NO-0855 Oslo

Avd. Trondheim/Trondheim office:  
PO Box 1230 Pirsenteret  
NO-7462 Trondheim  
Norway

Besøksadresse/Street address:  
Pirsenteret, Havnegata 9, NO-7010 Trondheim

T: (+47) 22 02 30 00  
F: (+47) 22 23 04 48

[ngi@ngi.no](mailto:ngi@ngi.no)  
[www.ngi.no](http://www.ngi.no)

Kontonr 5096 05 01281 / IBAN NO26 5096 0501 281  
Org. nr./Company No.: 958 254 318 MVA

BSI EN ISO 9001  
Sertifisert av/Certified by BSI, Reg. No. FS 32989

