

# Rapport

Oppdragsgiver: **Atkins Danmark AS**

Oppdrag: **Frogner stasjon**

Emne: **Grunnundersøkelse  
Datarapport**

Dato: **15. juli 2011**

Rev. - Dato

Oppdrag- /  
Rapportnr. **121805 - 1**

Oppdragsleder: **Charlotte S. Fürst**

Sign.:

Saksbehandler: **Charlotte S. Fürst**

Sign.:



Kontaktperson  
hos Oppdragsgiver: **Lasse Wihlborg Parkov**

Sammendrag:

Rapporten sammenstiller resultat av grunnundersøkelser for Frogner stasjon.

**BANE NOR**

Dokumentnummer:

**UB.113791-000**

Rev.:

**000**

## Innholdsfortegnelse

1.	Innledning .....	3
2.	Utførte undersøkelser .....	3
3.	Topografi og grunnforhold.....	3
4.	Tegninger - feltundersøkelser .....	3
4.1	Totalsonderinger.....	3
4.2	Vingeboring .....	4
4.3	CPTU .....	4
5.	Tegninger - laboratorieanalyser .....	4
5.1	Rutineundersøkelser .....	4
5.2	Ødometerforsøk .....	6
5.3	Treaksialforsøk .....	6

## Tegninger

4000 -1d og -2d	Geotekniske bilag
121805 -0	Oversiktskart
-10 og -17	Prøveserier
-20 tom. -24	Totalsonderinger
-30 tom. -42	Dreietrykksonderinger
-50 tom. -60	CPTU-sonderinger
-70 tom. -76	Vingeboringer
-75 tom. -108	Treaksialforsøk
-110 tom. -113	Kontinuerlig ødometer (CRS)

## Vedlegg

Vedlegg 1:	Sammenstilling av borbok nr. 25965 og 25966
Vedlegg 2:	Koordinater og høyder på borpunkter fra Scan Survey AS
Vedlegg 3:	Etablering av piezometere. Logg

## 1. Innledning

Multiconsult AS er engasjert av Atkins Danmark AS på vegne av Jernbaneverket til å utføre grunnundersøkelser på Frogner stasjon. Undersøkelsene er utført for geotekniske problemstillinger knyttet til utbygging og flytting av stasjonsområdet med bl.a. utbygging av dobbeltspor til begge sider av ca. 350 m avviksspor, etablering av ny stasjon lenger nord, etablering av ny parkeringsplass samt bygging av bro over Frognerveien.

Vår kontaktperson for oppdraget hos Atkins er Lasse Wihlborg Parkov. Oppdragsgivers geotekniske rådgiver er Atkins DK ved Meesha Sadaful.

Foreliggende rapport presenterer resultatene av utførte grunn- og laboratorieundersøkelser og gir en beskrivelse av grunnforholdene. Korngraderingsanalysene pågår fortsatt i laboratoriet, og resultat av disse blir oversendt i egen rapport så snart de foreligger (medio uke 29).

## 2. Utførte undersøkelser

Borprogrammet er utarbeidet av oppdragsgiver Atkins Danmark AS som også har hatt oppfølging av feltarbeidene på borstedet og foretatt justeringer av programmet underveis.

Undersøkellesprogrammet er gjennomført i tråd med utarbeidet borplan mottatt 18. april 2011 og med nevnte justeringer.

Borpunkt 3, 5, 7, 9, 15, 17, 18 og 21 er ikke utført da de er plassert i eller nært inntil sportrasse hvor sporstans er påkrevd.

Borpunktene er satt ut av Scan Survey, og målt inn av samme selskap under og etter utførelse avhengig av om punktene måtte flyttes eller ikke (Vedlegg 2).

For nærmere beskrivelse av undersøkelsesmetoder og opptegning vises det til våre geotekniske bilag, tegning nr. 4000 -1d og -2d.

## 3. Topografi og grunnforhold

Innmålte borpunkter viser at terrenghøyden varierer mellom ca. kote +106,6 og ca. kote +140,3.

Borpunktens beliggenhet er vist på borplan fra Atkins, og eksakte koordinater for punktenes plassering fremgår av vedlagt koordinatliste, se Vedlegg 2.

Utførte sonderinger viser at dybden til berg er mer enn 35 m under terreng. Boringene ble stoppet i leire.

Basert på borleders registreringer under boring består løsmassene for det meste av et topplag av matjord, sand og silt med mektighet mellom 0,3 m til 5,3 m. Videre er det bløte masser av hovedsakelig leire ned til avsluttet boring.

En sammenstilling av borboken er gitt i Vedlegg 1. Vi presiserer at borleders registreringer kun er orienterende.

Etablering og avlesing av poretryksmålere er vist i Vedlegg 3.

## 4. Tegninger - feltundersøkelser

### 4.1 Totalsonderinger

Totalsonderingene er presentert på tegning nr 121805-20 t.o.m. -24.

Dreietrykk er presentert på tegning nr 121805-30 t.o.m. -42.

#### 4.2 Vinge boring

Registrerte skjærfastheter ved vinge boring er presentert på tegning nr. 121805-70 t.o.m. -76.

#### 4.3 CPTU

Resultatet av CPTU-sonderinger er vist på tegningene nr. 121805-50 t.o.m. -60.

### 5. Tegninger - laboratorieanalyser

#### 5.1 Rutineundersøkelser

##### Prøveserie ved borhull 6

Masser fra 4 sylindere tatt fra 7,2 til 12,0 m under terreng ble rutineundersøkt i laboratoriet. Vanninnhold i leiren er målt til å ligge mellom ca 25-37 %. Tyngdetettheten  $\gamma$ , er målt til mellom 17,6-20,1 kN/m<sup>3</sup> og porøsiteten til 38-48 %.

Leiren klassifiseres som middels fast til fast med en udrenert skjærfasthet,  $s_u$ , på 37-100 kN/m<sup>2</sup>. Sensitiviteten,  $S_t$ , er målt til mellom 2 til 9 og leiren betegnes som lite sensitiv. Se tegning nr 121805-10.

##### Prøveserie ved borhull 11

Masser fra 3 sylindere tatt fra 6,2 til 9,0 m under terreng ble rutineundersøkt i laboratoriet. Vanninnhold i leiren er målt til å ligge mellom ca 25-30 %. Tyngdetettheten  $\gamma$ , er målt til mellom 19,8-20,3 kN/m<sup>3</sup> og porøsiteten til 37-41 %.

Leiren klassifiseres som fast med en udrenert skjærfasthet  $s_u$ , på 55-80 kN/m<sup>2</sup>. Sensitiviteten,  $S_t$ , er målt til hhv. 2 og 3 og leiren betegnes som lite sensitiv. Se tegning nr 121805-11.

##### Prøveserie ved borhull 13

Masser fra 5 sylindere tatt fra 4,2 til 6,0 m og 12,2 m til 15,0 m under terreng ble rutineundersøkt i laboratoriet. Vanninnhold i leiren er målt til å ligge mellom ca 25-37 %. Tyngdetettheten  $\gamma$ , er målt til mellom 18,8-19,2 kN/m<sup>3</sup> og porøsiteten til 44-47 %.

Leiren klassifiseres som middels fast med en udrenert skjærfasthet  $s_u$ , på 30-37 kN/m<sup>2</sup>. Sensitiviteten,  $S_t$ , er målt til mellom 2 til 4 og leiren betegnes som lite sensitiv. Se tegning nr 121805-12.

##### Prøveserie ved borhull 16

Masser fra 3 sylindere tatt fra 9,2 til 12,0 m under terreng ble rutineundersøkt i laboratoriet. Vanninnhold i leiren er målt til å ligge mellom ca 30-37 %. Tyngdetettheten  $\gamma$ , er målt til mellom 18,5-18,7 kN/m<sup>3</sup> og porøsiteten til 47-48 %.

Leiren klassifiseres som bløt med en udrenert skjærfasthet  $s_u$ , på 5-20 kN/m<sup>2</sup>. Sensitiviteten,  $S_t$ , er målt til mellom 17 til 70 og leiren betegnes som middels til meget sensitiv. Se tegning nr 121805-13.

##### Prøveserie ved borhull 19

Masser fra 4 sylindere tatt fra 7,2 til 9,0 m og 15,2 til 17,2 m under terreng ble rutineundersøkt i laboratoriet. Vanninnhold i leiren er målt til å ligge mellom ca 27-40 %. Tyngdetettheten  $\gamma$ , er målt til mellom 19,2-20,0 kN/m<sup>3</sup> og porøsiteten til 40-44 %.

Leiren klassifiseres som middels fast til fast med en udrenert skjærfasthet  $s_u$ , på 40-103 kN/m<sup>2</sup>. Sensitiviteten,  $S_t$ , er målt til hhv. 3 og 4 og leiren betegnes som lite sensitiv. Se tegning nr 121805-14.

#### Prøveserie ved borhull 22

Masser fra 4 sylindere tatt fra 3,2 til 5,0 m og 9,2 til 11,0 m under terreng ble rutineundersøkt i laboratoriet. Vanninnhold i leiren er målt til å ligge mellom ca 20-35 %. Tyngdetettheten  $\gamma$ , er målt til mellom 19,2-20,8 kN/m<sup>3</sup> og porøsiteten til 34-44 %.

Leiren klassifiseres som middels fast til fast med en udrenert skjærfasthet  $s_u$ , på 40-95 kN/m<sup>2</sup>. Sensitiviteten,  $S_t$ , er målt til mellom 2 til 19 og leiren betegnes som lite til middels sensitiv. Se tegning nr 121805-15

#### Prøveserie ved borhull 24

Masser fra 4 sylindere tatt fra 6,2 til 8,0 m og 12,2 til 14,0 m under terreng ble rutineundersøkt i laboratoriet. Vanninnhold i leiren er målt til å ligge mellom ca 30-36 %. Tyngdetettheten  $\gamma$ , er målt til mellom 18,7-19,4 kN/m<sup>3</sup> og porøsiteten til 43-47 %.

Leiren klassifiseres som bløt med en udrenert skjærfasthet  $s_u$ , på ca. 3 til 12 kN/m<sup>2</sup>, med unntak av en analyse ved ca. 8 m under terreng som har en skjærfasthet på 40 kN/m<sup>2</sup> og kan betegnes som middels fast.  $S_t$ , er målt til hhv. 1 og 2 ved 6,2 til 8,0 m under terreng og denne leiren betegnes som lite sensitiv.  $S_t$ , er målt til hhv. 29 og 56 ved 12,2 til 14,0 m under terreng og denne leiren betegnes som meget sensitiv. Se tegning nr 121805-16

#### Prøveserie ved borhull 25

Masser fra 3 sylindere tatt fra 3,2 til 5,0 m og 9,2 til 10,0 m under terreng ble rutineundersøkt i laboratoriet. Vanninnhold i leiren er målt til å ligge mellom ca 27-37 %. Tyngdetettheten  $\gamma$ , er målt til mellom 18,6-19,9 kN/m<sup>3</sup> og porøsiteten til 40-48 %.

Leiren klassifiseres som bløt til middels fast med en udrenert skjærfasthet  $s_u$ , på 15-30 kN/m<sup>2</sup>. Sensitiviteten,  $S_t$ , er målt til mellom 5 til 9 og leiren betegnes som lite til middels sensitiv. Se tegning nr 121805-17.

## 5.2 Ødometerforsøk

### Ved borhull 11

Kontinuerlige ødometerforsøk med CRS-prosedyre ble utført fra opptatte masser fra nivå 6,4 m under terreng. Se tegning nr. 121805-111.

### Ved borhull 13

Kontinuerlige ødometerforsøk med CRS-prosedyre ble utført fra opptatte masser fra nivå 13,4 m under terreng. Se tegning nr. 121805-110.

Ødometerforsøk på nivå 12,0 til 12,8 m fikk ugyldig resultat pga dårlig prøve kvalitet.

### Ved borhull 16

Kontinuerlige ødometerforsøk med CRS-prosedyre ble utført fra opptatte masser fra nivå 9,6 m under terreng. Se tegning nr. 121805-112

### Ved borhull 19

Kontinuerlige ødometerforsøk med CRS-prosedyre ble utført fra opptatte masser fra nivå 15,5 m under terreng. Se tegning nr. 121805-113.

### Ved borhull 24

Kontinuerlige ødometerforsøk med CRS-prosedyre fra nivå 13,2-14,0 m kunne ikke utføres da leiren var så bløt at den ikke kunne bygges inn.

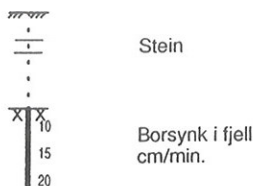
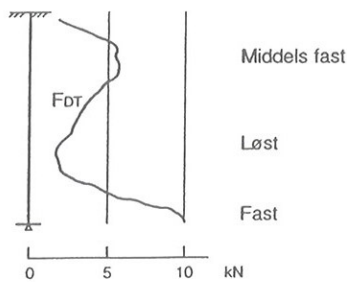
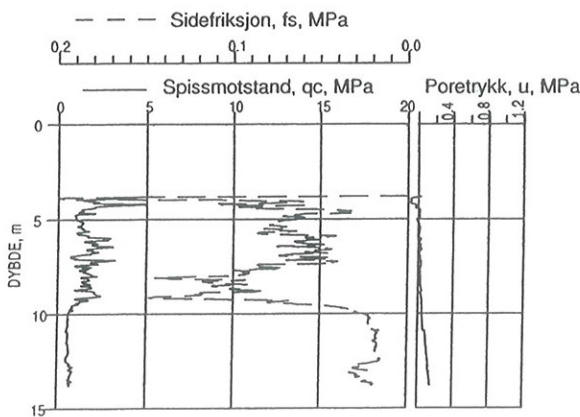
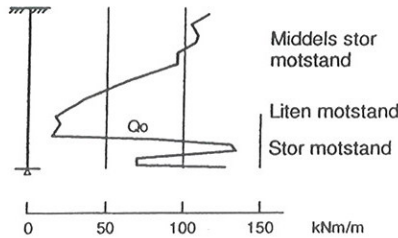
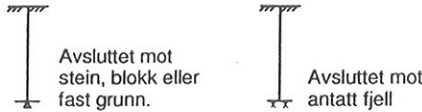
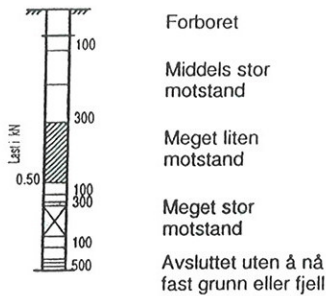
### Ved borhull 25

Kontinuerlige ødometerforsøk med CRS-prosedyre fra nivå 9,2-10,0 m er ikke utført.

## 5.3 Treksialforsøk

Det er utført 17 treksialforsøk på forskjellig nivå. Se tegninger nr. 1210805-75 til 108. Følgende treksforsøk kunne ikke gjennomføres pga massenes beskaffenhet:

- Borhull 19: Forsøk på sandmasser i sylinder H57 v/2,2-3,0 m, kunne ikke gjennomføres.
- Borhull 16: Prøvesylinder fra 8,2 til 9 m inneholdt kun en prøve på ca 20 cm forstyrret materiale, og kunne ikke bygges inn. Forsøk på kvikkeleire i de to dypereliggende sylindere kunne ikke gjennomføres.
- Borhull 24: Forsøk på materiale fra 12,2 -13 m dybde kunne ikke gjennomføres da materialet bestod av forstyrret kvikkeleire.
- Borhull 25: Forsøk kunne ikke gjennomføres da det ikke lot seg gjøre å ta opp sylinderprøver av materialet fra 15,2 -16 m og fra 18,2-19 m (sannsynligvis kvikkeleire).



### DREIESONDERING

Utføres med skjøtbare borstenger (22mm) med 30 mm skruespiss. Boret dreies med hånd- eller motorkraft under 1kN vertikallast. Nedsynkning registreres.

Bormotstanden illustreres med tverrstrek i den dybde spissen nådde for hver 100 halve omdreining. Skravur angir synkning uten dreining, påført vertikallast under synk angis på venstre side av borhullet. Kryss angir at boret ble slått ned.

### ENKEL SONDERING

Borstål slås med slegge eller bormaskin eller spyles til fast grunn (eller antatt fjell).

### RAMSONDERING

Utføres med skjøtbare borstenger (32 mm) med 38 mm spiss (6-kantet). Boret rammes med en rammeenergi på opptil 0.5 kNm. Antall slag for hver 0.5 m registreres.

Bormotstanden illustreres ved angivelse av rammearbeidet (Qo) pr. m neddriving.

$$Q_o = (\text{Loddets tyngde} \times \text{fallhøyde}) / (\text{Synk pr. slag}) \text{ [kNm/m]}$$

### TRYKKSONDERING (CPT - CPTU)

Utføres ved at en sylindrisk sonde med kon spiss presses ned i grunnen med konstant hastighet 20 mm/s. Under nedpressingen måles kraften (qc) mot den koniske spissen og sidefriksjonen (fs) mot friksjonshylsen på den sylindriske delen (CPT). I tillegg kan poretrykket (u) måles på en eller flere steder langs sondens overflate (CPTU).

Målingene registreres kontinuerlig vha. en elektronisk datalogger og gir detaljert informasjon om grunnforholdene.

Resultatene kan benyttes til å bedømme lagdelinger, jordart, lagringsbetingelser og jordartens mekaniske egenskaper (styrkeegenskaper og deformasjons- og konsoliderings-egenskaper).

### DREIETRYKKSONDERING

Utføres med skjøtbare borstenger (36 mm) med utvidet sonderspiss. Borstangen presses ned med konstant hastighet 3 m/min. og konstant dreiehastighet 25 omdr./min.

Nedpressingskraften FDT registreres automatisk og angis i kN.

### FJELLKONTROLLBORING

Utføres med skjøtbare stenger (45 mm) og med 57 mm borkrone. Det benyttes hydraulisk slagborhammer med vannspyling. Boring gjennom ulike lag (leire, grus) kan registreres, likeså gjennom større steiner.

For registrering av fjell bores flere meter i fjell. Evt. med registrering av borsynk (cm/min).

## GEOTEKNISK BILAG

### BORMETODER OG OPPTEGNING AV RESULTATER



**MULTICONSULT AS**

Dato 15.12.1999

Konstr./Tegnet ABe

Kontrollert JAT

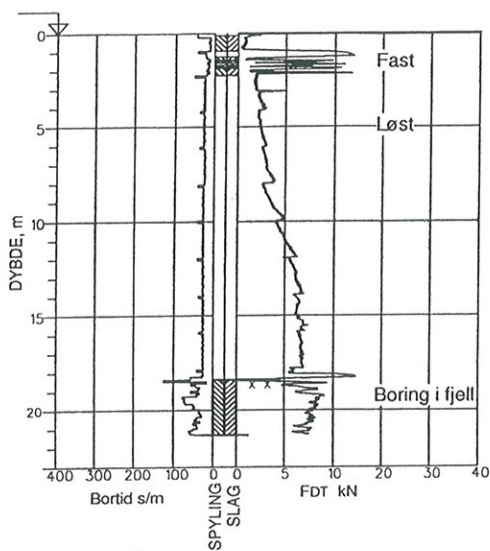
Godkjent O. B.

Oppdragsnr. 4000

Tegningsnr. 1

1

Rev. D

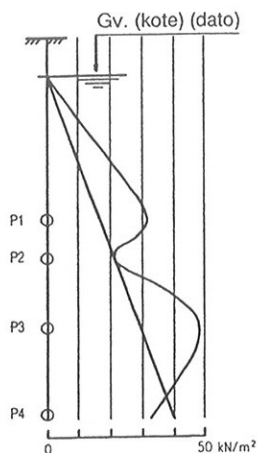
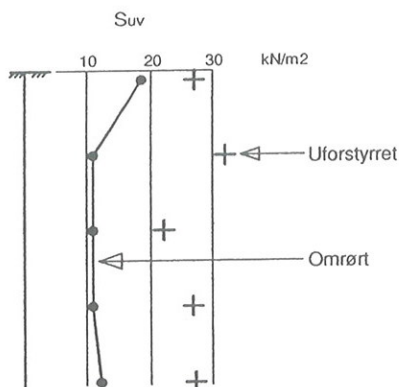


Kjerneboring i fjell



Opptegning i profiler

Resultater av laboratorieundersøkelser vises på egne ark



## Ⓣ TOTALSONDERING

Kombinerer dreietrykksondering og fjellkontrollboring. Det benyttes 45 mm skjøtbare borstenger og 57 mm borkrone.

Under nedboring i bløte lag fungerer utstyret som sonderbor (dreietrykksondering) og borstangen trykkes ned i bakken med konstant hastighet 3 m/min. og konstant dreiehastighet 25 omdr./min. Når det påtreffes faste lag, økes først rotasjonshastigheten. Gir ikke dette borsynk går en over til fjellkontrollboring ved at spyling og slag kobles inn. For registrering av fjell kan det bores flere meter i fjell.

Nedpressingskraften registreres kontinuerlig og vises på diagrammets høyre side, mens og bortid vises på venstre side.



## KJERNEBORING

Utføres med borstenger med et ca. 3 m langt kjernerør med diamantkone nederst. Når kjernerøret er fullt heises borstrengen opp og kjernen tas ut for merking og senere klassifisering eller prøving.

Det kan benyttes bor av ulike typer og diametre, og det er mulig å ta kjerner som er orientert i forhold til fjellstrukturen.



## MASKINSKOVLING

Utføres med hul borstang påsveisert en spiral (auger). Med borrhjull kan det skovles til 5 - 20 m avhengig av massenes art og fasthet og av grunnvannstanden. Det kan tas forstyrrede prøver fra forskjellige dyp.

Skovling kan også utføres med enklere utstyr (skovlbor).



## PRØVETAKING

Den mest brukte prøvetaker er en tynnvegget stål- eller plast-sylinder (60 - 90 cm lang, 54 mm diameter) med innvendig stempel. I ønsket dybde blir sylindere presset ned uten at stemplet følger med. Jordprøven som dermed skjæres ut heises opp med borstrengen til overflaten hvor den forsegles for forsendelse til laboratoriet.

Avhengig av grunnforholdene benyttes andre typer prøvetakere.



## VINGEBORING

Utføres ved at et vingekors (normalt 65x130 mm) presses ned i jorden (leiren) og dreies rundt samtidig som dreiemomentet blir målt. Udrenert skjærstyrke (Suv kN/m<sup>2</sup>) beregnes ut fra dreiemoment ved brudd.

Målingen gjøres 2 ganger i hver dybde, annen gang etter omrøring.



## MÅLING AV GRUNNVANNSTAND OG PORETRYKK

Utføres med et standrør med filterspiss eller med hydraulisk eller elektrisk piezometer. Hvilket utstyr som er egnet avhenger av både grunnforhold og formålet med målingene.

Filteret eller piezometerspissen trykkes ved hjelp av rør til ønsket dybde. Poretrykket registreres som vannets stighøyde i røret, i en tynn plastslange eller ved elektriske signaler.

## MINERALSKE JORDARTER

klassifiseres på grunnlag av korngraderingen. Betegnelsen på de enkelte fraksjoner er:

Fraksjon	Leire	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørrelse mm	< 0.002	0.002-0.06	0.06-2	2-60	60-600	>600

En jordart kan inneholde en eller flere kornfraksjoner og betegnes med substantiv for den fraksjon som har størst betydning for dens egenskaper og med adjektiv for medvirkende fraksjoner (eksempel: siltig og sandig leire).

Morene er en usortert istidsavsetning som kan inneholde alle fraksjoner fra leire til blokk. Den største fraksjonen angis først i beskrivelsen (eksempel: grusig morene, moreneleire).

## ORGANISKE JORDARTER

klassifiseres på grunnlag av jordartens opprinnelse og omdanningsgrad. De viktigste typer er:

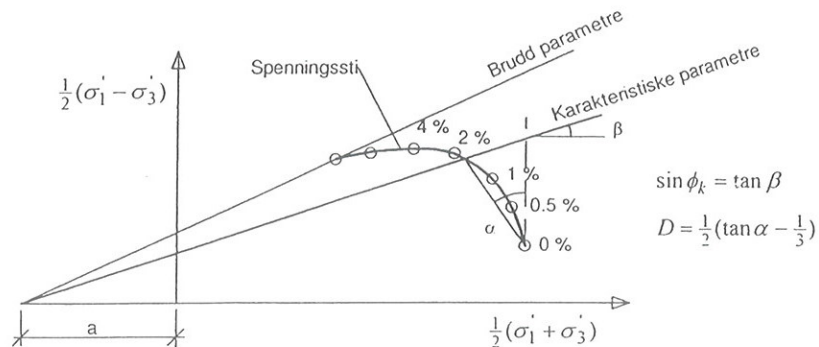
Torv	Myrplanter, mindre eller mere omdannet (fibertorv, mellomtorv, svarttorv).
Gytje, dy	Omdannede, vannavsatte plante- og dyrerester
Mold	Organisk materiale med løs struktur
Matjord	Det øvre, moldholdige jordlag

## SKJÆRSTYRKE

Skjærstyrken på et plan gjennom jord avhenger av effektiv normalspenning på planet (totalspenning  $\div$  poretrykk) og av jordens skjærstyrkeparametre ( $a$ ,  $\phi$ ,  $D$ , eller  $S_{Ua}$ ,  $S_{Ud}$ ,  $S_{Up}$ )

### Effektivspenningsanalyse: Skjærstyrkeparametre ( $a$ , $\phi$ og $D$ )

Disse bestemmes ved treaksiale trykkforsøk på representative prøver. Forsøksresultatene fremstilles som "spenningstier", dvs. diagrammer som viser utviklingen av hovedspenningene eller av spenningene på et bestemt plan (f.eks. bruddplanet) med prosentvis aksial tøying avmerket på spenningsstien. På dette og annet grunnlag fastsettes karakteristiske parametre for det aktuelle problem.



### Totalspenningsanalyse: Udrenert skjærstyrke ( $S_u$ [ $\text{kN/m}^2$ ])

gjelder ved raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk og bestemmes i laboratoriet ved enkle trykkforsøk ( $S_{Uv}$ ), konusforsøk ( $S_{Uk}$ ), udrenerte treaksialforsøk ( $S_{Ua}$ ,  $S_{Up}$ ), direkte skjærforsøk ( $S_{Ud}$ ) eller ved in-situ målinger (vingeboringer, trykksonderinger (CPTU))

### SENSITIVITET ( $S$ )

er forholdet mellom en leires udrenerte skjærstyrke i uforstyrret og i omrørt tilstand, bestemt ved konus- eller vingeforsøk. Leire som blir flytende ved omrøring betegnes kvikkleire.

### VANNINNHOLD ( $W$ %)

angir massen av vann i % av massen av fast stoff i prøven og bestemmes ved tørking ved  $110^\circ\text{C}$ .

## GEOTEKNISK BILAG

### GEOTEKNISKE DEFINISJONER, LABORATORIEDATA



MULTICONSULT AS

Dato 15.12.1999

Konstr./Tegnet ABe

Kontrollert JAF

Godkjent 0.13r

Oppdragsnr. 4000

Tegningsnr.

2

Rev.

D

**FLYTEGRENSE** ( $W_L$  %)  
**PLASTISITETSGRENSE** ( $W_p$  %)  
**PLASTISITETSIKDEKS** ( $i_p$  %) ( $i_p = W_L - W_p$ )

(Atterbergs grenser) angir det vanninnhold hvor en omrørt leire går over fra plastisk til flytende konsistens, henholdsvis fra plastisk til smidrende konsistens.

**PORØSITET** ( $n$  %)

er volumet av porene i % av totalvolumet av prøven.

**PORETALL** ( $e$ )

er volum av porer delt på volum av fast stoff:  $e = \frac{\text{volum av porer}}{\text{volum av fast stoff}}$ , eller som  $e = \frac{n}{100 - n}$  hvor  $n$  (porøsitet) gis i %

**KORNDENSITET** ( $\rho_s$  g/cm<sup>3</sup>)

er massen av fast stoff pr. volumenhet av fast stoff.

**DENSITET** ( $\rho$  t/m<sup>3</sup>)

er massen av prøven pr. volumenhet.

**TØRR DENSITET** ( $\rho_D$  t/m<sup>3</sup>)

er massen av tørrstoff pr. volumenhet.

**SPESIFIKK TYNGDETTETHET** ( $\gamma_s$  kN/m<sup>3</sup>)

er tyngden av fast stoff pr. volumenhet av fast stoff ( $\gamma_s = \rho_s \cdot g$  hvor  $g \approx 10$  m/s<sup>2</sup>)

**TYNGDETTETHET** (romvekt) ( $\gamma$  kN/m<sup>3</sup>)

er tyngden av prøven pr. volumenhet ( $\gamma = \rho \cdot g = (1+w/100)(1-n/100) \cdot \gamma_s$ )

**TØRR TYNGDETTETHET** (tørr romvekt) ( $\gamma_D$  kN/m<sup>3</sup>)

er tyngden av tørrstoff pr. volumenhet. ( $\gamma_D = \rho_D \cdot g = (1-n/100) \cdot \gamma_s$ )

## KOMPRIMERINGSEGENSKAPER

for en jordart undersøkes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Proctor-forsøk). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr densitet som funksjon av vanninnhold. Den maksimale tørre densitet som oppnås benyttes ved spesifisering av krav til utførelsen av komprimeringsarbeider.

**HUMUSINNHOLD** (ONa)

bestemmes ved en kolorimetrisk natronlutmetode og angir innholdet av humufiserte organiske bestanddeler i en relativ skala. Glødning og andre metoder kan også brukes.

## KOMPRESSIBILITET

Relasjonen spenning/deformasjon måles ved ødometerforsøk eller ødotreaksialforsøk i laboratoriet. Motstanden mot sammenpressing defineres ved modulen  $M = \text{spenningsendring/deformasjonsendring}$ . Måleresultatene uttrykkes ved en regnemodell med en parameter  $m$  (modultallet). 3 regnemodeller er tilstrekkelig for å representere normalt forekommende jordarter.

For overkonsolidert leire (OC) kan setningsmodulen uttrykkes enten som konstant verdi ( $M$ ), eller som spenningsavhengig med modultall,  $m_{OC}$  ( $M = m_{OC} \cdot \sigma'$ ).

For normalkonsolidert leire (NC) er modulen spenningsavhengig med modultall,  $m_{NC}$  ( $M = m_{NC} \cdot \sigma'$ ).

For friksjonsmasser uttrykkes spenningsmodulen ved hjelp av modultall  $m_s$  ( $M = p_a \cdot m_s \cdot \sqrt{\sigma'/p_a}$ ), hvor  $p_a$  er atmosfærisk trykk ( $p_a = 100$  kN/m<sup>2</sup>)

## KORNFORDELINGSANALYSE

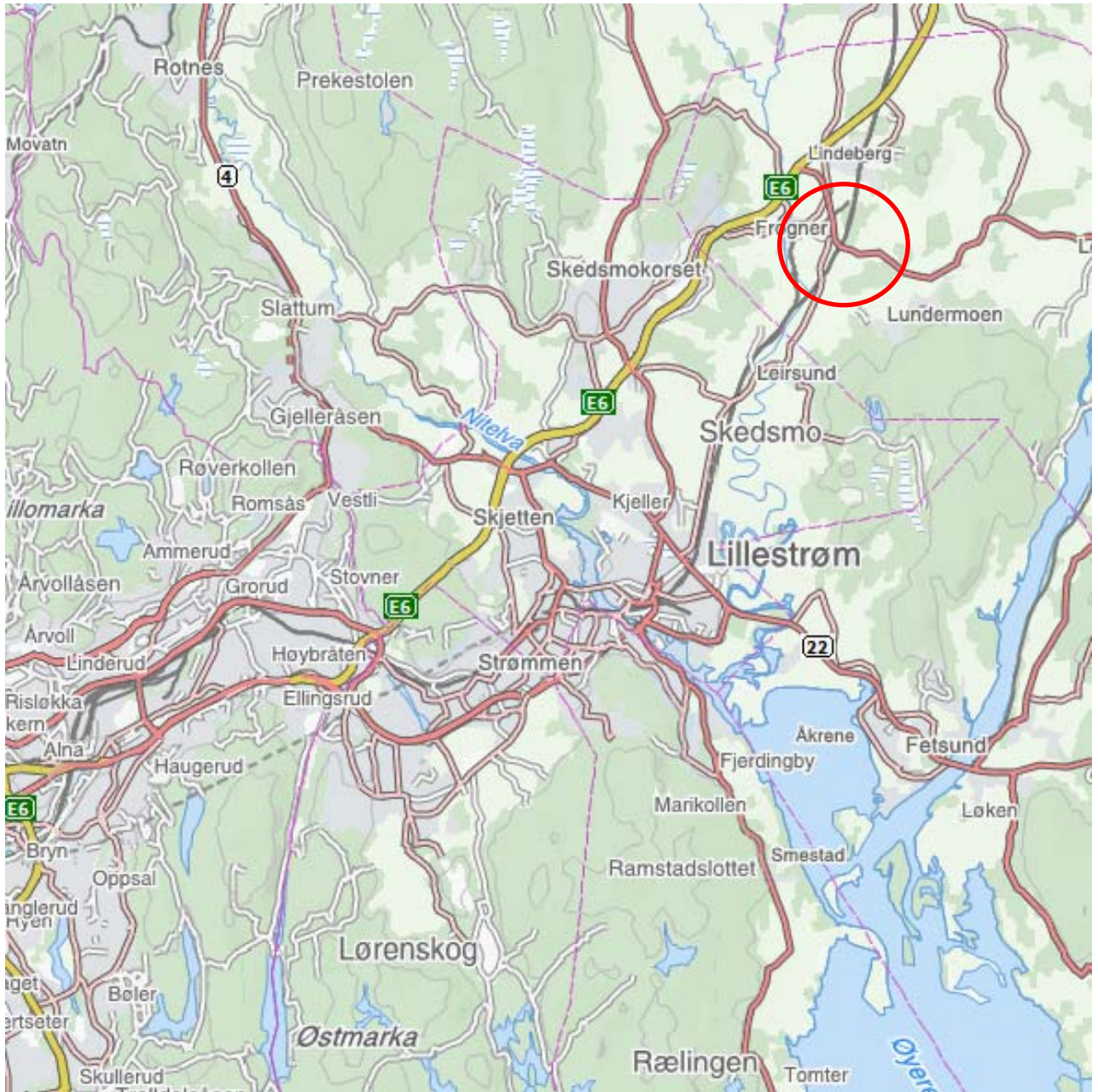
utføres ved sikting av fraksjonene større enn 0.125 mm. For de mindre partikler bestemmes den ekvivalente korn-diameter ved hydrometeranalyse. Materialet slemmes opp i vann, densiteten av suspensjonen måles med bestemte tidsintervaller og kornfordelingen kan dernest beregnes ut fra Stokes lov om partiklenes sedimentasjonshastighet.


## TELEFARLIGHET

bestemmes ut fra kornfordelingen eller ved å måle den kapillære stighøyde. Telefarligheten graderes i gruppene T1 (ikke telefarlig), T2 (lite telefarlig), T3 (middels telefarlig) og T4 (meget telefarlig).

**PERMEABILITETEN** ( $k$  cm/s eller m/år)

bestemmer den vannmengde  $q$  som vil strømme gjennom en jordart pr. tidsenhet under gitte betingelser (Betegnelsen "hydraulisk konduktivitet" benyttes også)  $q = k \cdot A \cdot i$  hvor  $A = \text{bruttoareal normalt strømrretningen}$   
 $i = \text{gradient i strømrretningen}$



<b>OVERSIKTSKART</b>	Original format A4	Fag Geoteknikk
	Tegningens filnavn 121805-1.doc	
ATKINS DANMARK FROGNER STASJON	Målestokk	
	<b>MULTICONSULT</b> Avd. GEO Nedre Skøyen vei 2 - Pb. 265 Skøyen - 0213 Oslo Tlf. 21 58 50 00 - Fax: 21 58 50 01	Dato 27. juni 2011
	Oppdrag nr. <b>121805</b>	Konstr./Tegnet CSF
		Tegning nr. <b>0</b>
		Kontrollert CSF
		Rev.

TERRENGKOTE BUNNKOTE	119.85 ↓	DYBDE.m PRØVE	VANNINNHold OG KONSISTENSGRENSER				n %	O <sub>Na</sub> %	γ kN m <sup>3</sup>	UDRENERT SKJÆRSTYRKE S <sub>u</sub> (kN/m <sup>2</sup> )					S <sub>t</sub>	
			20	30	40	50				10	20	30	40	50		
		5														
<b>LEIRE, SILTIG</b>		TK		○	—		46	17.6	•					100	▽	9
		TK		○	—		38	20.1		•		▽				2
	Noen siltsjikt	TK		○	—		48	18.6	•			▽				6
	Noen siltsjikt	TK		○	—		47	18.8	•			▽				5
		15														
		20														

PR= ∅ 54 mm  
SK=SKOVLBORING  
PG=PRØVEGROP  
LAB.BOK 2226  
BORBOK 21687

○ VANNINNHold  
— W<sub>L</sub> FLYTEGRENSE  
— W<sub>P</sub> PLASTISITETSGRENSE

n = PORØSITET  
O<sub>Na</sub> = HUMUSINNHold  
O<sub>gl</sub> = GLØDETAP  
γ = TYNGDETETTHET

▽ KONUSFORSØK  
○ TRYKKFORSØK  
15-○-5 % DEFORMASJON VED BRUDD  
○ OMRØRT SKJÆRSTYRKE  
S<sub>t</sub> SENSITIVITET

Ø-ØDOMETERFORSØK P=PERMEABILITET K=KORNGRADERING T=TREKSIALFORSØK

## PRØVESERIE

ATKINS DK  
FROGNER STASJON

**MULTICONSULT AS**

Nedre Skøyen vei 2 - Pb. 265 Skøyen - 0213 OSLO  
Tlf. 21 58 50 00 - Fax: 21 58 50 01

Oppdrag nr.

**121805**

Borpunkt nr.

**PR.v/6**

Borplan nr.

**-1**

Boret dato

**30.05.2011**

Tegning nr.

**10**

Tegnet

**SK**

Kontr.

Dato

**14.07.11**

Side

**1 av 1**



Rev.

TERRENGKOTE BUNNKOTE	DYBDE.m PRØVE	VANNINNHold OG KONSISTENSGRENSER				n %	O <sub>Na</sub> %	γ kN m <sup>3</sup>	UDRENERT SKJÆRSTYRKE S <sub>u</sub> (kN/m <sup>2</sup> )					S <sub>t</sub>
		20	30	40	50				10	20	30	40	50	
	5													
LEIRE, SILTIG	Siltsjikt	Ø	○	—		41	19.8						▽	2
		TK	○	—		37	20.3						▽	3
		TK	○	—		39	20.0						▽	3
	10													
	15													
	20													

PR= Ø 54 mm  
SK=SKOVLBORING  
PG=PRØVEGROP  
LAB.BOK 2226  
BORBOK

○ VANNINNHold  
— W<sub>L</sub> FLYTEGRENSE  
— W<sub>P</sub> PLASTISITETSGRENSE

n = PORØSITET  
O<sub>Na</sub> = HUMUSINNHold  
O<sub>gl</sub> = GLØDETAP  
γ = TYNGDETETTHET

▽ KONUSFORSØK  
○ TRYKKFORSØK  
15-○-5 % DEFORMASJON VED BRUDD  
S<sub>t</sub> OMRØRT SKJÆRSTYRKE  
S<sub>t</sub> SENSITIVITET

Ø-ØDOMETERFORSØK P=PERMEABILITET K=KORNGRADERING T=TREKSIALFORSØK

## PRØVESERIE

ATKINS DK  
FROGNER STASJON

**MULTICONSULT AS**

Nedre Skøyen vei 2 - Pb. 265 Skøyen - 0213 OSLO  
Tlf. 21 58 50 00 - Fax: 21 58 50 01

Oppdrag nr.

**121805**

Borpunkt nr.

**PR.v/11**

Borplan nr.

**-1**

Boret dato

**26.05.2011**

Tegning nr.

**11**

Tegnet

**SK**

Kontr.

Dato

**15.07.11**

Side

**1 av 1**



Rev.

TERRENGKOTE BUNNKOTE	DYBDE.m 119.99	PRØVE	VANNINNHOOLD OG KONSISTENSGRENSE				n %	O <sub>Na</sub> %	γ kN m <sup>3</sup>	UDRENERT SKJÆRSTYRKE S <sub>u</sub> (kN/m <sup>2</sup> )					S <sub>t</sub>	
			20	30	40	50				10	20	30	40	50		
		Mistet prøve														
<b>LEIRE, SILTIG</b>	Noe forvitret	TK 5	○ ———— ○				47	18.8		•					84▽→ 80Q	4
	Finsand i nedre del	TK 5	○ ———— ○				44	19.2		•		○ ▽				2
		10														
		Ø	○ ———— ○				45	19.0	•			▽				4
		Ø	○ ———— ○				45	19.2	•			▽				4
		TK 15	○ ———— ○				47	18.8	•			▽				3
		20														

PR= ∅ 54 mm

SK=SKOVLBORING

PG=PRØVEGROP

LAB.BOK 2226

BORBOK 21687

○ VANNINNHOOLD

——— W<sub>L</sub> FLYTEGRENSE

——— W<sub>P</sub> PLASTISITETSGRENSE

n = PORØSITET

O<sub>Na</sub> = HUMUSINNHOOLD

O<sub>gl</sub> = GLØDETAP

γ = TYNGDETETTHET

▽ KONUSFORSØK

○ TRYKKFORSØK

15-○-5 % DEFORMASJON VED BRUDD

○ OMRØRT SKJÆRSTYRKE

S<sub>t</sub> SENSITIVITET

Ø-ØDOMETERFORSØK P=PERMEABILITET K=KORNGRADERING T=TREKSIALFORSØK

## PRØVESERIE

ATKINS DK  
FROGNER STASJON

**MULTICONSULT AS**

Nedre Skøyen vei 2 - Pb. 265 Skøyen - 0213 OSLO  
Tlf. 21 58 50 00 - Fax: 21 58 50 01

Oppdrag nr.

**121805**

Borpunkt nr.

**PR.v/13**

Borplan nr.

**-1**

Boret dato

**30.05.2011**

Tegning nr.

**12**

Tegnet

**SK**

Kontr.

Dato

**15.07.11**

Side

**1 av 1**



Rev.

TERRENGKOTE BUNNKOTE	128.96 DYBDE.m	PRØVE	VANNINNHOOLD OG KONSISTENSGRENSER				n %	O <sub>Na</sub> %	γ kN m <sup>3</sup>	UDRENERT SKJÆRSTYRKE S <sub>u</sub> (kN/m <sup>2</sup> )					S <sub>t</sub>	
			20	30	40	50				10	20	30	40	50		
<b>LEIRE, SILTIG</b>	5															
<b>KVIKKLEIRE, SILTIG</b> Noe forstyrret	Ø		—			47	18.6		▽						70	
Forstyrret	10		—			48	18.5	▽							28	
Noe forstyrret	K		—			47	18.7	▽							17	
	15															
	20															

PR= Ø 54 mm  
SK=SKOVLBORING  
PG=PRØVEGROP  
LAB.BOK 2226  
BORBOK

○ VANNINNHOOLD  
— W<sub>L</sub> FLYTEGRENSE  
— W<sub>P</sub> PLASTISITETSGRENSE

n = PORØSITET  
O<sub>Na</sub> = HUMUSINNHOOLD  
O<sub>gl</sub> = GLØDETAP  
γ = TYNGDETTETTHET

▽ KONUSFORSØK  
○ TRYKKFORSØK  
15—○—5 % DEFORMASJON VED BRUDD  
e OMRØRT SKJÆRSTYRKE  
S<sub>t</sub> SENSITIVITET

Ø-ØDOMETERFORSØK P=PERMEABILITET K=KORNGRADERING T=TREKSIALFORSØK

## PRØVESERIE

ATKINS DK  
FROGNER STASJON

**MULTICONSULT AS**

Nedre Skøyen vei 2 - Pb. 265 Skøyen - 0213 OSLO  
Tlf. 21 58 50 00 - Fax: 21 58 50 01

Oppdrag nr.

**121805**

Borpunkt nr.

**PR.v/16**

Borplan nr.

**-1**

Boret dato

**25.05.2011**

Tegning nr.

**13**

Tegnet

**SK**

Kontr.

Dato

**15.07.11**

Side

**1 av 1**



Rev.

TERRENGKOTE BUNNKOTE	130.88 ↓	DYBDE.m PRØVE	VANNINNHold OG KONSISTENSGRENSER				n %	O <sub>Na</sub> %	γ kN/m <sup>3</sup>	UDRENERT SKJÆRSTYRKE S <sub>u</sub> (kN/m <sup>2</sup> )					S <sub>t</sub>	
			20	30	40	50				10	20	30	40	50		
		Mistet prøve														
		5														
<b>LEIRE, SILTIG</b> Tørrskorpeflekker		TK					40	20.0							103	3
		Tynne siltlag					44	19.2								
		10														
		15														
<b>KVIKLEIRE, SILTIG</b> Forstyrret i øvre de		TK Ø														
<b>LEIRE, SILTIG</b> Oppbløtt, Siltklumpe																
		20														

PR= Ø 54 mm

SK=SKOVLBORING

PG=PRØVEGROP

LAB.BOK 2226

BORBOK 21687

○ VANNINNHold

— W<sub>L</sub> FLYTEGRENSE

— W<sub>P</sub> PLASTISITETSGRENSE

n = PORØSITET

O<sub>Na</sub> = HUMUSINNHold

O<sub>gl</sub> = GLØDETAP

γ = TYNGDETETTHET

▽ KONUSFORSØK

○ TRYKKFORSØK

15-○-5 % DEFORMASJON VED BRUDD

○ OMRØRT SKJÆRSTYRKE

S<sub>t</sub> SENSITIVITET

Ø-ØDOMETERFORSØK P=PERMEABILITET K=KORNGRADERING T=TREKSIALFORSØK

## PRØVESERIE

ATKINS DK  
FROGNER STASJON

**MULTICONSULT AS**

Nedre Skøyen vei 2 - Pb. 265 Skøyen - 0213 OSLO  
Tlf. 21 58 50 00 - Fax: 21 58 50 01

Oppdrag nr.

**121805**

Borpunkt nr.

**PR.v/19**

Borplan nr.

**-1**

Boret dato

**24.05.2011**

Tegning nr.

**14**

Tegnet

**SK**

Kontr.

Dato

**15.07.11**

Side

**1 av 1**



Rev.



TERRENGKOTE BUNNKOTE	DYBDE.m PRØVE	137.54	VANNINNHold OG KONSISTENSGRENSEr				n %	O <sub>Na</sub> %	γ kN m <sup>3</sup>	UDRENERT SKJÆRSTYRKE					S <sub>t</sub>
			20	30	40	50				S <sub>u</sub> (kN/m <sup>2</sup> )					
									10	20	30	40	50		
<b>LEIRE, SILTIG</b>	Noe forstyrret					43	19.4		▽					1	
	Noe forstyrret	TK				45	19.0		•	▽				2	
<b>KVIKKLEIRE, SILTIG</b>	Noe forstyrret														
	Forstyrret					47	18.7		•	▽				56	
														29	

PR= ∅ 54 mm  
SK=SKOVLBORING  
PG=PRØVEGROP  
LAB.BOK 2226  
BORBOK 21687

○ VANNINNHold  
— W<sub>L</sub> FLYTEGRENSE  
— W<sub>P</sub> PLASTISITETSGRENSE

n = PORØSITET  
O<sub>Na</sub> = HUMUSINNHold  
O<sub>gl</sub> = GLØDETAP  
γ = TYNGDETETTHET

▽ KONUSFORSØK  
○ TRYKKFORSØK  
15-○-5 % DEFORMASJON VED BRUDD  
e OMRØRT SKJÆRSTYRKE  
S<sub>t</sub> SENSITIVITET

Ø-ØDOMETERFORSØK P=PERMEABILITET K=KORNGRADERING T=TREKSIALFORSØK

## PRØVESERIE

ATKINS DK  
FROGNER STASJON

**MULTICONSULT AS**

Nedre Skøyen vei 2 - Pb. 265 Skøyen - 0213 OSLO  
Tlf. 21 58 50 00 - Fax: 21 58 50 01

Oppdrag nr.

**121805**

Borpunkt nr.

**PR.v/24**

Borplan nr.

**-1**

Boret dato

**23.05.2011**

Tegning nr.

**16**

Tegnet

**SK**

Kontr.

Dato

**15.07.11**

Side

**1 av 1**



Rev.

TERRENGKOTE BUNNKOTE	138.23 ↓	DYBDE.m PRØVE	VANNINNHOLD OG KONSISTENSGRENSER					n %	O <sub>Na</sub> %	γ kN m <sup>3</sup>	UDRENERT SKJÆRSTYRKE S <sub>u</sub> (kN/m <sup>2</sup> )					S <sub>t</sub>
			20	30	40	50	10				20	30	40	50		
<b>LEIRE, SILTIG</b>																
		TK						40	19.9	•		▽				9
		5						40	19.8	•		▽				6
		10						48	18.6	•		▽				5
		Mistet prøve														
		15														
		Mistet prøve														
		20														

PR= ∅ 54 mm

SK=SKOVLBORING

PG=PRØVEGROP

LAB.BOK 2226

BORBOK

○ VANNINNHOLD

— W<sub>L</sub> FLYTEGRENSE

— W<sub>P</sub> PLASTISITETSGRENSE

n = PORØSITET

O<sub>Na</sub> = HUMUSINNHOLD

O<sub>gl</sub> = GLØDETAP

γ = TYNGDETETHET

▽ KONUSFORSØK

○ TRYKKFORSØK

15-○-5 % DEFORMASJON VED BRUDD

○ OMRØRT SKJÆRSTYRKE

S<sub>t</sub> SENSITIVITET

Ø-ØDOMETERFORSØK P=PERMEABILITET K=KORNGRADERING T=TREKSIALFORSØK

## PRØVESERIE

Borpunkt nr.

**PR.v/25**

Tegnet

**SK**

Side

**1 av 1**

ATKINS DK  
FROGNER STASJON

Borplan nr.

**-1**

Kontr.

Boret dato

**19.05.2011**

Dato

**15.07.11**



**MULTICONSULT AS**

Nedre Skøyen vei 2 - Pb. 265 Skøyen - 0213 OSLO

Tlf. 21 58 50 00 - Fax: 21 58 50 01

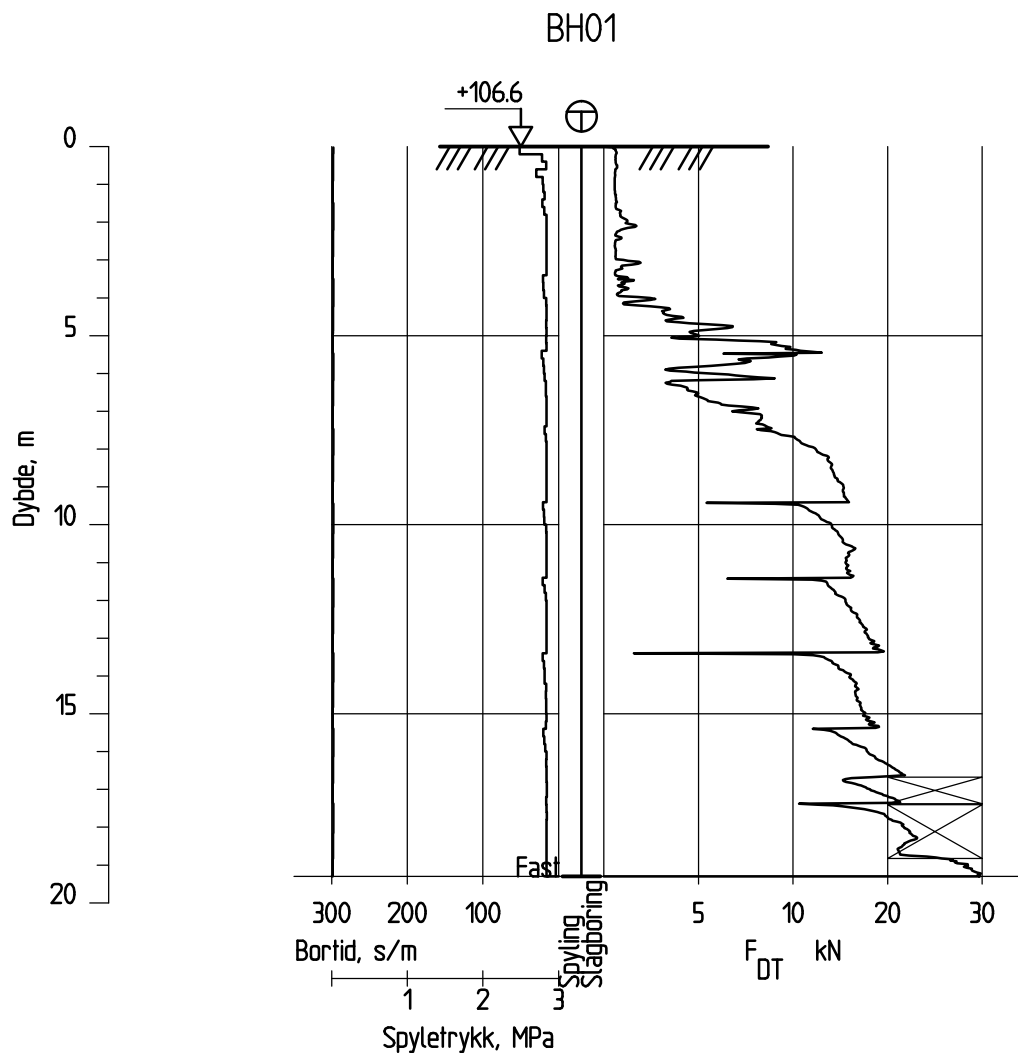
Oppdrag nr.

**121805**

Tegning nr.

**17**

Rev.



Dato boret :27.04.2011

Posisjon: X 6655017.33 Y 617211.19

TOTALSONDERING

Tegningens filnavn

N\0121\121805\GEOSUITE\AUTOGR.RIT

ATKINS DK  
FROGNER STASJON

Målestokk

M = 1:200

Godkjent

JAF

Kontrollert

CSF



**MULTICONSULT**  
Totalleverandør av rådgivningstjenester

Dato

15.07.2011

Oppdragsnr.

121805

Original format

A4

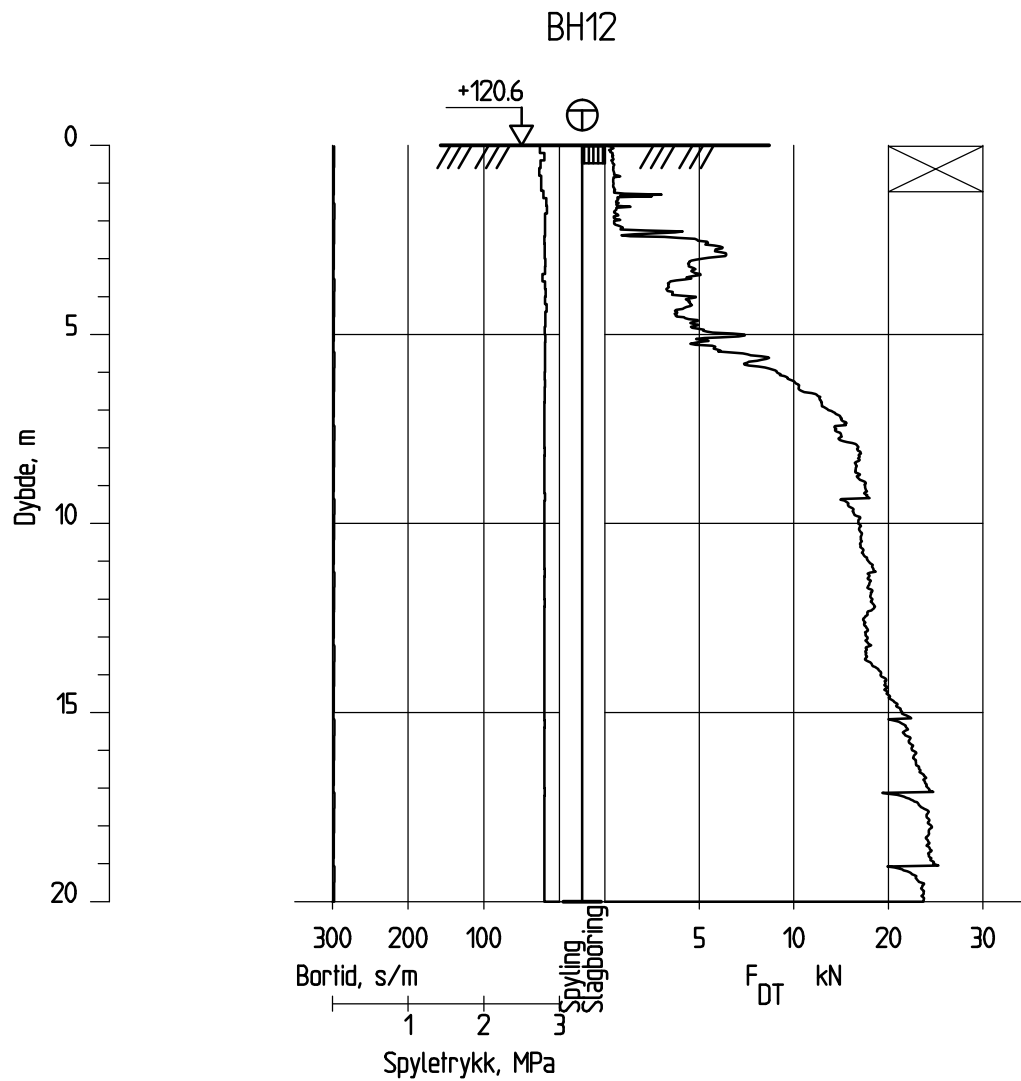
Tegningsnr.

20

Konstr./Tegnet

MS

Rev.



Dato boret :02.05.2011

Posisjon: X 6655921.30 Y 617309.53

TOTALSONDERING

Tegningens filnavn

N\0121\121805\GEOSUITE\AUTOGR.RIT

ATKINS DK  
FROGNER STASJON

Målestokk

M = 1:200

Godkjent

JAF

Kontrollert

CSF



**MULTICONSULT**  
Totalleverandør av rådgivningstjenester

Dato

15.07.2011

Oppdragsnr.

121805

Original format

A4

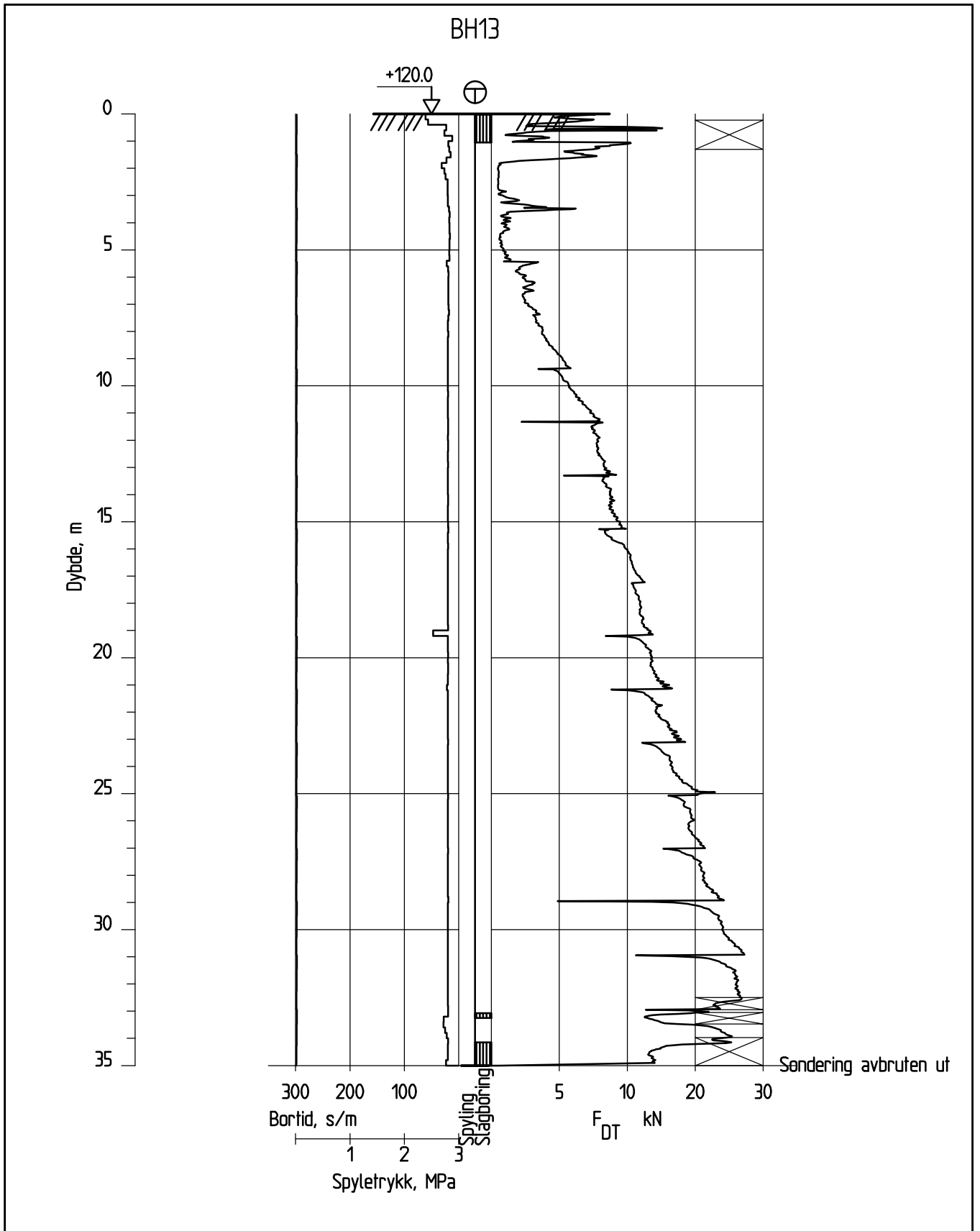
Tegningsnr.

21

Konstr./Tegnet

MS

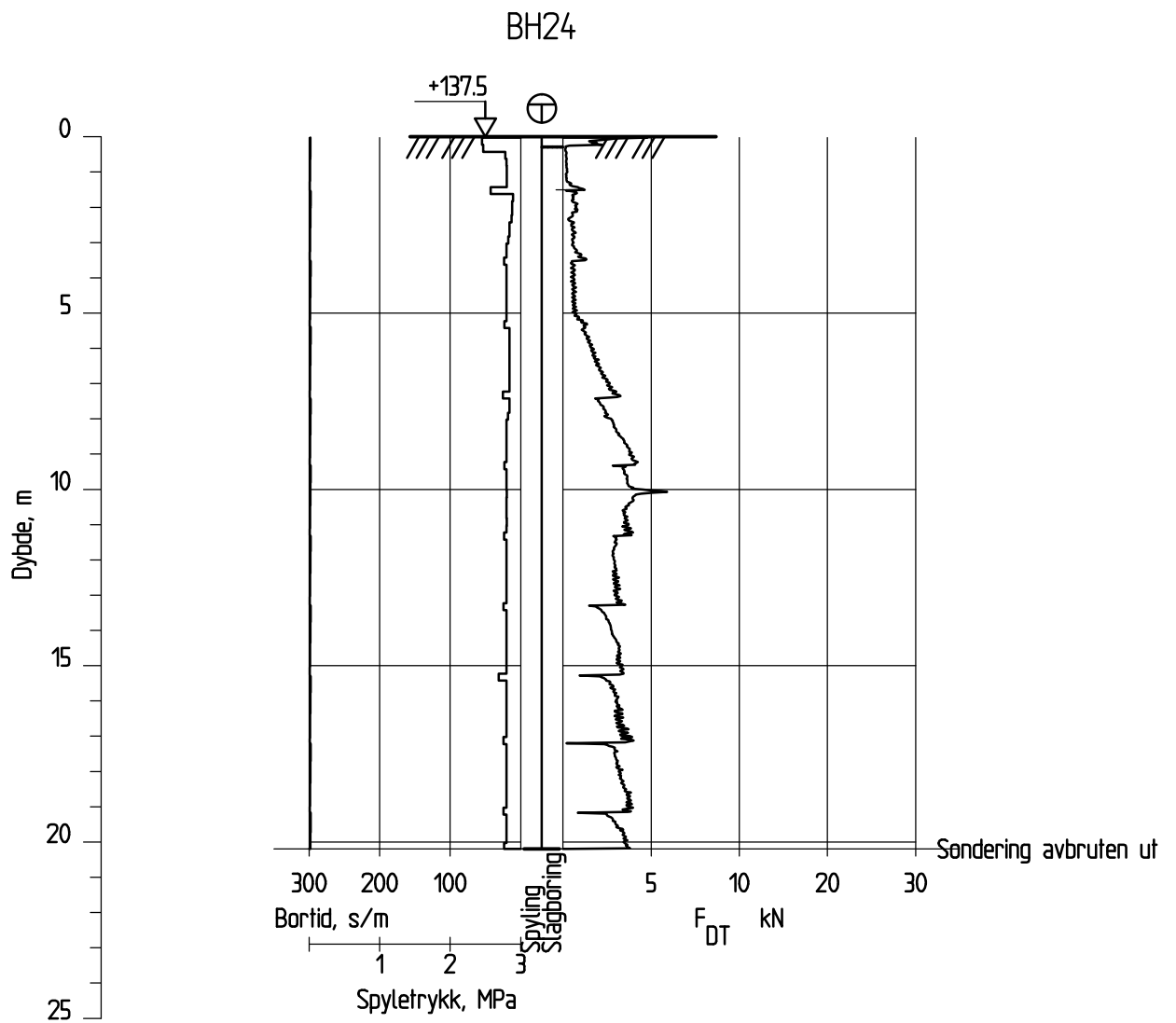
Rev.



Dato boret :02.05.2011

Posisjon: X 6655915.81 Y 617348.75

TOTALSONDERING		Tegningens filnavn N\0121\121805\GEOSUITE\AUTOGR.RIT	
ATKINS DK FROGNER STASJON		Målestokk	Godkjent
		M = 1:200	JAF Kontrollert CSF
 <b>MULTICONSULT</b> Totalleverandør av rådgivningstjenester	Dato	Original format	Konstr./Tegnet
	15.07.2011	A4	MS
	Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
	121805	22	



Dato boret :11.05.2011

Posisjon: X 6656216.77 Y 617908.13

TOTALSONDERING

Tegningens filnavn

N:\0121\121805\GEOSUITE\AUTOGR.RIT

ATKINS DK  
FROGNER STASJON

Målestokk

M = 1:200

Godkjent

JAF

Kontrollert

CSF



**MULTICONSULT**  
Totalleverandør av rådgivningstjenester

Dato

15.07.2011

Oppdragsnr.

121805

Original format

A4

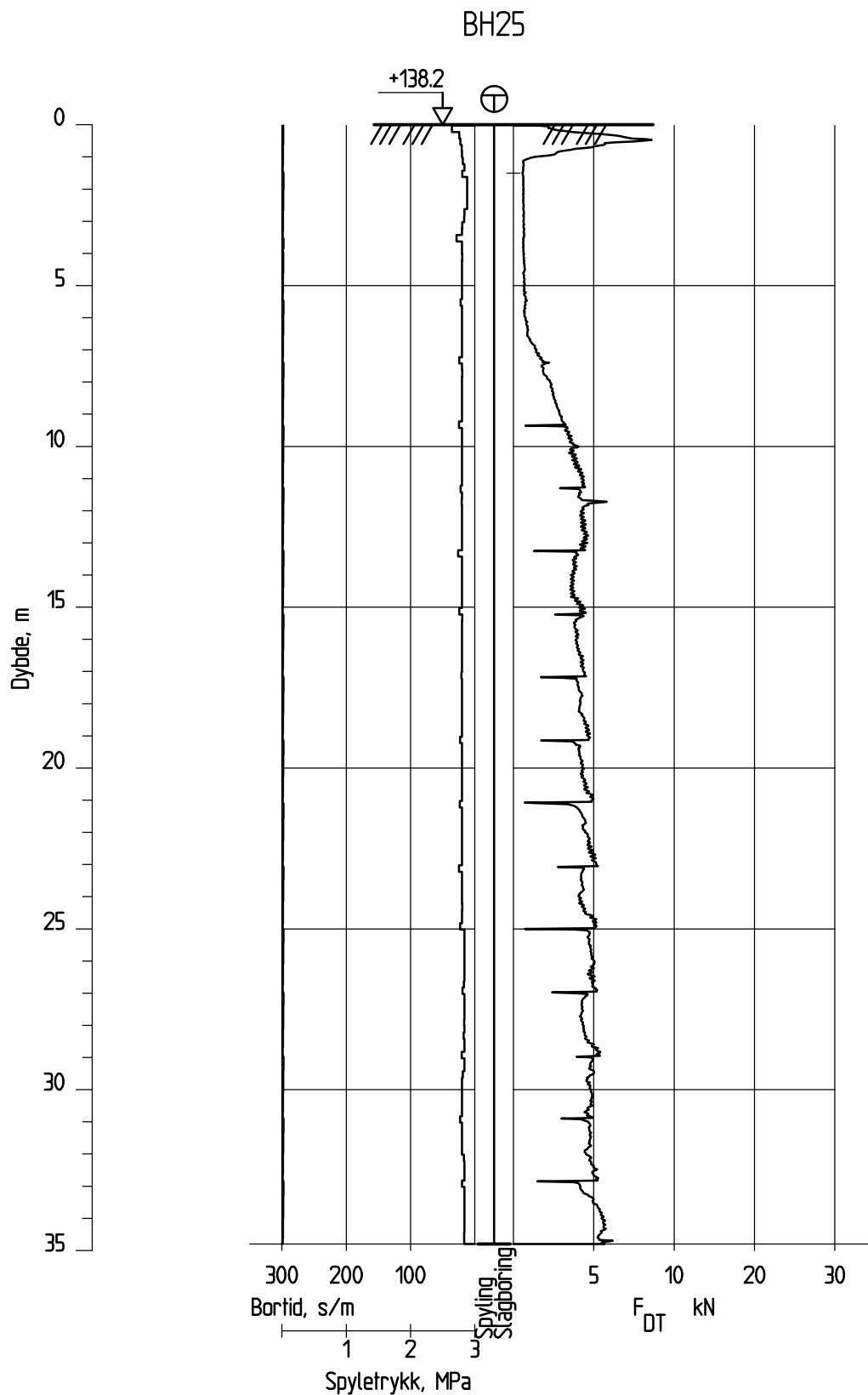
Tegningsnr.

23

Konstr./Tegnet

MS

Rev.



Dato boret :04.05.2011

Posisjon: X 6656277.98 Y 617895.28

TOTALSONDERING

Tegningens filnavn

N\0121\121805\GEOSUITE\AUTOGR.RIT

ATKINS DK  
FROGNER STASJON

Målestokk

M = 1:200

Godkjent

JAF

Kontrollert

CSF



**MULTICONSULT**  
Totalleverandør av rådgivningstjenester

Dato

15.07.2011

Oppdragsnr.

121805

Original format

A4

Tegningsnr.

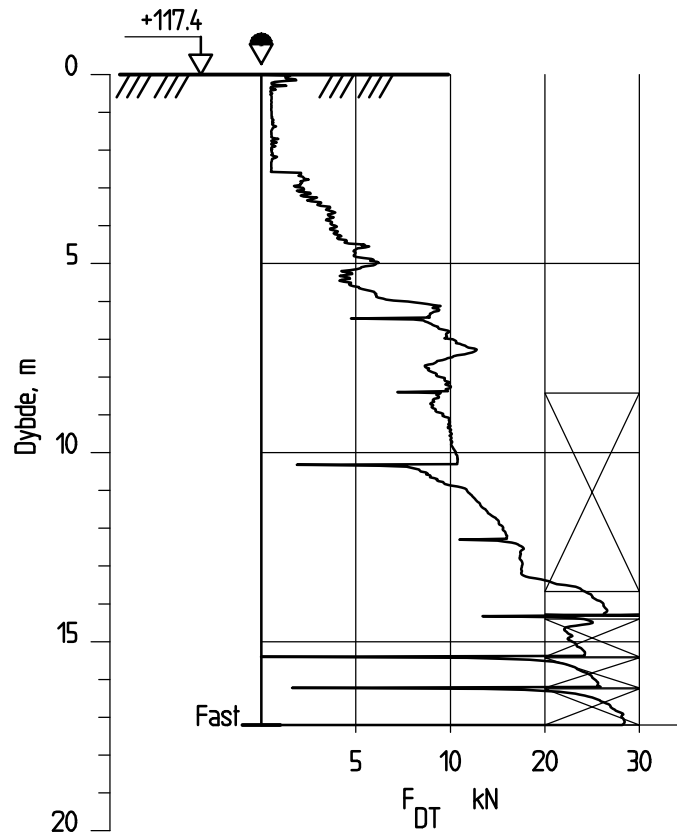
24

Konstr./Tegnet

MS


Rev.

BH02

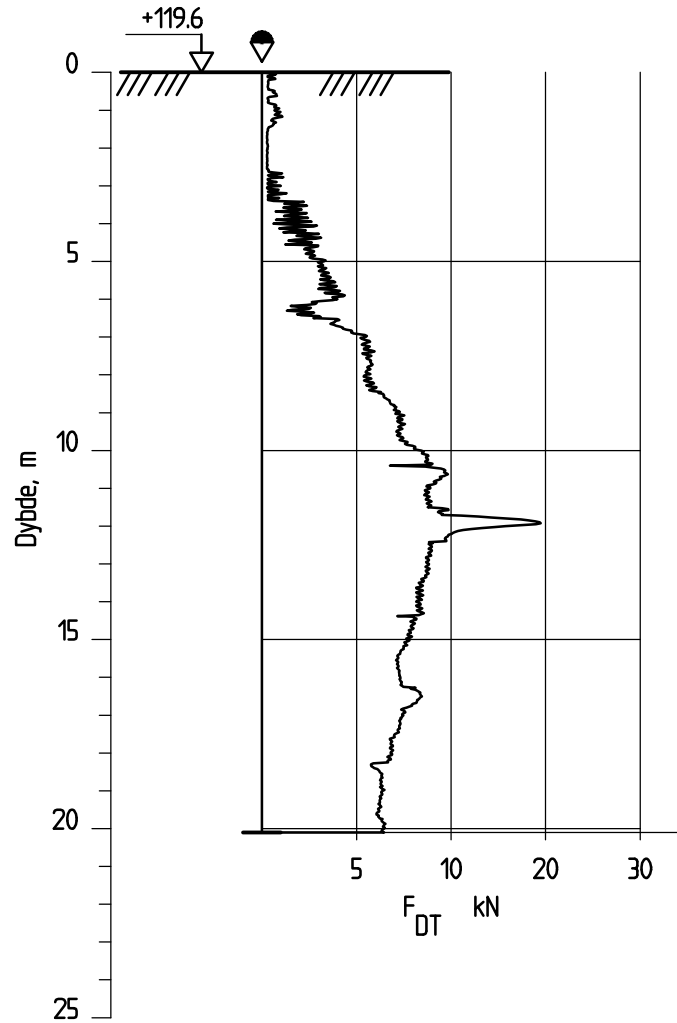


Dato boret :28.04.2011

Posisjon: X 6655111.66 Y 617207.04


<p>DREIE-TRYKKSONDERINGER</p>		Tegningens filnavn	
		N\0121\121805\GEOSUITE\AUTOGR.RIT	
<p>ATKINS DK FROGNER STASJON</p>		Målestokk	Godkjent
		M = 1:200	JAF Kontrollert
 <p><b>MULTICONSULT</b> Totalleverandør av rådgivningstjenester</p>		Original format	Konstr./Tegnet
		Dato 15.07.2011	A4 MS
Oppdragsnr. 121805		Tegningsnr. 30	Rev.

BH04

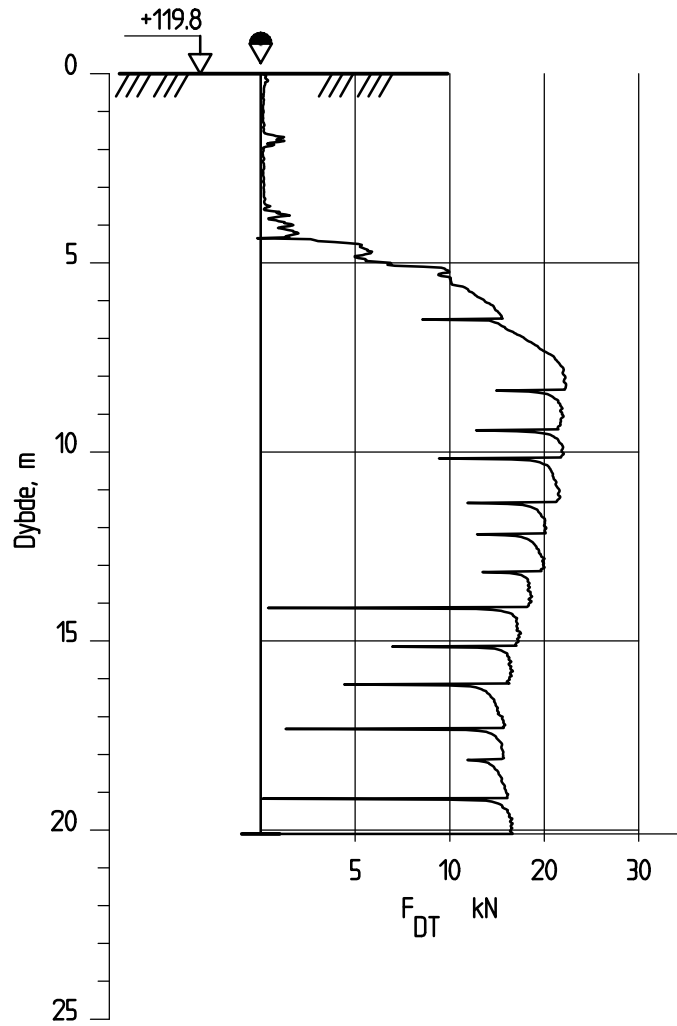


Dato boret :29.04.2011

Posisjon: X 6655211.08 Y 617182.58


DREIE-TRYKKSONDERINGER		Tegningens filnavn N\0121\121805\GEOSUITE\AUTOGR.RIT	
ATKINS DK FROGNER STASJON		Målestokk M = 1:200	Godkjent JAF Kontrollert CSF
 <b>MULTICONSULT</b> Totalleverandør av rådgivningstjenester	Dato 15.07.2011	Original format A4	Konstr./Tegnet MS
	Oppdragsnr. 121805	Tegningsnr. 31	Rev.

BH06

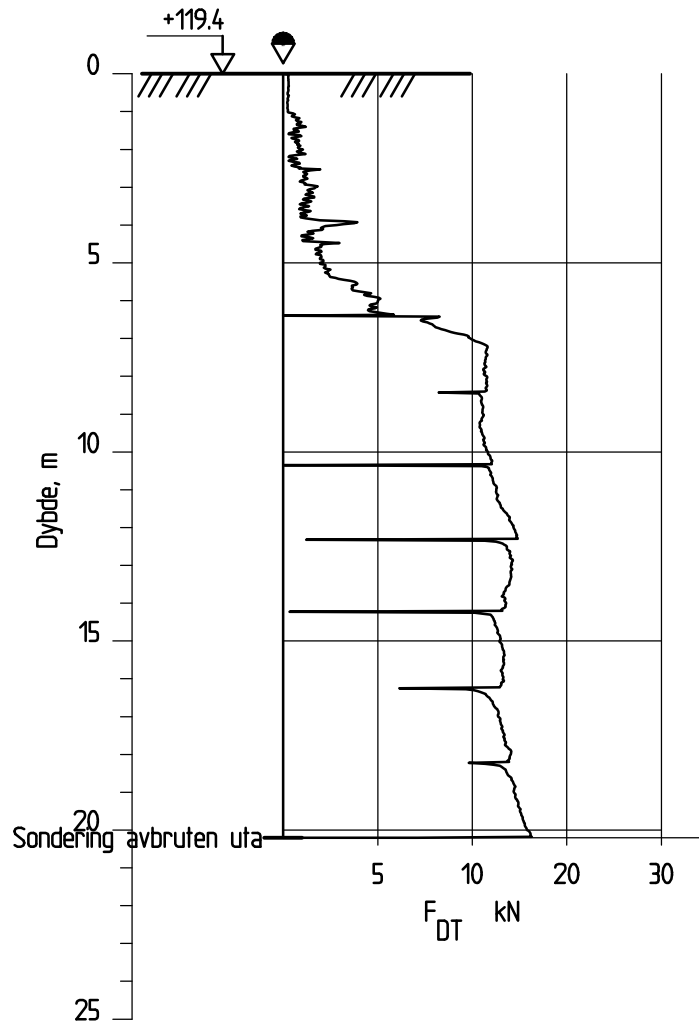


Dato boret :29.04.2011

Posisjon: X 6655318.68 Y 617143.89


DREIE-TRYKKSONDERINGER		Tegningens filnavn N\0121\121805\GEOSUITE\AUTOGR.RIT	
ATKINS DK FROGNER STASJON		Målestokk M = 1:200	Godkjent JAF
			Kontrollert CSF
 <b>MULTICONSULT</b> Totalleverandør av rådgivningstjenester	Dato 15.07.2011	Original format A4	Konstr./Tegnet MS
	Oppdragsnr. 121805	Tegningsnr. 32	Rev.

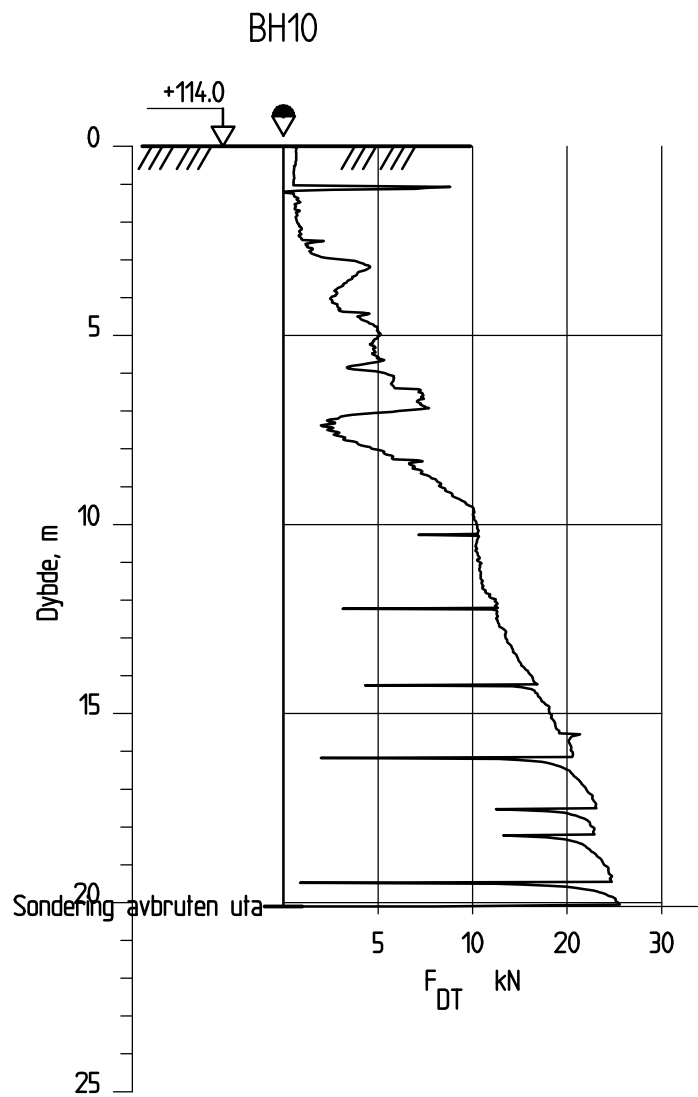
BH08



Dato boret :29.04.2011


Posisjon: X 6655386.40 Y 617124.37

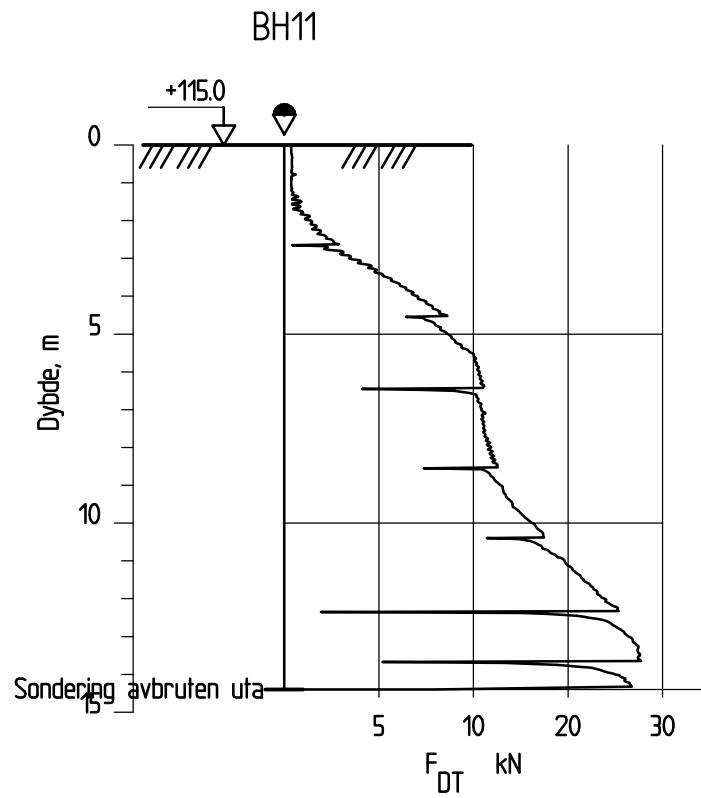
DREIE-TRYKKSONDERINGER		Tegningens filnavn N\0121\121805\GEOSUITE\AUTOGR.RIT	
ATKINS DK FROGNER STASJON		Målestokk M = 1:200	Godkjent JAF
			Kontrollert CSF
 <b>MULTICONSULT</b> Totalleverandør av rådgivningstjenester	Dato 15.07.2011	Original format A4	Konstr./Tegnet MS
	Oppdragsnr. 121805	Tegningsnr. 33	Rev.



Dato boret :02.05.2011


Posisjon: X 6655484.74 Y 617115.64

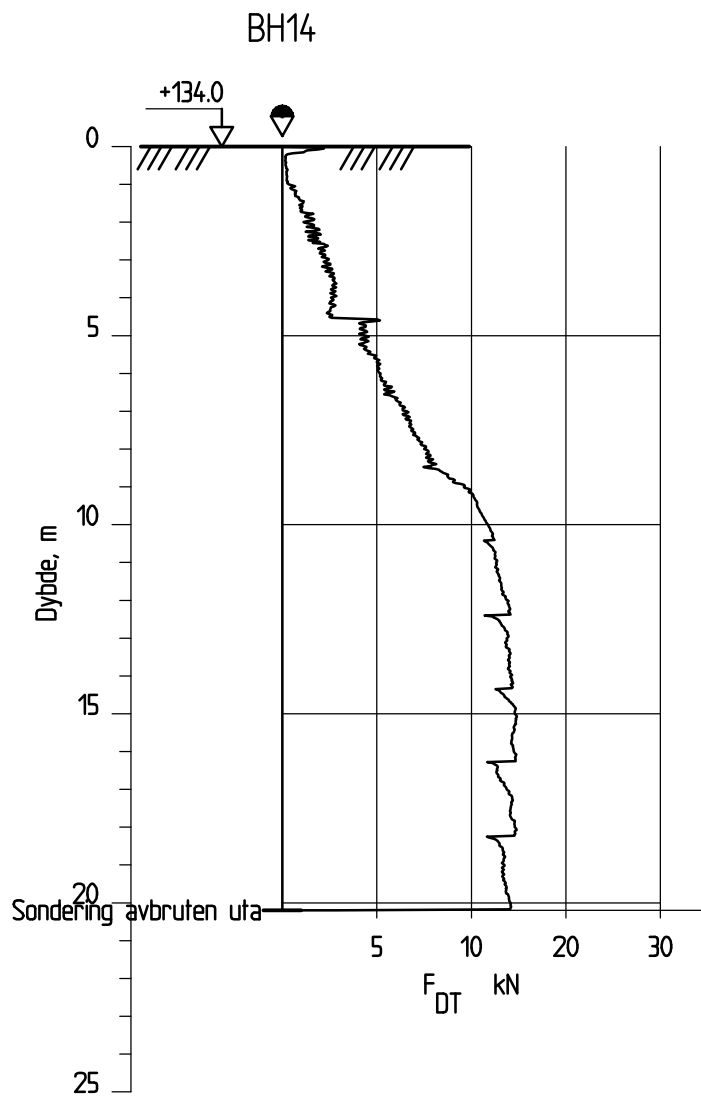
<p style="text-align: center;">DREIE-TRYKKSONDERINGER</p>		Tegningens filnavn	
		N\0121\121805\GEOSUITE\AUTOGR.RIT	
<p>ATKINS DK FROGNER STASJON</p>		Målestokk	Godkjent
		M = 1:200	JAF Kontrollert
 <p style="margin-left: 20px;"><b>MULTICONSULT</b> Totalleverandør av rådgivningstjenester</p>		Original format	Konstr./Tegnet
		Dato 15.07.2011	A4 MS
Oppdragsnr. 121805		Tegningsnr. 34	Rev.



Dato boret :02.05.2011


Posisjon: X 6655549.77 Y 617124.50

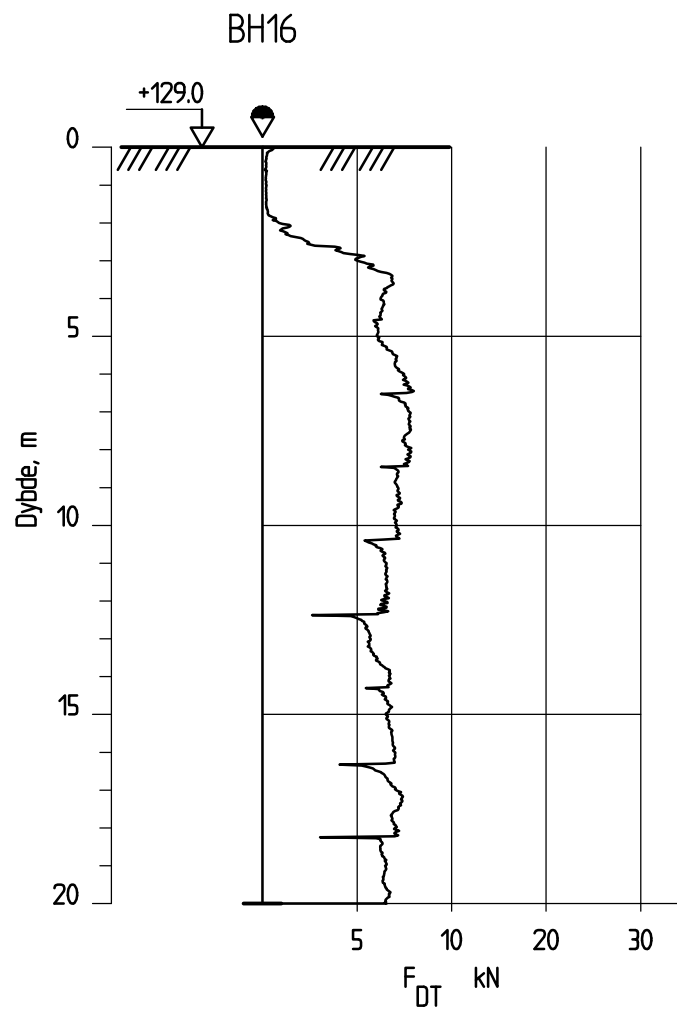
<p style="text-align: center;">DREIE-TRYKKSONDERINGER</p>		Tegningens filnavn	
		N\0121\121805\GEOSUITE\AUTOGR.RIT	
<p>ATKINS DK FROGNER STASJON</p>		Målestokk	Godkjent
		M = 1:200	JAF Kontrollert
 <p style="margin-left: 20px;"><b>MULTICONSULT</b> Totalleverandør av rådgivningstjenester</p>		Original format	Konstr./Tegnet
		Dato 15.07.2011	A4 MS
Oppdragsnr. 121805		Tegningsnr. 35	Rev.



Dato boret :12.05.2011


Posisjon: X 6655964.00 Y 617452.14

<p style="text-align: center;">DREIE-TRYKKSONDERINGER</p>		Tegningens filnavn	
		N\0121\121805\GEOSUITE\AUTOGR.RIT	
<p>ATKINS DK FROGNER STASJON</p>		Målestokk	Godkjent
		M = 1:200	JAF Kontrollert
 <p style="margin-left: 20px;"><b>MULTICONSULT</b> Totalleverandør av rådgivningstjenester</p>		Original format	Konstr./Tegnet
		Dato 15.07.2011	A4 MS
Oppdragsnr. 121805		Tegningsnr. 36	Rev.

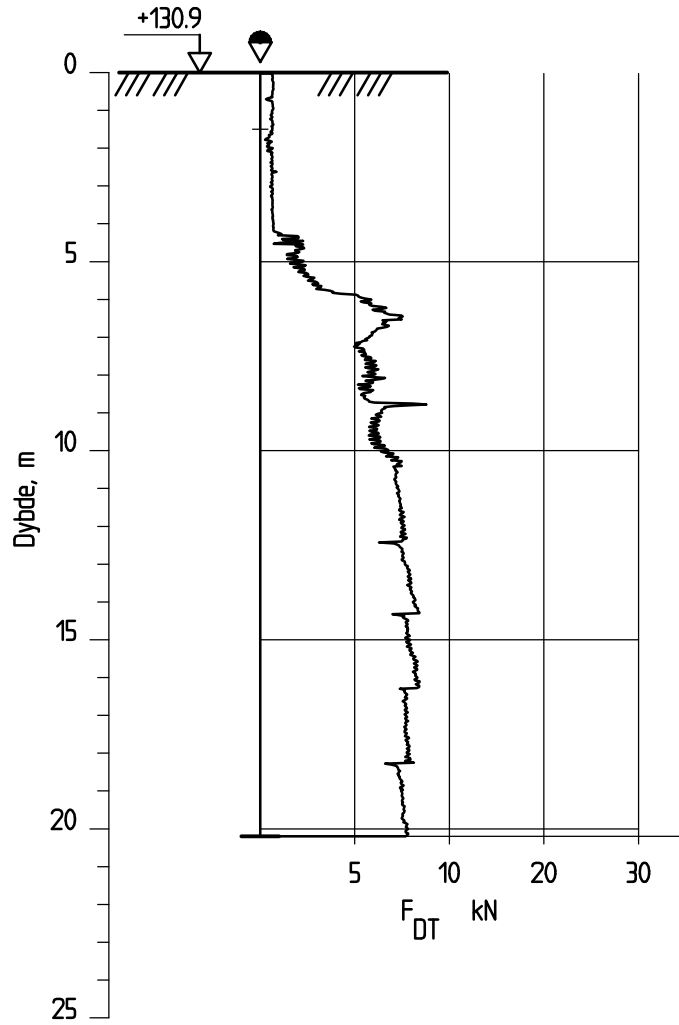


Dato boret :12.05.2011

Posisjon: X 6656016.44 Y 617558.04


<p style="text-align: center;">DREIE-TRYKKSONDERINGER</p>		Tegningens filnavn	
		N\0121\121805\GEOSUITE\AUTOGR.RIT	
<p>ATKINS DK FROGNER STASJON</p>		Målestokk	Godkjent
		M = 1:200	JAF Kontrollert
 <p style="margin-left: 20px;"><b>MULTICONSULT</b> Totalleverandør av rådgivningstjenester</p>		Original format	Konstr./Tegnet
		Dato 15.07.2011	A4 MS
Oppdragsnr. 121805		Tegningsnr. 37	Rev.

BH19

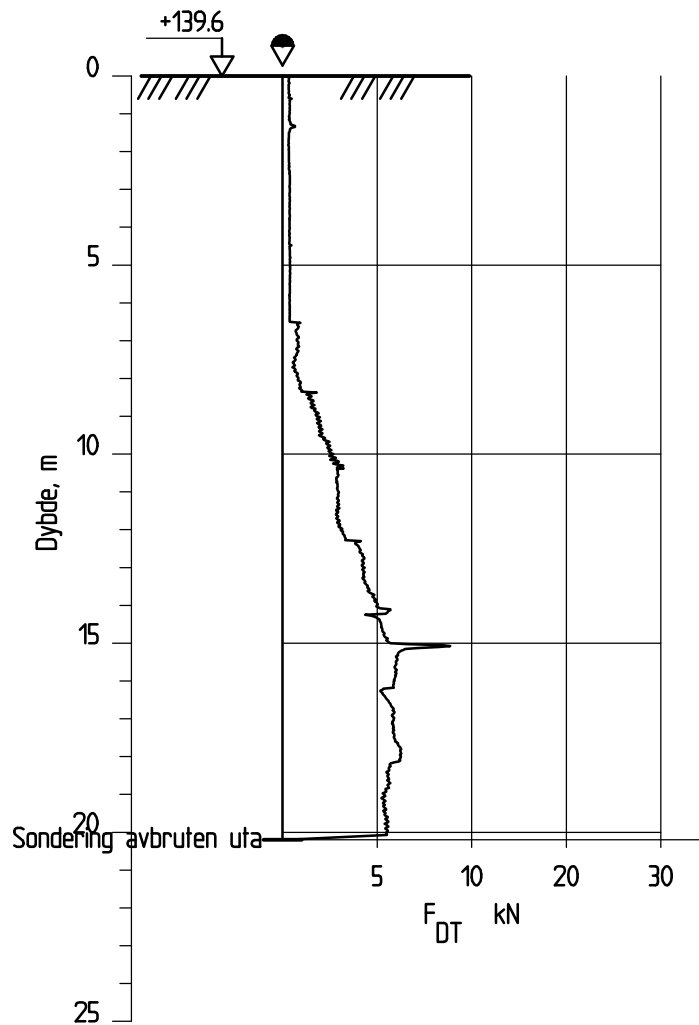


Dato boret :05.05.2011

Posisjon: X 6656129.54 Y 617719.33


DREIE-TRYKKSONDERINGER		Tegningens filnavn N\0121\121805\GEOSUITE\AUTOGR.RIT	
ATKINS DK FROGNER STASJON		Målestokk M = 1:200	Godkjent JAF
			Kontrollert CSF
 <b>MULTICONSULT</b> Totalleverandør av rådgivningstjenester	Dato 15.07.2011	Original format A4	Konstr./Tegnet MS
	Oppdragsnr. 121805	Tegningsnr. 38	Rev.

BH20

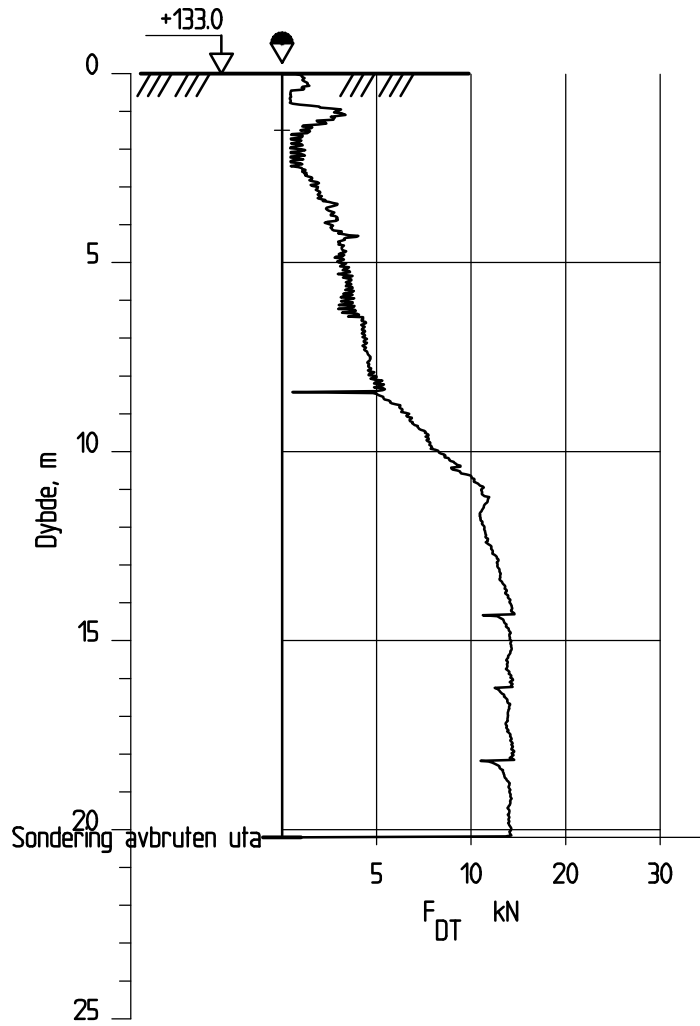


Dato boref :05.05.2011

Posisjon: X 6656150.46 Y 617661.12

DREIE-TRYKKSONDERINGER		Tegningens filnavn N\0121\121805\GEOSUITE\AUTOGR.RIT	
ATKINS DK FROGNER STASJON		Målestokk M = 1:200	Godkjent JAF
			Kontrollert CSF
 <b>MULTICONSULT</b> Totalleverandør av rådgivningstjenester	Dato 15.07.2011	Original format A4	Konstr./Tegnet MS
	Oppdragsnr. 121805	Tegningsnr. 39	Rev.

BH22



Dato boret :05.05.2011

Posisjon: X 6656177.42 Y 617777.65

DREIE-TRYKKSONDERINGER

Tegningens filnavn

N:\0121\121805\GEOSUITE\AUTOGR.RIT

ATKINS DK  
FROGNER STASJON

Målestokk

M = 1:200

Godkjent

JAF

Kontrollert

CSF



**MULTICONSULT**  
Totalleverandør av rådgivningstjenester

Dato

15.07.2011

Oppdragsnr.

121805

Original format

A4

Tegningsnr.

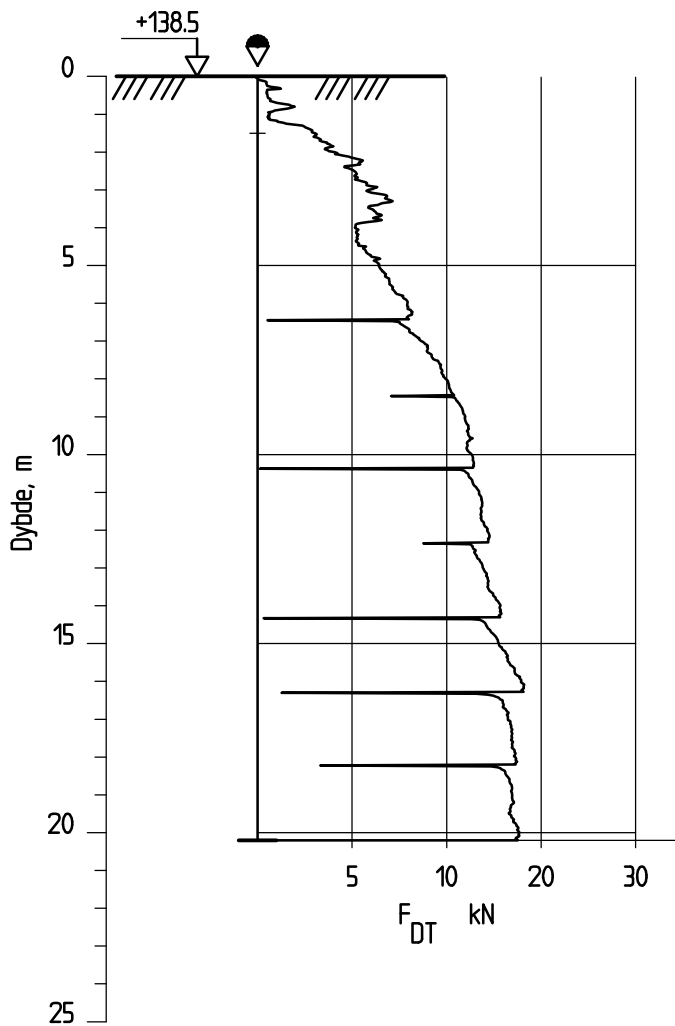
40

Konstr./Tegnet

MS


Rev.

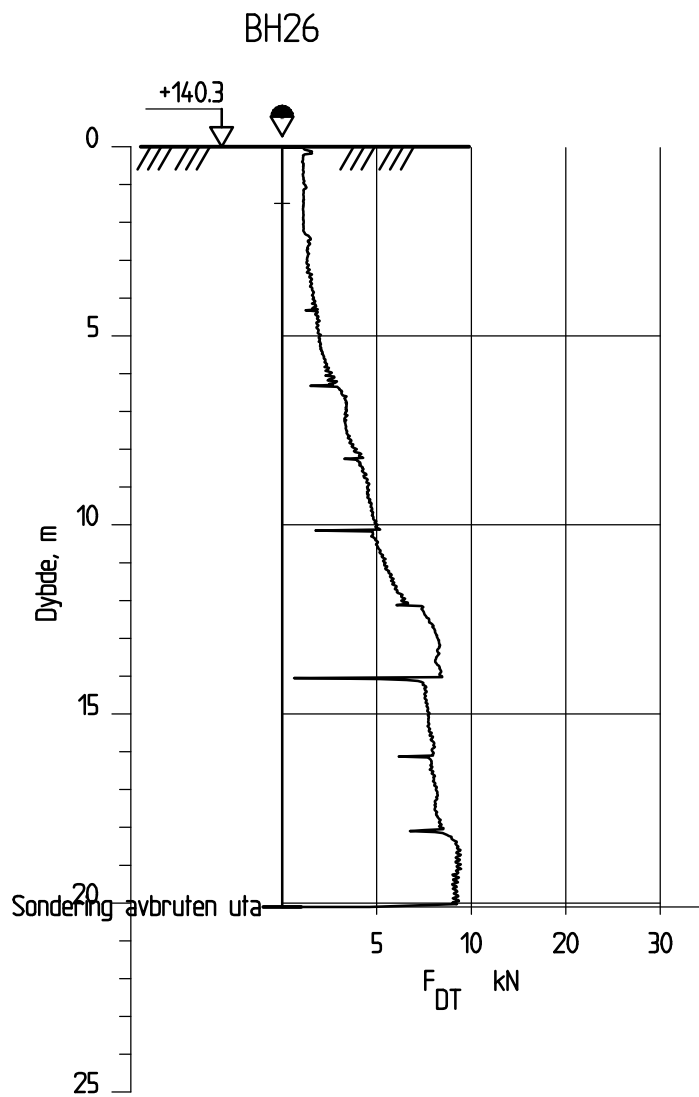
# BH23



Dato boret :04.05.2011


Posisjon: X 6656282.74 Y 617814.18

DREIE-TRYKKSONDERINGER		Tegningens filnavn N\0121\121805\GEOSUITE\AUTOGR.RIT	
ATKINS DK FROGNER STASJON		Målestokk M = 1:200	Godkjent JAF Kontrollert CSF
 <b>MULTICONSULT</b> Totalleverandør av rådgivningstjenester	Dato 15.07.2011	Original format A4	Konstr./Tegnet MS
	Oppdragsnr. 121805	Tegningsnr. 41	Rev.

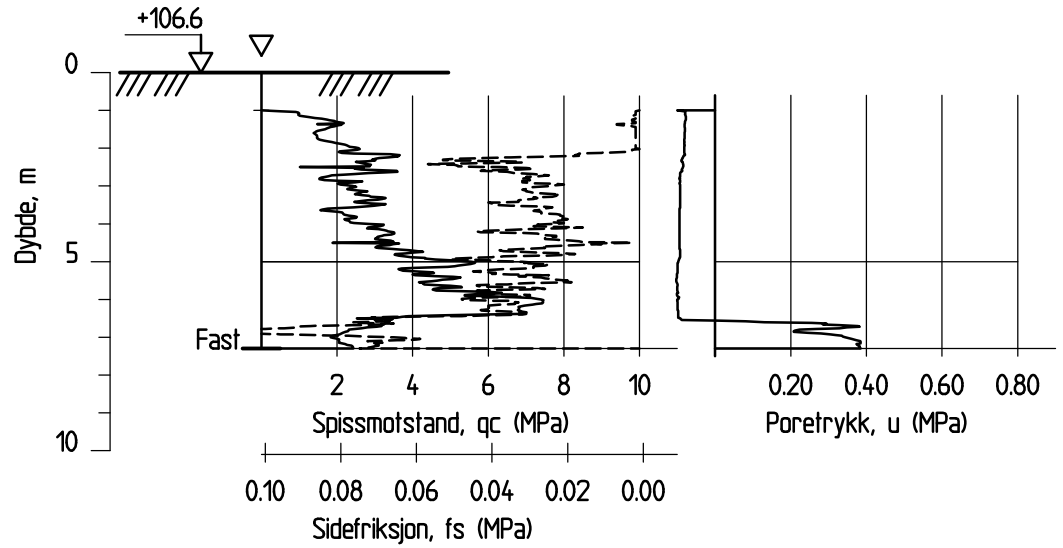


Dato boret :04.05.2011

Posisjon: X 6656335.82 Y 617879.86


DREIE-TRYKKSONDERINGER		Tegningens filnavn N\0121\121805\GEOSUITE\AUTOGR.RIT	
		Målestokk M = 1:200	Godkjent JAF Kontrollert CSF
 <b>MULTICONSULT</b> Totalleverandør av rådgivningstjenester		Dato 15.07.2011	Original format A4
		Oppdragsnr. 121805	Tegningsnr. 42
		Rev.	

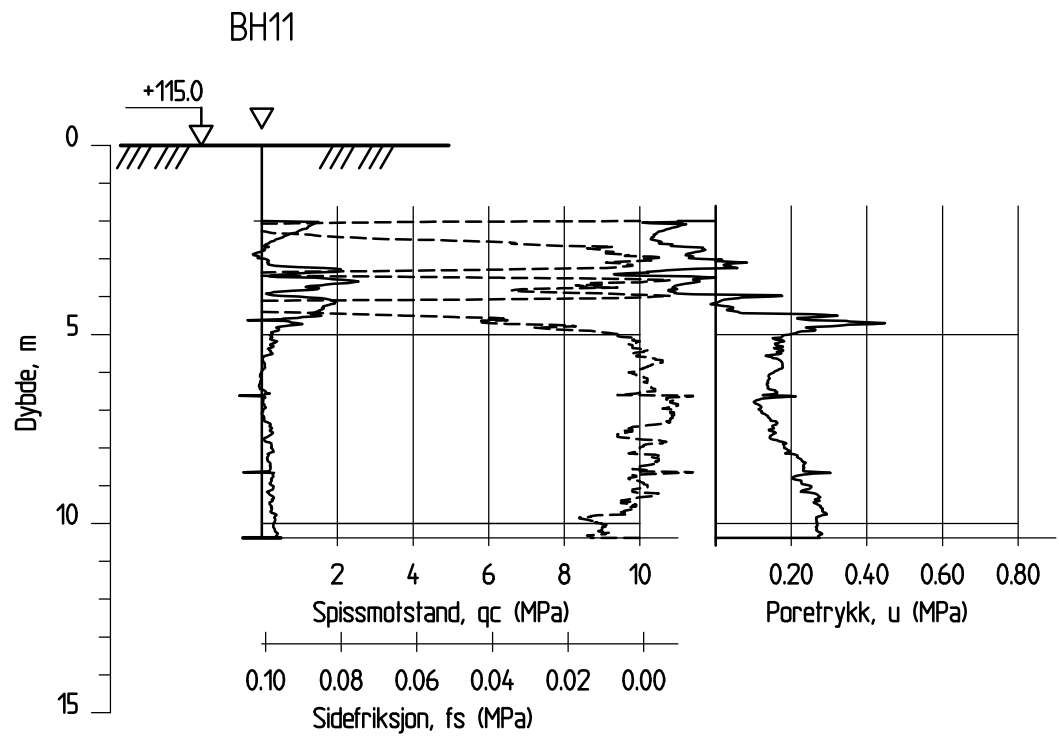
# BH01



Dato boret :28.04.2011


Posisjon: X 6655017.33 Y 617211.19

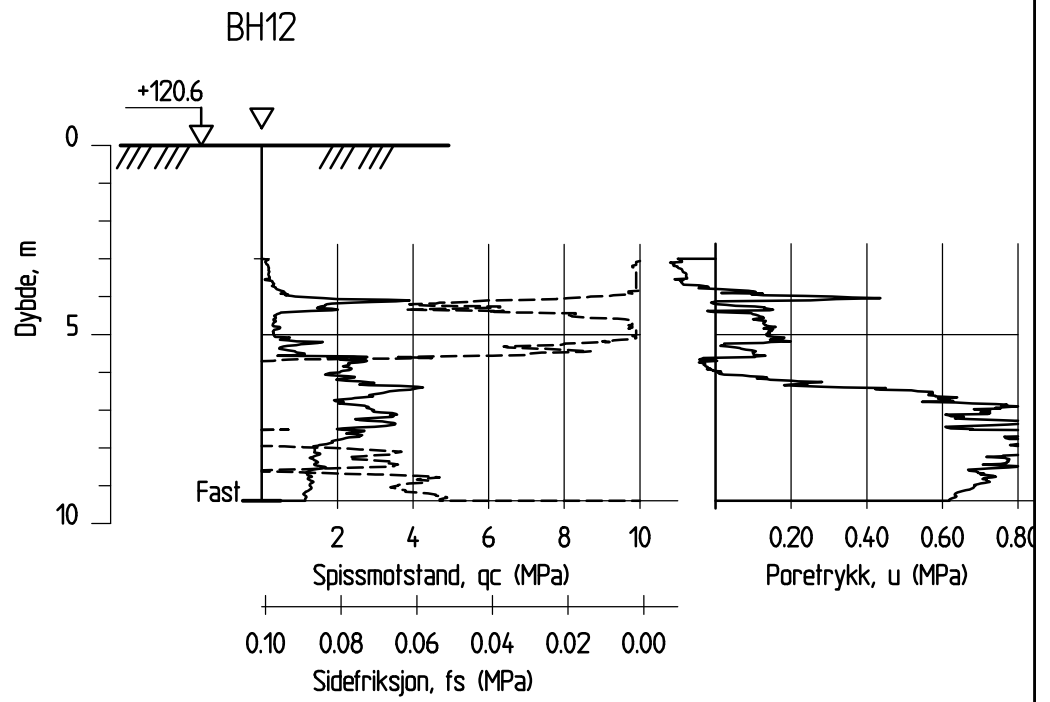
CPTU		Tegningens filnavn N\0121\121805\GEOSUITE\AUTOGR.RIT	
ATKINS DK FROGNER STASJON		Målestokk M = 1:200	Godkjent JAF
			Kontrollert CSF
 <b>MULTICONSULT</b> Totalleverandør av rådgivningstjenester	Dato 15.07.2011	Original format A4	Konstr./Tegnet MS
	Oppdragsnr. 121805	Tegningsnr. 50	Rev.



Dato boret :26.05.2011


Posisjon: X 6655549.77 Y 617124.50

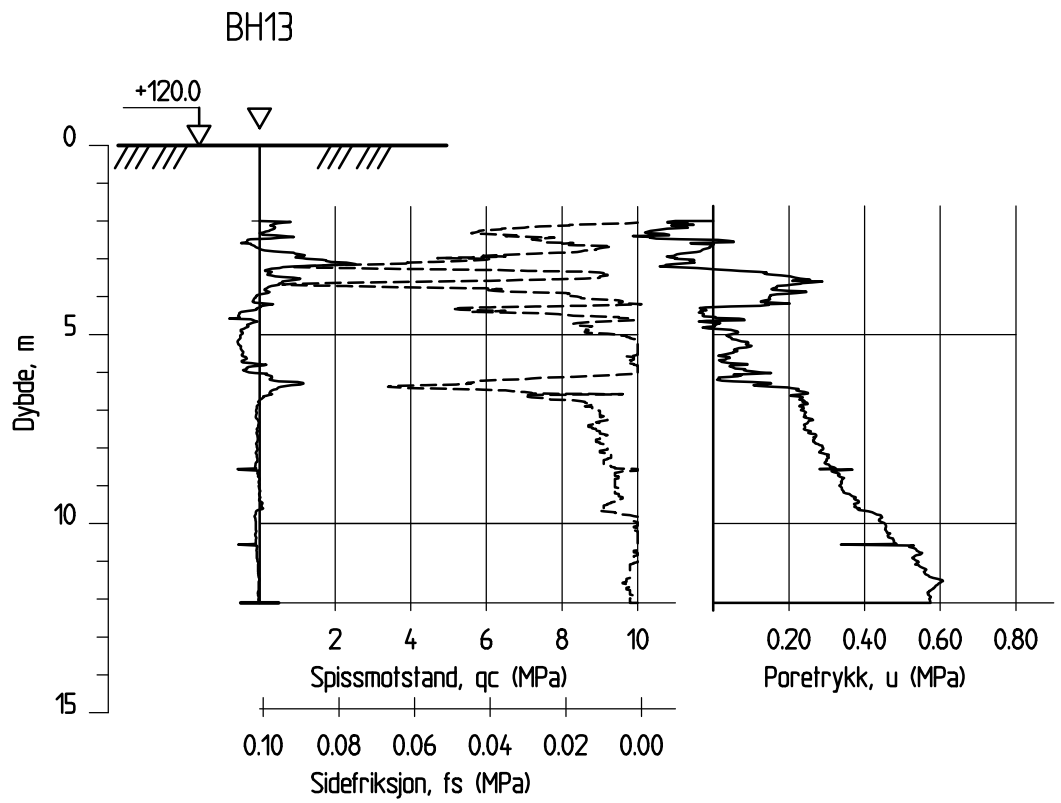
CPTU		Tegningens filnavn N\0121\121805\GEOSUITE\AUTOGR.RIT	
ATKINS DK FROGNER STASJON		Målestokk M = 1:200	Godkjent JAF Kontrollert CSF
 <b>MULTICONSULT</b> Totalleverandør av rådgivningstjenester	Dato 15.07.2011	Original format A4	Konstr./Tegnet MS
	Oppdragsnr. 121805	Tegningsnr. 51	Rev.



Dato boret :03.05.2011


Posisjon: X 6655921.30 Y 617309.53

CPTU		Tegningens filnavn N\0121\121805\GEOSUITE\AUTOGR.RIT	
ATKINS DK FROGNER STASJON		Målestokk M = 1:200	Godkjent JAF
			Kontrollert CSF
 <b>MULTICONSULT</b> Totalleverandør av rådgivningstjenester	Dato 15.07.2011	Original format A4	Konstr./Tegnet MS
	Oppdragsnr. 121805	Tegningsnr. 52	Rev.

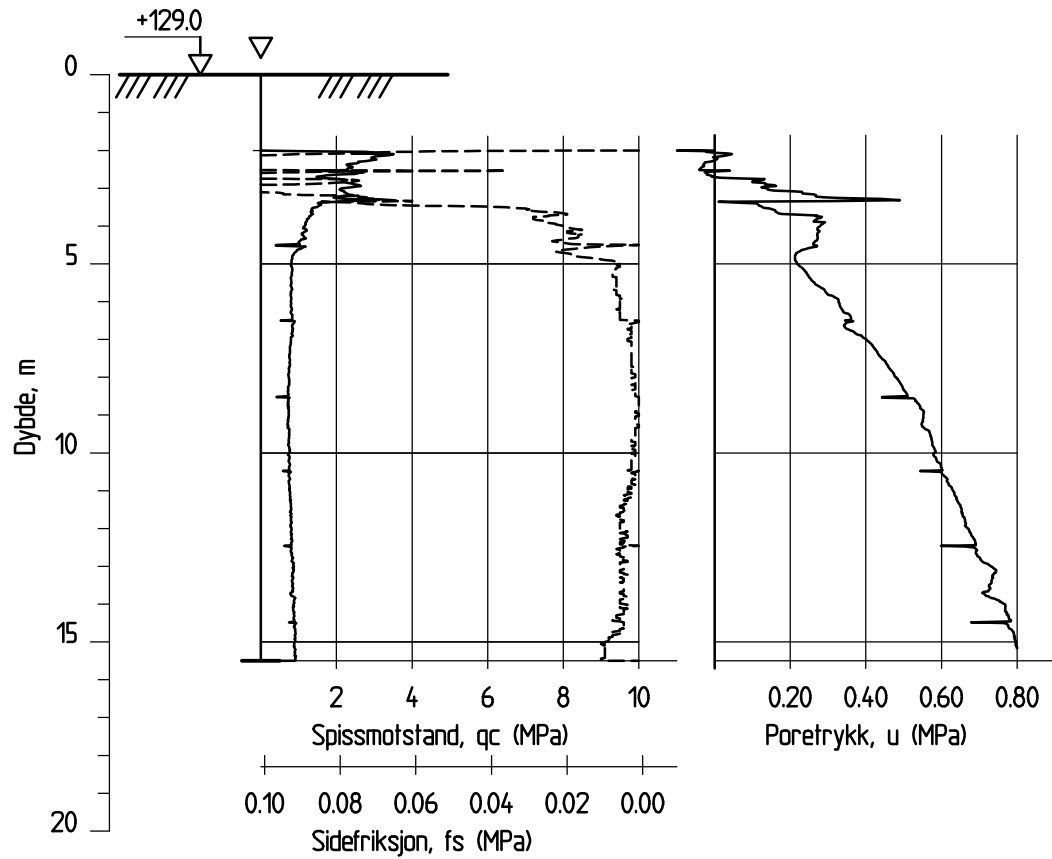


Dato boret :03.05.2011

Posisjon: X 6655915.81 Y 617348.75


CPTU		Tegningens filnavn N\0121\121805\GEOSUITE\AUTOGR.RIT	
ATKINS DK FROGNER STASJON		Målestokk M = 1:200	Godkjent JAF Kontrollert CSF
 <b>MULTICONSULT</b> Totalleverandør av rådgivningstjenester	Dato 15.07.2011	Original format A4	Konstr./Tegnet MS
	Oppdragsnr. 121805	Tegningsnr. 53	Rev.

# BH16

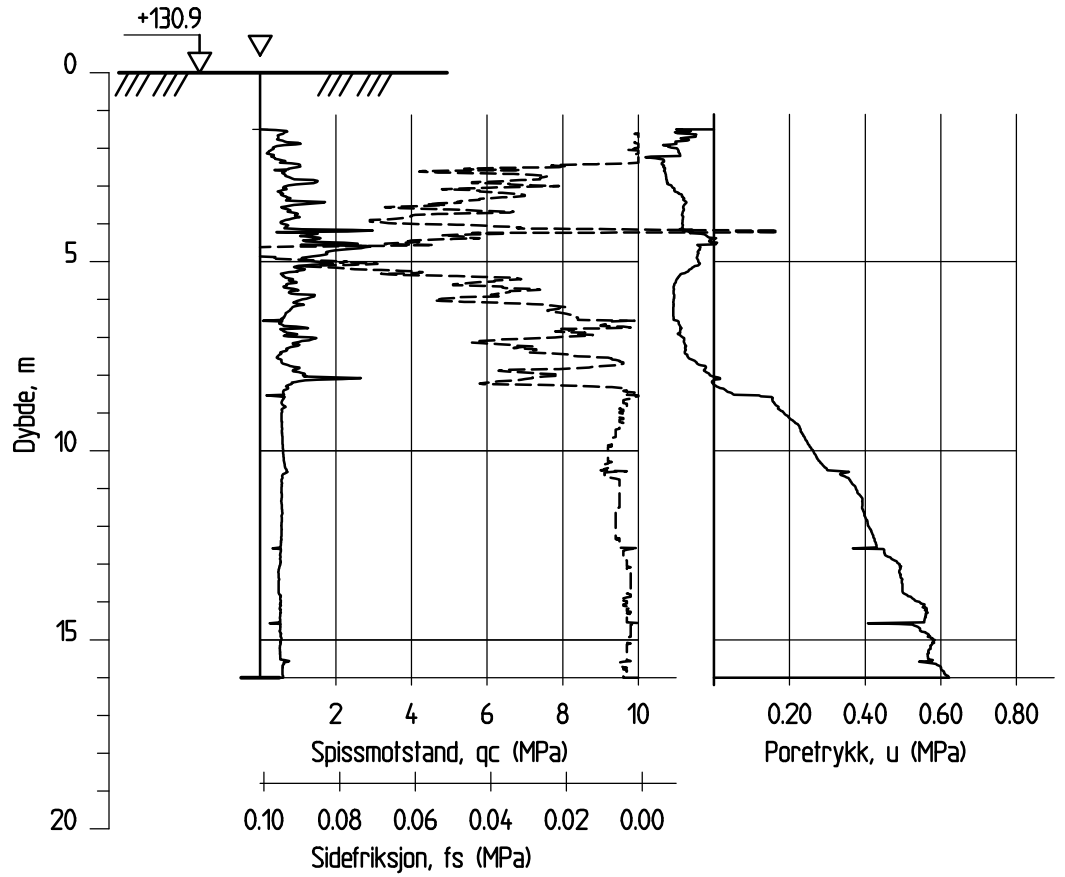


Dato boret :12.05.2011

Posisjon: X 6656016.44 Y 617558.04


CPTU		Tegningens filnavn N\0121\121805\GEOSUITE\AUTOGR.RIT	
ATKINS DK FROGNER STASJON		Målestokk M = 1:200	Godkjent JAF Kontrollert CSF
 <b>MULTICONSULT</b> Totalleverandør av rådgivningstjenester	Dato 15.07.2011	Original format A4	Konstr./Tegnet MS
	Oppdragsnr. 121805	Tegningsnr. 54	Rev.

BH19

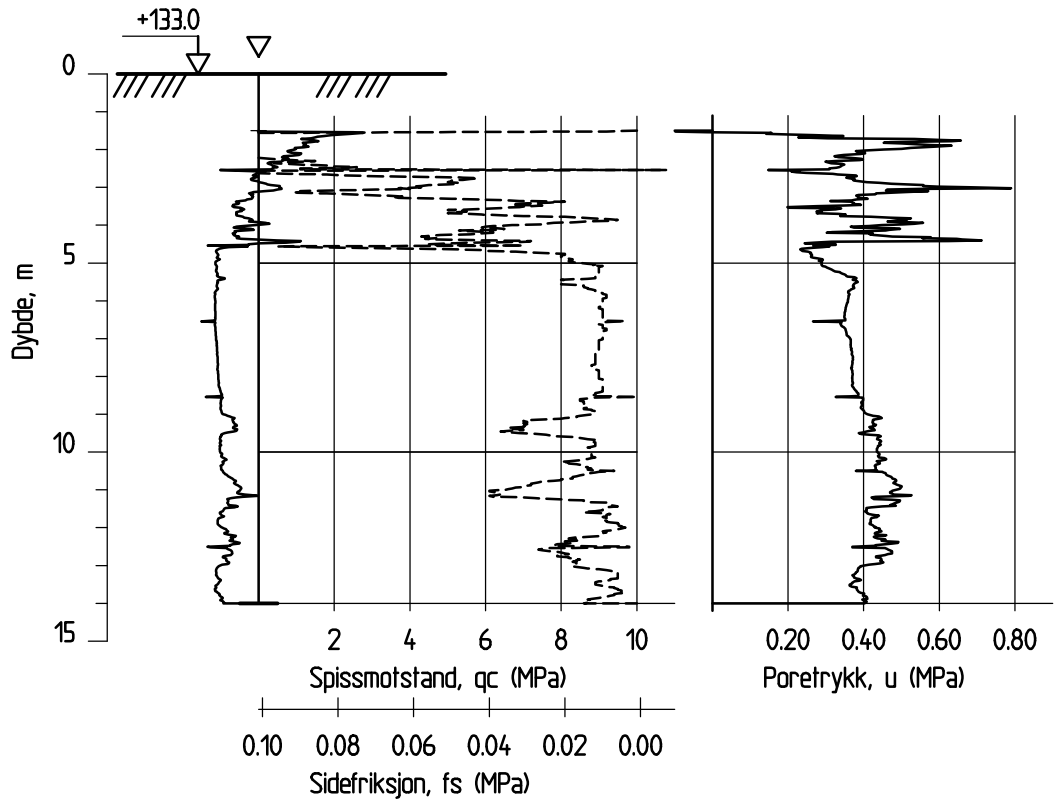


Dato boret :05.05.2011

Posisjon: X 6656129.54 Y 617719.33


CPTU		Tegningens filnavn N\0121\121805\GEOSUITE\AUTOGR.RIT	
ATKINS DK FROGNER STASJON		Målestokk M = 1:200	Godkjent JAF Kontrollert CSF
 <b>MULTICONSULT</b> Totalleverandør av rådgivningstjenester	Dato 15.07.2011	Original format A4	Konstr./Tegnet MS
	Oppdragsnr. 121805	Tegningsnr. 55	Rev.

# BH22

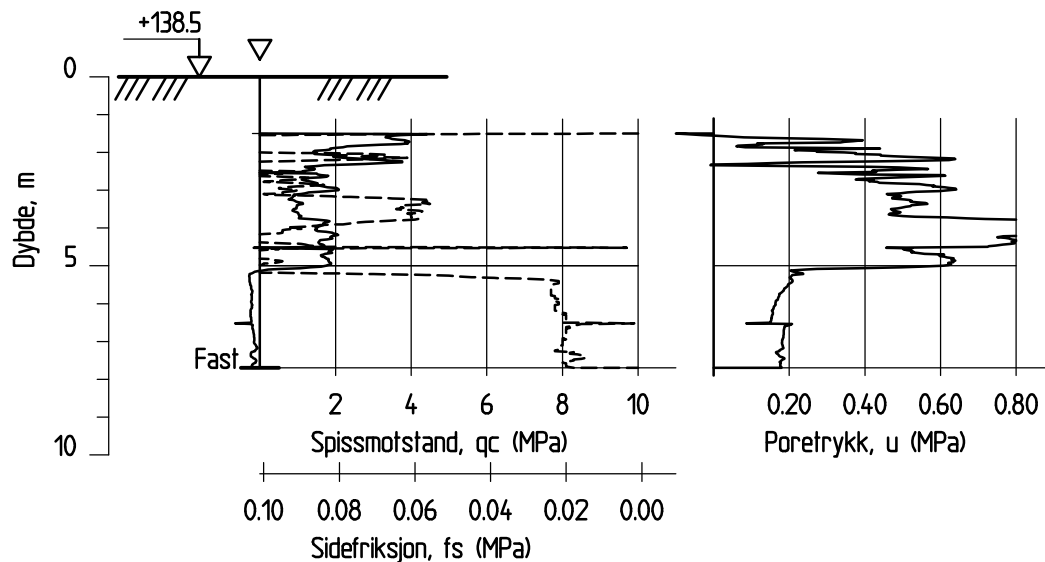


Dato boret :05.05.2011

Posisjon: X 6656177.42 Y 617777.65


CPTU		Tegningens filnavn N\0121\121805\GEOSUITE\AUTOGR.RIT	
ATKINS DK FROGNER STASJON		Målestokk M = 1:200	Godkjent JAF
			Kontrollert CSF
 <b>MULTICONSULT</b> Totalleverandør av rådgivningstjenester	Dato 15.07.2011	Original format A4	Konstr./Tegnet MS
	Oppdragsnr. 121805	Tegningsnr. 56	Rev.

# BH23

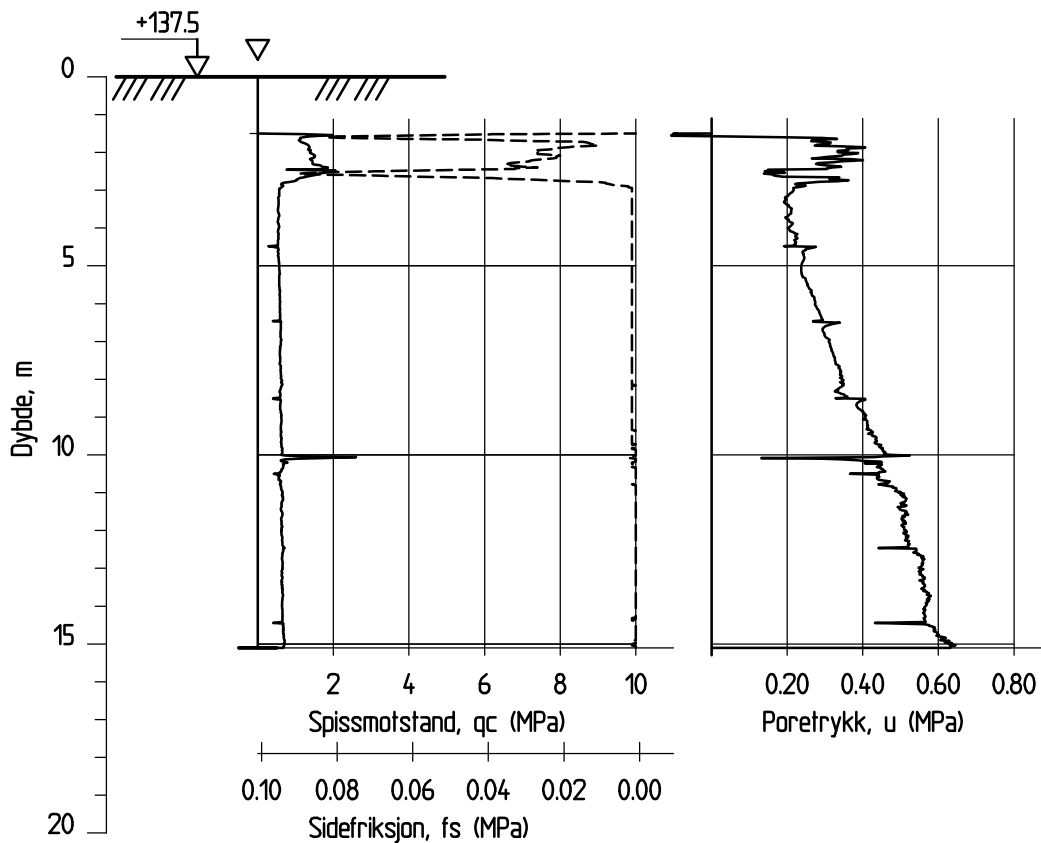


Dato boret :05.05.2011

Posisjon: X 6656282.74 Y 617814.18


CPTU		Tegningens filnavn N\0121\121805\GEOSUITE\AUTOGR.RIT	
ATKINS DK FROGNER STASJON		Målestokk M = 1:200	Godkjent JAF Kontrollert CSF
 <b>MULTICONSULT</b> Totalleverandør av rådgivningstjenester	Dato 15.07.2011	Original format A4	Konstr./Tegnet MS
	Oppdragsnr. 121805	Tegningsnr. 57	Rev.

# BH24

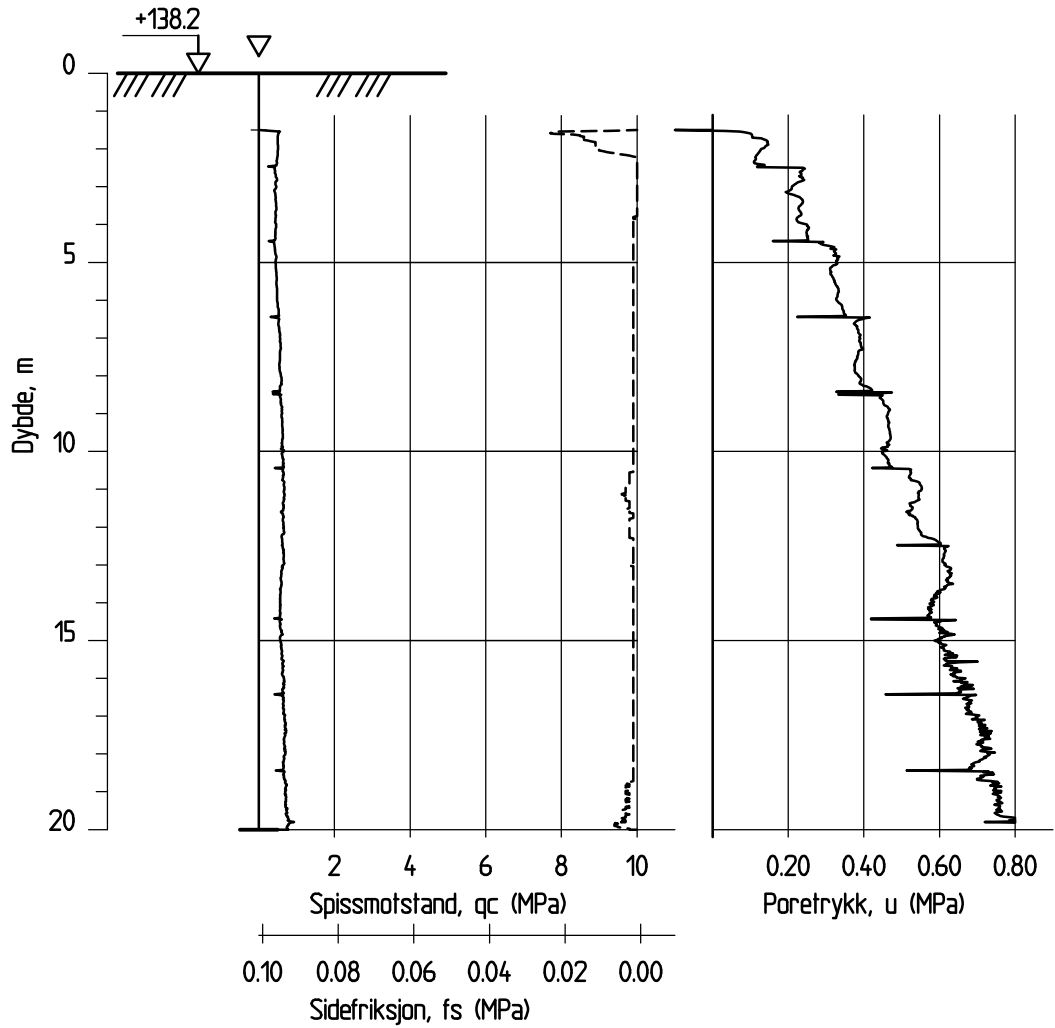


Dato boret :11.05.2011

Posisjon: X 6656216.77 Y 617908.13


CPTU		Tegningens filnavn N\0121\121805\GEOSUITE\AUTOGR.RIT	
ATKINS DK FROGNER STASJON		Målestokk M = 1:200	Godkjent JAF
			Kontrollert CSF
 <b>MULTICONSULT</b> Totalleverandør av rådgivningstjenester	Dato 15.07.2011	Original format A4	Konstr./Tegnet MS
	Oppdragsnr. 121805	Tegningsnr. 58	Rev.

# BH25

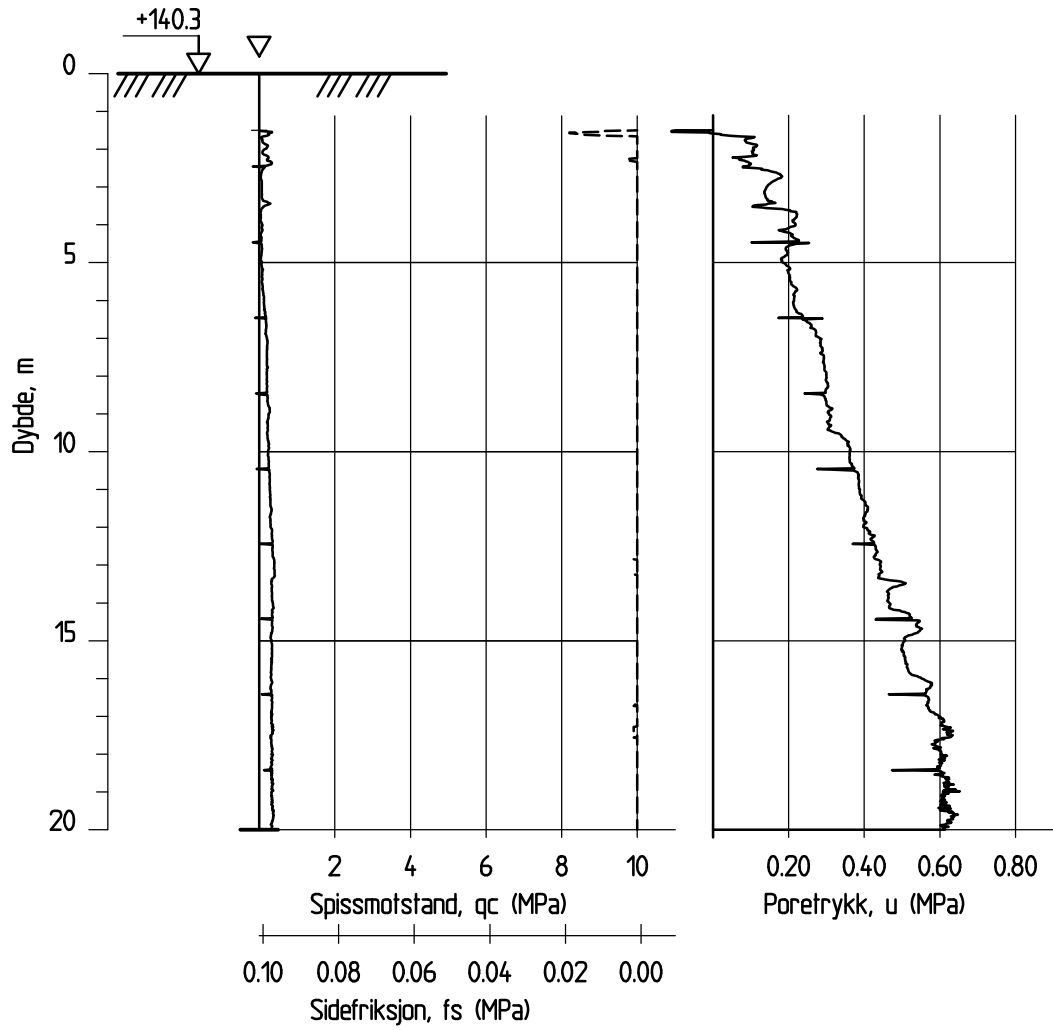


Dato boret :04.05.2011

Posisjon: X 6656277.98 Y 617895.28


CPTU		Tegningens filnavn N\0121\121805\GEOSUITE\AUTOGR.RIT	
ATKINS DK FROGNER STASJON		Målestokk M = 1:200	Godkjent JAF Kontrollert CSF
 <b>MULTICONSULT</b> Totalleverandør av rådgivningstjenester	Dato 15.07.2011	Original format A4	Konstr./Tegnet MS
	Oppdragsnr. 121805	Tegningsnr. 59	Rev.

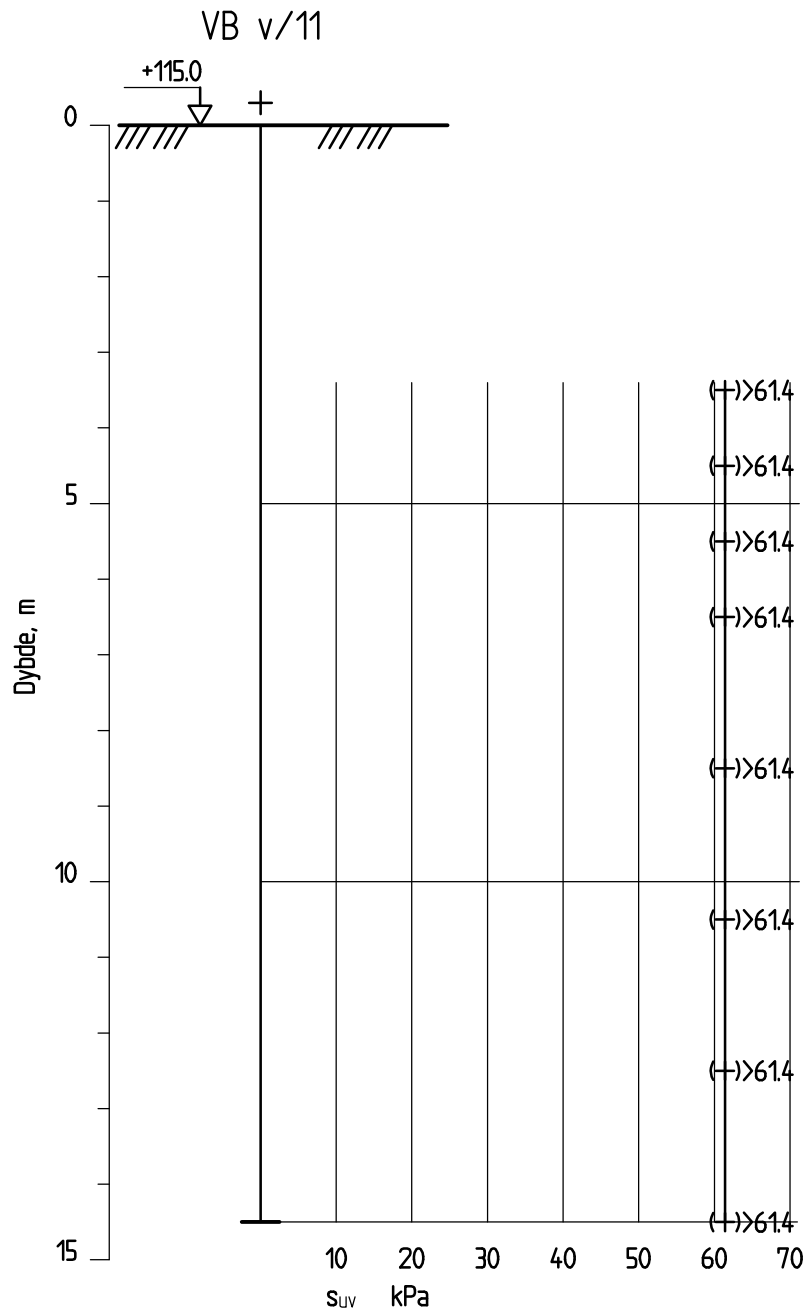
# BH26



Dato boret :04.05.2011

Posisjon: X 6656335.82 Y 617879.86

CPTU		Tegningens filnavn N\0121\121805\GEOSUITE\AUTOGR.RIT	
ATKINS DK FROGNER STASJON		Målestokk M = 1:200	Godkjent JAF Kontrollert CSF
 <b>MULTICONSULT</b> Totalleverandør av rådgivningstjenester	Dato 15.07.2011	Original format A4	Konstr./Tegnet MS
	Oppdragsnr. 121805	Tegningsnr. 60	Rev.



VINGEBORING

Tegningens filnavn

N\0121\121805\GEOSUITE\AUTOGR.RIT

ATKINS DK  
FROGNER STASJON

Målestokk

M = 1:200

Godkjent

JAF

Kontrollert

CSF



**MULTICONSULT**  
Totalleverandør av rådgivningstjenester

Dato

15.07.2011

Oppdragsnr.

121805

Original format

A4

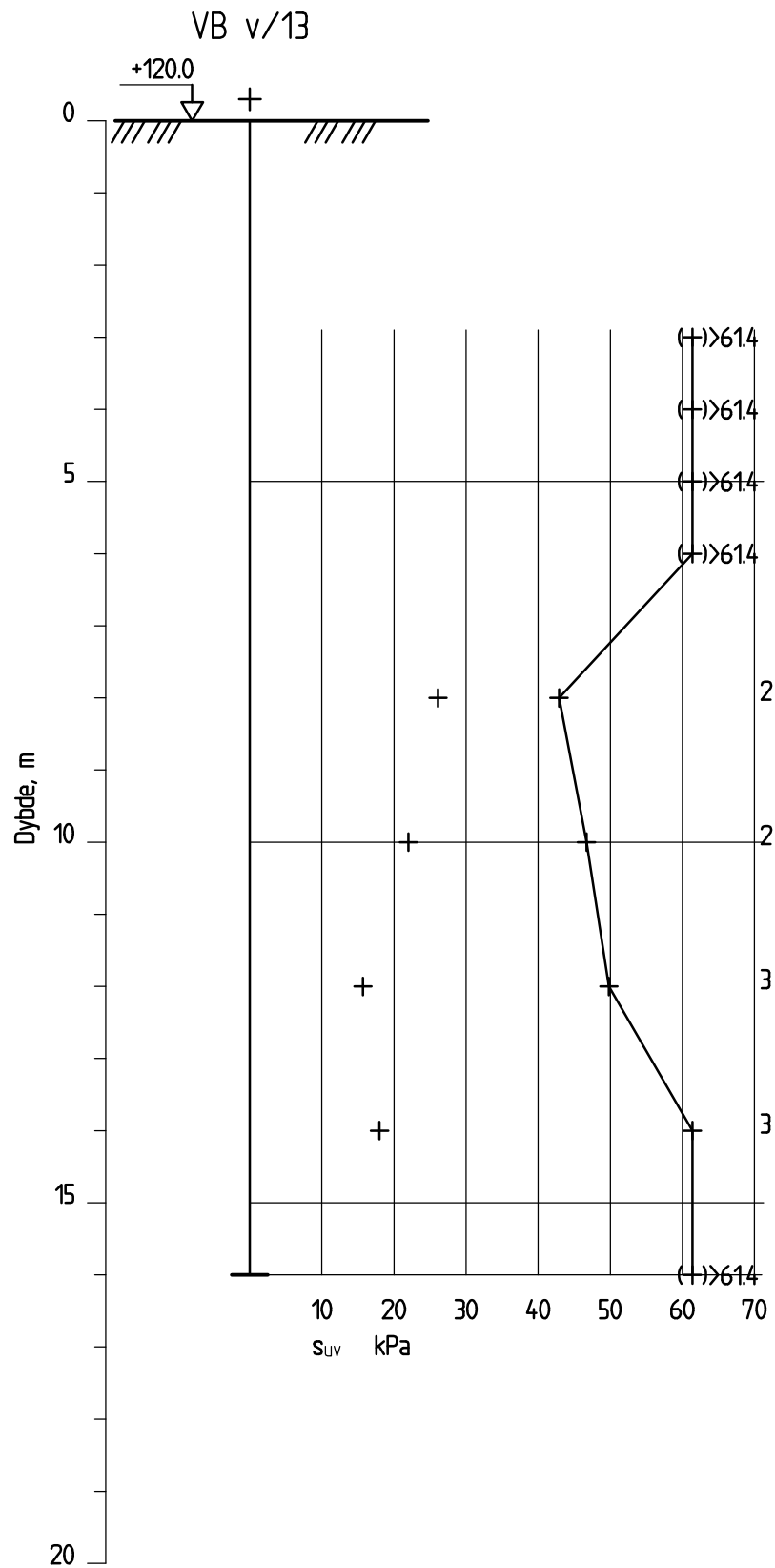
Tegningsnr.

70

Konstr./Tegnet

MS

Rev.



VINGEBORING

Tegningens filnavn

N\0121\121805\GEOSUITE\AUTOGR.RIT

ATKINS DK  
FROGNER STASJON

Målestokk

M = 1:200

Godkjent

JAF

Kontrollert

CSF



**MULTICONSULT**  
Totalleverandør av rådgivningstjenester

Dato

15.07.2011

Original format

A4

Konstr./Tegnet

MS

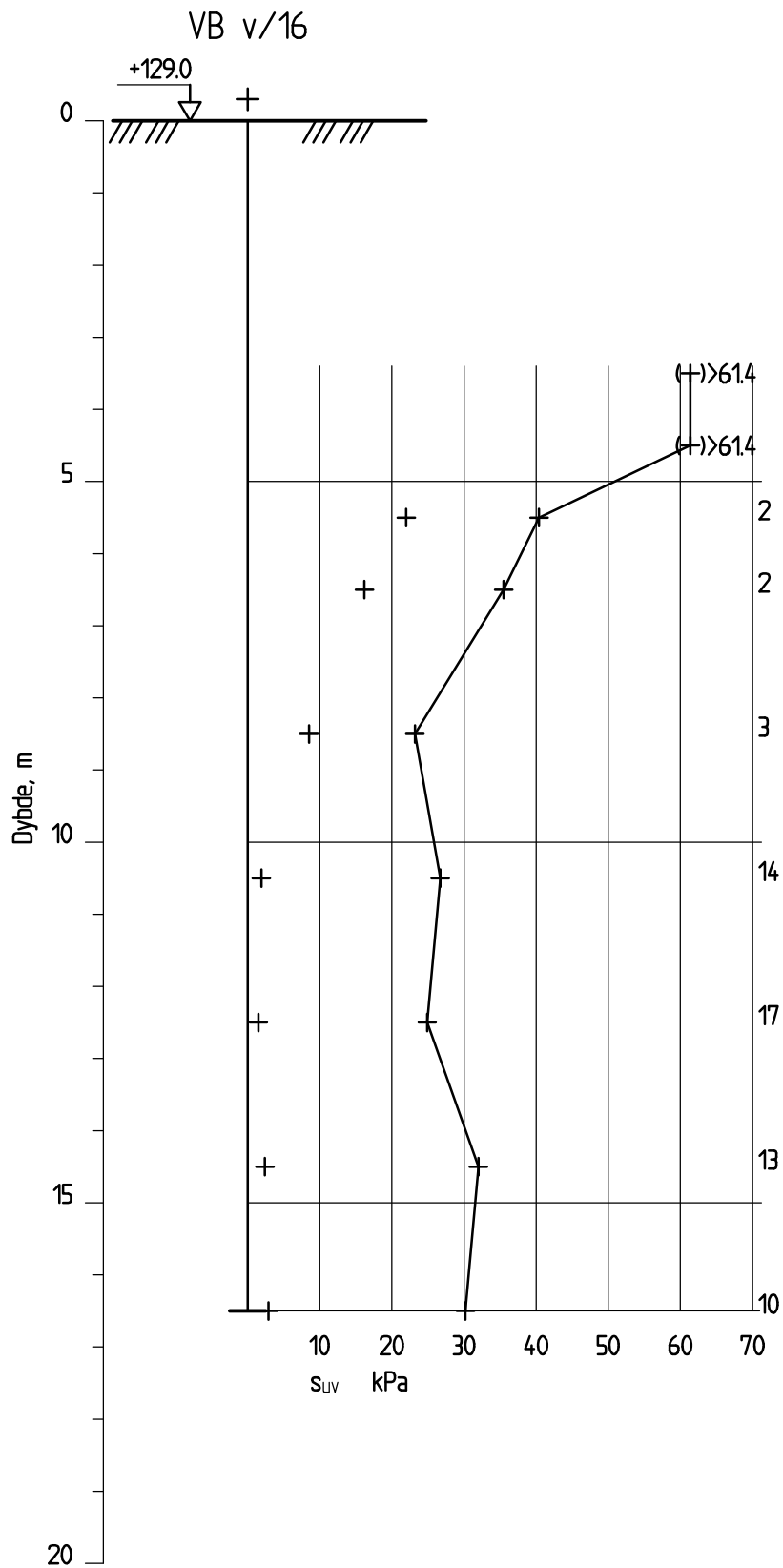
Oppdragsnr.

121805

Tegningsnr.

71

Rev.



# VINGEBORING

Tegningens filnavn  
 N\0121\121805\GEOSUITE\AUTOGR.RIT

ATKINS DK  
 FROGNER STASJON

Målestokk M = 1:200	Godkjent JAF
	Kontrollert CSF

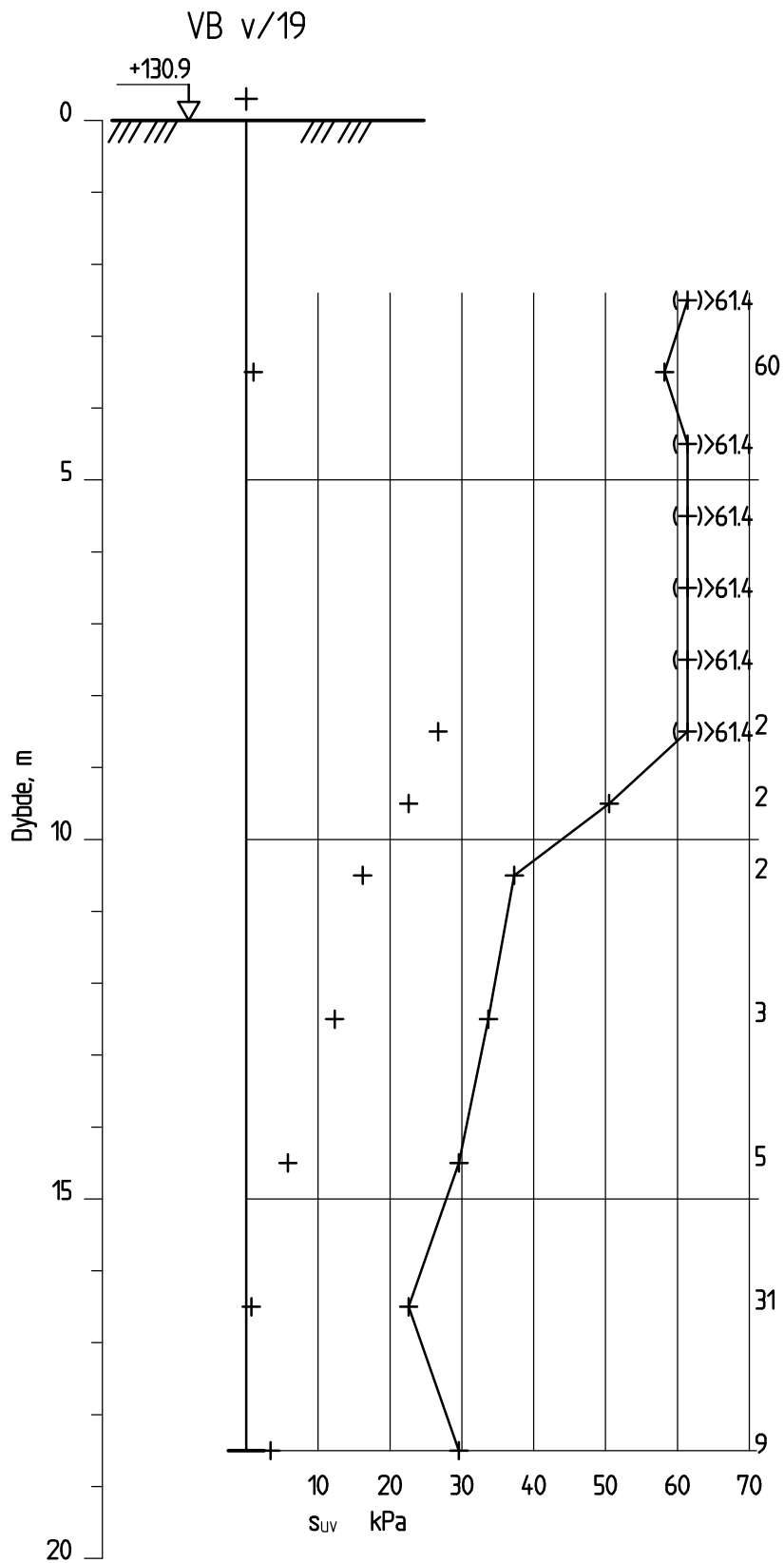


**MULTICONSULT**  
 Totalleverandør av rådgivningstjenester

Dato  
15.07.2011

Oppdragsnr.  
121805

Original format A4	Konstr./Tegnet MS
Tegningsnr. 72	Rev.



# VINGEBORING

ATKINS DK  
FROGNER STASJON

Tegningens filnavn  
N\0121\121805\GEOSUITE\AUTOGR.RIT

Målestokk  
M = 1:200

Godkjent  
JAF  
Kontrollert  
CSF

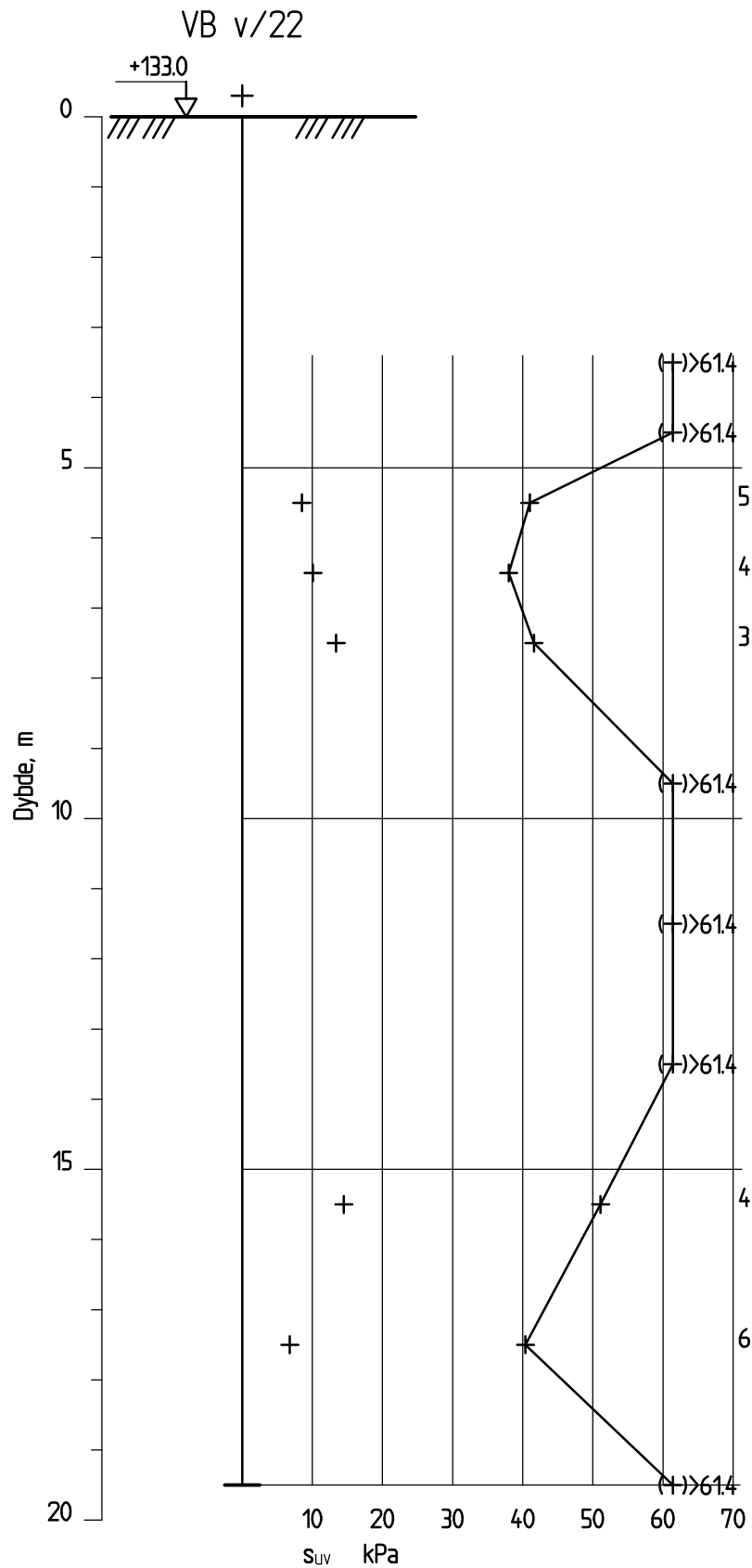


**MULTICONSULT**  
Totalleverandør av rådgivningstjenester

Dato  
15.07.2011  
Oppdragsnr.  
121805

Original format  
A4  
Tegningsnr.  
73

Konstr./Tegnet  
MS  
Rev.



# VINGEBORING

ATKINS DK  
FROGNER STASJON

Tegningens filnavn  
N\0121\121805\GEOSUITE\AUTOGR.RIT

Målestokk  
M = 1:200

Godkjent  
JAF  
Kontrollert  
CSF

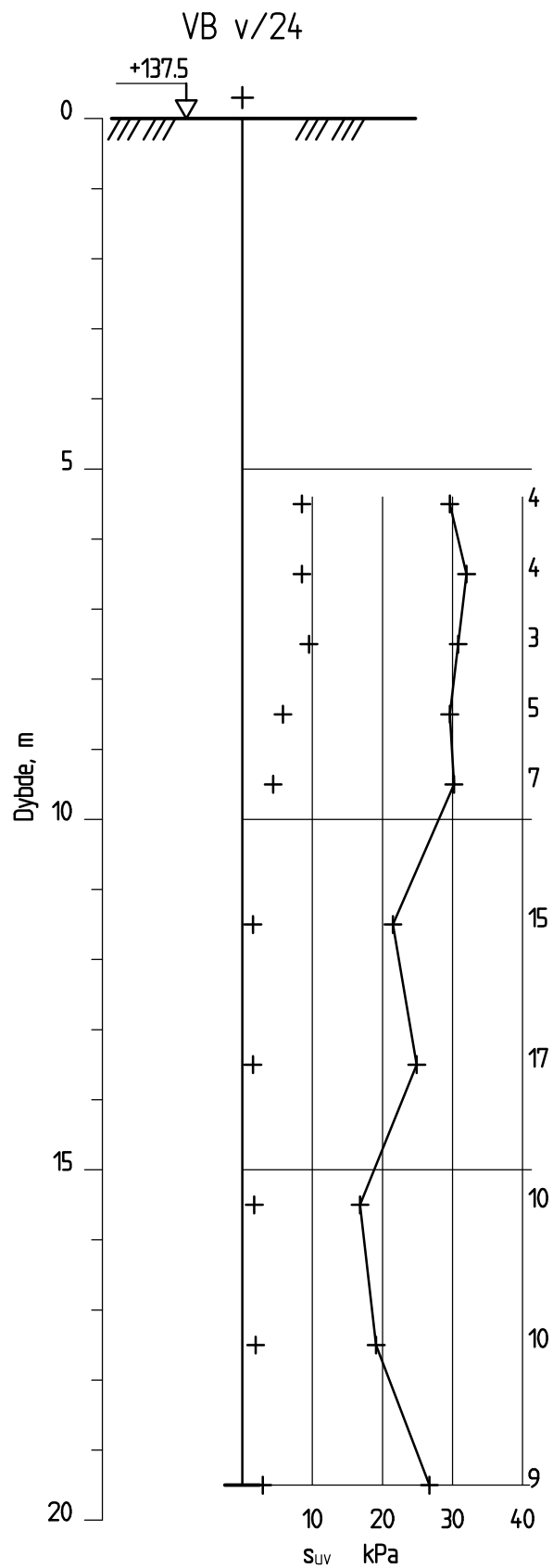


**MULTICONSULT**  
Totalleverandør av rådgivningstjenester

Dato  
15.07.2011  
Oppdragsnr.  
121805

Original format  
A4  
Tegningsnr.  
74

Konstr./Tegnet  
MS  
Rev.



# VINGEBORING

ATKINS DK  
FROGNER STASJON

Tegningens filnavn  
N\0121\121805\GEOSUITE\AUTOGR.RIT

Målestokk  
M = 1:200

Godkjent  
JAF  
Kontrollert  
CSF

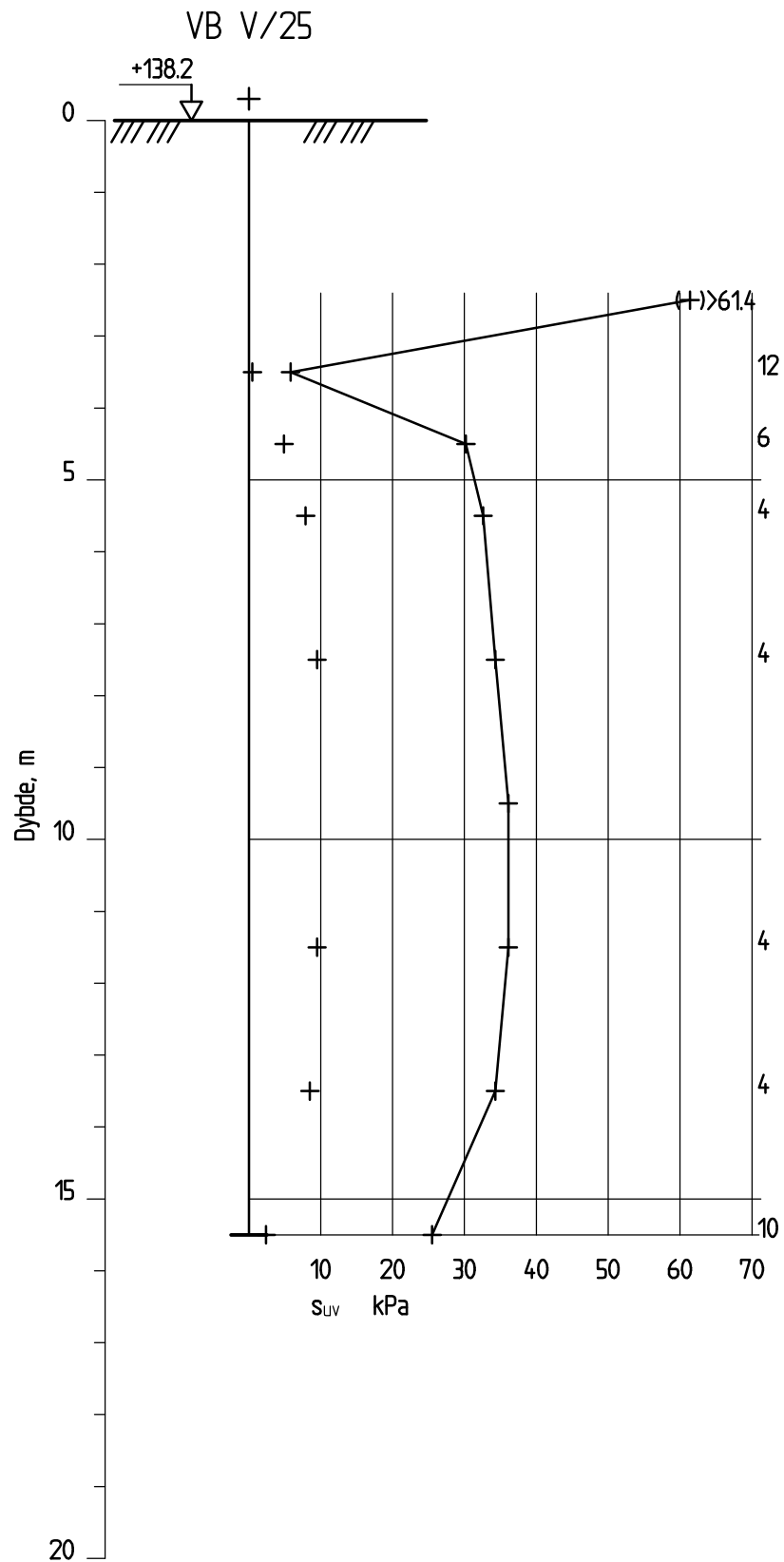


**MULTICONSULT**  
Totalleverandør av rådgivningstjenester

Dato  
15.07.2011  
Oppdragsnr.  
121805

Original format  
A4  
Tegningsnr.  
75

Konstr./Tegnet  
MS  
Rev.



VINGEBORING

Tegningens filnavn

N\0121\121805\GEOSUITE\AUTOGR.RIT

ATKINS DK  
FROGNER STASJON

Målestokk

M = 1:200

Godkjent

JAF

Kontrollert

CSF



**MULTICONSULT**  
Totalleverandør av rådgivningstjenester

Dato

15.07.2011

Original format

A4

Konstr./Tegnet

MS

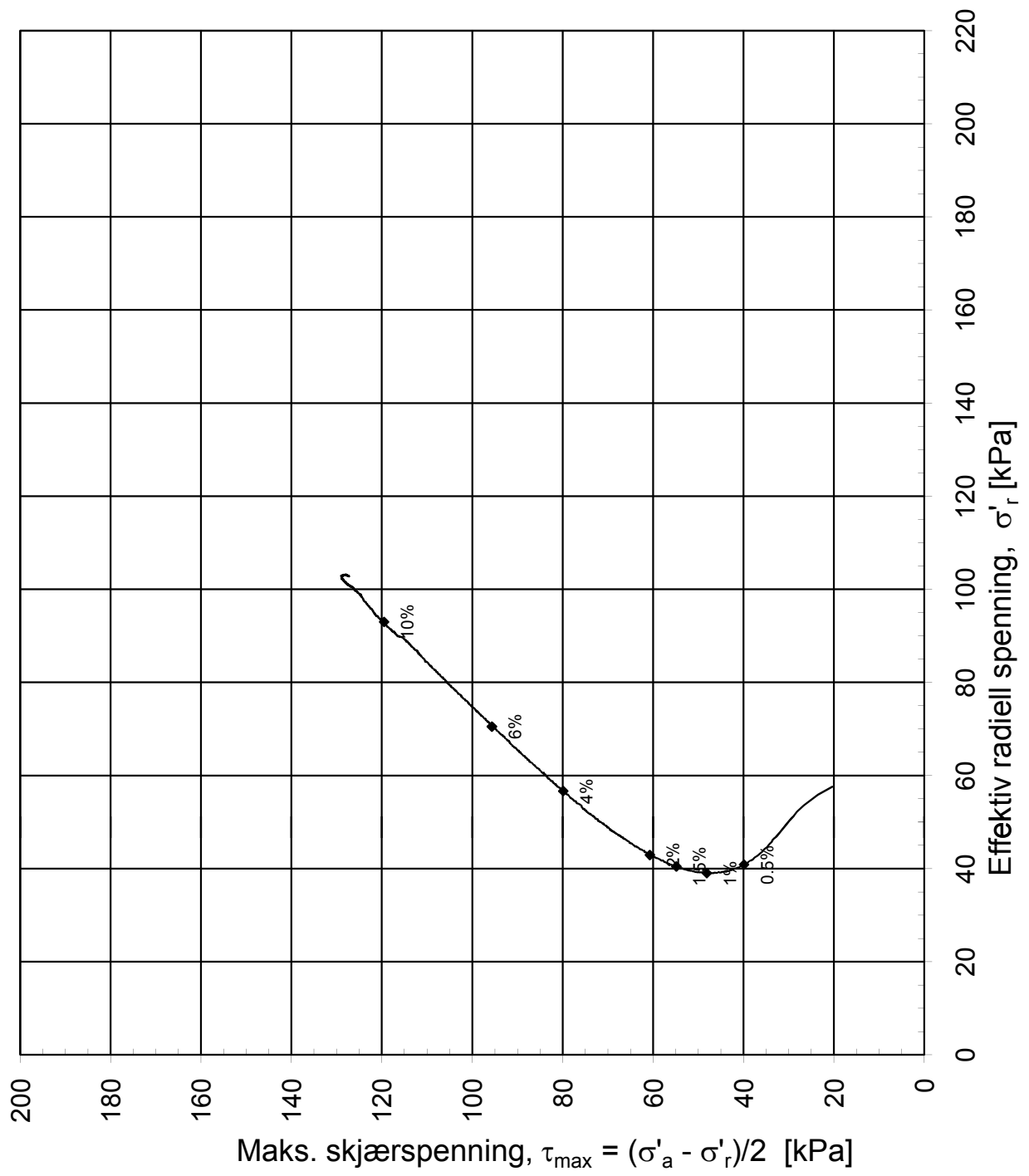
Oppdragsnr.

121805

Tegningsnr.

76

Rev.



Konsolideringsspenninger:  $\sigma'_{ac} = 98,65$  kPa  
 $\sigma'_{rc} = 59,19$  kPa  
 Vanninnhold:  $w_i = 27,03$  %  
 Densitet:  $\rho_i = 2,04$  g/cm<sup>3</sup>  
 Volumtøyning i konsolideringsfase:  $\epsilon_{vol} = \Delta V/V_0 = 2,60$  %

**ATKINS DK**

**FROGNER STASJON**

Treaksialforsøk. Deviatorspenningssti. NTNU-plott.

Tegningens filnavn:  
test.xls



**MULTICONSULT AS**  
 Nedre Skøyen veg 2,  
 0276 OSLO  
 Tlf.: 21 58 50 00  
 Faks: 21 58 50 01

Forsøksdato:  
30.06.2011

Dybde, z (m):  
7,45

Borpunkt nr.:  
PR.v/6

Forsøk nr.:  
1

Tegnet:  
SK

Kontrollert:  
SK

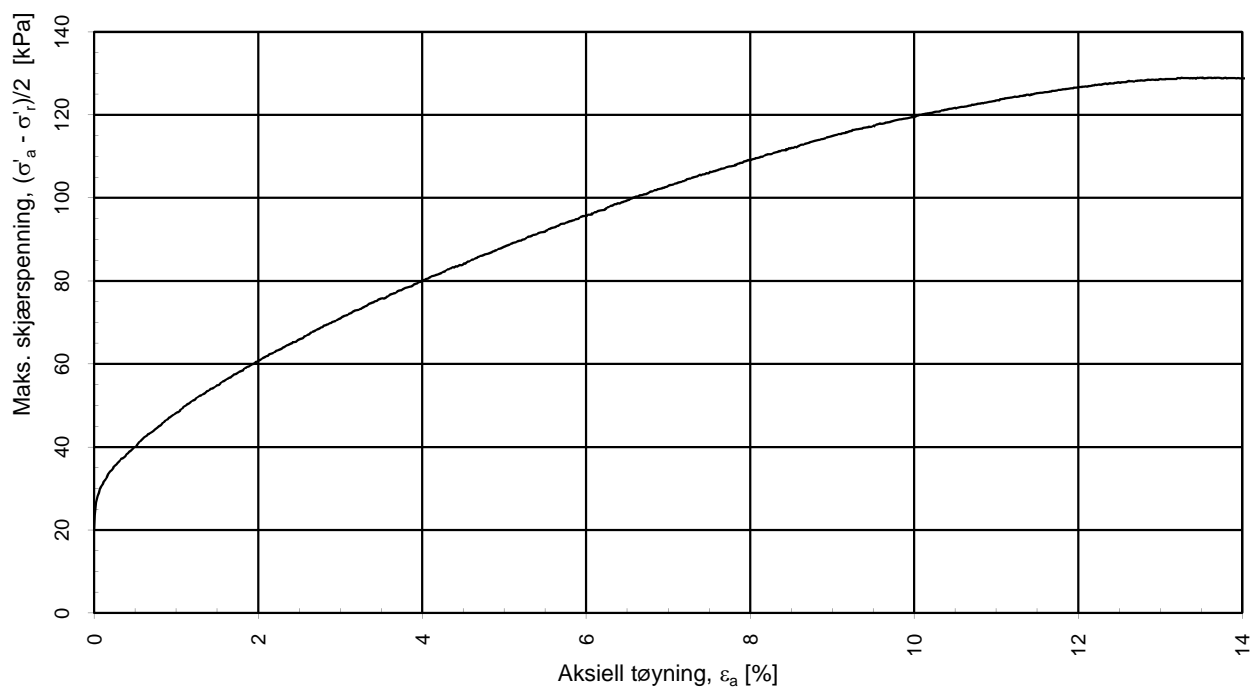
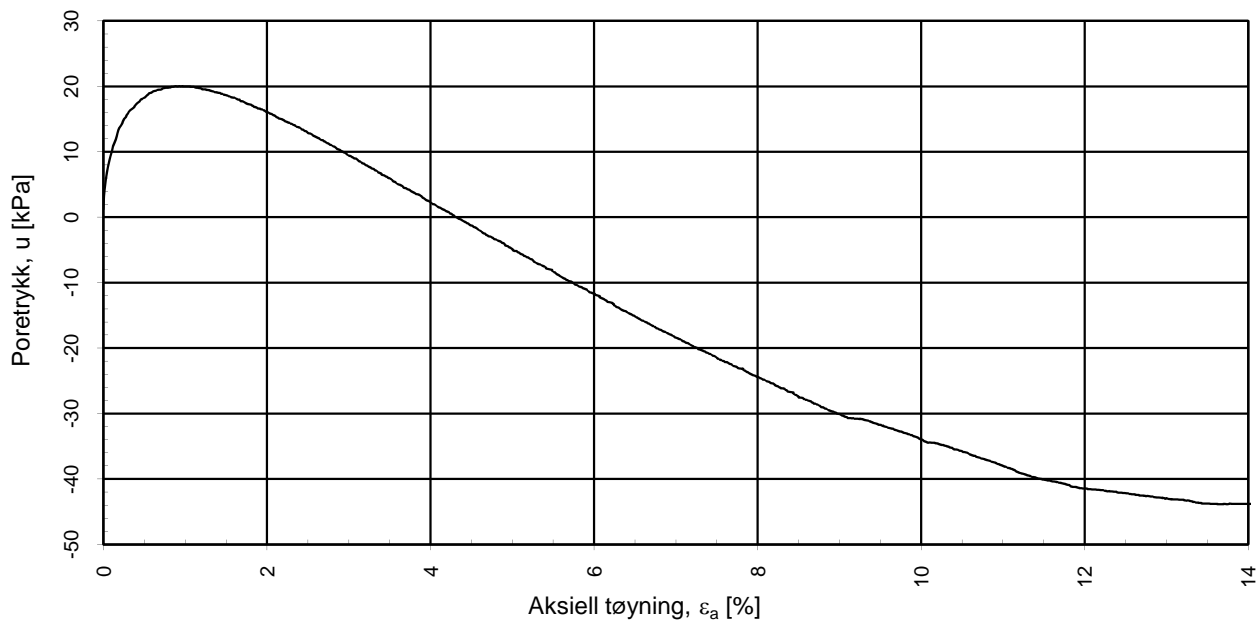
Godkjent:  
0

Oppdrag nr.:  
121805

Tegning nr.:  
75

Prosedyre:  
CAUa

Programrevisjon:  
13.10.2009



**ATKINS DK**  
**FROGNER STASJON**

Treaksialforsøk. Poretrykks- og mobiliseringsforløp.

**MULTICONSULT AS**

Nedre Skøyen veg 2,  
 0276 OSLO  
 Tlf.: 21 58 50 00  
 Faks: 21 58 50 01

Forsøksdato:  
 30.06.2011

Dybde, z (m):  
 7,45

Borpunkt nr.:  
 PR.v/6

Forsøk nr.:  
 1

Tegnet:  
 SK

Kontrollert:  
 SK

Oppdrag nr.:  
 121805

Tegning nr.:  
 76

Prosedyre:  
 CAUa

Tegningens filnavn:

test.xls

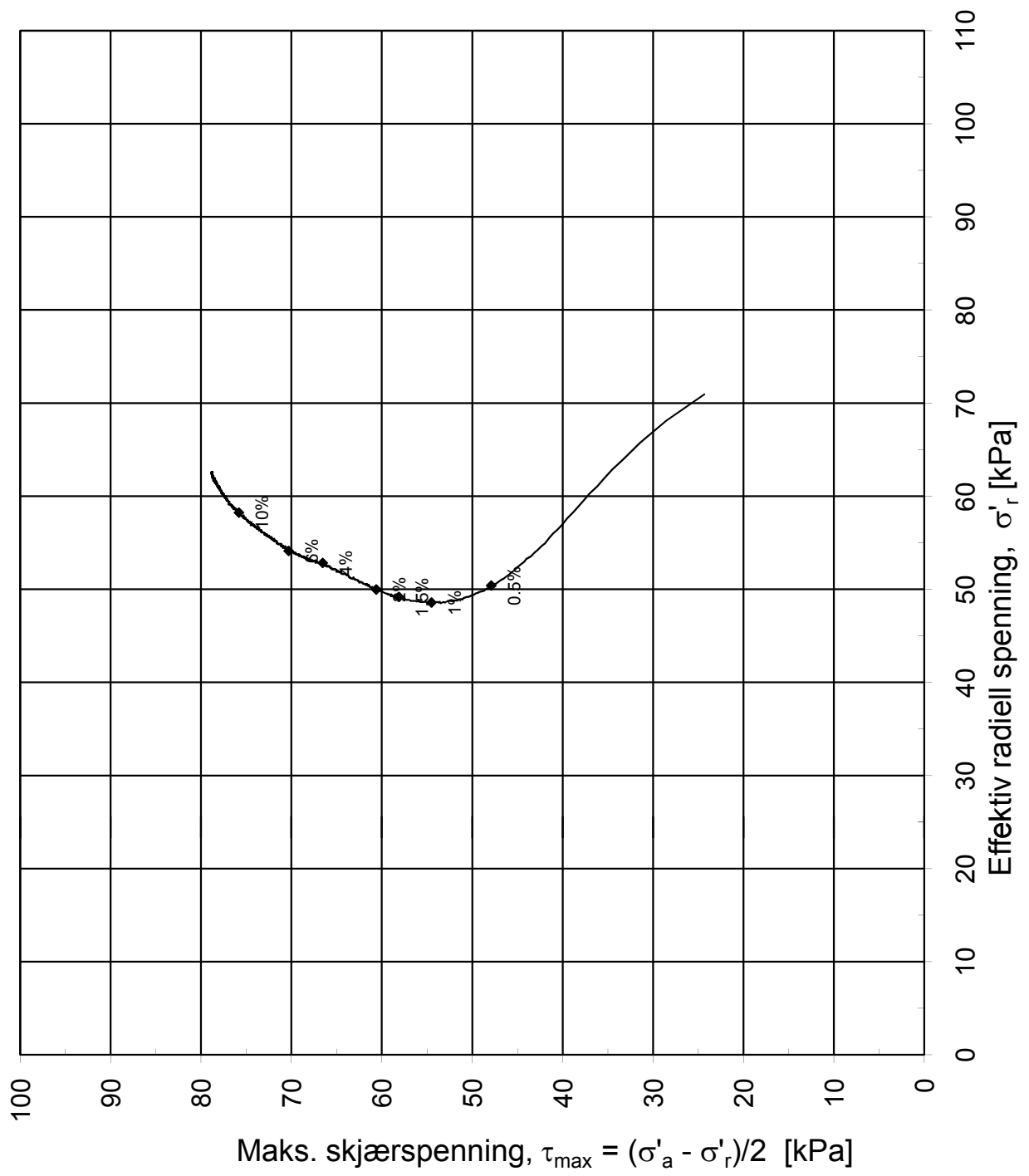


Godkjent:

0

Programrevisjon:

13.10.2009



Konsolideringsspenninger:  $\sigma'_{ac} = 119,95$  kPa  
 $\sigma'_{rc} = 71,97$  kPa  
 Vanninnhold:  $w_i = 25,26$  %  
 Densitet:  $\rho_i = 2,06$  g/cm<sup>3</sup>  
 Volumtøyning i konsolideringsfase:  $\epsilon_{vol} = \Delta V/V_0 = 2,85$  %

**ATKINS DK**

**FROGNER STASJON**

Treaksialforsøk. Deviatorspenningssti. NTNU-plott.

Tegningens filnavn:  
test.xls



**MULTICONSULT AS**  
 Nedre Skøyen veg 2,  
 0276 OSLO  
 Tlf.: 21 58 50 00  
 Faks: 21 58 50 01

Forsøksdato:  
30.06.2011

Dybde, z (m):  
9,50

Borpunkt nr.:  
PR.v/6

Forsøk nr.:  
1

Tegnet:  
SK

Kontrollert:  
SK

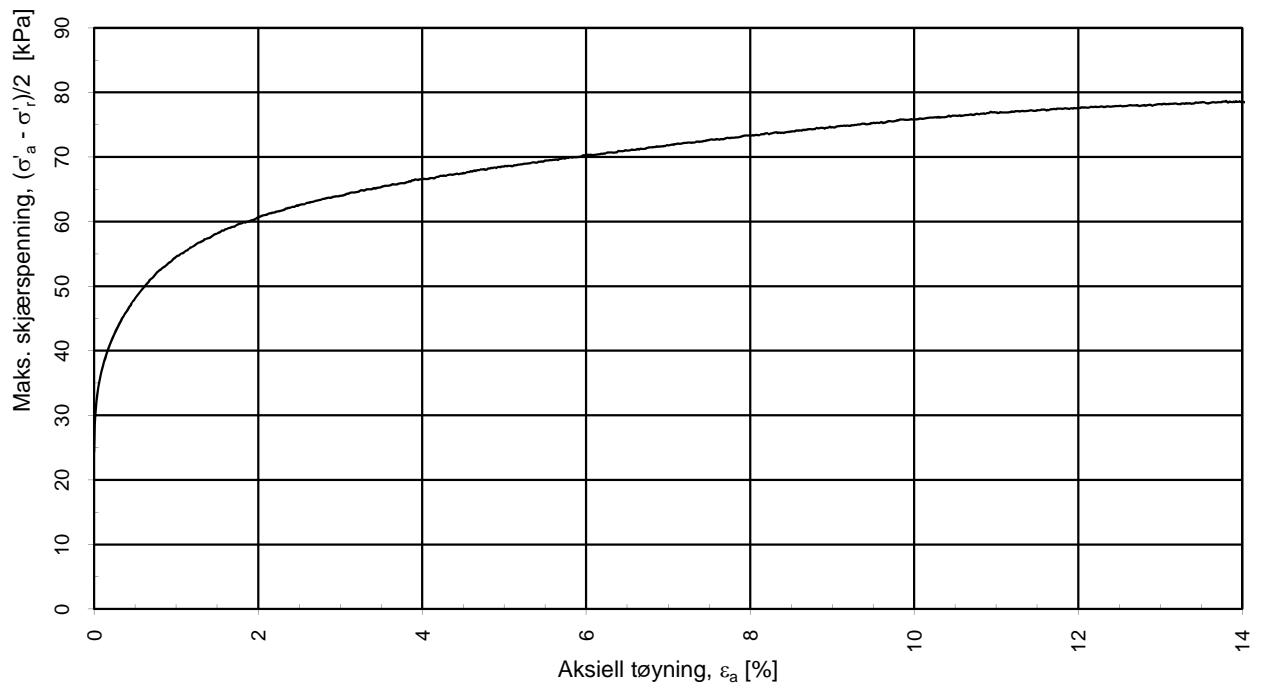
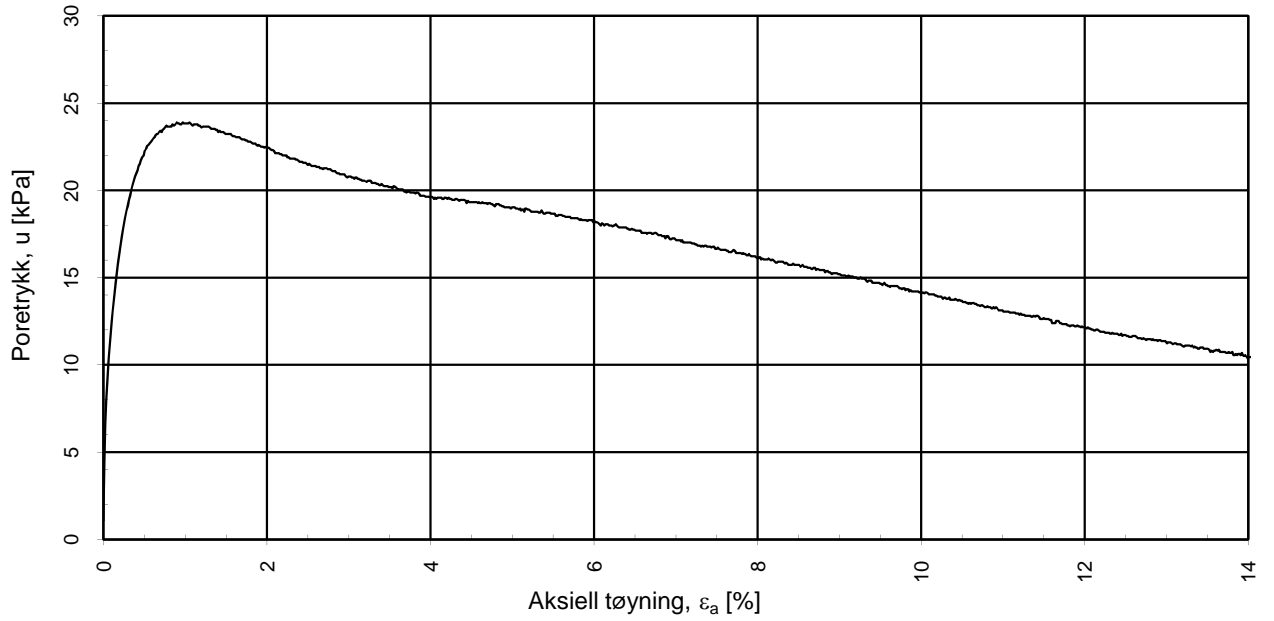
Godkjent:  
0

Oppdrag nr.:  
121805

Tegning nr.:  
77

Prosedyre:  
CAUa

Programrevisjon:  
13.10.2009



**ATKINS DK**  
**FROGNER STASJON**

Treaksialforsøk. Poretrykks- og mobiliseringsforløp.

**MULTICONSULT AS**

Nedre Skøyen veg 2,  
 0276 OSLO  
 Tlf.: 21 58 50 00  
 Faks: 21 58 50 01

Forsøksdato:  
 30.06.2011

Dybde, z (m):  
 9,50

Borpunkt nr.:  
 PR.v/6

Forsøk nr.:  
 1

Tegnet:  
 SK

Kontrollert:  
 SK

Oppdrag nr.:  
 121805

Tegning nr.:  
 78

Prosedyre:  
 CAUa

Tegningens filnavn:

test.xls

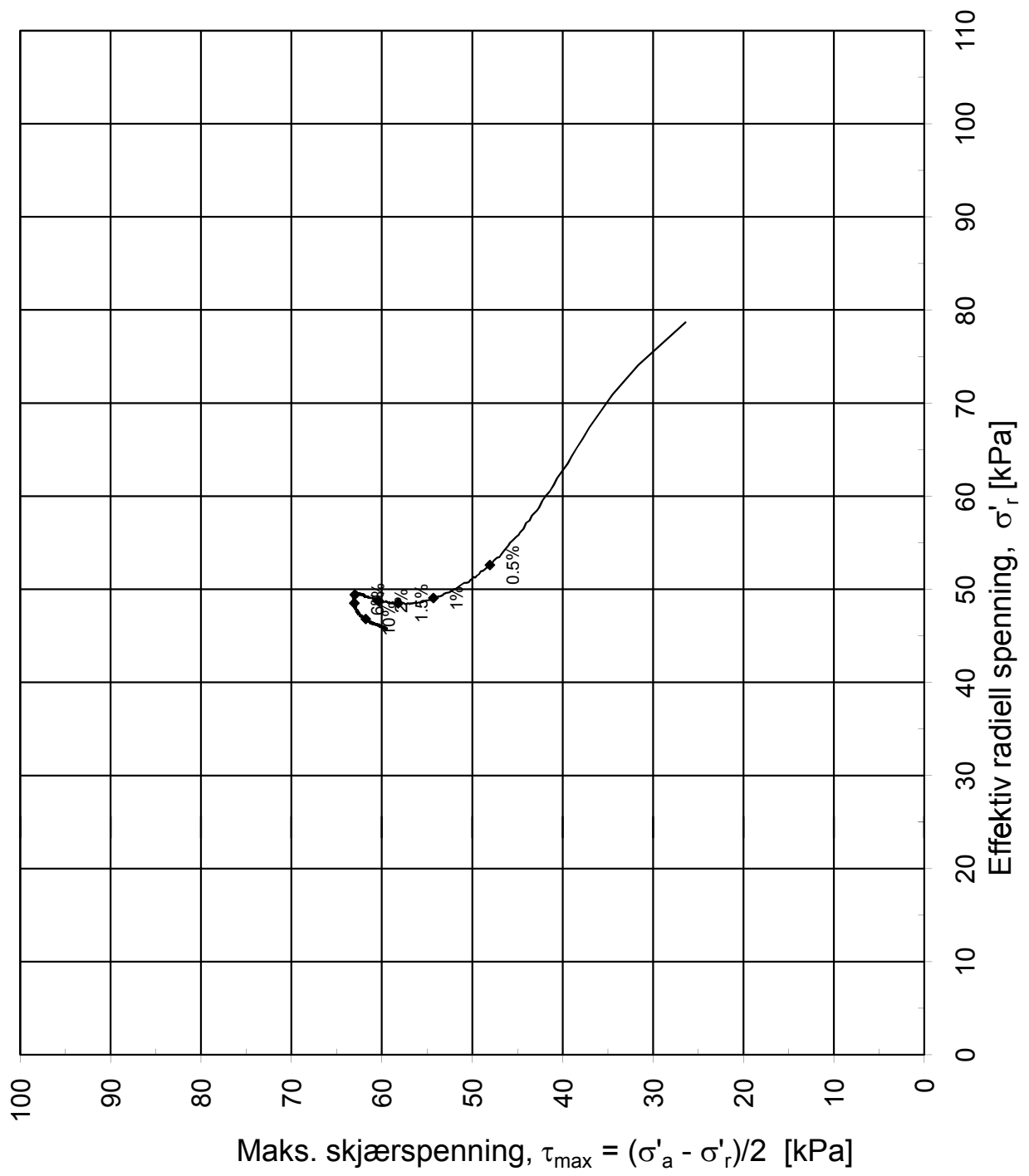


Godkjent:

0

Programrevisjon:

13.10.2009



Konsolideringsspenninger:  $\sigma'_{ac} = 130,00$  kPa  
 $\sigma'_{rc} = 78,00$  kPa  
 Vanninnhold:  $w_i = 34,40$  %  
 Densitet:  $\rho_i = 1,94$  g/cm<sup>3</sup>  
 Volumtøyning i konsolideringsfase:  $\epsilon_{vol} = \Delta V/V_0 = 4,48$  %

**ATKINS DK**

**FROGNER STASJON**

Treaksialforsøk. Deviatorspenningssti. NTNU-plott.

Tegningens filnavn:  
test.xls

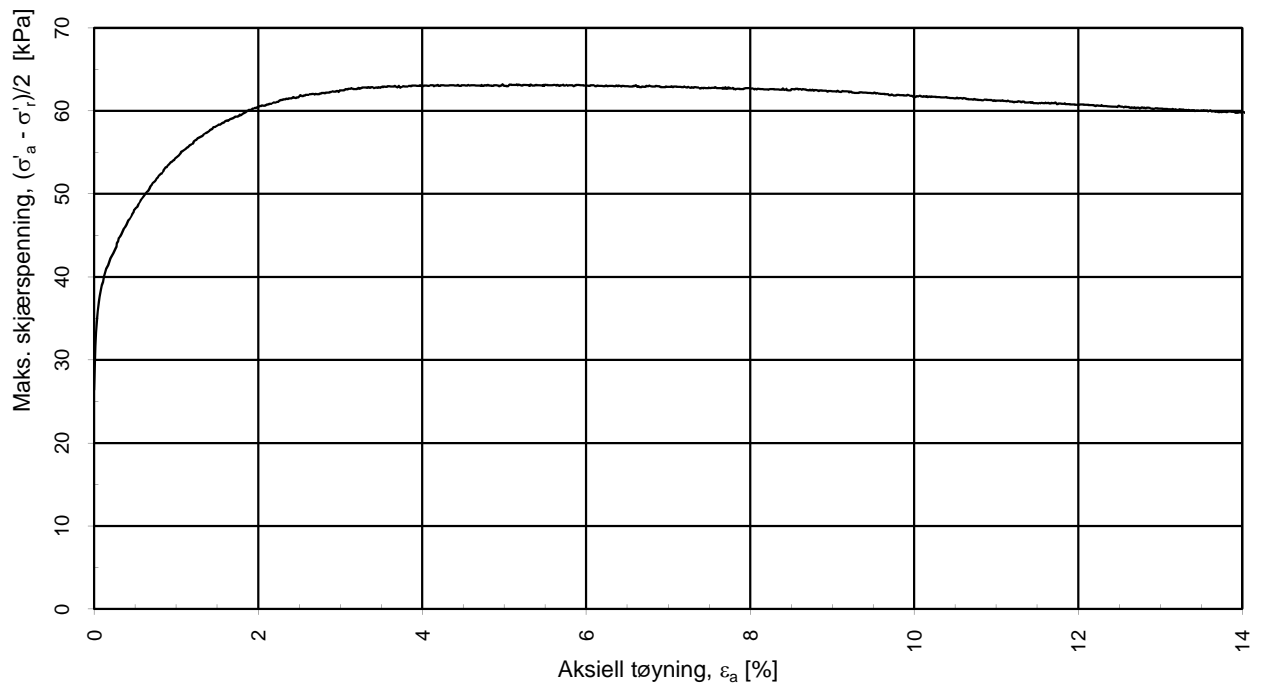
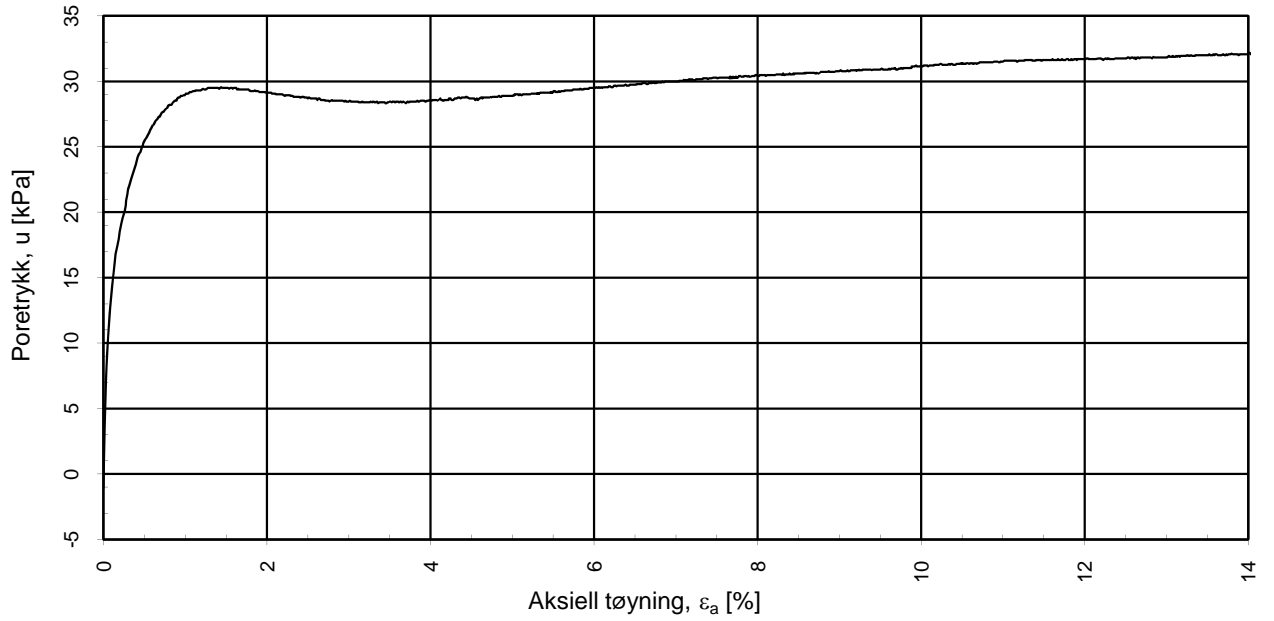


**MULTICONSULT AS**  
 Nedre Skøyen veg 2,  
 0276 OSLO  
 Tlf.: 21 58 50 00  
 Faks: 21 58 50 01

Forsøksdato: 30.06.2011  
 Dybde, z (m): 10,60  
 Forsøk nr.: 1  
 Tegnet: SK  
 Oppdrag nr.: 121805  
 Tegning nr.: 79

Borpunkt nr.: PR.v/6  
 Kontrollert: SK  
 Prosedyre: CAUa

Godkjent: 0  
 Programrevisjon: 13.10.2009



**ATKINS DK**  
**FROGNER STASJON**

Treaksialforsøk. Poretrykks- og mobiliseringsforløp.

**MULTICONSULT AS**

Nedre Skøyen veg 2,  
 0276 OSLO  
 Tlf.: 21 58 50 00  
 Faks: 21 58 50 01

Forsøksdato:  
 30.06.2011

Dybde, z (m):  
 10,60

Borpunkt nr.:  
 PR.v/6

Forsøk nr.:  
 1

Tegnet:  
 SK

Kontrollert:  
 SK

Oppdrag nr.:  
 121805

Tegning nr.:  
 80

Prosedyre:  
 CAUa

Tegningens filnavn:

test.xls

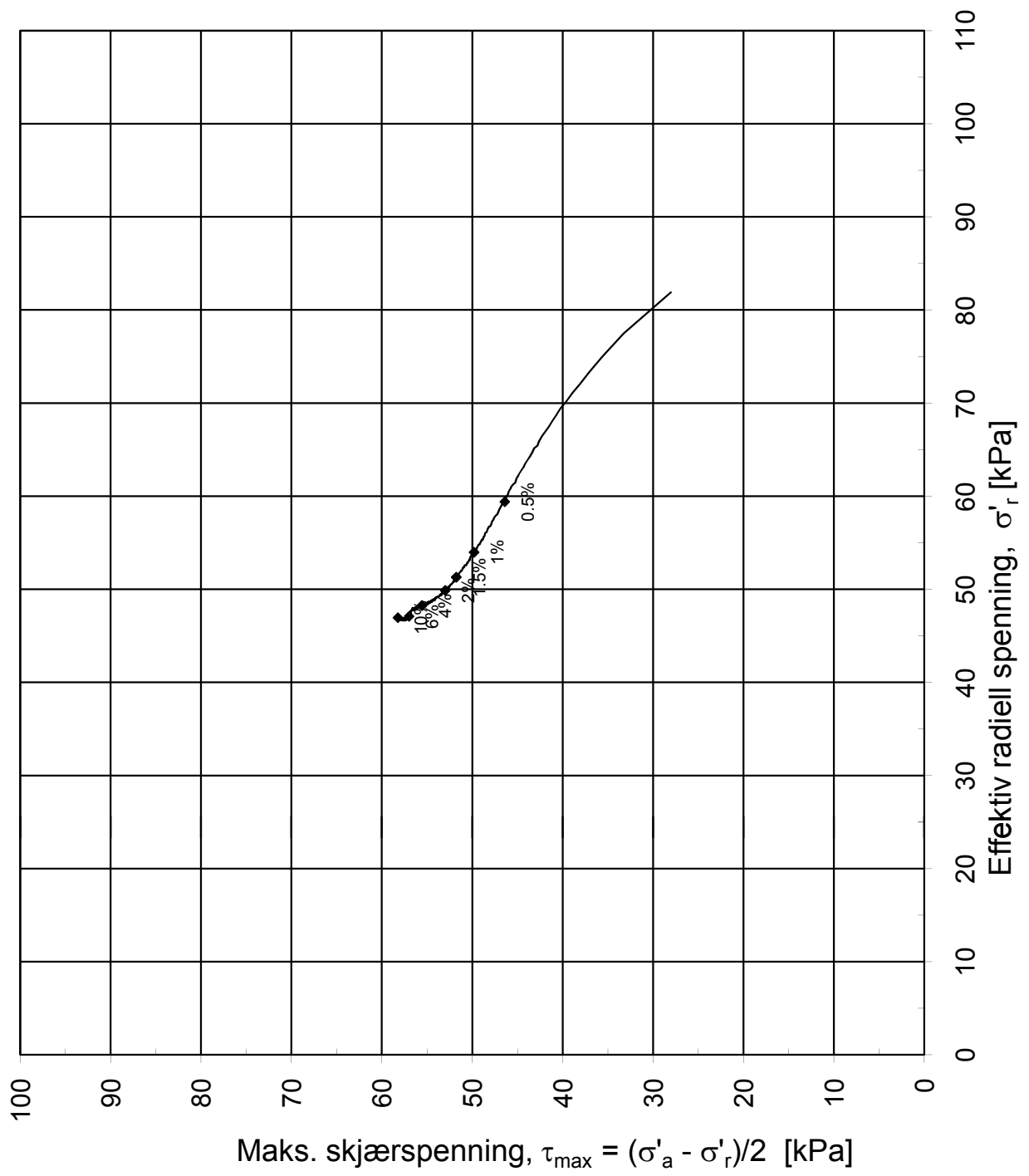


Godkjent:

0

Programrevisjon:

13.10.2009



Konsolideringsspenninger:  $\sigma'_{ac} = 137,68$  kPa  
 $\sigma'_{rc} = 82,61$  kPa  
 Vanninnhold:  $w_i = 36,01$  %  
 Densitet:  $\rho_i = 1,91$  g/cm<sup>3</sup>  
 Volumtøyning i konsolideringsfase:  $\epsilon_{vol} = \Delta V/V_0 = 3,48$  %

**ATKINS DK**

**FROGNER STASJON**

Treaksialforsøk. Deviatorspenningssti. NTNU-plott.

Tegningens filnavn:  
test.xls



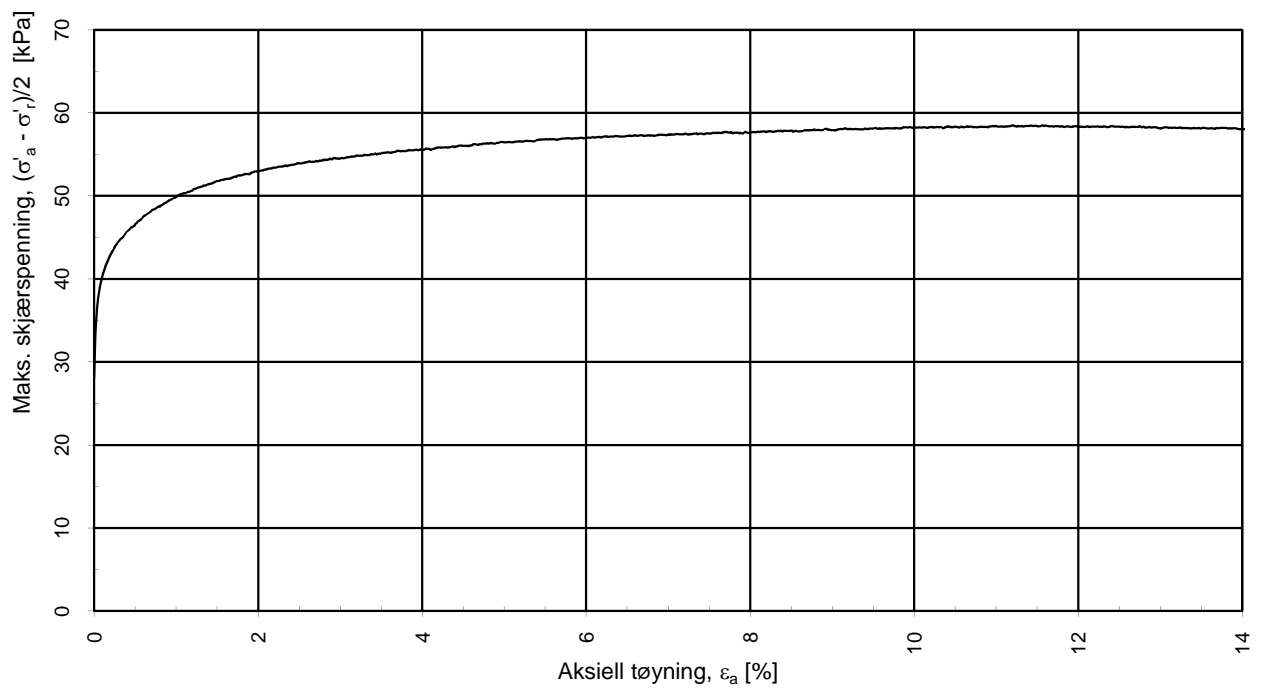
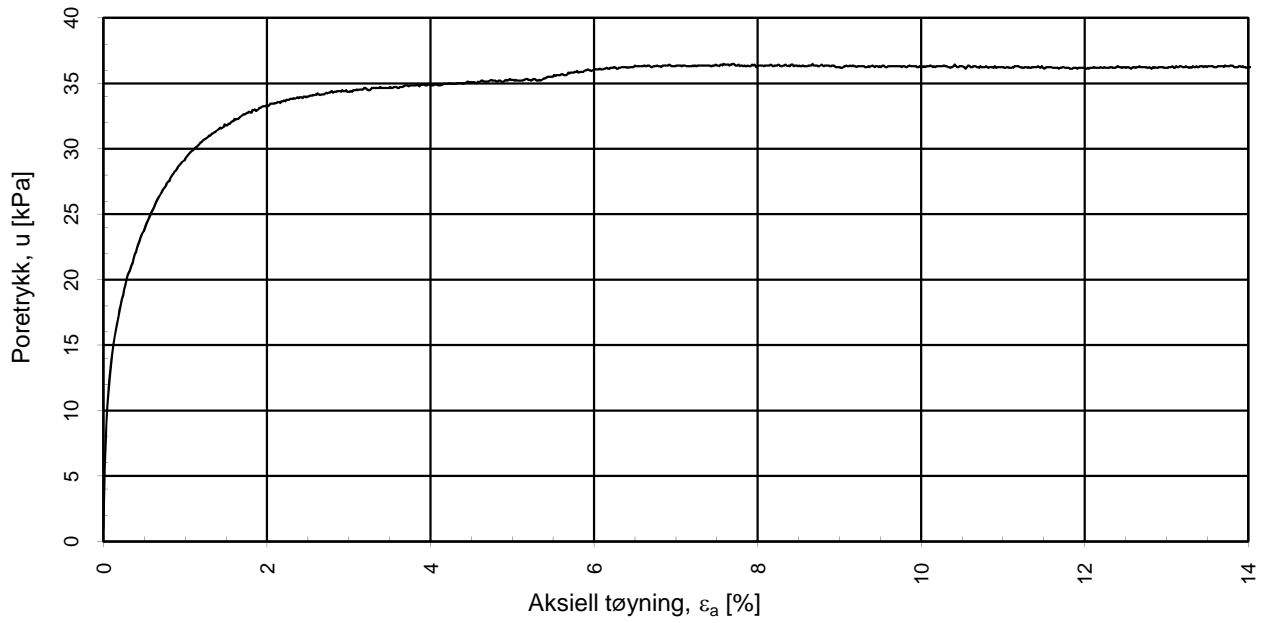
**MULTICONSULT AS**  
 Nedre Skøyen veg 2,  
 0276 OSLO  
 Tlf.: 21 58 50 00  
 Faks: 21 58 50 01

Forsøksdato: 30.06.2011  
 Forsøk nr.: 1  
 Oppdrag nr.: 121805

Dybde, z (m): 11,60  
 Tegnet: SK  
 Tegning nr.: 81

Borpunkt nr.: PR.v/6  
 Kontrollert: SK  
 Prosedyre: CAUa

Godkjent: 0  
 Programrevisjon: 13.10.2009



**ATKINS DK**  
**FROGNER STASJON**

Treaksialforsøk. Poretrykks- og mobiliseringsforløp.

**MULTICONSULT AS**

Nedre Skøyen veg 2,  
 0276 OSLO  
 Tlf.: 21 58 50 00  
 Faks: 21 58 50 01

Forsøksdato:  
 30.06.2011

Dybde, z (m):  
 11,60

Borpunkt nr.:  
 PR.v/6

Forsøk nr.:  
 1

Tegnet:  
 SK

Kontrollert:  
 SK

Oppdrag nr.:  
 121805

Tegning nr.:  
 82

Prosedyre:  
 CAUa

Tegningens filnavn:

test.xls

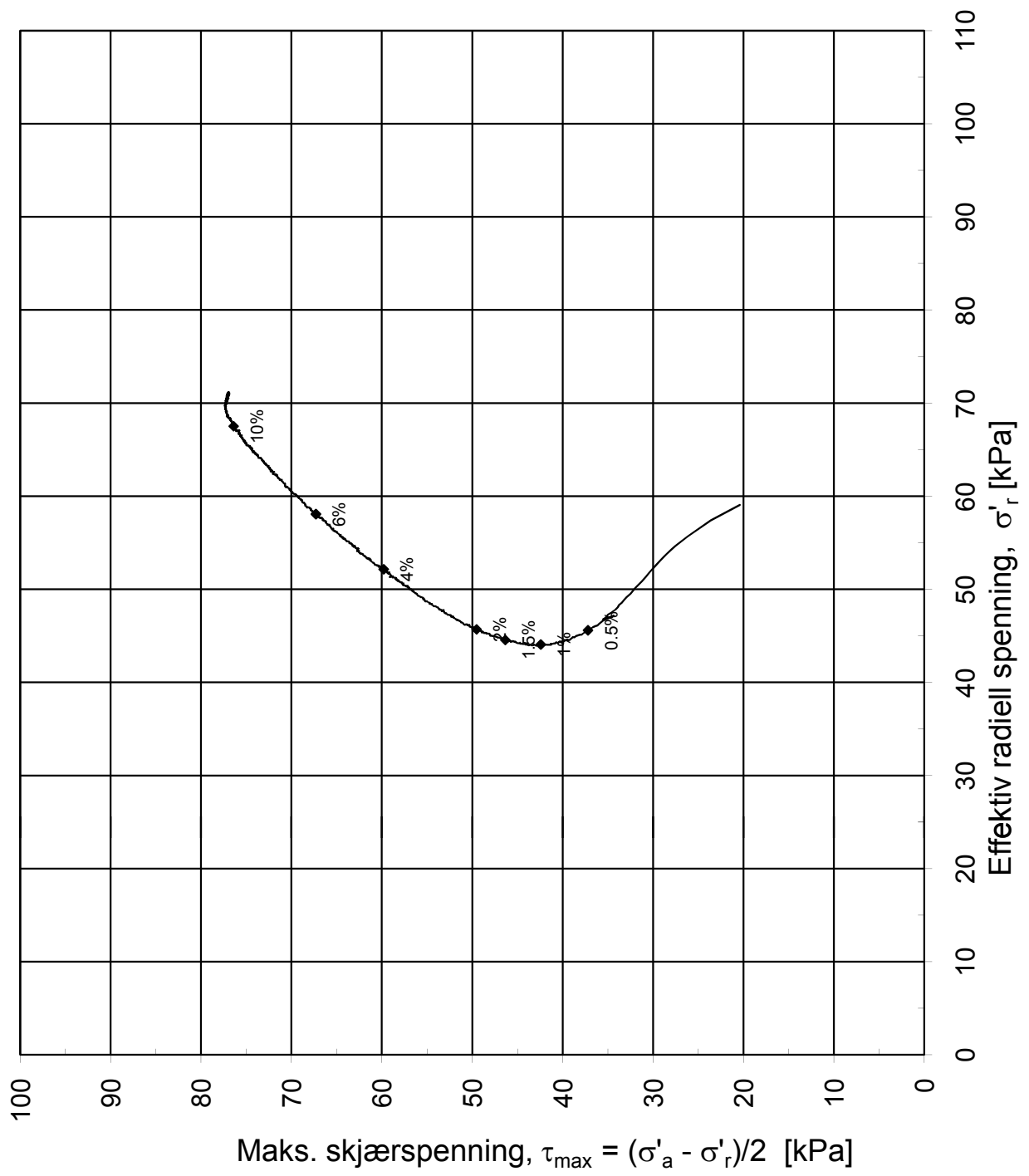


Godkjent:

0

Programrevisjon:

13.10.2009



Konsolideringsspenninger:  $\sigma'_{ac} = 99,75$  kPa  
 $\sigma'_{rc} = 59,85$  kPa  
 Vanninnhold:  $w_i = 25,58$  %  
 Densitet:  $\rho_i = 2,03$  g/cm<sup>3</sup>  
 Volumtøyning i konsolideringsfase:  $\epsilon_{vol} = \Delta V/V_0 = 3,21$  %

**ATKINS DK**

**FROGNER STASJON**

Treaksialforsøk. Deviatorspenningssti. NTNU-plott.

Tegningens filnavn:  
test.xls

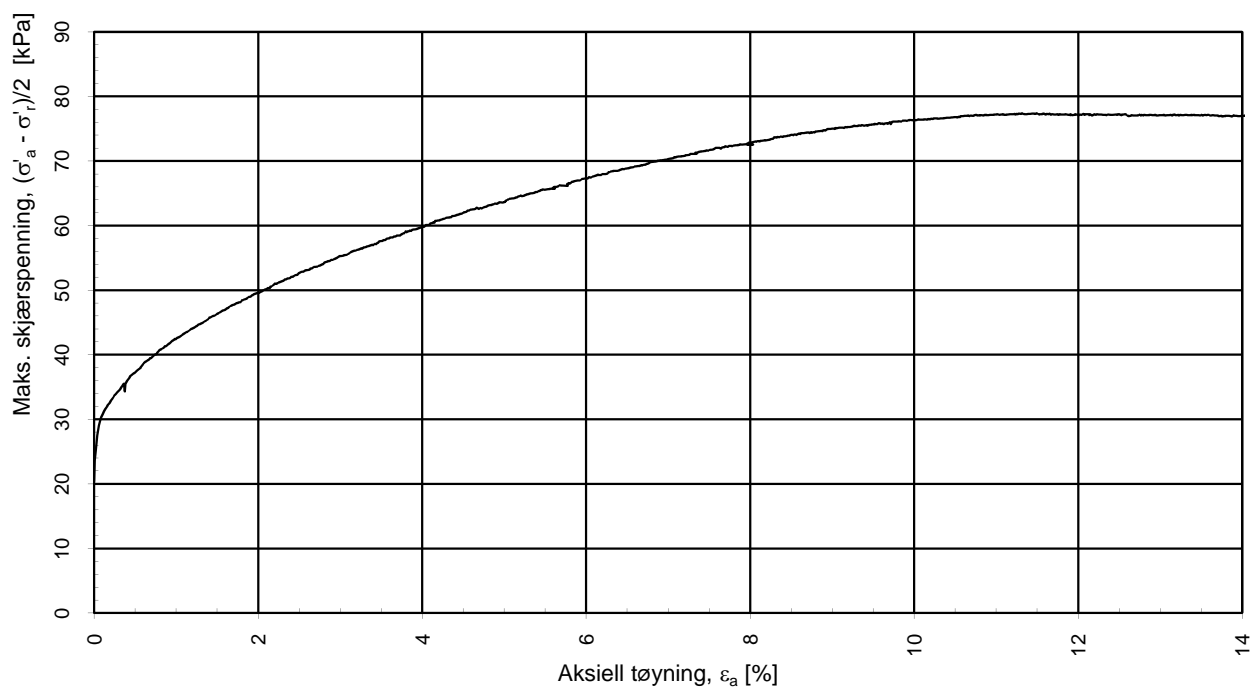
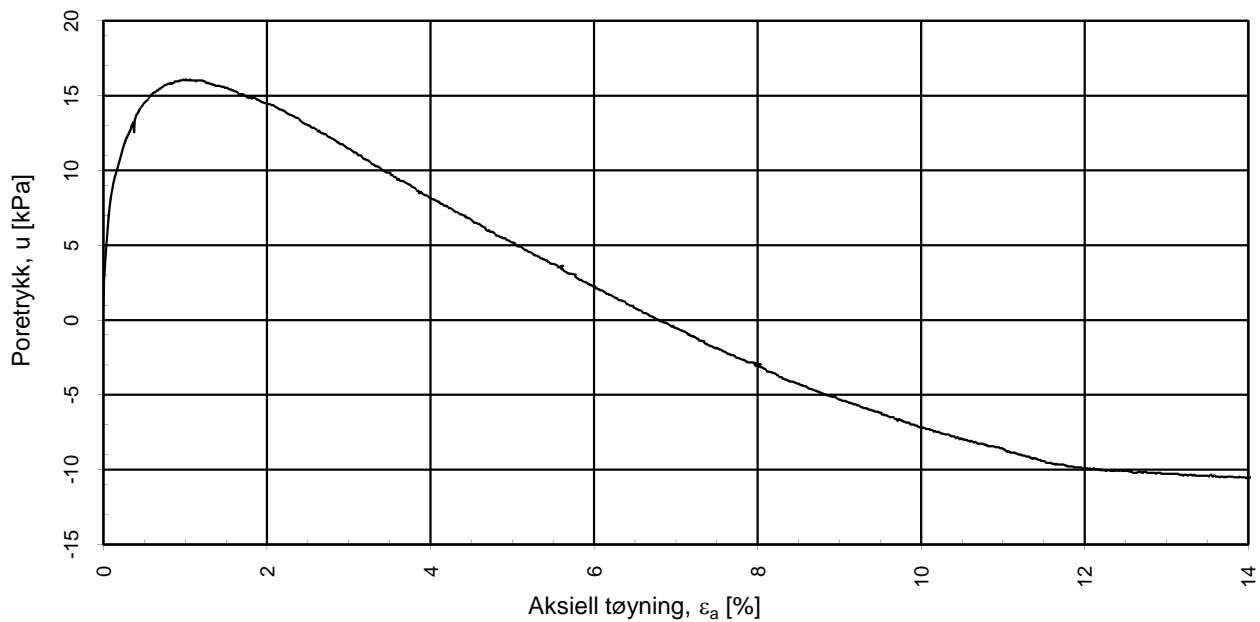


**MULTICONSULT AS**  
 Nedre Skøyen veg 2,  
 0276 OSLO  
 Tlf.: 21 58 50 00  
 Faks: 21 58 50 01

Forsøksdato: 30.06.2011	Dybde, z (m): 7,55	Borpunkt nr.: PR.v/11
Forsøk nr.: 1	Tegnet: SK	Kontrollert: 0
Oppdrag nr.: 121805	Tegning nr.: 83	Prosedyre: CAUa

Godkjent:  
0

Programrevisjon:  
13.10.2009



**ATKINS DK**  
**FROGNER STASJON**

Treaksialforsøk. Poretrykks- og mobiliseringsforløp.

**MULTICONSULT AS**

Nedre Skøyen veg 2,  
 0276 OSLO  
 Tlf.: 21 58 50 00  
 Faks: 21 58 50 01

Forsøksdato:  
 30.06.2011

Dybde, z (m):  
 7,55

Borpunkt nr.:  
 PR.v/11

Forsøk nr.:  
 1

Tegnet:  
 SK

Kontrollert:  
 0

Oppdrag nr.:  
 121805

Tegning nr.:  
 84

Prosedyre:  
 CAUa

Tegningens filnavn:

test.xls

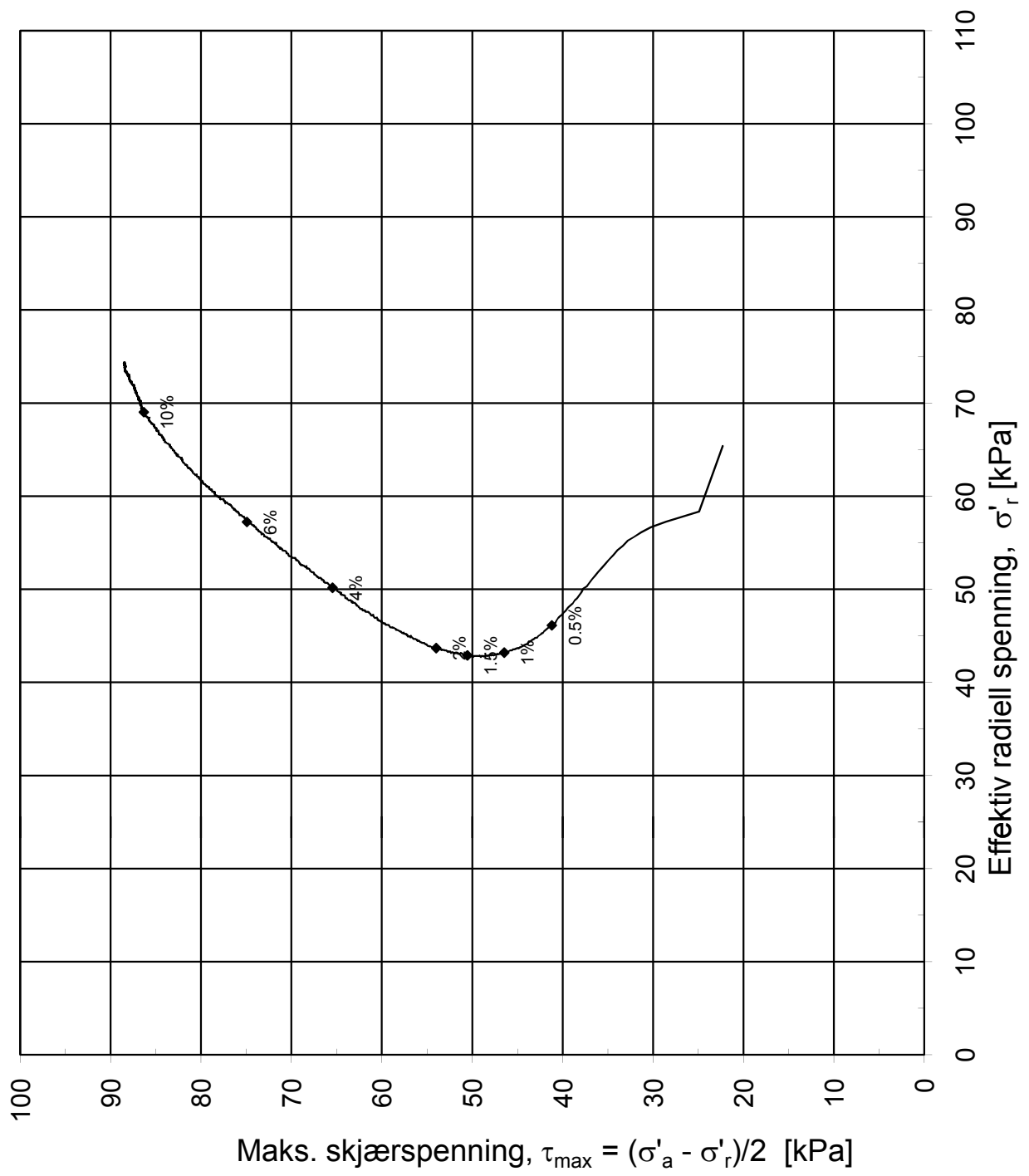


Godkjent:

0

Programrevisjon:

13.10.2009



Konsolideringsspenninger:  $\sigma'_{ac} = 110,14$  kPa  
 $\sigma'_{rc} = 66,08$  kPa  
 Vanninnhold:  $w_i = 24,45$  %  
 Densitet:  $\rho_i = 2,06$  g/cm<sup>3</sup>  
 Volumtøyning i konsolideringsfase:  $\epsilon_{vol} = \Delta V/V_0 = 3,12$  %

**ATKINS DK**

**FROGNER STASJON**

Treaksialforsøk. Deviatorspenningssti. NTNU-plott.

Tegningens filnavn:  
test.xls



**MULTICONSULT AS**  
 Nedre Skøyen veg 2,  
 0276 OSLO  
 Tlf.: 21 58 50 00  
 Faks: 21 58 50 01

Forsøksdato:  
30.06.2011

Dybde, z (m):  
8,60

Borpunkt nr.:  
PR.v/11

Forsøk nr.:  
1

Tegnet:  
SK

Kontrollert:  
0

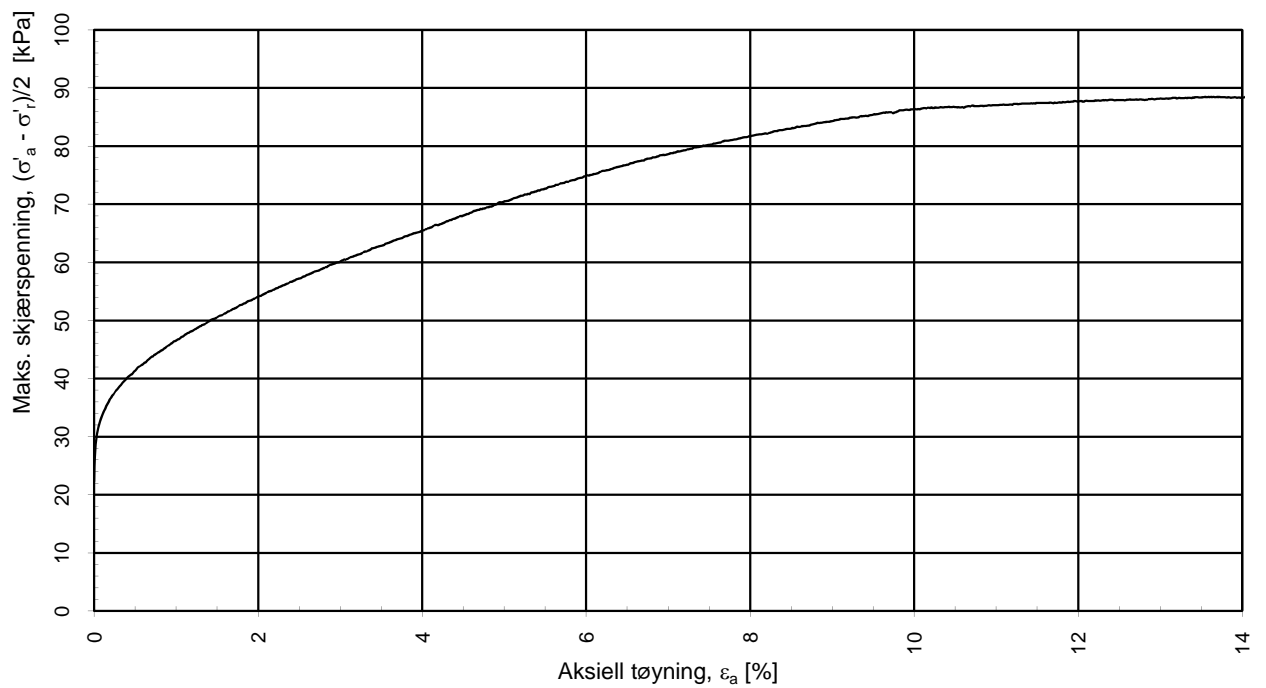
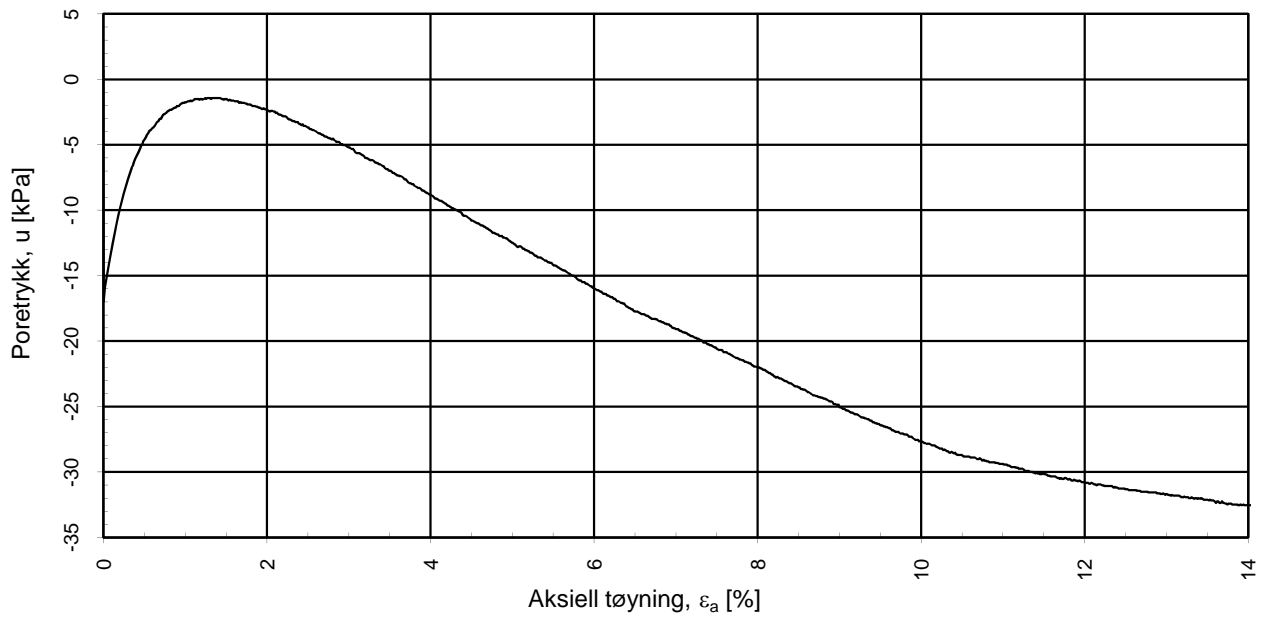
Godkjent:  
0

Oppdrag nr.:  
121805

Tegning nr.:  
85

Prosedyre:  
CAUa

Programrevisjon:  
13.10.2009



**ATKINS DK**  
**FROGNER STASJON**

Treaksialforsøk. Poretrykks- og mobiliseringsforløp.

**MULTICONSULT AS**

Nedre Skøyen veg 2,  
 0276 OSLO  
 Tlf.: 21 58 50 00  
 Faks: 21 58 50 01

Forsøksdato:  
 30.06.2011

Forsøk nr.:  
 1

Oppdrag nr.:  
 121805

Dybde, z (m):  
 8,60

Tegnet:  
 SK

Tegning nr.:  
 86

Borpunkt nr.:  
 PR.v/11

Kontrollert:  
 0

Prosedyre:  
 CAUa

Tegningens filnavn:

test.xls

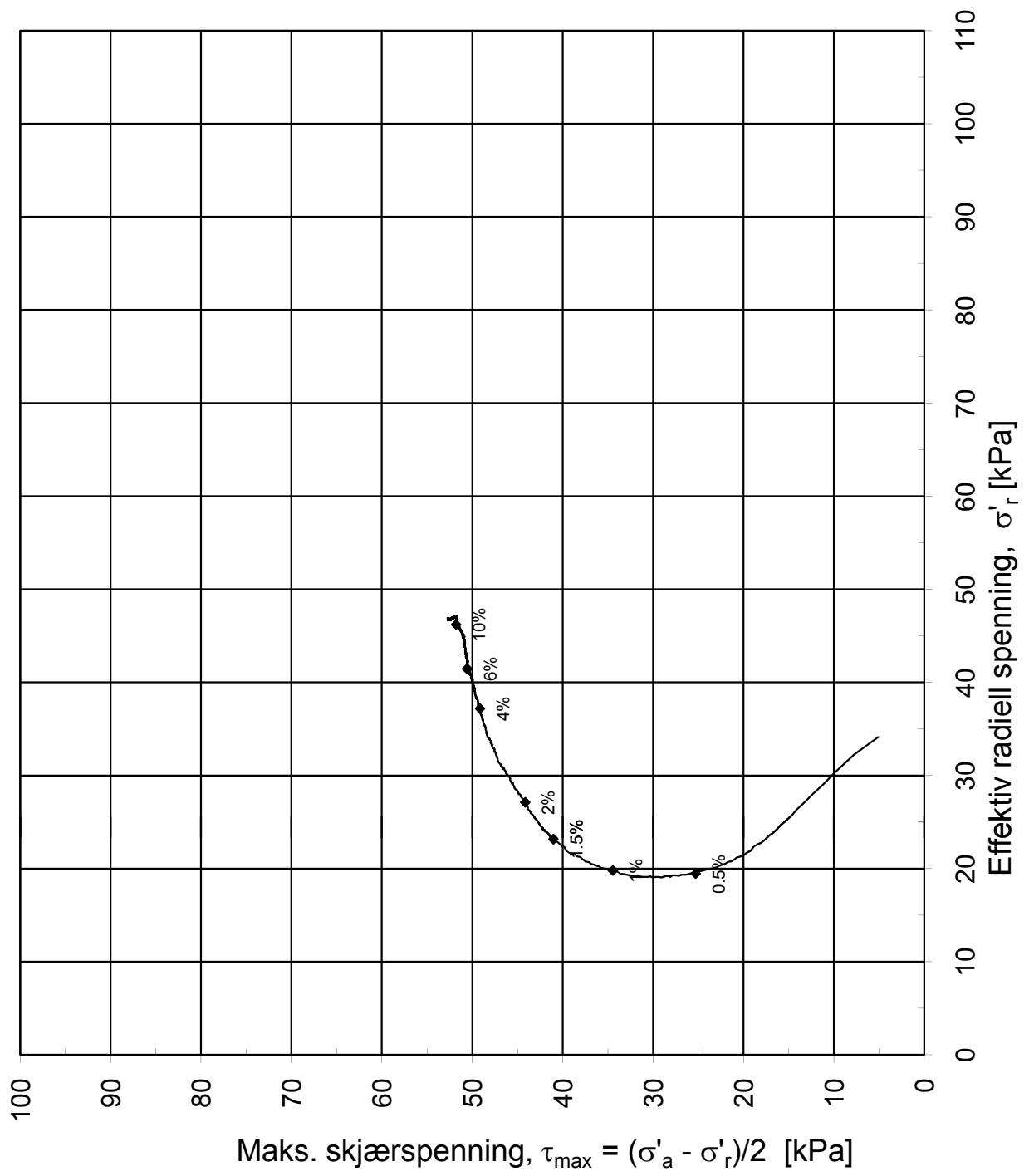


Godkjent:

0

Programrevisjon:

13.10.2009



Konsolideringsspenninger:  $\sigma'_{ac} = 44,66$  kPa  
 $\sigma'_{rc} = 35,73$  kPa  
 Vanninnhold:  $w_i = 34,74$  %  
 Densitet:  $\rho_i = 1,92$  g/cm<sup>3</sup>  
 Volumtøyning i konsolideringsfase:  $\epsilon_{vol} = \Delta V/V_0 = 0,00$  %

**ATKINS DK**

**FROGNER STASJON**

Treaksialforsøk. Deviatorspenningssti. NTNU-plott.

Tegningens filnavn:  
test.xls



**MULTICONSULT AS**  
 Nedre Skøyen veg 2,  
 0276 OSLO  
 Tlf.: 21 58 50 00  
 Faks: 21 58 50 01

Forsøksdato:  
30.06.2011

Dybde, z (m):  
4,40

Borpunkt nr.:  
PR.v/13

Forsøk nr.:  
1

Tegnet:  
SK

Kontrollert:  
0

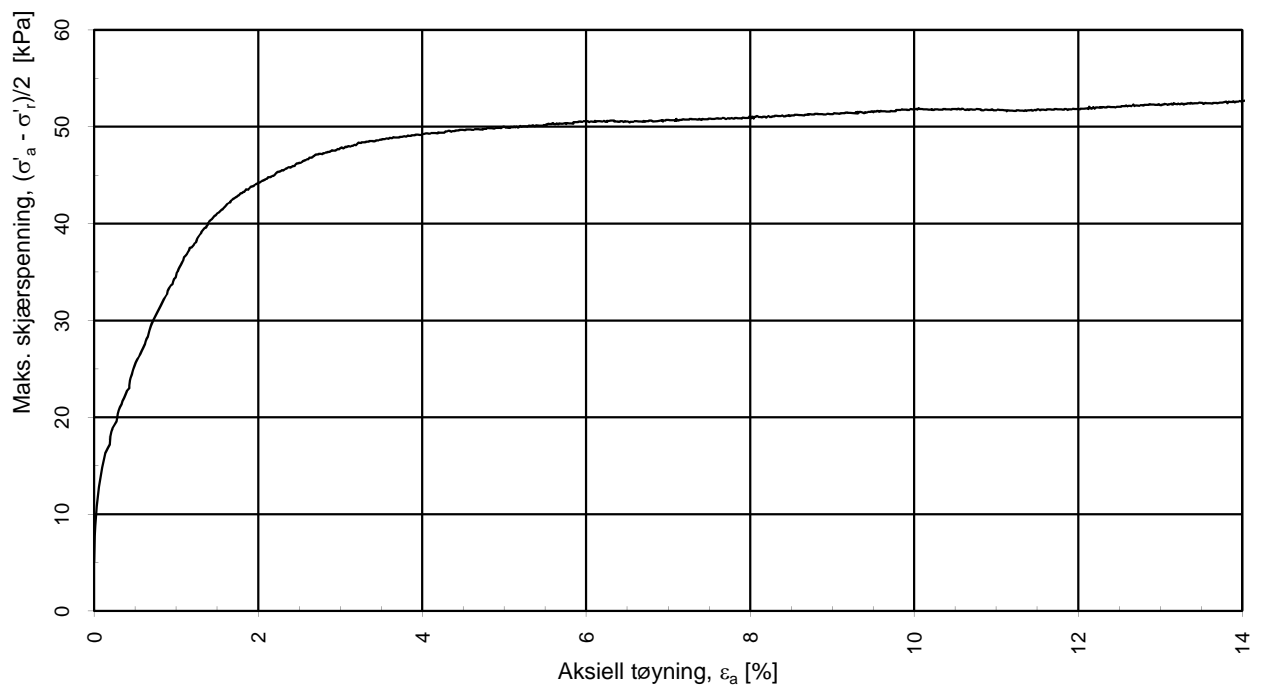
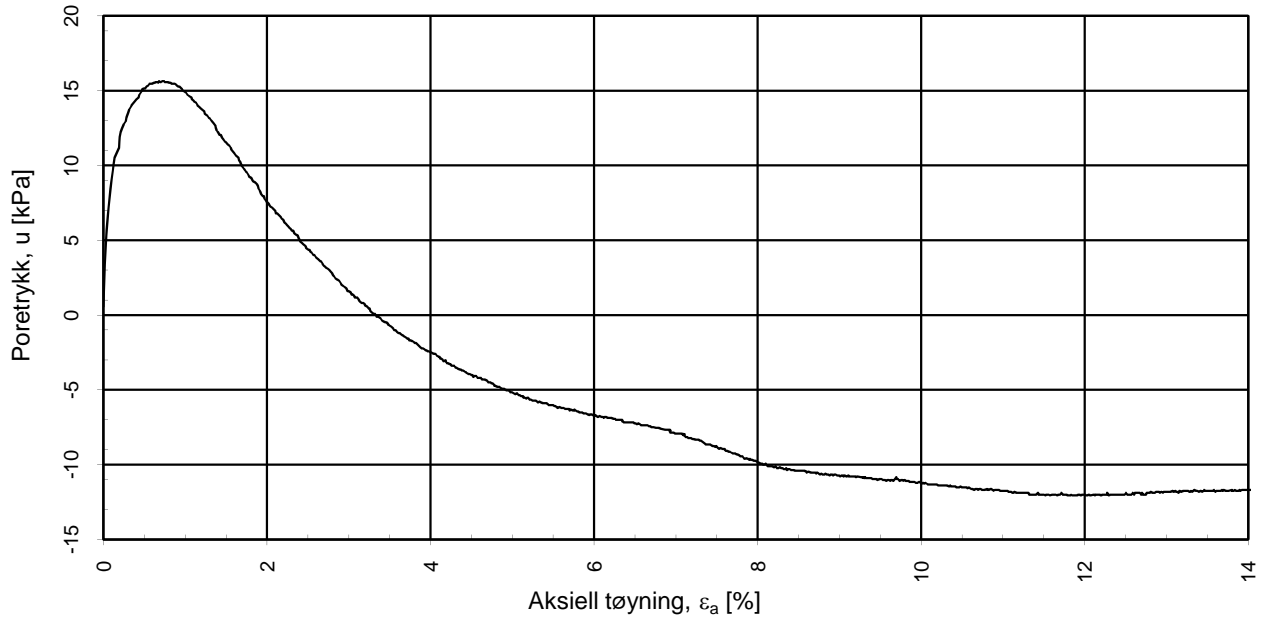
Godkjent:  
0

Oppdrag nr.:  
121805

Tegning nr.:  
87

Prosedyre:  
CAUa

Programrevisjon:  
13.10.2009



**ATKINS DK**  
**FROGNER STASJON**

Treaksialforsøk. Poretrykks- og mobiliseringsforløp.

**MULTICONSULT AS**

Nedre Skøyen veg 2,  
 0276 OSLO  
 Tlf.: 21 58 50 00  
 Faks: 21 58 50 01

Forsøksdato:  
 30.06.2011

Dybde, z (m):  
 4,40

Borpunkt nr.:  
 PR.v/13

Forsøk nr.:  
 1

Tegnet:  
 SK

Kontrollert:  
 0

Oppdrag nr.:  
 121805

Tegning nr.:  
 88

Prosedyre:  
 CAUa

Tegningens filnavn:

test.xls

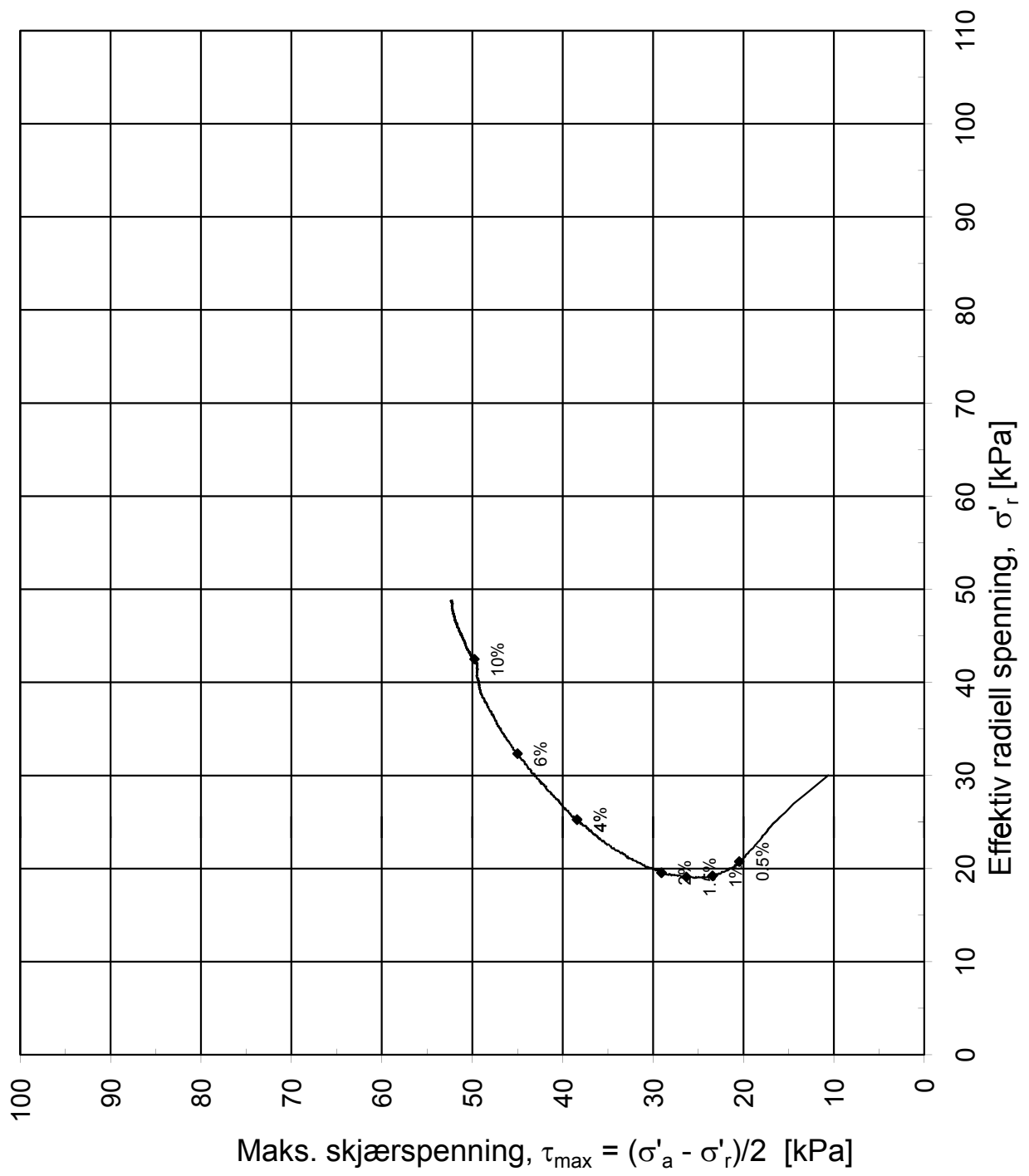


Godkjent:


0

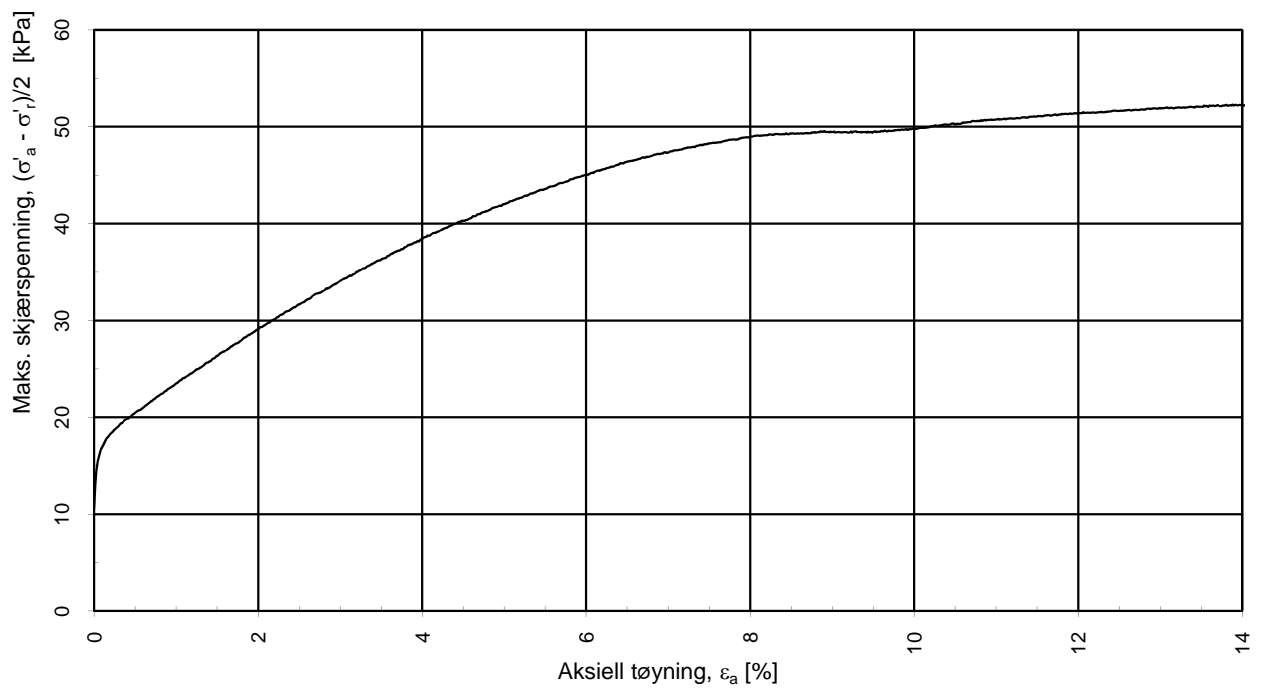
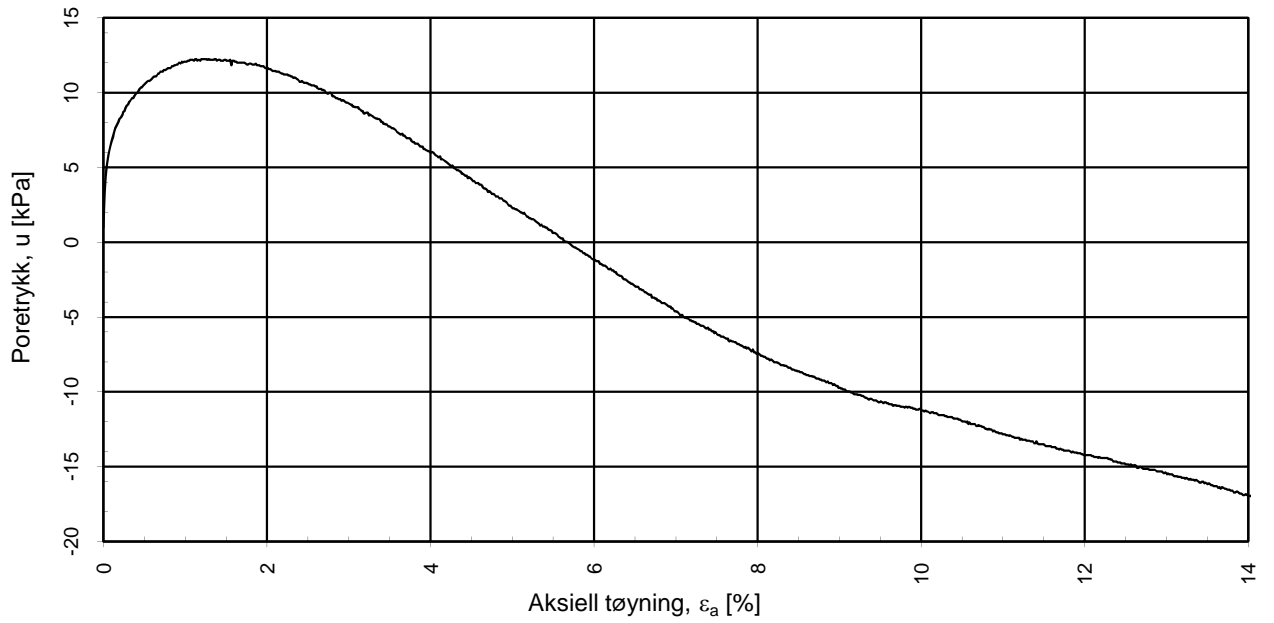
Programrevisjon:

13.10.2009



Konsolideringsspenninger:  $\sigma'_{ac} = 51,34$  kPa  
 $\sigma'_{rc} = 30,80$  kPa  
 Vanninnhold:  $w_i = 31,32$  %  
 Densitet:  $\rho_i = 1,96$  g/cm<sup>3</sup>  
 Volumtøyning i konsolideringsfase:  $\epsilon_{vol} = \Delta V/V_0 = 2,38$  %

<b>ATKINS DK</b>			Tegningens filnavn: test.xls
<b>FROGNER STASJON</b>			
Treaksialforsøk. Deviatorspenningssti. NTNU-plott.			
<b>MULTICONSULT AS</b> Nedre Skøyen veg 2, 0276 OSLO Tlf.: 21 58 50 00 Faks: 21 58 50 01	Forsøksdato: 30.06.2011	Dybde, z (m): 5,15	Borpunkt nr.: PR.v/13
	Forsøk nr.: 1	Tegnet: SK	Kontrollert: SK
	Oppdrag nr.: 121805	Tegning nr.: 89	Prosedyre: CAUa
			Programrevisjon: 13.10.2009



**ATKINS DK**  
**FROGNER STASJON**

Treaksialforsøk. Poretrykks- og mobiliseringsforløp.

**MULTICONSULT AS**

Nedre Skøyen veg 2,  
 0276 OSLO  
 Tlf.: 21 58 50 00  
 Faks: 21 58 50 01

Forsøksdato:  
 30.06.2011

Dybde, z (m):  
 5,15

Borpunkt nr.:  
 PR.v/13

Forsøk nr.:  
 1

Tegnet:  
 SK

Kontrollert:  
 SK

Oppdrag nr.:  
 121805

Tegning nr.:  
 90

Prosedyre:  
 CAUa

Tegningens filnavn:

test.xls

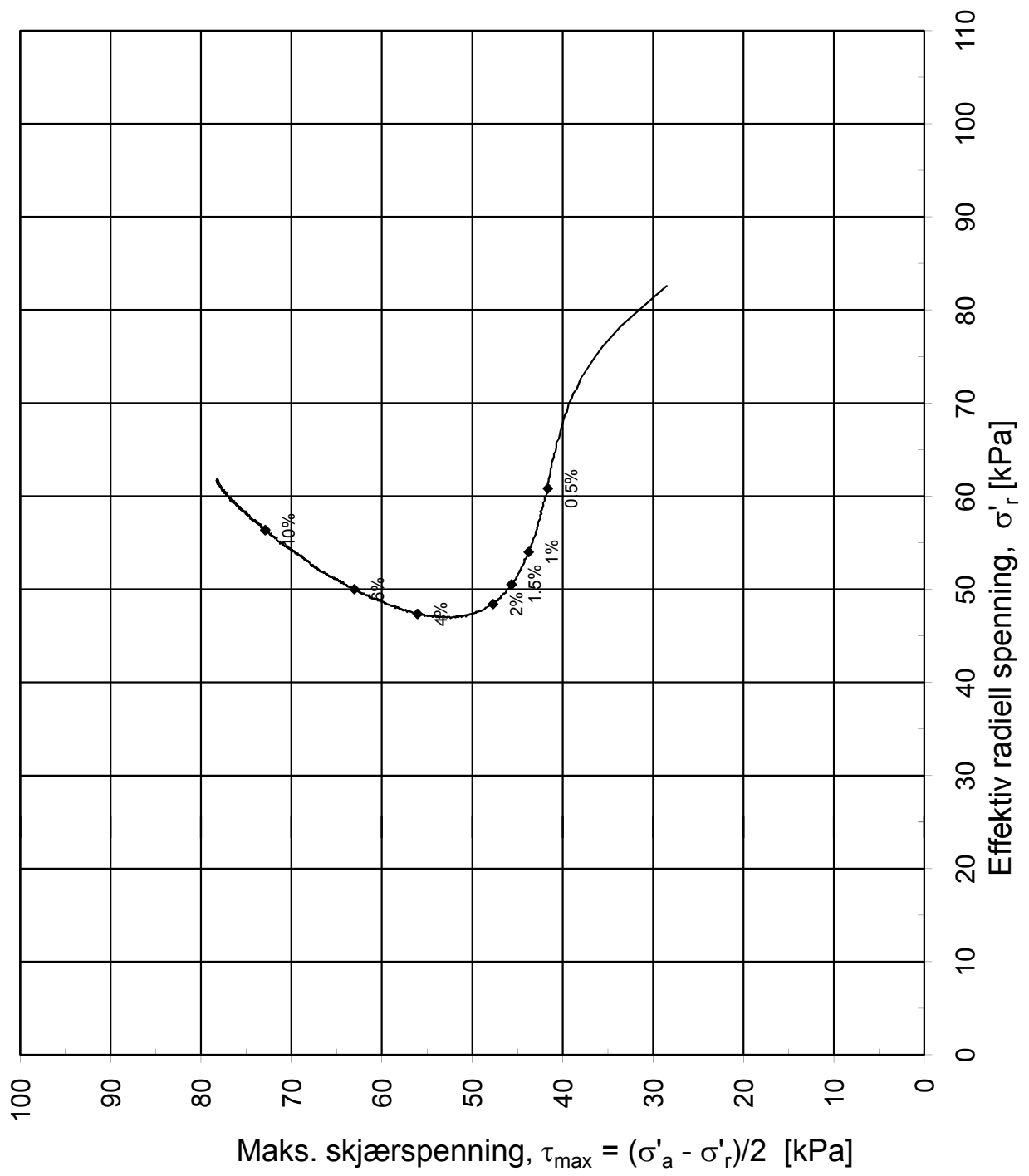


Godkjent:

0

Programrevisjon:

13.10.2009



Konsolideringsspenninger:  $\sigma'_{ac} = 136,80$  kPa  
 $\sigma'_{rc} = 82,08$  kPa  
 Vanninnhold:  $w_i = 34,74$  %  
 Densitet:  $\rho_i = 1,98$  g/cm<sup>3</sup>  
 Volumtøyning i konsolideringsfase:  $\epsilon_{vol} = \Delta V/V_0 = 6,58$  %

**ATKINS DK**

**FROGNER STASJON**

Treaksialforsøk. Deviatorspenningssti. NTNU-plott.

Tegningens filnavn:  
test.xls



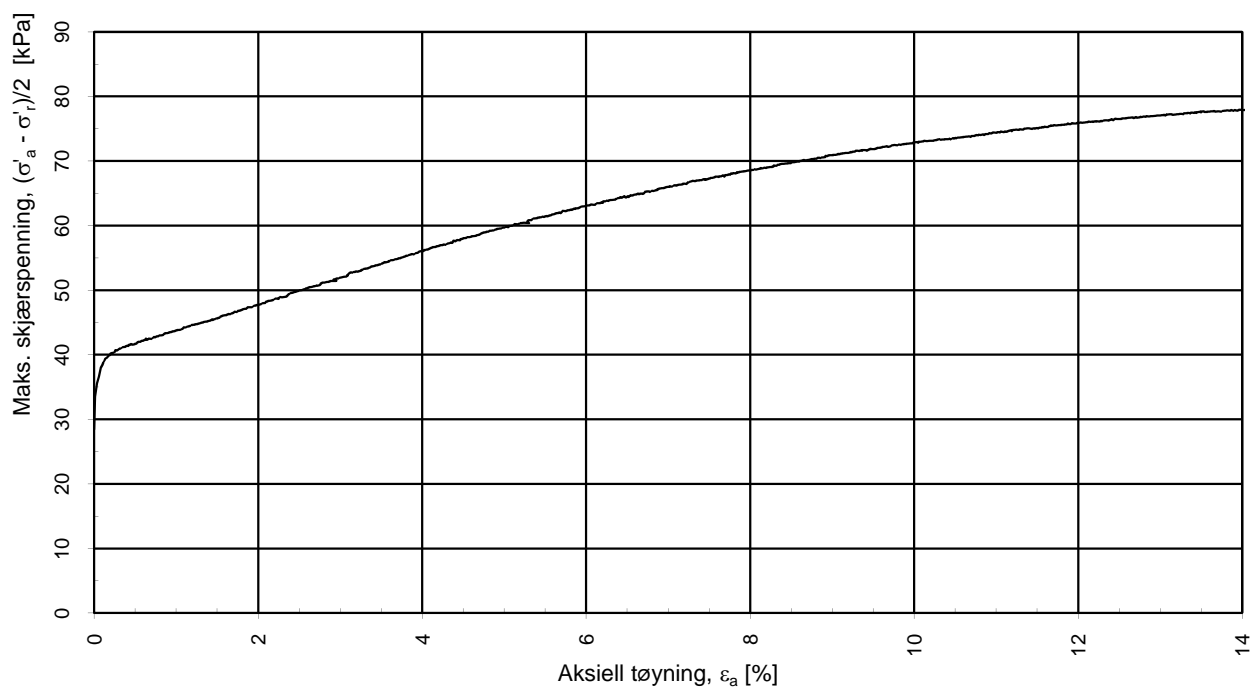
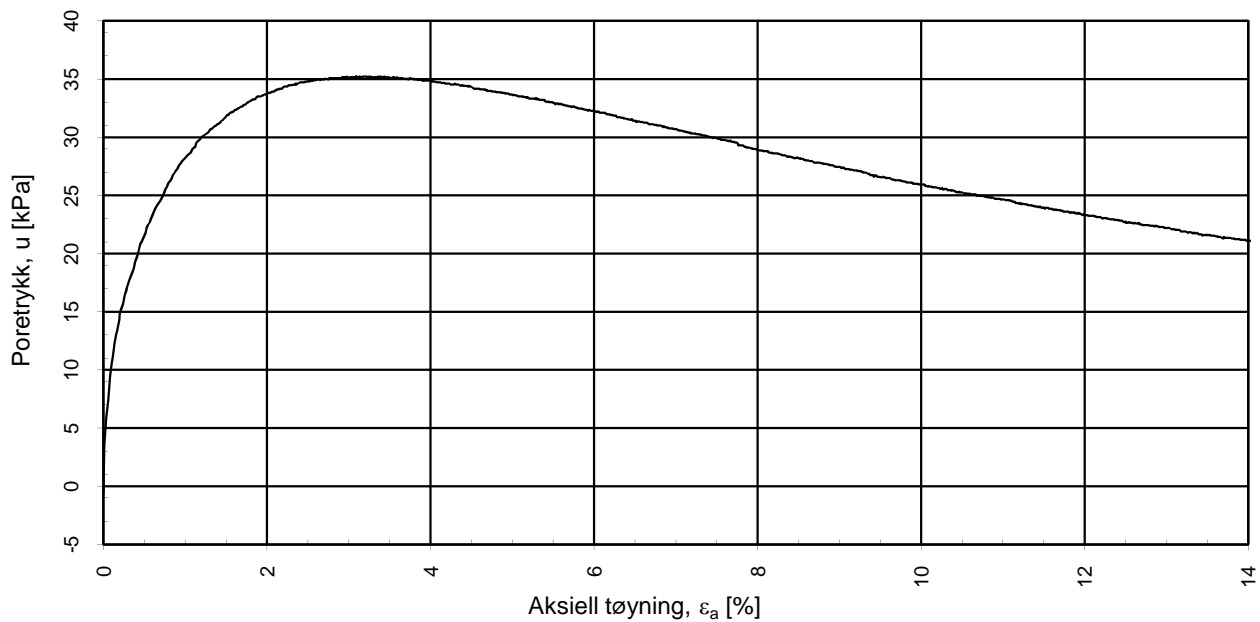
**MULTICONSULT AS**  
 Nedre Skøyen veg 2,  
 0276 OSLO  
 Tlf.: 21 58 50 00  
 Faks: 21 58 50 01

Forsøksdato: 30.06.2011  
 Forsøk nr.: 1  
 Oppdrag nr.: 121805

Dybde, z (m): 14,35  
 Tegnet: SK  
 Tegning nr.: 91

Borpunkt nr.: PR.v/13  
 Kontrollert: SK  
 Prosedyre: CAUa

Godkjent: 0  
 Programrevisjon: 13.10.2009



**ATKINS DK**  
**FROGNER STASJON**

Treaksialforsøk. Poretrykks- og mobiliseringsforløp.

**MULTICONSULT AS**

Nedre Skøyen veg 2,  
 0276 OSLO  
 Tlf.: 21 58 50 00  
 Faks: 21 58 50 01

Forsøksdato:  
 30.06.2011

Dybde, z (m):  
 14,35

Borpunkt nr.:  
 PR.v/13

Forsøk nr.:  
 1

Tegnet:  
 SK

Kontrollert:  
 SK

Oppdrag nr.:  
 121805

Tegning nr.:  
 92

Prosedyre:  
 CAUa

Tegningens filnavn:

test.xls

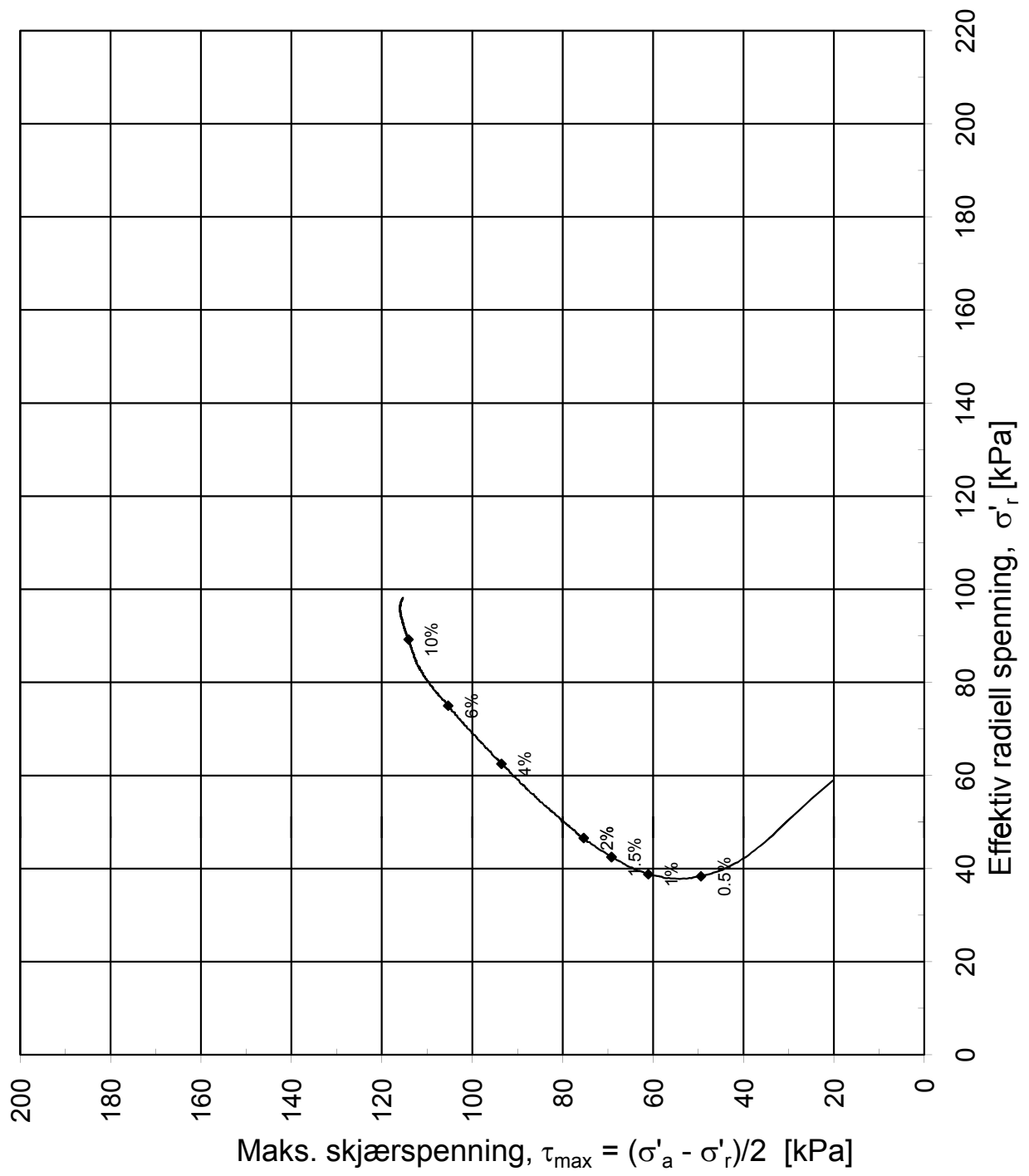


Godkjent:

0

Programrevisjon:

13.10.2009



Konsolideringsspenninger:  $\sigma'_{ac} = 99,77$  kPa  
 $\sigma'_{rc} = 59,86$  kPa  
 Vanninnhold:  $w_i = 30,89$  %  
 Densitet:  $\rho_i = 2,00$  g/cm<sup>3</sup>  
 Volumtøyning i konsolideringsfase:  $\epsilon_{vol} = \Delta V/V_0 = 2,04$  %

**ATKINS DK AS**

**FROGNER STASJON**

Treaksialforsøk. Deviatorspenningssti. NTNU-plott.

Tegningens filnavn:  
test.xls



**MULTICONSULT AS**  
 Nedre Skøyen veg 2,  
 0276 OSLO  
 Tlf.: 21 58 50 00  
 Faks: 21 58 50 01

Forsøksdato:  
05.01.2010

Dybde, z (m):  
7,70

Borpunkt nr.:  
PR.v/19

Forsøk nr.:  
1

Tegnet:  
SK

Kontrollert:  
0

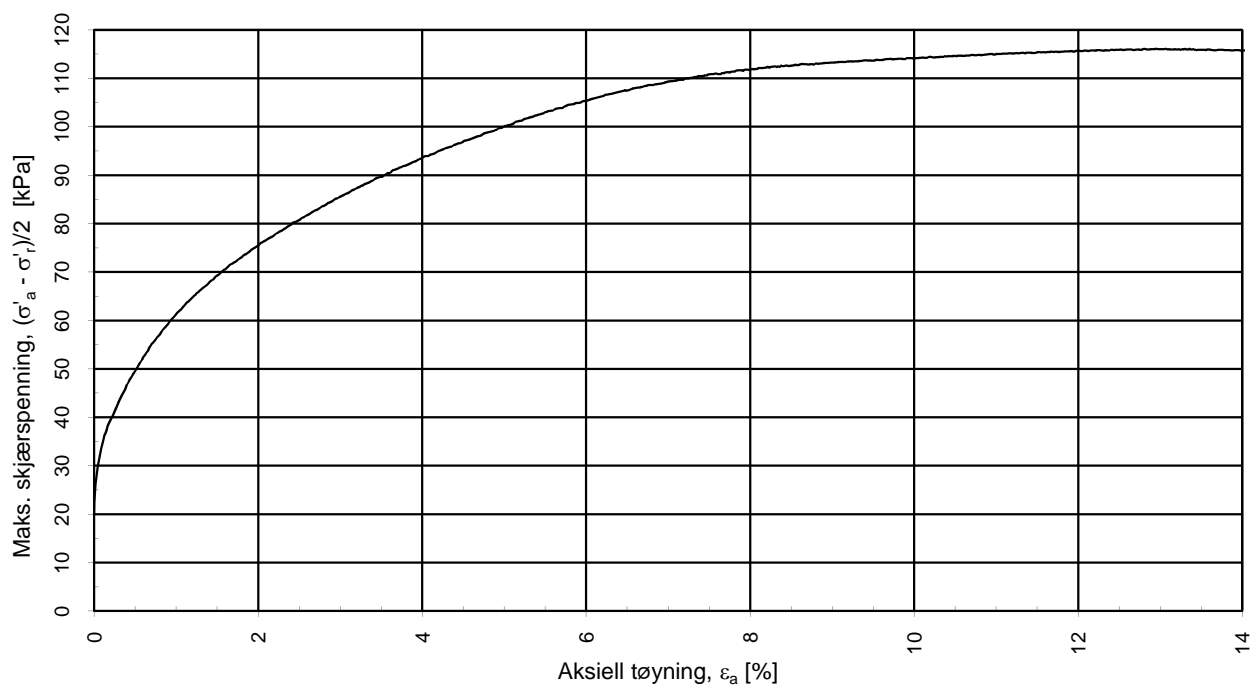
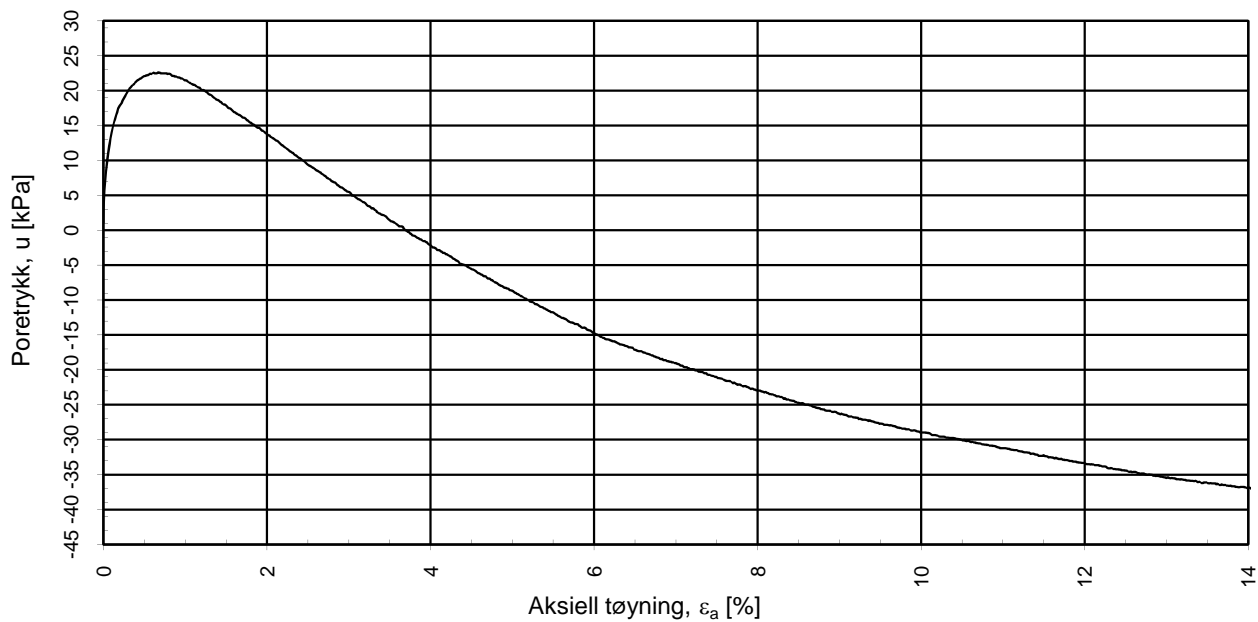
Godkjent:  
0

Oppdrag nr.:  
121805

Tegning nr.:  
93

Prosedyre:  
CAUa

Programrevisjon:  
13.10.2009



**ATKINS DK AS**  
**FROGNER STASJON**

Treaksialforsøk. Poretrykks- og mobiliseringsforløp.

**MULTICONSULT AS**

Nedre Skøyen veg 2,  
0276 OSLO  
Tlf.: 21 58 50 00  
Faks: 21 58 50 01

Forsøksdato:  
05.01.2010

Dybde, z (m):  
7,70

Borpunkt nr.:  
PR.v/19

Forsøk nr.:  
1

Tegnet:  
SK

Kontrollert:  
0

Oppdrag nr.:  
121805

Tegning nr.:  
94

Prosedyre:  
CAUa

Tegningens filnavn:

test.xls

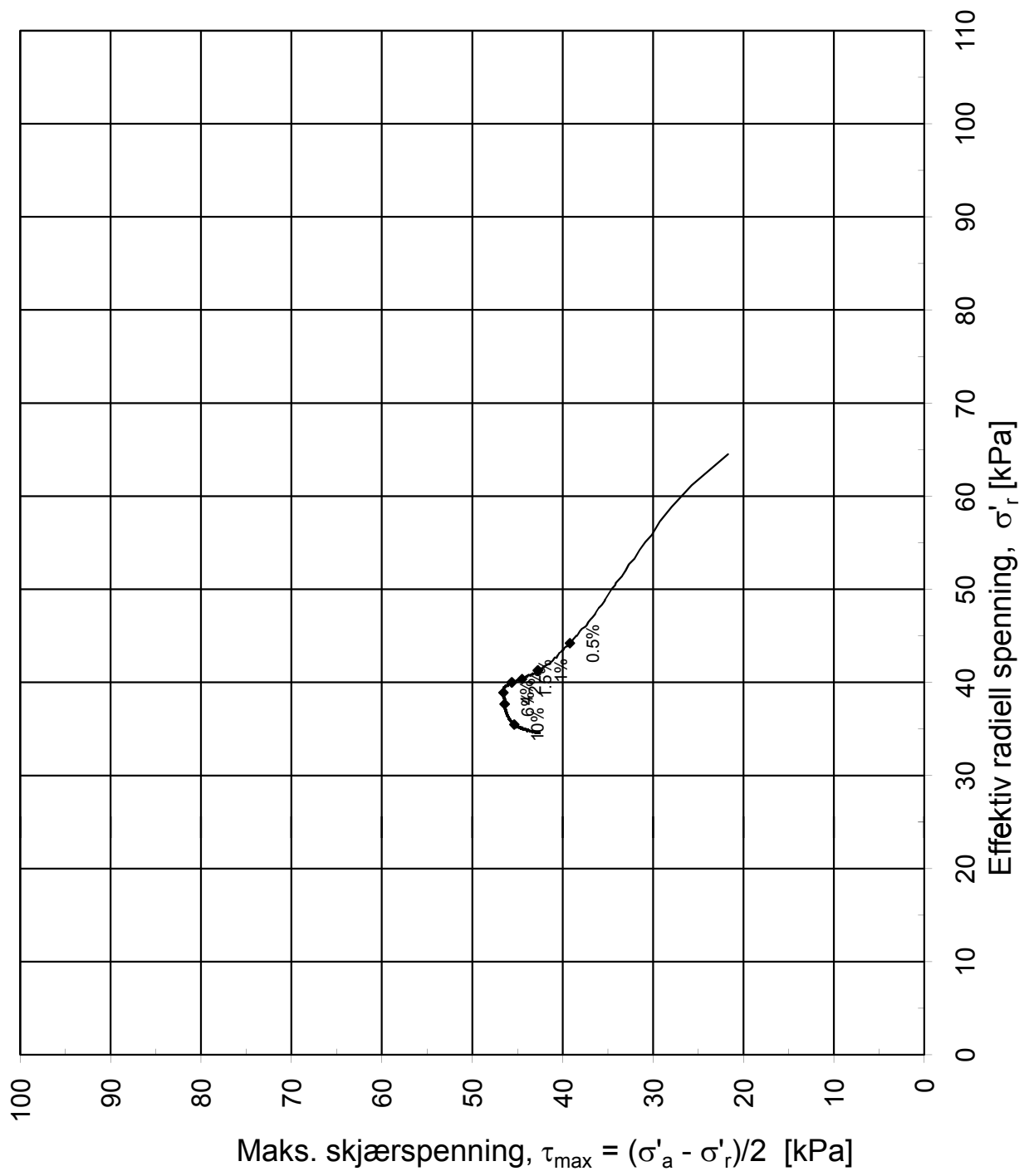


Godkjent:

0

Programrevisjon:

13.10.2009



Konsolideringsspenninger:  $\sigma'_{ac} = 107,70$  kPa  
 $\sigma'_{rc} = 64,62$  kPa  
 Vanninnhold:  $w_i = 36,65$  %  
 Densitet:  $\rho_i = 1,91$  g/cm<sup>3</sup>  
 Volumtøyning i konsolideringsfase:  $\epsilon_{vol} = \Delta V/V_0 = 3,91$  %

**ATKINS DK AS**

**FROGNER STASJON**

Treaksialforsøk. Deviatorspenningssti. NTNU-plott.

Tegningens filnavn:  
test.xls



**MULTICONSULT AS**  
 Nedre Skøyen veg 2,  
 0276 OSLO  
 Tlf.: 21 58 50 00  
 Faks: 21 58 50 01

Forsøksdato:  
05.01.2010

Dybde, z (m):  
8,70

Borpunkt nr.:  
PR.v/19

Forsøk nr.:  
1

Tegnet:  
SK

Kontrollert:  
0

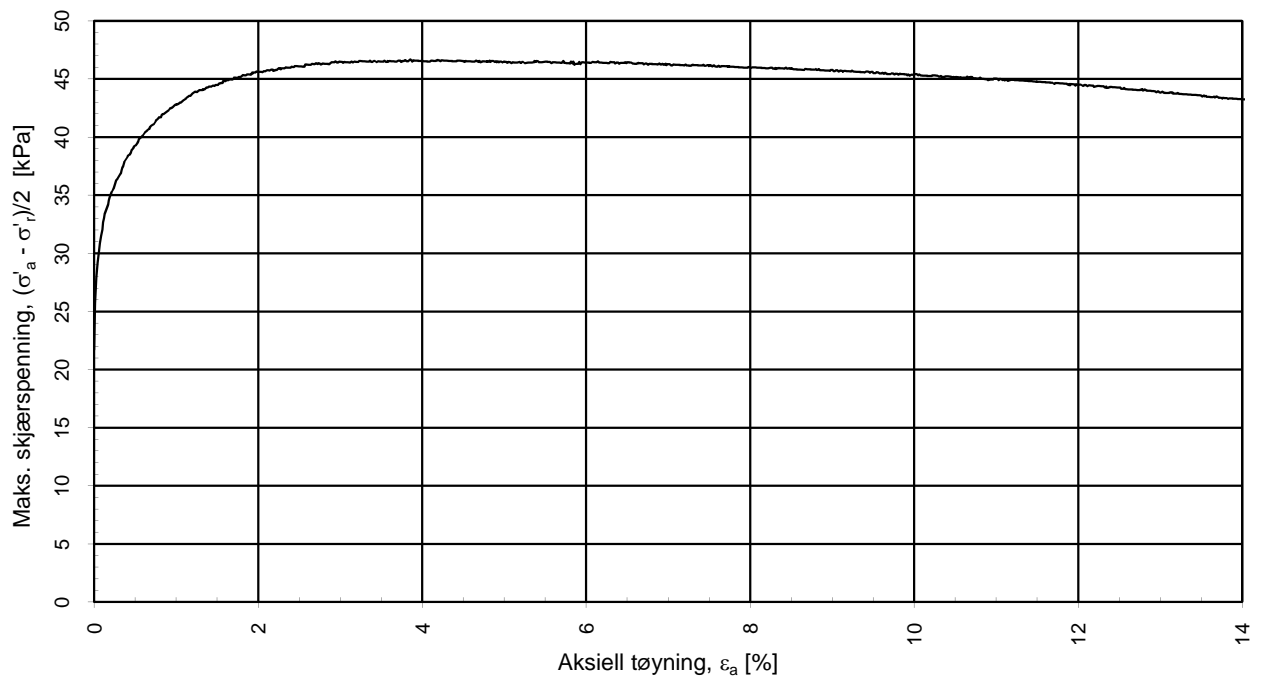
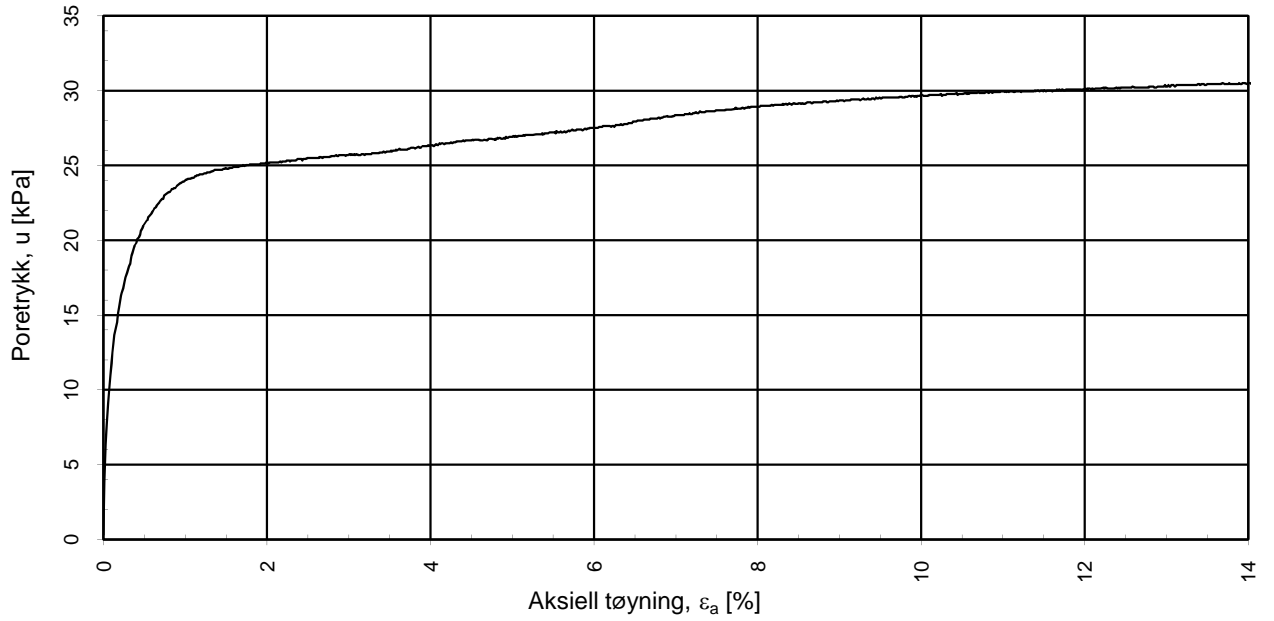
Godkjent:  
0

Oppdrag nr.:  
121805

Tegning nr.:  
95

Prosedyre:  
CAUa

Programrevisjon:  
13.10.2009



**ATKINS DK AS**  
**FROGNER STASJON**

Treaksialforsøk. Poretrykks- og mobiliseringsforløp.

**MULTICONSULT AS**

Nedre Skøyen veg 2,  
 0276 OSLO  
 Tlf.: 21 58 50 00  
 Faks: 21 58 50 01

Forsøksdato:  
 05.01.2010

Dybde, z (m):  
 8,70

Borpunkt nr.:  
 PR.v/19

Forsøk nr.:  
 1

Tegnet:  
 SK

Kontrollert:  
 0

Oppdrag nr.:  
 121805

Tegning nr.:  
 96

Prosedyre:  
 CAUa

Tegningens filnavn:

test.xls

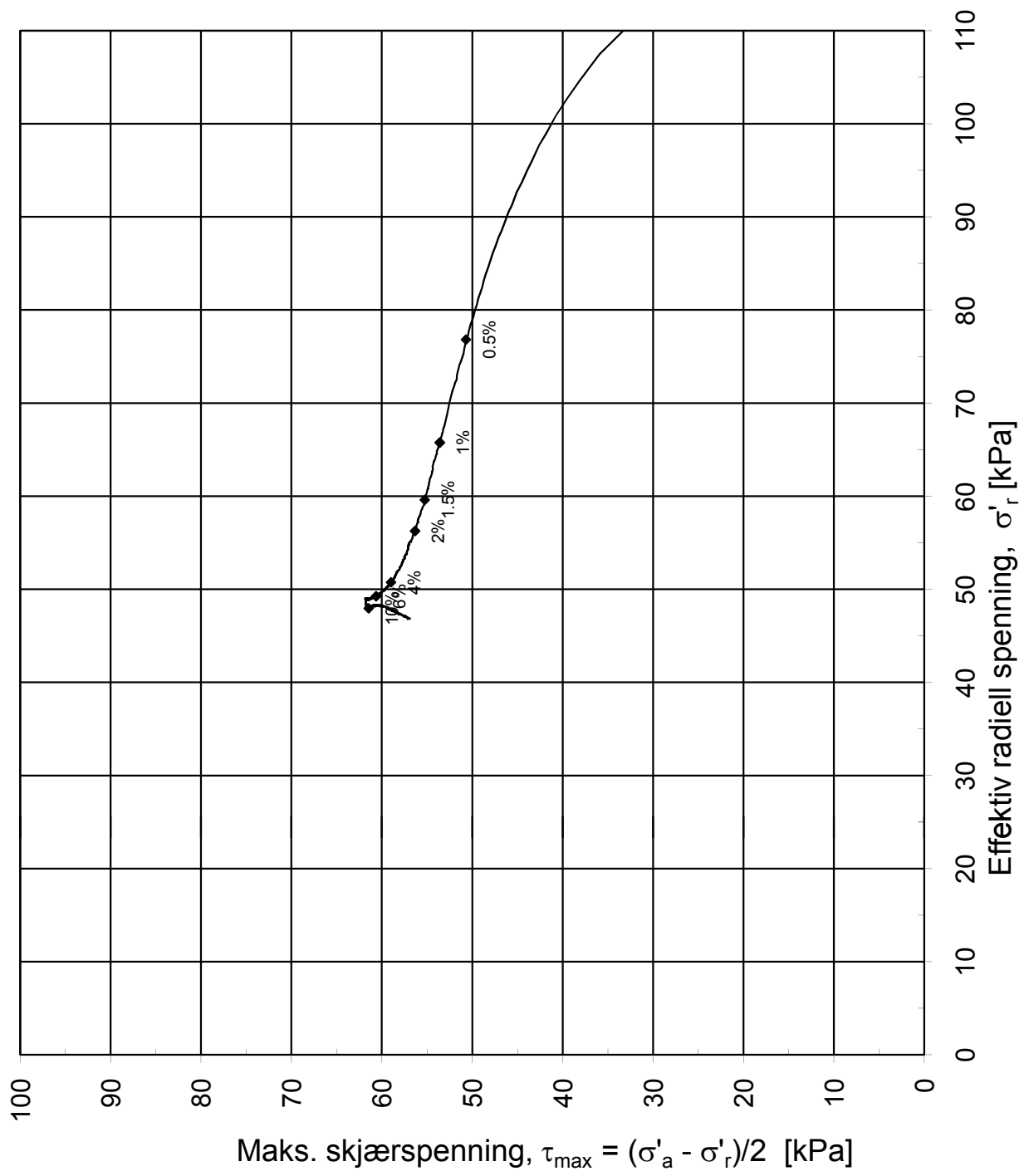


Godkjent:

0

Programrevisjon:

13.10.2009



Konsolideringsspenninger:  $\sigma'_{ac} = 167,55$  kPa  
 $\sigma'_{rc} = 117,28$  kPa  
 Vanninnhold:  $w_i = 37,28$  %  
 Densitet:  $\rho_i = 1,91$  g/cm<sup>3</sup>  
 Volumtøyning i konsolideringsfase:  $\epsilon_{vol} = \Delta V/V_0 = 8,64$  %

**ATKINS DK AS**

**FROGNER STASJON**

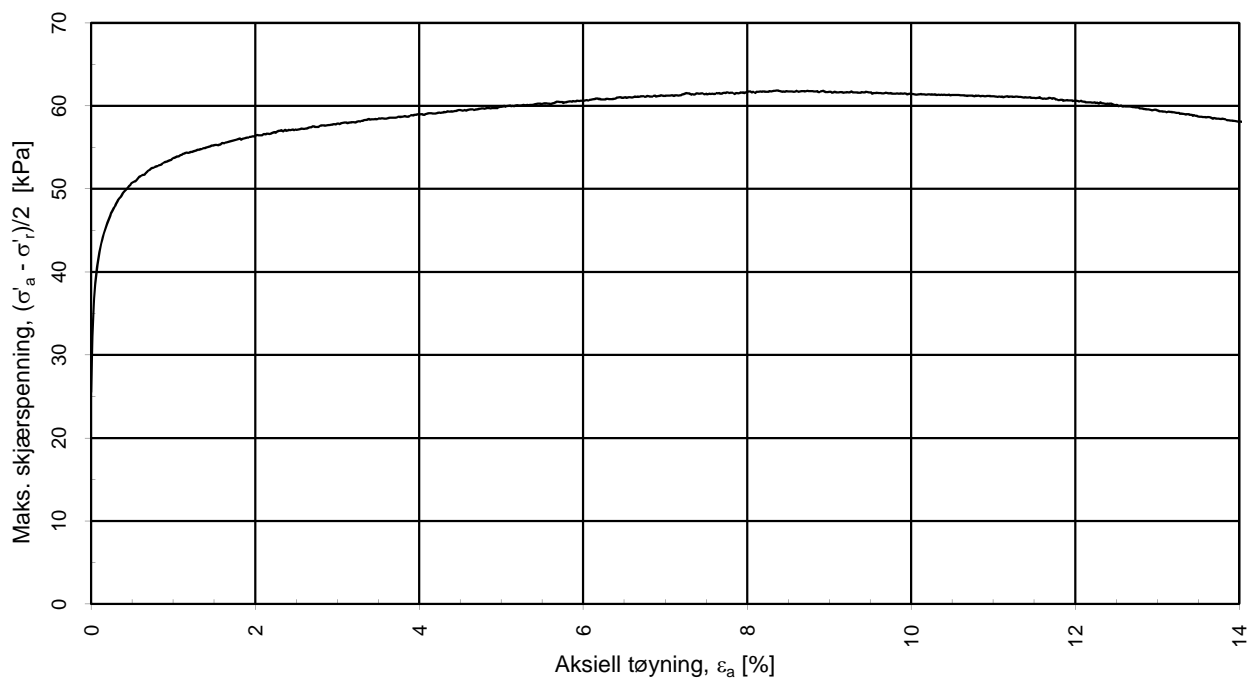
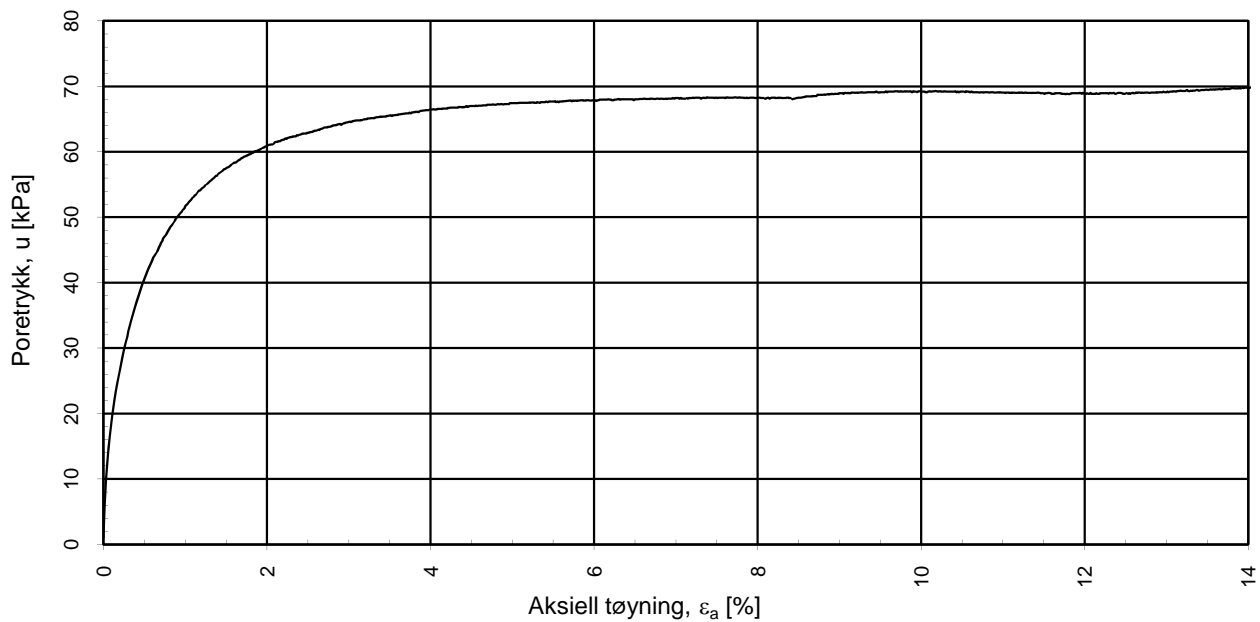
Treaksialforsøk. Deviatorspenningssti. NTNU-plott.

Tegningens filnavn:  
test.xls



**MULTICONSULT AS**  
 Nedre Skøyen veg 2,  
 0276 OSLO  
 Tlf.: 21 58 50 00  
 Faks: 21 58 50 01

Forsøksdato: 05.01.2010	Dybde, z (m): 15,65	Borpunkt nr.: PR.v/19	Godkjent: 0
Forsøk nr.: 1	Tegnet: SK	Kontrollert: 0	Programrevisjon: 0
Oppdrag nr.: 121805	Tegning nr.: 97	Prosedyre: CAUa	13.10.2009



**ATKINS DK AS**  
**FROGNER STASJON**

Treaksialforsøk. Poretrykks- og mobiliseringsforløp.

**MULTICONSULT AS**

Nedre Skøyen veg 2,  
 0276 OSLO  
 Tlf.: 21 58 50 00  
 Faks: 21 58 50 01

Forsøksdato:  
 05.01.2010

Dybde, z (m):  
 15,65

Borpunkt nr.:  
 PR.v/19

Forsøk nr.:  
 1

Tegnet:  
 SK

Kontrollert:  
 0

Oppdrag nr.:  
 121805

Tegning nr.:  
 98

Prosedyre:  
 CAUa

Tegningens filnavn:

test.xls

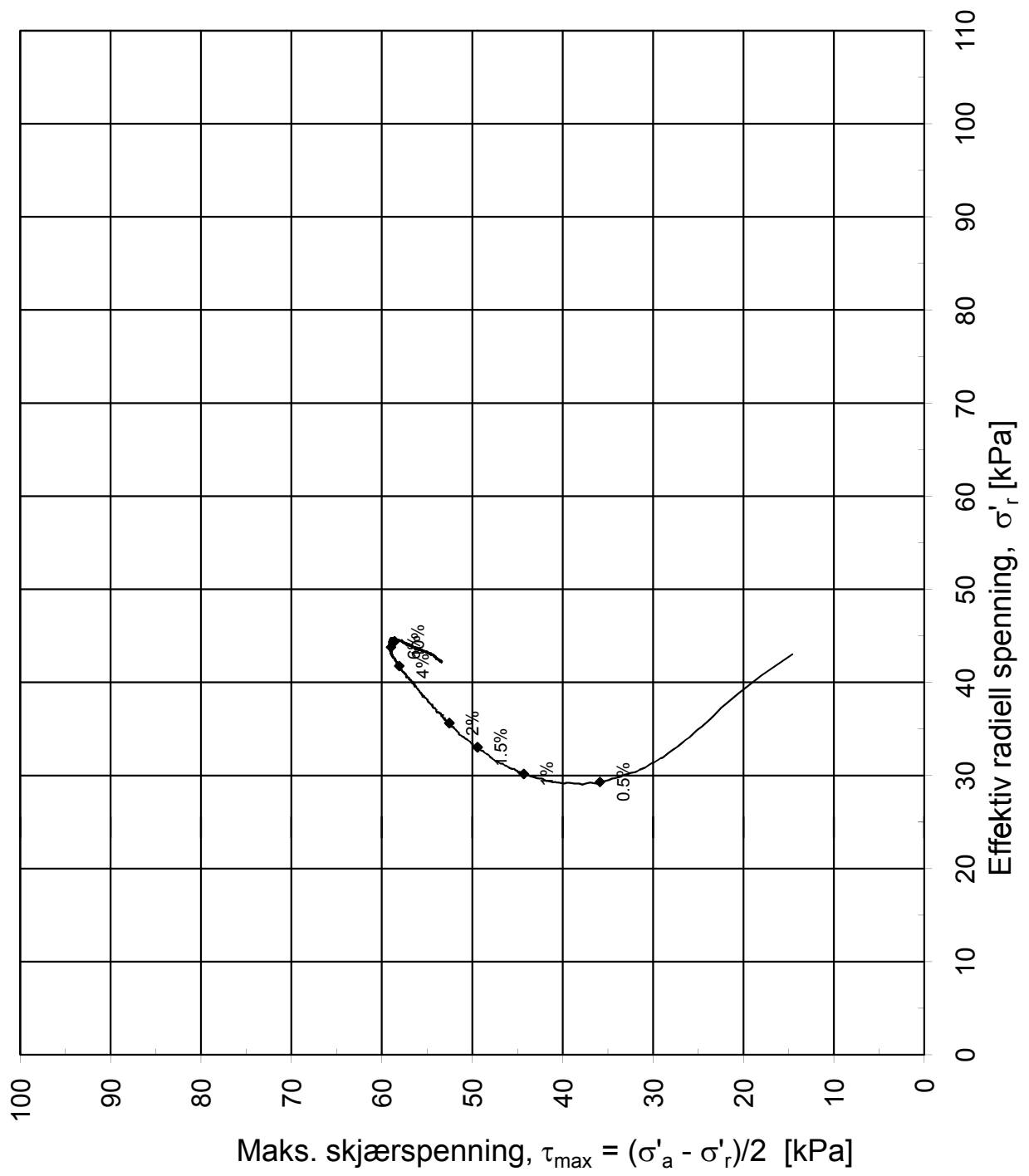


Godkjent:

0

Programrevisjon:

13.10.2009



Konsolideringsspenninger:  $\sigma'_{ac} = 71,76$  kPa  
 $\sigma'_{rc} = 43,05$  kPa  
 Vanninnhold:  $w_i = 20,51$  %  
 Densitet:  $\rho_i = 2,11$  g/cm<sup>3</sup>  
 Volumtøyning i konsolideringsfase:  $\epsilon_{vol} = \Delta V/V_0 = 2,20$  %

**ATKINS DK AS**

**FROGNER STASJON**

Treaksialforsøk. Deviatorspenningssti. NTNU-plott.

Tegningens filnavn:  
test.xls



**MULTICONSULT AS**  
 Nedre Skøyen veg 2,  
 0276 OSLO  
 Tlf.: 21 58 50 00  
 Faks: 21 58 50 01

Forsøksdato:  
05.01.2010

Dybde, z (m):  
4,65

Borpunkt nr.:  
PR.v/22

Forsøk nr.:  
1

Tegnet:  
SK

Kontrollert:  
0

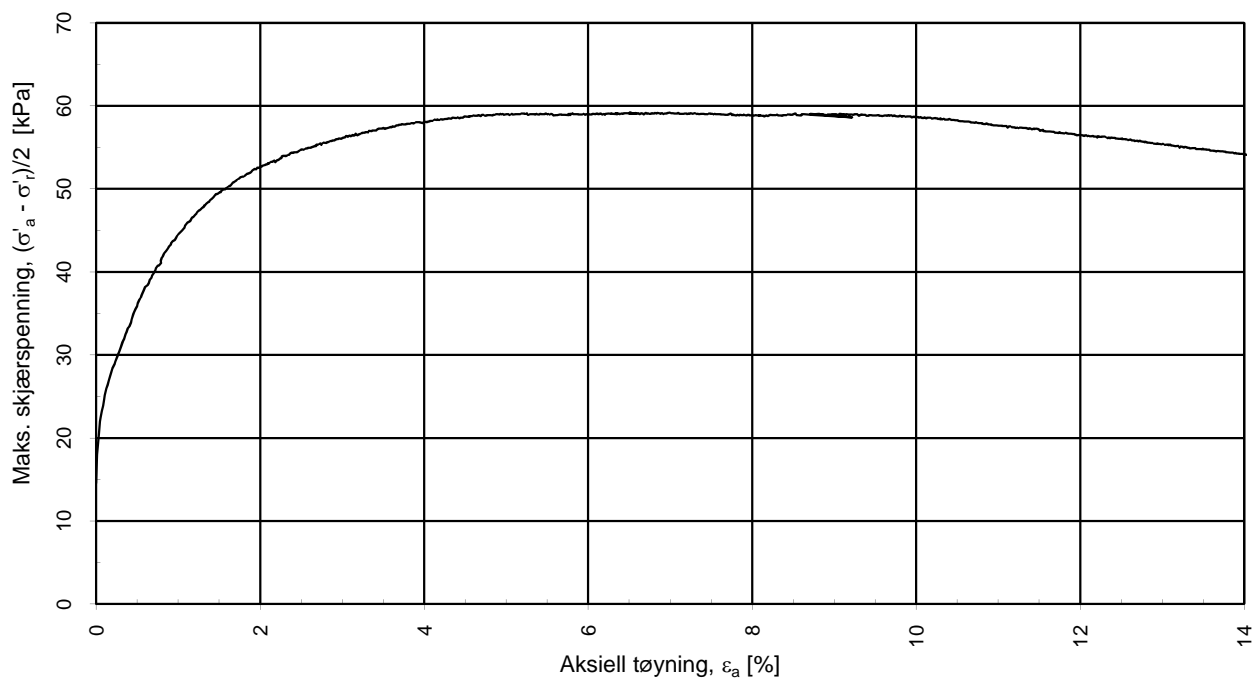
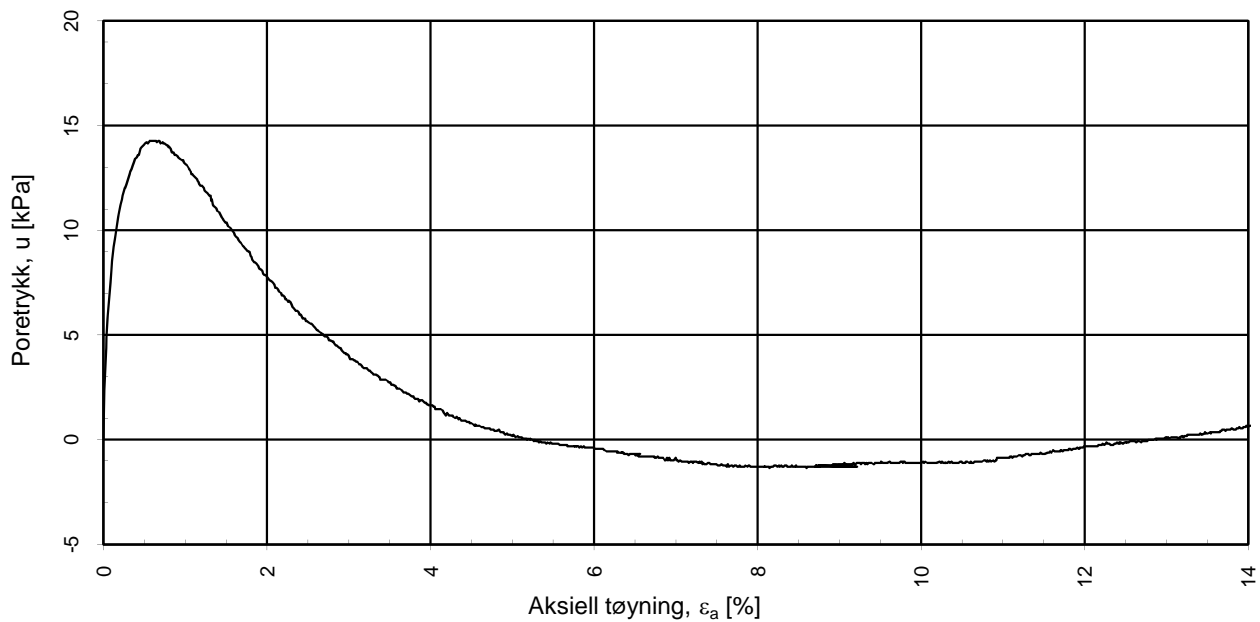
Godkjent:  
0

Oppdrag nr.:  
121805

Tegning nr.:  
99

Prosedyre:  
CAUa

Programrevisjon:  
13.10.2009



**ATKINS DK AS**  
**FROGNER STASJON**

Treaksialforsøk. Poretrykks- og mobiliseringsforløp.

**MULTICONSULT AS**

Nedre Skøyen veg 2,  
 0276 OSLO  
 Tlf.: 21 58 50 00  
 Faks: 21 58 50 01

Forsøksdato:  
 05.01.2010

Dybde, z (m):  
 4,65

Borpunkt nr.:  
 PR.v/22

Forsøk nr.:  
 1

Tegnet:  
 SK

Kontrollert:  
 0

Oppdrag nr.:  
 121805

Tegning nr.:  
 100

Prosedyre:  
 CAUa

Tegningens filnavn:

test.xls

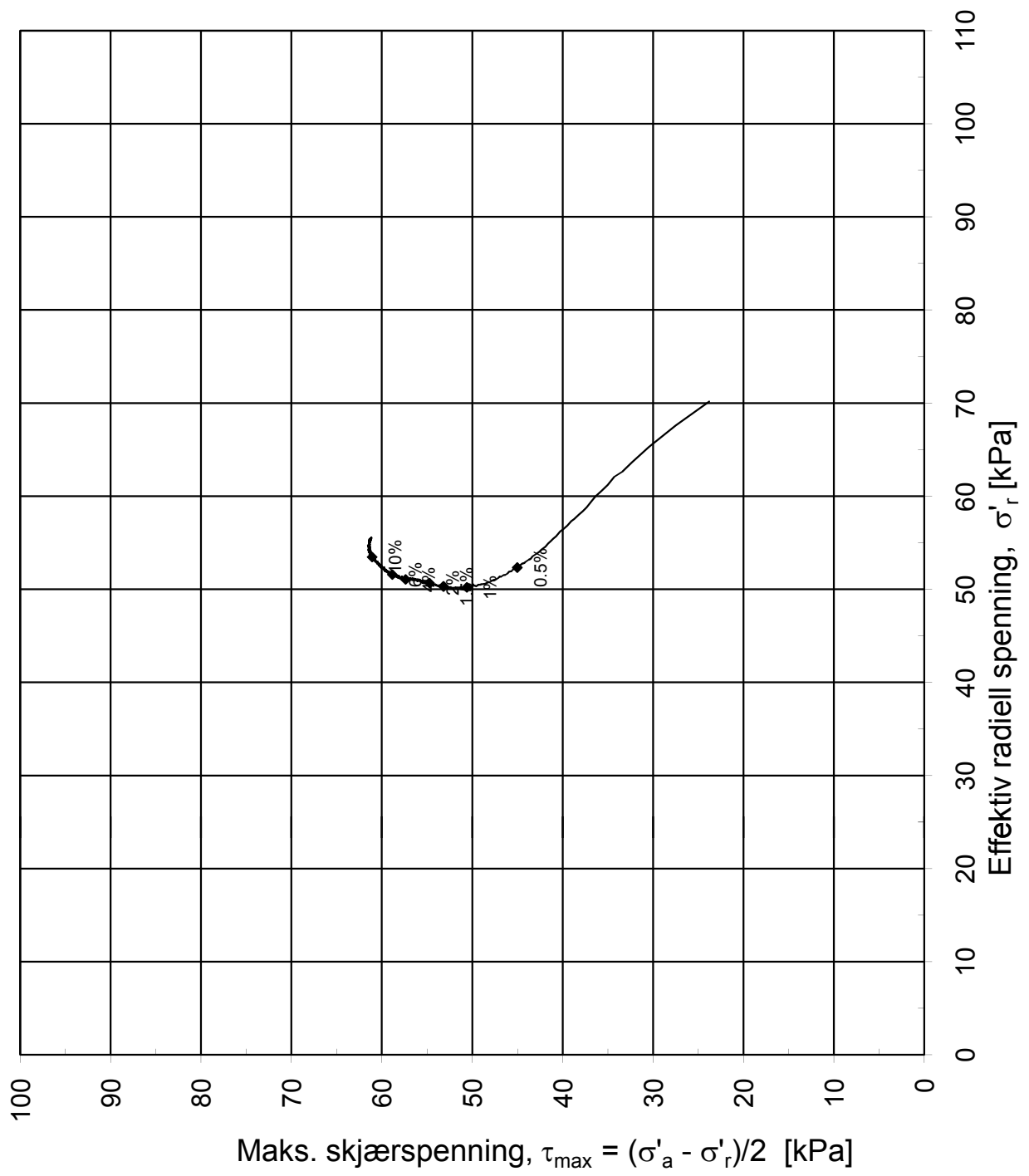


Godkjent:

0

Programrevisjon:

13.10.2009



Konsolideringsspenninger:  $\sigma'_{ac} = 118,00$  kPa  
 $\sigma'_{rc} = 70,80$  kPa  
 Vanninnhold:  $w_i = 28,77$  %  
 Densitet:  $\rho_i = 2,00$  g/cm<sup>3</sup>  
 Volumtøyning i konsolideringsfase:  $\epsilon_{vol} = \Delta V/V_0 = 3,23$  %

**ATKINS DK AS**

**FROGNER STASJON**

Treaksialforsøk. Deviatorspenningssti. NTNU-plott.

Tegningens filnavn:  
test.xls



**MULTICONSULT AS**  
 Nedre Skøyen veg 2,  
 0276 OSLO  
 Tlf.: 21 58 50 00  
 Faks: 21 58 50 01

Forsøksdato:  
05.01.2010

Dybde, z (m):  
9,60

Borpunkt nr.:  
PR.v/22

Forsøk nr.:  
1

Tegnet:  
SK

Kontrollert:  
0

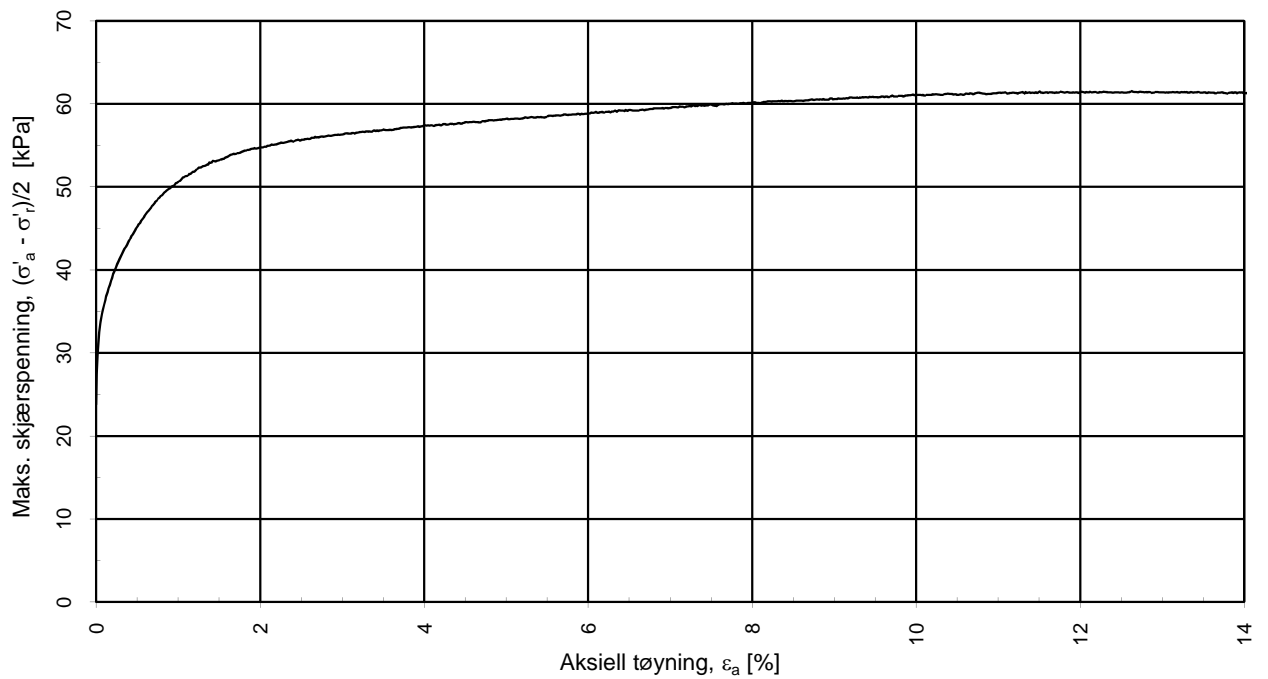
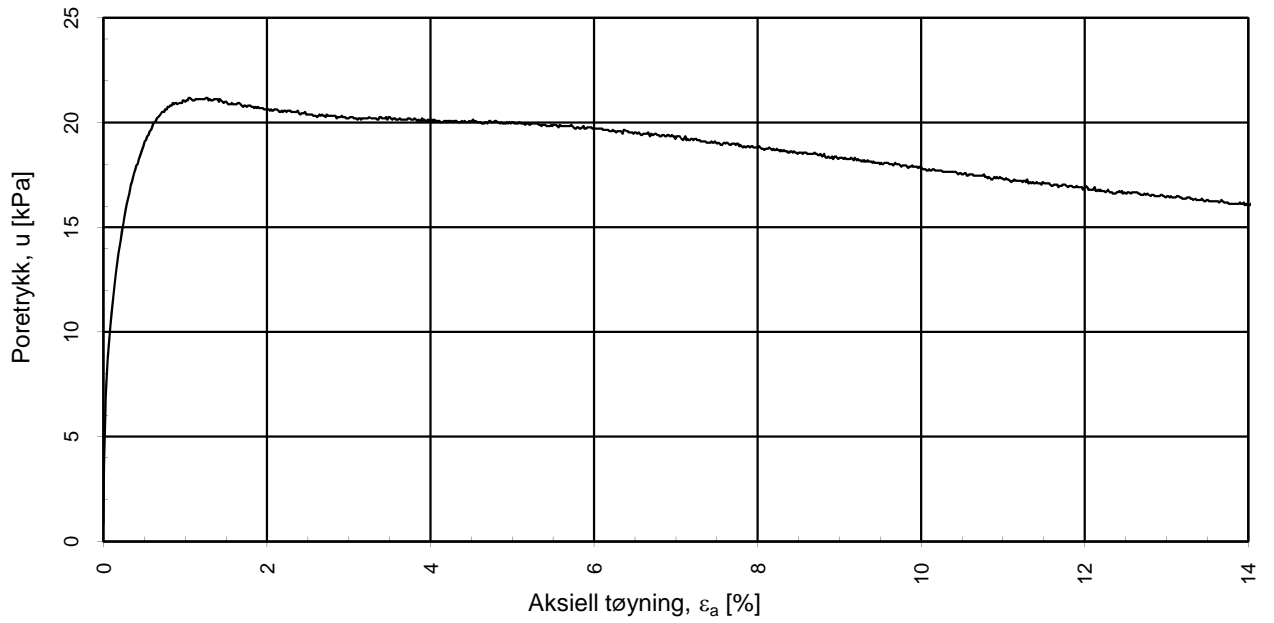
Godkjent:  
0

Oppdrag nr.:  
121805

Tegning nr.:  
101

Prosedyre:  
CAUa

Programrevisjon:  
13.10.2009



**ATKINS DK AS**  
**FROGNER STASJON**

Treaksialforsøk. Poretrykks- og mobiliseringsforløp.

Tegningens filnavn:

test.xls



**MULTICONSULT AS**

Nedre Skøyen veg 2,  
 0276 OSLO  
 Tlf.: 21 58 50 00  
 Faks: 21 58 50 01

Forsøksdato:  
 05.01.2010

Dybde, z (m):  
 9,60

Borpunkt nr.:  
 PR.v/22

Forsøk nr.:  
 1

Tegnet:  
 SK

Kontrollert:  
 0

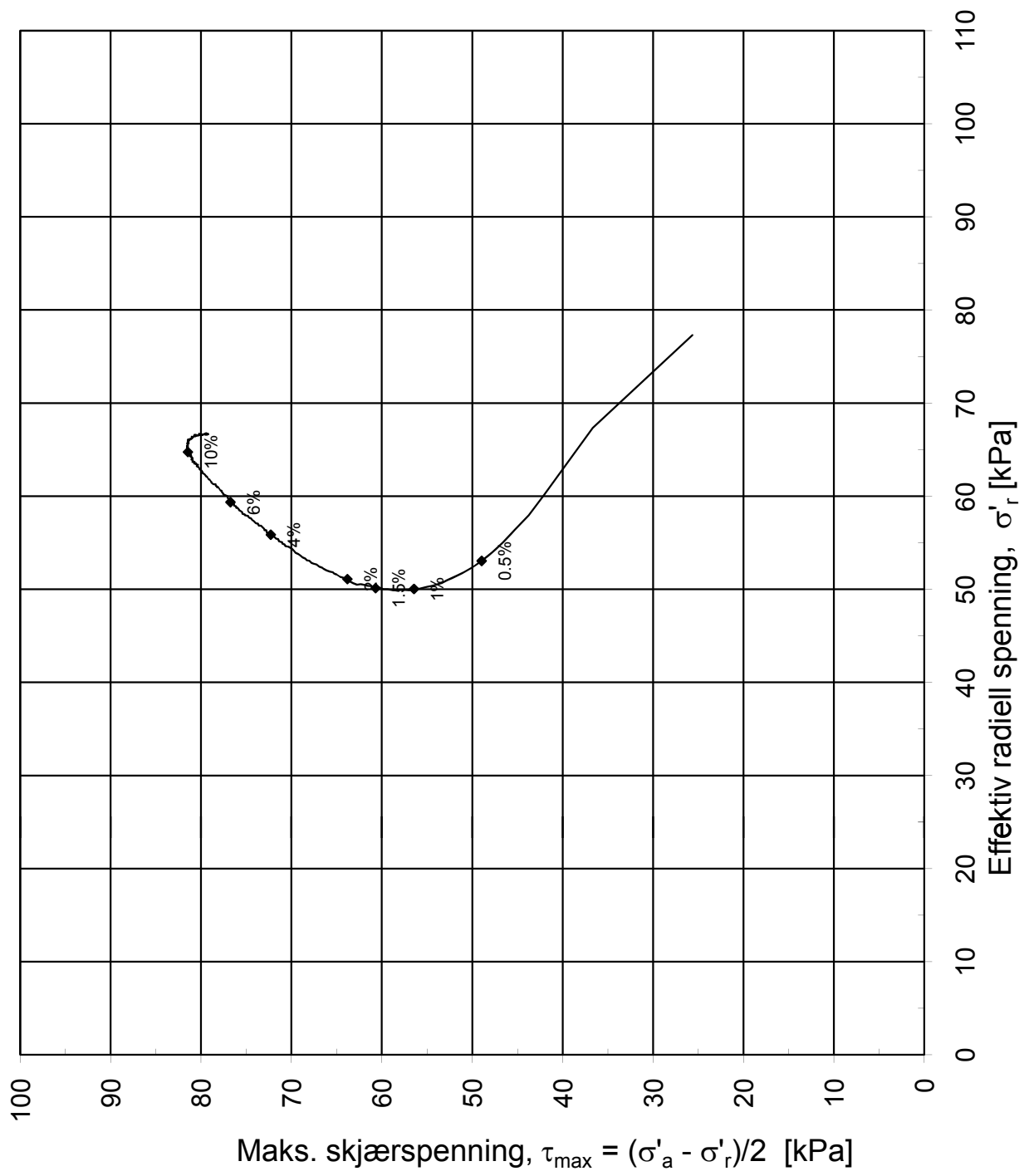
Godkjent:  
 0

Oppdrag nr.:  
 121805

Tegning nr.:  
 102

Prosedyre:  
 CAUa

Programrevisjon:  
 13.10.2009



Konsolideringsspenninger:  $\sigma'_{ac} = 128,00$  kPa  
 $\sigma'_{rc} = 76,80$  kPa  
 Vanninnhold:  $w_i = 28,59$  %  
 Densitet:  $\rho_i = 2,03$  g/cm<sup>3</sup>  
 Volumtøyning i konsolideringsfase:  $\epsilon_{vol} = \Delta V/V_0 = 4,36$  %

**ATKINS DK AS**

**FROGNER STASJON**

Treaksialforsøk. Deviatorspenningssti. NTNU-plott.

Tegningens filnavn:  
test.xls



**MULTICONSULT AS**  
 Nedre Skøyen veg 2,  
 0276 OSLO  
 Tlf.: 21 58 50 00  
 Faks: 21 58 50 01

Forsøksdato:  
05.01.2010

Dybde, z (m):  
10,60

Borpunkt nr.:  
PR.v/22

Forsøk nr.:  
1

Tegnet:  
SK

Kontrollert:  
0

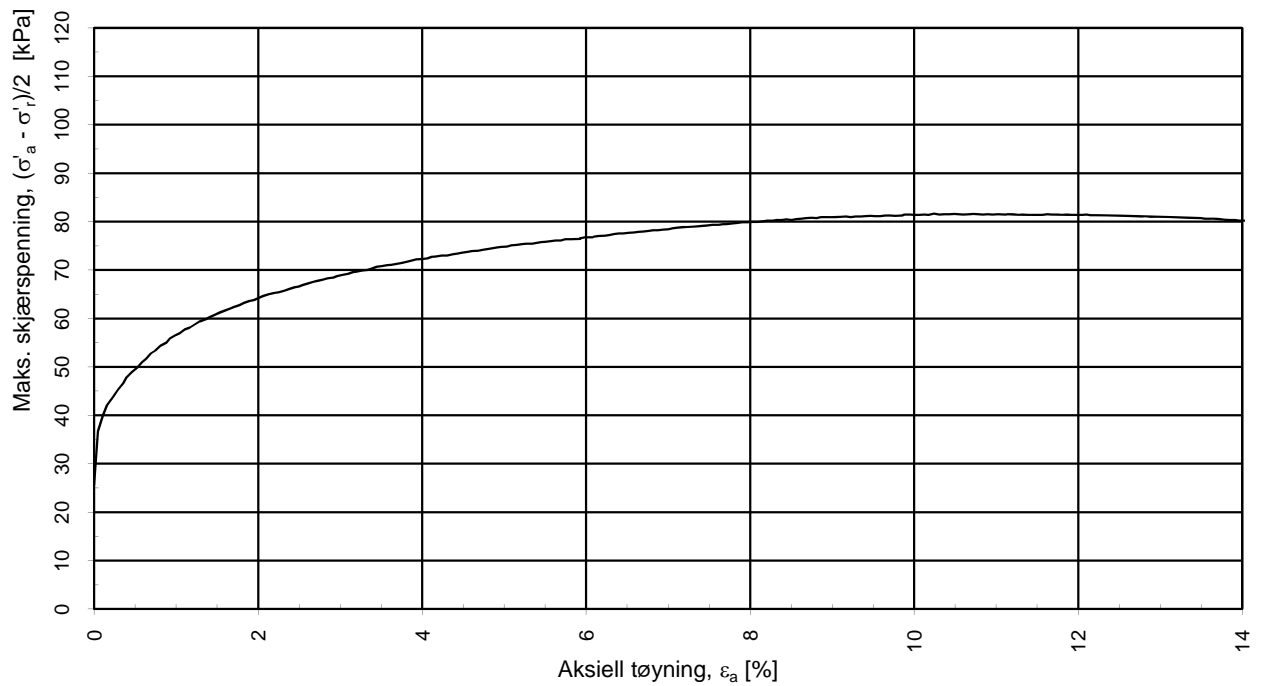
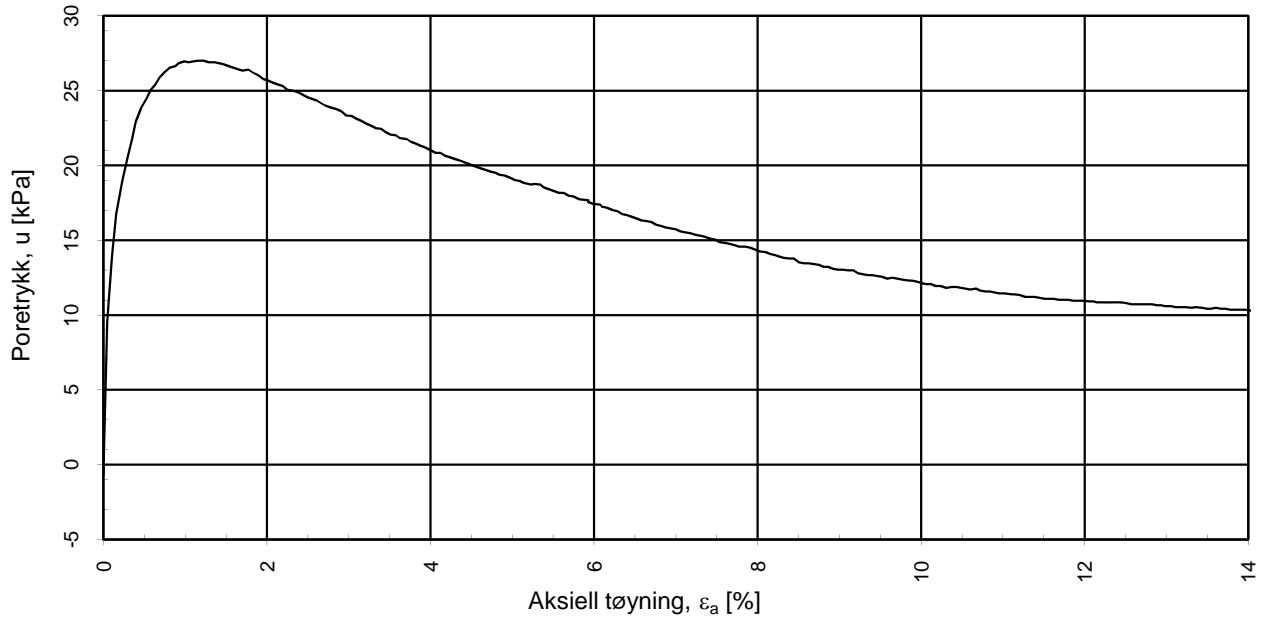
Godkjent:  
0

Oppdrag nr.:  
121805

Tegning nr.:  
103

Prosedyre:  
CAUa

Programrevisjon:  
13.10.2009



**ATKINS DK AS**  
**FROGNER STASJON**

Treaksialforsøk. Poretrykks- og mobiliseringsforløp.

**MULTICONSULT AS**

Nedre Skøyen veg 2,  
 0276 OSLO  
 Tlf.: 21 58 50 00  
 Faks: 21 58 50 01

Forsøksdato:  
 05.01.2010

Dybde, z (m):  
 10,60

Borpunkt nr.:  
 PR.v/22

Forsøk nr.:  
 1

Tegnet:  
 SK

Kontrollert:  
 0

Oppdrag nr.:  
 121805

Tegning nr.:  
 104

Prosedyre:  
 CAUa

Tegningens filnavn:

test.xls

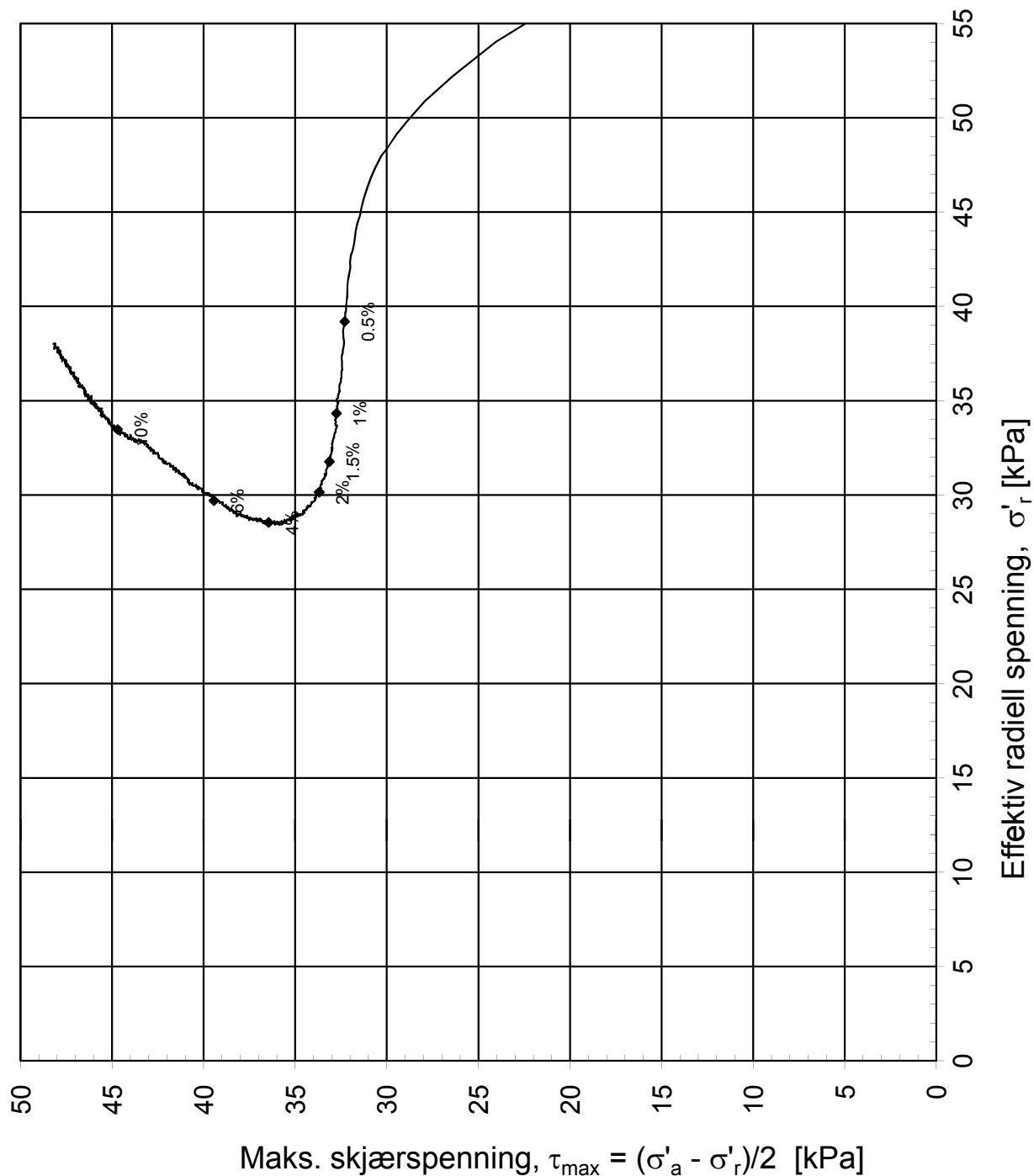


Godkjent:

0

Programrevisjon:

13.10.2009



Konsolideringsspenninger:

$\sigma'_{ac} = 96,00$  kPa

$\sigma'_{rc} = 57,60$  kPa

Vanninnhold:

$w_i = 31,31$  %

Densitet:

$\rho_i = 1,99$  g/cm<sup>3</sup>

Volumtøyning i konsolideringsfase:

$\epsilon_{vol} = \Delta V/V_0 = 7,67$  %

**ATKINS DK AS**

**FROGNER STASJON**

Treaksialforsøk. Deviatorspenningssti. NTNU-plott.

Tegningens filnavn:

test.xls



**MULTICONSULT AS**

Nedre Skøyen veg 2,  
0276 OSLO  
Tlf.: 21 58 50 00  
Faks: 21 58 50 01

Forsøksdato:  
05.01.2010

Dybde, z (m):  
7,50

Borpunkt nr.:

PR.v/24

Forsøk nr.:

1

Tegnet:

SK

Kontrollert:

0

Godkjent:

0

Oppdrag nr.:

121805

Tegning nr.:

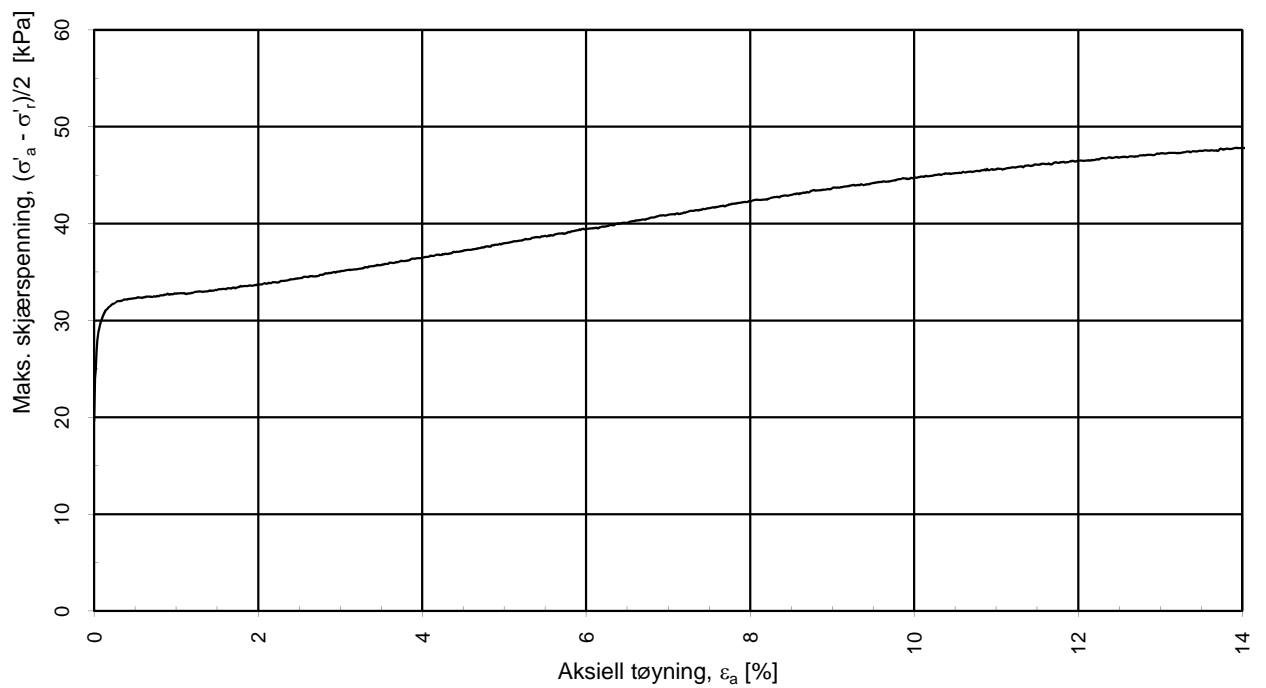
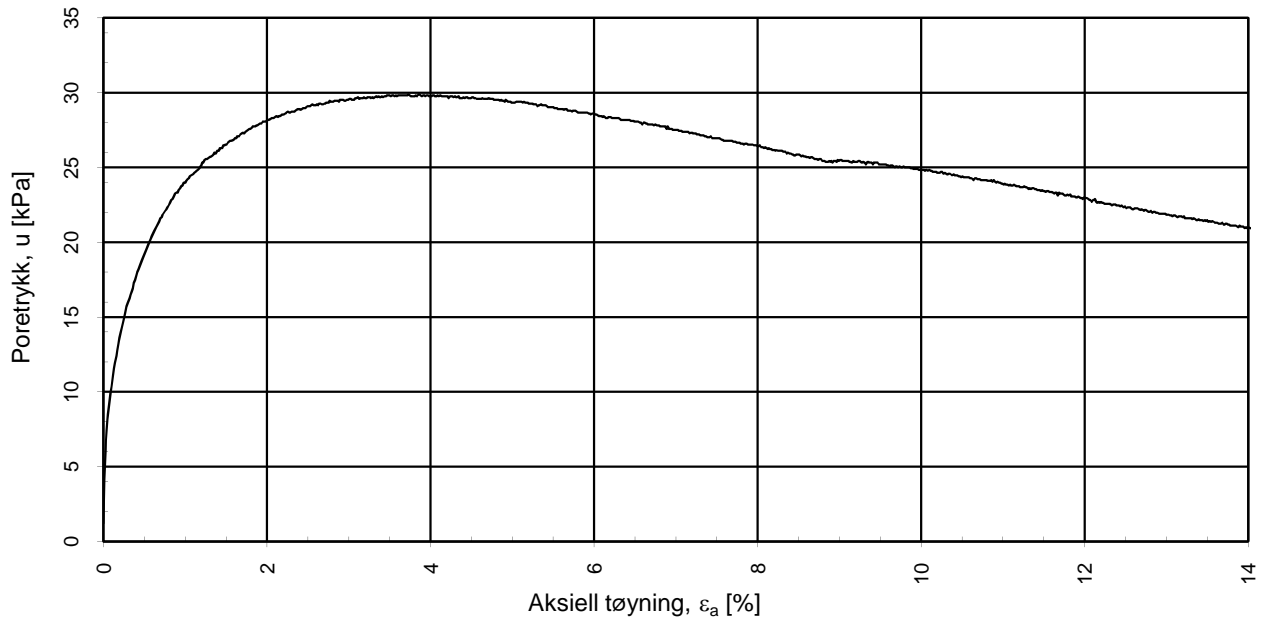
105

Prosedyre:

CAUa

Programrevisjon:

13.10.2009



**ATKINS DK AS**  
**FROGNER STASJON**

Treaksialforsøk. Poretrykks- og mobiliseringsforløp.

**MULTICONSULT AS**

Nedre Skøyen veg 2,  
0276 OSLO  
Tlf.: 21 58 50 00  
Faks: 21 58 50 01

Forsøksdato:  
05.01.2010

Dybde,  $z$  (m):  
7,50

Borpunkt nr.:  
PR.v/24

Forsøk nr.:  
1

Tegnet:  
SK

Kontrollert:  
0

Oppdrag nr.:  
121805

Tegning nr.:  
106

Prosedyre:  
CAUa

Tegningens filnavn:

test.xls

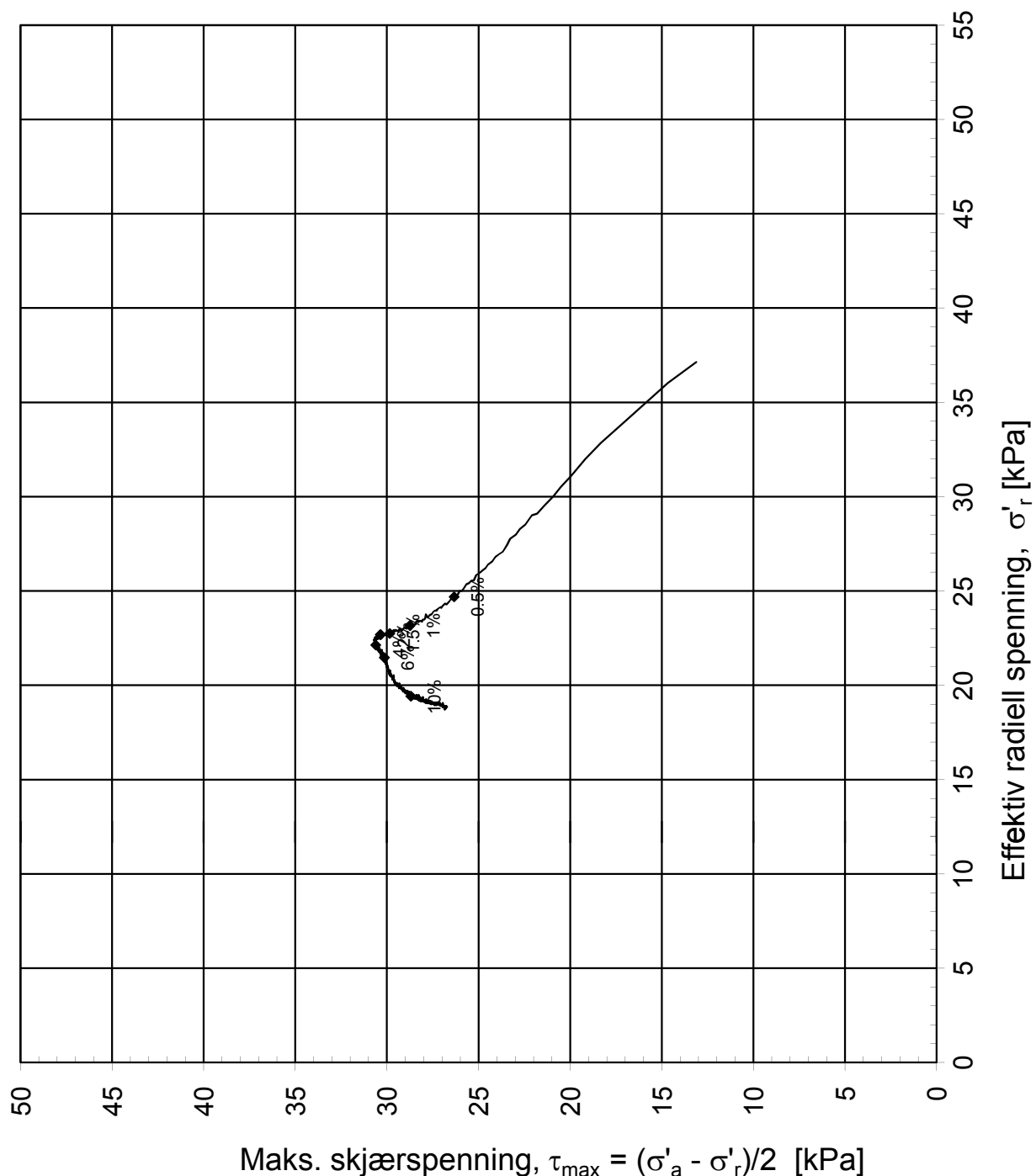


Godkjent:

0

Programrevisjon:

13.10.2009



Konsolideringsspenninger:

$\sigma'_{ac} = 64,05$  kPa

$\sigma'_{rc} = 38,43$  kPa

Vanninnhold:

$w_i = 36,41$  %

Densitet:

$\rho_i = 1,93$  g/cm<sup>3</sup>

Volumtøyning i konsolideringsfase:

$\epsilon_{vol} = \Delta V/V_0 = 3,10$  %

**ATKINS DK AS**

**FROGNER STASJON**

Treksialforsøk. Deviatorspenningssti. NTNU-plott.

Tegningens filnavn:

test.xls



**MULTICONSULT AS**

Nedre Skøyen veg 2,  
0276 OSLO  
Tlf.: 21 58 50 00  
Faks: 21 58 50 01

Forsøksdato:  
05.01.2010

Dybde, z (m):  
4,50

Borpunkt nr.:

PR.v/25

Forsøk nr.:

1

Tegnet:

SK

Kontrollert:

0

Godkjent:

0

Oppdrag nr.:

121805

Tegning nr.:

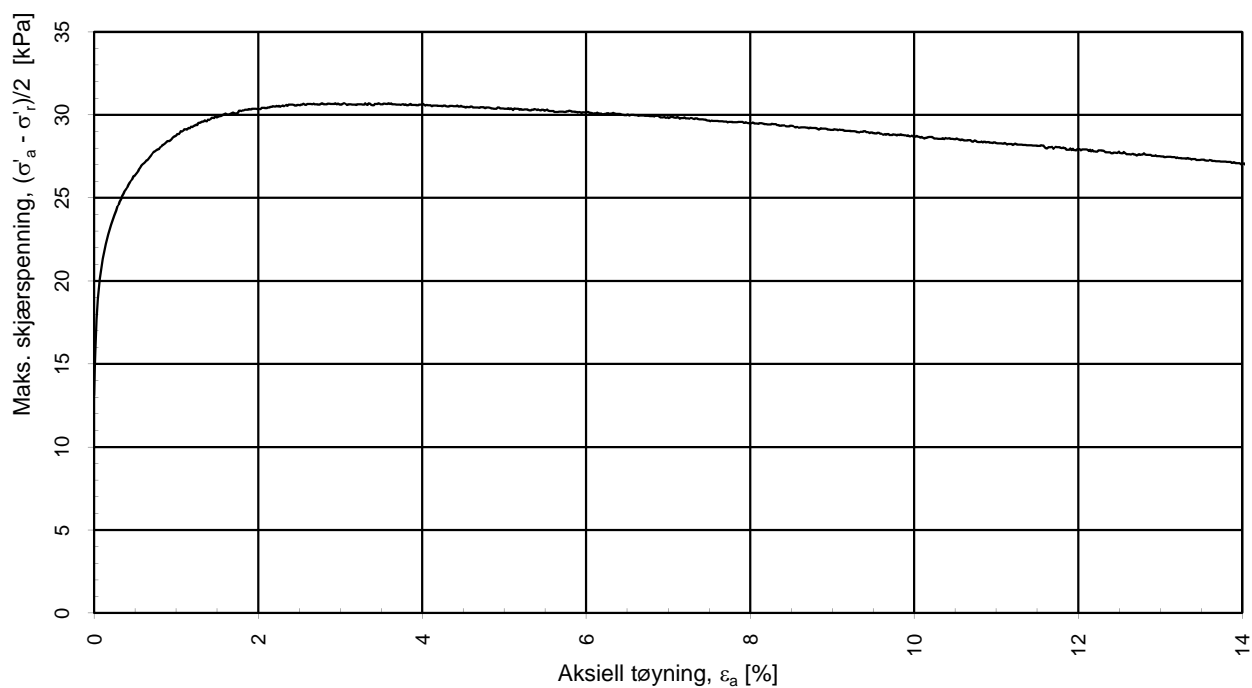
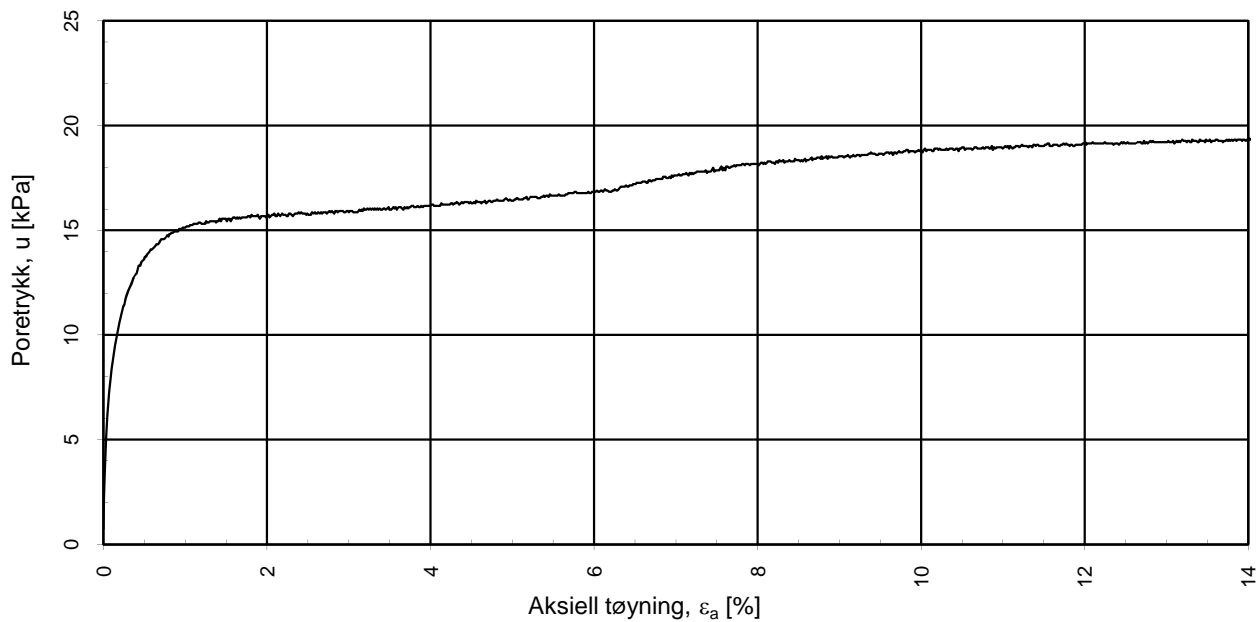
107

Prosedyre:

CAUa

Programrevisjon:

13.10.2009



**ATKINS DK AS**  
**FROGNER STASJON**

Treaksialforsøk. Poretrykks- og mobiliseringsforløp.

**MULTICONSULT AS**

Nedre Skøyen veg 2,  
 0276 OSLO  
 Tlf.: 21 58 50 00  
 Faks: 21 58 50 01

Forsøksdato:  
 05.01.2010

Forsøk nr.:  
 1

Oppdrag nr.:  
 121805

Dybde, z (m):  
 4,50

Tegnet:  
 SK

Tegning nr.:  
 108

Borpunkt nr.:  
 PR.v/25

Kontrollert:  
 0

Prosedyre:  
 CAUa

Tegningens filnavn:

test.xls

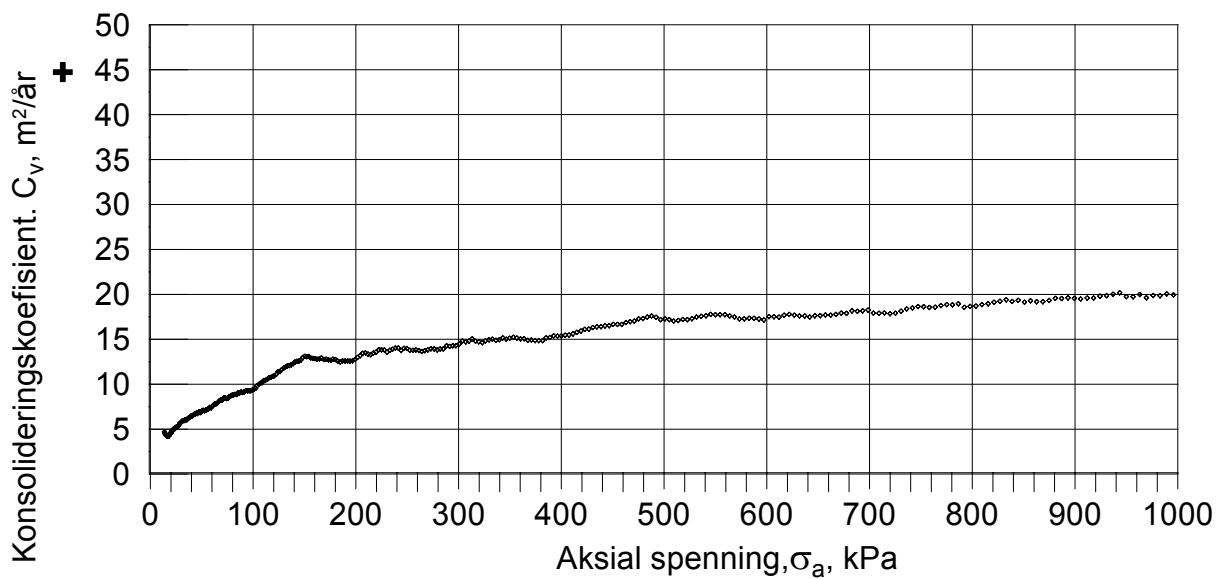
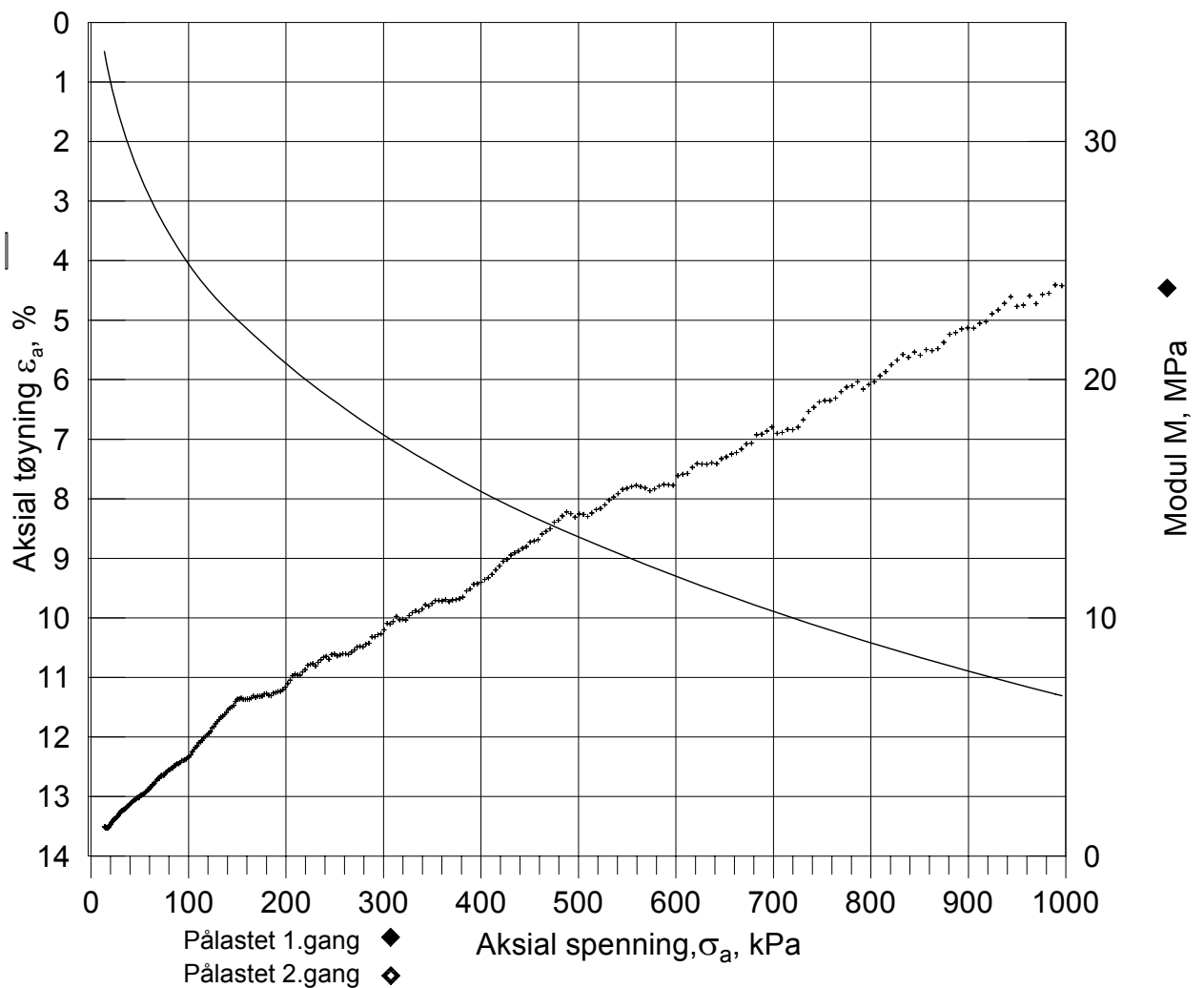


Godkjent:

0

Programrevisjon:

13.10.2009



Boring nr.	Prøve nr.	Dybde m	W %	ε-vol %	P <sub>0</sub> ' kPa	P <sub>c</sub> ' kPa	P <sub>r</sub> ' kPa	m	m <sub>r</sub>	M
PR.13	13B	13,4	36,7	0,97						

### KONTINUERLIG ØDOMETER ( CRS )

**ATKINS DK**  
**FROGNER STASJON**



**MULTICONSULT AS**

Nedre Skøyen vei 2 - pb. 265 SKØYEN - 0213 OSLO  
Tlf: 22 51 54 00 - Fax: 22 51 54 01

Dato  
20.06.2011

Oppdrag nr.  
**121805**

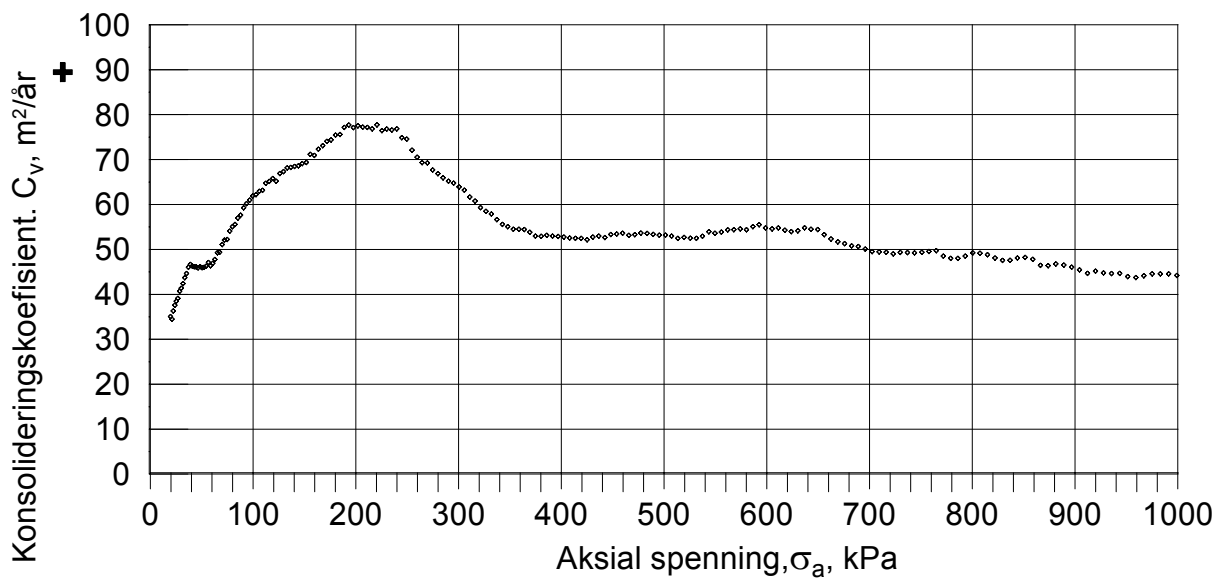
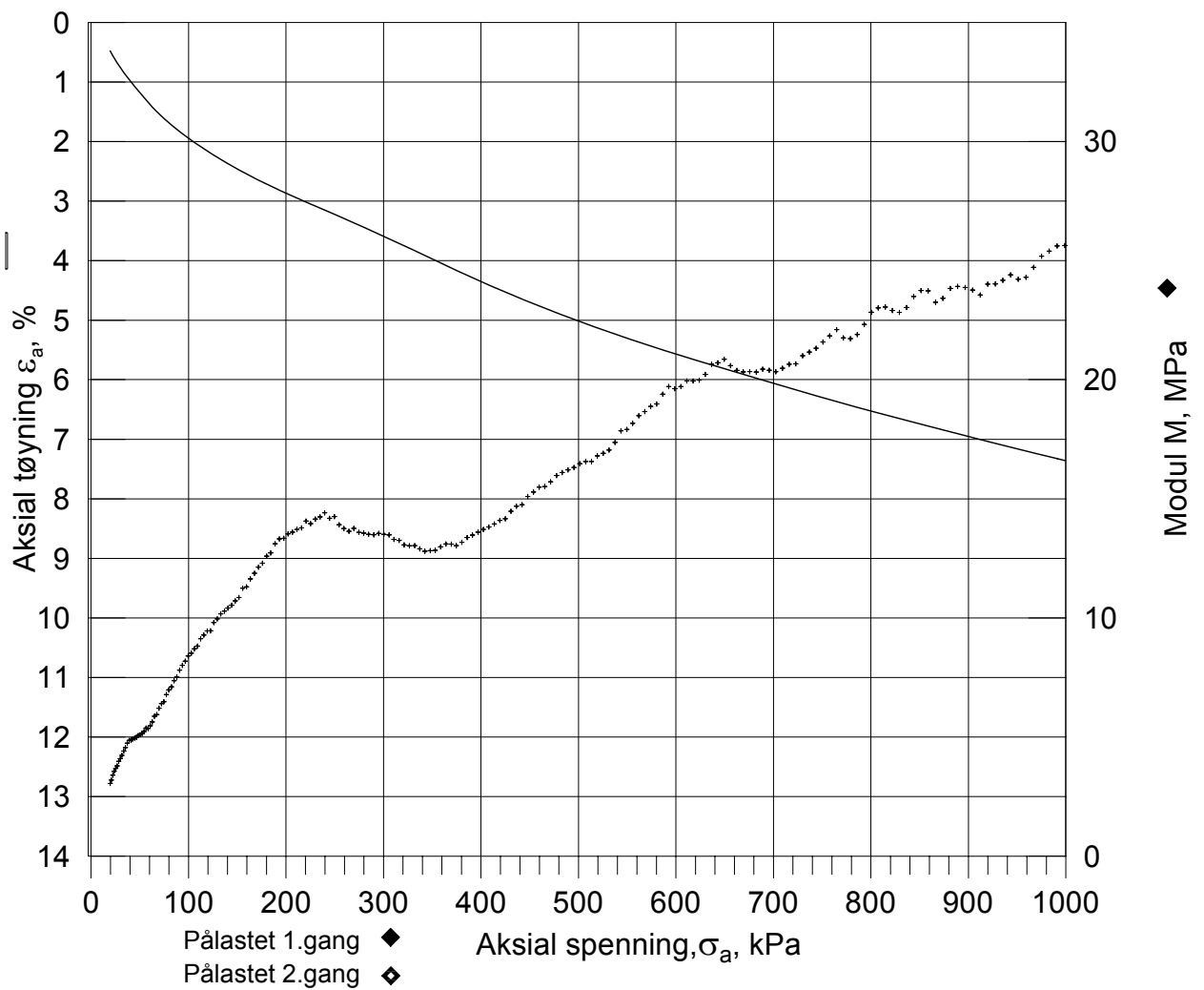
Konstr./Tegnet  
LS

Tegningsnr.  
**110**

Kontrollert

Godkjent

Rev.



Boring nr.	Prøve nr.	Dybde m	W %	$\varepsilon$ -vol %	$P'_0$ kPa	$P'_c$ kPa	$P'_r$ kPa	m	$m_r$	M
PR.11	11A	6,4	26,1	0,67						

## KONTINUERLIG ØDOMETER ( CRS )

ATKINS DK  
FROGNER STASJON



**MULTICONSULT AS**

Nedre Skøyen vei 2 - pb. 265 SKØYEN - 0213 OSLO  
Tlf: 22 51 54 00 - Fax: 22 51 54 01

Dato  
20.06.2011

Oppdrag nr.  
**121805**

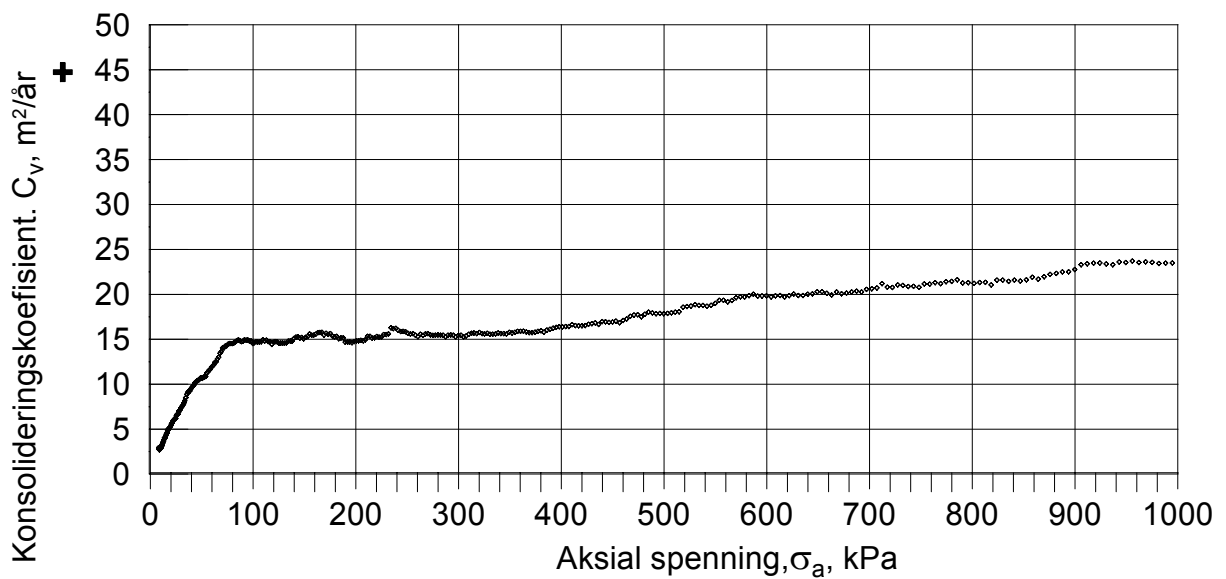
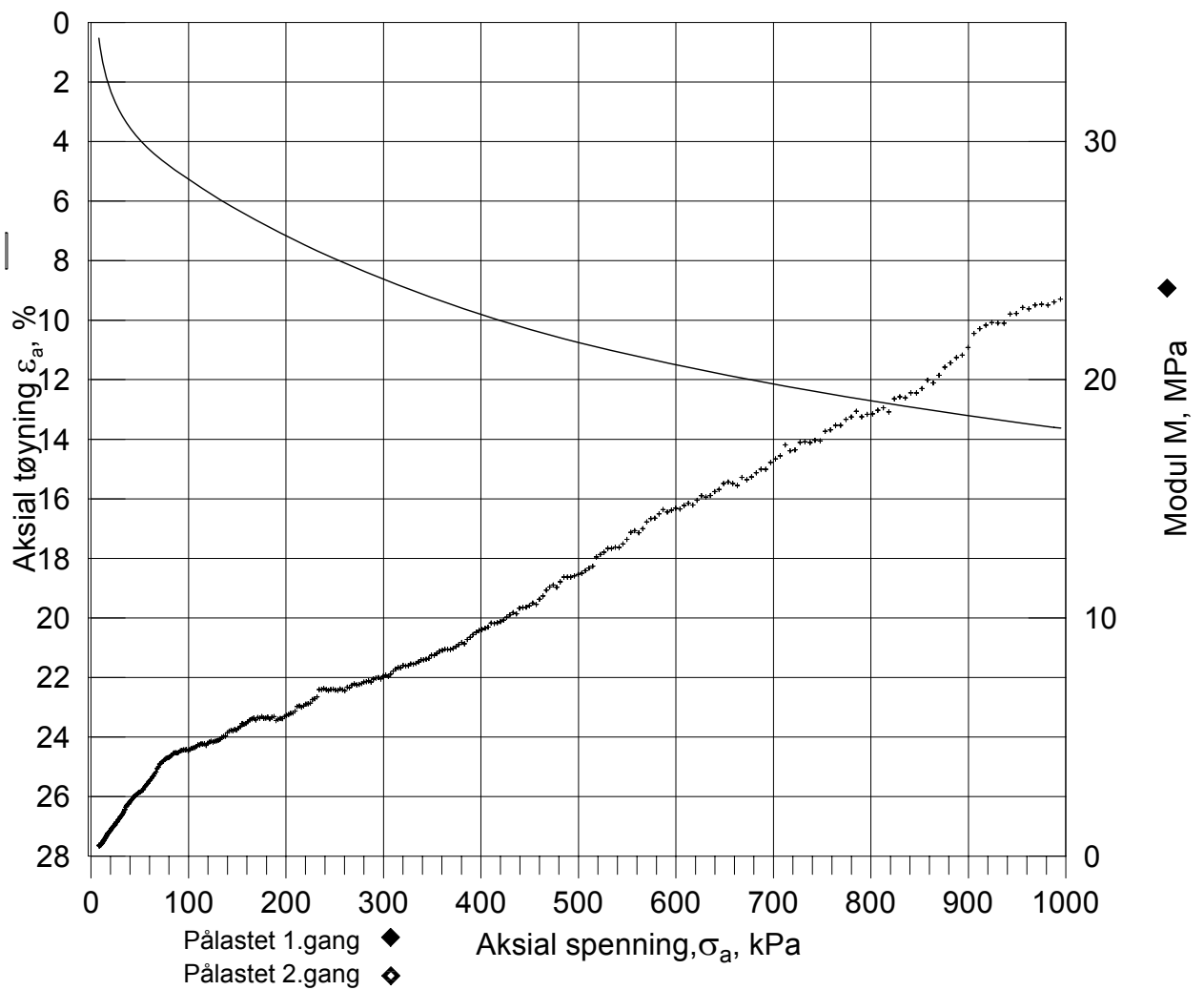
Konstr./Tegnet  
LS

Tegningsnr.  
**111**

Kontrollert

Godkjent

Rev.



Boring nr.	Prøve nr.	Dybde m	W %	$\varepsilon$ -vol %	$P'_0$ kPa	$P'_c$ kPa	$P'_r$ kPa	m	$m_r$	M
PR.v16	16A	9,6	34,2	0,94						

## KONTINUERLIG ØDOMETER ( CRS )

ATKINS DK  
FROGNER STASJON



**MULTICONSULT AS**

Nedre Skøyen vei 2 - pb. 265 SKØYEN - 0213 OSLO  
Tlf: 22 51 54 00 - Fax: 22 51 54 01

Dato  
28.06.2011

Oppdrag nr.  
**121805**

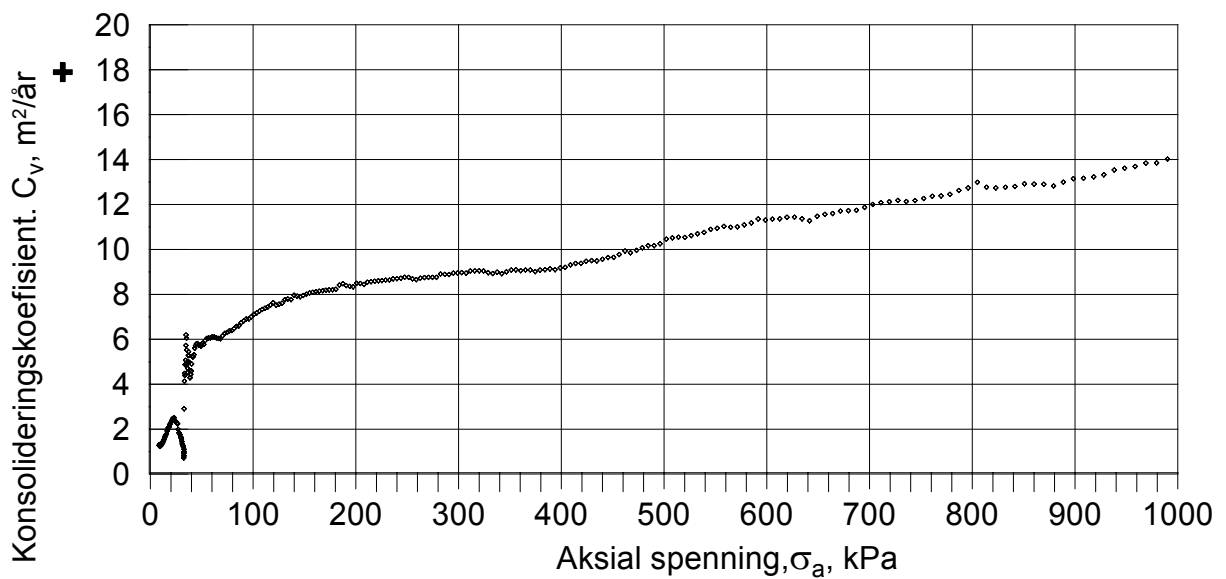
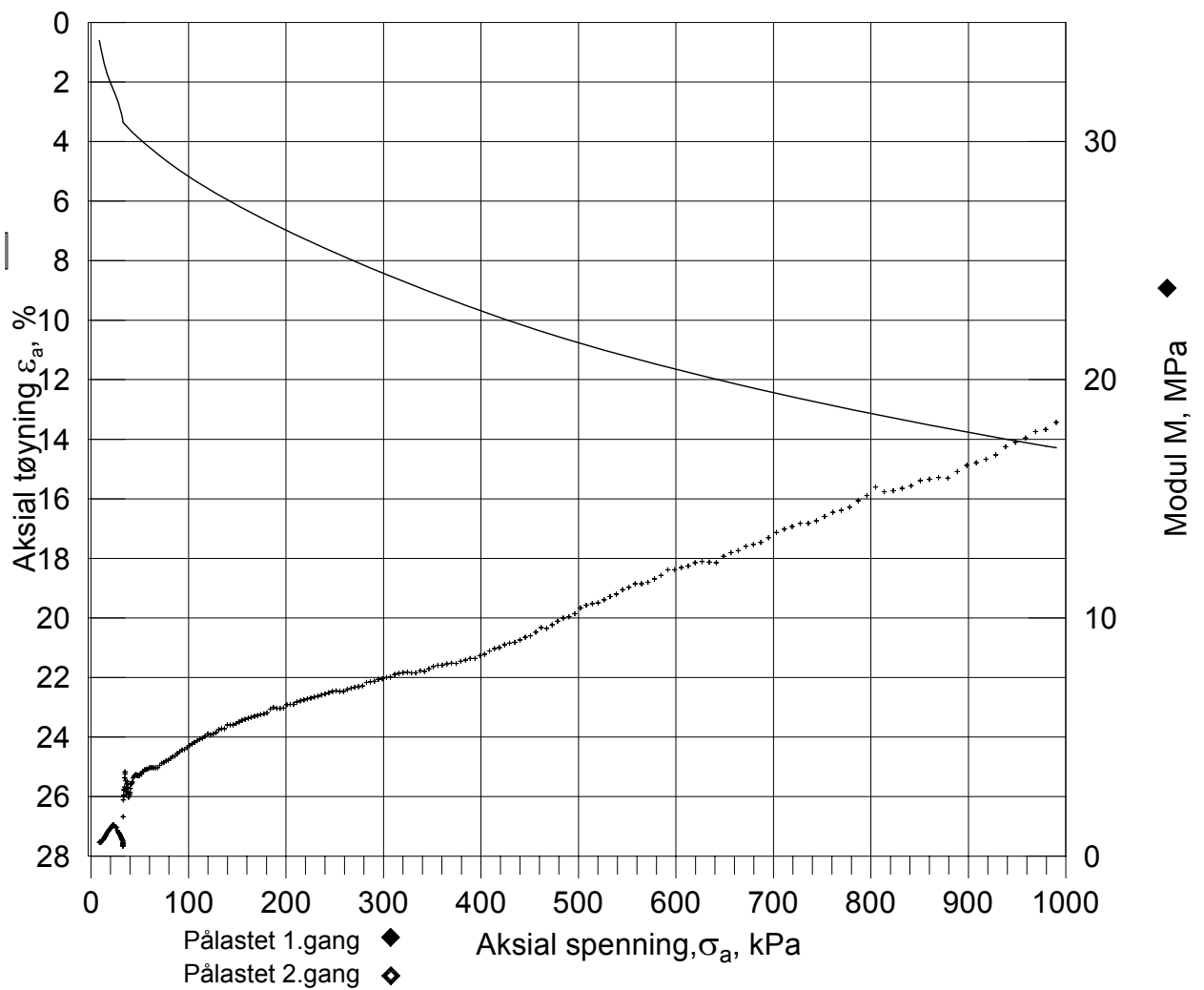
Konstr./Tegnet  
SK

Tegningsnr.  
**112**

Kontrollert

Godkjent

Rev.



Boring nr.	Prøve nr.	Dybde m	W %	$\varepsilon$ -vol %	$P'_0$ kPa	$P'_c$ kPa	$P'_r$ kPa	m	$m_r$	M
PR.v19	19A	15,5	37,5	0,97						

## KONTINUERLIG ØDOMETER ( CRS )

ATKINS NORGE AS  
FROGNER STASJON



**MULTICONSULT AS**

Nedre Skøyen vei 2 - pb. 265 SKØYEN - 0213 OSLO  
Tlf: 22 51 54 00 - Fax: 22 51 54 01

Dato  
05.07.2011

Oppdrag nr.  
121805

Konstr./Tegnet  
SK

Tegningsnr.  
113

Kontrollert

Godkjent

Rev.

# Vedlegg 1

<b>Borhull nr.</b>	<b>Boret dybde i løsmasser + boret dybde i antatt fjell</b>	<b>Sammenstilling av borbok 025965 Borleders kommentar (kun orienterende)</b>
		<b>Borplan tegning nr. 121805-x</b>
<b>1</b>	19,3 m Tot	0,0 m – 3,9 m: Sand og leire 3,9 m – 6,4 m: Grus og leire 6,4 m – 19,3 m: Faste masser, leire med grus 19,3 m: Boring avsluttet i faste masser (fjell ikke påtruffet)
	CPTU	0,0 m – 1,0 m: Forboring 1,0 m – 7,3 m: cptu sondering 7,3 m: Sondering avsluttet (stopp)
	Uforstyrret prøvetaking	Ikke utført
<b>2</b>	17,2 m Drt	0,0 m – 3,2 m: Sandig, bløt leire 2,7 m – 17,2 m: Leire med grus 17,2 m: Stopp i fastere, grusige masser (fjell ikke påtruffet)
<b>3</b>	Boring utsatt	I / ved spor
<b>4</b>	20,1 m Drt	0,0 m – 3,2 m: Jord, sand og leire 3,2 m – 4,6 m: Sand 4,6 m – 20,1 m: Leire 20, 1 m: Stopp i antatt leire (fjell ikke påtruffet)
<b>5</b>	Boring utsatt	I / ved spor
<b>6</b>	20,1 m Drt	0,0 m – 3,8 m: Matjord, silt og sand 3,8 m – 20,1 m: Siltig leire 20,1 m: Stopp i antatt leire (fjell ikke påtruffet)
	Uforstyrret prøvetaking	0,0 m – 7,0 m: Skovling 7,2 m – 8,0 m: Fast leire (sylinder Y80) 8,2 m – 9,0 m: Bløt leire (sylinder T125) 9,2 m – 10,0 m: Bløt leire, mulig kikk (sylinder T624) 10,2 m – 11,0 m: Bløt leire (sylinder 10) 11,2 m – 12,0 m: Leire (sylinder IV) 15,2 m – 16,0 m: Tom sylindere

<b>Borhull nr.</b>	<b>Boret dybde i løsmasser + boret dybde i antatt fjell</b>	<b>Sammenstilling av borbok 025965 Borleders kommentar (kun orienterende)</b>
		<b>Borplan tegning nr. 121805-x</b>
<b>7</b>	Boring utsatt	I / ved spor
<b>8</b>	20,2 m Drt	0,0 m – 5,3 m: Matjord, leire, sandig silt 5,3 m – 20,2 m: Siltig leire 20,2 m: Stopp i antatt leire (fjell ikke påtruffet)
<b>9</b>	Boring utsatt	I / ved spor
<b>10</b>	20,1 m Drt	0,0 m – 2,9 m: Jord, sand og leire 2,9 m – 20,1 m: Leire (noe siltig) 20,1 m: Stopp i antatt leire (fjell ikke påtruffet)
<b>11</b>	14,4 m Drt	0,0 m – 1,8 m: Matjord og sandig leire 1,8 m – 14,4 m: Leire 14,4 m: Stopp i antatt leire (fjell ikke påtruffet)
	CPTU	0,0 m – 2,0 m: Forboring 2,0 m – 10,5 m: cptu sondering 10,5 m: Sondering avsluttet (stopp)
	Uforstyrret prøvetaking	0,0 m – 6,0 m: Skovlet Sylinder 28Y: 6,2 m – 7,0 m: Fast leire Sylinder E20: 7,2 m – 8,0 m: Leire Sylinder V48: 8,2 m – 9,0 m: Leire
	vb	Avsluttet 14,5 m UT

<b>Borhull nr.</b>	<b>Boret dybde i løsmasser + boret dybde i antatt fjell</b>	<b>Sammenstilling av borbok 025965 Borleders kommentar (kun orienterende)</b>
		<b>Borplan tegning nr. 121805-x</b>
<b>12</b>	20,0m Tot	0,0 – 2,2 m: Fyllmasser, sand og grus 2,2 m – 5,8 m: Sandig leire 5,8 m – 20,0 m: Fast leire 20,0 m: Stopp i antatt leire (fjell ikke påtruffet)
	CPTU (12-2)	0,0 m – 3,0 m: Forboring 3,0 m – 9,4 m: cptu sondering 9,4 m: Sondering avsluttet (stopp)
<b>13</b>	35,0 m Tot	0,0 m – 1,7 m: Asfalt, stein og fyllmasser 1,7 m – 6,6 m: Sand, silt og leire 6,6 m – 35,0 m: Leire som blir gradvis fastere 35,0 m: Stopp i antatt leire (fjell ikke påtruffet)
	CPTU (13-2)	0,0 m – 2,0 m: Forboring 2,0 m – 12,1 m: cptu sondering 12,1 m: Sondering avsluttet (stopp)
	vb	Avsluttet på 16,0 m UT
	Uforstyrret prøvetaking	0,0 m – 3,0 m: Skovlet 3,0 m – 3,8 m: Tom sylinder 4,0 m – 4,8 m: Leire, siltig (K51) 5,0 m – 5,8 m: Leire, siltig (9) 12,0 m – 12,8 m: Leire, siltig (768) 13,0 m – 13,8 m: Leire (C-12) 14,0 m – 14,8 m: Leire (A9051)
<b>14</b>	20,2 m Drt	0,0 m – 1,0 m: Matjord og sand 1,0 m – 20,2 m: Leire 20, 2 m: Stopp i antatt leire (fjell ikke påtruffet)

<b>Borhull nr.</b>	<b>Boret dybde i løsmasser + boret dybde i antatt fjell</b>	<b>Sammenstilling av borbok 025965 Borleders kommentar (kun orienterende)</b>
		<b>Borplan tegning nr. 121805-x</b>
<b>15</b>	Boring utsatt	I / ved spor
<b>16</b>	20,0 m Drt	0,0 m – 1,8 m: Matjord og sand 1,8 m – 20,0 m: Siltig leire 20,0 m: Stopp i antatt leire (fjell ikke påtruffet)
	CPTU	0,0 m – 2,0 m: Forboring 2,0 m – 15,5 m: cptu sondering 15,5 m: Sondering avsluttet (stopp)
	Uforstyrret prøvetaking	0,0 m – 7,0 m: Skovlet Sylinder 3: 7,2 m – 8,0 m: Bløt leire Sylinder 137: 8,2 m – 9,0 m: Bløt leire Sylinder 3003: 9,2 m – 10,0 m: Leire, mulig kvikk Sylinder 838: 10,2 m – 11,0 m: Leire, mulig kvikk Sylinder Z74: 11,2 m – 12,0 m: Leire, mulig kvikk Sylinder 603: 15,2 m – 16,0 m: Leire, mulig kvikk
	vb	Avsluttet 16,5 m UT
<b>17</b>	Boring utsatt	I / ved spor
<b>18</b>	Boring utsatt	I / ved spor

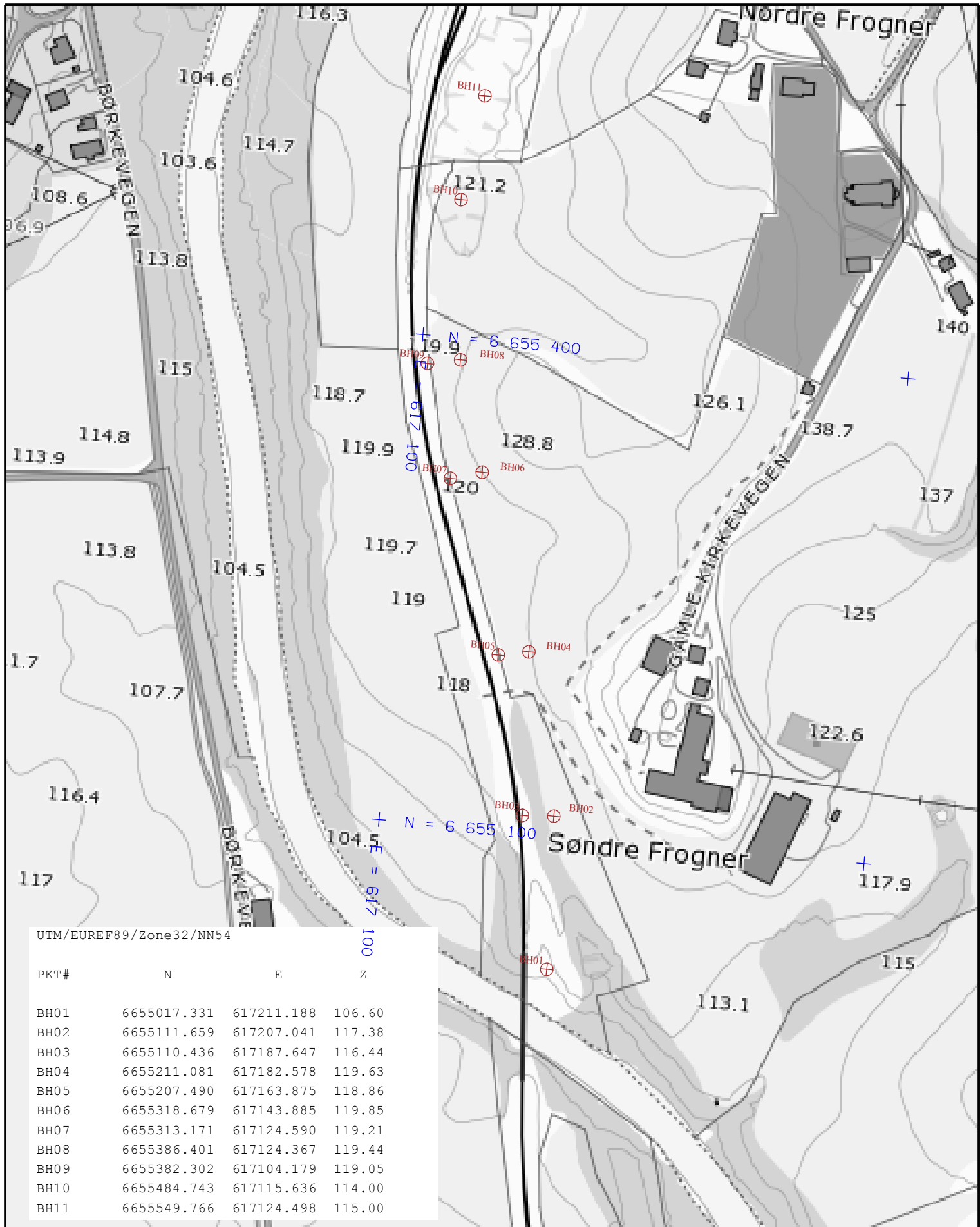
<b>Borhull nr.</b>	<b>Boret dybde i løsmasser + boret dybde i antatt fjell</b>	<b>Sammenstilling av borbok 025965 Borleders kommentar (kun orienterende)</b>
		<b>Borplan tegning nr. 121805-x</b>
<b>19</b>	20,2 m Drt	0,0 m – 0,3 m: Matjord 0,3 m – 4,2 m: Bløt leire 4,2 m – 10,3 m: Sandig leire 10,3 m – 20,2 m: Leire 20,2 m: Stopp i antatt leire (fjell ikke påtruffet)
	CPTU	0,0 m – 1,5 m: Forboring 1,5 m – 16,0 m: cptu sondering 16,0 m: Sondering avsluttet (stopp)
	CPTU (19-2)	0,0 m – 4,5 m: Forboring 4,5 m – 10,0 m: cptu sondering 10,0 m: Sondering avsluttet (stopp)
	Uforstyrret prøvetaking	0,0 m – 1,0 m (pose): Skovlet 1,0 m – 2,0 m (pose): Skovlet Sylinder 4: 2,2 m – 3,0 m: Sand Sylinder T312: 3,2 m – 4,0 m: Sand Sylinder H57: 7,2 m – 8,0 m: Fast leire Sylinder F6: 8,2 m – 9,0 m: Leire Sylinder 19: 15,2 m – 16,0 m: Bløt leire Sylinder F56: 17,2 m – 18,0 m: Leire, mulig kvikk
	vb	Avsluttet 18,5 m UT
<b>20</b>	20,2 m Drt	0,0 m – 6,4 m: Silt, bløt leire 6,4 m – 20,2 m: Leire 20,2 m: Stopp i antatt leire (fjell ikke påtruffet)
<b>21</b>	Boring utsatt	I / ved spor

<b>Borhull nr.</b>	<b>Boret dybde i løsmasser + boret dybde i antatt fjell</b>	<b>Sammenstilling av borbok 025965 Borleders kommentar (kun orienterende)</b>
		<b>Borplan tegning nr. 121805-x</b>
<b>22</b>	20,2 m Drt	0,0 m – 1,2 m: Matjord og tørrskorpeleire 1,2 m – 2,4 m: Sand og silt 2,4 m – 8,3 m: Sandig leire 8,3 m – 20,2 m: Leire 20,2 m: Stopp i antatt leire (fjell ikke påtruffet)
	CPTU	0,0 m – 1,5 m: Forboring 1,5 m – 14,0 m: cptu sondering 14,0 m: Sondering avsluttet (stopp)
	CPTU (22-2)	0,0 m – 4,0 m: Forboring 4,0 m – 5,7 m: cptu sondering 5,7 m: Sondering avsluttet (feil)
	Uforstyrret prøvetaking	0,0 m – 3,0 m: Skovlet Sylinder 1522: 3,2 m – 4,0 m: Leire, fast Sylinder B86: 4,2 m – 5,0 m: Silt, leire Sylinder A520: 9,2 m – 10,0 m: Leire Sylinder 291: 10,2 m – 11,0 m: Leire Sylinder 5: 15,2 m – 16,0 m: Leire Sylinder X440: 16,2 m – 17,0 m: Leire Sylinder C136: 17,2 m – 18,0 m: Leire
	vb	Avsluttet 19,5 m UT
<b>23</b>	20,2 m Drt	0,0 m – 1,2 m: Jord 1,2 m – 3,9 m: Sandig leire 3,9 m – 20,2 m: Leire, seig og noe fast 20,2 m: Stopp i antatt leire (fjell ikke påtruffet)
	CPTU	0,0 m – 1,5 m: Forboring 1,5 m – 7,7 m: cptu sondering 7,7 m: Sondering avsluttet (stopp)

<b>Borhull nr.</b>	<b>Boret dybde i løsmasser + boret dybde i antatt fjell</b>	<b>Sammenstilling av borbok 025965 Borleders kommentar (kun orienterende)</b>
		<b>Borplan tegning nr. 121805-x</b>
<b>24</b>	20,0 m Tot	0,0 m – 0,6 m: Matjord 0,6 m – 4,9 m: Bløt silt 4,9 m – 10,0 m: Siltig leire 10,0 m – 20,2 m: Mulig kvikk leire, bløt 20,2 m: Stopp i leire (fjell ikke påtruffet)
	CPTU	0,0 m – 1,5 m: Forboring 1,5 m – 15,1 m: cptu sondering 15,1 m: Sondering avsluttet (stopp)
	Uforstyrret prøvetaking	0,0 m – 5,0 m: Skovlet Sylinder U48: 5,2 m – 6,0 m: Leire Sylinder L19: 6,2 m – 7,0 m: Leire Sylinder C113: 7,2 m – 8,0 m: Leire Sylinder X14: 12,2 m – 13,0 m: Bløt leire Sylinder K1: 13,2 m – 14,0 m: Bløt leire Sylinder 11: 16,2 m – 17,0 m: Bløt leire
	vb	Avsluttet 19,5 m UT

<b>Borhull nr.</b>	<b>Boret dybde i løsmasser + boret dybde i antatt fjell</b>	<b>Sammenstilling av borbok 025965 Borleders kommentar (kun orienterende)</b>
		<b>Borplan tegning nr. 121805-x</b>
<b>25</b>	34,8 m Tot	0,0 m – 1,1 m: Matjord og tørrskorpeleire 1,1 m – 6,5 m: Leire, bløte masser 6,5 m – 34,8 m: Leire 34,8 m: Stopp i antatt leire (fjell ikke påtruffet)
	CPTU	0,0 m – 1,5 m: Forboring 1,5 m – 20,0 m: cptu sondering 20,0 m: Sondering avsluttet (stopp)
	Uforstyrret prøvetaking	0,0 m – 3,0 m: Skovlet Sylinder i94: 3,2 m – 4,0 m: Leire Sylinder T31: 4,2 m – 5,0 m: Noe bløt leire Sylinder H75: 8,2 m – 9,0 m: Noe bløt leire Sylinder 728: 9,2 m – 10,0 m: Noe bløt leire Sylinder tom: 14,2 m – 15,0 m: ----- Sylinder H112: 15,2 m – 16,0 m: Leire, mulig kvikk Sylinder F45: 18,2 m – 19,0 m: Leire, mulig kvikk Sylinder tom: 19,2 m – 20,0 m: -----
	vb	Avsluttet 15,5 m UT
<b>26</b>	20,1 m Drt	0,0 m – 2,1 m: Matjord, sand og leire 2,1 m – 20,1 m: Leire 20,1 m: Stopp i antatt leire (fjell ikke påtruffet)
	CPTU	0,0 m – 1,5 m: Forboring 1,5 m – 20,0 m: cptu sondering 20,0 m: Sondering avsluttet (stopp)

# Vedlegg 2



Multiconsult as

Fogner stasjon



Kjøllberggata 27  
0653 Oslo

Fax : 22 08 68 01  
Tel.: 22 08 68 00

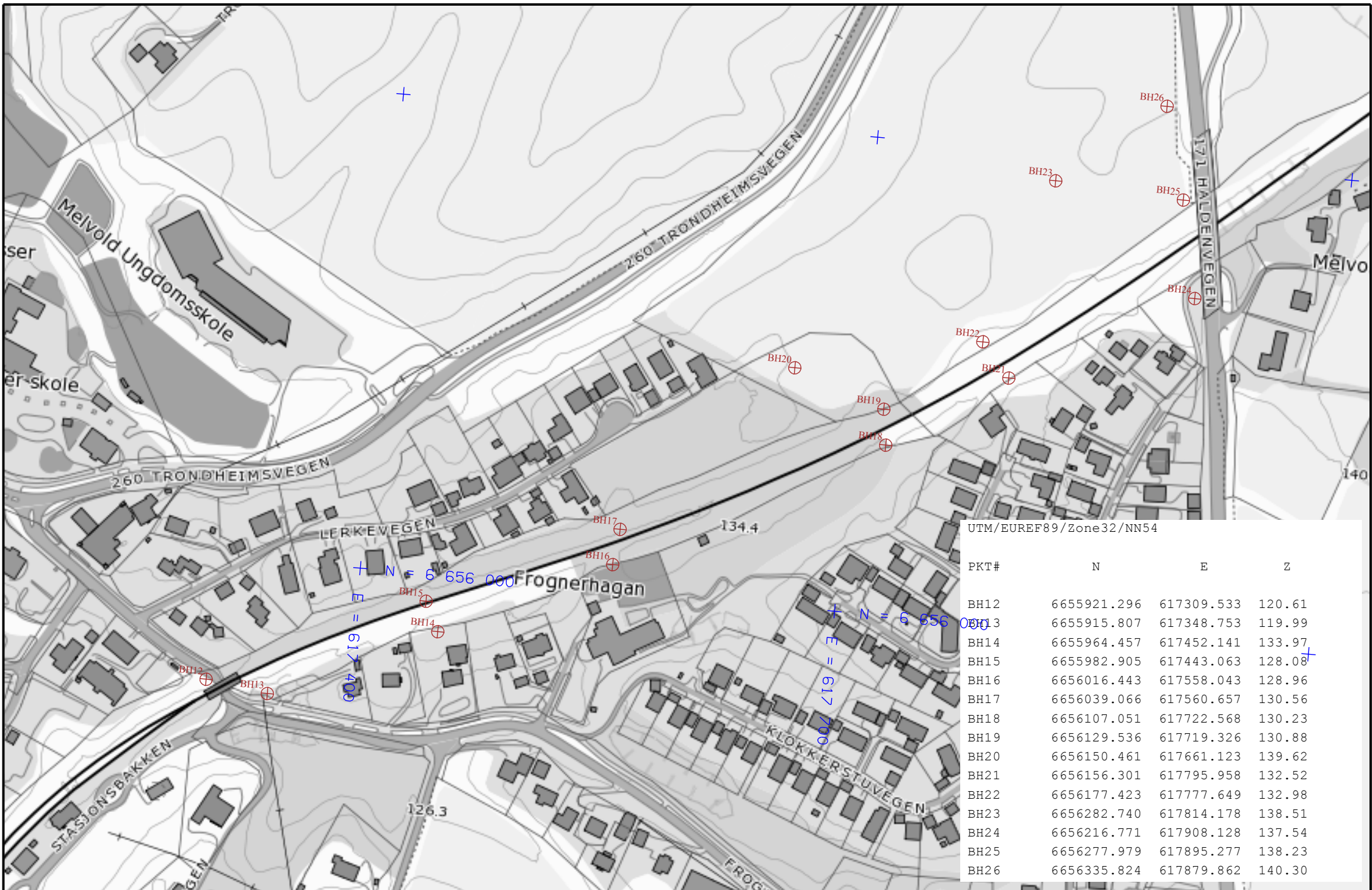
Borpunkter

1:3000

Dato: 30 April 2011

Sign: GR

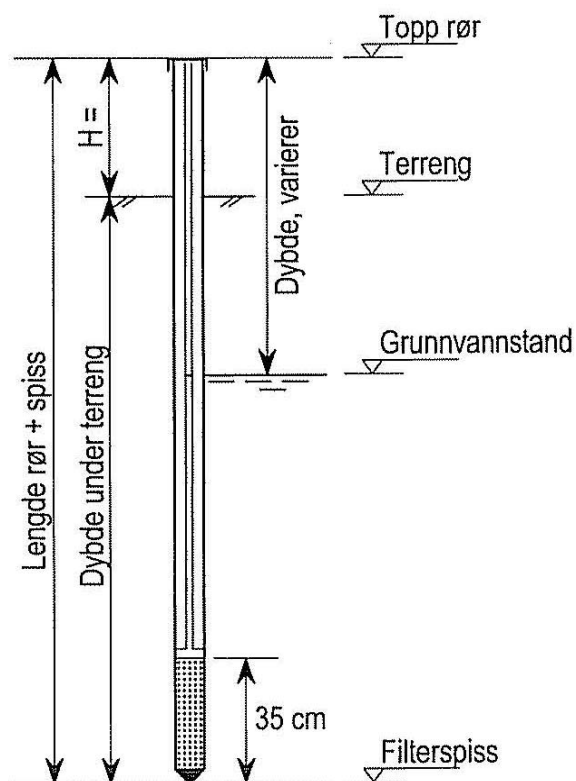
Tegn: Bor\_01\_3184



UTM/EUREF89/Zone32/NN54

PKT#	N	E	Z
BH12	6655921.296	617309.533	120.61
BH13	6655915.807	617348.753	119.99
BH14	6655964.457	617452.141	133.97
BH15	6655982.905	617443.063	128.08
BH16	6656016.443	617558.043	128.96
BH17	6656039.066	617560.657	130.56
BH18	6656107.051	617722.568	130.23
BH19	6656129.536	617719.326	130.88
BH20	6656150.461	617661.123	139.62
BH21	6656156.301	617795.958	132.52
BH22	6656177.423	617777.649	132.98
BH23	6656282.740	617814.178	138.51
BH24	6656216.771	617908.128	137.54
BH25	6656277.979	617895.277	138.23
BH26	6656335.824	617879.862	140.30

# Vedlegg 3

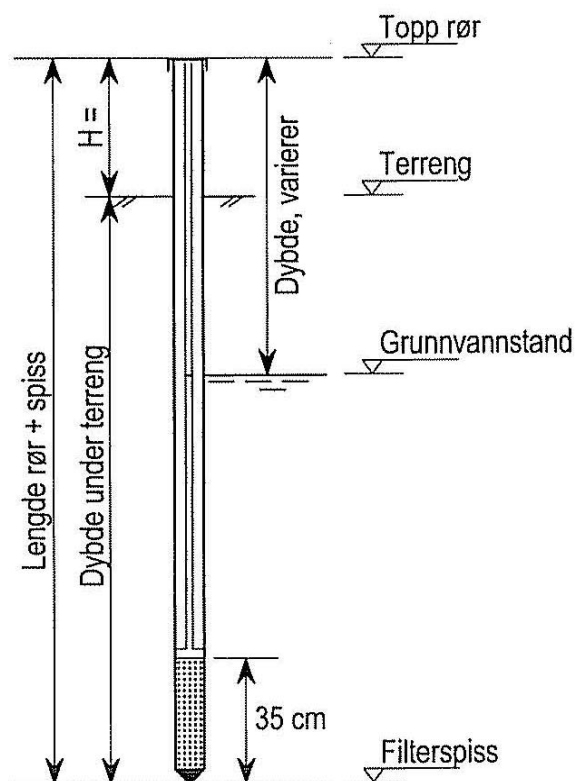


Terrenghøyde	106,6	Euref 89
Høyde rør over terreng	1,0	m
Topp rør	107,6	Euref 89
Lengde rør + spiss	6,3	m
Kote spiss	100,3	Euref 89

Målt dato	Dybde fra topp rør	Vannst. kote	Anmerkning
15.06.11	3,72 m		

Anmerkning: Installert 28.04.2011

PIEZOMETER, v/borhull 1		Original format A4	Fag Geoteknikk
		Tegningens filnavn	
ATKINS DK FROGNER STASJON		Målestokk	
		<b>MULTICONSULT</b> Avd. GEO Nedre Skøyen vei 2 - Pb. 265 Skøyen - 0213 Oslo Tlf. 21 58 50 00 - Fax: 21 58 50 01	
Dato 15. juni 2011	Kons/Tegnet CSF	Kontrollert CSF	Godkjent ET
Oppdrag nr. <b>121805</b>	Tegning nr. <b>VEDLEGG 3</b>	Rev.	

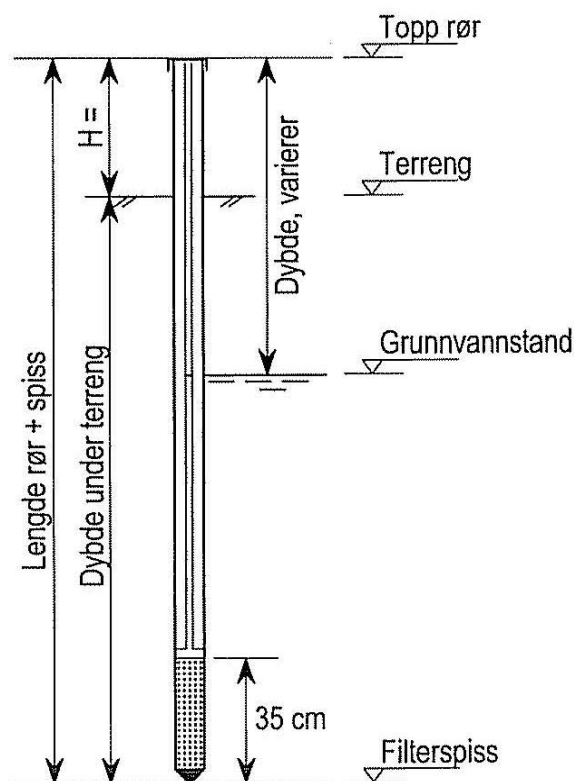


Terrenghøyde	120,6	Euref 89
Høyde rør over terreng	1,0	m
Topp rør	121,6	Euref 89
Lengde rør + spiss	6,3	m
Kote spiss	114,3	Euref 89

Målt dato	Dybde fra topp rør	Vannst. kote	Anmerkning
15.06.11	3,00 m		

Anmerkning: Installert 28.04.2011

PIEZOMETER, v/borhull 12		Original format A4	Fag Geoteknikk
		Tegningens filnavn	
ATKINS DK FROGNER STASJON		Målestokk	
		<b>MULTICONSULT</b> Avd. GEO Nedre Skøyen vei 2 - Pb. 265 Skøyen - 0213 Oslo Tlf. 21 58 50 00 - Fax: 21 58 50 01	
Dato 15. juni 2011	Kons/Tegnet CSF	Kontrollert CSF	Godkjent ET
Oppdrag nr. <b>121805</b>	Tegning nr. <b>VEDLEGG 3</b>	Rev.	

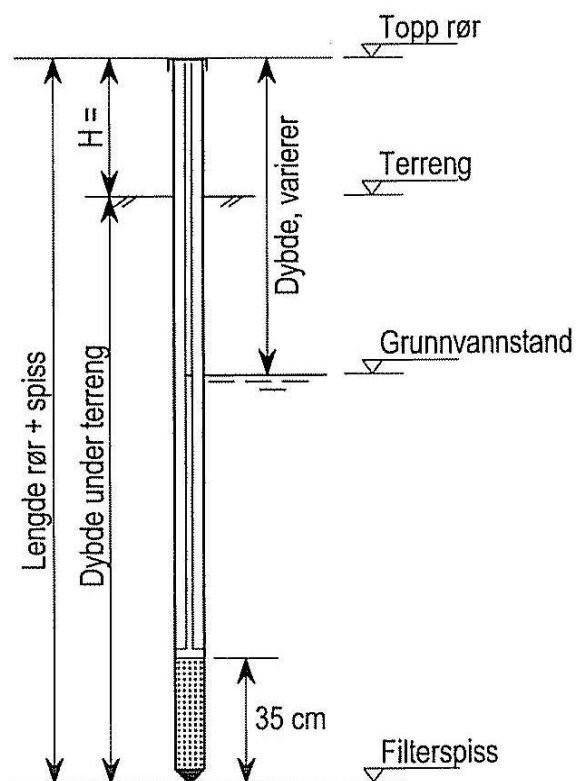


Terrenghøyde	115,0	Euref 89
Høyde rør over terreng	0,0	m
Topp rør	115,0	Euref 89
Lengde rør + spiss	5,3	m
Kote spiss	109,7	Euref 89

Målt dato	Dybde fra topp rør	Vannst. kote	Anmerkning
15.06.11	0,55 m		Montert gategutt

Anmerkning: Installert 12.05.2011

PIEZOMETER, v/borhull 13		Original format A4	Fag Geoteknikk
		Tegningens filnavn	
ATKINS DK FROGNER STASJON		Målestokk	
<b>MULTICONSULT</b> Avd. GEO Nedre Skøyen vei 2 - Pb. 265 Skøyen - 0213 Oslo Tlf. 21 58 50 00 - Fax: 21 58 50 01	Dato 15. juni 2011	Kons/Tegnet CSF	Kontrollert CSF
	Oppdrag nr. <b>121805</b>	Tegning nr. <b>VEDLEGG 3</b>	Godkjent ET Rev.

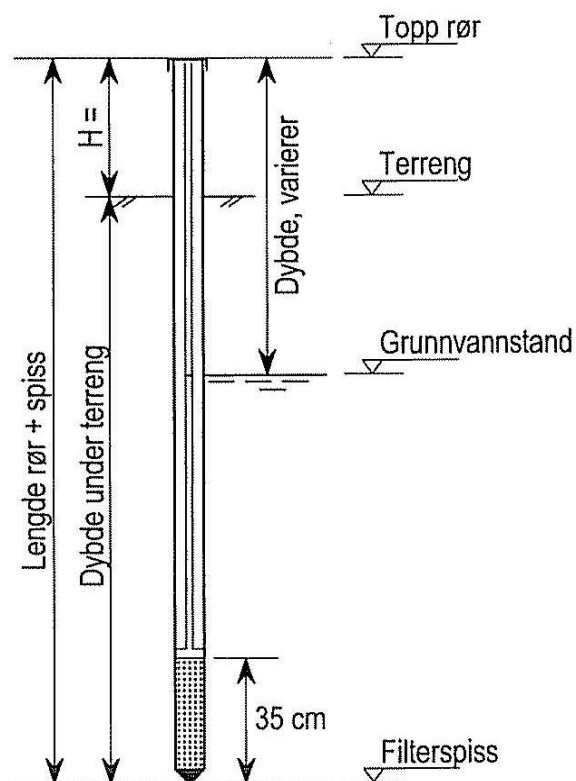


Terrenghøyde	132,4	Euref 89
Høyde rør over terreng	1,0	m
Topp rør	133,4	Euref 89
Lengde rør + spiss	6,3	m
Kote spiss	126,1	Euref 89

Målt dato	Dybde fra topp rør	Vannst. kote	Anmerkning
15.06.11	3,17 m		

Anmerkning: Installert 12.05.2011

PIEZOMETER, v/borhull 22		Original format A4	Fag Geoteknikk	
		Tegningens filnavn		
ATKINS DK FROGNER STASJON		Målestokk		
<b>MULTICONSULT</b> Avd. GEO Nedre Skøyen vei 2 - Pb. 265 Skøyen - 0213 Oslo Tlf. 21 58 50 00 - Fax: 21 58 50 01	Dato 15. juni 2011	Kons/Tegnet CSF	Kontrollert CSF	Godkjent ET
	Oppdrag nr. <b>121805</b>	Tegning nr. <b>VEDLEGG 3</b>	Rev.	



Terrenghøyde	138,2	Euref 89
Høyde rør over terreng	1,0	m
Topp rør	139,2	Euref 89
Lengde rør + spiss	6,3	m
Kote spiss	131,9	Euref 89

Målt dato	Dybde fra topp rør	Vannst. kote	Anmerkning
15.06.11	3,37 m		

Anmerkning: Installert 12.05.2011

PIEZOMETER, v/borhull 25		Original format A4	Fag Geoteknikk
		Tegningens filnavn	
ATKINS DK FROGNER STASJON		Målestokk	
		<b>MULTICONSULT</b> Avd. GEO Nedre Skøyen vei 2 - Pb. 265 Skøyen - 0213 Oslo Tlf. 21 58 50 00 - Fax: 21 58 50 01	
Dato 15. juni 2011	Kons/Tegnet CSF	Kontrollert CSF	Godkjent ET
Oppdrag nr. <b>121805</b>	Tegning nr. <b>VEDLEGG 3</b>	Rev.	

**Arkivreferanser:**

Fagområde:	Geoteknikk		
Stikkord:	Dreietrykksondering, totalsondering		
Land/Fylke:	Akershus	Kartblad:	
Kommune:	Frogner	UTM koordinater, Sone:	32 V
Sted:	Frogner	Øst: 6172	Nord: 66558

**Distribusjon:**

- Begrenset (Spesifisert av Oppdragsgiver)  
 Intern  
 Fri

**Dokumentkontroll:**

		Dokument		Revisjon 1		Revisjon 2		Revisjon 3	
		Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign
Forutsetninger	Utarbeidet	15/7-11	CSF						
	Kontrollert	"	JAF						
Grunnlagsdata	Utarbeidet	"	CSF						
	Kontrollert	"	JAF						
Teknisk innhold	Utarbeidet	"	CSF						
	Kontrollert	"	JAF						
Format	Utarbeidet	"	CSF						
	Kontrollert	"	JAF						
Anmerkninger									
Godkjent for utsendelse (Oppdragsansvarlig)				Dato: 15/7.11		Sign.: JAF			

# Rapport

Oppdragsgiver: **Atkins Danmark AS**

Oppdrag: **Frogner stasjon  
Grunnundersøkelse**

Emne: **Datarapport  
Korngradering**

Dato: **20. juli 2011**

Rev. - Dato

Oppdrag- /  
Rapportnr. **121805 - 2**

Oppdragsleder: **Charlotte S. Fürst**

Sign.:

Saksbehandler: **Charlotte S. Fürst**

Sign.:



Kontaktperson  
hos Oppdragsgiver: **Lasse Wihlborg Parkov**

Sammendrag:

Rapporten sammenstiller resultat av korngraderingsanalysene for Frogner stasjon.

## Innholdsfortegnelse

1. Innledning .....	3
2. Tegninger – korngradering.....	3

## Tegninger

4000-1d og 2d	Geoteknisk bilag
121805-0	Oversiktskart
121805 -60 tom. -67	Korngradering

## 1. Innledning

Multiconsult AS er engasjert av Atkins Danmark AS på vegne av Jernbaneverket til å utføre grunnundersøkelser på Frogner stasjon. Undersøkelsene er utført for geotekniske problemstillinger knyttet til utbygging og flytting av stasjonsområdet med bl.a. utbygging av dobbeltspor til begge sider av ca. 350 m avviksspor, etablering av ny stasjon lenger nord, etablering av ny parkeringsplass samt bygging av bro over Frognerveien.

Vår kontaktperson for oppdraget hos Atkins er Lasse Wihlborg Parkov. Oppdragsgivers geotekniske rådgiver er Atkins DK ved Meesha Sadaful.

Foreliggende rapport presenterer gjenværende korngraderingsanalyser fra laboratoriet. Hoveddelen av grunnundersøkelsen er tidligere oversendt i rapport 121805-1.

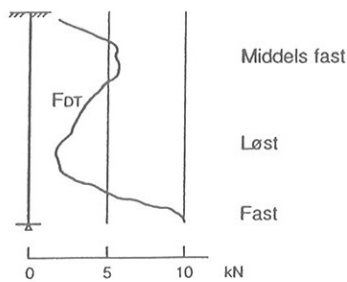
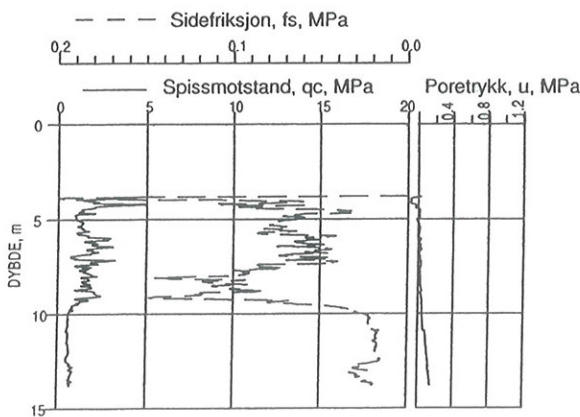
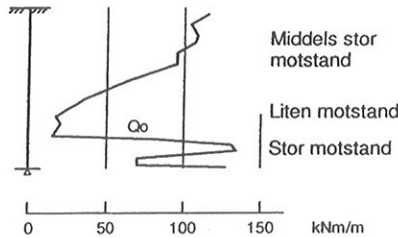
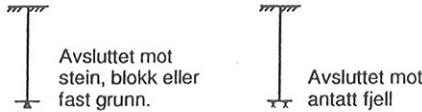
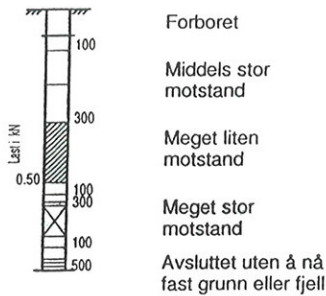
## 2. Tegninger – korngradering

Korngradering er utført på følgende prøver:

Prøve 6, 11, 13, 16, 19, 22, 24 og 25.

Tegninger med nærmere beskrivelse av jordartens betegnelse er vist i tegning nr 121805-60 til -67.

For nærmere beskrivelse av undersøkelsesmetoder og opptegning vises det til våre geotekniske bilag, tegning nr. 4000 -1d og -2d.



### DREIESONDERING

Utføres med skjøtbare borstenger (22mm) med 30 mm skruespiss. Boret dreies med hånd- eller motorkraft under 1kN vertikallast. Nedsynkning registreres.

Bormotstanden illustreres med tverrstrek i den dybde spissen nådde for hver 100 halve omdreining. Skravur angir synkning uten dreining, påført vertikallast under synk angis på venstre side av borhullet. Kryss angir at boret ble slått ned.

### ENKEL SONDERING

Borstål slås med slegge eller bormaskin eller spyles til fast grunn (eller antatt fjell).

### RAMSONDERING

Utføres med skjøtbare borstenger (32 mm) med 38 mm spiss (6-kantet). Boret rammes med en rammeenergi på opptil 0.5 kNm. Antall slag for hver 0.5 m registreres.

Bormotstanden illustreres ved angivelse av rammearbeidet (Qo) pr. m neddriving.

$$Q_o = (\text{Loddets tyngde} \times \text{fallhøyde}) / (\text{Synk pr. slag}) \text{ [kNm/m]}$$

### TRYKKSONDERING (CPT - CPTU)

Utføres ved at en sylindrisk sonde med kon spiss presses ned i grunnen med konstant hastighet 20 mm/s. Under nedpressingen måles kraften (qc) mot den koniske spissen og sidefriksjonen (fs) mot friksjonshylsen på den sylindriske delen (CPT). I tillegg kan poretrykket (u) måles på en eller flere steder langs sondens overflate (CPTU).

Målingene registreres kontinuerlig vha. en elektronisk datalogger og gir detaljert informasjon om grunnforholdene.

Resultatene kan benyttes til å bedømme lagdelinger, jordart, lagringsbetingelser og jordartens mekaniske egenskaper (styrkeegenskaper og deformasjons- og konsoliderings-egenskaper).

### DREIETRYKKSONDERING

Utføres med skjøtbare borstenger (36 mm) med utvidet sonderspiss. Borstangen presses ned med konstant hastighet 3 m/min. og konstant dreiehastighet 25 omdr./min.

Nedpressingskraften FDT registreres automatisk og angis i kN.

### FJELLKONTROLLBORING

Utføres med skjøtbare stenger (45 mm) og med 57 mm borkrone. Det benyttes hydraulisk slagborhammer med vannspyling. Boring gjennom ulike lag (leire, grus) kan registreres, likeså gjennom større steiner.

For registrering av fjell bores flere meter i fjell. Evt. med registrering av borsynk (cm/min).

## GEOTEKNISK BILAG

### BORMETODER OG OPPTEGNING AV RESULTATER



**MULTICONSULT AS**

Dato 15.12.1999

Konstr./Tegnet ABe

Kontrollert JAT

Godkjent O. B.

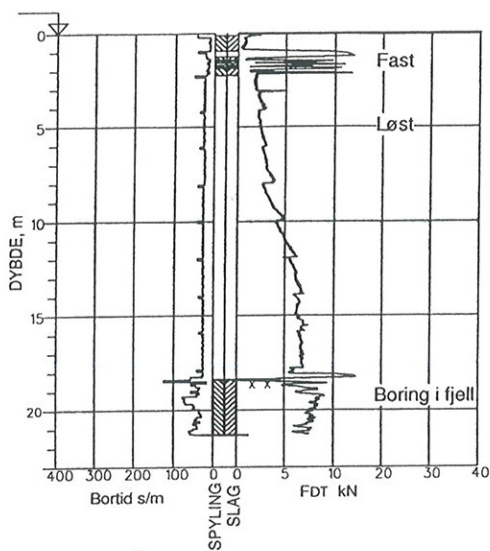
Oppdragsnr. 4000

Tegningsnr.

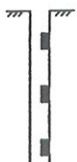
1

Rev.

D

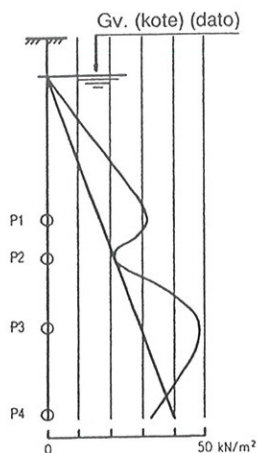
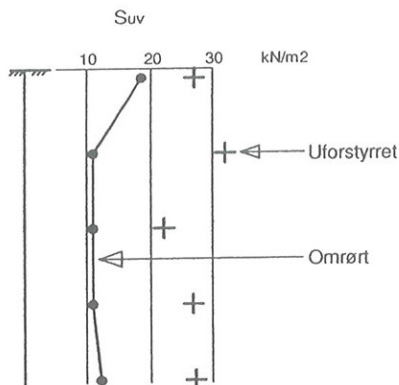


Kjerneboring i fjell



Opptegning i profiler

Resultater av laboratorieundersøkelser vises på egne ark



### Ⓣ TOTALSONDERING

Kombinerer dreietrykksondering og fjellkontrollboring. Det benyttes 45 mm skjøtbare borstenger og 57 mm borkrone.

Under nedboring i bløte lag fungerer utstyret som sonderbor (dreietrykksondering) og borstangen trykkes ned i bakken med konstant hastighet 3 m/min. og konstant dreiehastighet 25 omdr./min. Når det påtreffes faste lag, økes først rotasjonshastigheten. Gir ikke dette borsynk går en over til fjellkontrollboring ved at spyling og slag kobles inn. For registrering av fjell kan det bores flere meter i fjell.

Nedpressingskraften registreres kontinuerlig og vises på diagrammets høyre side, mens og bortid vises på venstre side.



### KJERNEBORING

Utføres med borstenger med et ca. 3 m langt kjerneør med diamantkone nederst. Når kjerneøret er fullt heises borstrengen opp og kjernen tas ut for merking og senere klassifisering eller prøving.

Det kan benyttes bor av ulike typer og diametre, og det er mulig å ta kjerner som er orientert i forhold til fjellstrukturen.



### MASKINSKOVLING

Utføres med hul borstang påsveisert en spiral (auger). Med borrhjelp kan det skovles til 5 - 20 m avhengig av massenes art og fasthet og av grunnvannstanden. Det kan tas forstyrrede prøver fra forskjellige dyp.

Skovling kan også utføres med enklere utstyr (skovlbor).



### PRØVETAKING

Den mest brukte prøvetaker er en tynnvegget stål- eller plast-sylinder (60 - 90 cm lang, 54 mm diameter) med innvendig stempel. I ønsket dybde blir sylindere presset ned uten at stemplet følger med. Jordprøven som dermed skjæres ut heises opp med borstrengen til overflaten hvor den forsegles for forsendelse til laboratoriet.

Avhengig av grunnforholdene benyttes andre typer prøvetakere.



### VINGEBORING

Utføres ved at et vingekor (normalt 65x130 mm) presses ned i jorden (leiren) og dreies rundt samtidig som dreiemomentet blir målt. Udrenert skjærstyrke (Suv kN/m<sup>2</sup>) beregnes ut fra dreiemoment ved brudd.

Målingen gjøres 2 ganger i hver dybde, annen gang etter omrøring.



### MÅLING AV GRUNNVANNSTAND OG PORETRYKK

Utføres med et standrør med filterspiss eller med hydraulisk eller elektrisk piezometer. Hvilket utstyr som er egnet avhenger av både grunnforhold og formålet med målingene.

Filteret eller piezometerspissen trykkes ved hjelp av rør til ønsket dybde. Poretrykket registreres som vannets stighøyde i røret, i en tynn plastslange eller ved elektriske signaler.

## MINERALSKE JORDARTER

klassifiseres på grunnlag av korngraderingen. Betegnelsen på de enkelte fraksjoner er:

Fraksjon	Leire	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørrelse mm	< 0.002	0.002-0.06	0.06-2	2-60	60-600	>600

En jordart kan inneholde en eller flere kornfraksjoner og betegnes med substantiv for den fraksjon som har størst betydning for dens egenskaper og med adjektiv for medvirkende fraksjoner (eksempel: siltig og sandig leire).

Morene er en usortert istidsavsetning som kan inneholde alle fraksjoner fra leire til blokk. Den største fraksjonen angis først i beskrivelsen (eksempel: grusig morene, moreneleire).

## ORGANISKE JORDARTER

klassifiseres på grunnlag av jordartens opprinnelse og omdanningsgrad. De viktigste typer er:

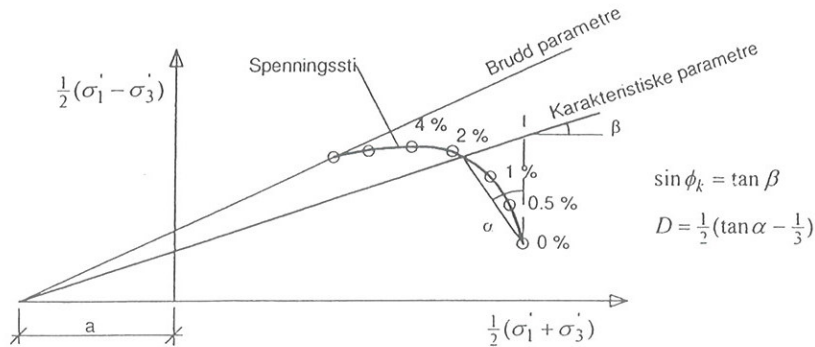
Torv	Myrplanter, mindre eller mere omdannet (fibertorv, mellomtorv, svarttorv).
Gytje, dy	Omdannede, vannavsatte plante- og dyrerester
Mold	Organisk materiale med løs struktur
Matjord	Det øvre, moldholdige jordlag

## SKJÆRSTYRKE

Skjærstyrken på et plan gjennom jord avhenger av effektiv normalspenning på planet (totalspenning  $\div$  poretrykk) og av jordens skjærstyrkeparametre ( $a$ ,  $\phi$ ,  $D$ , eller  $S_{Ua}$ ,  $S_{Ud}$ ,  $S_{Up}$ )

### Effektivspenningsanalyse: Skjærstyrkeparametre ( $a$ , $\phi$ og $D$ )

Disse bestemmes ved treaksiale trykkforsøk på representative prøver. Forsøksresultatene fremstilles som "spenningstier", dvs. diagrammer som viser utviklingen av hovedspenningene eller av spenningene på et bestemt plan (f.eks. bruddplanet) med prosentvis aksial tøyning avmerket på spenningsstien. På dette og annet grunnlag fastsettes karakteristiske parametre for det aktuelle problem.



### Totalspenningsanalyse: Udrenert skjærstyrke ( $S_u$ [ $kN/m^2$ ])

gjelder ved raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk og bestemmes i laboratoriet ved enkle trykkforsøk ( $S_{U1}$ ), konusforsøk ( $S_{Uk}$ ), udrenerte treaksialforsøk ( $S_{Ua}$ ,  $S_{Up}$ ), direkte skjærforsøk ( $S_{Ud}$ ) eller ved in-situ målinger (vingeboringer, trykksonderinger (CPTU))

### SENSITIVITET ( $S$ )

er forholdet mellom en leires udrenerte skjærstyrke i uforstyrret og i omrørt tilstand, bestemt ved konus- eller vingeforsøk. Leire som blir flytende ved omrøring betegnes kvikkleire.

### VANNINNHOLD ( $W$ %)

angir massen av vann i % av massen av fast stoff i prøven og bestemmes ved tørking ved  $110^{\circ}C$ .

## GEOTEKNISK BILAG GEOTEKNISKE DEFINISJONER, LABORATORIEDATA



MULTICONSULT AS

Dato 15.12.1999

Konstr./Tegnet ABe

Kontrollert JAF

Godkjent 0.13c

Oppdragsnr. 4000

Tegningsnr.

2

Rev. D

**FLYTEGRENSE** ( $W_L$  %)  
**PLASTISITETSGRENSE** ( $W_p$  %)  
**PLASTISITETSINDEKS** ( $i_p$  %) ( $i_p = W_L - W_p$ )

(Atterbergs grenser) angir det vanninnhold hvor en omrørt leire går over fra plastisk til flytende konsistens, henholdsvis fra plastisk til smidrende konsistens.

**PORØSITET** ( $n$  %)

er volumet av porene i % av totalvolumet av prøven.

**PORETALL** ( $e$ )

er volum av porer delt på volum av fast stoff:  $e = \frac{\text{volum av porer}}{\text{volum av fast stoff}}$ , eller som  $e = \frac{n}{100 - n}$  hvor  $n$  (porøsitet) gis i %

**KORNDENSITET** ( $\rho_s$  g/cm<sup>3</sup>)

er massen av fast stoff pr. volumenhet av fast stoff.

**DENSITET** ( $\rho$  t/m<sup>3</sup>)

er massen av prøven pr. volumenhet.

**TØRR DENSITET** ( $\rho_D$  t/m<sup>3</sup>)

er massen av tørrstoff pr. volumenhet.

**SPESIFIKK TYNGDETETHET** ( $\gamma_s$  kN/m<sup>3</sup>)

er tyngden av fast stoff pr. volumenhet av fast stoff ( $\gamma_s = \rho_s \cdot g$  hvor  $g \approx 10$  m/s<sup>2</sup>)

**TYNGDETETHET** (romvekt) ( $\gamma$  kN/m<sup>3</sup>)

er tyngden av prøven pr. volumenhet ( $\gamma = \rho \cdot g = (1+w/100)(1-n/100) \cdot \gamma_s$ )

**TØRR TYNGDETETHET** (tørr romvekt) ( $\gamma_D$  kN/m<sup>3</sup>)

er tyngden av tørrstoff pr. volumenhet. ( $\gamma_D = \rho_D \cdot g = (1-n/100) \cdot \gamma_s$ )

## KOMPRIMERINGSEGENSKAPER

for en jordart undersøkes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Proctor-forsøk). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr densitet som funksjon av vanninnhold. Den maksimale tørre densitet som oppnås benyttes ved spesifisering av krav til utførelsen av komprimeringsarbeider.

**HUMUSINNHOLD** (ONa)

bestemmes ved en kolorimetrisk natronlutmetode og angir innholdet av humufiserte organiske bestanddeler i en relativ skala. Glødning og andre metoder kan også brukes.

## KOMPRESSIBILITET

Relasjonen spenning/deformasjon måles ved ødometerforsøk eller ødotreaksialforsøk i laboratoriet. Motstanden mot sammenpressing defineres ved modulen  $M = \text{spenningsendring/deformasjonsendring}$ . Måleresultatene uttrykkes ved en regnemodell med en parameter  $m$  (modultallet). 3 regnemodeller er tilstrekkelig for å representere normalt forekommende jordarter.

For overkonsolidert leire (OC) kan setningsmodulen uttrykkes enten som konstant verdi ( $M$ ), eller som spenningsavhengig med modultall,  $m_{OC}$  ( $M = m_{OC} \cdot \sigma'$ ).

For normalkonsolidert leire (NC) er modulen spenningsavhengig med modultall,  $m_{NC}$  ( $M = m_{NC} \cdot \sigma'$ ).

For friksjonsmasser uttrykkes spenningsmodulen ved hjelp av modultall  $m_s$  ( $M = p_a \cdot m_s \cdot \sqrt{\sigma'/p_a}$ ), hvor  $p_a$  er atmosfærisk trykk ( $p_a = 100$  kN/m<sup>2</sup>)

## KORNFORDELINGSANALYSE

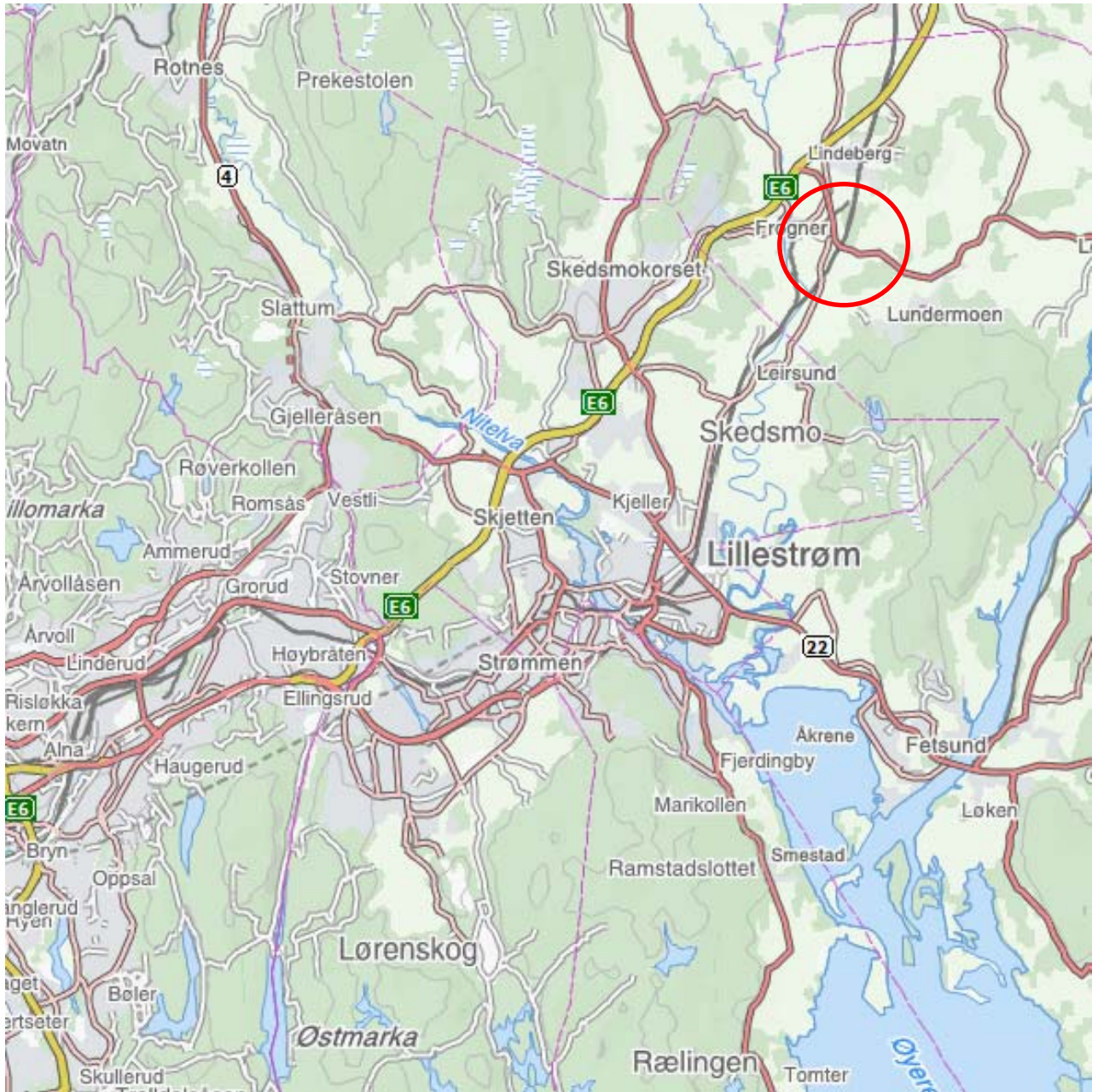
utføres ved sikting av fraksjonene større enn 0.125 mm. For de mindre partikler bestemmes den ekvivalente korn-diameter ved hydrometeranalyse. Materialet slemmes opp i vann, densiteten av suspensjonen måles med bestemte tidsintervaller og kornfordelingen kan dernest beregnes ut fra Stokes lov om partiklenes sedimentasjonshastighet.


## TELEFARLIGHET

bestemmes ut fra kornfordelingen eller ved å måle den kapillære stighøyde. Telefarligheten graderes i gruppene T1 (ikke telefarlig), T2 (lite telefarlig), T3 (middels telefarlig) og T4 (meget telefarlig).

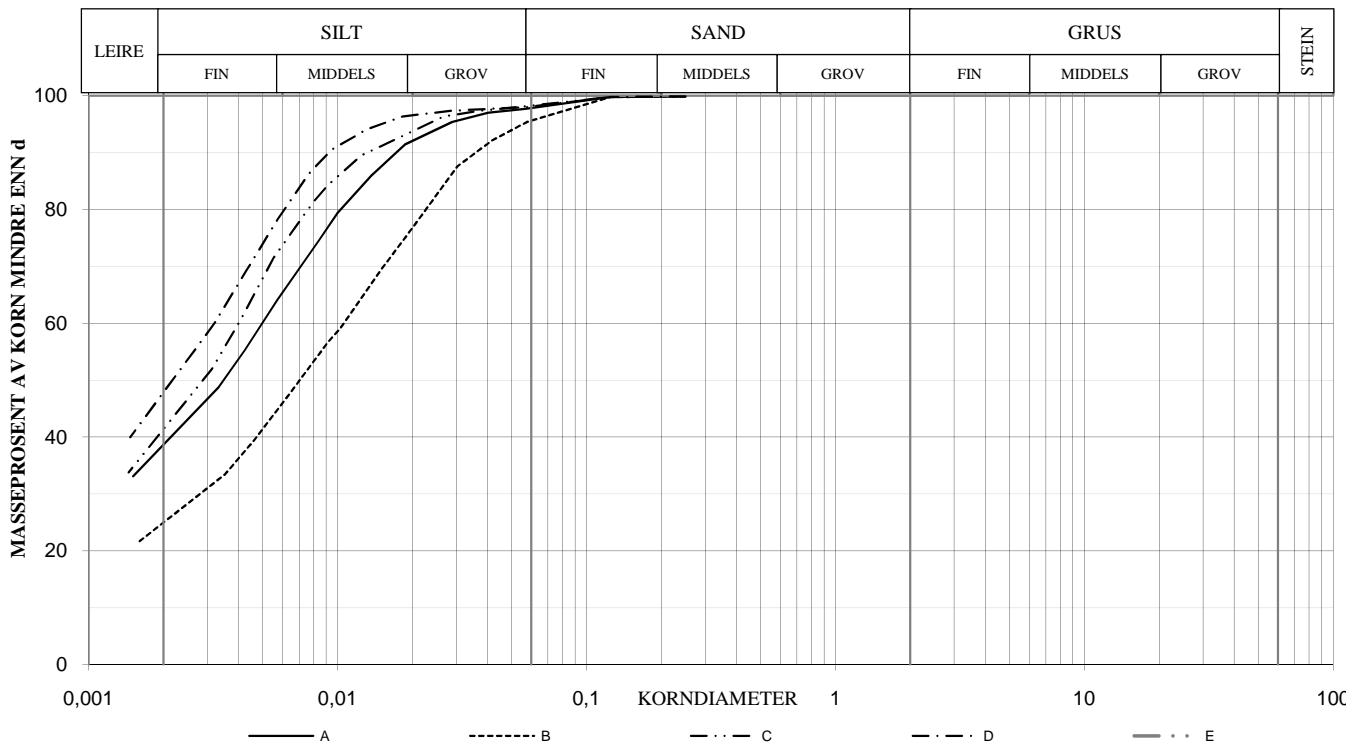
**PERMEABILITETEN** ( $k$  cm/s eller m/år)

bestemmer den vannmengde  $q$  som vil strømme gjennom en jordart pr. tidsenhet under gitte betingelser (Betegnelsen "hydraulisk konduktivitet" benyttes også)  $q = k \cdot A \cdot i$  hvor  $A =$  bruttoareal normalt strømrretningen  $i =$  gradient i strømrretningen



<b>OVERSIKTSKART</b>	Original format A4	Fag Geoteknikk
	Tegningens filnavn 121805-1.doc	
ATKINS DANMARK FROGNER STASJON	Målestokk	
	<b>MULTICONSULT</b> Avd. GEO Nedre Skøyen vei 2 - Pb. 265 Skøyen - 0213 Oslo Tlf. 21 58 50 00 - Fax: 21 58 50 01	Dato 27. juni 2011
	Oppdrag nr. <b>121805</b>	Konstr./Tegnet CSF
		Tegning nr. <b>0</b>
		Kontrollert CSF
		Rev.

BOL	SERIE NR.	DYBDE (kote)	JORDARTS BETEGNELSE	ANMERKNINGER	METODE		
					TS	VS	HYD
A	PR.v/6	7,2-8,0	LEIRE		X	X	
B	PR.v/6	9,2-10	LEIRE, siltig		X	X	
C	PR.v/6	10,2-11	LEIRE		X	X	
D	PR.v/6	11,60	LEIRE		X	X	
E							



SYMBOL:

Ogl. = Glødetap (%)  
 Ona. = Humusinnhold (%)  
 Perm. = Permeabilitet (m/s)

$$C_z = \frac{D_{20}^2}{(D_{60})(D_{10})}$$

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

METODE:

TS = Tørr sikt  
 VS = Våt sikt  
 HYD = Hydrometer

SYM BOL	Tele klasse	W %	Su Kn/m <sup>2</sup>	Su r Kn/m <sup>2</sup>	Plastisitet		Glødetap Ogl%	< 0,02 mm %	< 0,063 mm %	D <sub>10</sub> mm	D <sub>30</sub> mm	D <sub>50</sub> mm	D <sub>60</sub> mm
					Wf	Wp							
A												0,0035	0,0050
B											0,0030	0,0071	0,0107
C												0,0029	0,0040
D												0,002	0,003
E													

## KORNGRADERING

ATKINS DK  
 FROGNER STASJON

Konstr./Tegnet  
 SK

Kontrollert

Godkjent

19.07.11

MULTICONSULT

**MULTICONSULT AS**

Nedre Skøyen vei 2 - Pb. 265 Skøyen - 0213 Oslo  
 Tlf. 21 58 50 00 - Fax: 21 58 50 01

OPPDRAK NR.

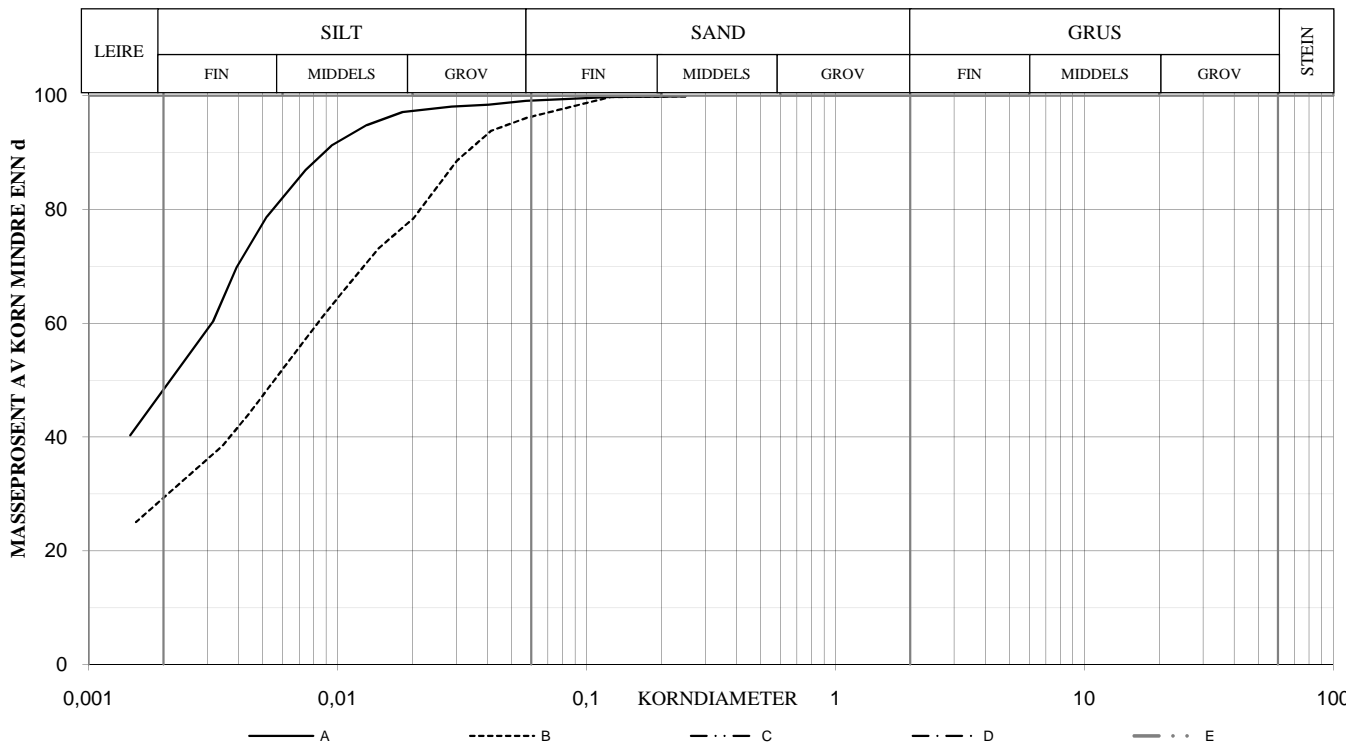
121805

TEGN.NR.

60

REV.

BOL	SERIE NR.	DYBDE (kote)	JORDARTS BETEGNELSE	ANMERKNINGER	METODE		
					TS	VS	HYD
A	PR.v/11	7,2-8,0	LEIRE		X	X	
B	PR.v/11	8,2-9,0	LEIRE, siltig		X	X	
C							
D							
E							



SYMBOL:

Ogl. = Glødetap (%)

Ona. = Humusinnhold (%)

Perm. = Permeabilitet (m/s)

$$C_z = \frac{D_{20}^2}{(D_{60})(D_{10})}$$

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

METODE:

TS = Tørr sikt

VS = Våt sikt

HYD = Hydrometer

SYM BOL	Tele klasse	W %	Su Kn/m2	Su r Kn/m2	Plastisitet		Glødetap Ogl%	< 0,02 mm %	< 0,063 mm %	D <sub>10</sub> mm	D <sub>30</sub> mm	D <sub>50</sub> mm	D <sub>60</sub> mm
					Wf	Wp							
A												0,0023	0,0031
B											0,0022	0,0056	0,0084
C													
D													
E													

## KORNGRADERING

ATKINS DK  
FROGNER STASJON

Konstr./Tegnet  
SK

Kontrollert

Godkjent

19.07.11

MULTICONSULT

**MULTICONSULT AS**

Nedre Skøyen vei 2 - Pb. 265 Skøyen - 0213 Oslo  
Tlf. 21 58 50 00 - Fax: 21 58 50 01

OPPDRAK NR.

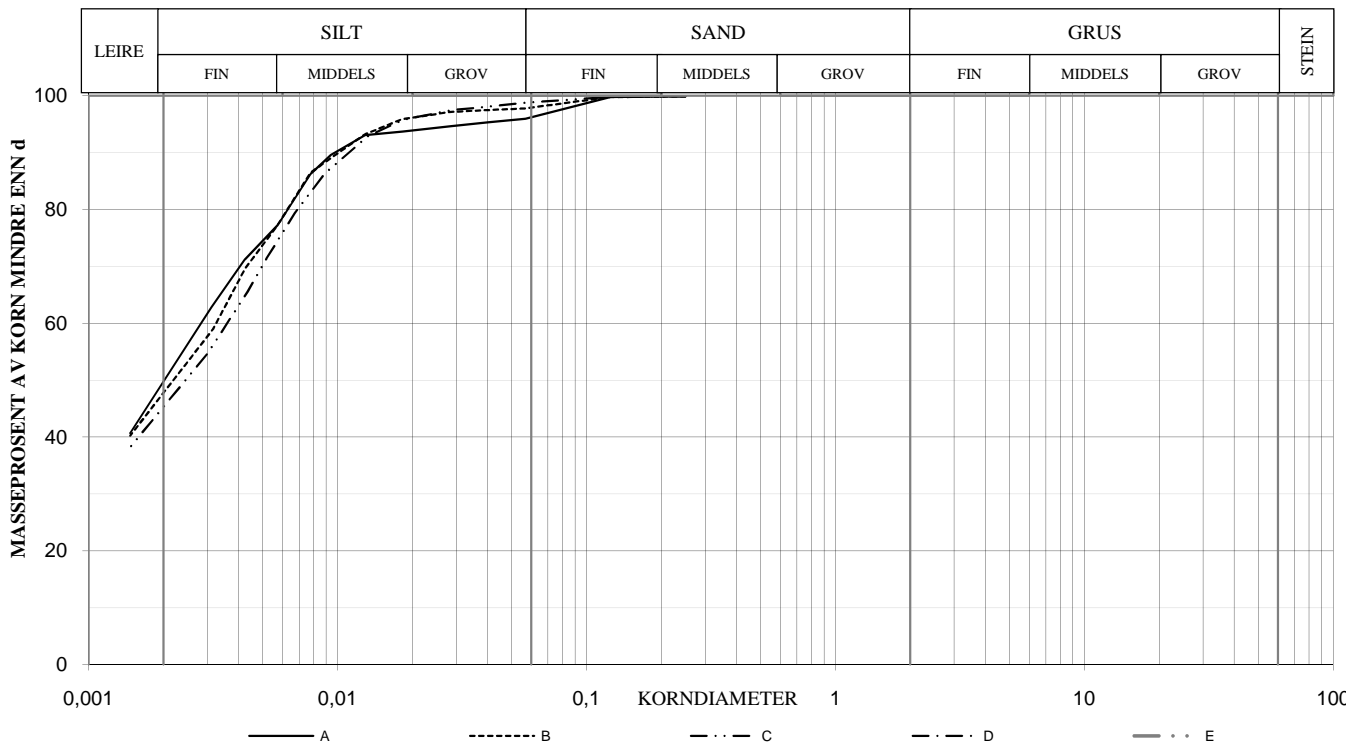
121805

TEGN.NR.

61

REV.

BOL	SERIE NR.	DYBDE (kote)	JORDARTS BETEGNELSE	ANMERKNINGER	METODE		
					TS	VS	HYD
A	PR.v/13	4,40	LEIRE		X	X	
B	PR.v/13	5,15	LEIRE		X	X	
C	PR.v/13	14,35	LEIRE		X	X	
D							
E							



SYMBOL:

Ogl. = Glødetap (%)

Ona. = Humusinnhold (%)

Perm. = Permeabilitet (m/s)

METODE:

TS = Tørr sikt

VS = Våt sikt

HYD = Hydrometer

$$C_z = \frac{D_{20}^2}{(D_{60})(D_{10})}$$

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

SYM BOL	Tele klasse	W %	Su Kn/m2	Su r Kn/m2	Plastisitet		Glødetap Ogl%	< 0,02 mm %	< 0,063 mm %	D <sub>10</sub> mm	D <sub>30</sub> mm	D <sub>50</sub> mm	D <sub>60</sub> mm
					Wf	Wp							
A												0,0022	0,0029
B												0,0023	0,0033
C												0,0026	0,0037
D													
E													

## KORNGRADERING

ATKINS DK  
FROGNER STASJON

Konstr./Tegnet  
SK

Kontrollert

Godkjent

19.07.11

MULTICONSULT

**MULTICONSULT AS**

Nedre Skøyen vei 2 - Pb. 265 Skøyen - 0213 Oslo  
Tlf. 21 58 50 00 - Fax: 21 58 50 01

OPPDRAK NR.

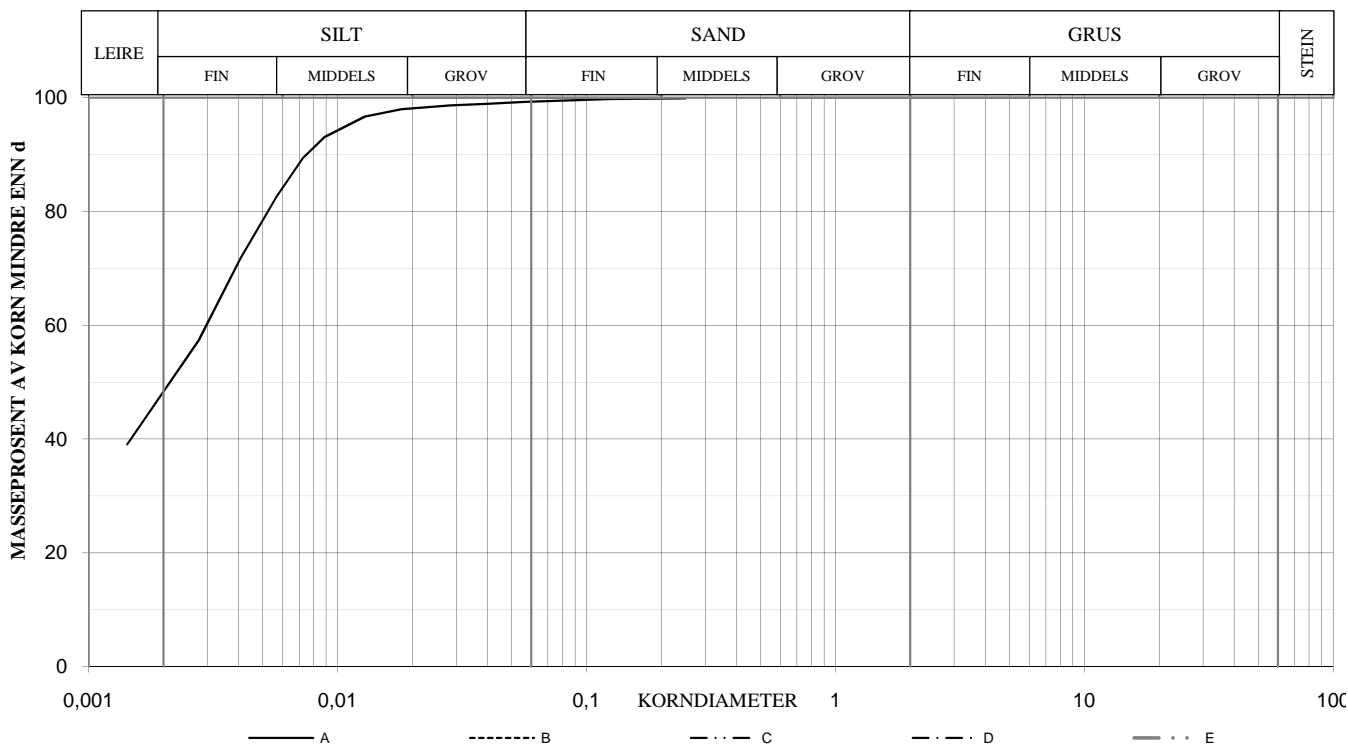
121805

TEGN.NR

62

REV.

BOL	SERIE NR.	DYBDE (kote)	JORDARTS BETEGNELSE	ANMERKNINGER	METODE		
					TS	VS	HYD
A	PR.v/16	11,2-12,0	LEIRE		X	X	
B							
C							
D							
E							



SYMBOL:

Ogl. = Glødetap (%)

Ona. = Humusinnhold (%)

Perm. = Permeabilitet (m/s)

METODE:

TS = Tørr sikt

VS = Våt sikt

HYD = Hydrometer

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

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

SYM BOL	Tele klasse	W %	Su Kn/m2	Su r Kn/m2	Plastisitet		Glødetap Ogl%	< 0,02 mm %	< 0,063 mm %	D <sub>10</sub> mm	D <sub>30</sub> mm	D <sub>50</sub> mm	D <sub>60</sub> mm
					Wf	Wp							
A												0,0022	0,0030
B													
C													
D													
E													

## KORNGRADERING

ATKINS DK  
FROGNER STASJON

Konstr./Tegnet  
SK

Kontrollert

20.07.11

Godkjent

MULTICONSULT

**MULTICONSULT AS**

Nedre Skøyen vei 2 - Pb. 265 Skøyen - 0213 Oslo  
Tlf. 21 58 50 00 - Fax: 21 58 50 01

OPPDRAK NR.

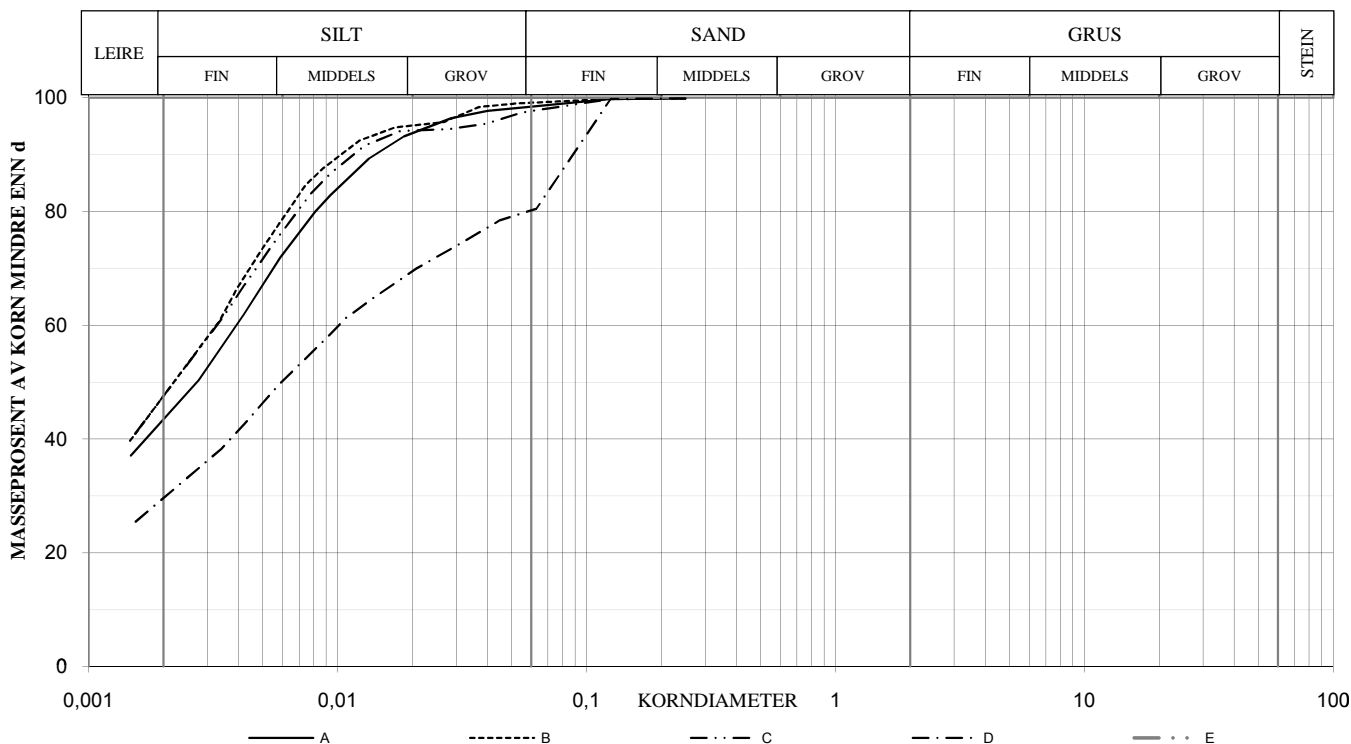
121805

TEGN.NR.

63

REV.

BOL	SERIE NR.	DYBDE (kote)	JORDARTS BETEGNELSE	ANMERKNINGER	METODE		
					TS	VS	HYD
A	PR.v/19	7,70	LEIRE		X	X	
B	PR.v/19	8,70	LEIRE		X	X	
C	PR.v/19	15,65	LEIRE		X	X	
D	PR.v/19	17,2-18	LEIRE, siltig		X	X	
E							



SYMBOL:

Ogl. = Glødetap (%)

Ona. = Humusinnhold (%)

Perm. = Permeabilitet (m/s)

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

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

METODE:

TS = Tørr sikt

VS = Våt sikt

HYD = Hydrometer

SYM BOL	Tele klasse	W %	Su Kn/m <sup>2</sup>	Su r Kn/m <sup>2</sup>	Plastisitet		Glødetap Ogl%	< 0,02 mm %	< 0,063 mm %	D <sub>10</sub> mm	D <sub>30</sub> mm	D <sub>50</sub> mm	D <sub>60</sub> mm
					Wf	Wp							
A												0,0027	0,0040
B												0,0024	0,0033
C												0,0024	0,0033
D											0,002	0,006	0,010
E													

## KORNGRADERING

ATKINS DK  
FROGNER STASJON

Konstr./Tegnet  
SK

Kontrollert

19.07.11

Godkjent

MULTICONSULT

**MULTICONSULT AS**

Nedre Skøyen vei 2 - Pb. 265 Skøyen - 0213 Oslo  
Tlf. 21 58 50 00 - Fax: 21 58 50 01

OPPDRAK NR.

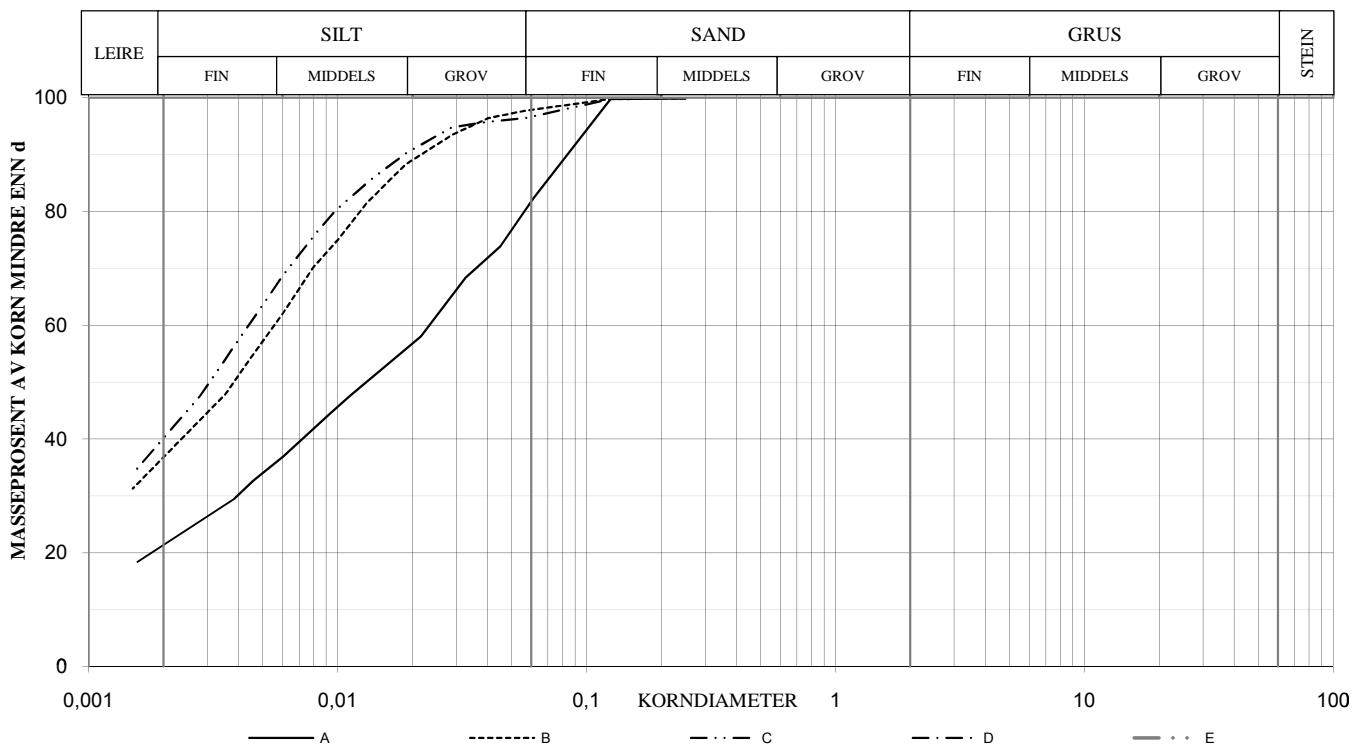
121805

TEGN.NR

64

REV.

BOL	SERIE NR.	DYBDE (kote)	JORDARTS BETEGNELSE	ANMERKNINGER	METODE		
					TS	VS	HYD
A	PR.v/22	4,65	LEIRE, siltig		X	X	
B	PR.v/22	9,60	LEIRE		X	X	
C	PR.v/22	10,60	LEIRE		X	X	
D							
E							



SYMBOL:

Ogl. = Glødetap (%)

Ona. = Humusinnhold (%)

Perm. = Permeabilitet (m/s)

METODE:

TS = Tørr sikt

VS = Våt sikt

HYD = Hydrometer

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

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

SYM BOL	Tele klasse	W %	Su Kn/m <sup>2</sup>	Su r Kn/m <sup>2</sup>	Plastisitet		Glødetap Ogl%	< 0,02 mm %	< 0,063 mm %	D <sub>10</sub> mm	D <sub>30</sub> mm	D <sub>50</sub> mm	D <sub>60</sub> mm
					Wf	Wp							
A											0,0040	0,0132	0,0237
B												0,0038	0,0056
C												0,0031	0,0044
D													
E													

## KORNGRADERING

ATKINS DK  
FROGNER STASJON

Konstr./Tegnet  
SK

Kontrollert

19.07.11

Godkjent

MULTICONSULT

**MULTICONSULT AS**

Nedre Skøyen vei 2 - Pb. 265 Skøyen - 0213 Oslo  
Tlf. 21 58 50 00 - Fax: 21 58 50 01

OPPDRAK NR.

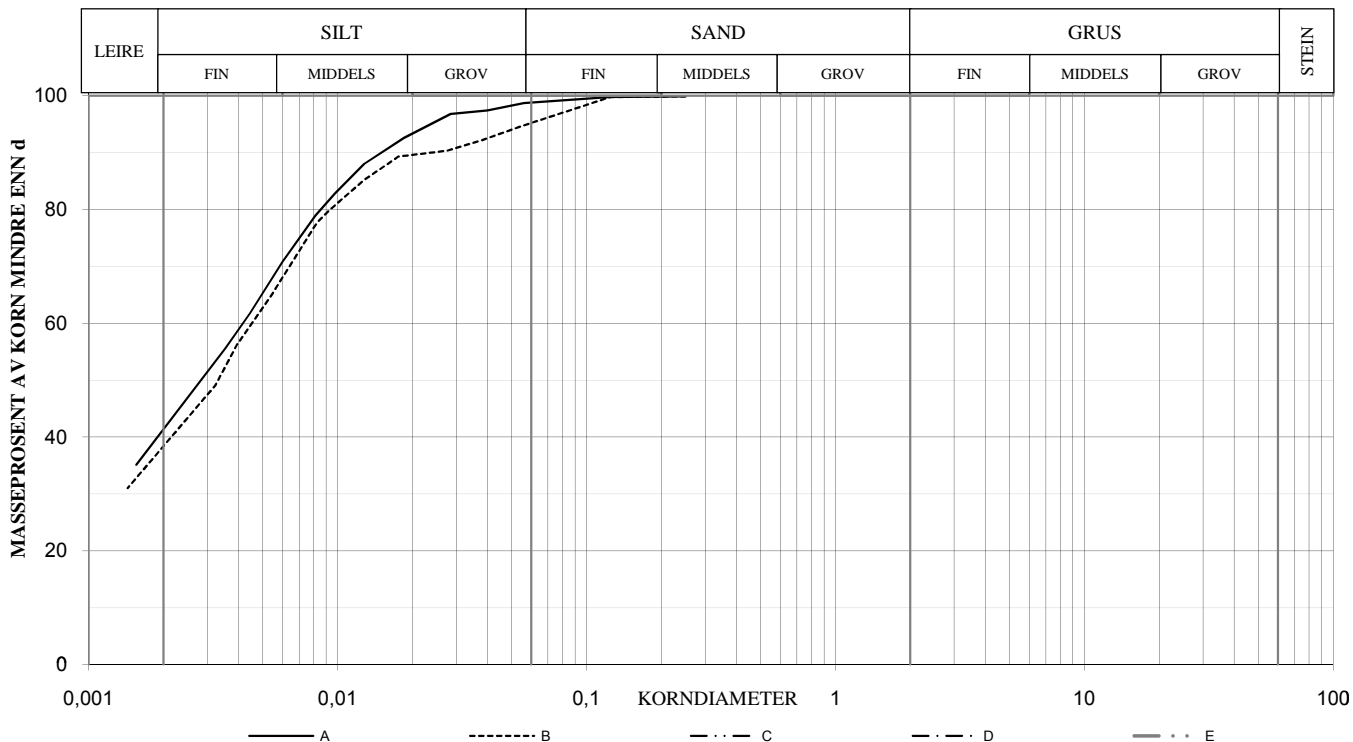
121805

TEGN.NR.

65

REV.

BOL	SERIE NR.	DYBDE (kote)	JORDARTS BETEGNELSE	ANMERKNINGER	METODE		
					TS	VS	HYD
A	PR.v/24	7,2-8,0	LEIRE		X	X	
B	PR.v/24	12,2-13	LEIRE		X	X	
C							
D							
E							



SYMBOL:

Ogl. = Glødetap (%)

Ona. = Humusinnhold (%)

Perm. = Permeabilitet (m/s)

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

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

METODE:

TS = Tørr sikt

VS = Våt sikt

HYD = Hydrometer

SYM BOL	Tele klasse	W %	Su Kn/m2	Su r Kn/m2	Plastisitet		Glødetap Ogl%	< 0,02 mm %	< 0,063 mm %	D <sub>10</sub> mm	D <sub>30</sub> mm	D <sub>50</sub> mm	D <sub>60</sub> mm
					Wf	Wp							
A												0,0030	0,0042
B												0,0033	0,0046
C													
D													
E													

## KORNGRADERING

ATKINS DK  
FROGNER STASJON

Konstr./Tegnet  
SK

Kontrollert

Godkjent

19.07.11

MULTICONSULT

**MULTICONSULT AS**

Nedre Skøyen vei 2 - Pb. 265 Skøyen - 0213 Oslo  
Tlf. 21 58 50 00 - Fax: 21 58 50 01

OPPDRAK NR.

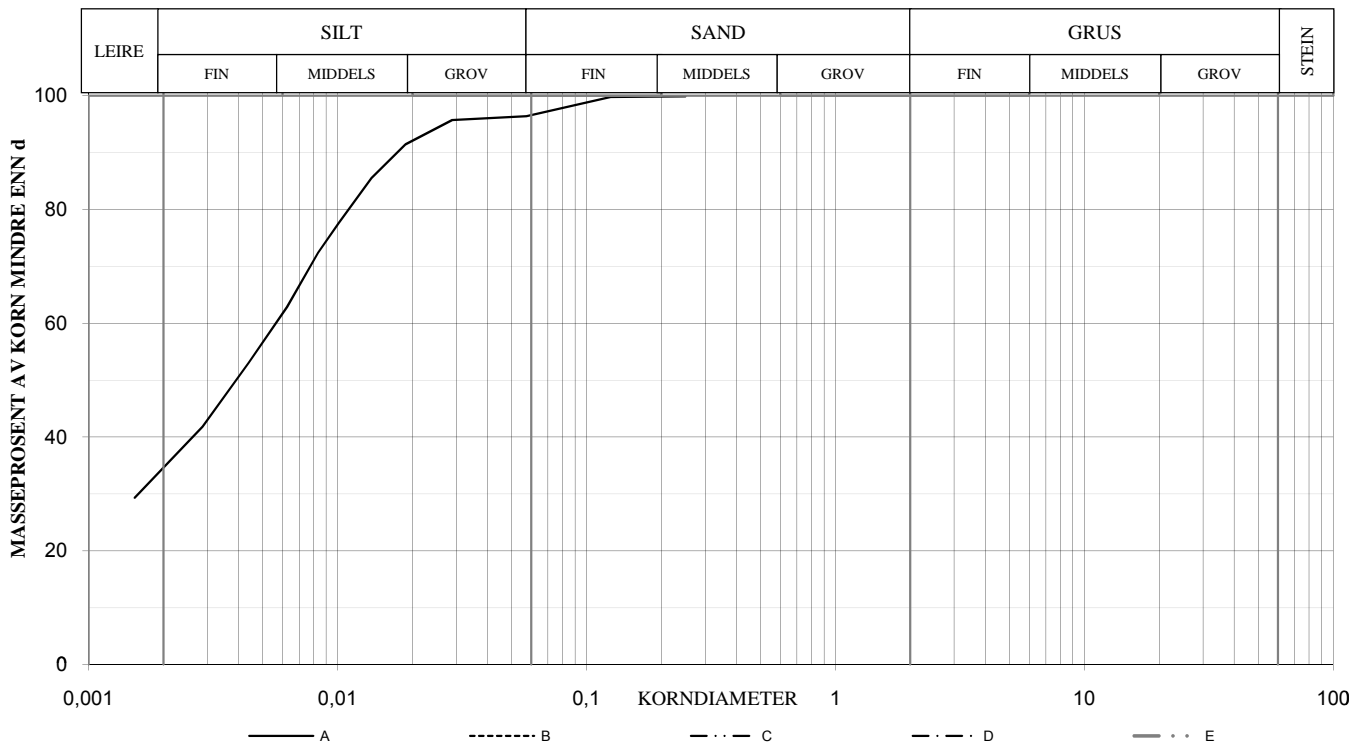
121805

TEGN.NR

66

REV.

BOL	SERIE NR.	DYBDE (kote)	JORDARTS BETEGNELSE	ANMERKNINGER	METODE		
					TS	VS	HYD
A	PR.v/25	4,50	LEIRE, siltig		X	X	
B							
C							
D							
E							



SYMBOL:

Ogl. = Glødetap (%)

Ona. = Humusinnhold (%)

Perm. = Permeabilitet (m/s)

METODE:

TS = Tørr sikt

VS = Våt sikt

HYD = Hydrometer

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

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

SYM BOL	Tele klasse	W %	Su Kn/m2	Su r Kn/m2	Plastisitet		Glødetap Ogl%	< 0,02 mm %	< 0,063 mm %	D <sub>10</sub> mm	D <sub>30</sub> mm	D <sub>50</sub> mm	D <sub>60</sub> mm
					Wf	Wp							
A											0,0016	0,0040	0,0057
B													
C													
D													
E													

## KORNGRADERING

ATKINS DK  
FROGNER STASJON

Konstr./Tegnet  
SK

Kontrollert

Godkjent

19.07.11

MULTICONSULT

**MULTICONSULT AS**

Nedre Skøyen vei 2 - Pb. 265 Skøyen - 0213 Oslo  
Tlf. 21 58 50 00 - Fax: 21 58 50 01

OPPDRAK NR.

121805

TEGN.NR

67

REV.

**Arkivreferanser:**

Fagområde:	Geoteknikk		
Stikkord:	Korngradering		
Land/Fylke:	Akershus	Kartblad:	
Kommune:	Frogner	UTM koordinater, Sone:	32 V
Sted:	Frogner	Øst: 6172	Nord: 66558

**Distribusjon:**

- Begrenset (Spesifisert av Oppdragsgiver)  
 Intern  
 Fri

**Dokumentkontroll:**

		Dokument 20. juli 2011		Revisjon 1		Revisjon 2		Revisjon 3	
		Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign
Forutsetninger	Utarbeidet	20/7-11	CSF						
	Kontrollert	"	JAF						
Grunnlagsdata	Utarbeidet	"	CSF						
	Kontrollert	"	JAF						
Teknisk innhold	Utarbeidet	"	CSF						
	Kontrollert	"	JAF						
Format	Utarbeidet	"	CSF						
	Kontrollert	"	JAF						
Anmerkninger									
Godkjent for utsendelse (Oppdragsansvarlig)				Dato: 20/7. 11		Sign.: JAF			

# Frogner kryssingsspor

## Grunnundersøkelser – Datarapport *Geoteknikk*

Oppdragsgiver: Jernbaneverket

<b>ATKINS</b>	UTARBEIDET AV: SHO <i>Solekka</i>	DATO: 20.01.2012	VERSJON: 1
	KONTROLLERT ARU <i>Annika Rubensson</i>	PROSJEKTLEDER: LWP	ANT. SIDER: 30

## 1. INNLEDNING

Atkins DK har tilsammen med Atkins SE på oppdrag av Jernbaneverket gjennomført supplerende grunnundersøkelser for Frogner kryssingsspor. Tidligere undersøkelser er utførte av Multiconsult og er presentert i to-delt rapport "Grunnundersøkelse – Datarapport", rapportnr. 121805-1 og -2, datert 15. juli 2011, utarbeidet av Multiconsult.

De supplerende undersøkelsene ble gjennomført ettersom tidligere utredningar har vist på lav områdestabilitet i Frogner. Hensikten med undersøkelsene var derfor å hente inn supplerende grunnlag for beregninger og stabilitetsvurderinger.

## 2. FELTUNDERSØKELSER

Feltundersøkelsene ble utført i perioden 28. november til 12. desember 2011. Undersøkelsene ble utført av Løvlien Georåd AS etter anvisninger fra Atkins.

Det ble foretatt undersøkelser i totalt 10 stk. punkter, se situasjonsplan i Vedlegg 1. Se tabell 1 for koordinater. Det er utført 4 stk. totalsonderinger, 6 stk. dreietrykksonderinger og 9 stk. CPTU-sonderinger. Prøvetaking med naverbor og 54 mm stempelpøvetaker ble utført i 6 stk. punkter hver. 2 stk. åpne hydrauliske piezometre ble installert.

Resultater av sonderingene er presentert i Vedlegg 2. Samtlige borpunkter har fått ny betegnelse.

Borpunkt	Gammel betegnelse (se vedlegg)	X	Y	Z (kote, moh)
11LG01	BH01	6655096.56	617085.25	104.79
11LG02	BH02	6655154.19	617262.59	133.32
11LG03	BH03	6655278.45	617050.65	114.49
11LG04	BH04	6655504.82	617050.29	114.34
11LG05	BH05	6656270.13	617659.02	129.30
11LG06	BH06	6656507.81	617757.23	132.89
11LG07	01	6655921.58	617307.83	120.42
11LG08	02	6655908.05	617318.72	121.42
11LG09	03	6655930.98	617316.54	120.53
11LG10	04	6655915.03	617337.35	120.37

Tabell 1: Utførte boringer med koordinater

### **3. LABORATORIEUNDERSØKELSER**

På poseprøvene ble det foretatt rutineanalyser, i alt 27 stk. Rutineanalyse for uforstyrret prøver ble foretatt på sylinderprøvene, i alt 21 stk. Dertil ble det utført 6 stk. ødometerforsøk og 15 stk. aktive treksialforsøk.

Resultater av laboratorieundersøkelsene er presentert i Vedlegg 3. Merk nye betegnelser.

### **4. GRUNNFORHOLD**

For beskrivelse av grunnforhold, se Fagrapport geoteknikk, dokumentnummer URH-40-V-11918, rev 02A.

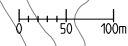
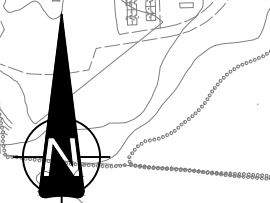
### **5. VEDLEGG**

Vedlegg 1	Situasjonsplan (1 side)
Vedlegg 2	Sonderinger – resultat (10 sider)
Vedlegg 3	Laboratorieundersøkelser – resultat (16 sider)



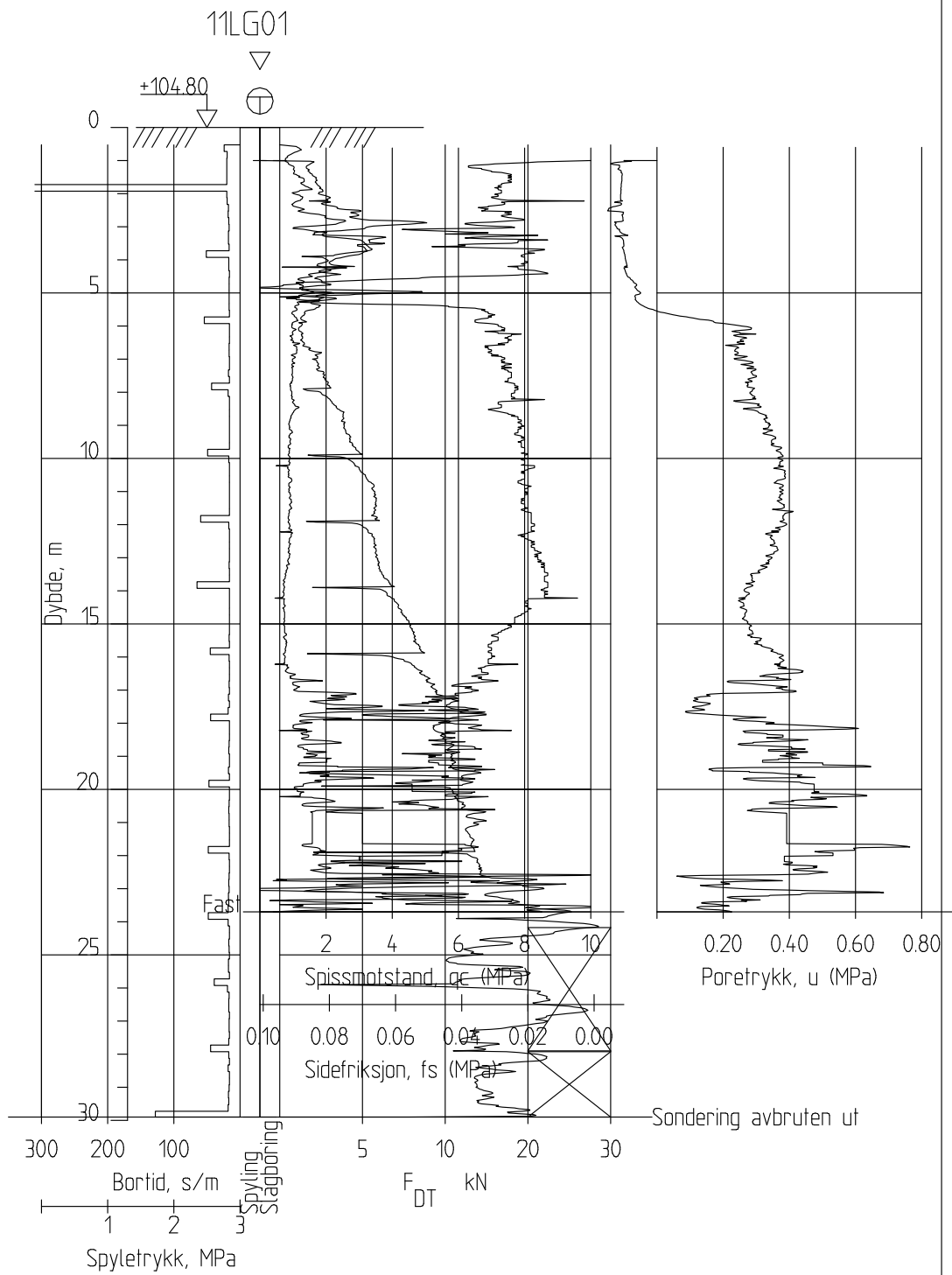
**TEGNINGSFORKLARING**

- DREIESONDERING
- ◆ DREITRYKSONDERING
- ⊙ PRØVESERIE
- ⊕ TOTALSONDERING
- ▽ CPTU-SONDERING



VEDLEGG 1

**ATKINS**  
 SITUASJONSPLAN  
 MÅLESTOKK: 1:4000 (A3)  
 DATO: 16.01.2012



Norge, Frogner

Rapport nr.

3110032

Figur nr.

CPT-sondering Totalsondering  
M = 1 : 200

Tegner

Dato:

Borhull 11LG01

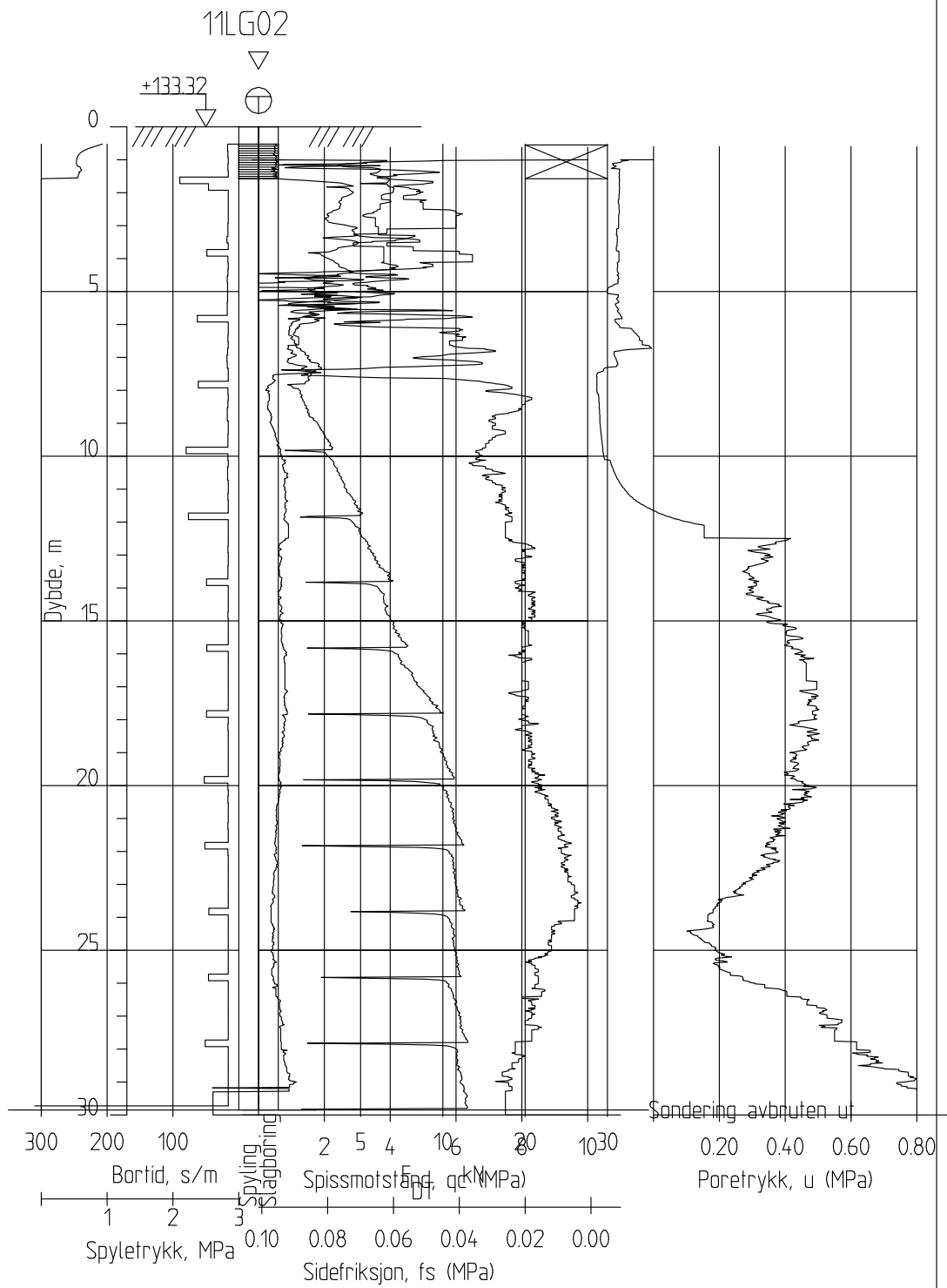
Forsøk nr. :

Sonde nr. :

Kontrollert

Posisjon: X 6655096.56 Y 617085.25 ret :30.11.2011

Godkjent



Norge, Frogner

Rapport nr.

3110032

Figur nr.

CPT-sondering Totalsondering  
M = 1 : 200

Tegner

Dato:

Borhull 11LG02

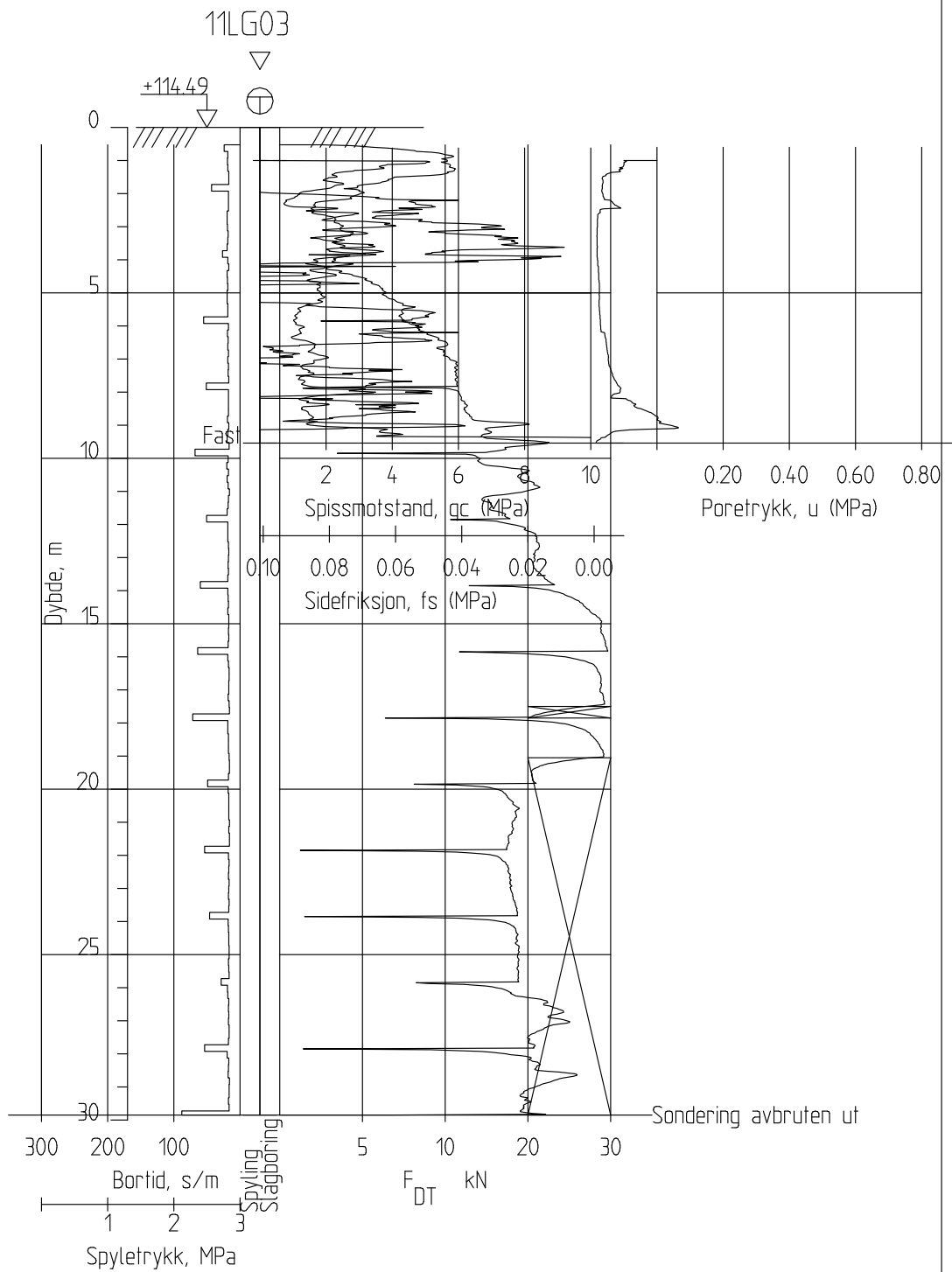
Forsök nr. :

Sonde nr. :

Kontrollert

Posisjon: X 6655154.19 Y 617262.60 Dato: 07.12.2011

Godkjent



Norge, Frogner

Rapport nr.

3110032

Figur nr.

CPT-sondering Totalsondering  
M = 1 : 200

Tegner

Dato:

Borhull 11LG03

Forsøk nr. :

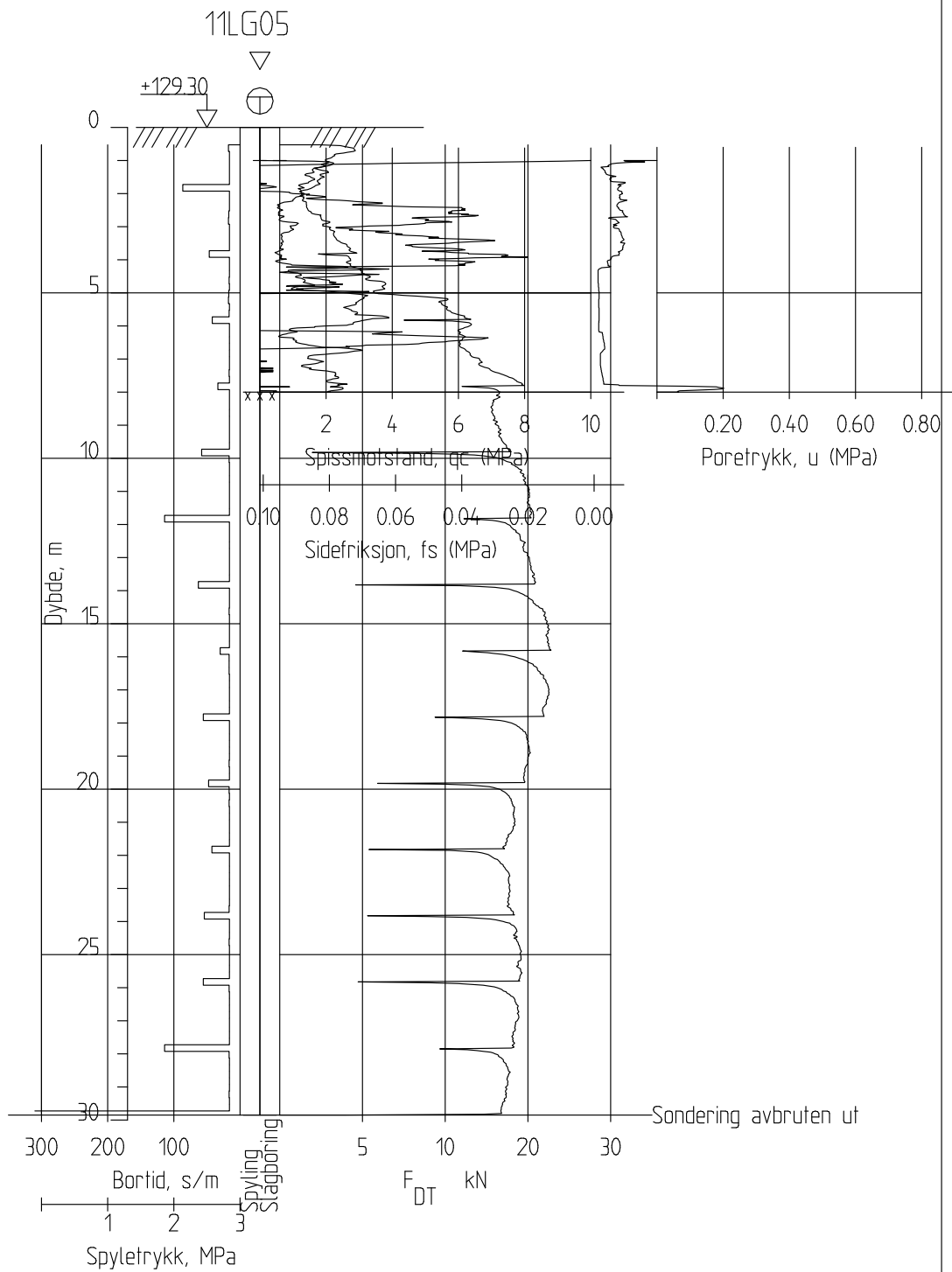
Sonde nr. :

Kontrollert

Posisjon: X 6655278.45 Y 617050.65 ret :30.11.2011

Godkjent





Norge, Frogner

Rapport nr.

3110032

Figur nr.

CPT-sondering Totalsondering  
M = 1 : 200

Tegner

Dato:

Borhull 11LG05

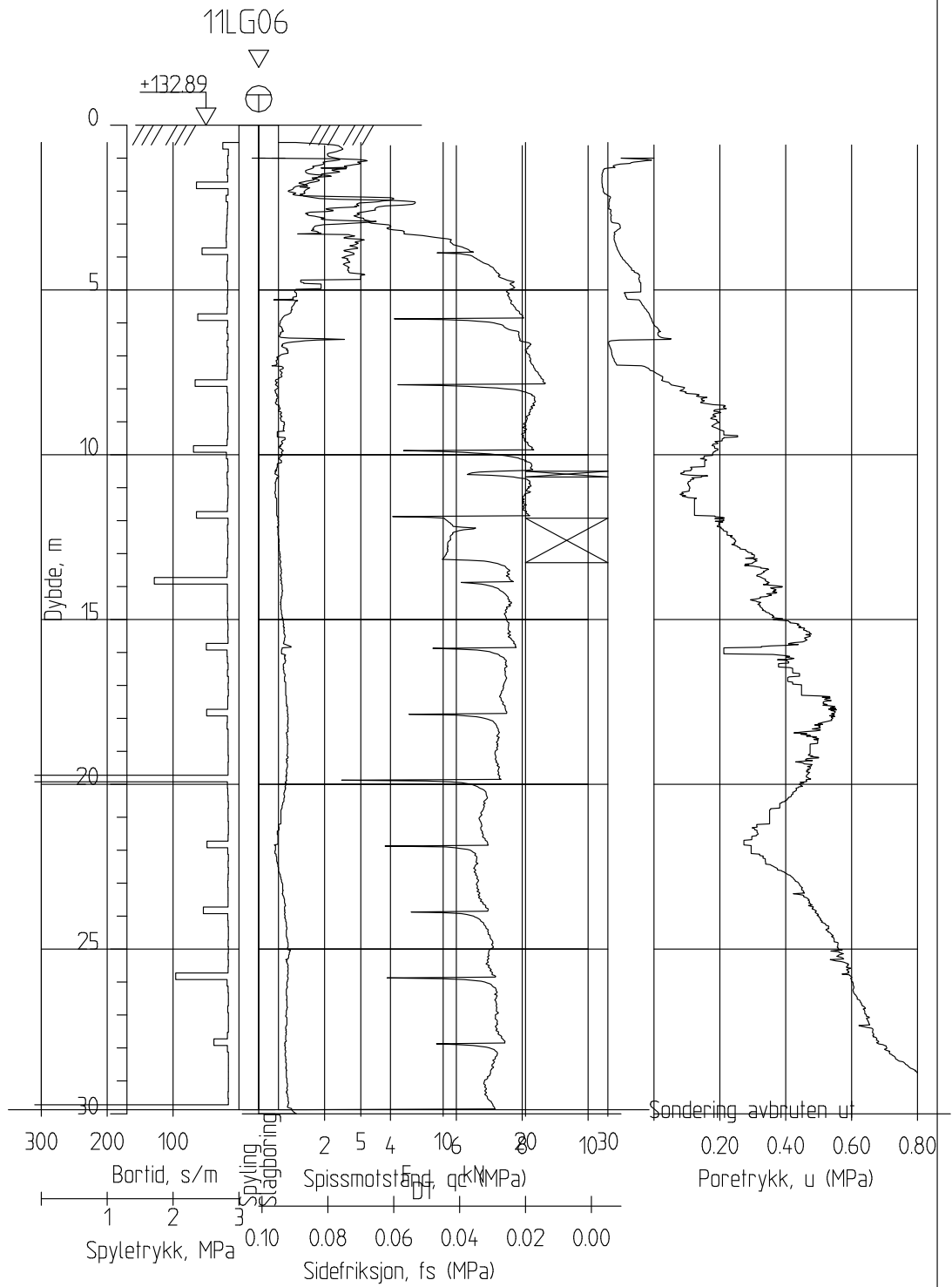
Forsøk nr. :

Sonde nr. :

Kontrollert

Posisjon: X 6656270.13 Y 617659.02 Høyde: 129.30 m overet :28.11.2011

Godkjent



Norge, Frogner

Rapport nr.  
3110032

Figur nr.

CPT-sondering Totalsondering  
M = 1 : 200

Tegner

Dato:

Borhull 11LG06

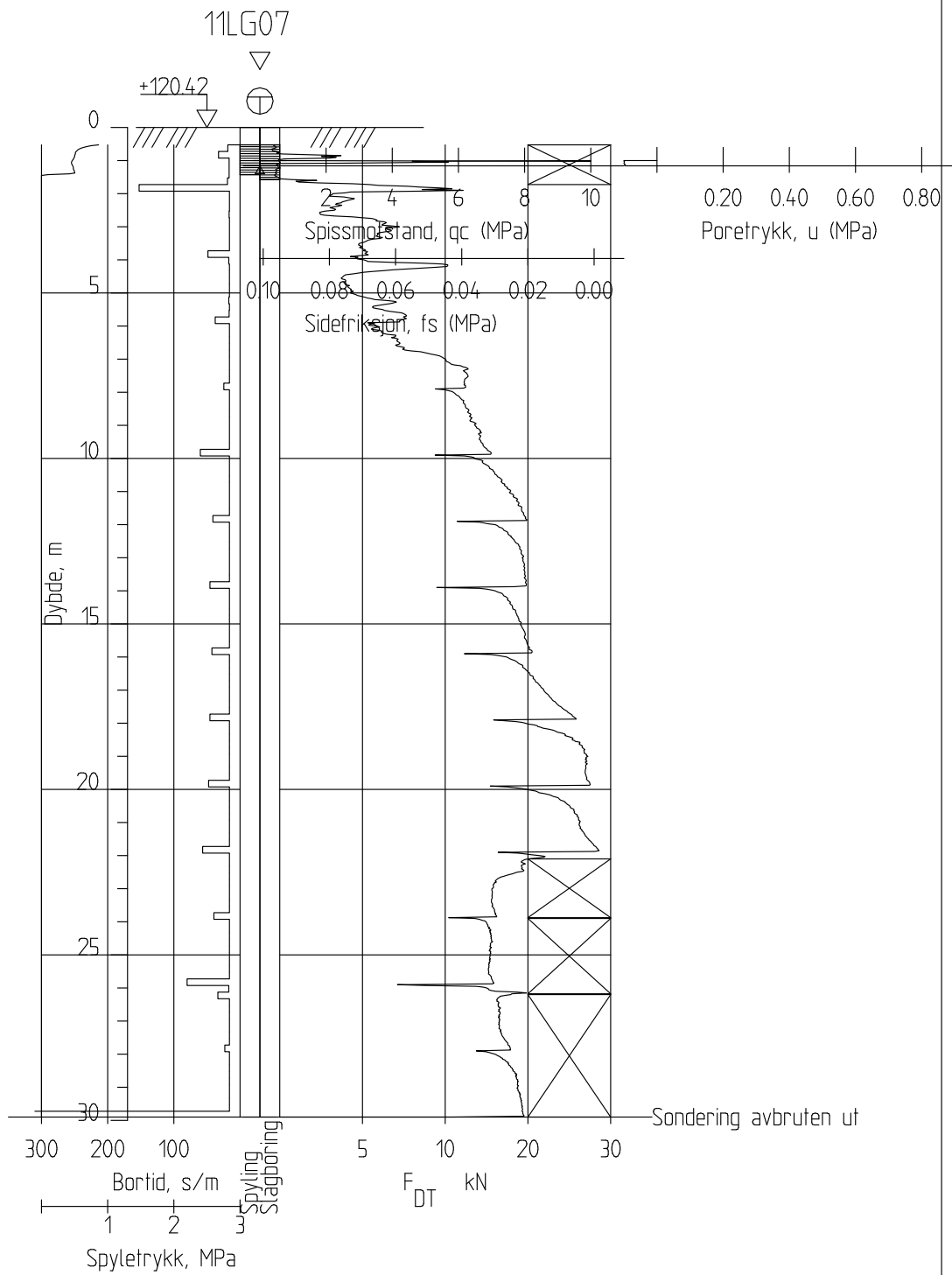
Forsök nr. :

Kontrollert

Posisjon: X 6656507.81 Y 61757.80 Ret :28.11.2011

Sonde nr. :

Godkjent



Norge, Frogner

Rapport nr.

3110032

Figur nr.

CPT-sondering Totalsondering  
M = 1 : 200

Tegner

Dato:

Borhull 11LG07

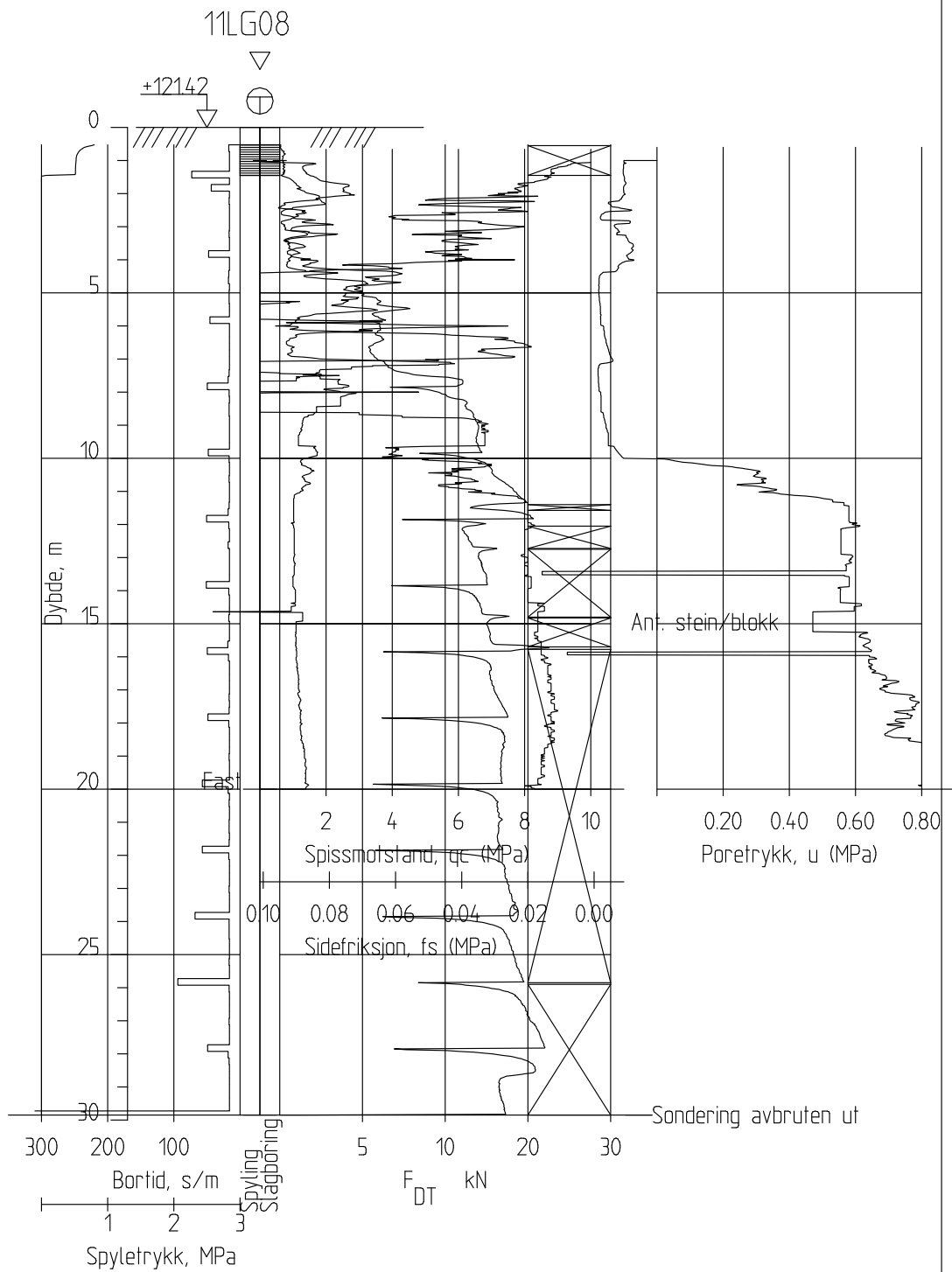
Forsøk nr. :

Sonde nr. :

Kontrollert

Posisjon: X 6655921.58 Y 617307.80 Ret :29.11.2011

Godkjent



Norge, Frogner

Rapport nr.

3110032

Figur nr.

CPT-sondering Totalsondering  
M = 1 : 200

Tegner

Dato:

Forsøk nr. :

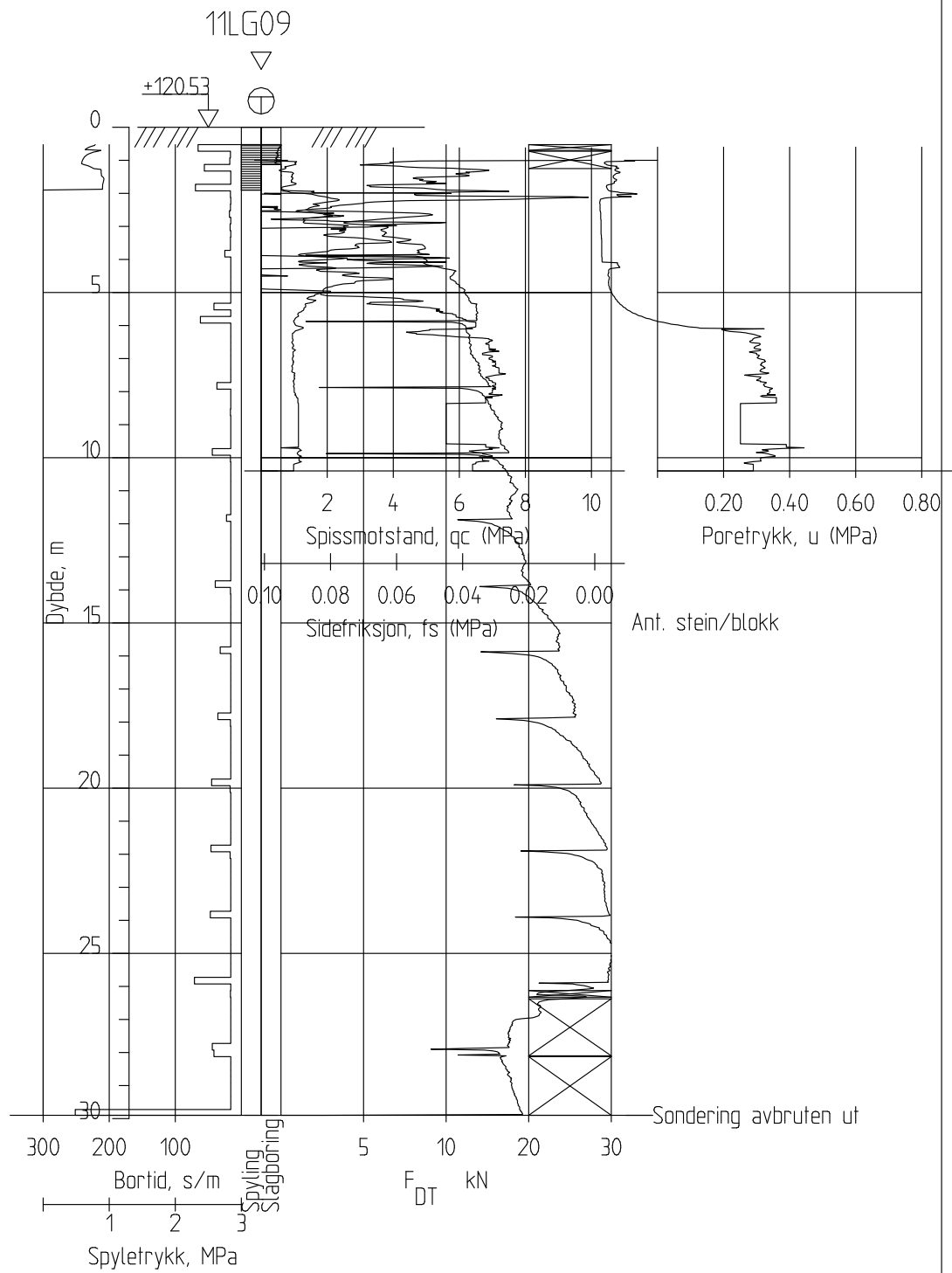
Kontrollert

Borhull 11LG08

Sonde nr. :

Posisjon: X 6655908.05 Y 617318.72 Høret :29.11.2011

Godkjent



Norge, Frogner

Rapport nr.

3110032

Figur nr.

CPT-sondering Totalsondering  
M = 1 : 200

Tegner

Dato:

Borhull 11LG09

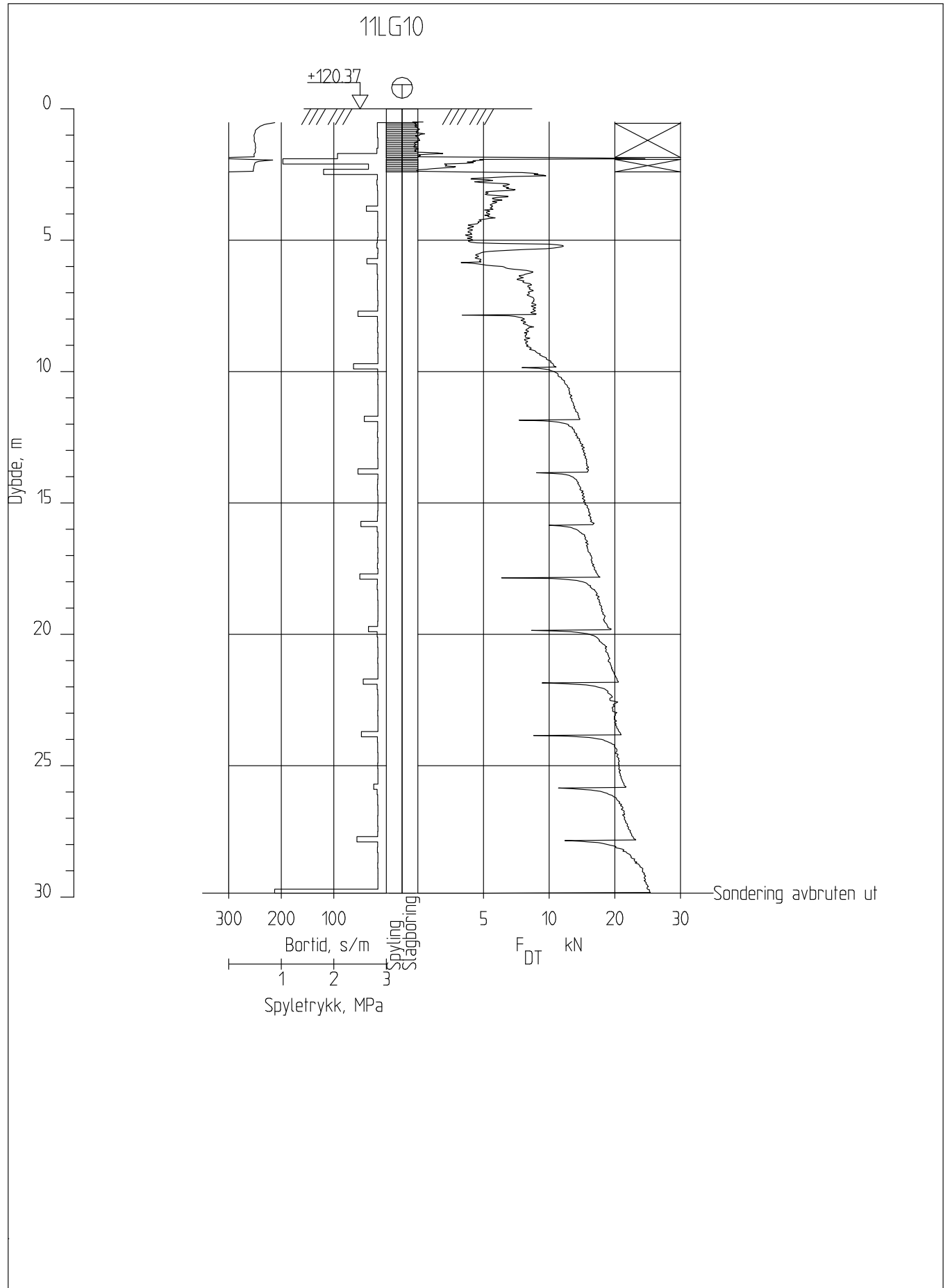
Forsøk nr. :

Sonde nr. :

Kontrollert

Posisjon: X 6655930.97 Y 607365.54 Øret :29.11.2011

Godkjent



Norge, Frogner

Rapport nr.  
3110032

Figur nr.

Totalsondering  
M = 1 : 200

Tegner

Dato:

Borhull 11LG10

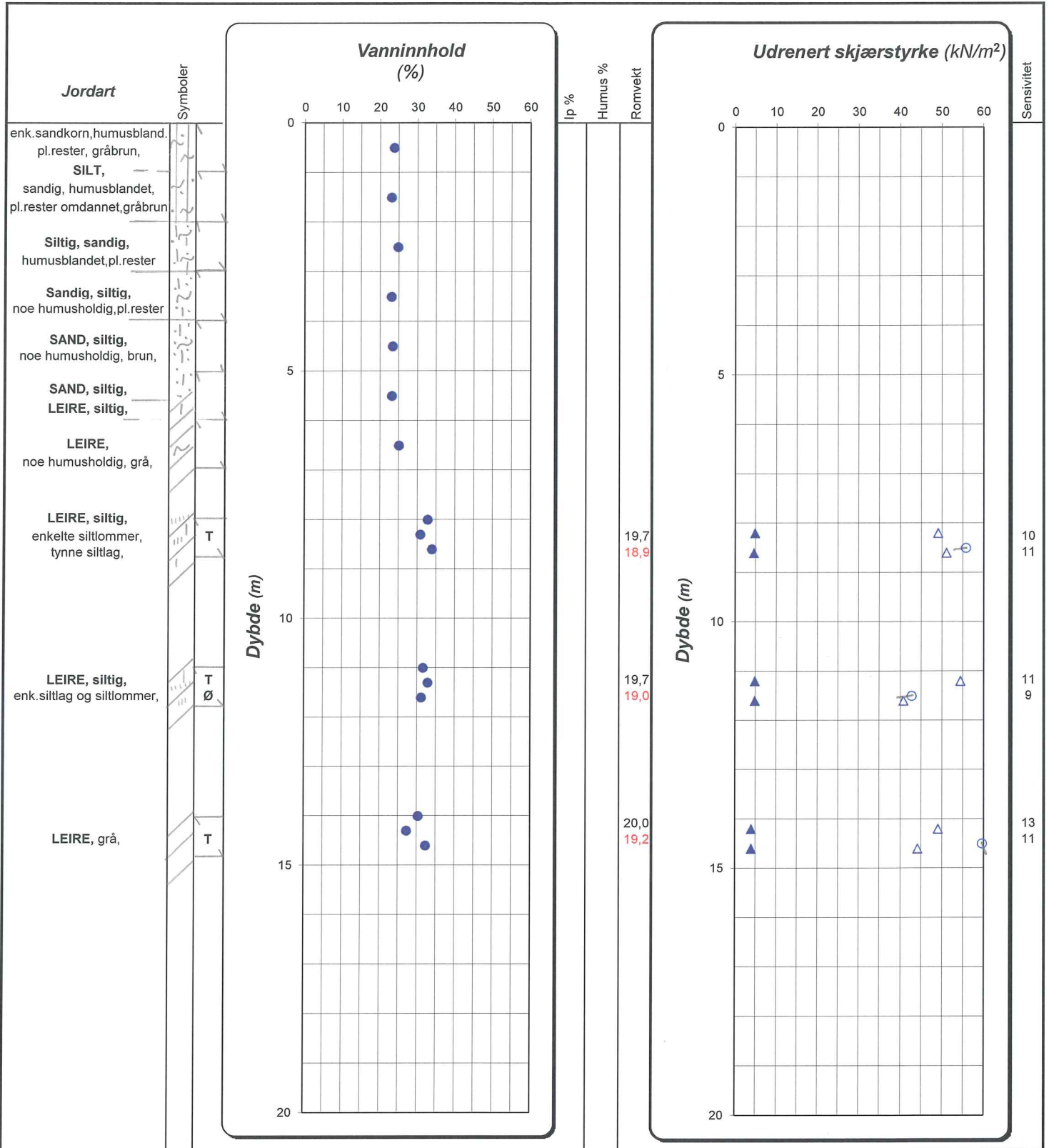
Forsøk nr. :


Sonde nr. :

Kontrollert

Posisjon: X 6655915.03 Y 617337.85 Retning: 29.11.2011

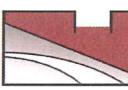
Godkjent



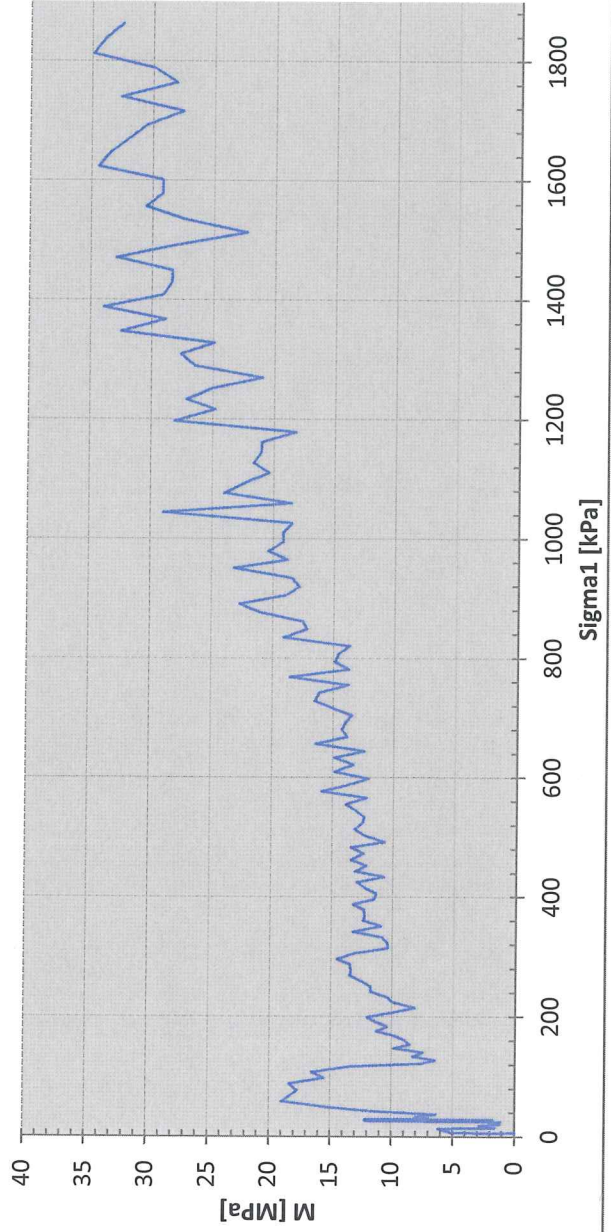
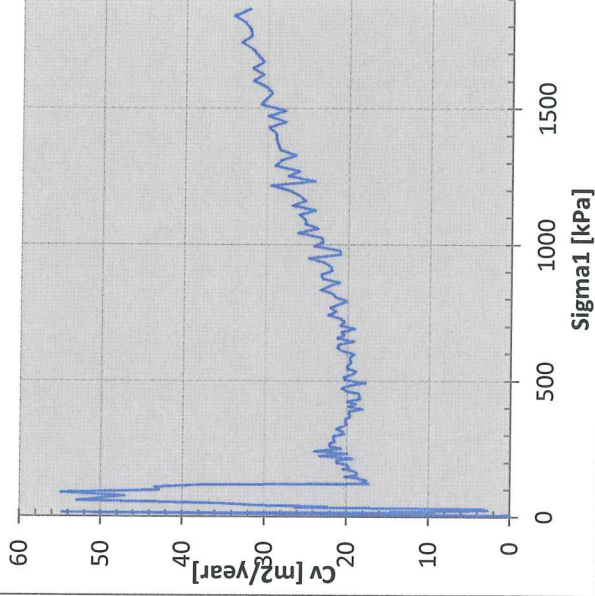
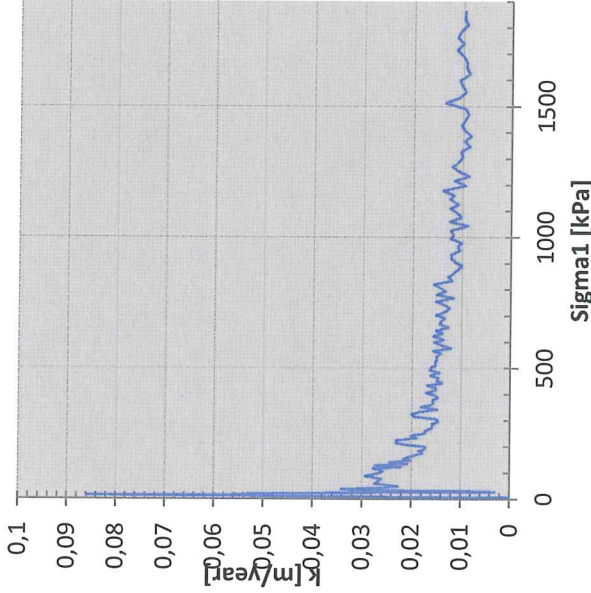
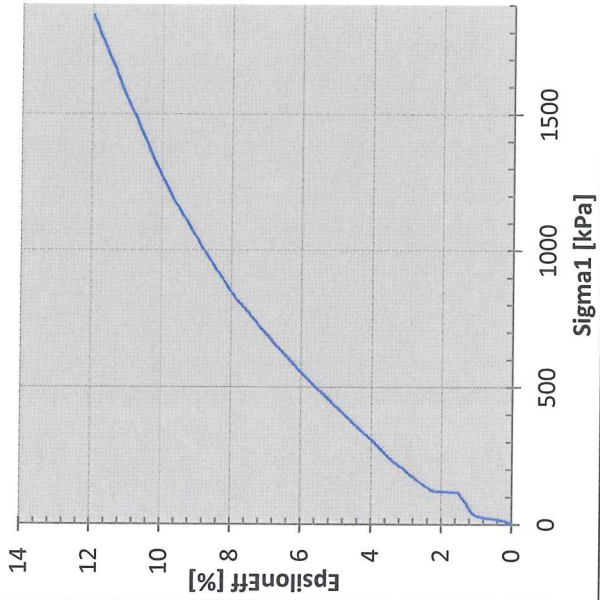
Enkelt trykkforsøk : 15  5 (angir def.% v/brudd) 10

Konusforsøk:  
 Omrørt/uforstyrret - ▼ ▼  
 Konusflyt- og plastisitetsgrense - |-----▼  
 Romvekt liten ring  
 Romvekt hel sylinder

Ip = plastisitetsindeks  
 T=treaksialforsøk  
 Ø=ødometerforsøk  
 K=kornkurve  
 M=miljøprøve

 <b>LØVLIEN GEORÅD</b> Geoteknikk - Prosjektadministrasjon	Tiltakshaver <b>Jernbaneverket</b>	Bilag: Prosj.nr: 11-207
	Prosjekt: <b>Frogner Bru, Sørumsund</b>	Tegn.nr: Vertikal: ca m=1:100
	Tekst: <b>Løsmasseprofil BH01</b>	Dato: 16.01.2012 Utført/Kontr AL/





### LØVLIEN GEORÅD - ODOMETER TEST

Job reference: 11-207 Frogner

Borehole id: Punkt bh01 Ødo 1

Sample depth: 11,3 m

Sample density [kg/m<sup>3</sup>]: 1,92

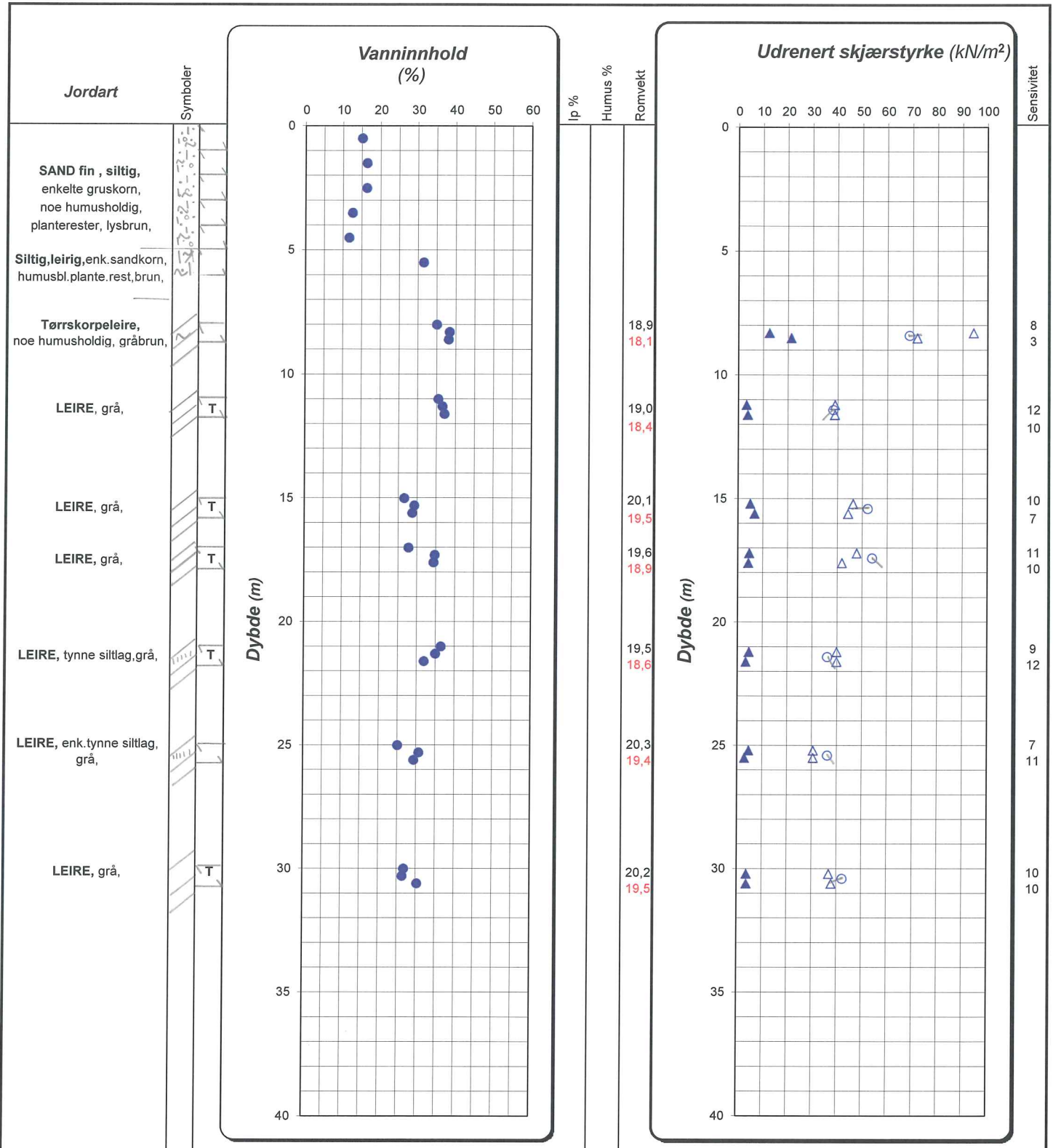
Appendix #:

Controlled by: PL

Sign.:



**LØVLIEN GEORÅD**  
Geoteknikk - Prosjektadministrasjon



Enkelt trykkforsøk : 0 (angir def.% v/brudd)  
 15 5  
 10

Konusforsøk:  
 Omrørt/uforstyrret - ▽ ▽  
 Konusflyt-og plastisitetsgrense -|-----▽  
 Romvekt liten ring  
 Romvekt hel sylinder

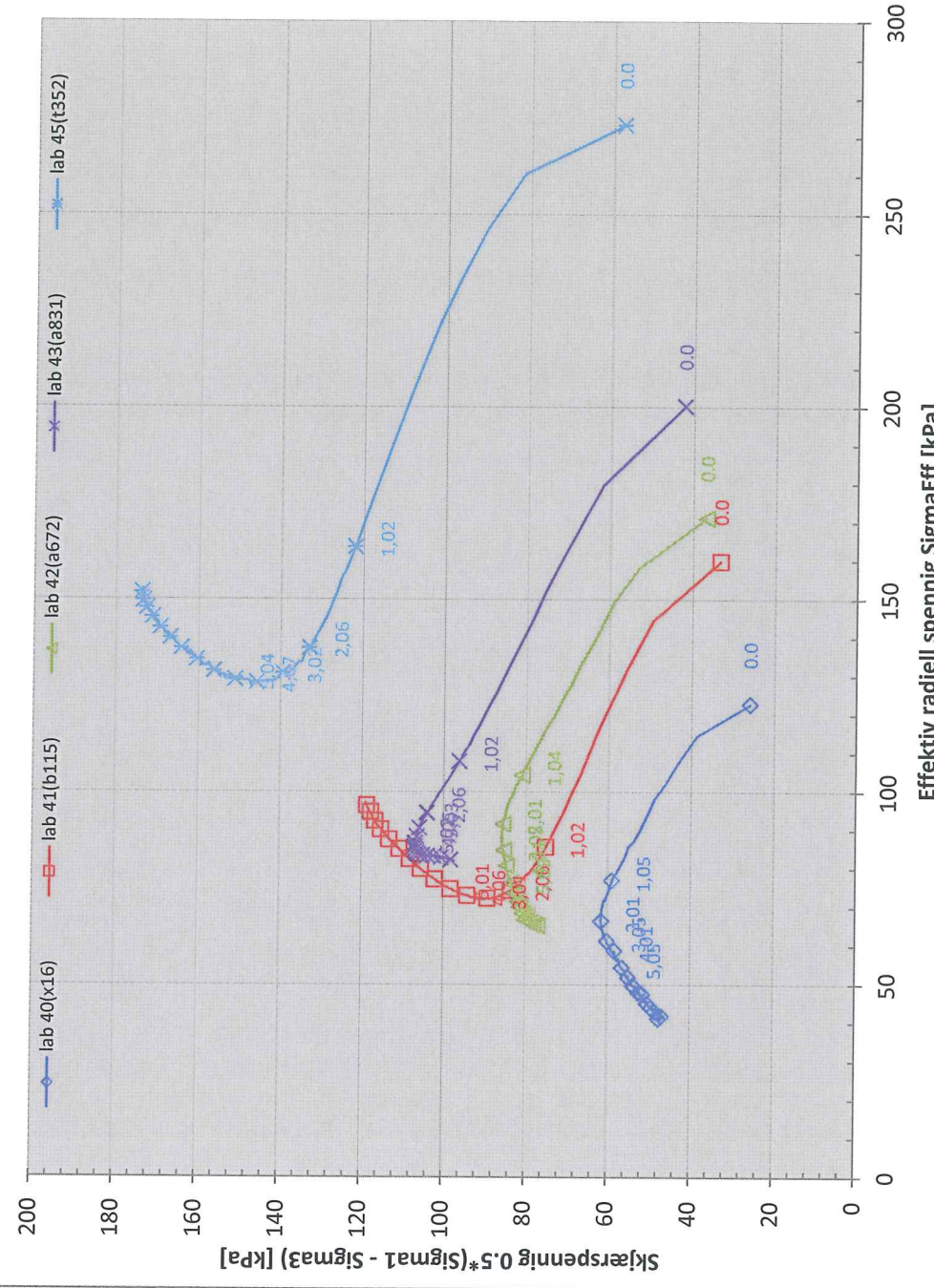
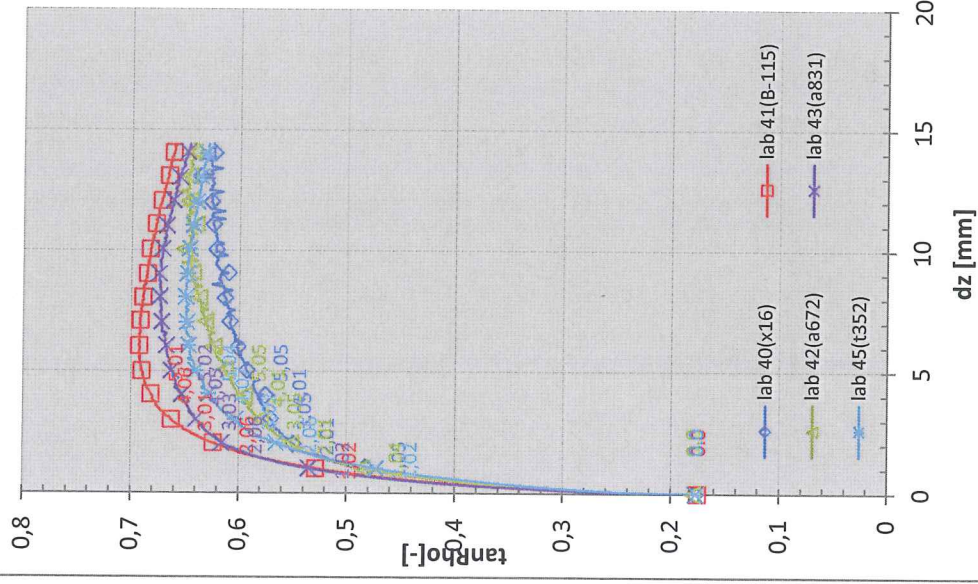
Ip = plastisitetsindeks  
 T=treaksialforsøk  
 Ø=ødometerforsøk  
 K=kornkurve  
 M=miljøprøve



**LØVLIE GEORÅD**  
 Geoteknikk - Prosjektadministrasjon

Tiltakshaver  
**Jernbaneverket**  
 Prosjekt:  
**Frogner Bru, Sørum**  
 Tekst:  
**Løsmasseprofil BH02**

Bilag:  
 Prosj.nr: **11-207**  
 Tegn.nr:  
 Vertikal: **ca m=1:200**  
 Dato: **16.01.2012**  
 Utført/Kontr **AL/**



**TRIAXIAL TEST from GEOLAB**

Prosjekt 11-207 Frogner

Vedlegg nr.:

Tegning nr.:

Kontrollert av:

Attraction a [kPa]: 0

BH02 'lab 40(x16)':

Depth: 11,4 m

Volume change [%]: 3,45

Density [kN/m<sup>3</sup>]: 1,85

Water content [%]: 38,67

BH 02 'lab 41(b-115)':

Depth: 15,4 m

Volume change [%]: 4,5

Density [kN/m<sup>3</sup>]: 2,02

Water content [%]: 25,92

BH 02 'lab42(a672)':

Depth: 17,4 m

Volume change [%]: 3,98

Density [kN/m<sup>3</sup>]: 1,91

Water content [%]: 33,25

BH 02 'lab 43(a831)':

Depth: 21,4 m

Volume change [%]: 4,35

Density [kN/m<sup>3</sup>]: 1,92

Water content [%]: 32,83

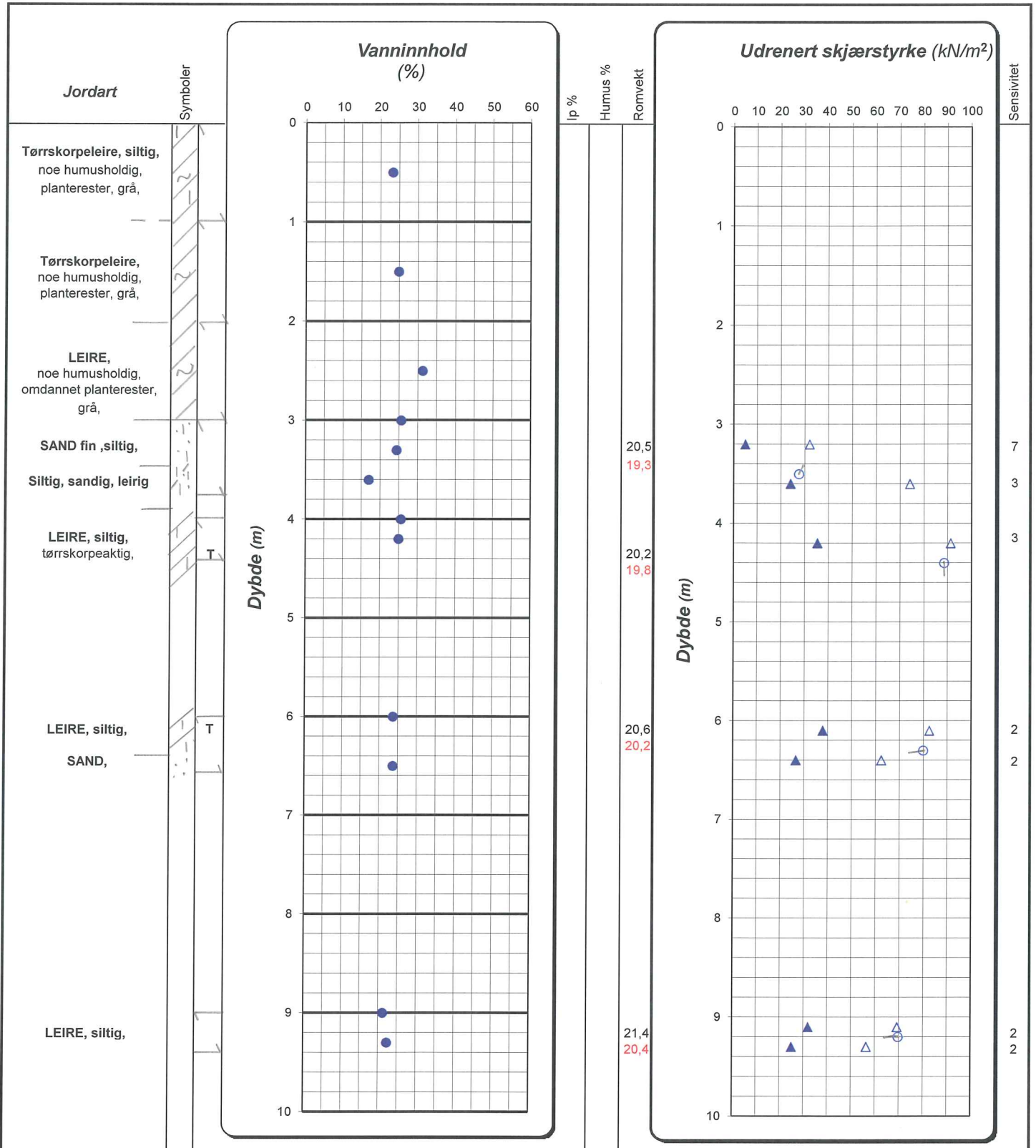
BH 02 'lab 45(t352)':

Depth: 30,2 m

Volume change [%]: 7,14

Density [kN/m<sup>3</sup>]: 2,06

Water content [%]: 26,72



Enkelt trykkforsøk : 15 ○ 5 (angir def.% v/brudd) 0 10

Konusforsøk:  
 Omrørt/uforstyrret - ▼▼  
 Konusflyt- og plastisitetsgrense - |-----▼  
 Romvekt liten ring  
 Romvekt hel sylinder

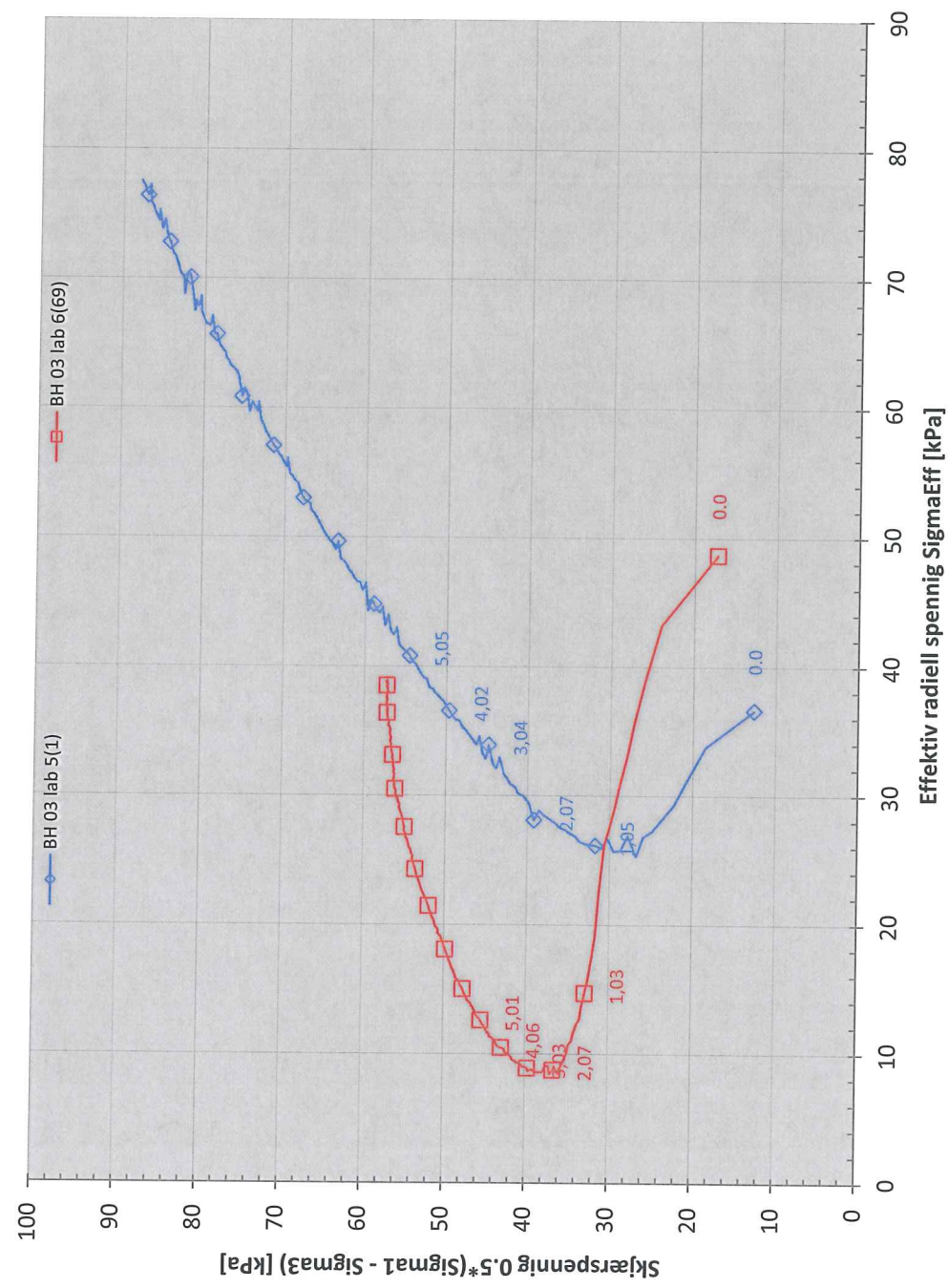
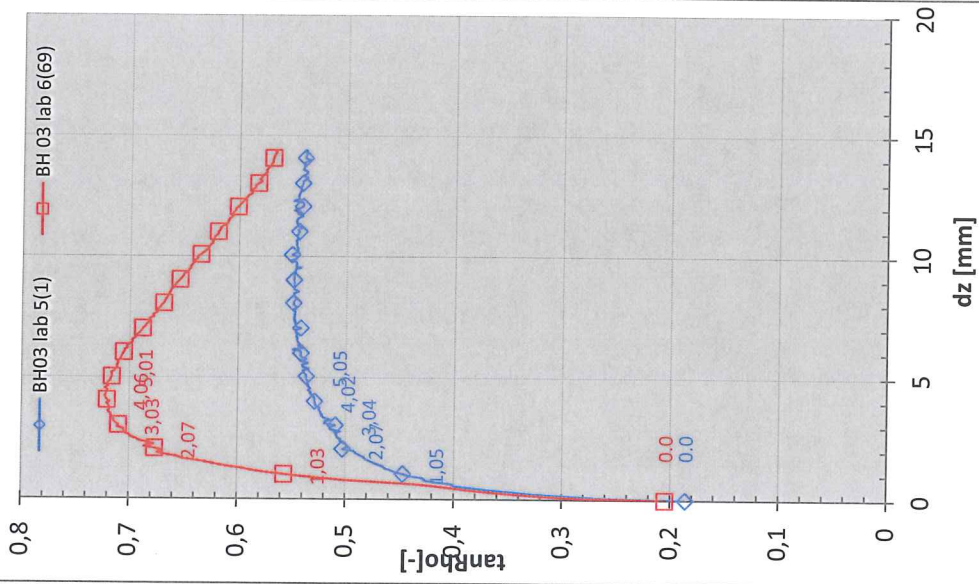
Ip = plastisitetsindeks  
 T=treaksialforsøk  
 Ø=ødometerforsøk  
 K=kornkurve  
 M=miljøprøve



**LØVLIEN GEORÅD**  
 Geoteknikk - Prosjektadministrasjon

Tiltakshaver:  
**Jernbaneverket**  
 Prosjekt:  
**Frogner Bru, Sørums**  
 Tekst:  
**Løsmasseprofil BH03**

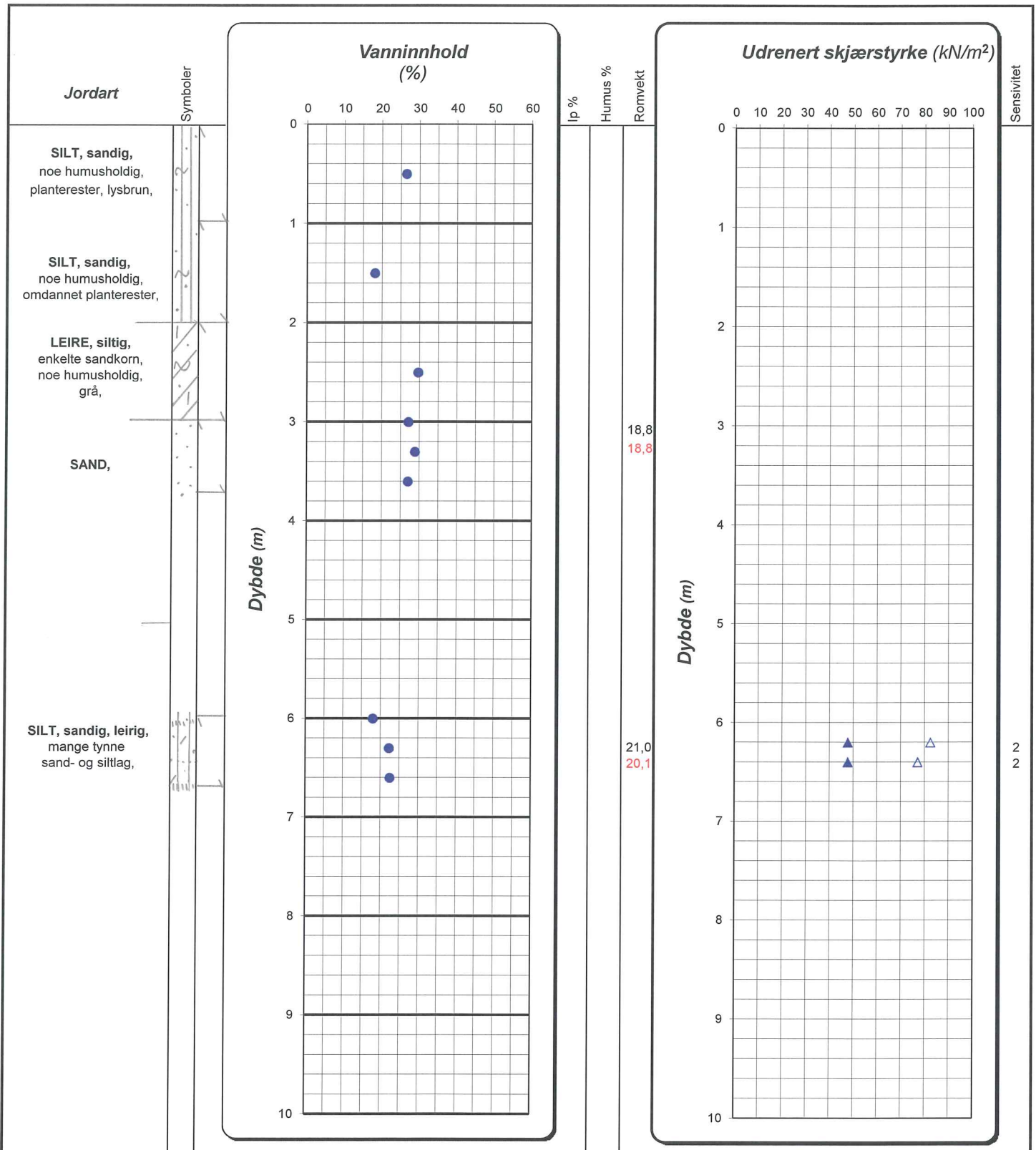
Bilag:  
 Prosj.nr: 11-207  
 Tegn.nr:  
 Vertikal: ca m=1:50  
 Dato: 16.01.2012  
 Utført/Kontr AL/



**TRIAXIAL TEST from GEOLAB**  
 Prosjekt 11-207 Frogner  
 Vedlegg nr.:  
 Tegning nr.:  
 Kontrollert av:

Attraction a [kPa]:	20	BH 03 lab 5(1):	BH 03 lab 6(69):
Depth:	4,3 m	6,3 m	
Volume change [%]:	0,41	1,93	
Density [kN/m <sup>3</sup> ]:	2,02	2,05	
Water content [%]:	25,49	23,61	

**LØVLIEN GEORAD**  
 Geoteknikk - Prosjektadministrasjon



Enkelt trykkforsøk : 0 (angir def.% v/brudd) 15 5 10

Konussforsøk:  
 Omrørt/uforsyrret - ▽ ▽  
 Konusflyt- og plastisitetsgrense - |----- ▽  
 Romvekt liten ring  
 Romvekt hel sylinder

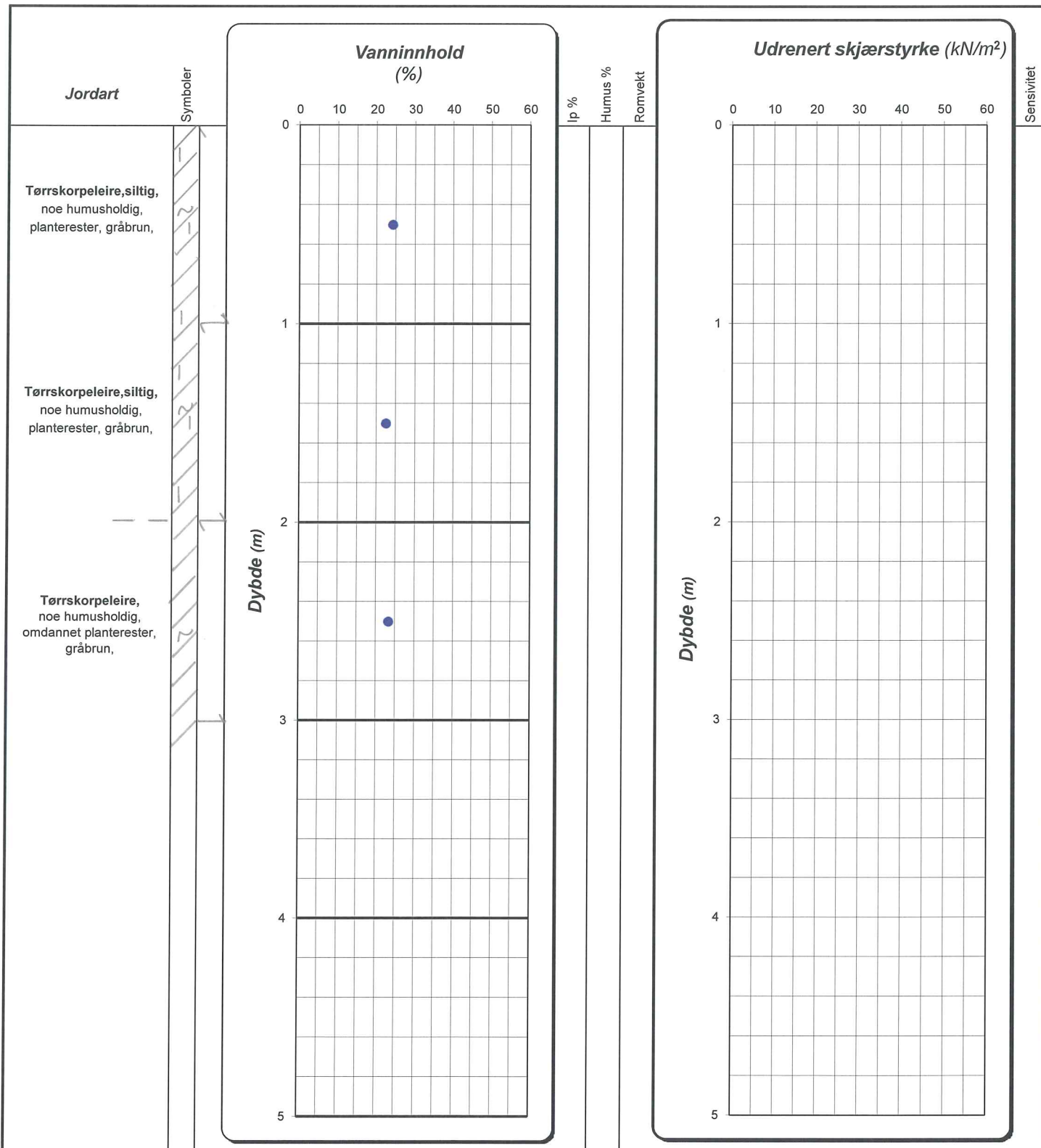
Ip = plastisitetsindeks  
 T=treaksialforsøk  
 Ø=ødometerforsøk  
 K=kornkurve  
 M=miljøprøve



**LØVLIEN GEORÅD**  
 Geoteknikk - Prosjektadministrasjon

Tiltakshaver:  
**Jernbaneverket**  
 Prosjekt:  
**Frogner Bru, Sørums**  
 Tekst:  
**Løsmasseprofil BH04**


Bilag:  
 Prosj.nr: 11-207  
 Tegn.nr:  
 Vertikal: ca m=1:50  
 Dato: 16.01.2012  
 Utført/Kontr AL/

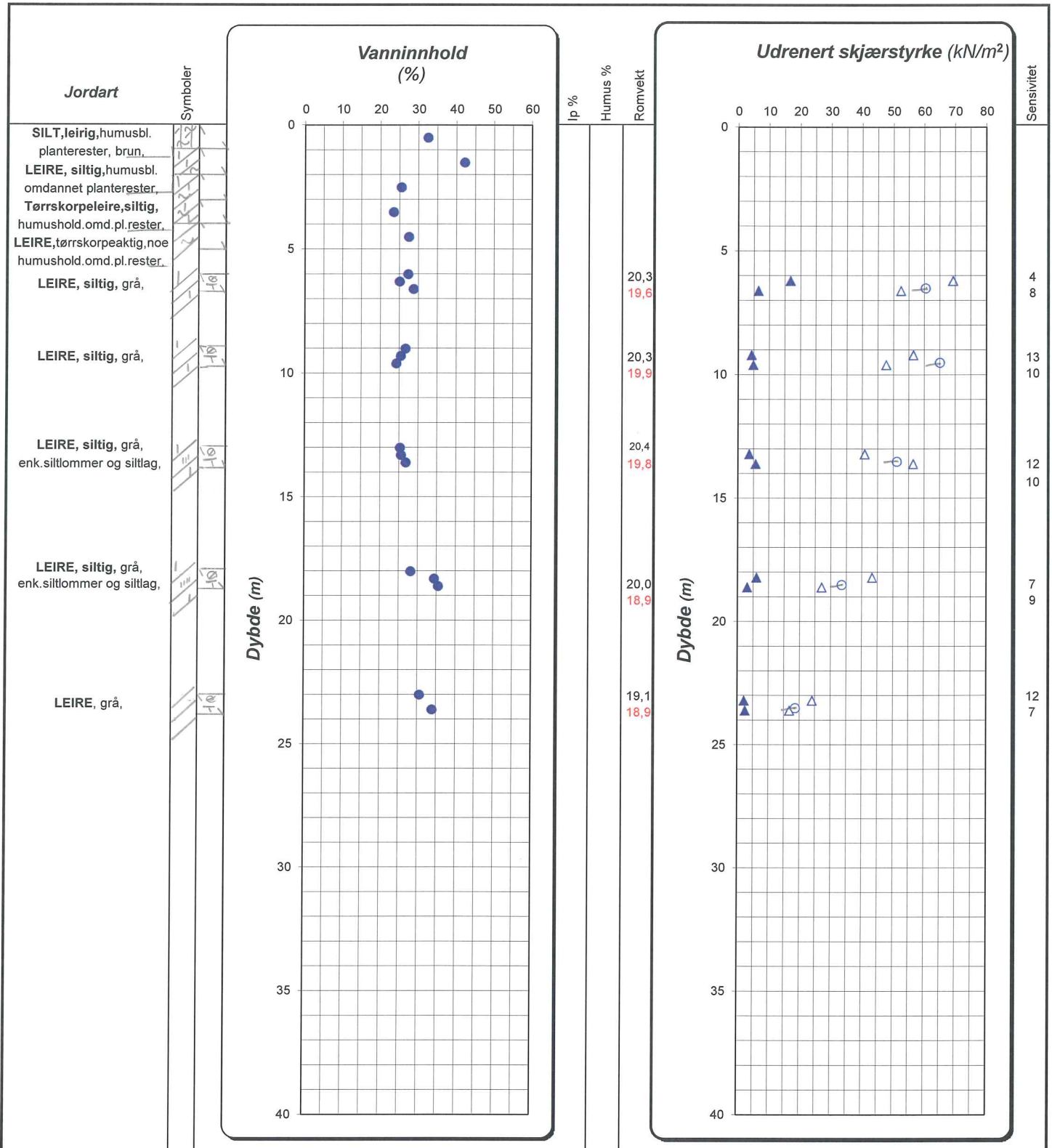


Enkelt trykkforsøk : 0 (angir def. % v/brudd) 5 10 15

Konusforsøk:  
 Omrørt/uforstyrret - ▽ ▽  
 Konusflyt- og plastisitetsgrense - |----- ▽  
 Romvekt liten ring  
 Romvekt hel sylinder

Ip = plastisitetsindeks  
 T = treaksialforsøk  
 Ø = ødometerforsøk  
 K = kornkurve  
 M = miljøprøve

 <b>LØVLIEN GEORÅD</b> Geoteknikk - Prosjektadministrasjon	Tiltakshaver: Jernbaneverket	Bilag: Prosj.nr: 11-207
	Prosjekt: Frogner Bru, Sørumsund	Tegn.nr: Vertikal: ca m=1:25
	Tekst: Løsmasseprofil BH06	Dato: 16.01.2012 Utført/Kontr: AL/



Enkelt trykkforsøk : 0 (angir def.% v/brudd)  
 15 ○ 5  
 10

Konussfær: Omrørt/uforstyrret - ▽ ▽  
 Konusflyt- og plastisitetsgrense -|-----▽  
 Romvekt liten ring  
 Romvekt hel sylinder

Ip = plastisitetindeks  
 T=treaksialforsøk  
 Ø=ødometerforsøk  
 K=kornkurve  
 M=miljøprøve

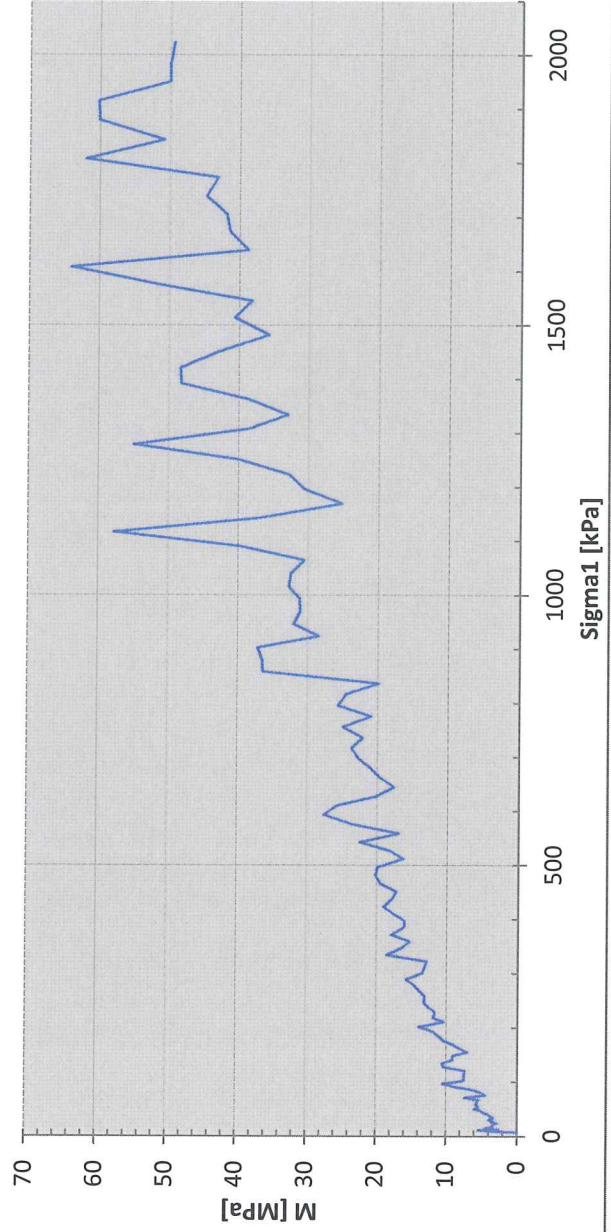
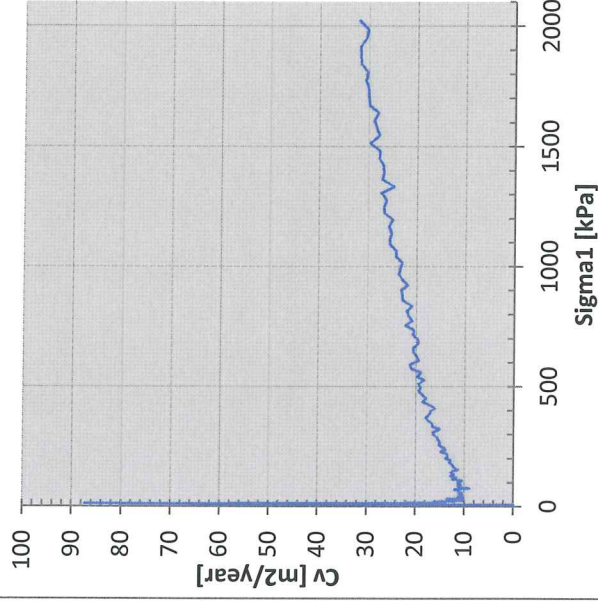
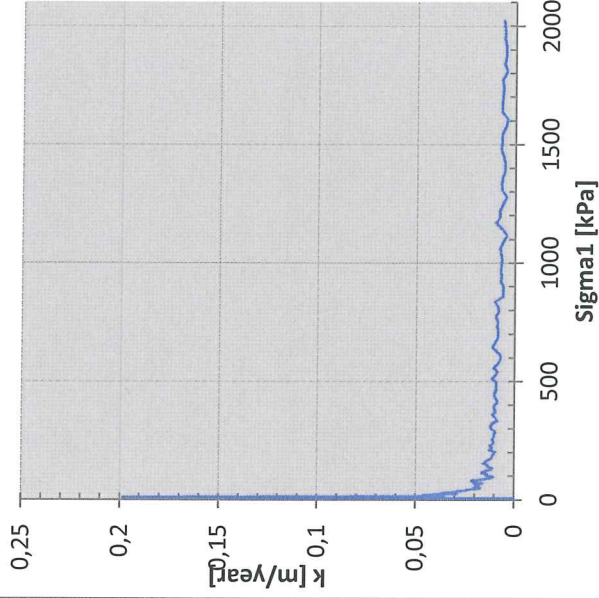
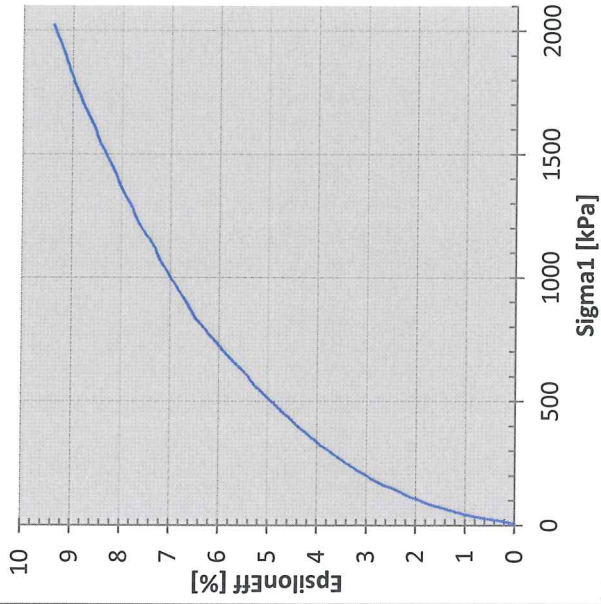


**LØVLIEN GEORÅD**  
 Geoteknikk - Prosjektadministrasjon

Tiltakshaver  
**Jernbaneverket**  
 Prosjekt:  
**Frogner Bru, Sørums**  
 Tekst:  
**Løsmasseprofil BH3**

Bilag:  
 Prosj.nr: 11-207  
 Tegn.nr:  
 Vertikal: ca m=1:200  
 Dato: 16.01.2012  
 Utført/Kontr AL/





### LØVLIEN GEORÅD - ODOMETER TEST

Job reference: 11-207 Frogner

Borehole id: Punkt 3 Ødo 1

Sample depth: 6,4 m

Sample density [kg/m<sup>3</sup>]: 2,02

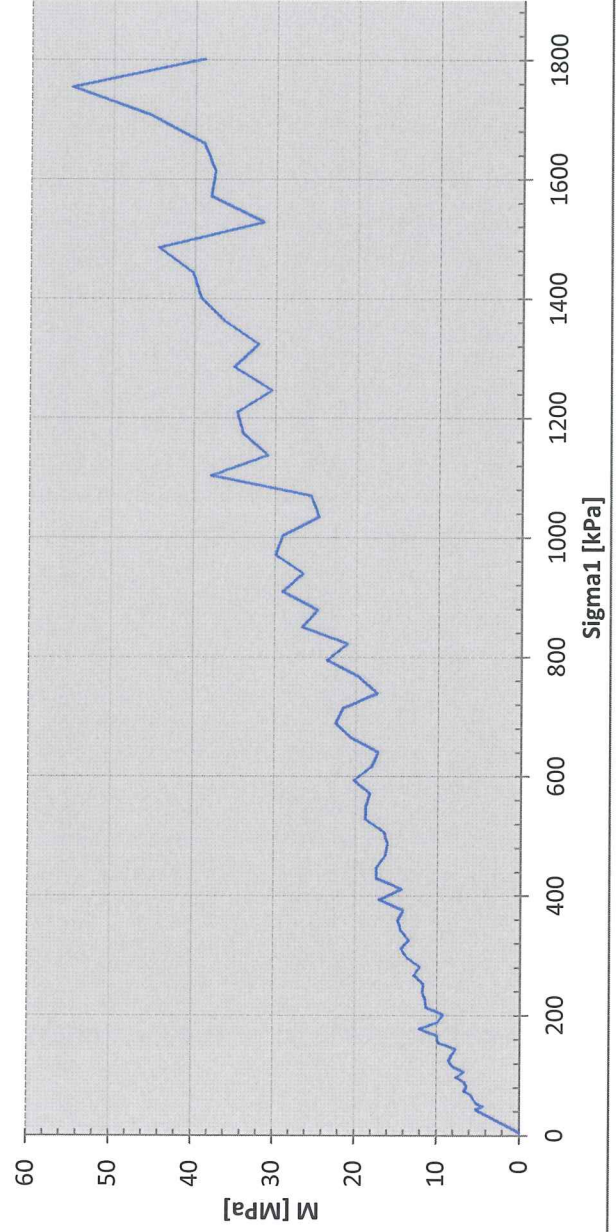
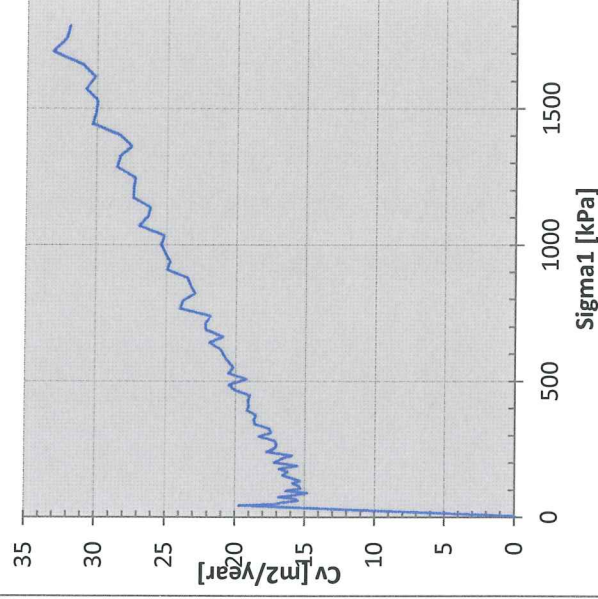
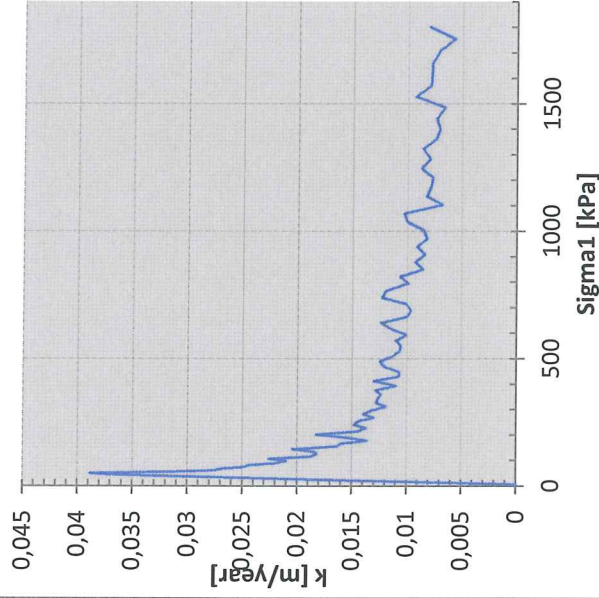
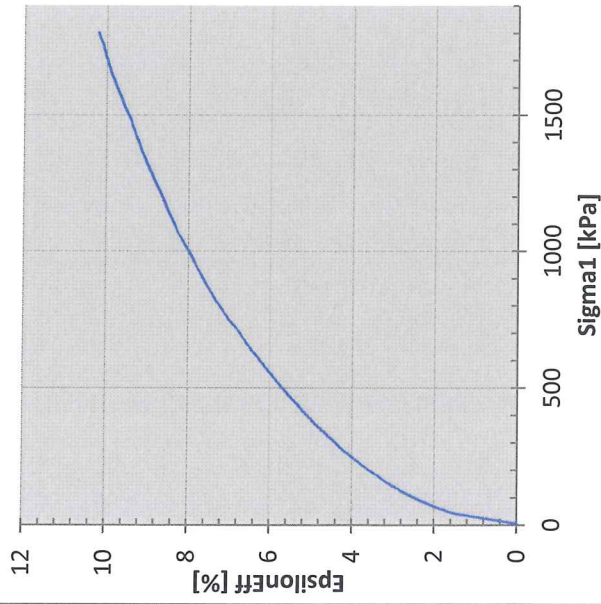
Appendix #:

Controlled by: PL

Sign.:



**LØVLIEN GEORÅD**  
Geoteknikk - Prosjektadministrasjon



### LØVLIEN GEORÅD - ODOMETER TEST

Job reference: 11-207 Frogner

Borehole id: Punkt 3 Ødo 2

Sample depth: 9,3 m

Sample density [kg/m<sup>3</sup>]: 2,03

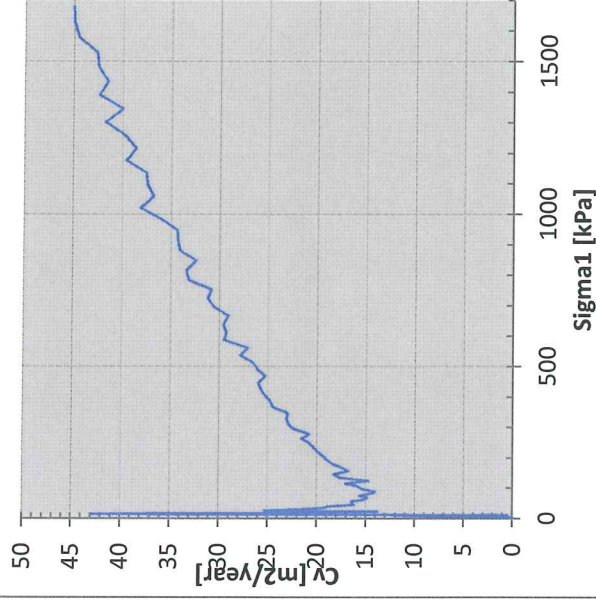
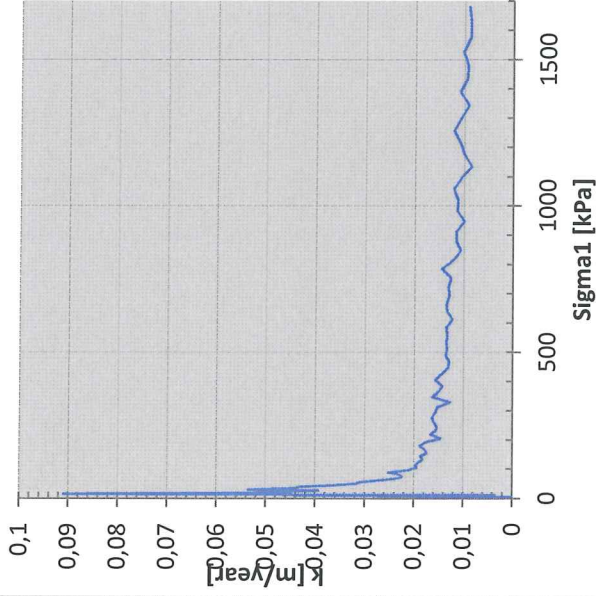
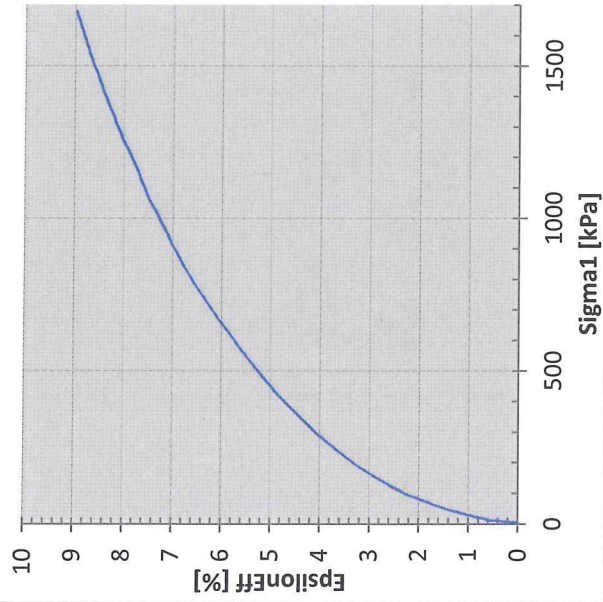
Appendix #:

Controlled by: PL

Sign.:



**LØVLIEN GEORÅD**  
Geoteknikk - Prospektadministrasjon



### LØVLIEN GEORÅD - ODOMETER TEST

Job reference: 11-207 Frogner

Borehole id: Punkt 3 ødo3

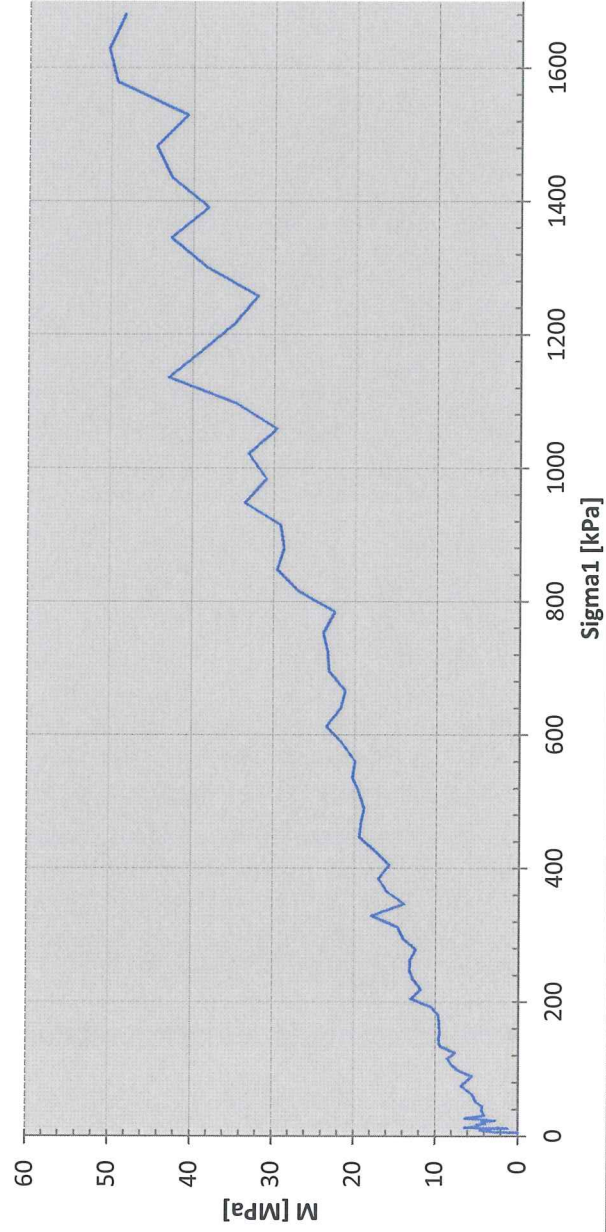
Sample depth: 13,4 m

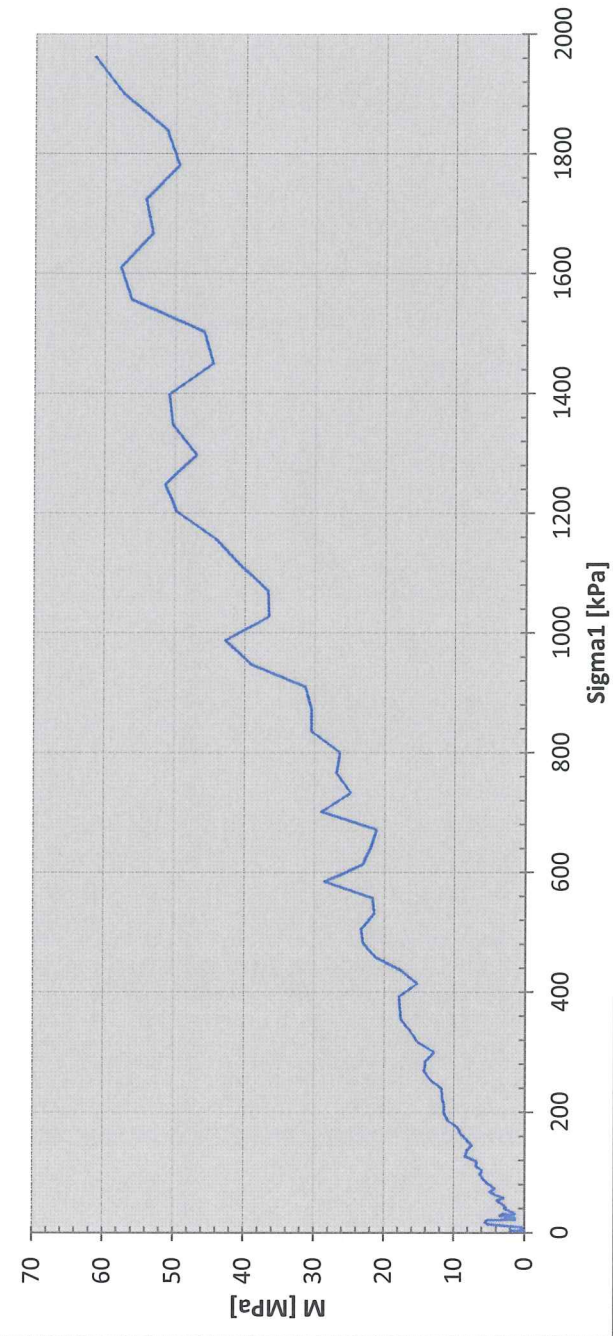
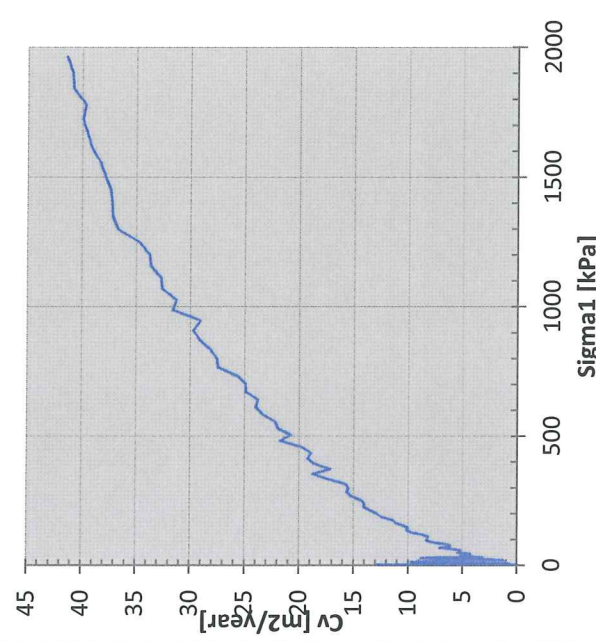
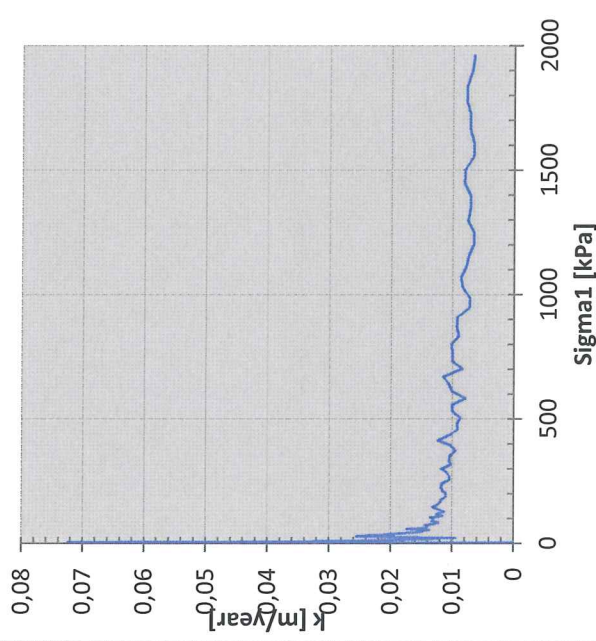
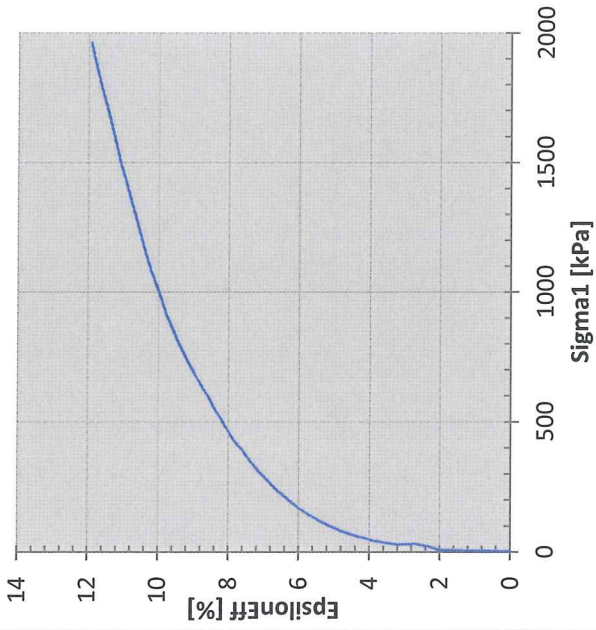
Sample density [kg/m<sup>3</sup>]: 2,02

Appendix #:

Controlled by: PL

Sign.:

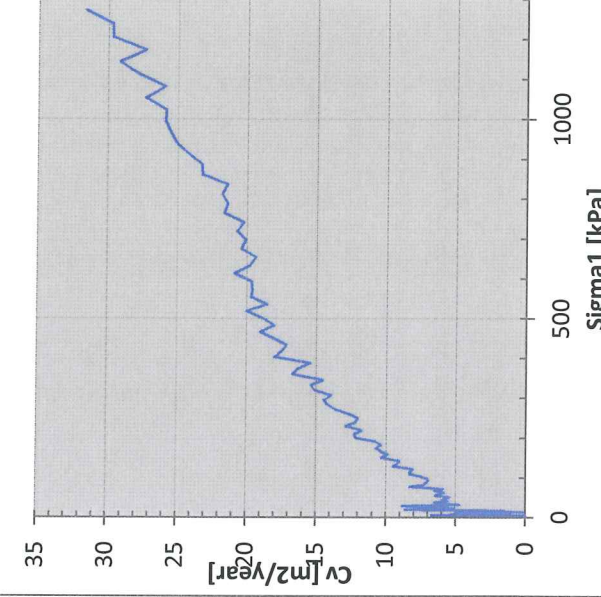
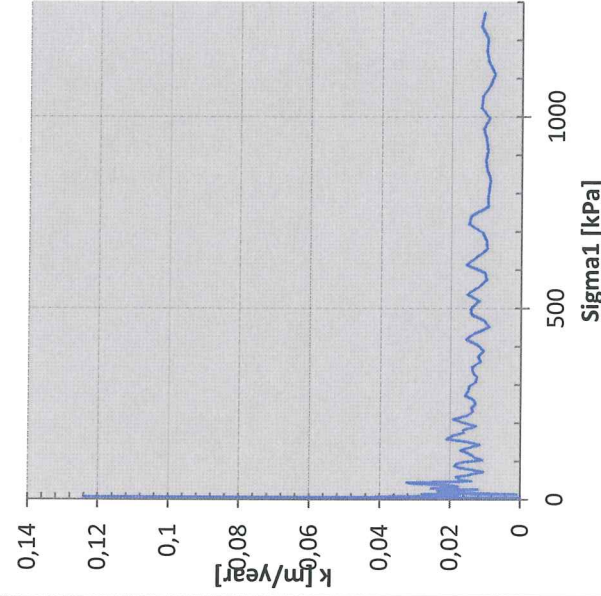
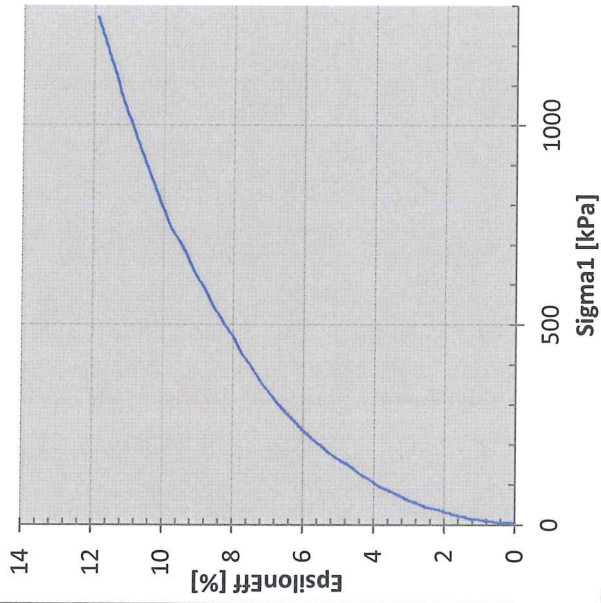




**LØVLIEN GEORÅD - ODOMETER TEST**

Job reference: 11-207  
 Borehole id: punkt 3 Øddo 4  
 Sample depth: 18,3 m  
 Sample density [kg/m<sup>3</sup>]: 1,92  
 Appendix #:  
 Controlled by: PL  
 Sign.:





### LØVLIEN GEORÅD - ODOMETER TEST

Job reference: 11-207 Frogner

Borehole id: Punkt 3 - ødo 5

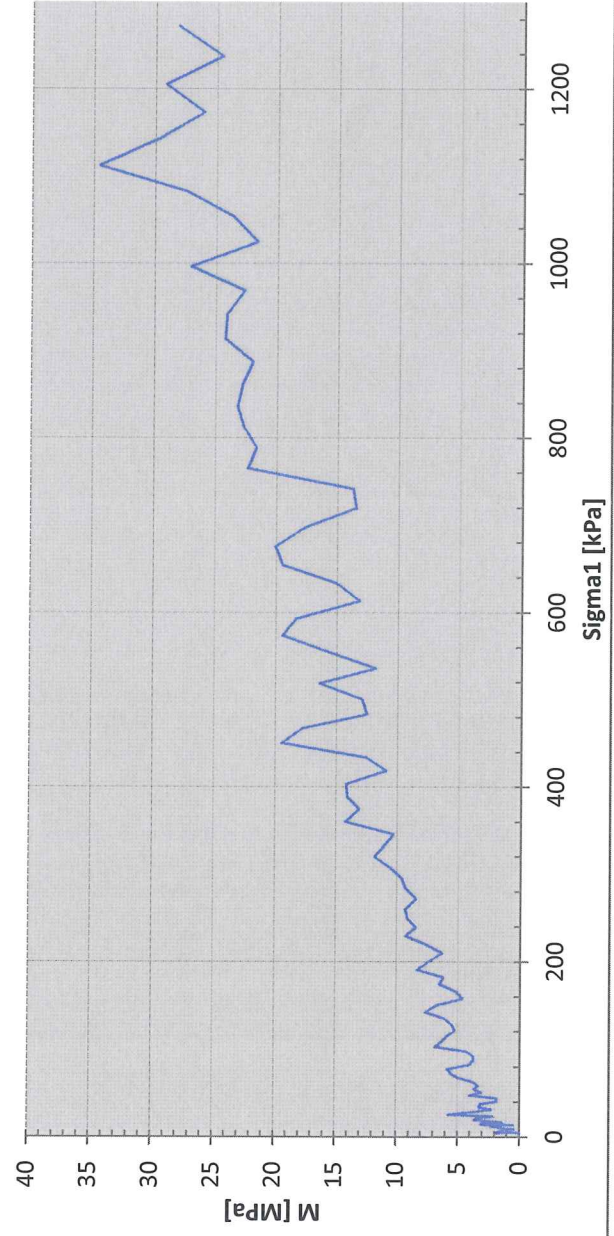
Sample depth: 23,4 m

Sample density [kg/m<sup>3</sup>]: 1,93

Appendix #:

Controlled by: PL

Sign.:





## Prosjekt

Prosjekt: Risiko for kvikkleireskred, Sørum  
kommune  
Rapportnummer: 20051379-1  
Rapporttittel: Stabilitetsvurdering  
Dato: 13. januar 2009

Hovedkontor:  
Pb. 3930 Ullenvål Station  
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  
www.ngi.no

## Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: NVE Region Øst  
Oppdragsgivers  
kontaktperson: Roar Øvre  
Kontraktreferanse:

## For NGI

Prosjektleder: Øyvind A. Høydal  
Rapport utarbeidet av: Tonje Eide Helle og Magnus Rømoen

## Sammendrag

Det er utført stabilitetsberegninger i 12 soner. Beregningene er gjort for antatt mest kritiske skråning og beskriver områdestabiliteten for sonen. Flere av sonene har for lav områdestabilitet. For soner med høy konsekvens bør en her vurdere tiltak. Imidlertid er det slik at kvaliteten eller grunnlaget for de geotekniske undersøkelsene er varierende slik at en enkelte steder bør utføre nye grunnundersøkelser før en iverksetter sikringsanlegg.

For hver enkelt sone er det i databasen notert grad av erosjon. Det anbefales at slik informasjon samles systematisk og fotodokumenteres for hele elve- eller bekkestrekninger.

# Innhold



Rapport nr.: 20051379-1  
Dato: 2009-01-13  
Rev. dato:  
Side: 4 / Rev.: 0

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Felt- og laboratorieundersøkelser</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Generell beskrivelse av grunnforholdene</b>	<b>6</b>
3.1	Kvartærgeologi	6
3.2	Løsmassenes beskaffenhet	7
3.3	Leirens styrkeegenskaper	7
<b>4</b>	<b>Stabilitetsanalyser</b>	<b>8</b>
4.1	Analyseverktøy	8
4.2	Gran, sone nr 325	8
4.3	Vall, sone nr 6	9
4.4	Vilberg, sone nr 26.	10
4.5	Melvoll, sone nr 73	11
4.6	Mohagen sykehjem, sone nr 72	12
4.7	Frogner, sone nr 63	13
4.8	Skrøver, sone nr 62	14
4.9	Myrvoll, sone nr 64	14
4.10	Mjølnerud, sone nr 16	15
4.11	Norum, sone nr 15	16
4.12	Bjerke øst, sone nr 1072	17
4.13	Løren, sone nr 11	18
4.14	Bingen, sone nr 2	19
<b>5</b>	<b>Videre arbeid</b>	<b>19</b>
<b>6</b>	<b>Referanser</b>	<b>20</b>

## Tegninger

010	Oversikt over soner, del 1
011	Oversikt over soner, del 2
012	Oversikt over soner, del 3
101	Profil A-A Gran
102	Profil B-B Gran
103	Profil D-D Vall
104	Profil F-F Vilberg
105	Profil G-G Vilberg
106	Profil H-H Melvoll
107	Profil I-I Mohagen Sykehjem
108	Profil J-J Frogner
109	Profil K-K Skrøver
110	Profil L-L Myrvoll
111	Profil N-N Mjølnerud
112	Profil O-O Norum
113	Profil P-P Norum
114	Profil Q-Q Bjerke øst
115	Profil R-R Løren
116	Profil S-S Løren

## Kontroll- og referanseside

## **1 Innledning**

NGI har på oppdrag fra NVE Region Øst utført stabilitetsanalyser i utvalgte kvikkleiresoner i Sørums kommuner.

Grunnundersøkelsene for kartlegging av kvikkleiresoner ble i det aktuelle området utført mellom 1986 og 1988. I soner som med høy risiko eller høy faregrad i rapport "Risiko for kvikkleireskred, Sørums kommune", rapport nr. 20001008-10, er det fulgt opp med supplerende undersøkelser høsten 2006. Disse undersøkelsene er grunnlaget for utførte stabilitetsanalyser.

## **2 Felt- og laboratorieundersøkelser**

De tidligere utførte grunnundersøkelsene i området ble utført i forbindelse med den nasjonale kvikkleirekartleggingen, ref. /1/ og /2/.

Ut fra resultatene fra de opprinnelige grunnundersøkelsene ble det videre utført supplerende grunnundersøkelser. Disse ble utført av Løvlien Georåd, mens NTNU har utført laboratorieundersøkelsene, ref./3/. De supplerende undersøkelsene omfatter 11 dreietrykksonderinger, 18 trykksonderinger (CPTU), 7 prøveserier og 9 hydrauliske poretrykksmålere i 5 ulike målepunkter.

Tabell 1 viser utførte feltundersøkelser i de sonene hvor det videre er utført stabilitetsberegninger. Boringer satt i parentes er boringer utført i forbindelse med de opprinnelige grunnundersøkelsene.

Borpunktene plassering er vist på kartene som er tegnet sammen med de ulike stabilitetsprofilene, tegning 101 til 116. Resultatene fra de supplerende grunnundersøkelsene er ikke tatt med i denne rapporten, men er presentert i ref. /3/.

Tabell 1 – Oversikt over supplerende grunnundersøkelser

Sonenavn	Borhull	Koordinater			Grunnundersøkelser			
		X	Y	Z	DRT	CPTU	PR	PZ
Gran	1 (139)	6652734.0	627839.3	141.3	(X)	X	X	X
	2	6652541.9	627965.1	120.7		X		
	3	6652550.4	628301.6	122.5	X			
Vall	4 (129)	6654961.2	626137.4	141.8	(X)	X	X	X
	5	6655022.7	626059.9	129.9		X		X
Løren	6	6655898.1	624512.2	130.2	X			
	7	6656061.2	624045.9	120.7	X	X		
	8	6655834.8	623907.3	118.2	X			
	9	6656178.7	624296.0	110.6	X	X		
Norum	10 (135)	6657070.1	624099.1	131.8	(X)	X		X
	11 (141)	6657889.9	624256.7	136.5	(X)	X		
	12	6657448.5	624543.8	133.6	X			
Mjølnerud	13 (153)	6658108.2	623622.4	122.2	(X)	X		
Vilberg	14 (291)	6656826.4	620322.6	142.8	(X)	X	X	X
Myrvold	15 (186)	6654798.2	619408.2	161.3	(X)	X		
Skrover	16 (189)	6654879.6	618074.1	130.1	(X)	X		
Frogner	17 (186)	6655608.8	617325.1	142.4	X (X)	X		X
	18	6655733.5	616941.0	104.1	X		X	
	19	6655776.6	616962.9	103.1	X		X	
	20	6655800.5	616957.3	103.4	X		X	
Melvoll	21 (206)	6656482.3	617313.2	138.3	(X)	X	X	X
	22	6656492.3	617230.0	126.2		X		
Lindeberg	23 (207)	6657224.7	618008.5	145.2	(X)	X		X
	24	6657153.4	618019.3	127.9		X		X
Bjerke øst	25 (209)	6657736.1	618374.3	151.2	X (X)	X		
DRT	- Dreietrykksondering							
CPTU	- Trykksondering							
PR	- Prøvetaking							
PZ	- Poretrykksmålere							

### 3 Generell beskrivelse av grunnforholdene

#### 3.1 Kvartærgeologi

Løsmassene i Sørums kommune er dominert av leire, grus, sand og silt avsatt i slutten av siste istid. I tillegg kommer sandavsetninger langs Glomma (bla *Sørumsand*) som i dette perspektivet kan sees på som en pågående prosess. Under isavsmeltingen trakk iskanten seg trinnvis tilbake og ble liggende periodevis ved naturlige terskler der vannstrømmingen under breen ble konsentrert og grovere materiale avsatt. Berger er et slikt område. Mellom lavereliggende områder var det "terskler" som i dag stiger opp som åser med sparsomt dekke av morene. Havet sto da omtrent ved kote ~200 m. Mellom slike trinn eller terskler, ut i Romeriksfjorden ble det avsatt leire og siltige masser lagvis. Denne leira kan være mange 10-talls meter tykk og grunnvannstrømning har vasket ut salter av leira og gjort denne stedvis "kvikk". Silten eller Romeriksmjelen som ligger på toppen av denne tidligere havbunnen, er antatt å stamme fra dambrudd av den isdemte innsjøen Nedre

Glomsjø. Mjelen ligger i et lag opptil 1,5 m tykkelse. Mjelen er typisk på de større flaterne som vi sier representerer gammel havbunnen.

### 3.2 Løsmassenes beskaffenhet

Dybden på boringene varierer mellom 6,7 og 35 m. De fleste har dog en mektighet på godt over 15 m. Boringene er i liten grad ført til fjell.

Avsetningen er relativt homogen leire med enkelte lag av silt og/eller finsand. Disse silt- og sandlagene kan gi gode drenasjebetingelser i leiren, noe som igjen kan gi lavt poretrykk og/eller ikke-hydrostatisk oppbygning av grunnvannet mot dybden.

I perioden etter siste istid har det foregått erosjon- og skredaktivitet i det aktuelle området. Dette har medført at dagens terrengnivå stedvis er lavere enn opprinnelig. Geoteknisk betyr det at leiren i området som ligger lavere enn gammel havbunn er forkonsolidert. Forkonsolidert leire vil igjen ha en høyere styrke enn en normalkonsolidert leire i samme dybde. Konsolideringsforholdene vil dermed ha en direkte betydning for stabilitetsberegningene, ved at styrken i leira vil være høyere jo større overlagering man tidligere har hatt. En videre forklaring på dette kommer i neste kapittel om leirens styrkeegenskaper.

### 3.3 Leirens styrkeegenskaper

Stabilitetsforholdene er bestemt på basis av den udrenerte skjærstyrke,  $s_u$ . Skjærstyrken er tolket ut fra en kombinasjon av resultatene fra CPTU sonderingene og styrke beregnet ved hjelp av SHANSEP.

Skjærstyrken bestemt ved tolkningen av CPTU-forsøkene er kalibrert mot laboratorieforsøk på blokkprøver, og er tolket basert på målt poretrykk ( $N_{\Delta u}$ ) og spissmotstand ( $N_{kl}$ ). Det er gjort enkelte antagelser når det kommer til jordartsparametrene.

SHANSEP skjærstyrkeprofilene er beregnet fra følgende formel:

$$s_{uA} = 0,32 p_0' \times OCR^{0,65}$$

hvor:  $OCR = p_0'/p_c'$

$p_0'$  = effektivt overlageringstrykk

$p_c'$  = forkonsolideringstrykk ut fra antatt tidligere terrengnivå

For godt drenerte forhold, så kan denne formelen gi for lavt styrkeanslag fordi dagens  $p_0'$  er høyere enn  $p_c'$ . OCR er aldri lavere enn 1,0 slik at  $s_{uA}$  aldri er satt lavere enn  $s_{uA} = 0,32 p_0'$

Antatt tidligere terrengnivå er vurdert for hver enkelt boring. Dette er gjort ved å se på de høyeste terrengformasjonene i det tilgrensende området til boringene.

For flere av profilene var det noe avvik mellom skjærstyrke tolket fra trykksonderinger og skjærstyrke utledet fra OCR. Dette kan skyldes forsøktekniske forhold eller at massene har andre egenskaper enn korrelasjoner tilsier. Det er derfor gjort en vurdering i hvert enkelt tilfelle på hvilket skjærstyrkeprofil som skal benyttes.

## 4 Stabilitetsanalyser

### 4.1 Analyseverktøy

Stabilitetsberegningene er utført med programmet Postograf. Postograf baserer seg på en likevektsbetraktning i bruddgrensetilstanden, "Limit equilibrium method" (LEM).

Beregningene er utført med sirkulære glideflater. Terrenglast er ikke medregnet i beregningene. I beregningene er det tatt hensyn til at leire er et anisotropt materiale, det vil si at skjærstyrken varierer med glideflatens helning. På grunnlag av erfaringstall fra forsøk på en rekke norske leirer er forholdet mellom styrkeverdier for de ulike sonene satt til:

$$s_{uD} = 0,7 s_{uA} \text{ og } s_{uP} = 0,4 s_{uA}$$

Siden beliggenheten/mektigheten av tørrskorpen er ukjent langs med profilene, er det primært brukt profiler med kun leire som materiale. Unntaket er i de tilfellene hvor mektigheten av friksjonsmaterialene er betydelig. Beregningsmessig vil betydningen av denne forenklingen av profilene ha minimalt å si på den beregnede sikkerhetsfaktoren.

NGI vil anse at en beregningsmessig sikkerhet på 1,4 vil være tilfredsstillende for de utførte stabilitetsberegningene.

### 4.2 Gran, sone nr 325

Det er utført stabilitetsberegninger langs med to ulike profiler i sonen. Profilgeometriene og beliggenhetene av profilene er vist på profil A-A, og B-B, figur 101 og 102.

#### 4.2.1 Grunnforhold

I følge dreietrykksondering nr. 139 er det indikasjon på sensitiv/kvikk leire fra 4-10 m og 15-30 m. Boringen er avsluttet i antatt fjell/fast grunn på 30 m dybde.

Prøveserien viser imidlertid lite sensitiv leire ned til siste prøvesylinder på 17 m dybde. CPTU sonderingen i borhull 1 (139) indikerer sand/silt i de øvre 4-5 m.

Det er satt ned poretrykksmålere i 7 m og 15 m dybde i borhull 1 (139). Vannstanden på 7 m dybde er 3,0 m, mens den i 15 m dybde er 8,0 m. Poretrykket øker med 3,7 kPa/m mellom de to poretrykksmålerne. Trykkøkningen er dermed lavere enn en hydrostatisk trykkstilstand.

CPTU sonderingen i borhull 2 indikerer et sand-/siltlag i de øvre 6 m. Dreietrykksonderingen i borhull 3 indikerer siltig leire fra terreng til avsluttet boring på 20 m dybde. Det er antatt sensitiv/kvikk leire fra 9 m til 14 m dybde.

Opprinnelig terrengnivå i sonen er antatt til kote 142.

#### 4.2.2 Beregningsresultater

Den beregningsmessige sikkerheten i profil A-A er på 1,47, og er således tilfredsstillende (se tegning nr. 101). I profil B-B er den beregningsmessige sikkerheten ikke helt tilfredsstillende med en sikkerhetsfaktor på 1,35 (se tegning nr. 102). Dette er en noe lav sikkerhetsfaktor. Tiltak må sees sammen med eventuell utbedring av vei. Ingen tiltak skal iverksettes uten at de fører til stabilitetsforbedring.

Etter revurdering av poretrykk og effekt av inngrep, klassifiserer sonen i faregradklasse middels. Sonen bør for øvrig deles langs riksvegen som følger ei ravine.

#### 4.3 Vall, sone nr 6

For sonen Vall er det utført stabilitetsberegning langs med ett profil. Geometrien og beliggenheten av det aktuelle profilet er gitt i profil D-D, tegning 103. Sonen ligger øverst i en bekkedal som renner nord om Lørenfallet og har en rekke historiske skred.

##### 4.3.1 Grunnforhold

Dreietrykksondering nr. 129 indikerer siltige masser ned til 10 m. Fra 10 m til 22 m er det indikert sensitiv/kvikk leire. Boringen er avsluttet på 58 m dybde uten å ha påtruffet fjell/faste masser. Silt-/sandlaget fremkommer også tydelig på CPTU sonderingen. Kvikkleire er påvist i prøveserien fra prøvesyldrene fra 10 m til 15 m dybde hvor prøvetakingen er avsluttet. Kvikkleira er meget sensitiv med en sensitivitet på 22 til 68.

CPTU sonderingen i borhull 5 indikerer siltige masser ned til 3 m dybde. Et markert sandlag befinner seg på 4 m dybde. Det er antatt at kvikkleiren befinner seg i underkant av dette sandlaget til avsluttet boring på 15 m dybde.

Det er installert poretrykksmålere i både borhull 4 og 5. I borhull 4 er de plassert på 9 m og 15 m dybde. På 9 m er vannstanden målt til 4,8 m under terreng, mens den på 15 m er målt til 8,0 m under terreng. Poretrykket øker med 4,7 kPa/m mellom poretrykksmålerne.

I borhull 5 er poretrykksmålerne plassert på 6 m og 12 m dybde. På 6 m dybde er vannstanden målt til 1,6 m under terreng, mens på 12 m dybde er den målt til 5,4 m under terreng. Poretrykket øker med 3,7 kPa/m mellom poretrykksmålerne.

I bunnen av skråningen er det naturlig nok overtrykk relativt til hydrostatisk. I et rør presset ned i grunnen ved bekken renner det vann over terreng. Under befarung ble det observert at vann kom opp av grunnen. Det er derfor antatt et poreovertrykk i forhold til hydrostatisk på 10 kPa i foten av skråningen.

Opprinnelig terrengnivå i sonen er antatt til kote 142.

#### 4.3.2 Beregningsresultater

Den beregningsmessige sikkerheten er 0,99, og er således ikke-tilfredsstillende (se tegning nr. 103). Det er enkelte grunne glidninger i skråningene langs bekkedalen, og ravinegeometrien tilsier at skråningene nær labiltilstand. Hvis det er aktuelt med tiltak i sonen, må det utføres videre grunnundersøkelser og beregninger som viser at tiltak gir tilstrekkelig forbedring av sikkerheten. Det er mulig å heve bunnen av bekkedalen.

Sonen får litt lavere poengberegning, men ligger fortsatt i faregradsklasse høy.

#### 4.4 Vilberg, sone nr 26.

For den aktuelle sonen er det utført stabilitetsberegning langs med to profiler. Beliggenheten og geometriene for profil F-F og G-G er gitt i tegning 104 og 105.

##### 4.4.1 Grunnforhold

I følge dreietrykksondering nr. 291 er det indikasjon på sensitiv/kvikk leire fra 10-30 m. Boringen er avsluttet i antatt fjell/fast grunn på 41,4 m dybde. Dreietrykksondering 292, som også ligger innenfor sonen, indikerer sensitiv/kvikk leire fra 18-39 m. Denne boringen er avsluttet på 39 m, uten å treffe fjell/faste masser.

CPTU sonderingen i punkt 14 (291) indikerer relativt homogen leire langs med hele dybden, bortsett fra mellom 25,5 og 26,5 m, hvor det tydelig er et lag med drenerende masser, for eksempel sand eller silt.

Prøveserien som er tatt i punkt 14 (291) indikerer relativt homogen leire. Prøveserien består av totalt tre sylindere i intervallene 5-5,8 m, 7-7,8 m og 13-

13,8 m. Av disse tre er det kun den nederste som indikerer kvikkleire, med sensitivitet på 37-38.

I hull 14 er det installert 2 poretrykksmålere på henholdsvis 6 og 12 m dybde. På 6 m dybde er grunnvannstanden målt til tilsvarende ca 2 m under terreng, mens grunnvannet på 12 m dybde er målt til tilsvarende 3 m under terreng.

Opprinnelig terrengnivå i sonen er antatt til kote 160.

#### 4.4.2 Beregningsresultater

Den beregningsmessige sikkerheten for profil F-F er 1,49 og således tilfredsstillende. For profil G-G derimot er sikkerheten ikke tilfredsstillende, da denne kun er 1,14. Det er flere mellomliggende skråninger ut mot samme bekkedalen med tilsvarende geometri og sikkerhet som profil G-G. Sikringstiltak/supplerende grunnundersøkelser må dermed vurderes. Faresonen er stor, og ved tiltak er det aktuelt å undersøke stabilitet og forekomts av kvikkleire i enkeltskråninger og vurdere om sonen kan underdeles.

Oppdaterte egenskaper senker faregrad fra faregradsklasse høy til middels (høyt i klasse middels).

#### 4.5 Melvoll, sone nr 73

Det er utført stabilitetsberegning langs med ett profil i sonen Melvoll. Dette er profil H-H som er gitt i tegning 106.

##### 4.5.1 Grunnforhold

Dreietrykksondering 206 indikerer sensitiv/kvikk leire fra ca 22 m til boringen er avsluttet på dybde 53.5 m.

CPTU sonderingen i punkt 21, som tilsvarende samme sted som punkt 206, indikerer relativt homogen leire langs med hele sonderingsdybden på 35. CPTU sonderingen i punkt 22 indikerer det samme, mens denne boringen er avsluttet på 25 m dybde.

Prøveserien som er tatt opp i punkt 21 inneholder 4 sylindere i intervallene 8-8,8 m, 10-10,8 m, 14-14,8 m og 18-18,8 m. Alle de fire sylindrene indikerer en middels fast leire med lav til middels sensitivitet.

I punkt 21 er det installert to poretrykksmålere på henholdsvis 7 og 14 m dybde. Den grunneste indikerer en beliggenhet av grunnvannet på ca 3 m under terreng, mens den dypeste indikerer en beliggenhet på mellom 5,3 og 6,7 m under terreng. Det er altså tydeligvis en drenering av grunnvannet mot dybden, som gjør at man ikke får en hydrostatisk oppbygning av grunnvannet.

Opprinnelig terrengnivå i sonen er antatt til kote 158. CPTU sonderingen indikerer styrke tilsvarende denne overkonsolideringen. Leira viser relativt stor styrke i øvre lag.

#### 4.5.2 Beregningsresultater

Den beregningsmessige sikkerheten for profil H-H er 1,31 og således nær tilfredsstillende. Dokumentert sikkerhet må imidlertid opp på 1,4 før eventuelle tiltak i sonen kan utføres. Sikringstiltak eller mer omfattende grunnundersøkelser må dermed vurderes ved eventuelle tiltak.

#### 4.6 Mohagen sykehjem, sone nr 72

I sonen Mohagen sykehjem er det utført stabilitetsberegninger langs med profil I-I. Geometrien og beliggenheten av profilet er vist på tegning 107.

##### 4.6.1 Grunnforhold

Dreietrykksondering 207 indikerer sensitiv/kvikkleire fra 12 m til boringen er avsluttet på 44,5 m dybde.

CPTU sonderingen 23 indikerer siltig leire med stor motstand de øvre 10 m, Unntaket er mellom 15 og 16 m dybde hvor det er drenerende lag, tolket som sand eller silt. Poretrykksresponsen indikerer sensitiv eller kvikkleire fra 19 m dyp og dypere. Styrkeprofilen tolket fra CPTU avviker fra normal overkonsolidert leire og det er derfor gjort beregninger med flere tolkninger.

I punkt 24 indikerer CPTU sonderingen relativ homogenleire ned til dybde 15 m, hvor sonderingen er avsluttet. Også her er det indikasjon på et drenerende lag, men her er beliggenheten 6 m under terreng.

I borpunkt 23 er det installert to poretrykksmålere på henholdsvis 8 og 15 m dybde. Den grunneste poretrykksmåleren indikerer en beliggenhet av grunnvannet på mellom 5 og 8 m under terreng. Den dypeste måleren indikerer et mer stabilt trykk på svarende til ~6 m vann. Det er med andre ord undertykk i skråningen..

For beregninger er opprinnelig terrengnivå benyttet både som kote 149 og 158.

##### 4.6.2 Beregningsresultater

Den stabilitetsmessige sikkerheten for det beregnede profilet er 0,89 ved å anta tidligere terrengnivå til 149. Ved å legge inn tidligere terrengnivå til kote 158, er sikkerheten 1,08. Sikkerheten er derfor heller ikke tilfredsstillende selv om en legger inn et optimistisk styrkeprofil. Stabilitetsberegningen indikerer derfor at skråningen har ikke-tilfredsstillende sikkerhet mot boligområdet. Det bør tas prøver av massene for å verifisere styrkeparametre og eventuelt arbeides videre med mulighet for stabilisering av skråningen mot Jeksla.

Klassifisering av kvikkleiresonen er uendret, sonen er fortsatt i faregradsklasse lav.

#### 4.7 Frogner, sone nr 63

For sonen Frogner er det utført stabilitetsberegning langs med ett profil. Geometrien og beliggenheten av det aktuelle profilet er gitt i profil J-J, tegning 108.

##### 4.7.1 Grunnforhold

Dreietrykksonderingen utført i borhull 186 indikerer sand/grovere masser fra terreng og ned til 16 m dybde. Videre nedover er det leire, som antageligvis er sensitiv/kvikk fra 25 m dybde og ned til boringen er avsluttet i faste masser/fjell på 55 m dybde. En prøveserie som ble tatt på 30 m dybde i det samme punktet gir en sensitivitet på 30 og 105.

Dreietrykksonderingen i borpunkt 17, som tilsvare borpunkt 185, indikerer noe av det samme. Den viser at det er grovere masser ned til boringen er avsluttet på 20 m. CPTU sonderingen derimot viser relativt homogen leire fra 4 m dybde og ned til avsluttet sondering på 29 m. De øverste 4 m består av tørrskorpe/grovere masser. Hva denne forskjellen i grunnforhold mellom de ulike sonderingene skyldes er vanskelig å fastslå.

I borhull 17 er det også installert en poetrykksmåler i 16 m dybde. Denne viser et trykk på 3 m vann, som indikerer god drenering i skråningen.

Nede ved elva, rett nord for stabilitetsprofilet, er det utført 3 dreietrykksonderinger og tatt opp 3 prøvesylindere. Disse er tatt i borpunkt 18 (motsatt bredd), 19 og 20. Dreietrykksonderingene indikerer lite boremotstand fra terreng og ned til 8-9 m dybde, som vanligvis indikerer sensitiv/kvikk leire. Dette kan evt. også tolkes som en veldig løst lagret siltig sand. Dypere kommer masser som først indikerer lav sensitivitet, deretter noe høyere sensitivitet.

I de samme tre borpunktene er det tatt opp en prøvesylinder. En av sylindrene er tatt i dybdeintervall 4-4,8 m, mens de to siste er tatt i dybdeintervall 5-5,8 m. Den grunneste sylindren indikerer sand med enkelte gruskorn og plante- og treflisrester. De to dypere indikerer sand med treflis og humus i toppen mens det dypere er en siltig, lagdelt leire. Sensitiviteten i materialet er lav, med verdier fra 2 til 3. Det er dermed mest trolig at den lave sonderingsmotstanden er et resultat av veldig løst lagret sand med, enn at det er en sensitiv leire.

Opprinnelig terrengnivå i sonen er antatt til kote 147.

#### 4.7.2 *Beregningsresultater*

Den beregningsmessige sikkerheten for stabilitetsprofilen er 1,14, se tegning 108. I teknisk notat 20001518 er stabiliteten beregnet til området 1,08- 1,15. Steinfyllingen som ble lagt var beregnet å gi 12-15 % forbedring, noe som i så fall anses som vesentlig. Vi tror imidlertid ikke at fyllingen sikrer hele skråningsfoten. Sikkerheten for skråningen er dermed ikke tilfredsstillende og supplerende undersøkelser og/eller sikringstiltak må dermed vurderes.

Det er ikke noen indikasjon på at det ikke er kvikkleire i elvebrinken mot Leira i boring 19 og 20. Det er imidlertid ikke tilsvarende topografi langs hele sonen mot Leira slik at en kan flytte sonegrensen vekk fra elva. Det er uklart hvor mye en kan trekke sonen opp fra elva ved borpunkt 19 og 20.

#### 4.8 Skrøver, sone nr 62

Det er utført stabilitetsberegning langs med ett profil i sonen Skrøver. Dette er profil K-K som er gitt i tegning 109.

##### 4.8.1 *Grunnforhold*

Dreietrykksondering 189 indikerer sensitiv/kvikk leire fra 20 m dybde og ned til boringen er avsluttet på 38,5 m dybde

CPTU sonderingen i punkt 16, som omtrent tilsvarende plasseringen til borhull 189, indikerer fyllmasser/tørreskorpe i de øverste 5 meterne. Under dette er det relativt homogen leire ned til 25 m dybde, hvor boringen er avsluttet.

Opprinnelig terrengnivå i sonen er antatt til kote 147.

##### 4.8.2 *Beregningsresultater*

Den beregningsmessige sikkerheten for profil K-K er 1,02 og ikke således tilfredsstillende. Skråningene ned mot Jeksla er her en av de bratteste og høyeste og en må betraktes å stå nær naturlig rasvinkel. Sikringstiltak eller mer omfattende grunnundersøkelser må vurderes ved bruk av området.

Faregradsklassifiseringen er uendret. Sonen er faregradsklassifisert i klasse middels.

#### 4.9 Myrvoll, sone nr 64

Det er utført stabilitetsberegninger langs med ett profil i sonen. Geometriene og beliggenhetene av profilen er vist på profil L-L, figur 110.

#### 4.9.1 *Grunnforhold*

Dreietrykksondering nr 186 indikerer sensitiv/kvikkl leire fra 13 m dybde og ned til boringen er avsluttet på 33 m.

CPTU sondering 15, som er tatt på samme lokasjon som dreietrykksondering 186, indikerer tørrskorpe eller drenerte masser i de øverste 5 m, da CPTU-sonderingen mister metning i toppen. Under dette er det homogen leire ned til sonderingen er avsluttet på 25 m dybde. Selve styrkeprofilen avledet fra CPTU viser relativt høy styrke i øvre del og svak eller liten økning i nedre del. Det er usikkerhet knyttet til styrkeprofilen.

Opprinnelig terrengnivå i sonen er antatt til kote 165.

#### 4.9.2 *Beregningsresultater*

Den beregningsmessige sikkerheten for stabilitetsprofilen er 1,08, se tegning 108. Det er også utført beregninger ved å anta normalkonsoliderte forhold med tilhørende lav styrke i toppen. Dette gir under 1,0 i sikkerhet. Stabilitetsberegningen indikerer uansett at skråningen har lav sikkerhet. For å få en bedre verifisering av sikkerheten bør det tas prøver av materialet. Tiltak i sonen må ikke utføres uten at tilstrekkelig sikkerhet er dokumentert.

Faregradsklasse er justert fra høy til middels.

#### 4.10 Mjølnerud, sone nr 16

Det er utført stabilitetsberegning langs med ett profil i sonen Mjølnerud, profil N-N som er gitt i tegning 111.

##### 4.10.1 *Grunnforhold*

Dreietrykksondering 153 indikerer sensitiv/kvikkl leire fra 10 m dybde og ned til 28 m dybde. Sonderingen er avsluttet på 31 m dybde.

CPTU sondering nr 13, som er utført på tilnærmet samme sted som dreietrykksondering 153, indikerer fyllmasser/tørrskorpe for de øverste 5 m. Under dette er det stort sett leire ned til sonderingen er avsluttet på 30 m dybde. Unntaket er enkelte lag med grovere, drenerende masser på dybdeintervallene 8,5 til 9 m, 14 til 15 m, 19,5 til 21 m og 22,5 til 24 m.

Opprinnelig terrengnivå i sonen er antatt til kote 145.

##### 4.10.2 *Beregningsresultater*

Den beregningsmessige sikkerheten for profil N-N er 1,87 og dermed mer enn tilfredsstillende. Sonen er for øvrig stor og enkeltskråninger må vurderes og

undersøkes ved hvert enkelt tiltak. Fortettet undersøkelser vil også kunne bidra til å underdele og endre sonegrenser. Det er i sonen registrert aktiv glidning i Rømtua. Selv om stabiliteten for større glidninger er god, så kan erosjon i seg selv sette i gang en bruddutvikling.

Det anbefales at erosjon og glidninger langs Rømtua dokumenteres sammenhengende.

Sonen endrer ikke faregradsklassifisering, faregrad høy.

#### 4.11 Norum, sone nr 15

Det er utført stabilitetsberegninger langs med to ulike profiler i sonen. Profilgeometriene og beliggenhetene av profilene er vist på profil O-O og P-P, figur 112 og 113.

##### 4.11.1 Grunnforhold

Dreietrykkssondering 135 viser sensitive, trolig kvikke masser mellom 15 og 25 m. Sonderingen er avsluttet i faste masser/antatt fjell på 40,5 m.

Dreietrykkssondering 141 viser bløt leire fra 4 m og sensitive, trolig kvikke masser mellom 19 og 28 m. Sonderingen er avsluttet i grus/stein på 34 m.

CPTU sondering 10 er utført på tilnærmet samme lokasjon som sondering nr 135. Sonderingen indikerer fyllmasser/tørrskorpe i de øverste 3 m av profilet. Derfra og ned til boringen er avsluttet på 30 m er det relativt homogen leire. Unntaket er på 19,5 m dybde hvor det ser ut til å være et drenerende lag på ca 0,5 m, antageligvis bestående av silt/sand.

CPTU sondering 11, som er utført på tilnærmet samme lokasjon som dreietrykkssondering 141, har tilnærmet samme resultat. Fyllmassene/tørrskorpen i toppen har tilnærmet samme mektighet og leiren herfra og ned er relativt homogen med et drenerende lag med ca 0,5 m mektighet. Forskjellen er at dette laget her ligger på ca 15,5 m dybde.

Poretrykksmålere ved borhull 10 viser 6 m vanntrykk på 15 m og 2 -4 m vanntrykk ved 10 m.

Opprinnelig terrengnivå i sonen er antatt til kote 145.

##### 4.11.2 Beregningsresultater

Den beregningsmessige sikkerheten for profil O-O er 1,03, mens det for P-P er 1,58. Profil P-P som har tilfredsstillende sikkerhet, mens det for profil O-O mot Gjesterbekken må gjøres en vurdering på om det skal utføres supplerende grunnundersøkelser eller eventuelt noen sikringstiltak som øker

skråningssikkerheten. Det er flere skåninger i sonen som i sikkerhet vil ligge mellom disse to skråningene. Sonen er stor og ved tiltak må mulig skredutvikling og sikkerhet vurderes ut fra lokalisering i sonen.

Sonen er fortsatt klassifisert i faregradsklasse høy.

Det er registrert aktiv erosjon i Gjesterbekken. Dette bør dokumenteres med bilder og følges opp.

#### 4.12 Bjerke øst, sone nr 1072

I sonen Bjerke øst er det utført stabilitetsberegninger langs med profil Q-Q. Geometrien og beliggenheten av profilet er vist på tegning 114.

##### 4.12.1 Grunnforhold

Dreietrykksondering 209 indikerer sensitiv/kvikk leire fra 16 m og ned til boringen er avsluttet på 32,5 m.

Dreietrykksondering 25, som har tilnærmet samme lokasjon som dreietrykksondering 209, indikerer sensitiv/kvikk leire fra 15 m dybde og ned til sonderingen er avsluttet på 25 m.

I det samme borpunktet er det også utført en CPTU sondering, og denne indikerer fyllmasser/tørreskorpe i de øverste 4 m. Under dette er det relativt homogen leire ned til sonderingen er avsluttet på 25 m. Unntaket er på 5,5 og 18 m dybde hvor det er lag med mer drenerende masser. Mektigheten av disse er 0,5 til 1 m. Det er dessuten tydelig at leira er relativt siltig, da kurven for poretrykksmålingene til CPTU sonderingen er relativt taggete.

Opprinnelig terrengnivå i sonen er antatt til kote 158.

##### 4.12.2 Beregningsresultater

Den beregningsmessige sikkerheten for stabilitetsprofilet er 1,09, se tegning 114. Det bør dermed utføres supplerende grunnundersøkelser for å verifisere skjærstyrken bedre, eller utføres sikringstiltak for å bedre skråningsstabiliteten. Profilet er tatt i en brattere mindre del av skåningen mot Jeksla. I et tidligere notat for ei regulert boligtomt, er stabiliteten beregnet til  $\sim 1,3$  for lengre glidninger fra platået og ned til Jeksla. Ved tiltak skal sikkerheten positivt forbedres. Jeksla er tidligere foreslått lukket på strekningen.

Sonen er fortsatt i faregradsklasse høy.

#### 4.13 Løren, sone nr 11

Det er utført stabilitetsberegninger langs med to ulike profiler i sonen. Profilgeometriene og beliggenhetene av profilene er vist på profil R-R og S-S, figur 115 og 116.

##### 4.13.1 Grunnforhold

Dreietrykksondering 194 indikerer sensitiv/kvikk leire fra ca 10 m og ned til 25 m. Sonderingen er avsluttet på 31 m, uten at det er nådd fjell/faste masser.

Dreietrykksondering 6 er utført ca 150 m sørøst for dreietrykksondering 194. Resultatene av sonderingen er noe uvanlige, men det kan virke som det er sensitiv/kvikk leire mellom 10 og 20 m dybde. Sonderingen er avsluttet på 35 m, uten å treffe faste masser/fjell.

Dreietrykksondering 7 er avsluttet i faste masser/fjell på 16 m under terreng. Det er indikasjon på sensitive/kvikke masser fra rundt 10 m dybde og ned til sonderingen er avsluttet. CPTU sonderingen som er utført i samme punkt indikerer 3 m med fyllmasser/tørreskorpe, over en relativt homogen leire.

Dreietrykksondering 8 indikerer sensitive/kvikke masser fra rundt 15 m dybde og ned til 21 m dybde. Massene er antageligvis relativt siltig. Sonderingen er avsluttet på 25 m dybde, uten å treffe faste masser/fjell.

Dreietrykksondering 9 er avsluttet i faste masser/fjell på 6,7 m. Det er ikke indikasjon på sensitive/kvikke masser. CPTU sonderingen i samme punktet indikerer tørreskorpe/fyllmasser i de øverste ca 3,5 m. Under dette er det leire, med et drenerende, fastere lag på ca 5 m dybde.

Opprinnelig terrengnivå i sonen er antatt til kote 145.

##### 4.13.2 Beregningsresultater

Skråningen i profil R-R har en beregnet sikkerhet på 1,74 mens sikkerheten for skråningen i profil S-S er 1,23, se tegning 115 og 116. Profil R-R har dermed tilfredsstillende sikkerhet, mens det for profil S-S må vurderes om man skal utføre supplerende grunnundersøkelser eller eventuelt utføre tiltak som øker sikkerheten til skråningen. Skråningen langs Holsbekken på nordsiden av Lørenfallet er flere steder nær rasvinkel og utsatt for grunne glidninger.

Vi har fått oppgitt at det har vært utført erosjonssikringsprosjekt i Rømua uten av NGI vet hva dette omfatter.

Sonen er klassifisert i faregradsklasse middels

#### 4.14 Bingen, sone nr 2

Faresone Bingen var tidligere klassifisert i faregradsklasse lav. Det var da ikke tatt med en aktiv glidning i sonen ved Elverhøy, ref. /7/. Denne delen av faresonen er nå sikret mot denne typen glidninger både mot evja og Glomma(anleggsvei). Kvikkleire ligger imidlertid grunt lengre inne i faresonen og legger restriksjoner på alle tiltak.

Faresonen ligger som helhet i faregradsklasse middels.

### 5 Videre arbeid

For alle soner gjelder det at tiltak som gir bygningsmessige inngrep eller masseforflyting, så skal disse geoteknisk avklares. I soner der en har tilfredsstillende sikkerhet, vil det si at områdestabiliteten forøvrig i sonen er tilfredsstillende. Beregnet sikkerhet er vanligvis utført for antatt mest kritiske skråning i sonen og dette brukes for områdevurderingen. For mange av sonene er beregnet sikkerhet lav, og må dokumenteres høyere enten ved videre geotekniske undersøkelser eller tiltak.

Jeksla er gjennomgående sak i flere av sonene. Vegvesenet og Jernbaneverket har flere tiltak som krysser Jeksla. Det anbefales at fallforhold og erosjon i Jeksla dokumenteres sammenhengende uavhengig av faresoner slik at en har et grunnlag for å vurdere arealbruk og eventuelle sikringstiltak langs vassdraget.

En tilsvarende dokumentasjon anbefales også for Holsbekken og Rømua. Det er mulig at Holsbekken i dag har begrenset mulighet til å senke seg eller utløse dypere glidninger, men slik dokumentasjon bør samles. Det er mer eller mindre kontinuerlige faresoner langs denne bekken. Skjea skredet startet i denne bekken.

Enkelte av sonene er hovedsakelig langbrukseiendommer som f.eks Vilberg, Skrøver, Vall, Gran, Mjølnerud og Norum som typisk vil måtte kreve sikringstiltak eller nærmere utredning av skredfare ved f. eks omregulering til boligområde. Også ved andre tiltak som vei eller bru bør det kreves forbedret sikkerhet med fyllinger og bru/kulvertkapasitet som gjør at en kan ta høyde for seinere heving av ravinebunnen.

Soner rund Frogner, og spesielt Mohagen sykehjem bør en gå videre med for å verifisere styrkeparametre. Tolkningen viser at det er usikkerhet i styrkeanslaget. Beregningene viser lavere sikkerhet enn det som vanligvis er ønskelig i bolignære områder og sikring kan være aktuelt for eksisterende bebyggelse.

## 6 Referanser

- /1/ NGI (1995)  
Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred. Kartblad 1914 I Fet.  
Rapportnr. 900010-1, datert 27. november 1995
  
- /2/ NGI (1990)  
Kartlegging av potensiell fare for kvikkleireskred. Kartblad Ullensaker, M 1:50 000.  
Rapportnr. 860019-1, datert 31. mai 1990
  
- /3/ Løvlien Georåd  
Kvikkleiresoner – Sørumsand. Grunnundersøkelse  
Geoteknisk rapport 06-139 nr. 1, datert 6. mars 2007
  
- /4/ Norges Geologiske Undersøkelse  
Kvartærgeologisk kart på [www.ngu.no](http://www.ngu.no)
  
- /5/ Karlsrud, K., G. Aas, and O. Gregersen (1984).  
Can we predict landslide hazards in soft sensitive clays? Summary of Norwegian practice and experiences.  
International symposium on Landslides, Torino 1984. Proceedings, Vol. 1, pp. 107-130. Også publ. i: Norges Geotekniske Institutt, publikasjon 158.
  
- /6/ Karlsrud, K., T.Lunne, D.A.Kort and S.Strandvik (2005).  
CPTU Correlations for Clays.  
NGI rapport 20041198-1.
  
- /7/ NGI (2007)  
Utglijning Elverhøy, Sørumsand – grunnundersøkelser og stabilitetsvurdering  
Rapportnr. 20071270-1, datert 11. mai 2007




Rev.	Bedrøvelse	Dato	Tegn.	Klarv.	Godk.
<b>Risiko for kvikkleireskred</b> <b>Sørum kommune</b>		Original format A-1 Tegningsnavn g:\20051379\autograf\1\ kart grunn			
Oversikt over soner Del 1		1500 15000			
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 19.01.2008 Oppdrag 20051379-1	Tegnet  Tegning 010	Kontrollert  Godkjent OAH	Rev. 0

20051379-01

TEGN. NR. 010



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn	Kontroll	Godkj.
<b>Risiko for kvikkleireskred</b> <b>Sørum kommune</b>		Status A-1 Tegningsnivå 1:20051379\autograf.ril\kartgrunnlag			
Oversikt over soner Del 2		1500 15000			
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3030 Lilleulv Stadion NO-0808 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 19.01.2008 Oppdragsnr. 20051379	Tegning MaR Tegning 011	Kontrollert OAH Rev. 0	Godkjent OAH Rev. 0

20051379-01

TEGN. NR. 011









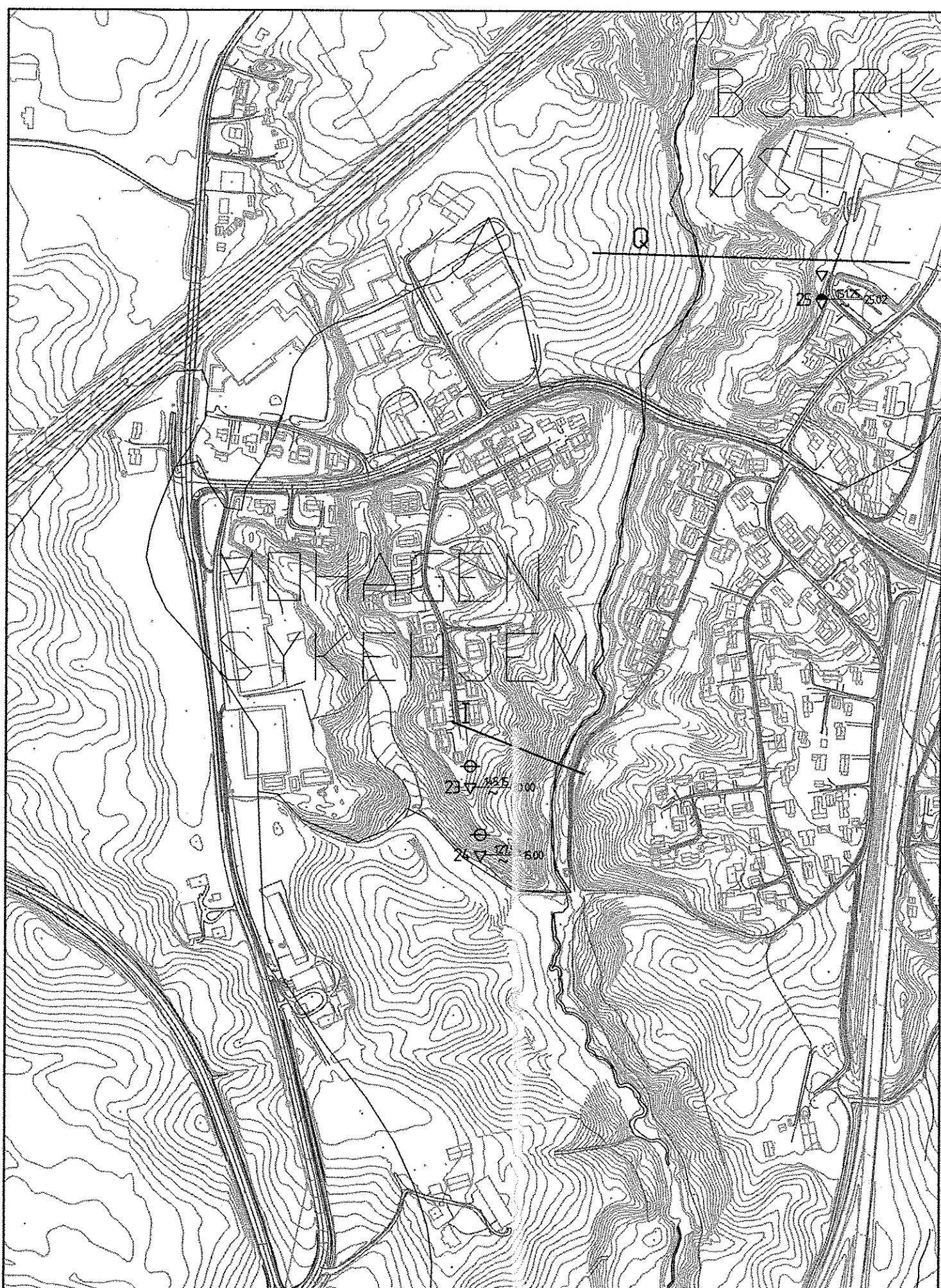
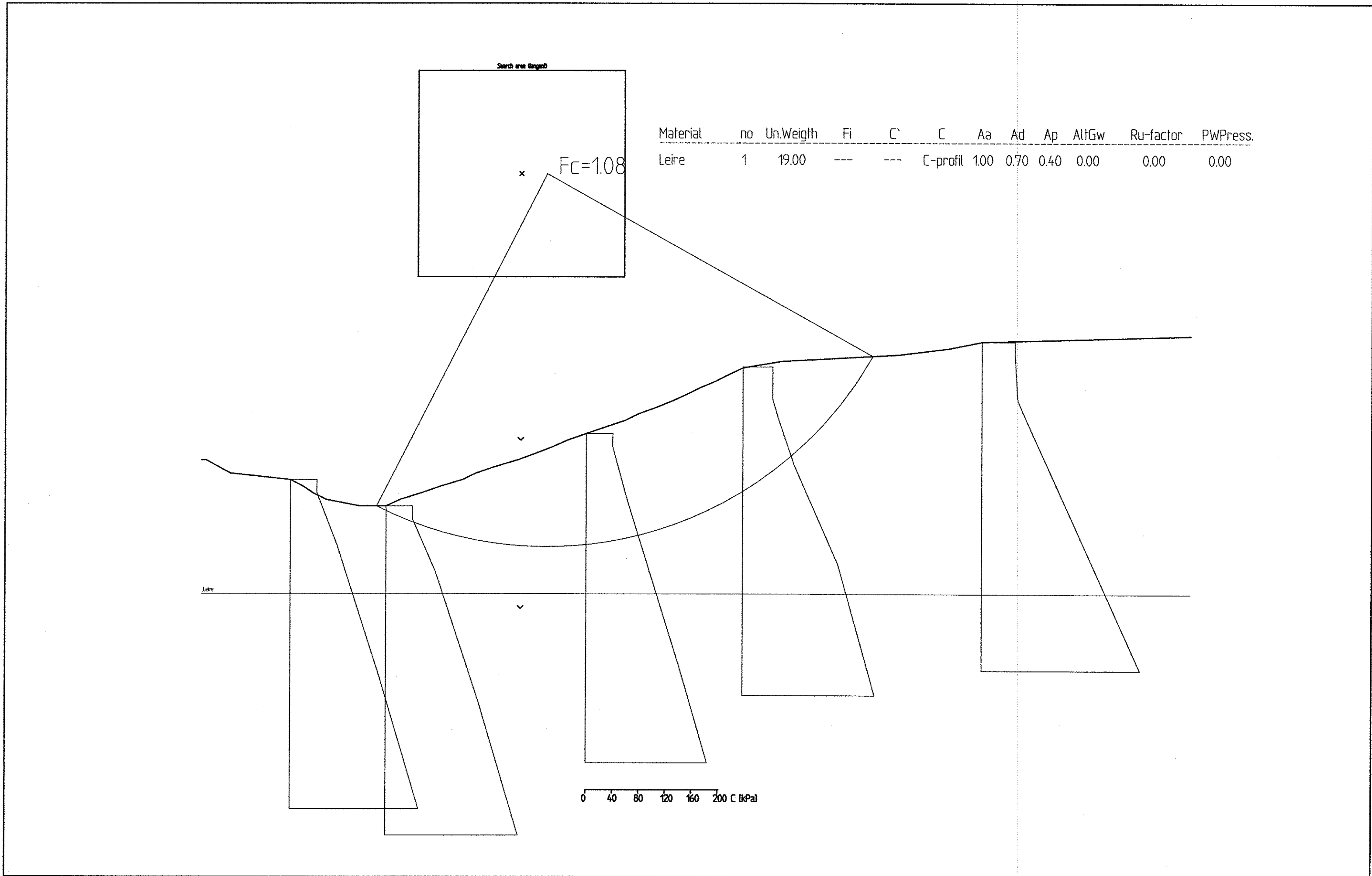






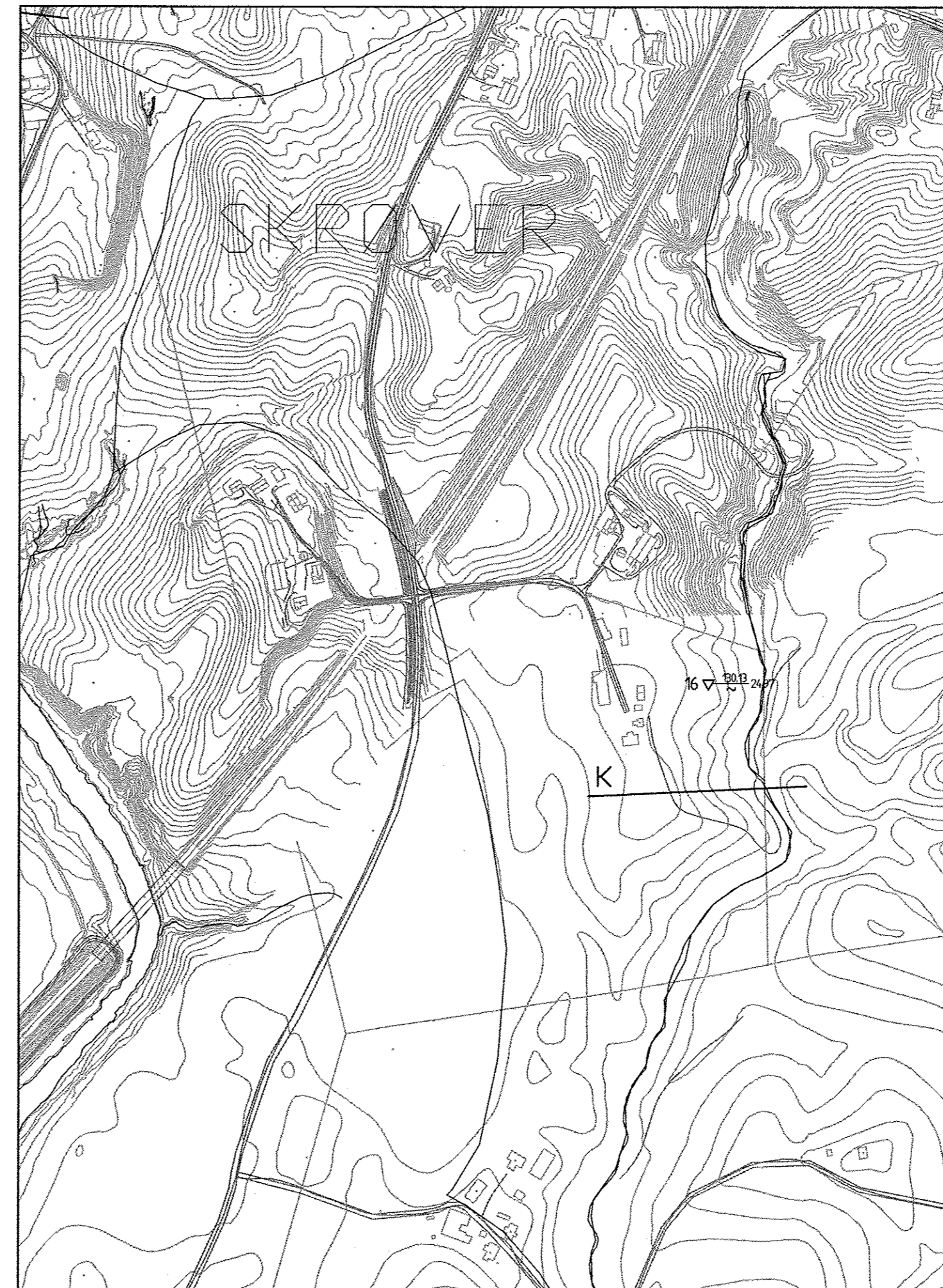
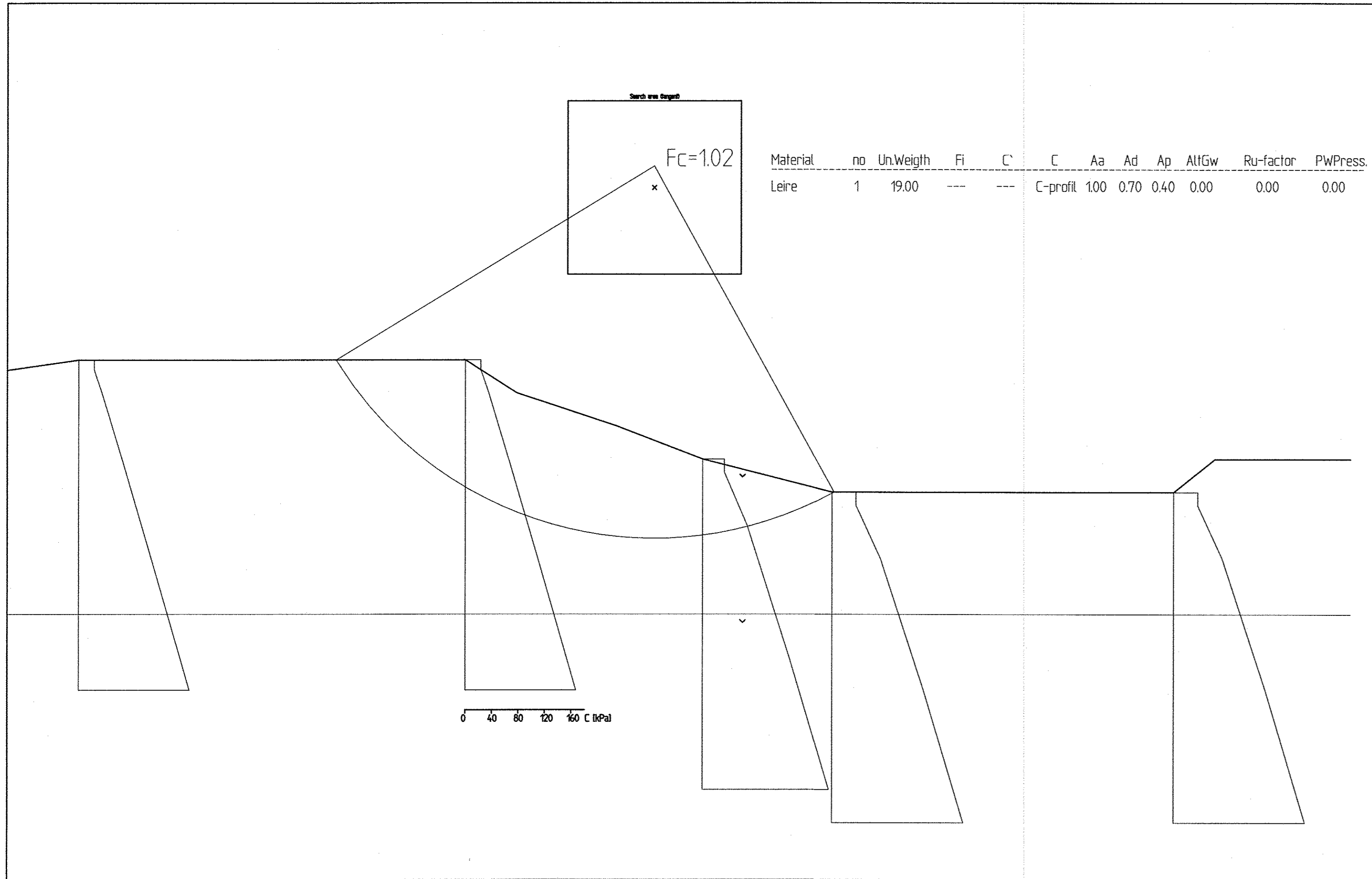
20051379-01

Tegn. nr. 107



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
<b>Risiko for kvikkleireskred</b> <b>Sørum kommune</b>		Status Original format A-3L Tegningens tittel g:\20051379\stabgraf.rif\Linderberg I			
Stabilitetsvurdering		Målestokk 1500 15000			
Mohagen Sykehjem, profil I-I		NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 19.01.2008 Oppdragsnr. 20051379-1	
		Konstr./Tegnet MaR		Kontrollert OAH	
		Tegningsnr. 107		Godkjent OAH	
				Rev. 0	





Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
<b>Risiko for kvikkleireskred</b> <b>Sørum kommune</b>		Original format A-3L Tegningens filnavn g:\20051379\stabgraf.rit\Skrover K			
Stabilitetsvurdering Skrover, profil K-K		Målestokk 1500 15000			
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 19.01.2008	Konstr./Tegnet 	Kontrollert OAH	Godkjent OAH
Oppdragsnr. 20051379-1		Tegningsnr. 109	Rev. 0		

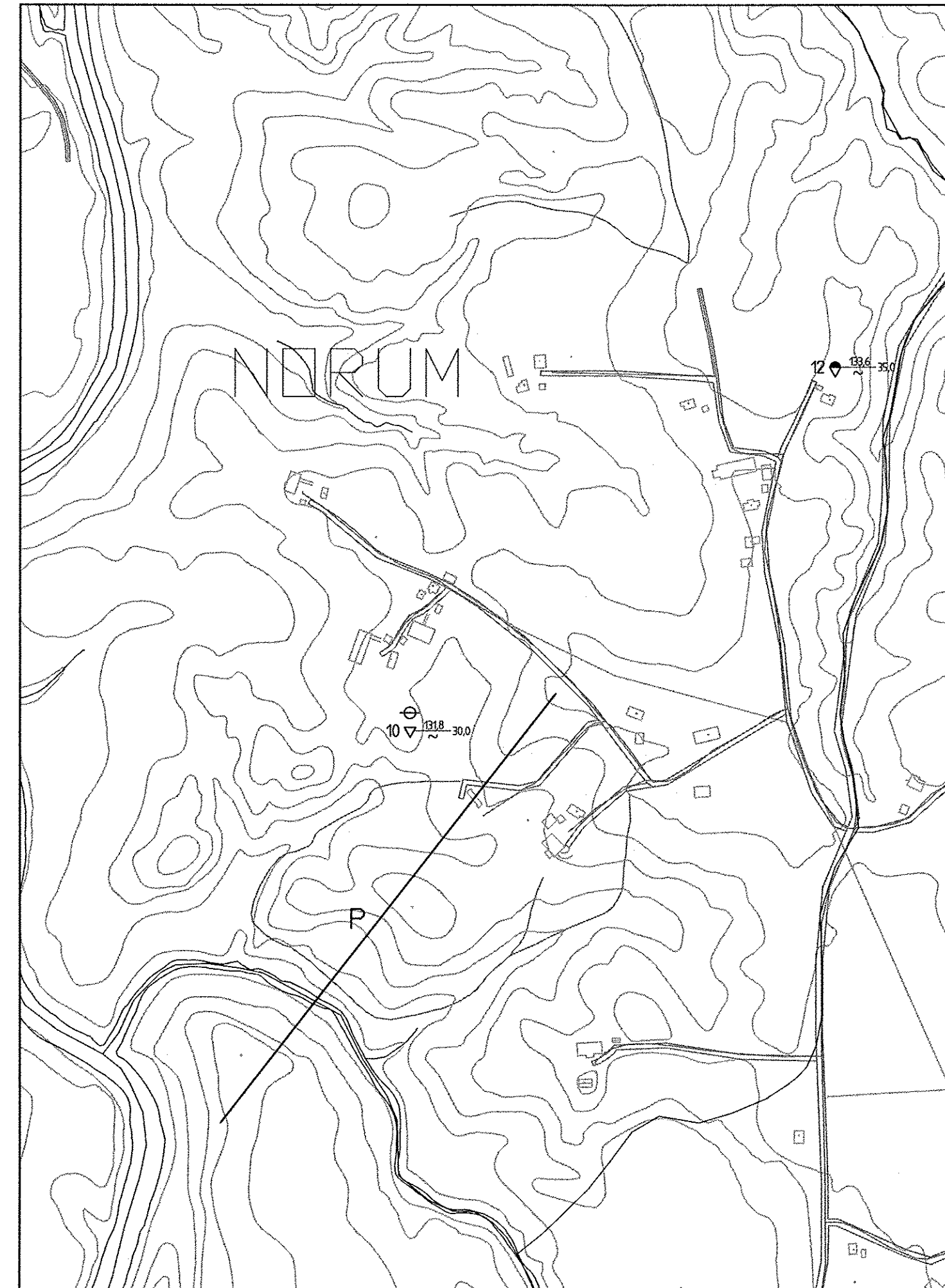
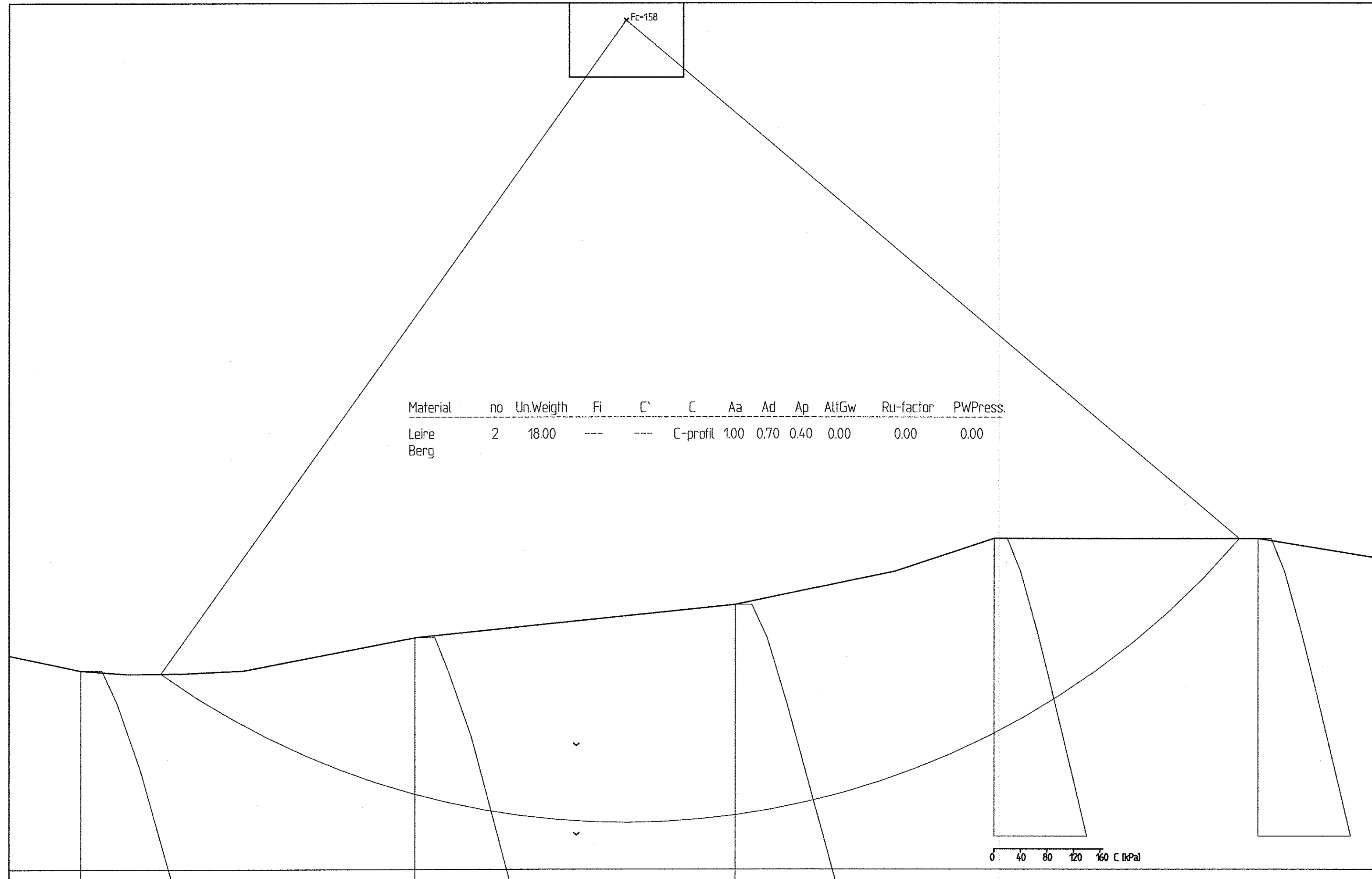
20051379-01

Tegn. nr. 109









Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
<b>Risiko for kvikkleireskred</b> <b>Sørums kommune</b>		Original format A-3L Tegningens filnavn g:\_20051379\stabgraf.rit\Norum P			
<b>Stabilitetsvurdering</b>		Målestokk			
Norum, P-P		1500			
		15000			
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		19.01.2008	MaR	OAH	OAH
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		20051379	113	0	

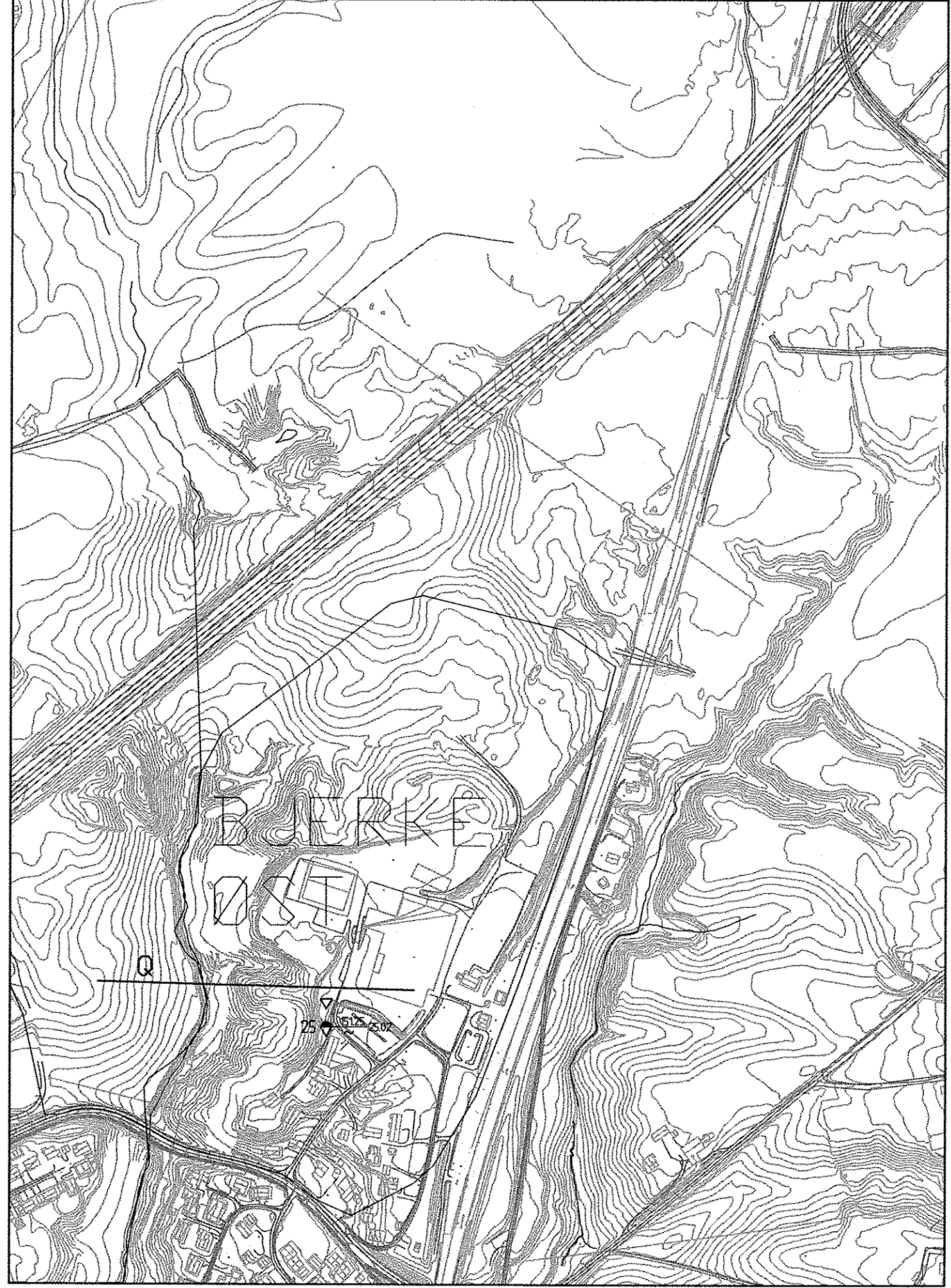
20051379-01

Tegn. nr. 113

Search area Berg  
 $F_c = 1.09$

Material	no	Un.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap	AltGw	Ru-factor	PWPress.
Leire	2	18.00	---	---	C-profil	1.00	0.70	0.40	0.00	0.00	0.00
Berg											

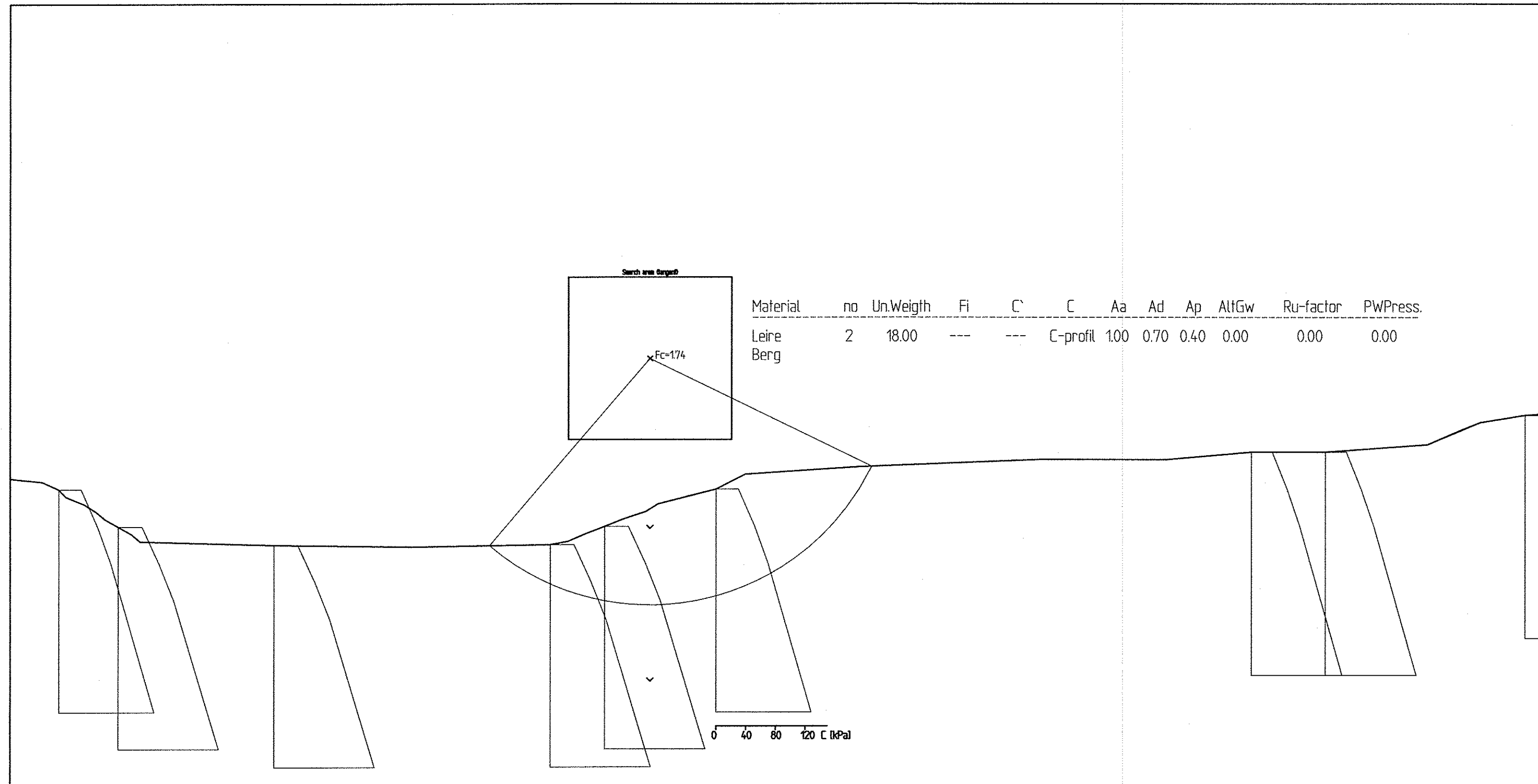
0 40 80 120 C tkPal



Rev	Beskrivelse	Dato	Tegn	Kontr.	Godkj.
<b>Risiko for kvikkleireskred</b> <b>Sørum kommune</b>		Original format A-3L Tegningens filnavn g:\20051379\stabgraf.rit\Bjerke Øst Q			
<b>Stabilitetsvurdering</b>		Målestokk 1500 15000			
<b>Bjerke Øst, Q-Q</b>					
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 19.01.2008	Konstr./Tegnet Van MaR	Kontrollert OAH	Godkjent OAH
Oppdragsnr. 20051379-1		Tegningsnr. 114		Rev. 0	

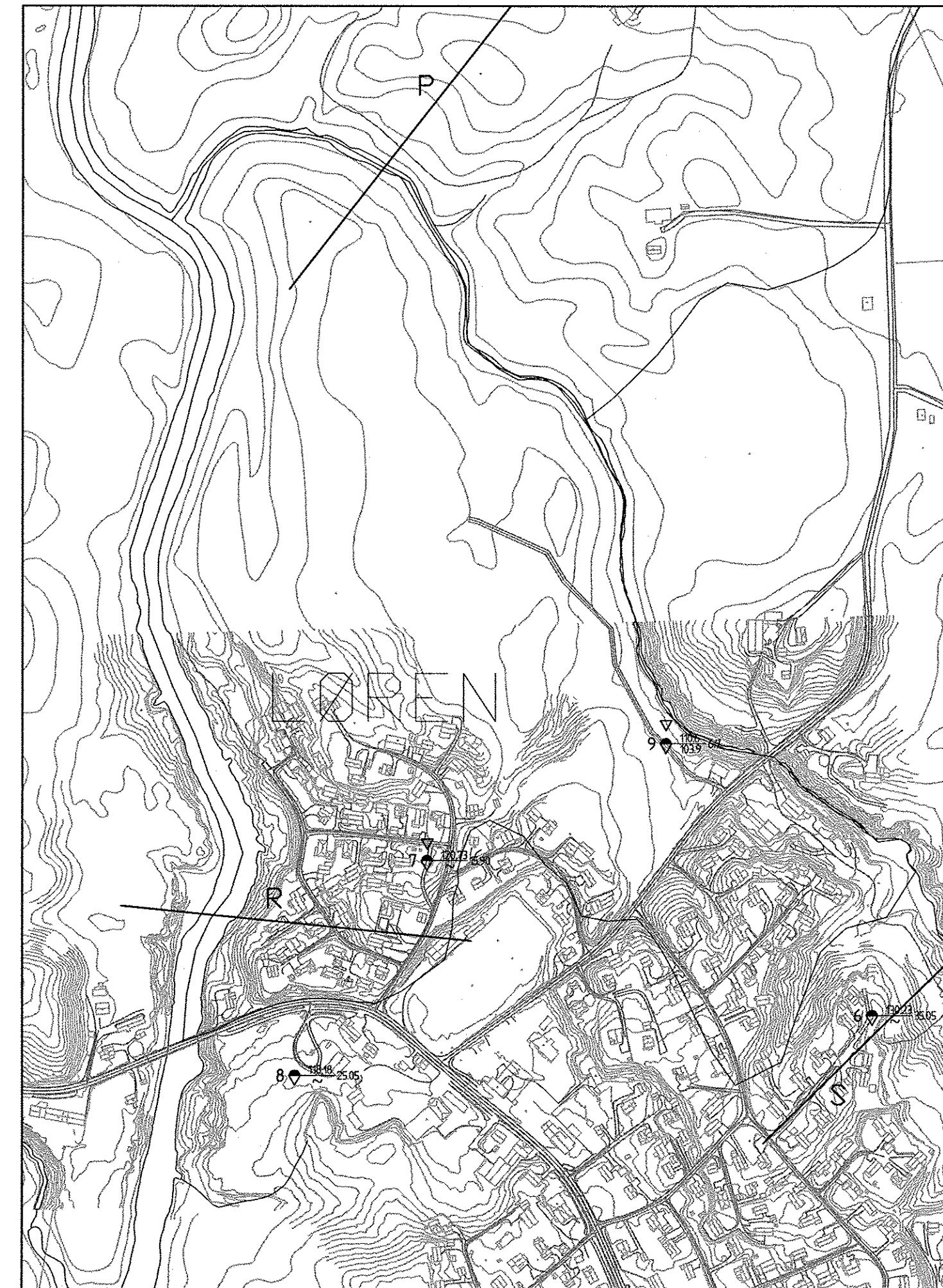
20051379-01

Tegn.nr. 114



Material	no	Un.Weigh	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap	AltGw	Ru-factor	PWPress.
Leire	2	18.00	---	---	C-profil	100	0.70	0.40	0.00	0.00	0.00
Berg											

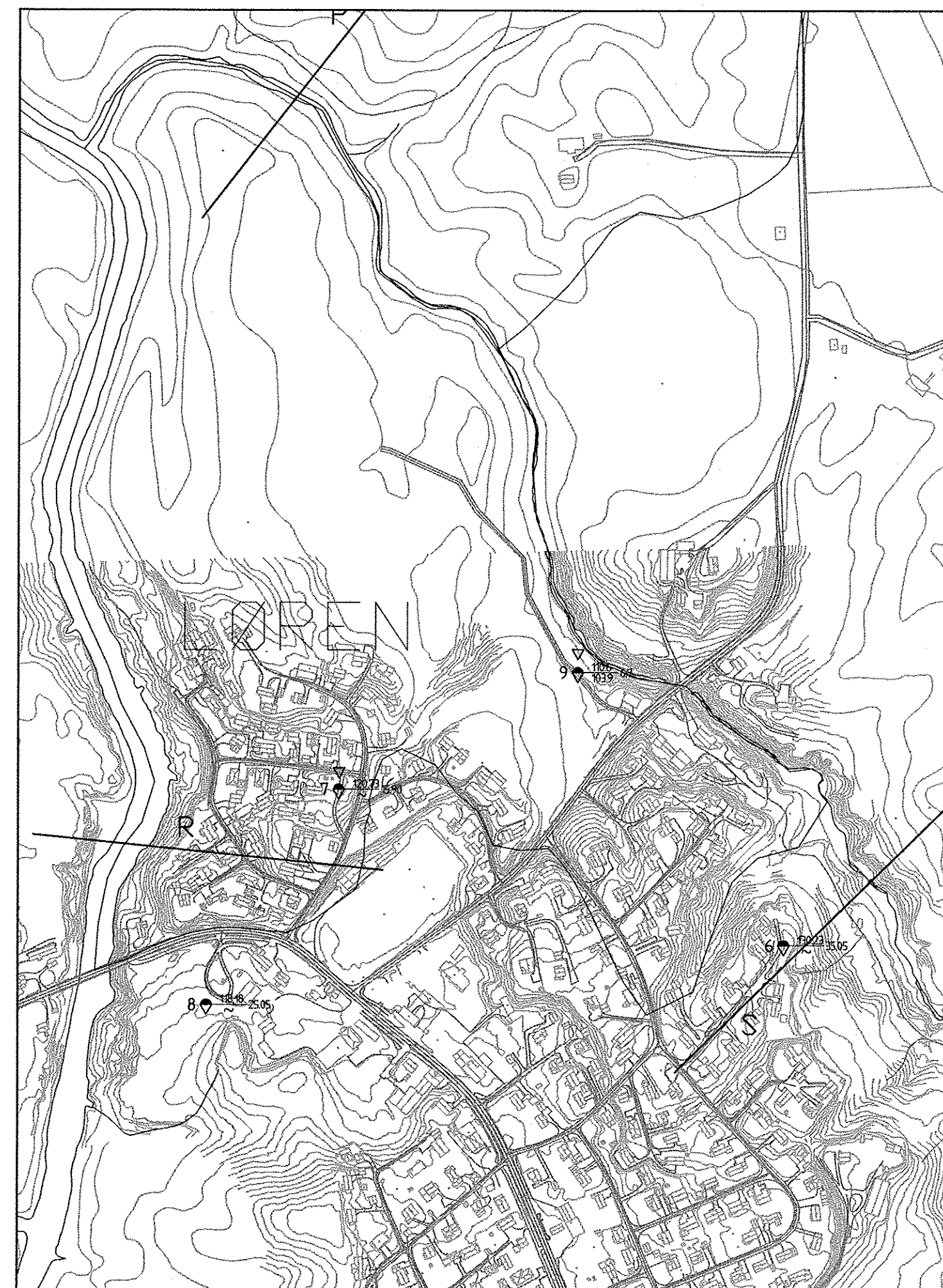
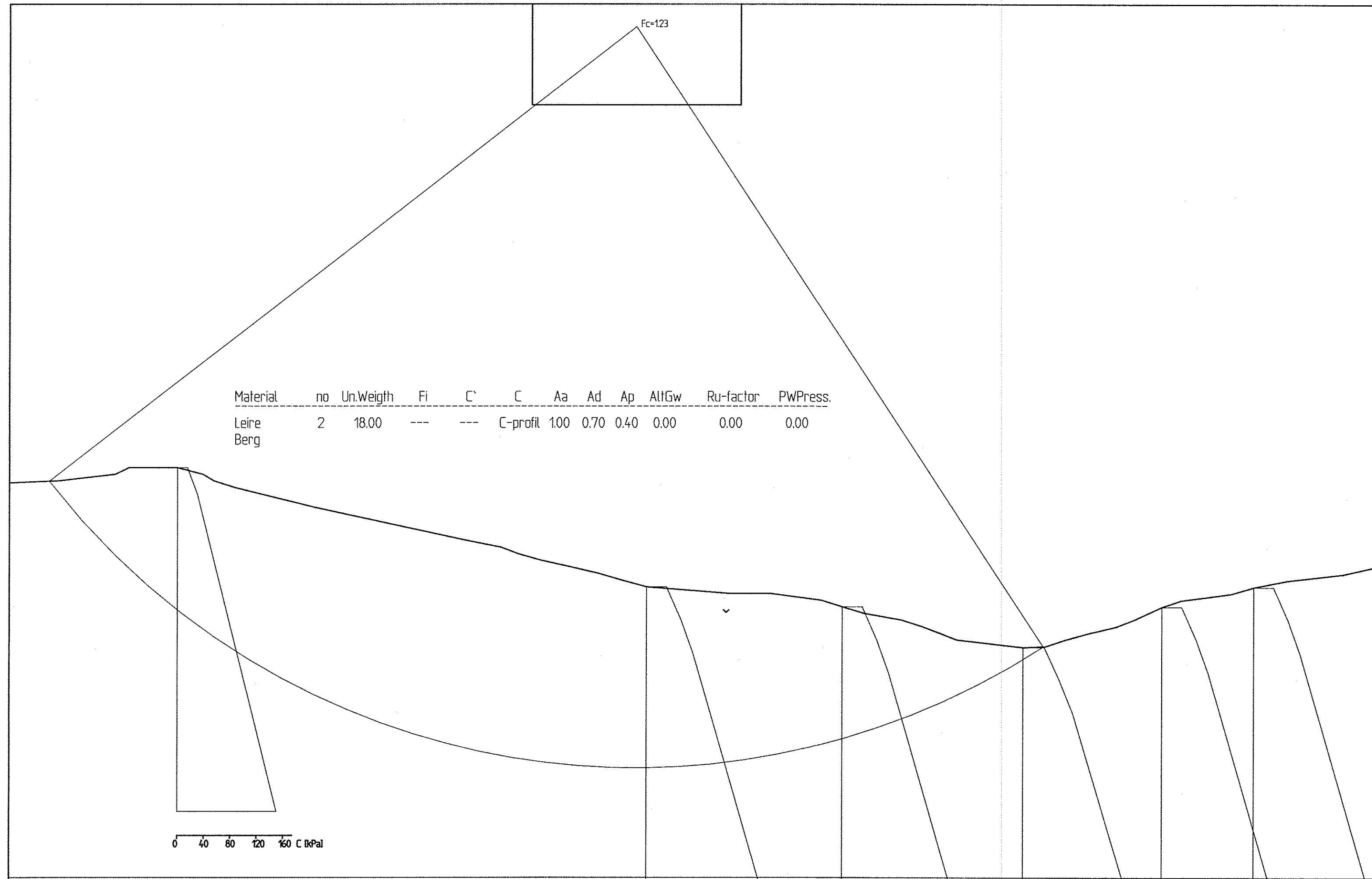
0 40 80 120 C (kPa)



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
<b>Risiko for kvikkleireskred</b> <b>Sørums kommune</b>		Original format			
<b>Stabilitetsvurdering</b> <b>Løren, R-R</b>		A-3L			
		Tegningens filnavn			
		g:\20051379\stabgraf.rtl\Løren R			
		Målestokk			
		1500			
		15000			
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		19.01.2008	MaR	OAH	OAH
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		20051379	115	0	

20051379-01

Tegn. nr. 115



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Konfr.	Godkj.
		Status			
<b>Risiko for kvikkleireskred</b> <b>Sørums kommune</b>		Original format			
Stabilitetsvurdering		A-3L			
Løren, S-S		Tegningens filnavn	g:\20051379\stabgraf.rit\Løren S2		
		Målestokk			
		1500			
		15000			
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato	Konstr. / Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		19.01.2008	MaR	OAH	OAH
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		20051379	116	0	

20051379-01

Tegn.nr. 116

# Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



Dokumentinformasjon/Document information					
Dokumenttittel/Document title Risiko for kvikkleireskred, Sørums kommun			Dokument nr./Document No. 20051379-1		
Dokumenttype/Type of document		Distribusjon/Distribution		Dato/Date	
<input checked="" type="checkbox"/> Rapport/Report		<input type="checkbox"/> Fri/Unlimited		13. januar 2009	
<input type="checkbox"/> Teknisk notat/Technical Note		<input checked="" type="checkbox"/> Begrenset/Limited		Rev.nr./Rev.No.	
		<input type="checkbox"/> Ingen/None		0	
Oppdragsgiver/Client NVE Region Sør					
Emneord/Keywords quick clay, slope stability, risk assessment					
Stedfesting/Geographical information					
Land, fylke/Country, County Akershus				Havområde/Offshore area	
Kommune/Municipality Sørums kommun				Felt navn/Field name	
Sted/Location Sørums kommun				Sted/Location	
Kartblad/Map 1915 II, 2015 III				Felt, blokknr./Field, Block No.	
UTM-koordinater/UTM-coordinates 32VPM280600					
Dokumentkontroll/Document control					
Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001					
Rev./ Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egen- kontroll/ Self review av/by:	Sidemanns- kontroll/ Colleague review av/by:	Uavhengig kontroll/ Independent review av/by:	Tverrfaglig kontroll/ Inter- disciplinary review av/by:
0	Originaldokument	MaR	OA H		
Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release		Dato/Date 2/3-09		Sign. Prosjektleder/Project Manager Synne Høydaal	