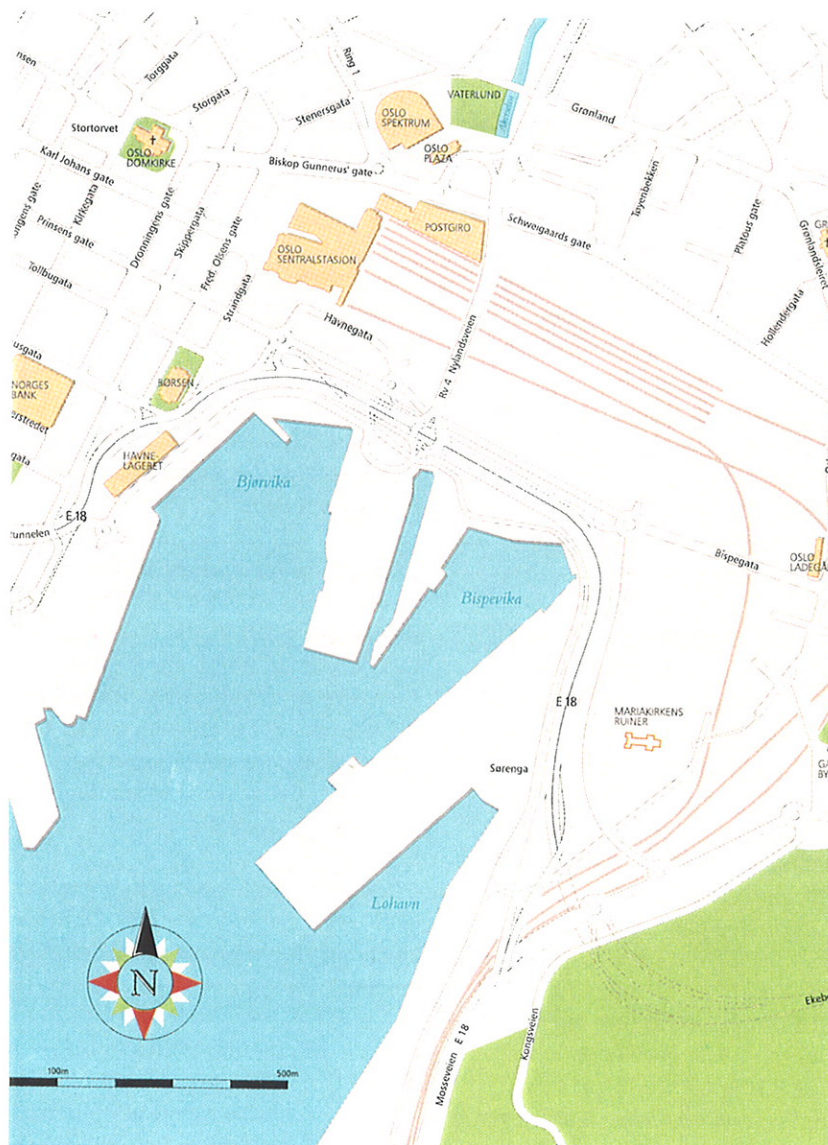


## Oppdrag A-21A rapport nr. 4

### E18 mellom Festningstunnelen og Ekebergtunnelen. Supplerende grunnundersøkelser.



6. november 1998



**Statens vegvesen**  
Vegdirektoratet

Vegteknisk avdeling

# Oppdrag A-21A, rapport nr. 4

## E18 mellom Festningstunnelen og Ekebergtunnelen. Supplerende grunnundersøkelser.

### Sammendrag

I forbindelse med prosjektering av neddykket tunnel mellom Festningstunnelen og Ekebergtunnelen har Statens vegvesen Oslo gitt Vegteknisk avdeling, geoteknisk kontor i oppdrag å planlegge og rapportere supplerende grunnundersøkelser. Supplerende grunnundersøkelser er igangsatt etter at veglinjen er flyttet betydelig (inntil ca. 90 m) utover i forhold til det alternativet (alternativ B) som tidligere grunnundersøkelser ble planlagt ut i fra. Angående grunnundersøkelser som er utført/rapportert i tidligere fase av prosjektet vises det til Vegteknisk avdelings (Veglaboratoriets) rapporter.

De supplerende grunnundersøkelsene er planlagt etter forslag fra og i samråd med prosjekteringsgruppene.

Det er utført til sammen 31 totalsonderinger, 9 trykksonderinger samt at det er tatt opp 2 stk. 54 mm prøveserier på landområdene, Paulsenkaia og Sørenga.

De utførte grunnundersøkelsene viser ikke vesentlige forskjeller i forhold til det som tidligere er dokumentert. Grunnforholdene kan beskrives som siltig leire og leire over fjell, sonderingene viser et lag av grovere masser like over fjell. Registrert fjellnivå varierer mellom kote ca. -12 og kote ca. -50.

Grovt sett vil ikke justert linje gi grunnlag for å endre tidligere anbefalinger mhp. skjærstyrkeverdier med unntak av området gjennom Bjørvikautstikkeren / Paulsenkaia. Utførte grunnundersøkelser sett i sammenheng med tidligere undersøkelser, samt det faktum at leira under fyllmassene her er noe høyere konsolidert enn lenger inn (mindre flis), gir etter vår mening grunnlag for å øke anbefalt udrenert skjærstyrke noe.

Emneord:	<i>Grunnundersøkelse, sondering, prøvetaking, løsmasse, laboratorieundersøkelser</i>	
Fylke:	<i>Oslo</i>	
Anlegg/parsell:	<i>E18 mellom festningstunnelen og Ekebergtunnelen</i>	
UTM-ref.:	<i>NM 976 425 - NM 986 423</i>	
Kontor:	<i>Geoteknisk kontor</i>	
Saksbehandler:	<i>Anne Braaten</i>	<i>/ anb</i>
Dato:	<i>6. november 1998</i>	

Statens vegvesen, Vegdirektoratet  
**Vegteknisk avdeling**  
Postboks 8142 Dep, 0033 Oslo  
Telefon: 22 07 39 00 Telefax: 22 07 34 44

# Innhold

1. ORIENTERING	3
2. MARK - OG LABORATORIEARBEID.	3
2.1 Markarbeid	3
2.2 Laboratoriearbeid	4
3. GRUNNFORHOLD	4
3.1 Bjørvika	5
3.2 Bjørvikautstikkeren og Paulsenkaia	5
3.3 Bispevika	6
3.4 Sørenga	6
4. OPPSUMMERING	7

## Bilag

Bilag	1:	Tegningsforklaring
	2:	Totalsonderinger i Bjørvika og på Bjørvikautstikkeren/Paulsenkaia
	3:	Totalsonderinger i Bispevika og på Sørenga
	4:	CPT sonderinger i Bjørvika
	5:	Tolkning av CPT sonderinger
	6:	Symbolforklaring til treksial- og ødometer-resultatene
	7:	Tolkningsparametre fra treksialforsøk. Effektivspenningsbasis.
	8:	Tolkningsparametre fra treksialforsøk. Totalspenningsbasis.
	9:	Treksialforsøk. Paulsenkaia, aktive $0,7 \times p_0$ konsoliderte.
	10:	Treksialforsøk. Paulsenkaia, aktive $1,0 \times p_0$ konsoliderte.
	11:	Treksialforsøk. Paulsenkaia, passive $0,7 \times p_0$ konsoliderte.
	12:	Treksialforsøk. Paulsenkaia, passive $1,0 \times p_0$ konsoliderte.
	13:	Treksialforsøk. Sørenga, aktive $0,7 \times p_0$ konsoliderte.
	14:	Treksialforsøk. Sørenga, aktive $1,0 \times p_0$ konsoliderte.
	15:	Treksialforsøk. Sørenga, passive $0,7 \times p_0$ konsoliderte.
	16:	Treksialforsøk. Sørenga, passive $1,0 \times p_0$ konsoliderte.
	17:	Tolkningsparametre fra ødometerforsøk.
	18:	Ødometerforsøk. Paulsenkaia, dybde 12,1m.
	19:	Ødometerforsøk. Paulsenkaia, dybde 15,0m.
	20:	Ødometerforsøk. Paulsenkaia, dybde 19,1m.

## Tegninger

- A-21A
- 55: Oversiktskart. Bjørvika - Bjørvikautstikkeren
  - 56: Oversiktskart. Bjørvikautstikkeren - Bispevika - Sørenga
  - 57: Lengdeprofil. Profil 5880 - 6180. Vestgående løp.
  - 58: Lengdeprofil. Profil 5900 - 6200. Østgående løp.
  - 59: Lengdeprofil. Profil 6180 - 6550. Vestgående løp.
  - 60: Lengdeprofil. Profil 6200 - 6500. Østgående løp.
  - 61: Hull 9805. Totalsondering og trykksondering. Bjørvika.
  - 62: Hull 9806. Totalsondering og trykksondering. Bjørvika.
  - 63: Hull 9807. Totalsondering og trykksondering. Bjørvika.
  - 64: Hull 9808. Totalsondering og trykksondering. Bjørvika.
  - 65: Hull 9809. Totalsondering og trykksondering. Bjørvika.
  - 66: Hull 9810. Totalsondering og trykksondering. Bjørvika.
  - 67: Hull 9811. Totalsondering og trykksondering. Bjørvika.
  - 68: Hull 9812. Totalsondering og trykksondering. Bjørvika.
  - 69: Hull 9813. Totalsondering og trykksondering. Bjørvika.
  - 70: Hull 9817. Totalsondering og prøveserie. Paulsenkaia.
  - 71: Hull 9828. Totalsondering og prøveserie. Sørenga.

## 1. Orientering

I forbindelse med prosjektering av neddykket tunnel mellom Festningstunnelen og Ekeberg tunnelen har Statens vegvesen Oslo gitt Vegteknisk avdeling, Geoteknisk kontor i oppdrag å planlegge og rapportere supplerende grunnundersøkelser. Supplerende grunnundersøkelser er igangsatt etter at veglinjen er flyttet betydelig (inntil ca. 90 m) utover i forhold til det alternativet (alternativ B) som tidligere grunnundersøkelser ble planlagt ut i fra.

Angående grunnundersøkelser som er utført/rapportert i tidligere fase av prosjektet vises det til Vegteknisk avdelings (Veglaboratoriets) rapporter:

A-21A rapport nr. 1

E18 mellom Oslotunnelen og Ekeberg tunnelen.

Loddinger og lette sonderinger i Bjørvika og Bispevika. Kartlegging av tykkelse på slamlag.  
10. juni 1996

A-21A rapport nr. 2 - DEL I og DEL II

E18 mellom Oslotunnelen og Ekeberg tunnelen

Grunnundersøkelser for detaljplan, Alternativ B

20. august 1996

A-21A rapport nr. 3

E18 mellom festningstunnelen og Ekeberg tunnelen

Supplerende loddinger og lette sonderinger i Bjørvika og Bispevika

21. august 1998

De supplerende grunnundersøkelsene er planlagt etter forslag fra og i samråd med prosjekteringsgruppene Dr. Ing. A. Aas-Jakobsen (bygging i tørr byggegrop) og Reinertsen / Olav Olsen (senketunnel). Resultater av grunnundersøkelsene er fortløpende oversendt konsulentene etter hvert som de forelå.

## 2. Mark - og laboratoriearbeid.

Borpunktene er nummerert fortløpende (årstall + nummer) fra 9801 (lengst vest i Bjørvika) og til 9831 (lengst øst på Sørengkaia). Borpunktsnumrene er for oversiktens skyld gjengitt på oversiktstegninger, lengdeprofiler og tverrprofiler.

### 2.1 Markarbeid

Grunnundersøkelsene er utført med to borerigger samtidig. Boringer fra flåte i Bjørvika og Bispevika er utført av boremannskaper fra Statens vegvesen Møre og Romsdal.

Trykksonderingene er utført i samarbeid med Willy Holm fra Vegteknisk avdeling. Boringer

på land på Bjørvikautstikkeren, Paulsenkaia og Sørengkaia er utført av boremannskaper fra Statens vegvesen Hedmark. Boringene ble utført sommeren 1998.

I Bjørvika er det utført 13 totalsonderinger til fjell og 9 trykksonderinger (CPT), disse er nummerert fra 9801 til 9813. På Bjørvikautstikkeren er det utført 3 totalsonderinger, nummerert fra 9814 til 9816. På Paulsenkaia er det utført 1 totalsondering samt at det er tatt opp en 54 mm prøveserie til 20 m dybde, nr. 9817. I Bispevika er det utført 5 totalsonderinger, nummerert fra 9818 til 9822. På Sørengkaia er det utført 9 totalsonderinger, nummerert fra 9823 til 9831 samt at det er tatt opp en 54 mm prøveserie til 20 m dybde.

Trykksonderingene (CPT) er utført med ENVI's Memocone. Sondene registrerer spissmotstand, poretrykk og lokal friksjon. For metning av spissen er det benyttet gelatin. De opptegnede resultatene inkluderer arealkorreksjon for spissmotstand

Oppsummering av utførte totalsonderinger er vist i tabells form på bilag 2 og 3, og oppsummering av utførte CPT sonderinger er vist på bilag 4.

For oversiktens skyld er boringer fra tidligere grunnundersøkelser tatt med på oversiktstegningene, tegn. nr. -55 og -56. For opptegning av boringene vises det imidlertid til Rapport A-21A nr. 2.

## 2.2 Laboratoriearbeid

Laboratorieundersøkelsene er utført ved vegteknisk avdeling. I tillegg til rutineundersøkelser er det utført 12 treaksialforsøk på prøvene fra Paulsenkaia og 11 treaksialforsøk på prøvene fra Sørenga. Det er også utført kontinuerlige ødometerforsøk.

Prøvene for treaksialforsøkene er konsolidert anisotropt til henholdsvis  $0,7 \times p_0'$  og  $1,0 \times p_0'$ . Det er benyttet  $K_0' = 0,6$ . For beregning av  $p_0'$  er det tatt utgangspunkt i anbefalte tyndettheter angitt i rapport A-21A nr.2.

Ødometerforsøkene er utført som kontinuerlige ødometerforsøk av typen CRS. Det er benyttet en konstant deformasjonshastighet på 2,0 % /time (0,0067 mm/min) for prøven fra 12,1 m dybde og en konstant deformasjonshastighet på 1,5 %/time (0,0050 mm/min) for prøvene fra 15,0m og 19,1m dybde.

## 3. Grunnforhold

Beskrivelsen av grunnforholdene er delt inn i 4 delområder:

- I Bjørvika
- II Bjørvikautstikkeren og Paulsenkaia
- III Bispevika
- IV Sørenga



### 3.1 Bjørvika

(tegn. nr. -57, -58 og -61 til -69)

Sjøbunnskotene i det undersøkte området ligger fra kote -12,4 (tilsvarende 12 m vanndyp regnet fra MV) til kote -7,5 (tilsvarende 7,1 m vanndyp regnet fra MV). Vanndybden er størst langs med Festningskaia.

Dybden til fjell framgår av oversiktstegningen, -55, og varierer fra ca. 12 m fra sjøbunnsnivå lengst ut i Bjørvika og nærmest Festningskaia, og til ca. 45 m fra sjøbunnsnivå inn mot Bjørvika-utstikkeren.

De utførte CPT sonderingene viser at løsmassene stort sett varierer lite innenfor det undersøkte området. Sonderingene i hull 9809 og 9813 viser imidlertid et lag med meget liten motstand omkring kote -20 - -23. det anbefales at dette undersøkes nærmere i detaljplanfasen. Det bør tas opp 54 mm prøver for undersøkelse i laboratoriet. Avhengig av hva disse undersøkelsene viser kan det være aktuelt å fastslå utstrekningen av et eventuelt svakt lag ved å utføre CPT sonderinger.

Vedlegg 5 viser Vegteknisk avdelings tolkning av de utførte CPT sonderingene. Sonderingene er tolket på bakgrunn av korrigert spissmotstand etter formelen:

$$s_u = \frac{q_t - p_0}{N_k}$$

der:  $q_t$  = korrigert spissmotstand  
 $p_0$  = in situ vertikalt overlagringstrykk  
 $N_k$  = bæreevnefaktor

Benyttet  $N_k$  faktor er basert på etterregning av resultater fra grunnundersøkelsene som ble utført i 1995. Det er tatt utgangspunkt i anbefalt skjærstyrkeprofil og avlest spissmotstand fra CPT sonderingene der disse var utført i samme profil som prøveseriene (hull 6BJ og 9BJ i rapport A-21A nr.2).

I likhet med undersøkelsene foretatt i 1995 viser også disse totalsonderingene og CPT sonderingene innblanding av sand og grus fra ca. kote -35 og dypere. I tillegg er det i hull 9807 registrert et lag med grovere masser omkring kote ca. -28.

### 3.2 Bjørvikautstikkeren og Paulsenkaia

(tegn. nr. -57 til -60 og -70)

Fjellet under Bjørvikautstikkeren / Paulsenkaia ligger i det undersøkte området mellom ca. kote -40 og ca. kote -50, dette framgår av oversiktstegningen nr. -55.

Ved opptak av 54 mm prøveserie fra Paulsenkaia er det boret med odex til 11 m dybde. Overgangen til leire ligger på kote ca. -9,5. Under fyllmasser og flis er det siltig leire og leire.

Leirinnholdet er økende med dybden fra 20 % til 40 % og vanninnholdet er hovedsakelig mellom 35 % og 40 %. Leira kan betegnes som middels plastisk ( $I_p = 10 - 15 \%$ ) og den er lite sensitiv.

De aktive treaksialforsøkene er tolket på effektivspenningsbasis ved legge styrketaket gjennom ca. 2 % deformasjon. De passive forsøkene er tolket ved å anta samme attraksjon og samme deformasjon som ved de aktive forsøkene, dvs. styrketaket er lagt gjennom ca. 2 % deformasjon også her. Resultatet av tolkningene er vist i tabells form på bilag 7, og på treksplottene bilag 9, 10, 11 og 12.

Udrenert skjærstyrke er tatt ut ved 2 % og 8 % deformasjon. Resultatene er vist på bilag 8.

I tillegg til treaksialforsøk er det utført kontinuerlige ødometerforsøk på prøver fra 12, 15 og 19m dybde. Leira ser ut til å være normalkonsolidert med modultall i området 17 - 19. Se bilagene 17 til 20.

### 3.3 Bispevika

(tegn. nr. -59 og -60)

I Bispevika ble det i denne omgang med grunnundersøkelser kun utført totalsonderinger. Sonderingene viser at Fjellet i det undersøkte området i Bispevika ligger omkring kote -45 ved kanten av Paulsenkaia. Fjellet stiger til ca. kote -18 mot Sørengkaia, ved proffil 6350 for vestgående løp og ca. 6330 for østgående løp. Nær Sørengkaia faller fjellet av igjen.

Totalsonderingene viser et fast lag av grovere masser over fjell. mektigheten av dette laget er liten der det er grunnest til fjell.

### 3.4 Sørenga

(tegn. nr. -59, -60 og -71)

Fjellet under Sørenga ligger i det undersøkte området mellom ca. kote -30 og ca. kote -50, dette framgår av oversiktstegningen nr. -56. Det gjøres oppmerksom på at det ikke er boret ned i fjell for de dypeste hullene på grunn av problemer med slaghammeren på boreriggen, imidlertid opplyser boremannskapene at de er rimelig sikre på at fjell var påtruffet.

Ved opptak av 54 mm prøveserie fra Sørenga er det boret med odex til 10 m dybde. Overgangen til leire ligger på kote ca. -8,5. Under fyllmassene er det silt, siltig leire og leire. Leirinnholdet er økende med dybden fra ca. 7 % til 42 % og vanninnholdet er hovedsakelig mellom 35 % og 40 %. Leira kan betegnes som middels plastisk til meget plastisk og den er lite sensitiv.

De aktive treaksialforsøkene er tolket på effektivspenningsbasis ved legge styrketaket gjennom ca. 2 % deformasjon. De passive forsøkene er tolket ved å anta samme attraksjon og samme deformasjon som ved de aktive forsøkene, dvs. styrketaket er lagt gjennom ca. 2 % deformasjon også her. For de passive forsøkene er det gitt en tolkning for det siltige materialet



og en tolkning for leira. Resultatet av tolkningene er vist i tabells form på bilag 7, og på treaksplottene bilag 13, 14, 15 og 16.

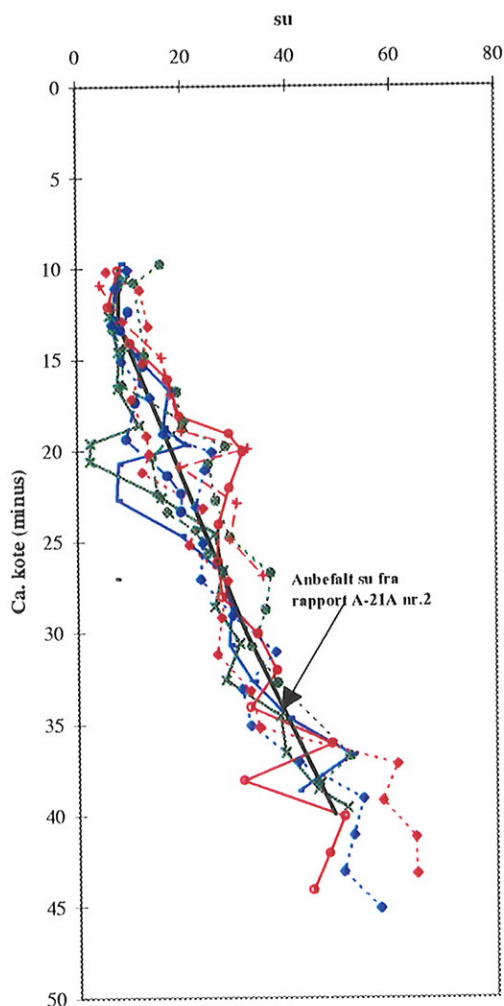
Udrenert skjærstyrke er tatt ut ved 2 % og 8 % deformasjon. resultatene er vist på bilag 8.

## 4. Oppsummering - anbefalinger

Det vil i dette avsnittet bli gitt en oppsummering av de supplerende grunnundersøkelsene sett i sammenheng med tidligere utførte grunnundersøkelser (rapport A-21A nr.2). Oppsummering er delt inn de samme delområdene som tidligere.

### Bjørsvika

Tolkningen av CPT med hensyn på udrenert skjærstyrke er vist i figuren under. Det er også tegnet inn anbefalte skjærstyrkeprofiler fra grunnundersøkelsene utført i 1996.



Etter vår mening viser ikke totalsonderingene eller CPT sonderingene vesentlige forskjeller i grunnforholdene i forhold til det som er rapportert tidligere. Denne vurderingen kan imidlertid bli revurdert dersom prøveserier som er anbefalt tatt opp der CPT sonderingene indikerte et svakt lag, gir grunnlag for dette.

For Bjørvika anbefales det å benytte dimensjoneringsparametre som anbefalt i Veglaboratoriets rapport A-21A nr. 2 også i den videre prosjekteringen.

### Bjørvikautstikkeren - Paulsenkaia

Fjellet ligger noe dypere i området for ny trase enn det som var tilfellet for alternativ B. Forøvrig viser ikke totalsonderingene vesentlige endringer i forhold til det som er rapportert tidligere. -

Målte tyngdetettheter for leira er økende med dybden fra 17,6 kN/m<sup>3</sup> ved 11 m dybde til 18,7 kN/m<sup>3</sup> ved 20 m dybde. I rapport A-21A nr. 2 er det anbefalt å benytte 18,5 kN/m<sup>3</sup> i dybdeintervallet 10 - 20 m og 19,2 kN/m<sup>3</sup> for dybder større enn 20m. Det anbefales at disse verdiene benyttes også i den videre prosjekteringen. Angående tyngdetettheter for fyllmassene over leira anbefales det å legge til grunn verdier fra prøveserie lengst ute på Bjørvikautstikkeren (Hull 8-BP fra tabell 4 i rapport nr. 2).

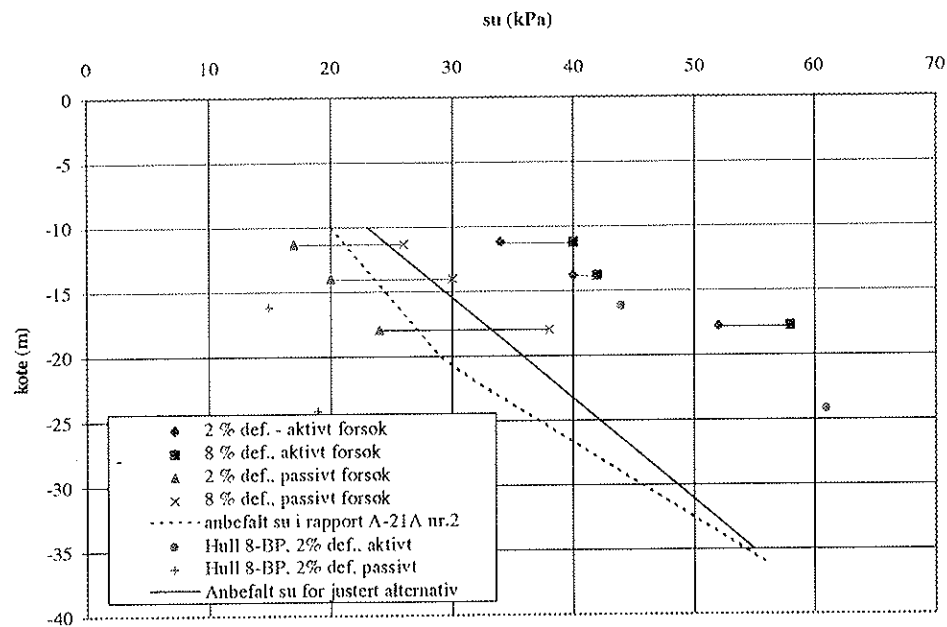
Udrenert skjærstyrke tolket ut i fra treaksialforsøkene konsolidert til  $1,0 \times p_0'$  er vist på figuren på neste side. Det er også tatt med tolkning av forsøkene fra hull 8-BP. Som nevnt i rapport nr. 2 er effektivt overlageringstrykk ved overgangen til leira større lengst ute på Bjørvikautstikkeren enn det som er tilfellet der kryssområdet tidligere var planlagt. Dette skyldes at en her har tyngre masser oppå leira, dvs. mindre flis, slik at leira her har oppnådd en høyere konsolidering. På bakgrunn av forsøk fra Paulsenkaia (hull 9817) og ytterst på Bjørvikautstikkeren (hull 8-BP) er det etter vår mening grunnlag for å anbefale noe høyere su enn det som var tilfellet for forrige alternativ. Tidligere anbefaling er vist med stiplet linje på figuren under.

For dette alternativet anbefales det å benytte  $s_u$  som vist med heltrukket linje på figuren på neste side for ny trase som krysser gjennom ytre deler av Bjørvikautstikkeren og Paulsenkaia.

Tolkninger av prøveserien fra Paulsenkaia gir etter vår mening grunn til å anbefale følgende effektivspenningsparametre:

Aktiv styrke:	$a_A = 10 \text{ kPa}$	$\phi_A = 26^\circ$
Passiv styrke:	$a_P = 10 \text{ kPa}$	$\phi_P = 21^\circ$

Ødometerforsøkene viser at modultallet er i området  $m = 17 - 19$ , og at konsolideringskoeffisienten ligger i området  $C_v = 7 - 12 \text{ m}^2/\text{år}$  for spenningsnivåer lavere enn  $p_0'$ , og i området  $9 - 25 \text{ m}^2/\text{år}$  for spenningsnivåer større enn  $p_0'$ . Dette er grovt sett i samme størrelsesorden som antydnet tidligere.



## Bispevika

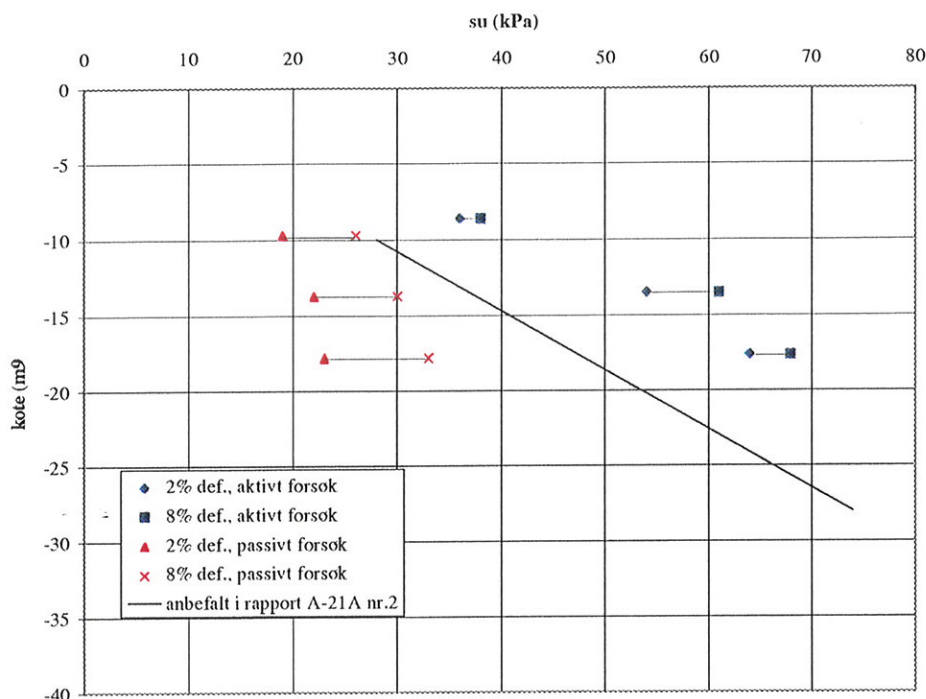
Når det gjelder grunnforholdene i Bispevika gir ikke totalsonderingene grunnlag for å endre på tidligere konklusjoner. Det anbefales å benytte anbefalte dimensjoneringsparametre fra rapport A-21A nr.2.

Det gjøres imidlertid oppmerksom på at fjellet ligger noe dypere i det undersøkte området i Bispevika enn det som var tilfelle lenger inn.

## Sørenga

Dybder til fjell i det undersøkte området er i overensstemmelse med det som er rapportert tidligere.

Udrenert skjærstyrke tolket ut i fra treaksialforsøkene konsolidert til  $1,0 \times p_0'$  er vist på figuren på neste side. Anbefalte verdier for udrenert skjærstyrke for Sørenga fra rapport A-21A nr. 2 er vist med heltrukken linje. Supplerende grunnundersøkelser gir etter vår mening ikke grunnlag for å endre på disse og det anbefales at udrenert skjærstyrke fra rapport nr. 2 opprettholdes.



Angående effektivspenningsparametrene tolket ut i fra de passive forsøkene bør det ut i fra utførte forsøk gis et sett med parametre for materialet som er klassifisert som leirig silt / siltig leire og et sett med parametre for materialet som er klassifisert som leire.

Tolkninger av prøveserien fra Sørenga gir etter vår mening grunn til å anbefale følgende effektivspenningsparametre for den leirige silten / siltige leiren:

Aktiv styrke:  $a_A = 10 \text{ kPa}$   $\varphi_A = 26^\circ$   
 Passiv styrke:  $a_P = 10 \text{ kPa}$   $\varphi_P = 20^\circ$

For leiren anbefales følgende effektivspenningsparametre:

Aktiv styrke:  $a_A = 10 \text{ kPa}$   $\varphi_A = 26^\circ$   
 Passiv styrke:  $a_P = 10 \text{ kPa}$   $\varphi_P = 14^\circ$

Vegteknisk avdeling  
 Geoteknisk kontor

*Frode Oset*

Frode Oset  
 faggruppelider

*Anne Braaten*

Anne Braaten  
 overingeniør

Opptegning i plan / på oversiktskart.

## TEGNINGSSYMBOLER

Nummerering i henhold til borpunktliste GeoPlot.

Symbol	Metode	Anmerkning	Symbol	Metode	Anmerkning
●	1 Dreiesondering	Sondering m. registrering av motstand.	■	10 Setningsmåling	Nivellementspunkt.
⊙	2 Prøveserie	Prøvene tatt med boringsredskap (skovlbor, prøvetager, diamantkjernebor m.m.)	⊖	11 S.P.T.	Standard Penetration Test
□	3 Prøvegrop	Prøvene tatt i gropvegg.	☆	12 Fjellkontrollboring	Boring ned til og i fjell.
⊗	4 Prøvebelastning	Peler, terrengplater, fundamenter o.l.	⊕	13 Poretrykksmåling	Inkludert måling av grunnvannstand.
○	5 Enkel sondering	Sondering uten registrering av motst., f.eks. spyleboring, slagboring m.m.	⊗	14 In situ permeabilitetsmåling	Infiltrasjonsforsøk, prøvepumping m.m.
⬇	6 Dreietrykks-sondering	Maskinsondering med automatisk registrering.	+	15 Vingeboring	Måling av uomrørt og omrørt udrenerert skjærstyrke.
▽	7 CPT / Trykks-sondering	Sondering der spissmotstand, lokal friksjon og poretrykk registreres under nedpressing	⤿	16 Elektrisk sondering	Elektrisk motstand, korrosivitet etc.
⊗	8 Skruplateforsøk	Kompressometer o.l.	⊞	17 Helningsmåling	Inklinometer.
▼	9 Ramsondering	Sondering der borstang slås ned. Stangdiameter, loddvekt og fallhøyde er normert. Q <sub>0</sub> registreres.	⊕	18 Totalsondering	Kombinasjonsboring gjennom løsmasser og fjell.

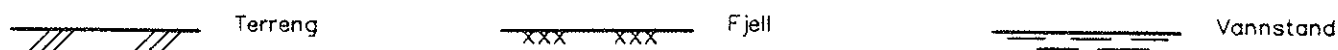
## NIVAER OG DYBDER (i meter)

$$\begin{array}{r} \star 12,8 \\ -5,7 \\ \hline 18,5+3,0 \end{array}$$

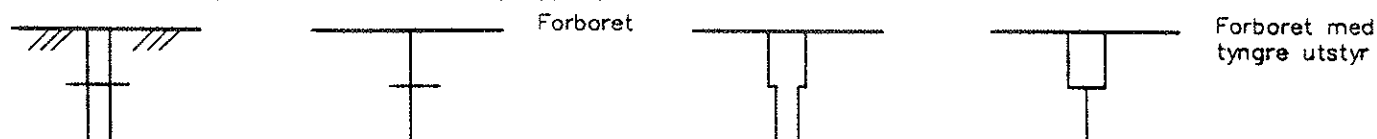
Over linjen : kote terreng eller elvebunn, sjøbunn ved boring i vann (12,8).  
 Ut for linjen : boret dybde i løsmasser (18,5). Evt. boret dybde i fjell angis etter plusstegn (+3,0).  
 Under linjen : sikker fjellkote.

## OPPTEGNING I PROFIL

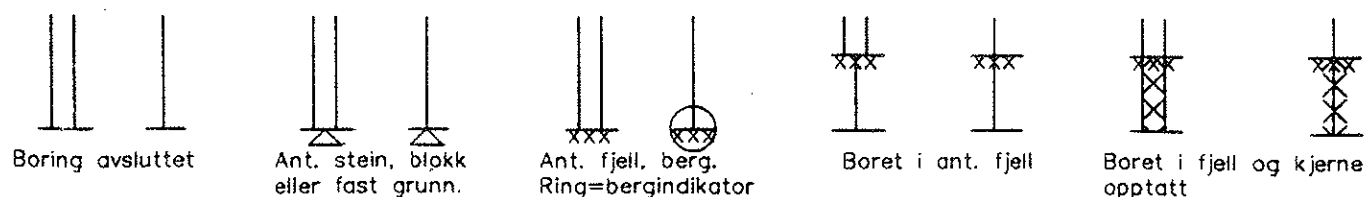
Generelt



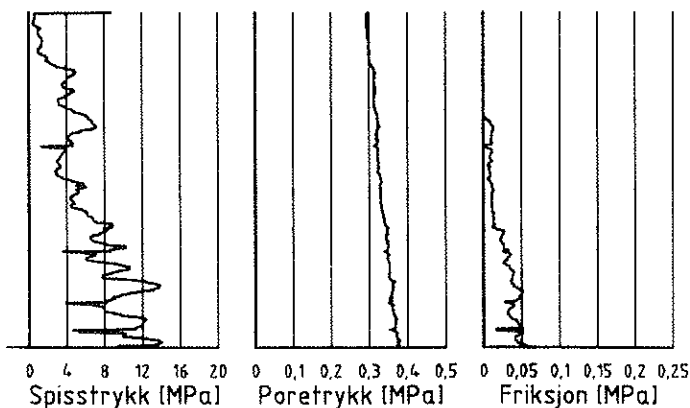
## FORBORING (Gjelder alle sonderingstyper)



## AVSLUTNING AV BORING (Gjelder alle sonderingstyper)

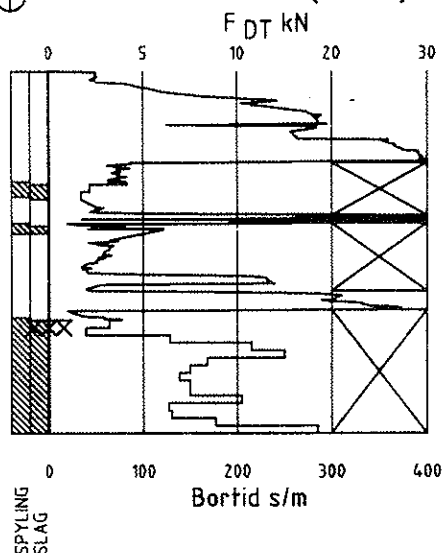


## ▽ CPT / TRYKKSONDERING



Trykksondering med poretrykksmåling og friksjonsmåling. Borchullet markeres med en tykk strek hvor spissmotstandskurven tegnes inn. Poretrykkskurven og friksjonskurven tegnes inn i høvelig nærhet til spissmotstandskurven. Skala velges etter (opptredende) målte spenninger.

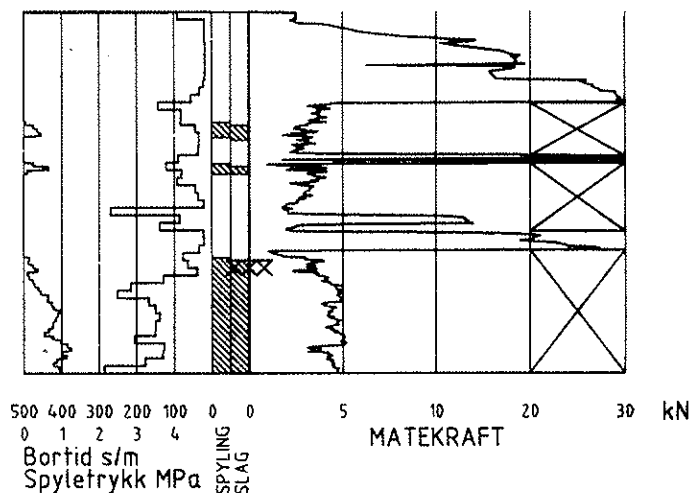
## ⊕ TOTALSONDERING (alt. 1)



Metoden er en kombinasjon av dreietrykksondering og fjellkontrollboring, med 57 mm borkrone.

Målt nedpressingskraft vises som funksjon av dybden der hvor boringen er utført med prosedyre som for dreietrykksondering. Økt rotasjonshastighet vises med kryss for denne delen av boringen.

## ⊕ TOTALSONDERING (alt. 2)



Ved boring med slag og spyling markeres dette med skravur. Bortid tegnes i blokker for hver 0,2m, evt. 1,0m (alternativ 1). Alternativt kan nedpressingskraft tegnes også for denne delen av boringen. Bortid tegnes da i blokker for hver 0,2m, evt. 1,0m, på motsatt side av diagrammet (alt. 2).

## KODELISTE

Data som registreres kan kompletteres med borlederens egne inntrykk. For å hjelpe borlederen finnes det en kodeliste som anbefales brukt. Kodene kan om ønskelig tegnes til høyre for bordiagrammet. Disse koder benyttes:

### GENERELLE KODER

- 00 Foreg. kode feil, skal være kode...
- 01 Startnivå for følgende kode
- 02 Metodebytte ved fortsatt sondering i samme hull (komb. m. ang. ny met.)
- 03 Ytterligere info. finnes

### ANMERKNINGSKODER

- 10 Stoppnivå for tidligere forsøk (komb. m. stoppkode).
- 11 Lengre opphold i sond. (mer enn 5min.)
- 12 Dreining ikke utført fra det markerte nivå.
- 13 Sonden synker uten loddets vekt (ramsond.).
- 14 Sonden synker med loddets tyngde.
- 15 Sonderingsmotstand registreres ikke.
- 16 Stopp for poretrykksutjevning (CPT).
- 17 Poretrykksutjevning avsluttet.

### FRIE KODER (EKSEMPEL)

- 60 Borstangen bøyer seg.
- 61 Trolig grunnvannsnivå.
- 62 Markert mottrykk under oppbygging.
- 63 Slutt mottrykk.

### BEDØMMELSESKODER

- 30 Fyllmasse
- 31 Tørreskorpe
- 32 Leire
- 33 Silt
- 34 Sand
- 35 Grus
- 36 Morene
- 37 Torv
- 38 Gytje
- 40 Forekomst av stein
- 41 Stein, blokk eller berg.
- 42 Sluttnivå for stein eller blokk.

### MASKINTEKNISKE KODER

- 70 Økt rotasjon begynner
- 71 Økt rotasjon avsluttet
- 72 Pumping begynner
- 73 Pumping avsluttet
- 74 Slag starter
- 75 Slag slutter
- 76 Slag og spyling starter samt.

- 77 Slag og spyling slutter samt.
- 78 Pumping starter
- 79 Pumping slutter

### STOPPKODER

- 90 Sondering avsl. uten å ha oppnådd stopp.
- 91 Fast grunn, sond. kan ikke drives videre etter norm. pros.
- 92 Ant. stein eller blokk
- 93 Ant. berg
- 94 Avsl. etter boret ønsket dybde i fjell.
- 95 Brudd i borstenger eller spiss.
- 96 Annen material- eller mask.feil
- 97 Boring avsl. (årsak notert)

### Totalsonderinger utført i Bjørvika

Hull nr.	X-koordinat	Y-koordinat	Sjøbunns-kote	Fjellkote	Merknad (avskrift fra borkort)
9801	-700,8	1697,7	-10,60	-39,1	
9802	-739,3	1796,4	-7,95	-41,7	
9803	-758,6	1842,6	-7,50	-45,8	
9804	-776,6	1890,6	-7,83	-53,0	Fjellet starter på boret dybde 45,2m. Boring i fjell avsluttet pga. tett spylehull i krone.
9805	-755,9	1757,7	-9,16	-42,8	Problemer med kraftgiver. Feil i registreringene. (angitt på opptegnet sondering)
9806	-782,5	1832,2	-8,10	-44,1	
9807	-800,7	1881,5	-8,95	-46,7	
9808	-789,1	1653,2	-12,35	-26,4	
9809	-802,0	1747,3	-8,64	-46,0	
9810	-849,2	1877,0	-8,79	-39,8	
9811	-839,6	1642,2	-11,44	-23,7	
9812	-856,6	1738,6	-9,15	-50,9	
9813	-884,4	1866,5	-8,74	-39,9	

### Totalsonderinger utført på Bjørvikautstikkeren og Paulsenkaia

Hull nr.	X-koordinat	Y-koordinat	Terreng-kote (Kai høyde)	Fjellkote	Merknad (avskrift fra borkort)
9814	-813,4	1982,2	+1,8	-47,4	Benyttet slag og spyling for å kome ned til fjell. Fjell 49,1m. Det er ikke boret i fjell pga. for dårlig slageffekt på borkrone.
9815	-823,9	2010,2	+1,0	-44,3	
9816	-848,9	2000,8	+1,2	-45,6	Klarer ikke å bore i fjell pga. tett krone og liten effekt på slaghammer. Slagene fra hammer blir ikke overført til krone i bunn av borhull.
9817	-864,4	2039,1	+1,4	-41,5	Klarer ikke å bore i fjell. Samme årsak som 9816.

Der fjellkote er angitt med kursiv er det ikke boret i fjell.



### Totalsonderinger utført i Bispevika

Hull nr.	X-koordinat	Y-koordinat	Sjøbunns-kote	Fjellkote	Merknad (avskrift fra borkort)
9818	-851,6	2078,9	-6,7	-42,1	Merker ingenting til grov masse ved 32 - 36 m dybde.
9819	-865,7	2112,9	-6,5	-38,1	Antatt morenelag mellom 30 og 32 m dybde.
9820	-885,7	2154,4	-6,8	-17,8	Gruslag over fjell.
9821	-875,2	2067,6	-5,8	-45,7	Steinmasser over fjell.
9822	-914,3	2139,4	-5,2	-17,7	

### Totalsonderinger utført på Sørenga

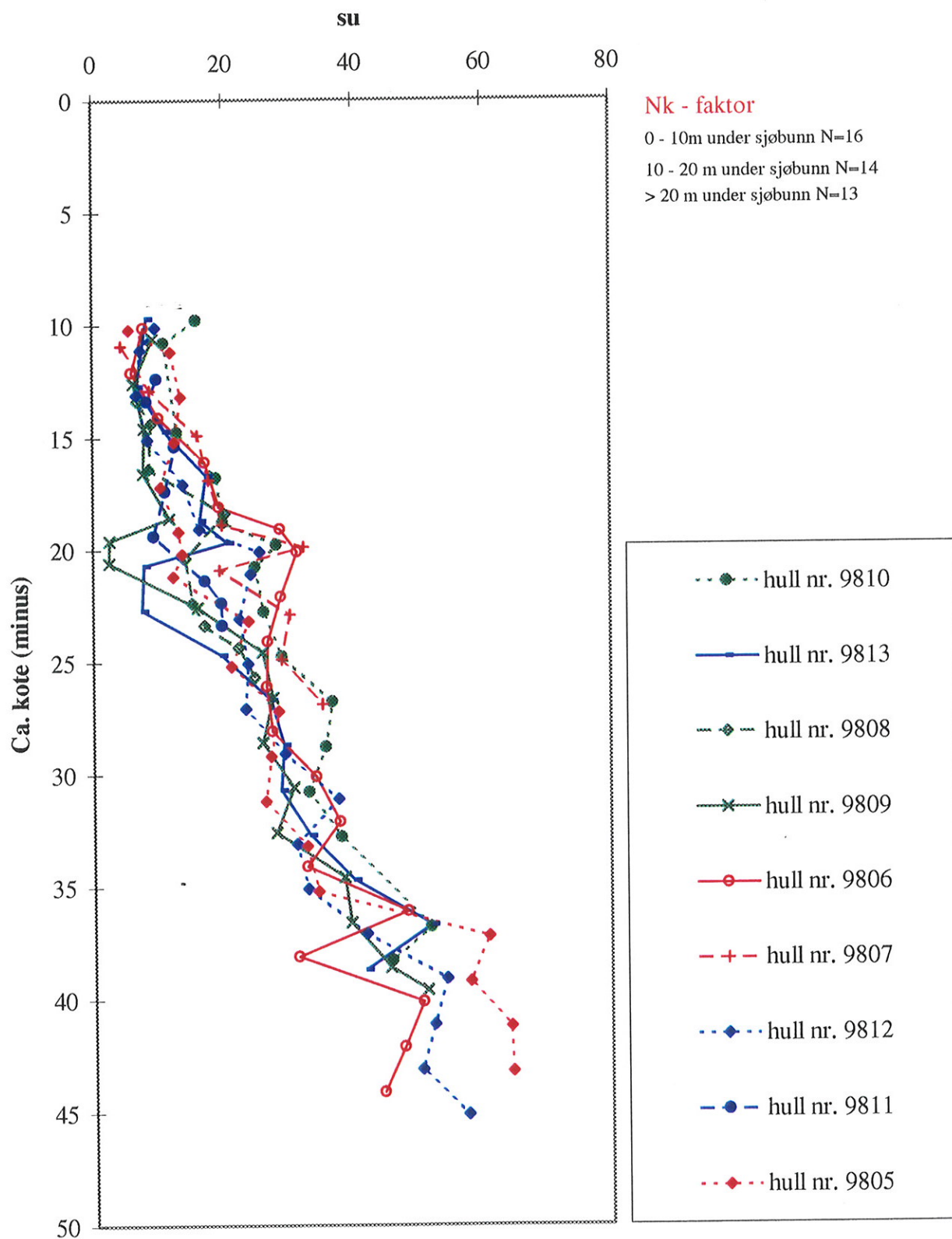
Hull nr.	X-koordinat	Y-koordinat	Terreng-kote (Kaihøyde)	Fjellkote	Merknad (avskrift fra borkort)
9823	-918,1	2210,7	+1,6	-29,8	
9824	-939,8	2231,4	+1,8	-29,2	Det er ikke benyttet slag over fjelloverflaten. Feil med giver (trykkvakt).
9825	-968,9	2253,0	+1,6	-40,8	Ikke boret i fjell pga. liten eller ingen slageffekt på borkrone.
9826	-1004,1	2273,0	+1,6	-42,6	Ikke boret i fjell pga. liten eller ingen slageffekt på borkrone.
9827	-933,6	2193,3	+1,6	-29,2	
9828	-948,0	2176,5	+1,6	-31,1	
9829	-975,4	2203,2	+1,8	-34,2	Ved ca. 28m dybde: nødvendig med slag og spyling for å komme videre.
9830	-1003,0	2223,0	+1,8	-47,6	Ikke boret i fjell pga. liten eller ingen slageffekt på borkrone.
9831	-1033,6	2238,4	+1,8	-47,0	Ikke boret i fjell pga. liten eller ingen slageffekt på borkrone.

Der fjellkote er angitt med kursiv er det ikke boret i fjell.

## CPT-sonderinger i Bjørvika

Hull nr.	X-koordinat	Y-koordinat	Sjøbunns-kote	Nullpunkt-avlesninger før/etter	Merknad
9805	-755,9	1758,6	-9,2	spiss: 049/049 poretr.: 147/149 friksjon: 245/245	Sonde nr. 9559
9806	-782,2	1831,9	-8,1	spiss: 003/004 poretr.: 413/413 friksjon: 205/206	Sonde nr. 9606
9807	-800,6	1881,6	-8,9	spiss: 046/053 poretr.: 143/149 friksj.: 243/245	Sonde nr. 9559
9808	-788,9	1652,7	-12,4	spiss: 049/047 poretr.: 144/145 friksj.: 243/240	Sonde nr. 9559
9809	-801,5	1746,9	-8,6	spiss: 048/049 poretr.: 146/143 friksj.: 243/245	Sonde nr. 9559
9810	-849,1	1876,5	-8,8	spiss: 047/047 poretr.: 146/144 friksjon: 245/245	Sonde nr. 9559
9811	-839,6	1641,9	-11,4	spiss: 047/047 poretr.: 150/151 friksj.: 245/247	Sonde nr. 9559
9812	-856,1	1738,4	-9,1	spiss: 049/049 poretr.: 150/149 friksjon: 240/250	Sonde nr. 9559
9813	-883,7	1866,1	-8,7	spiss: 049/047 poretr.: 146/143 friksjon: 247/243	Sonde nr. 9559

## Su tolket ut i fra CPT - Bjørvika



## Symbolforklaringer til tabellene med treaksial- og ødometer-resultater

### Treaksialforsøk, generelt:

CAUA1:	"Anisotrop konsolidert, udrenert, aktiv, type 1", dvs. selve skjærforsøket utføres ved å øke vertikalspenningen, mens horisontalspenningen holdes konstant.
CAUP3:	"Anisotrop konsolidert, udrenert, passiv, type 3", dvs. selve skjærforsøket utføres ved å minske vertikalspenningen, mens horisontalspenningen holdes konstant.

$p_o'$ :	effektivt overlagringstrykk
$\sigma_{v'kons}$ :	effektiv vertikal konsolideringsspenning
$K_0$ :	effektiv hviletrykkskoeffisient under konsolideringen
$u_0$ :	baktrykk
$w$ :	initielt vanninnhold
$\Delta V$ :	utpresset porevann under konsolidering

### Treaksialforsøk, effektivspenningsbasis:

$a$ :	attraksjon
$\phi$ :	friksjonsvinkel

### Treaksialforsøk, totalspenningsbasis:

$s_u$ :	udrenert skjærstyrke fra treaksialforsøk
$\varepsilon_v$ :	vertikal tøynings

### Ødometerforsøk:

$p_o'$ :	effektivt overlagringstrykk
$p_c'$ :	effektivt førkonsolideringstrykk
$p_r'$ :	referansespenning
$M$ :	modul for spenninger mindre enn $p_c'$
$m$ :	modultall
$c_{v1}$ :	konsolideringskoeffisient gjeldende for spenningsområdet mindre enn $p_o'$
$c_{v2}$ :	konsolideringskoeffisient umiddelbart etter passering av $p_o'$
$w$ :	initielt vanninnhold

## Tolkningsparametre fra treksialforsøk, effektivpenningsbasis

## Hull 9817 - Paulsenkaia

Dybde [m]	Type forsøk	$p_o'$ [kPa]	$\sigma_{v'kons}$ [kPa]	$K_o'$	$u_0$ [kPa]	w [%]	$\Delta V$ [cm <sup>3</sup> ]	a [kPa]	$\phi$ [°]	Materiale	Bilag
12,4	CAUA1	96	67	0,6	50	40,9	5,0			siltig leire	9
15,3	CAUA1	121	85	0,6	100	38,4	4,5	10	26	siltig leire	
19,3	CAUA1	155	109	0,6	100	37,7	17,0			leire	
12,6	CAUA1	98	98	0,6	50	39,9	4,5			siltig leire	10
15,2	CAUA1	120	120	0,6	100	38,6	9,0	10	26	siltig leire	
19,2	CAUA1	154	154	0,6	100	37,8	10,5			leire	
12,3	CAUP3	95	67	0,6	50	38,6	1,5			siltig leire	11
15,5	CAUP3	123	86	0,6	100	37,3	5,5	10	20	siltig leire	
19,5	CAUP3	157	110	0,6	100	37,6	8,5			leire	
12,7	CAUP3	99	99	0,6	50	43,8	7,5			siltig leire	12
15,4	CAUP3	122	122	0,6	100	37,0	4,5	10	21	siltig leire	
19,4	CAUP3	156	156	0,6	100	38,5	12,5			leire	

## Hull 9828 - Sørenga

Dybde [m]	Type forsøk	$p_o'$ [kPa]	$\sigma_{v'kons}$ [kPa]	$K_o'$	$u_0$ [kPa]	w [%]	$\Delta V$ [cm <sup>3</sup> ]	a [kPa]	$\phi$ [°]	Materiale	Bilag
10,3	CAUA1	103	72	0,6	100	41,0	6,0			sandig, leirig silt	13
15,2	CAUA1	148	103	0,6	100	33,1	6,0	10	26	siltig leire	
19,3	CAUA1	184	129	0,6	100	39,0	6,0			leire	
10,2	CAUA1	102	102	0,6	100	38,8	13,5			sandig, leirig silt	14
15,1	CAUA1	146	146	0,6	100	33,4	6,0	10	26	siltig leire	
19,2	CAUA1	183	183	0,6	100	39,8	5,0			leire	
15,4	CAUP3	149	104	0,6	100	32,7	3,0	10	27	siltig leire	15
19,5	CAUP3	185	130	0,6	100	39,0	7,0	10	19	leire	
11,3	CAUP3	112	112	0,6	100	36,9	7,0	10	20	leirig silt	16
15,3	CAUP3	148	148	0,6	100	33,2	7,5	10	20	siltig leire	
19,4	CAUP3	185	185	0,6	100	39,9	7,0	10	14	leire	

## BILAG 8

### Tolkningsparametre fra treksialforsøk, totalspenningsbasis

#### Hull 9817 - Paulsenkaia

Dybde [m]	Type forsøk	p <sub>0</sub> ' [kPa]	σ <sub>v</sub> ' <sub>kons</sub> [kPa]	K <sub>0</sub> '	u <sub>0</sub> [kPa]	w [%]	ΔV [cm <sup>3</sup> ]	s <sub>v</sub> [kPa]	s <sub>v</sub> /p <sub>0</sub> '	s <sub>u</sub> [kPa]	s <sub>u</sub> /p <sub>0</sub> '	Materiale	Bilag
								ε <sub>v</sub> = 2%		ε <sub>v</sub> = 8%			
12,6	CAUA1	98	98	0,6	50	39,9	4,5	34	0,35	40	0,40	siltig leire	
15,2	CAUA1	120	120	0,6	100	38,6	9,0	40	0,33	42	0,35	siltig leire	
19,2	CAUA1	154	154	0,6	100	37,8	10,5	52	0,34	58	0,38	leire	
12,7	CAUP3	99	99	0,6	50	43,8	7,5	17	0,17	26	0,26	siltig leire	
15,4	CAUP3	122	122	0,6	100	37,0	4,5	20	0,16	30	0,24	siltig leire	
19,4	CAUP3	156	156	0,6	100	38,5	12,5	24	0,15	38	0,24	leire	

#### Hull 9828 - Sørenga

Dybde [m]	Type forsøk	$p_o'$ [kPa]	$\sigma_{v,kons}'$ [kPa]	$K_0'$	$u_0$ [kPa]	$w$ [%]	$\Delta V$ [cm <sup>3</sup> ]	$s_u$ [kPa]	$s_u/p_o'$	$s_u$ [kPa]	$s_u/p_o'$	Materiale	Bilag
								$\varepsilon_v = 2\%$		$\varepsilon_v = 8\%$			
10,2	CAUA1	102	102	0,6	100	38,8	13,5	36	0,35	38	0,37	sandig, leirig silt	
15,1	CAUA1	146	146	0,6	100	33,4	6,0	54	0,37	61	0,42	siltig leire	
19,2	CAUA1	183	183	0,6	100	39,8	5,0	64	0,35	68	0,37	leire	
11,3	CAUP3	112	112	0,6	100	36,9	7,0	19	0,17	26	0,23	leirig silt	
15,3	CAUP3	148	148	0,6	100	33,2	7,5	22	0,15	30	0,20	siltig leire	
19,4	CAUP3	185	185	0,6	100	39,9	7,0	23	0,12	33	0,18	leire	

Korr.modell  
1.2. 4.  
1.2. 4.  
1.2. 4.

Jordart  
LEIRE  
SILTIG LEIRE  
SILTIG LEIRE

dW, cm3  
17.00  
4.50  
5.00

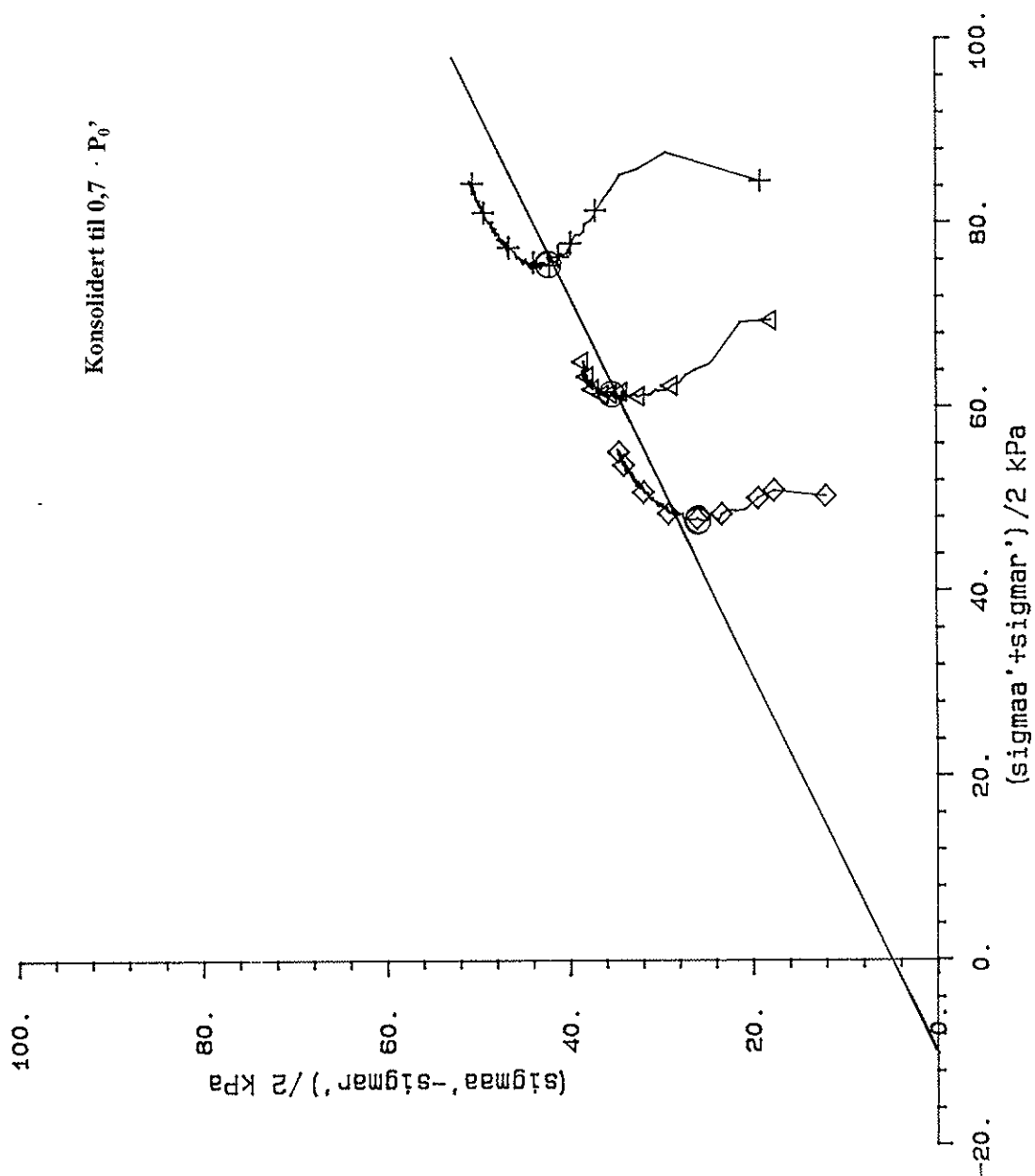
Forsøkttype  
CAUA1  
CAUA1  
CAUA1

Labnr.  
247C  
245C  
243C

Dybde, m  
19.30  
15.30  
12.40

PROFIL  
9817  
9817  
9817

SYMB  
+  
△  
◇



TREAKSIALFORSØK

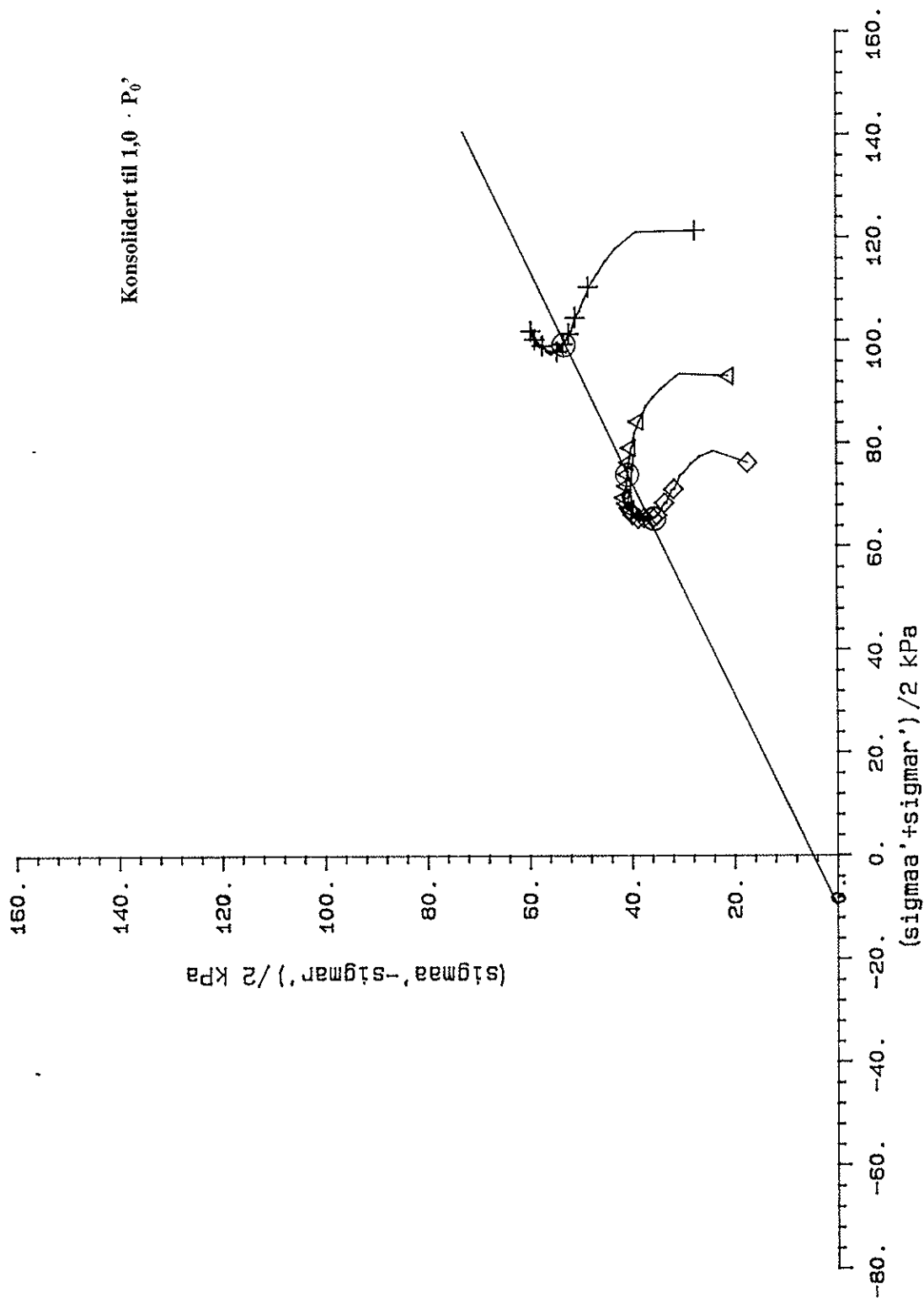
OPD. A21A

VEGLABORATORIET

DATO 980813



SYMB	PROFIL	Dybde, m	Labnr.	Forsøks type	dW, cm3	Jordart	Korr. modell
+	9817	19.20	247B	CAUA1	10.50	LEIRE	1, 2, 4,
△	9817	15.20	245B	CAUA1	9.00	SILTIG LEIRE	1, 2, 4,
◇	9817	12.60	243E	CAUA1	4.50	SILTIG LEIRE	1, 2, 4,



TREAKSIALFORSØK

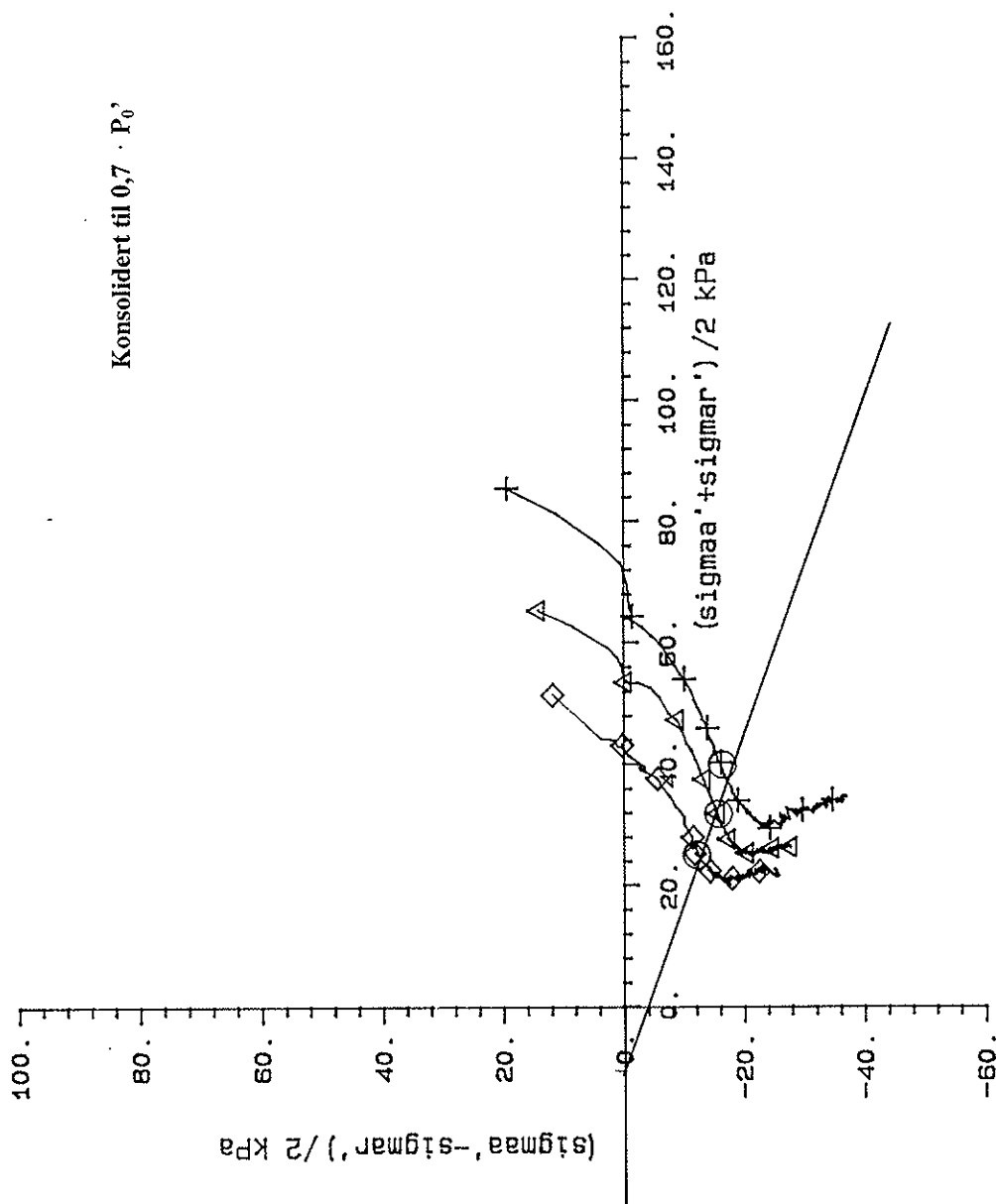
OPD. A21A

VEGLABORATORIET

DATO 980812

Korr. model 1  
1. 2, 4,  
1. 2, 4,  
1. 2, 4,

SYMB PROFIL Dybde, m Labnr. Forsøgstype dW, cm3 Jordart  
+ 9817 19.50 247E CAUP3 8.50 LEIRE  
Δ 9817 15.50 245E CAUP3 5.50 SILTIG LEIRE  
◇ 9817 12.30 243B CAUP3 1.50 SILTIG LEIRE



TREAKSIALFORSØK

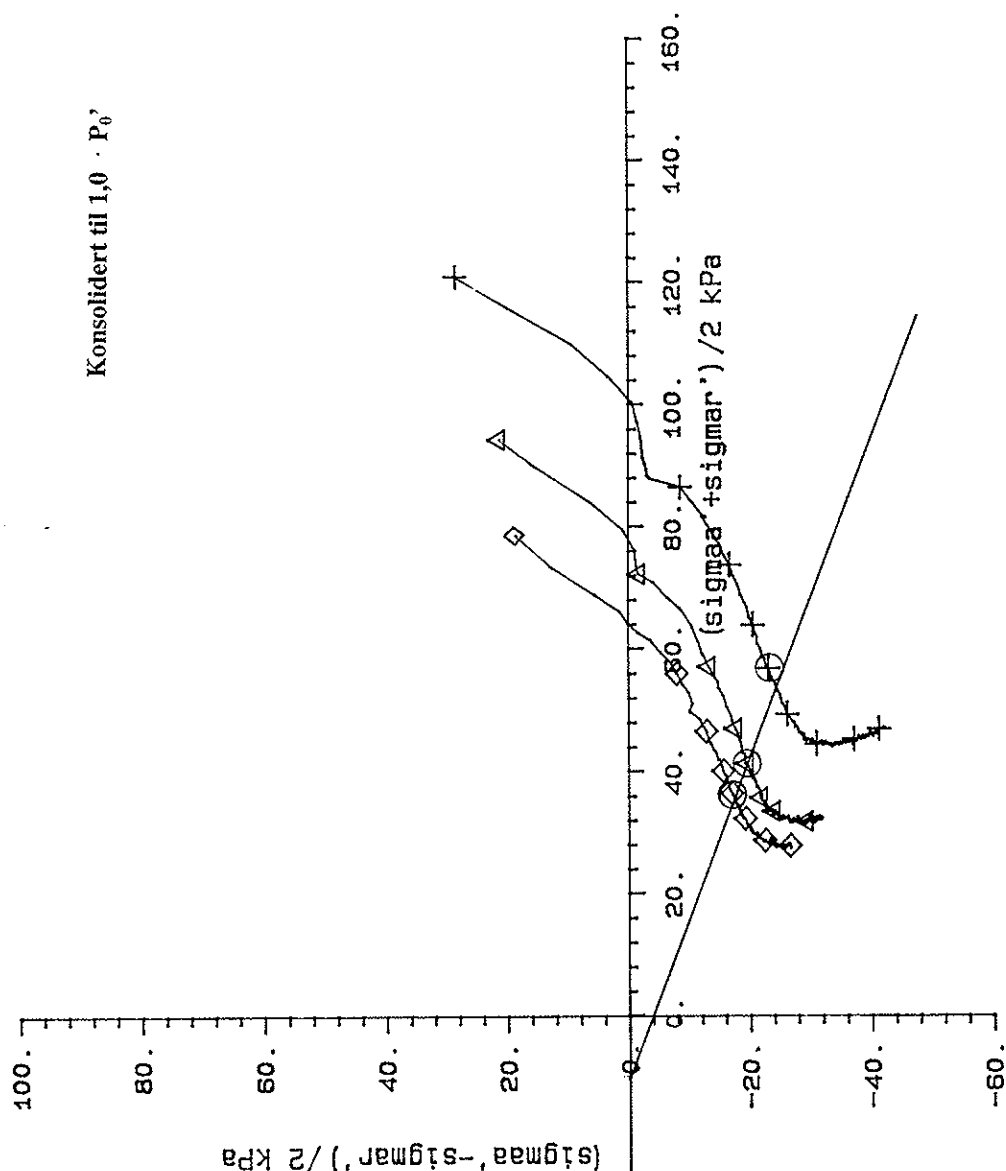
OPD. A21A

VEGLABORATORIET

DATO 980814

Korr. model  
1. 2. 4.  
1. 2. 4.  
1. 2. 4.

SYMB PROFIL Dybde, m Labnr. Forsøgstype dW, cm3 Jordant  
+ 9817 19.40 247D CAUP3 12.50 LEIRE  
Δ 9817 15.40 245D CAUP3 4.50 SILTIG LEIRE  
◇ 9817 12.70 243F CAUP3 7.50 SILTIG LEIRE



TREAKSIALFORSØK

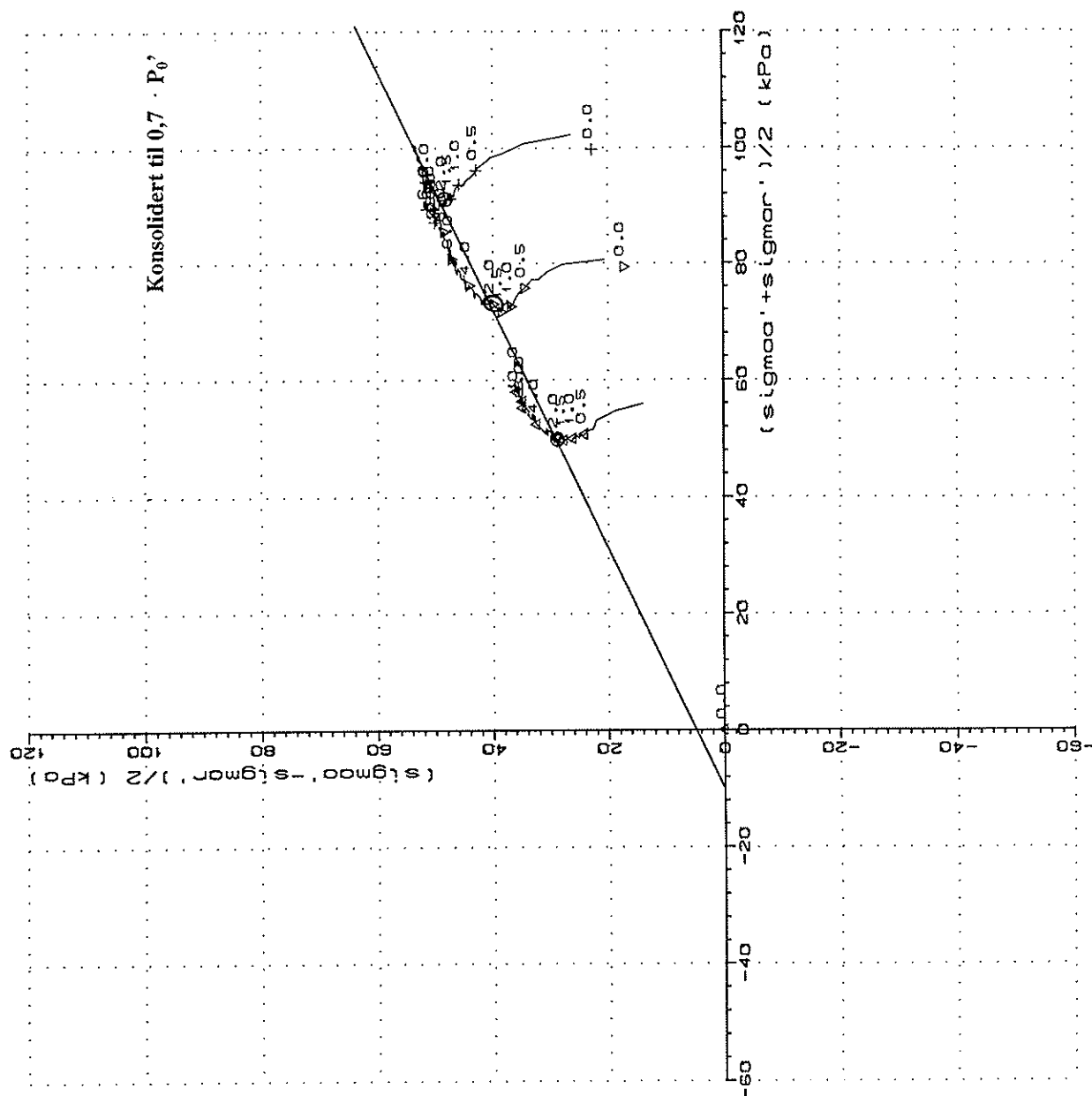
OPD. A21A

VEGLABORATORIET

DATO 980814

Sym Profil Dybde(m) Labnr Forsøkstype dV(cm<sup>3</sup>)Korr.Kommentar

9828	10.30	249C	CAUA1	6.00	12	4	SANDIG, LEIRIG SILT
9828	15.20	253C	CAUA1	6.00	12	4	SILTIG LEIRE
9828	19.30	255C	CAUA1	6.00	12	4	LEIRE



TREAKSIALFORSØK

VEGLABORATORIET

Oppdr.nr.

A21A

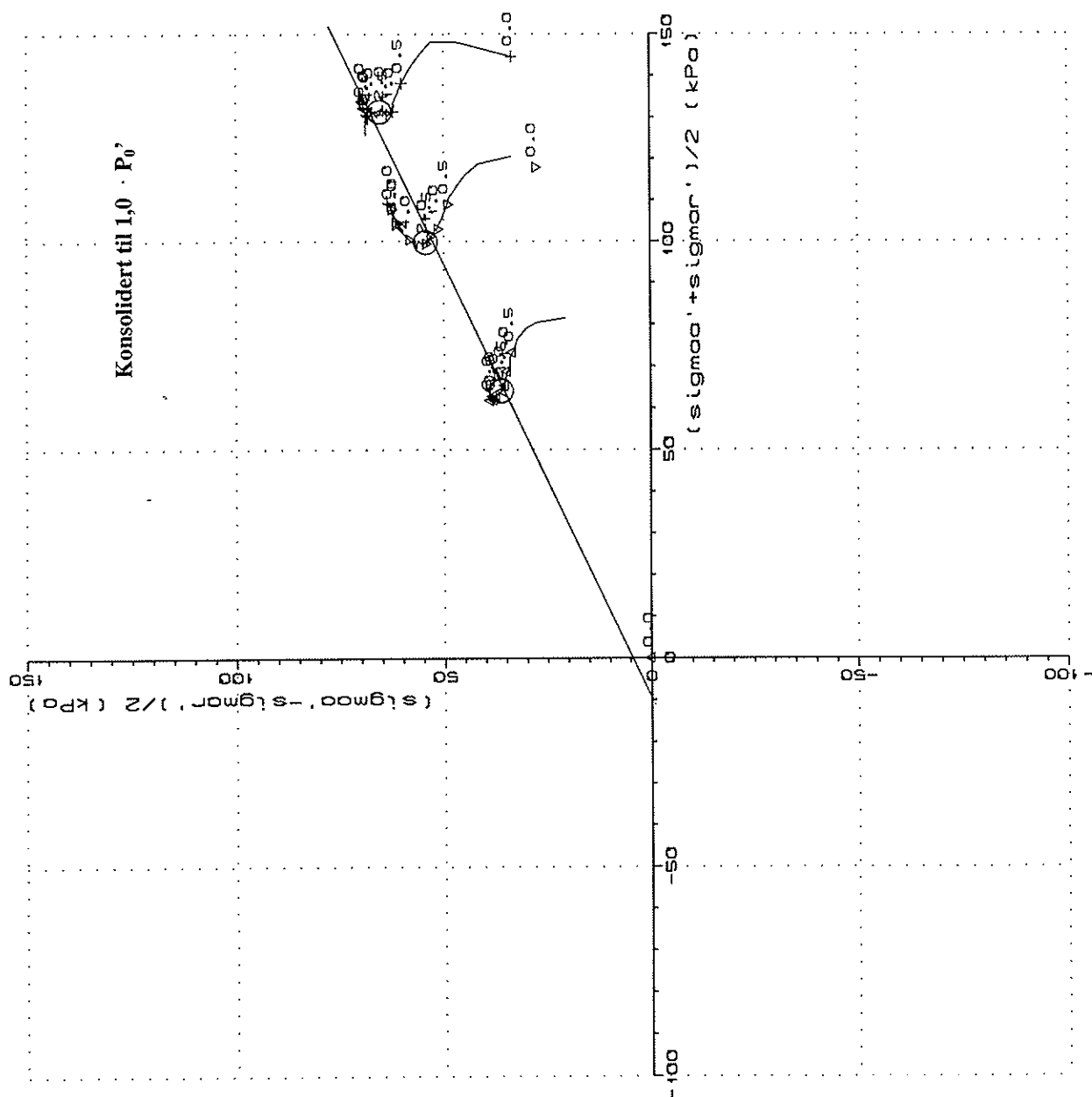
Dato

23. 9.98

Fig.

Sym Profil Dybde(m) Lobnr Forsøkstype dV(cm³)Korr.Kommentar

9828	10.20	249B	CAUA1	13.00	12	4	SANDIG, LEIRIG SILT
9828	15.10	253B	CAUA1	6.00	12	4	SILTIG LEIRE
9828	19.20	255B	CAUA1	5.00	12	4	LEIRE



TREAKSIALFORSØK

VEGLABORATORIET

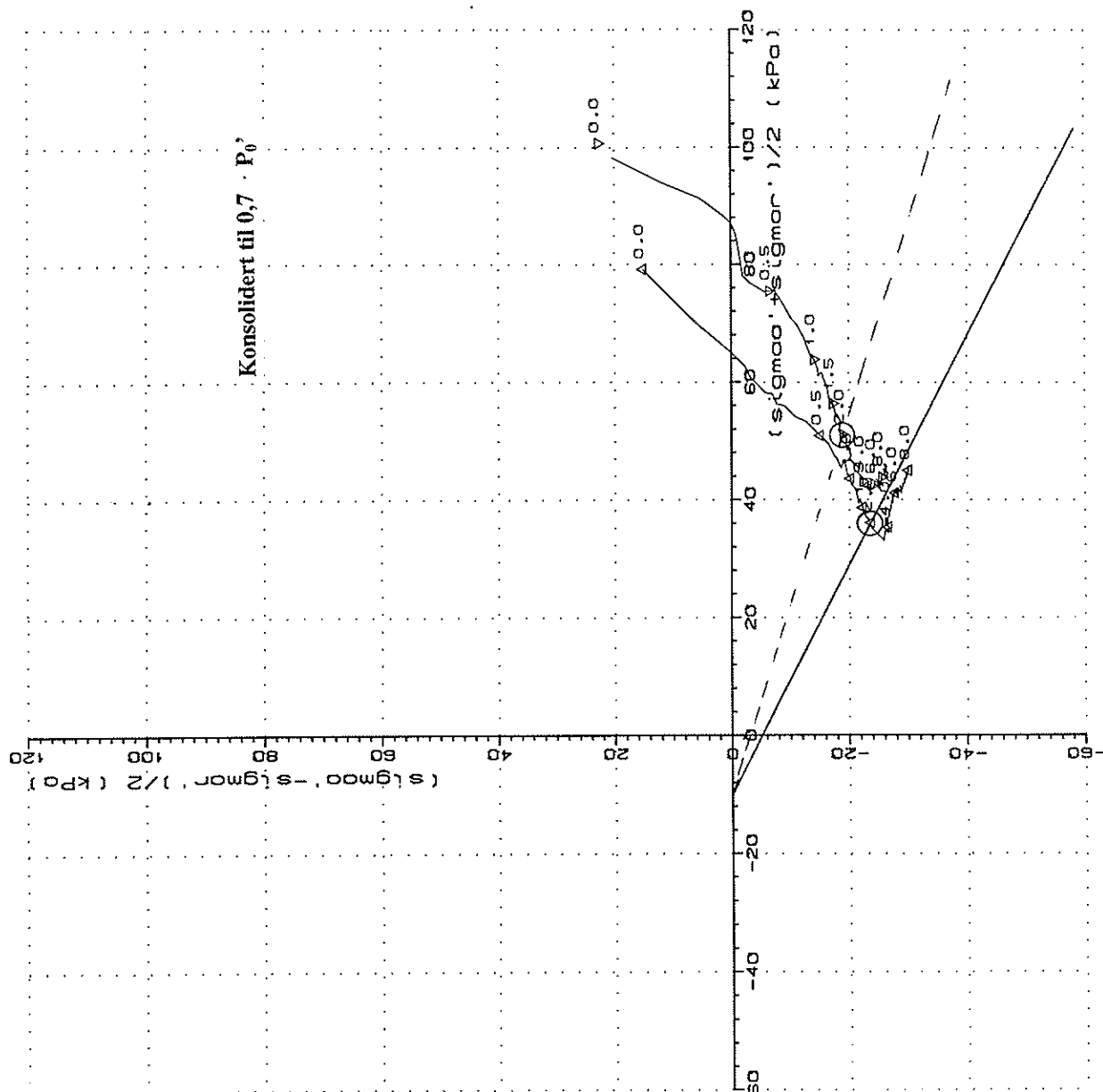
Oppdr.nr.

A21A

Dato

2.11.98

Fig.

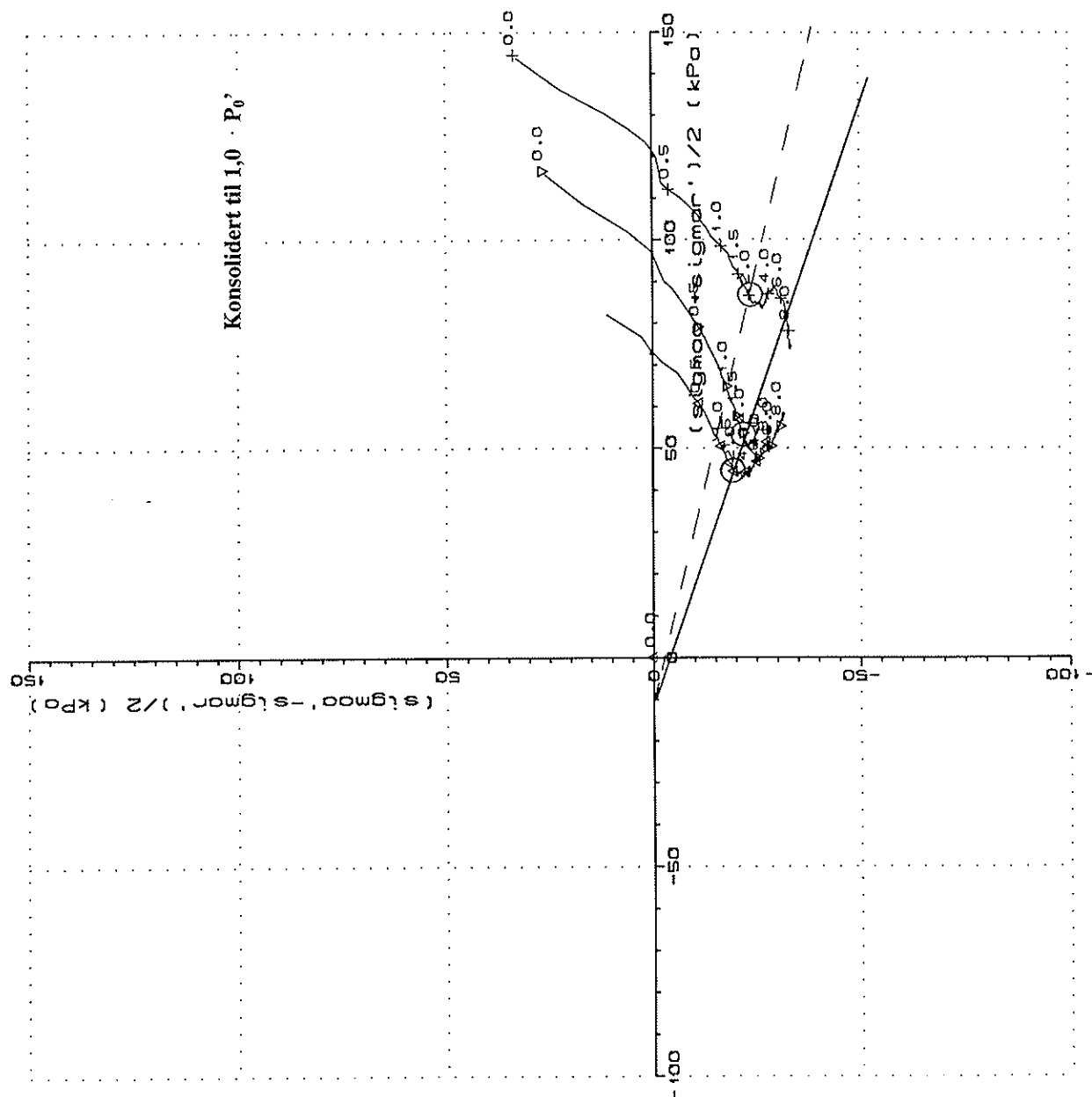


VEGLABORATORIET

Fig.

Sym Profil Dybde(m) Labnr Forsøksstype dV(cm<sup>3</sup>)Korr.Kommentar

9828	11.30	250C	CAUP3	7.00	12	4	leirig silt
9828	15.30	253D	CAUP3	7.50	12	4	siltig leire
9828	19.40	255D	CAUP3	7.00	12	4	leire



TREAKSIALFORSØK

VEGLABORATORIET

Oppdr.nr.

A21A

Dato

22. 9.98

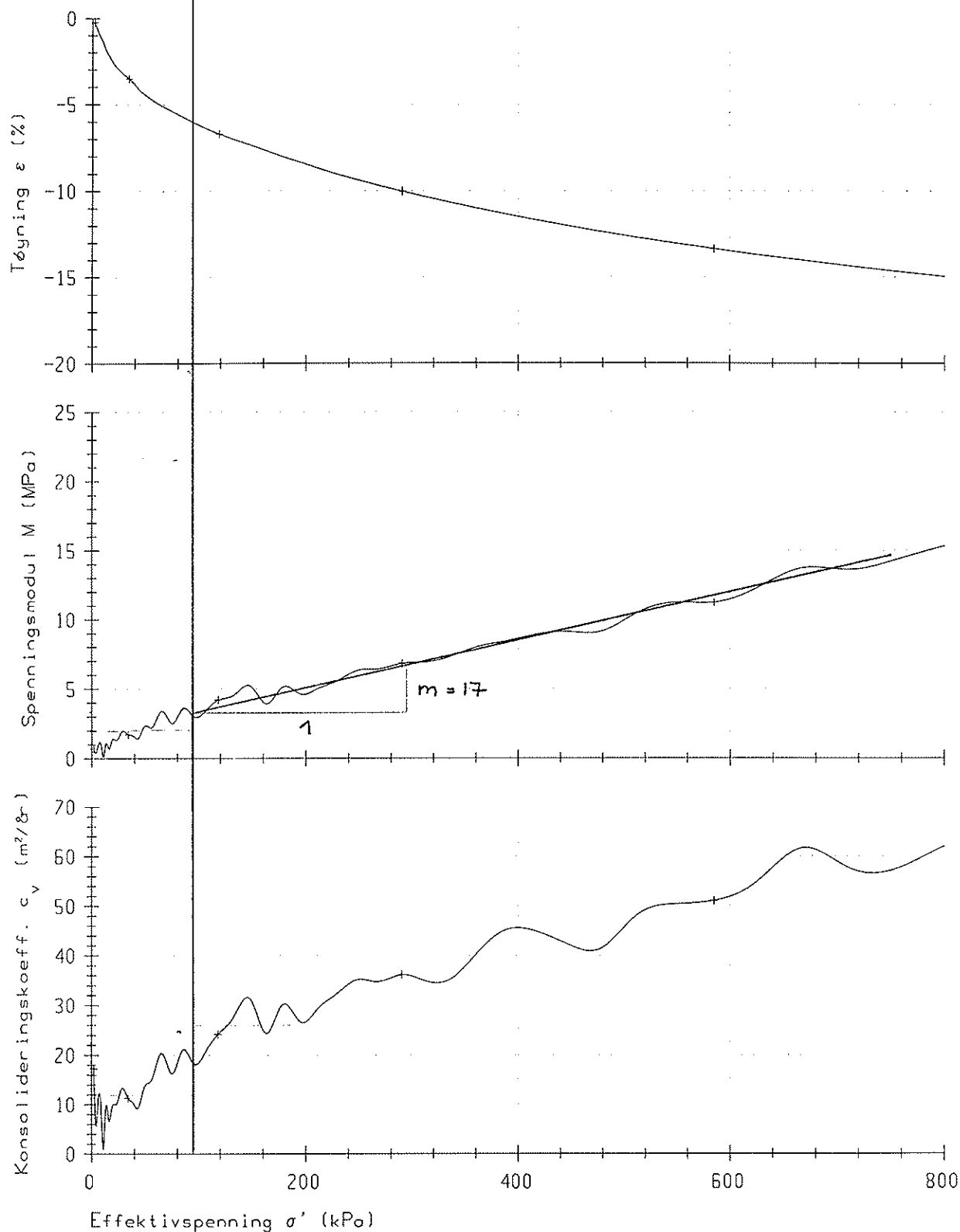
Flg.



## Tolkningsparametre fra ødometerforsøk

## Hull 9817 - Paulsenkaia

Dybde [m]	$p_o'$ [kPa]	$p_v'$ [kPa]	M [MPa]	m	$p_r'$ [kPa]	$c_{v1}$ [m <sup>2</sup> /år]	$c_{v2}$ [m <sup>2</sup> /år]	Materiale	Bilag
12,1	94	-	~2	17	93	~12	~26	siltig leire	18
15,0	119	-	~3	19	25	~12	~14	siltig leire	19
19,1	153	-	~3,5	17	93	~7	~9	leire	20



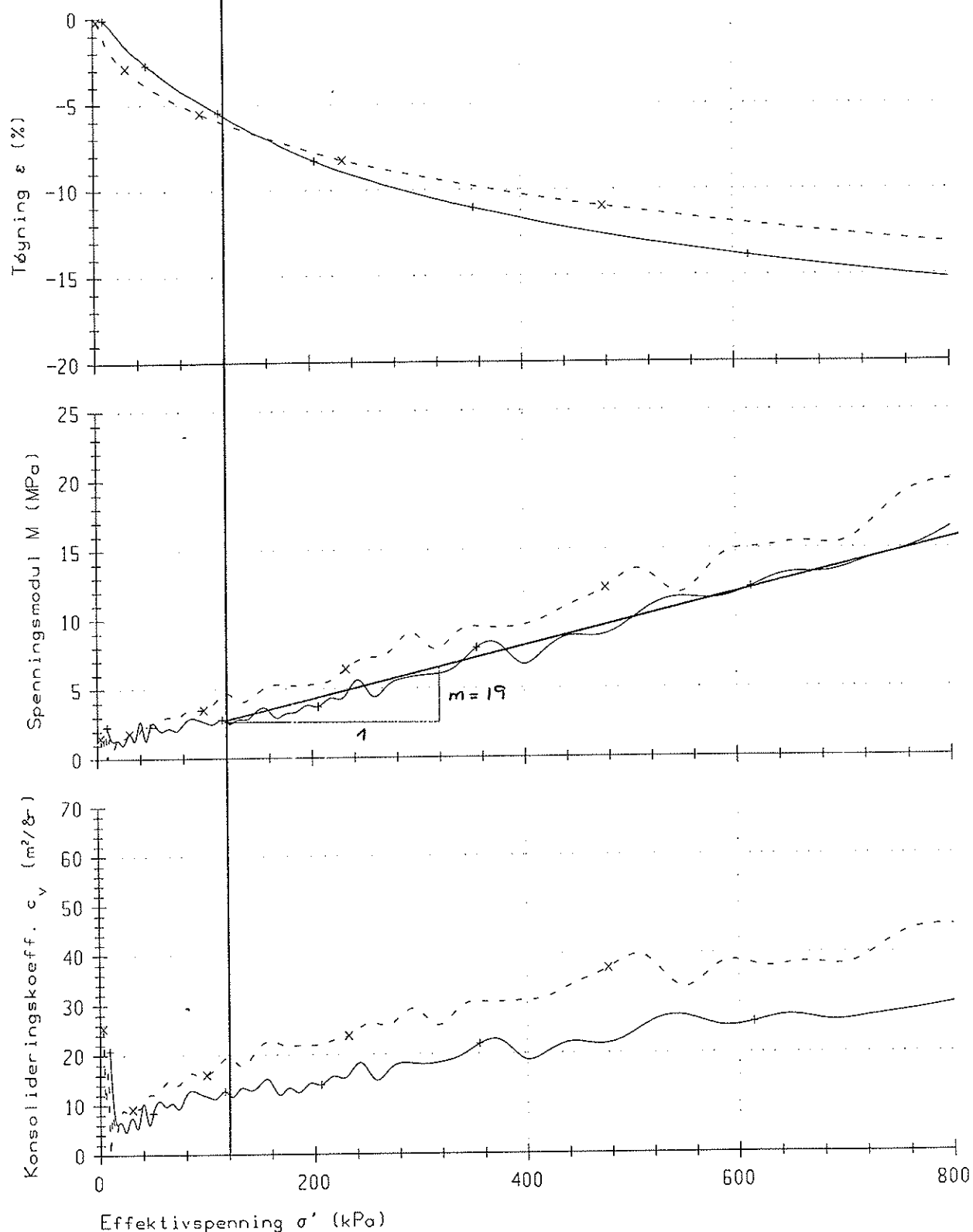
Boring	Dybde, m	Labnr.	F.type	Kommentar
9817	12.1	243A1	CRS	siltig leire en del skjellrester

KONTINUERLIG ØDOMETER

Veglaboratoriet

Oppdrag  
A21ADato  
1998-08-04

Fig.



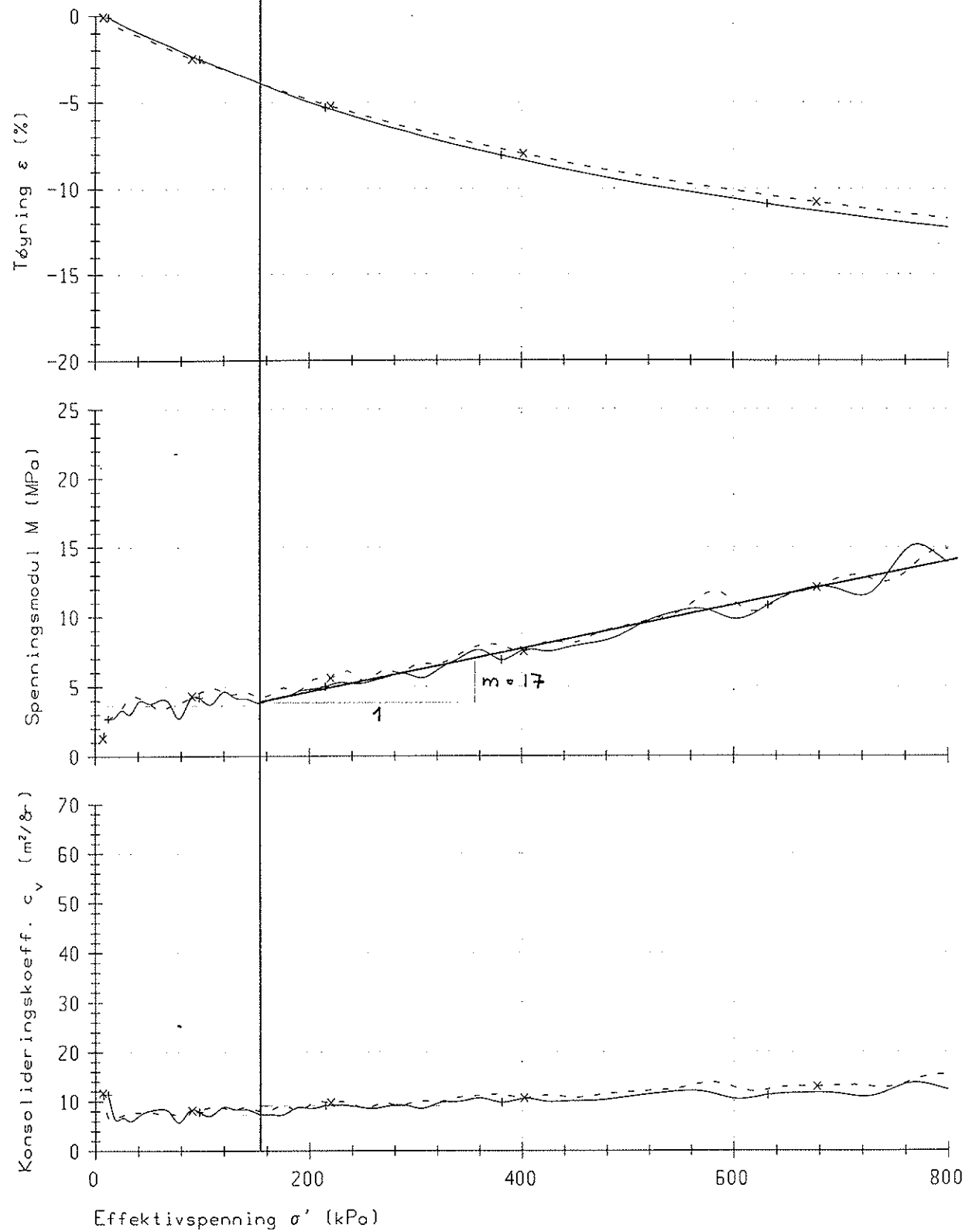
Boring	Dybde, m	Løbnr.	F.type	Kommentar
+ - + 9817	15.	245A	CRS	siltig leire
x - x - x 9817	15.	245A1	CRS	siltig leire

KONTINUERLIG ØDOMETER

Veglaboratoriet

Oppdrag  
A21ADato  
1998-08-06

Fig.



	Boring	Dybde,m	Labnr.	F.type	Kommentar
+ + +	9817	19.1	247A	CRS	LEIRE
x -x- x	9817	19.1	247A1	CRS	LEIRE

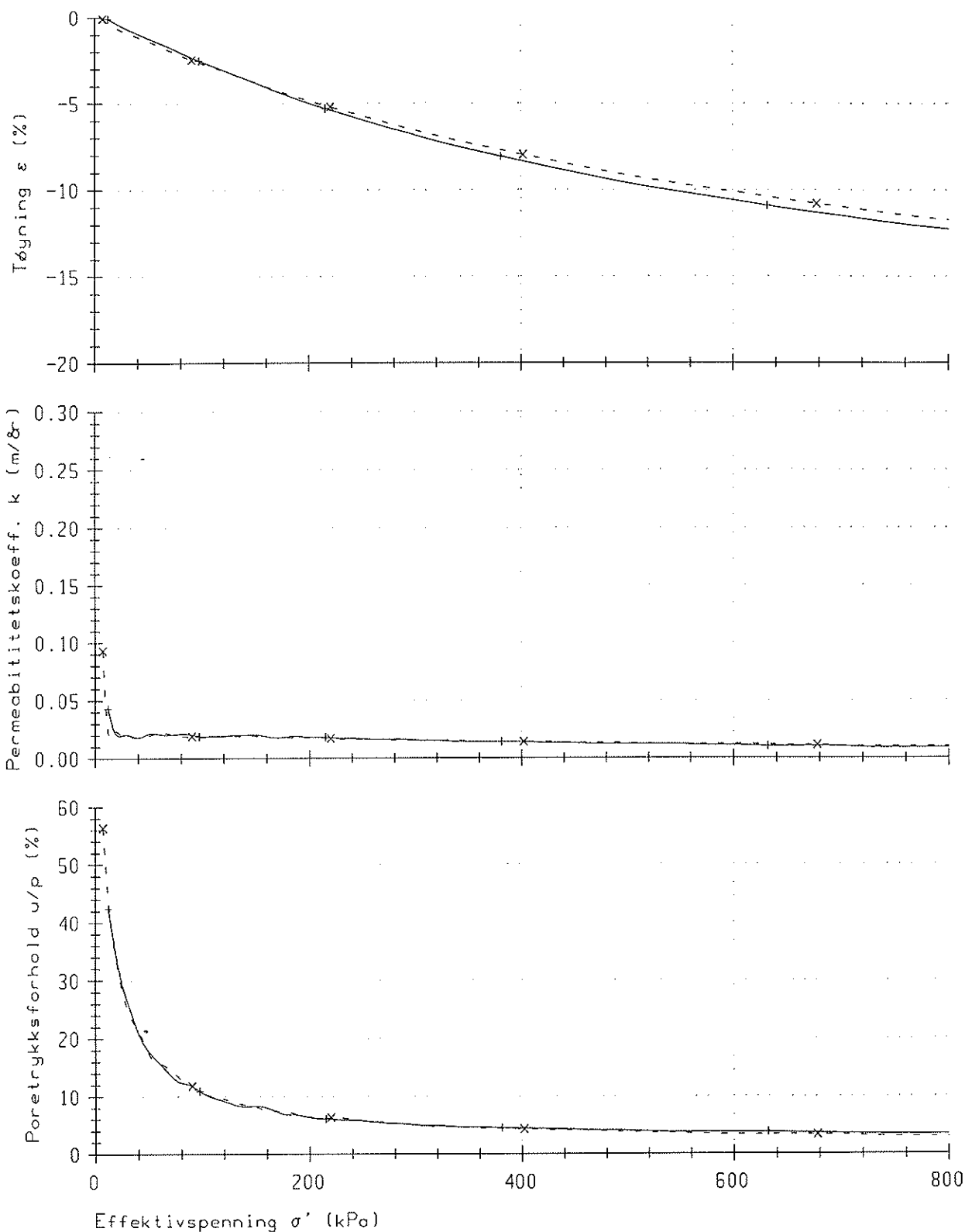
KONTINUERLIG ØDOMETER

Veglaboratoriet

Oppdrag  
A21A

Dato  
1998-08-11

Fig.



	Boring	Dybde,m	Labnr.	F.type	Kommentar
+	9817	19.1	247A	CRS	siltig leire
x -x- x	9817	19.1	247A1	CRS	siltig leire

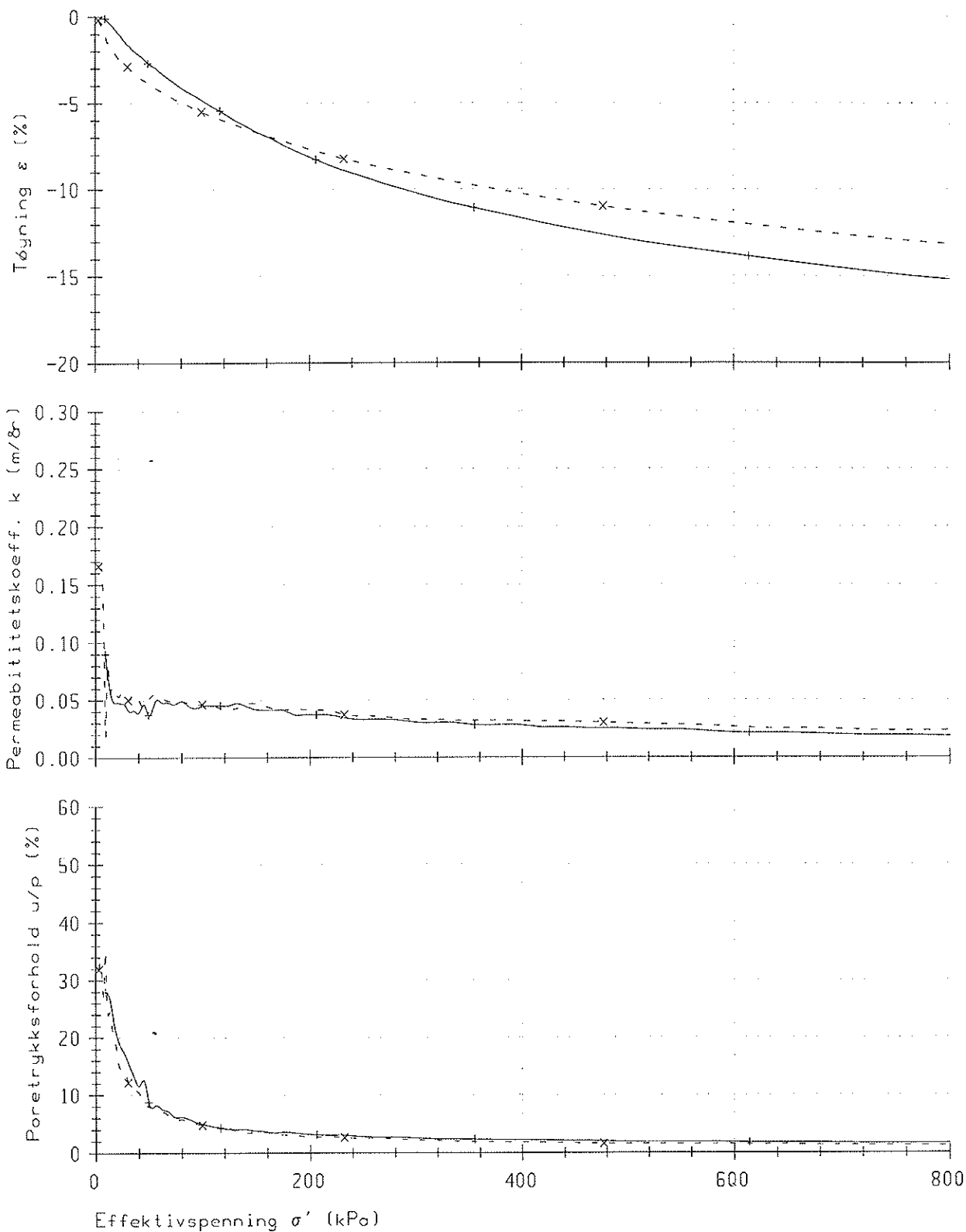
KONTINUERLIG ØDOMETER

Veglaboratoriet

Oppdrag  
A21A

Dato  
1998-08-11

Fig.



	Boring	Dybde,m	Labnr.	F.type	Kommentar
+	9817	15.	245A	CRS	siltig leire
x	9817	15.	245A1	CRS	siltig leire

KONTINUERLIG ØDOMETER

Veglaboratoriet

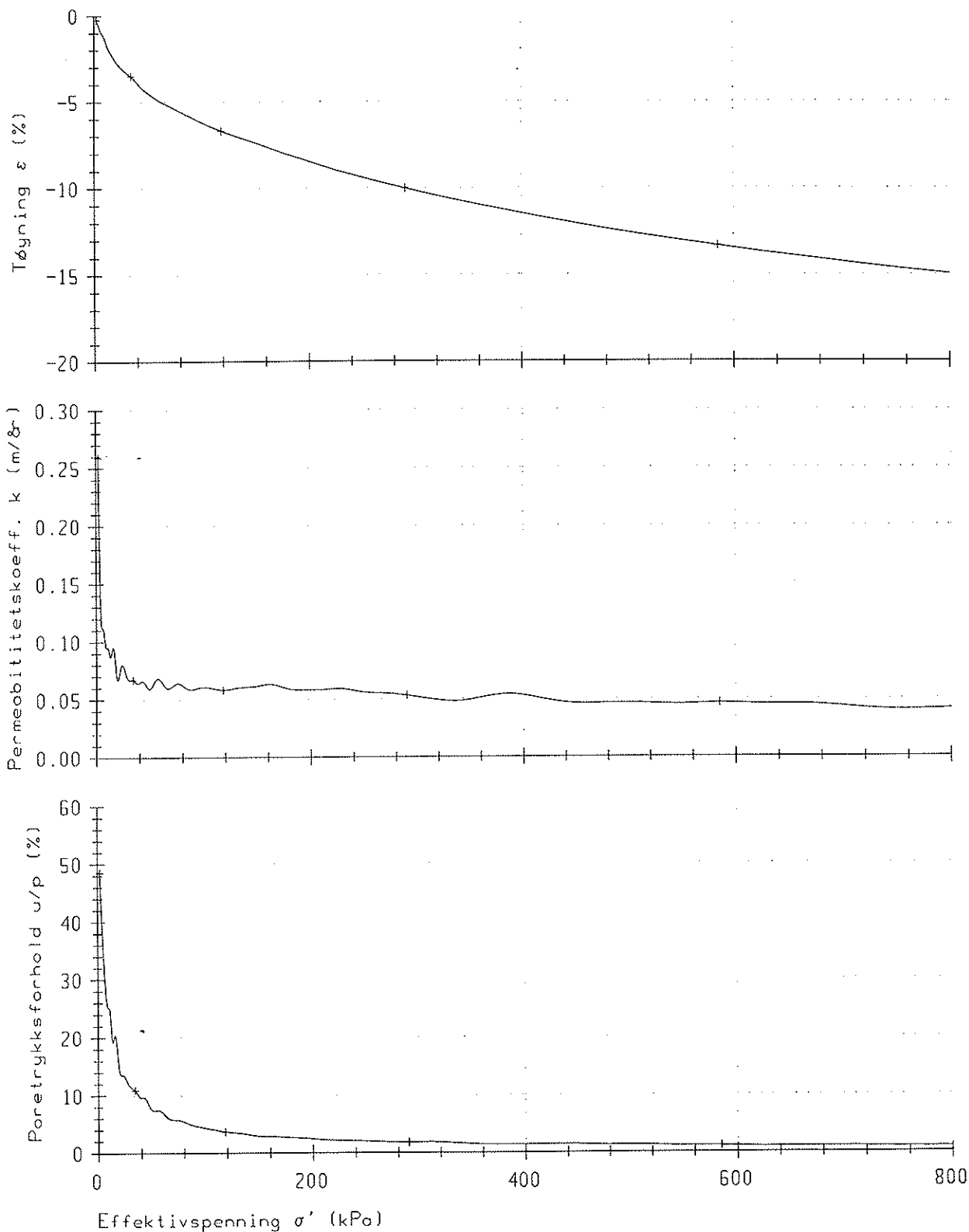
Oppdrag

A21A

Dato

1998-08-06

Fig.



Boring	Dybde, m	Labnr.	F.type	Kommentar
9817	12.1	243A1	CRS	siltig leire en del skjellrester

KONTINUERLIG ØDOMETER

Veglaboratoriet

Oppdrag  
A21A

Dato  
1998-08-04

Fig.