

overf. kartv.  
Jan 91

NO: H3'

OSLO KOMMUNE  
GEOTEKNISK KONTOR



OSLO KOMMUNE  
Geoteknisk kontor  
KINGOS GT. 22, OSLO 4  
Telf. 35 59 60

RAPPORT OVER:

Haraldrud understasjon.

R-1846-1 27. okt. 1982.

Innholdsfortegnelse:	Side
INNLEDNING	2
MARKARBEID	2
LABORATORIEUNDERSØKELSER	2
TERRENG- OG GRUNNFORHOLD	2
STABILITETSFORHOLD	3
SETNINGSFORHOLD	3
FUNDAMENTERINGSFORHOLD	4
KONKLUSJON	4

Bilag	0: Standardbeskrivelse av bor- og laboratoriearbeider
"	1: Situasjons- og borplan
"	2 og 3: Borprofiler
"	4-7: Ødometerresultater
"	8: Poretrykkmålinger
"	9: Profiler

## INNLEDNING

Etter oppdrag fra Oslo lysverker ved rekvisisjon nr 20587 av 16.8. d.å. har geoteknisk kontor utført grunnundersøkelser for Haraldrud understasjon. Fra tidligere er det i nærheten utført en grunnundersøkelse i forlengelsen av Haraldrudveien ved Alnabanen. Denne undersøkelsen er beskrevet i vår rapport R-1314 av 9.1.76.

## MARKARBEID

På situasjons- og borplanen bilag 1 er de utførte boringer angitt. Det ble i alt utført 6 trykkdreiesonderinger, 2 prøveserier og 4 skovlboringer. Videre ble det nedsatt 3 piezometere på tomta. Boringene ble utført ved hjelp av en AB-2 hydraulisk borerigg. Borpunktene ble utsatt ut fra basispunkter etablert av Oslo lysverker. Borpunktene ble nivellert ut fra FM 1665 (h=99,145). Markarbeidene ble utført av mannskaper fra vår markavdeling i første del av september måned.

## LABORATORIEUNDERSØKELSER

Prøveseriene som ble tatt opp, er analysert ved vårt laboratorium der de vanlige rutineundersøkelser er gjennomført. Borprofilene bilag 2 og 3 viser resultatet av rutineundersøkelsene inkludert jordartsbeskrivelse, vanninnhold, flyte- og utrullingsgrense samt romvekt. Videre viser borprofilene uforstyrret og omrørt udrenert skjærstyrke bestemt ved konus og udrenerte enaksiale trykkforsøk. I tillegg til dette er det foretatt ødometerforsøk på 4 utvalgte prøver. Det var meningen å utføre flere ødometerforsøk, men på grunn av at den ene prøveserien for en stor del var forstyrret, måtte omfanget av disse forsøkene begrenses. Resultatet av ødometerprøvene er angitt ved spennings- deformasjonskurver og modul for hvert enkelt lasttrinn. Ødometerforsøkene er utført ved trinnvis pålasting med 30 min. intervaller.

Forsøkene indikerer at den middels sensitive leira ser ut til også å inneha en viss forkonsolideringseffekt under forvitringssonen. Innenfor kvikkleiresonen må forkonsolideringseffekten antas å være meget begrenset.

Resultatet av ødometerforsøkene er vist på bilag 4-7.

## TERRENG- OG GRUNNFORHOLD

Den planlagte understasjonen blir liggende på Haraldrud mellom Frognerseteren bruk i vest og et regulert friområde i øst. Storparten av den planlagte tomta er relativt flat

med eksisterende terrenghøyder på kote 97,0 - 97,5. Innen søndre del av tomta er det imidlertid en terrengforsenkning med laveste kotehøyde på ca kote 94,0.

Det er relativt stor dybde til fjell i området. Således varierer dybden til antatt fjell fra 21,0 m i borpunkt 1 til 28,0 m i borpunkt 6. Løsmassene består stort sett av 2-2,5 m tørrskorpeleire øverst. Under tørrskorpeleira er det en overgangssone med fast til middels fast leire ned til 3-4 m dybde. Under denne dybde er det leiravsetninger av noe varierende art. Således er det i borpunkt 1 registrert en bløt til middels fast, middels til lite sensitiv leire. I borpunkt 6 er det derimot stort sett registrert bløt kvikkleire. De grunnundersøkelser som tidligere er utført i forlengelsen av Haraldsrudveien tilsier også at det er en markert bløt kvikkleiresone langs bekkedraget sør for den planlagte understasjonen. Trykkdreiesonderingene antyder at det finnes kvikkleire i meste parten av det undersøkte området.

Poretrykkmålingene som er utført ved borpunkt 1, viser noe poreovertrykk i dybden. Dette må ses i sammenheng med at piezometerene står ved foten av en ca 2 m høy bakkeskrent mot Frognerseteren bruk og videre at terrenget stiger noe innover sagbruksområdet.

Bakkeskrenten mot Frognerseteren bruk er den avsluttende fyllingsfront for en større oppfylling som her ble utført tidlig i 1960-årene.

Terreng- og løsmasseprofiler er vist på bilag 9. Bilag 8 viser resultatet av poretrykkmålingene.

#### STABILITETSFORHOLD

Den bløte kvikkleiresonen en har langs bekkedraget sør for den planlagte understasjonen, medfører at det generelt må legges restriksjoner på oppfyllinger i dette området. Bygging av understasjonen med tilliggende planlagt oppfylling på sørsiden av denne skulle ikke medføre stabilitetsproblemer. Derimot vil en eventuell ytterligere utfylling fra sagbruksområdet her kunne få stabilitetsmessige konsekvenser.

#### SETNINGSFORHOLD

Plasseringen av understasjonen med den foreløpige planløsningen vil nødvendigvis måtte medføre en ikke ubetydelig oppfylling på søndre del av tomta. Med stor maktighet av underliggende bløt kvikkleire vil denne oppfyllingen utvilsomt resultere i betydelige terrengsetninger, noe som også vil innvirke på understasjonen i form av skjevsetning dersom denne blir fundamentert på løsmassene. Vekten av selve bygningen med de planlagte installasjoner vil bety relativt lite i setningssammenheng.



## FUNDAMENTERINGSFORHOLD

Med de betydelige dybder en har til fjell under stasjonen, vil det her være ønskelig å komme frem til en akseptabel løsmassefundamentering. De foreløpige planer tilsier at fundamentene stort sett vil bli liggende på ca kote 95,0. På dette nivået vil en stort sett ligge i underkant av tørrskorpesonen på nordre del av tomta. Dette nødvendiggjør relativt moderate fundamenttrykk. For stripefundamenter bør således dimensjonerende grunntrykk etter grensetilstandsmetoden stort sett begrenses til ca 100 KN/m<sup>2</sup>. Dersom bygningen senkes kan det bli nødvendig å gå ytterligere ned med fundamenttrykkene, spesielt for nordre del av stasjonsbygget. Ut fra et anleggsteknisk syn vil det ikke være ønskelig å senke nordre del av stasjonen da dette vil resultere i bløte og vanskelige masser i byggegropen. Fra denne synsvinkel vil det heller være ønskelig å heve nordre del av bygningen noe. Ovennevnte anleggstekniske problemer kan imidlertid løses ved å foreta en kalkstabilisering av leira i byggegropa. Ved løsmassefundamentering forutsettes stasjonsbygningens bærende konstruksjon fundamentert på jomfruelige masser. Dette innebærer at søndre del av bygget må fundamenteres ned på ca kote 94,0. Med den foreslåtte planumshøyde for kjeller-gulvet på kote 96,0 vil det her bli en lokal oppfylling under bygget som i setningssammenheng er lite ønskelig. Hvis mulig vil det således være setningsmessig sett ønskelig å senke søndre del av stasjonen. Evt. oppfylling under gulvet bør i alle fall foretas med lette masser etter at evt. organiske masser i terrengnivå først er fjernet.

## KONKLUSJON

Haraldrud understasjon har fått en noe uheldig plassering sett i relasjon til eksisterende grunnforhold, terrengforhold og den foreslåtte planløsning for stasjonsbygg og utomhusareal. En ordinær oppfylling under- og på sørsiden av bygningen vil setningsmessig sett vanskeliggjøre løsmassefundamentering av understasjonen. For å løse dette problemet vil det fra et geoteknisk syn være enklest å flytte understasjonen ca 20 m nordover i bygningens lengderetning. Dersom dette ikke lar seg gjøre, bør planløsningen omarbeides på en slik måte at terrengbelastningene ved bygningens søndre del reduseres vesentlig. I tillegg til en nivåsenkning av utenomhusarealet på søndre del av tomta kan det her også være aktuelt å gjøre bruk av lette fyllmasser.

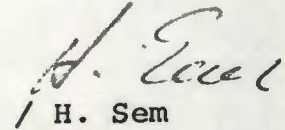
Skulle det vise seg vanskelig å endre noe på de foreslåtte planer, kan det her bli vanskelig å unngå fundamentering til fjell for understasjonens bærende konstruksjon. Fundamentering på rammede betongpeler vil i så fall være mest nærliggende.

Vi regner med å komme tilbake til denne saken under det videre prosjekteringsarbeidet.

Geoteknisk kontor



O. Tokheim



H. Sem

# STANDARD BESKRIVELSER

## BESKRIVELSE AV BORMETODER

*Enkel sondering* betegner neddriving av stålstenger uten registrering av motstand, for eks. slagsondering med slegge eller slagbormaskin.

*Dreieboring* utføres ved å måle synkninger under dreining når boret er lastet med 100 kg. Synker det for mindre last dreies ikke. Boret er forsynt med en pyramideformet spiss som er vridd en omdreining. Lengden av spissen er 20 cm og sidekanten er 3 cm. Under opptegning av resultatene angis antall omdreininger pr. m synkning på høyre side av hullet, og lasten på boret på venstre side.

*Fjellkontrollboringer* utføres med trykkluftdrevet bergbor. Både topphammer og senkborhammer kan brukes. Fjellkontrollen består i å registrere når man har fått en langsom og relativt jevn synkning av boret idet dette er en sterk indikasjon på at boret er i fjell. Det bores vanligvis 3 m for å konstatere at det ikke er en stor stein.

*Vingeboring* brukes til å måle jordartens udrenerte skjærfasthet direkte i grunnen. Skjærfastheten beregnes utfra målt torsjonsmoment på et vingekor som presses ned i ønsket dybde og dreies rundt inntil brudd oppstår. Grunnens fasthet bestemmes først i uforstyrret, og etter brudd i omrørt tilstand. Resultatene kan i sterk grad påvirkes av sand, grus og stein ved vingekorset. Det skal også bemerkes at resultatene av andre grunner i mange tilfelle må korrigeres før fasthetsverdiene brukes i stabilitetsberegninger.

*Prøvetaking* kan utføres med forskjellig utstyr. Ønskes "uforstyrrede" prøver brukes en  $\phi$  54 mm sylindrerprøvetaker som er forsynt med et tettsluttende stempel. Prøven skjæres ved at sylindere skyves nedover i grunnen mens stemplet holdes tilbake. Sylindere med prøve blir trukket opp igjen, forseglet i begge ender, og bragt til laboratoriet. Ønskes bare såkalte "representative" prøver, brukes enklere utstyr som skovelbor og kannebor. Felles for disse er at massen skaves inn i en beholder som deretter tas opp. Tilsvarende prøver kan også tas ved å skru en stålskrue ned i grunnen og trekke den opp igjen.

*Poretrykkmåling* går ut på å måle trykket i de vannfylte porene i jordarten. Dette gjøres ved å føre ned til ønsket dybde et såkalt piezometer som består av et stålrør med et porøst filter i enden. Vann fra jordarten vil kunne trenge inn gjennom filteret mens jordpartiklene blir holdt tilbake. På innsiden av filteret kan man så enten ha en elektrisk trykkmåler som registrerer det vanntrykket som bygges opp og som balanserer med poretrykket utenfor, eller filteret er forbundet med en tynn slange inne i stålrøret. Stigehøyden av vannet i slangen er da porevannstrykket i filterets nivå. Ved fremstilling av resultatene angis som regel det nivå (m.o.h.) som vannet stiger til (poretrykksnivået).

## BESKRIVELSE AV LABORATORIEUNDERSØKELSER

I laboratoriet blir prøvene først beskrevet på grunnlag av besiktigelse. Dernest blir følgende undersøkelser rutinemessig utført, (undersøkelser merket <sup>x</sup>) kan bare utføres på uforstyrrede prøver):

*Romvekt* <sup>x</sup>  $\gamma$  ( $t/m^3$ ) av naturlig fuktig prøve.

*Vanninnhold*  $w$  (%) angir vekt av vann i prosent av vekt av fast stoff. Det blir utført flere bestemmelser av vanninnhold fordelt over prøvens lengde.

*Flytegrensen*  $w_L$  (%) og *utrullingsgrensen*  $w_p$  (%) angir henholdsvis høyeste og laveste vanninnhold for plastisk område av omrørt materiale. Plastisitetsindeksen  $I_p$  er differansen mellom flyte- og utrullingsgrensen. Disse konsistensgrensene er viktige ved bedømmelse av jordartens egenskaper. Konsistensgrensene blir vanligvis bestemt på annenhver prøve.

Følgende skala benyttes til å klassifisere leire etter plastisitet:

Lite plastisk leire	$I_p$	< 10
Middels plastisk leire	$I_p$	= 10-20
Meget plastisk leire	$I_p$	> 20



Skjærfastheten  $s$  ( $t/m^2$ ) bestemmes ved enaksede trykkforsøk. Normalt blir det skåret ut et prøvestykke med tverrsnitt  $3,6 \times 3,6$  cm og høyde 10 cm på midten av sylinderprøven. Unntaksvis blir fullt tverrsnitt ( $\phi$  54 mm) benyttet. Det tas hensyn til prøvens tverrsnittsøking under forsøket. Skjærfastheten settes lik halve trykkfastheten.

Videre blir uforstyrret skjærfasthet  $s$  og omrørt skjærfasthet  $s'$  bestemt ved konusforsøk. Dette er en indirekte metode til bestemmelse av skjærfastheten, idet nedsynkningen av en konus med bestemt form og vekt måles og den tilsvarende skjærfasthetsverdi tas ut av en tabell. Både trykkforsøk og konusforsøk gir udrenert skjærfasthet.

Følgende skala benyttes til å klassifisere leire etter udrenert skjærfasthet:

Meget bløt leire	$s < 1,25 t/m^2$	$\approx$	12,5 kN/m <sup>2</sup>
Bløt leire	$s = 1,25 - 2,5 t/m^2$	$\approx$	12,5 - 25 """"
Middels fast leire	$s = 2,5 - 5,0 t/m^2$	$\approx$	25 - 50 """"
Fast leire	$s = 5,0 - 10,0 t/m^2$	$\approx$	50 - 100 """"
Meget fast leire	$s > 10 t/m^2$	$\approx$	100 """"

Sensitiviteten  $S_t = \frac{s}{s'}$ , er forholdet mellom skjærfastheten i uforstyrret og omrørt tilstand.

Følgende skala benyttes til å klassifisere leire etter sensitivitet:

Lite sensitiv leire	$S_t < 8$
Middels sensitiv leire	$S_t = 8 - 30$
Meget sensitiv leire	$S_t > 30$

Følgende spesielle forsøk blir utført etter nærmere vurdering i hvert tilfelle:

**Ødometerforsøk**  $x)$  utføres for å finne en jordarts sammentrykkbarhet. Prinsippet ved ødometerforsøkene er at en skive av jordarten med diameter 5 cm og høyde 2 cm belastes vertikalt. Prøven er innesluttet i en sylinder og ligger mellom 2 porøse filtersteiner. Lasten påføres trinnsvis, og sammentrykningen av prøven observeres som funksjon av tiden for hvert lasttrinn. Resultatene fremstilles ved å tegne opp den relative sammentryking  $\epsilon$  som funksjon av belastningen. Setningsutviklingen tegnes opp i tidsdiagram. Dette gir grunnlag for beregning både av setningenes størrelse og tidsforløp. Tidsforløpet er imidlertid særlig usikkert på grunn av mange ukjente faktorer som spiller inn.

**Kornfordelingsanalyser** av friksjonsjordarter (grovere enn silt og leire) utføres ved sikting, som regel i helt tørr tilstand. Inneholder massen en del finere stoff blir den våtsiktet. For silt og leire benyttes hydrometeranalyse. En viss mengde tørt materiale oppslemmes i en bestemt mengde vann. Ved hjelp av hydrometer bestemmes synkehastigheten av de forskjellige kornfraksjoner og på grunnlag av Stoke's lov kan kornstørrelsen tilnærmet beregnes.

**Fortorvningsgraden** i organiske jordarter bestemmes ved besiktigelse og krysting av materiale mellom fingrene. Graderingen skjer i henhold til von Post's ti-delte skala H 1 - H 10. Torv kan deles i følgende grupper:

Fibertorv	H 1 - H 4, planterester lett synlig
Mellomtorv	H 5 - H 7, planterester svakt synlig
Svarttorv	H 8 - H10, planterester ikke synlig.

**Organisk innhold (humusinnhold)** bestemmes vanligvis ved glødning av tørt materiale. Glødetapet (vekttapet) angis i prosent av tørt materiale.

**Proctorforsøk** brukes til å undersøke pakkningsegenskapene hos jordarter, spesielt hos velgraderte friksjonsmasser. Massen blir stampet lagvis inn i en stålsylinder av bestemt volum, og tørr romvekt beregnet etter tørking av prøven. Avhengig av pakkingsarbeidet skilles mellom standard Proctor og modifisert Proctor. Den siste innebærer størst pakkingsarbeid. Forsøkene utføres med varierende vanninnhold, og det vanninnhold som gir høyest tørr romvekt kalles optimalt. Den høyeste romvekt kalles 100% Proctor.

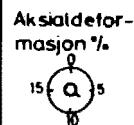




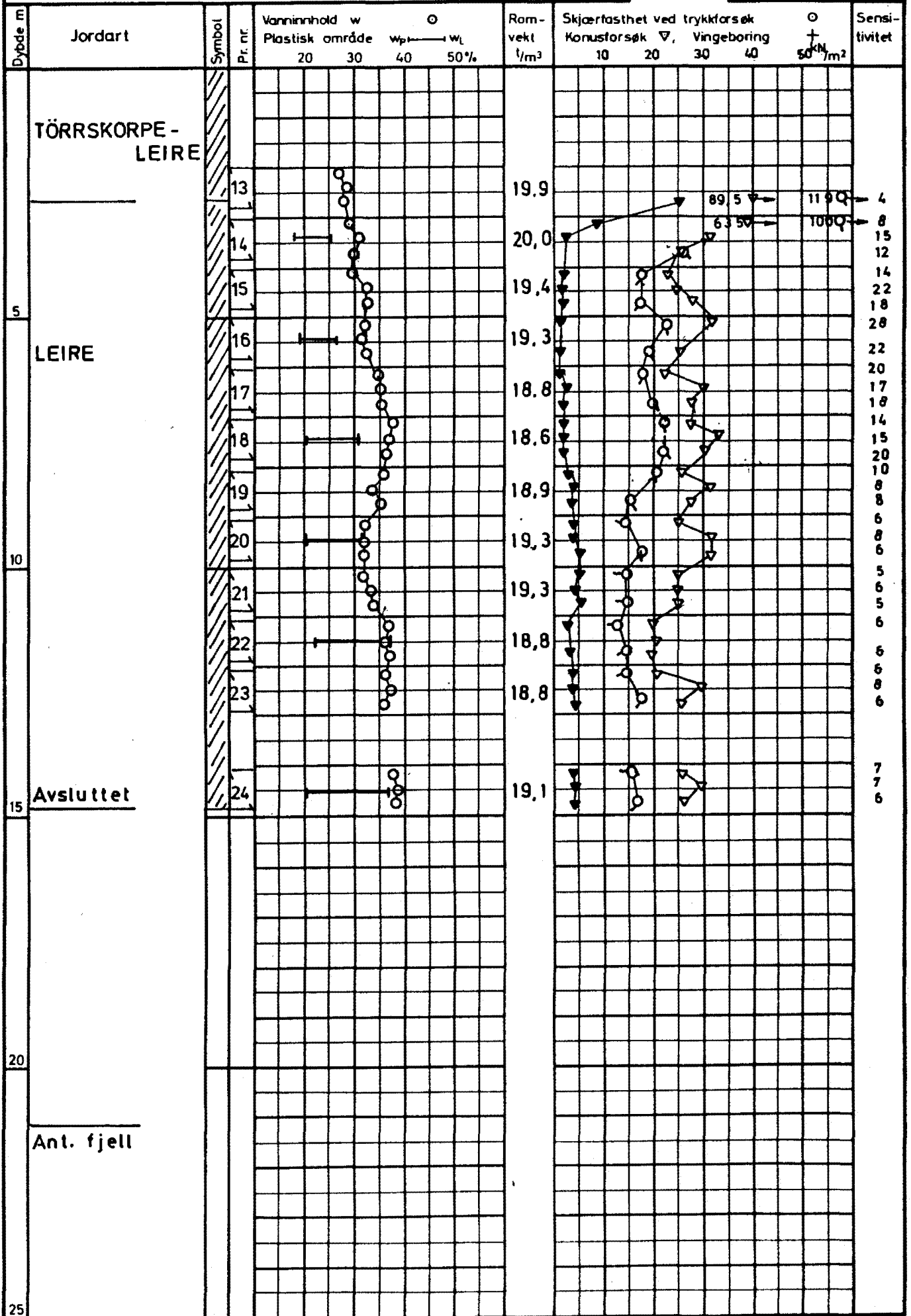
BORPROFIL

Sted: **HARALDSRUD UNDERST.**

Hull : **1**  
 Nivå : **97.6**  
 Pr.ø : **54 mm**



Bilag : **2**  
 Oppdrag : **R-1846**  
 Dato : **sept 82**



BORPROFIL

Sted: **HARADSRUD UNDERST.**

Hull: 6  
 Nivå: 94.4  
 Pr.Ø: 54 mm

Aksialdeformasjon %

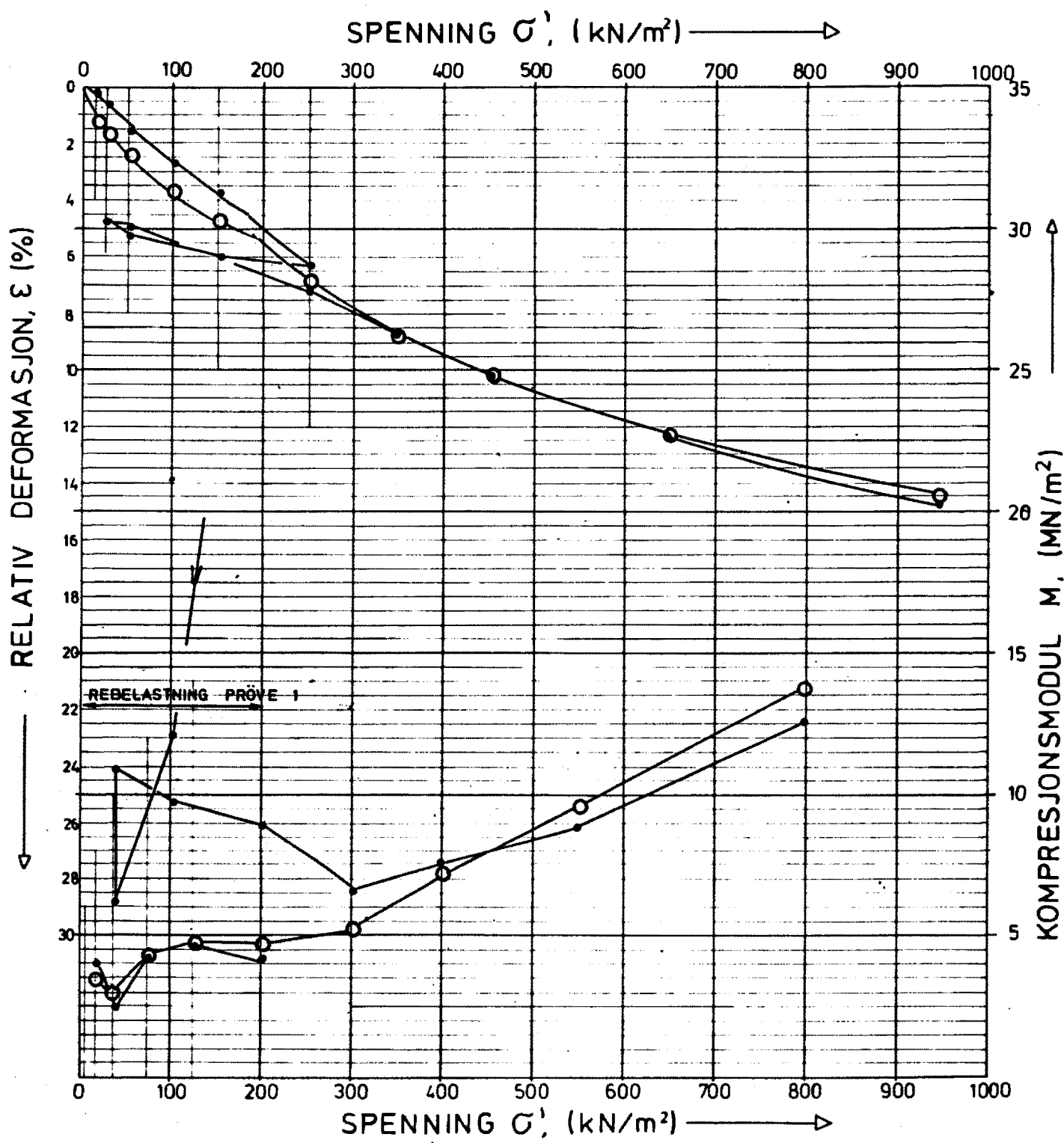


Bilag: 3  
 Oppdrag: R-1846  
 Dato: sept 82

Dybde m	Jordart	Symbol	Pr. nr.	Vanninnhold w				Romvekt $\gamma/m^3$	Skjærfasthet ved trykkforsøk					Sensitivitet
				Plastisk område $w_p \rightarrow w_L$					Konusforsøk $\nabla$ , Vingebrøring $\oplus$					
				20	30	40	50%	10	20	30	40	50	$KN/m^2$	
0	TÖRRSKORPE - LEIRE		1					2.02						
0.5	LEIRE		2					1.99						9
1.0			3					1.92						6
1.5	finsand silt		4					1.91						25
2.0			5					1.88						36
2.5			6					1.93						55
3.0	KVIKKLEIRE		7					1.93						123
3.5			8					1.93						95
4.0			9					1.89						90
4.5			10					1.94						170
5.0			11					1.92						170
5.5			12					1.90						155
6.0	Avsluttet													
6.5														
7.0														
7.5														
8.0														
8.5														
9.0														
9.5														
10.0														
10.5														
11.0														
11.5														
12.0														
12.5														
13.0														
13.5														
14.0														
14.5														
15.0														
15.5														
16.0														
16.5														
17.0														
17.5														
18.0														
18.5														
19.0														
19.5														
20.0														
20.5														
21.0														
21.5														
22.0														
22.5														
23.0														
23.5														
24.0														
24.5														
25.0														

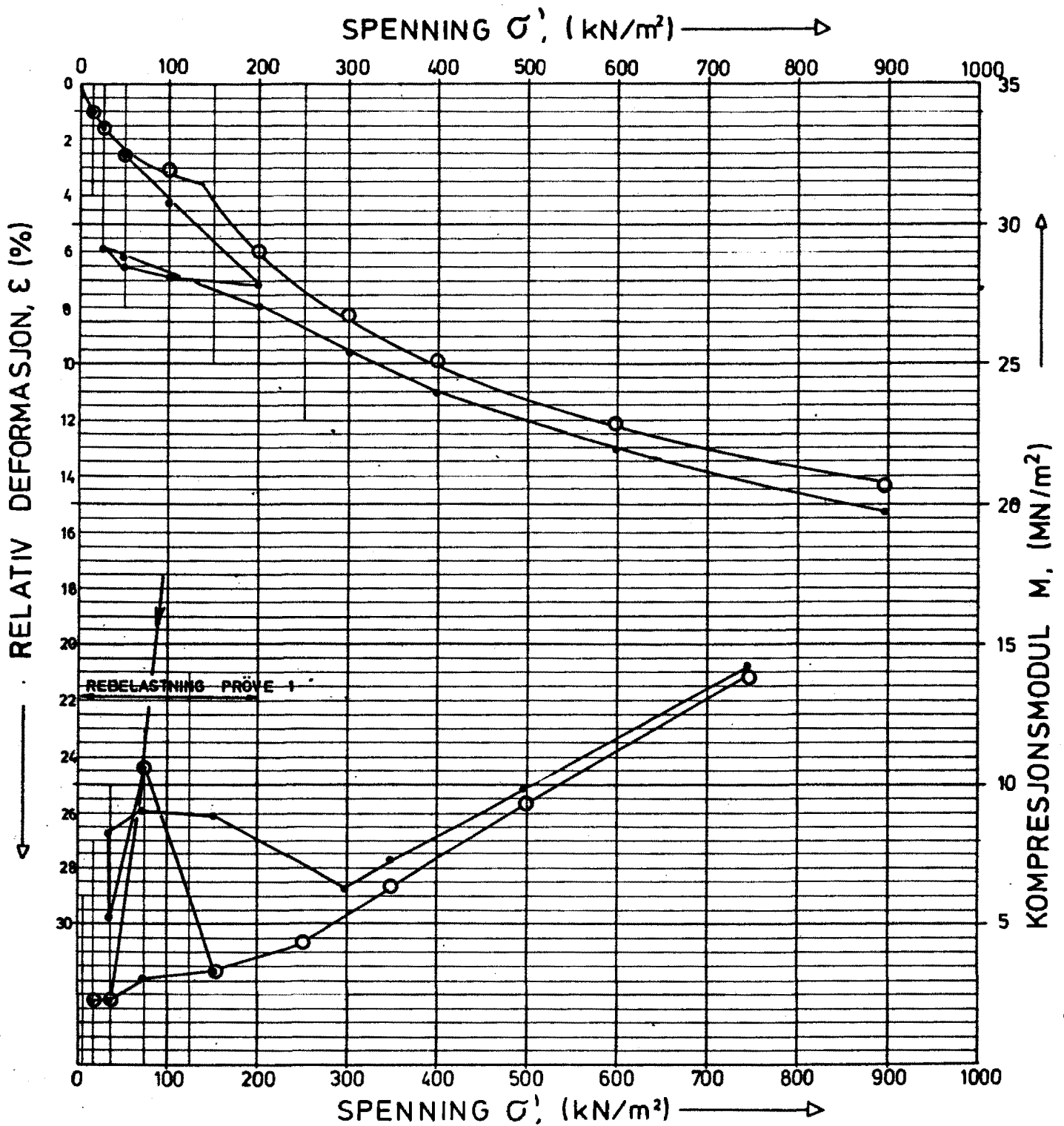
Ant. fjell **28 m**





HULL NR.:	LAB. NR.:	DYBDE m	$p_0$ ( $\text{kN/m}^2$ )	$p_c$ ( $\text{kN/m}^2$ )	OCR	JORDART	ANM.
1	1846 - 16	5,3- 5,4	65	160-180	2,5-2,7	Leire	• Pröve 1
1	— " —	— " —	— " —	— " —	— " —	— " —	○ — " — 2

	<b>HARALDSRUD UNDERSTASJON</b>	
	<b>Ödometeforsök</b>	R 1846 Bilag 4
	OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor	Dato okt 82



HULL NR.:	LAB. NR.:	DYBDE m	$p_0$ ( $\text{kN/m}^2$ )	$p_c$ ( $\text{kN/m}^2$ )	OCR	JORDART	ANM.
1	1846-20	9.2 - 9.3	100	110-120	1.1-1.2	Leire	• Pröve 1
1	— " —	— " —	— " —	140	1.4	— " —	○ — " — 2

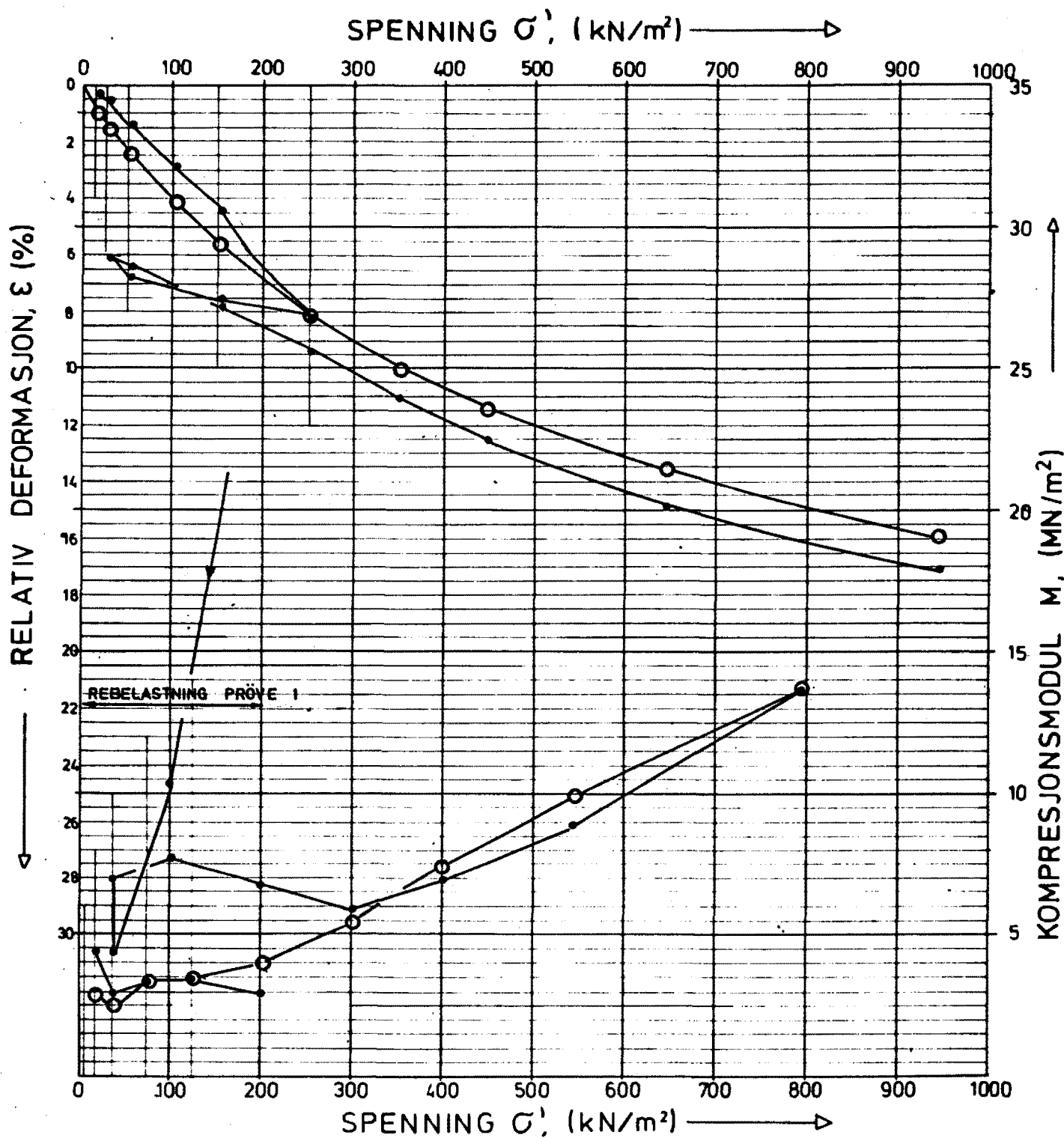
HARALDSRUD  
UNDERSTASJON

Ödometeforsök

OSLO KOMMUNE  
Geoteknisk kontor

R 1846  
Bilag 5

Datoekt 82



HULL NR.:	LAB. NR.:	DYBDE m	$p_0$ (kN/m <sup>2</sup> )	$p_i$ (kN/m <sup>2</sup> )	OCR	JORDART	ANM.
1	1846, -23	12.3 - 12.4	125	150-180	1.2-1.4	Leire	• Pröve 1
1	" "	" "	" "	" "	" "	" "	○ " " 2

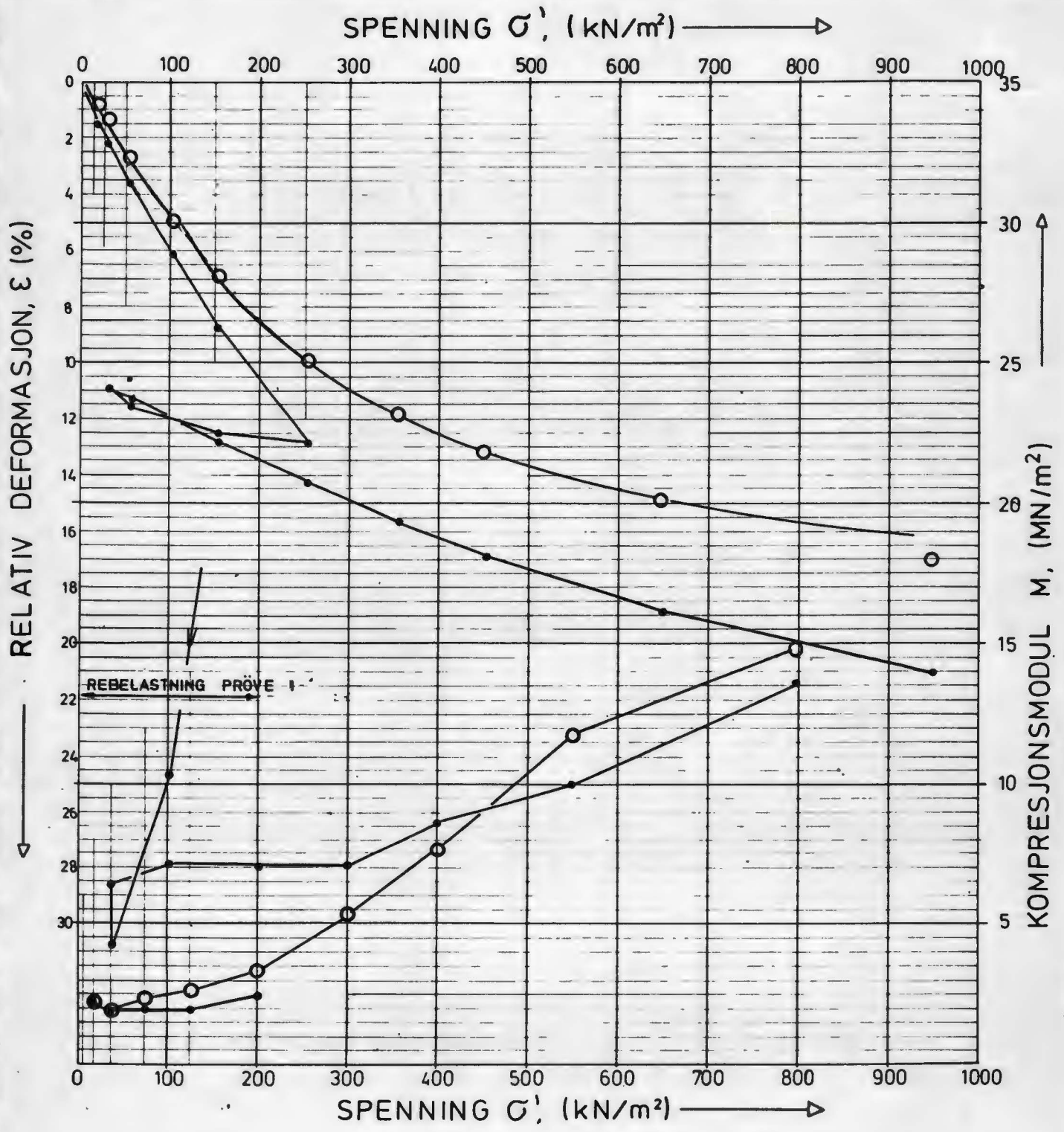
HARALDSRUD  
UNDERSTASJON

Ödometeforsök

OSLO KOMMUNE  
Geoteknisk kontor

R 1846  
Bilag 6

Datoekt 82



HULL NR.:	LAB. NR.:	DYBDE m	$p_0$ ( $\text{kN/m}^2$ )	$p_i$ ( $\text{kN/m}^2$ )	OCR	JORDART	ANM.
6	1846 - 4	5,3 - 5,4	65	Ca. 100	Ca. 1,5	Sensitiv leire	• Pröve 1
6	— " —	— " —	— " —	Ca. 100	Ca. 1,5	— " —	○ — " — 2

HARALDRUD  
UNDERSTASJON

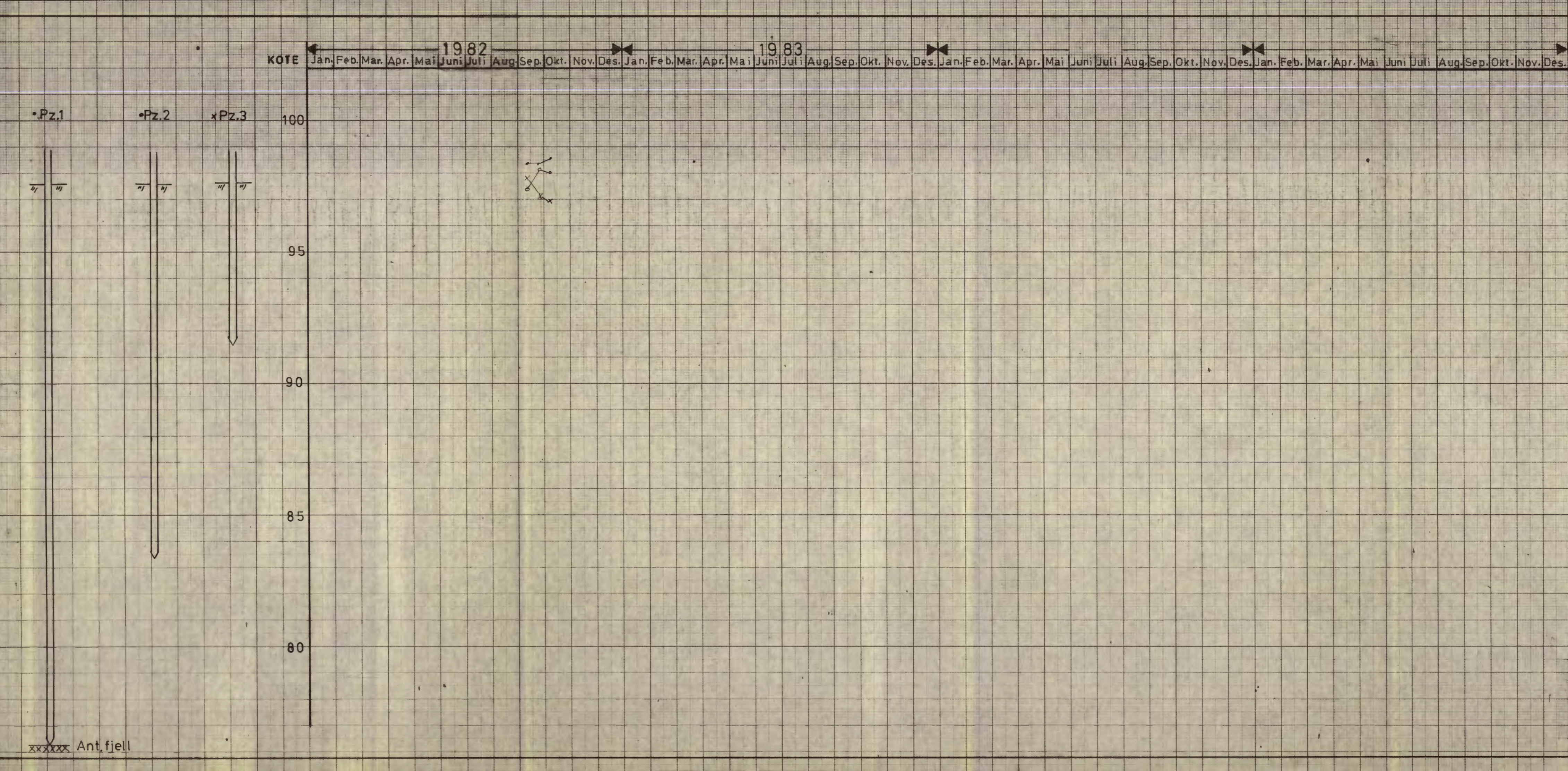
Ödometeforsök

OSLO KOMMUNE  
Geoteknisk kontor

R 1846  
Bilag 7

Dato okt 82





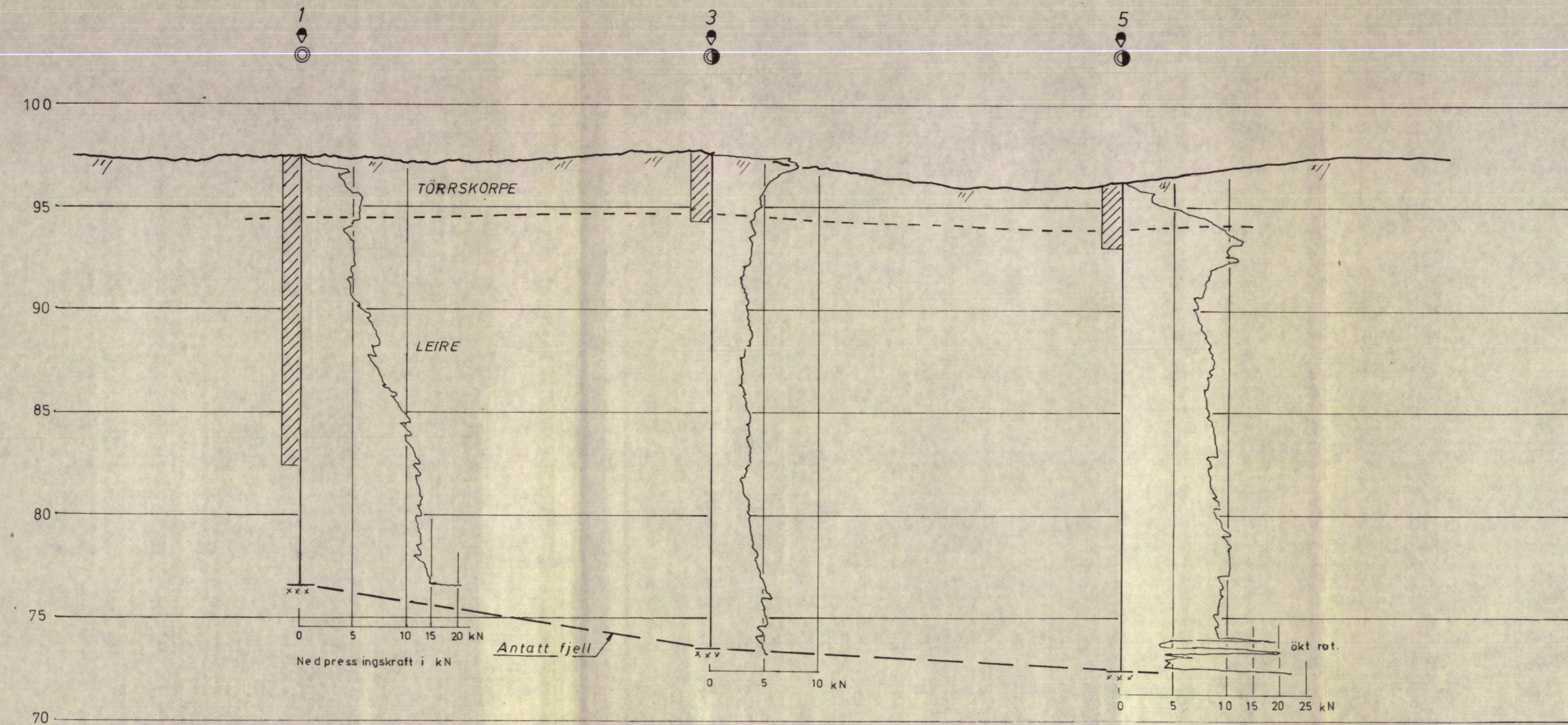
HARALDSRUD  
 UNDERSTASJON  
 PORETRYKKS MÅLINGER  
 Pz. 1, 2, 3

OSLO KOMMUNE  
 Geoteknisk kontor

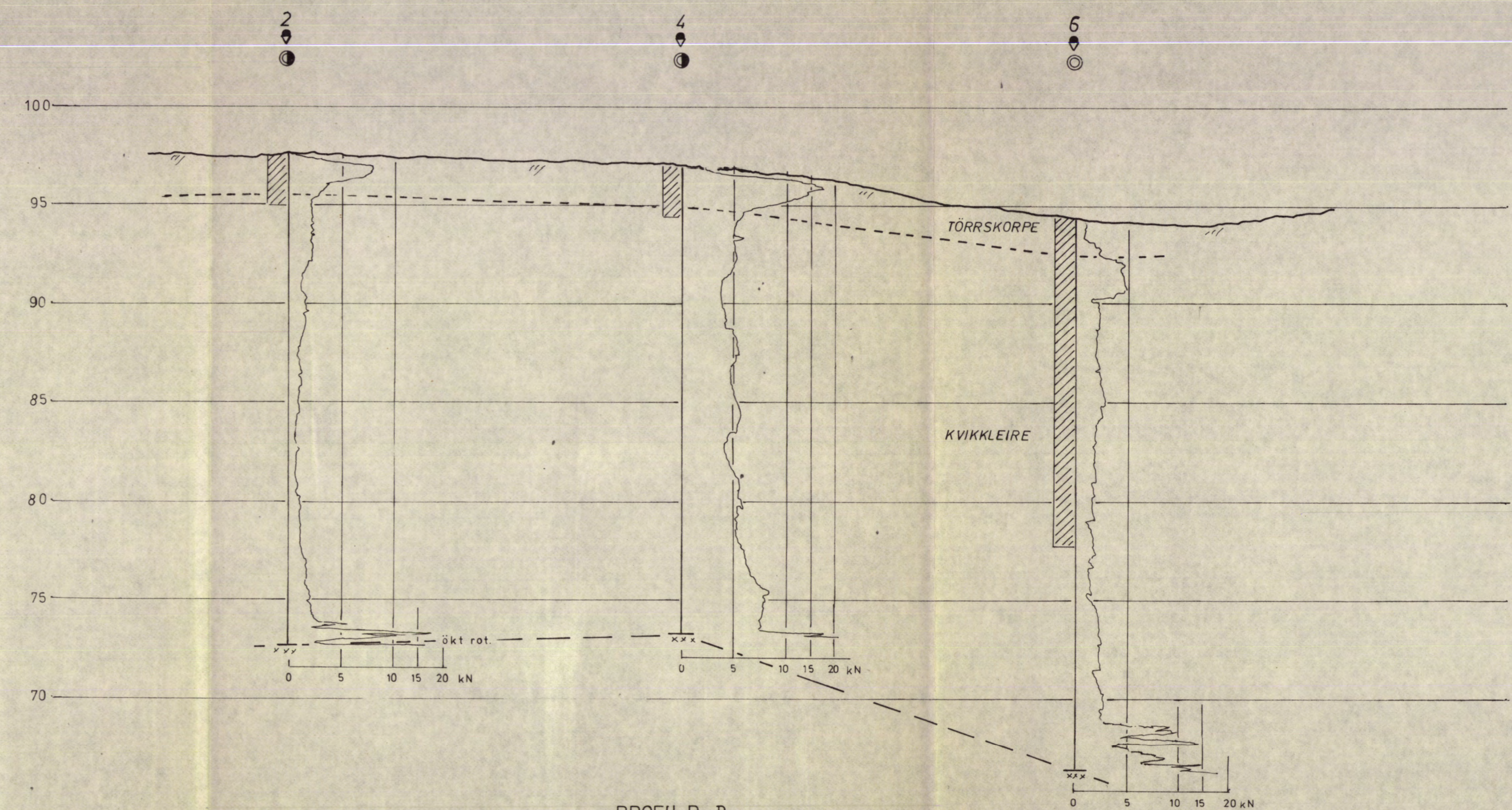
Målestokk  
 R-1846  
 Bilag 8  
 Dato

Kart ref. N.O. H-3





PROFIL A-A



PROFIL B-B

HARALDSRUD UNDERSTASJON	Målestokk 1:200	Kart ref.
LENGDEPROFIL A-A og B-B	R. 1846 Bilag 9	
OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor	Dato okt 82	