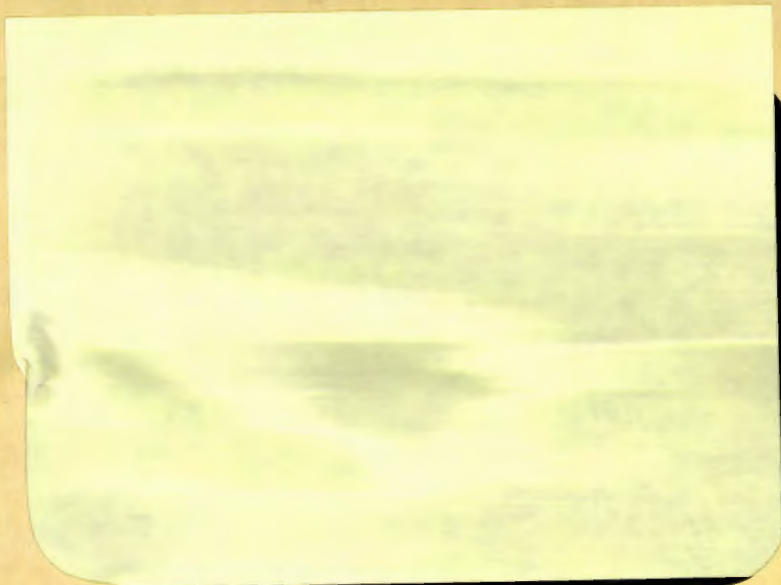


Tilhører Undergrunnskartverket  
Må ikke fjernes



OSLO KOMMUNE  
GEOTEKNISK KONTOR

NO: B 5 II - III





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

RAPPORT OVER  
ULLEVÅL SYKEHUS  
Kjøkkenbygg

R-1912

26. mai 1983

	Side
INNLEDNING	1
MARKARBEID	1
LABORATORIEARBEID	1
Tolking av ødometerforsøk	2
TERRENG OG GRUNNFORHOLD	2
FUNDAMNENTERING	3

Bilag 0:	Beskrivelse av bormetoder og laboratorieundersøkelser
" 1:	Borprofil, 201 U
" 2:	" , 202 U
" 3:	" , 203 U
" 4:	" , hull 11
" 5:	Ødometerforsøk, hull 11
" 6:	" , " "
" 7:	" , " "
" 8:	Spenningsprofil
" 9:	Lengdeprofil
" 10:	Situasjons- og borplan

## INNLEDNING

I henhold til rekvisisjon nr 1735 av 8. april 1983 fra Byggestaten i Oslo kommune har Geoteknisk kontor utført grunnundersøkelser i forbindelse med et planlagt kjøkkenbygg ved Ullevål sykehus.

Det er tidligere utført undersøkelser i området og resultatene fra disse er gitt i R-347-60 av 1. aug. 1960. I den tidligere undersøkelsen ble det blant annet tatt opp tre uforstyrrede prøveserier i umiddelbar nærhet av det planlagte kjøkkenbygget (hull 201 U, 202 U og 203 U) og resultatene fra disse er vist på bilag 1, 2 og 3. For å kunne foreta setningsberegninger er det nødvendig å utføre ødometerforsøk for å bestemme kompressibiliteten. Dette ble ikke gjort i forbindelse med de tidligere undersøkelsene. Det ble derfor bestemt å ta opp en uforstyrret prøveserie og utføre ødometerforsøk for sikrere å kunne anslå forventede setninger.

Forøvrig ble det tidligere utført en del boringer til fjell og resultatene fra disse boringene er angitt på situasjonsplanen, bilag 10, som antatte fjellkoter.

Hensikten med foreliggende undersøkelse er å bestemme dimensjonerende bæreevne og forventede setninger ved en evt. direkte fundamentering av kjøkkenbygget. Dernest kartlegge mer nøyaktig beliggenheten av fjell under det planlagte bygget. Når resultatet av undersøkelsen foreligger vil byggherren i samråd med byggeteknisk konsulent kunne ta stilling til fundamenteringsmåten for bygget.

## MARKARBEID

Markarbeidet ble utført av mannskap fra vårt kontor den 18. og 19. april 1983, og omfatter 22 dreietrykksonderinger hvorav 17 ble utført uten registrering av nedpressingskraften, samt opptak av en uforstyrret prøveserie.

Dreietrykksonderingene ble utført med vår borerigg AB 2 og utføres ved å trykke en standardisert borspiss ned med konstant hastighet på 3 m pr. min. og samtidig dreie 25 omdreininger pr. min. Nedpressingskraften som normalt registreres automatisk på en skriver, indikerer hvor faste masser det bores i. Beskrivelse av bormetoder forøvrig er gitt på bilag 0.

Borpunktene er utsatt etter mål fra en eksisterende plasthall som er avmerket på situasjonsplanen, bilag 10. Videre er punktene nivellert med utgangspunkt i PP 16015 som har høyde  $h=74,067$ .

Da det ble ansett som upraktisk å utføre boringer inne i plasthallen, ble borpunktene langs den sydvestre veggen på det planlagte bygget flyttet ca 4,5 m ut fra veggen.

## LABORATORIEUNDERSØKELSER

De uforstyrrede prøvene som ble tatt opp i hull 11 omtrent midt i det planlagte bygget, ble åpnet og visuelt klassifisert i vårt laboratorium. Videre ble det utført rutinemessige undersøkelser som omfatter bestemmelse av romvekt, vanninnhold, plastisitet-

indeks, udrenert skjærstyrke og sensitivitet. Disse rutineundersøkelsene er nærmere omtalt i bilag 0 og resultatene er vist på bilag 4.

I tillegg til rutineundersøkelsene på prøvene fra hull 11, ble det utført 6 ødometerforsøk, hvorav 2 ble utført med pålasting til 250 kN/ m<sup>2</sup>, avlasting og rebelastning til 950 kN/ m<sup>2</sup>.

En nærmere beskrivelse av laboratorjeundersøkelsene finnes på bilag 0.

#### Tolking av ødometerforsøk

Ødometerforsøkene på prøvene fra hull 11 ble utført på 4,4, 5,5, 6,5 og 8,5 m dybde. Resultatene er fremstilt på bilagene 5, 6 og 7 og viser at leiren er betydelig forkonsolidert med en overkonsolideringsgrad på drøye 3. Overkonsolideringsgraden på hele 6,5 på prøven fra 4,4 m dybde skyldes at prøven er hentet fra forvitringssonen.

Dimensjoneringsparametre til bruk i setningsberegninger er angitt på bilagene 5, 6 og 7.

For effektivspenninger mindre enn forkonsolideringstrykket,  $p_c$ , er kompressjonsmodulen  $M$  satt til

$$M = 6 \text{ MN/ m}^2.$$

De aktuelle belastninger antas i sin helhet å ligge innenfor forbelastningstrykket.

I den fastere leiresonen fra fundamentnivå og ned til 5 meter under eksisterende terrengnivå settes

$$M = 8 \text{ MN/ m}^2.$$

#### TERRENG OG GRUNNFORHOLD

Terrenget i området der det nye kjøkkenbygget er planlagt er flatt og bare delvis gress-bevokst. Terrengnivået i borpunktene varierer mellom kt. 74,3 og kt. 75,0.

Sonderboringene viser at dybdene til ant. fjell i området varierer mellom 2,5 og 15,4 m i borpunktene. Løsmassemektingen er størst i den nordre delen av bygget og minst i den østre delen. Kote for ant. fjell i alle tidligere utførte borpunkter er inntegnet på borplanen, bilag 10.

I punktene hvor det er utført dreietrykksonderinger viser sonderingsprofilene, som er fremstilt på bilag 9, at nedpressningskraften stort sett varierer mellom 5 og 10 kN og øker med dybden. Sonderingsprofilene indikerer at løsmassene består av middels fast, middels sensitiv leire med spredte siltlag.

Prøveserien som er tatt opp i hull 11 bekrefter indikasjonen fra sonderingene og viser at løsmassene består av tørrskorpe og fast

leire ned til snaue 5 m dybde. Derunder finnes et lag med middels fast, middels sensitiv leire ned til ant. fjell som i hull 11 finnes på ca 10 m dybde. Ut fra borprofilen fra hull 11 (bilag 4) og resultater fra tidligere opptatte prøveserier fra hull 201 U, 202 U og 203 U er gjennomsnittlig karakteristisk udrenert skjæstyrke satt til  $S_u = 30 \text{ kN/m}^2$ . De tidligere opptatte prøvene viser noe høyere udrenert skjæstyrke enn borprofilen fra hull 11, men forøvrig er resultatene fra rutineundersøkelsene godt overensstemmende. Grunnvannstanden i området ble registrert i prøvehullet, og ligger ca 1 m under terreng.

#### FUNDAMENTERING

Ut fra de planer som er vist på oversendte tegninger av 23. feb. 1983 fra Borring og Rognerud A/S og av 28. jan. 1983 fra Fosse og Aasen A/S er det i de utførte beregninger og vurderinger forutsatt at det benyttes kjellerløsning med fundamentene plassert på kote 70,7 og overkant kjellergulv plassert på kote 71,7.

Med disse forutsetningene vil det østre hjørnet av bygget bli liggende nedsprenget i fjell, mens fundamentene forøvrig vil bli liggende på løsmasser med opptil 10-12 m mektighet. Dette er et ugunstig fjellforløp med tanke på evt. direkte fundamentering på løsmasser da all setning vil framkomme som skjevsetning. Evt. direkte fundamentering krever derfor at forventede setninger er små.


I følge foreliggende planer vil alle søylefundamentene fundamenteres på løsmasser, og ut fra grunnforholdene som er beskrevet foran kan dimensjonerende bæreevne settes til  $140 \text{ kN/m}^2$ . Det er da regnet med en materialfaktor  $\gamma_m = 1,6$ .

På spenningsprofilen, bilag 8, er spenningsforløpet i dybden fremstilt. På grunnlag av Boussinesq spenningsfordeling vil tilleggsbelastningen forårsake setninger mellom fundamentnivå og ca kote 66,0. Med den tidligere angitte kompressjonsmodul vil setningene for de fundamenter som får størst belastning beregningsmessig utgjøre ca 3 cm i løpet av 15-20 år.

Gulvet kan fundamenteres direkte på grunnen, men over utsprengt fjell bør gulvet legges på en ca 30 cm tykk pute av grus, pukk e.l. I overgangen mellom fjell og løsmasser bør tykkelsen på grusputen økes gradvis til ca 50 cm. Det samme gjelder for veggfundamentene der disse blir liggende over utsprengt fjell.

Det antas at byggherren i samråd med byggeteknisk konsulent vil ta stilling til fundamenteringsløsning på grunnlag av de opplysningene som er gitt ovenfor. Vi står imidlertid fortsatt til tjeneste og diskuterer gjerne spørsmål og problemer i den videre planleggingen.

Geoteknisk kontor

  
O. Tokheim



A. Robsrud



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**  $s_t$  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 trinnvis, og sammentrykkingen av prøven observeres som funksjon av tiden for hvert lasttrinn. Resultatene fremstilles ved å tegne opp den relative sammentrykkinge 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 tørt 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 - H 10, 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 pakningsegenskapene 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.



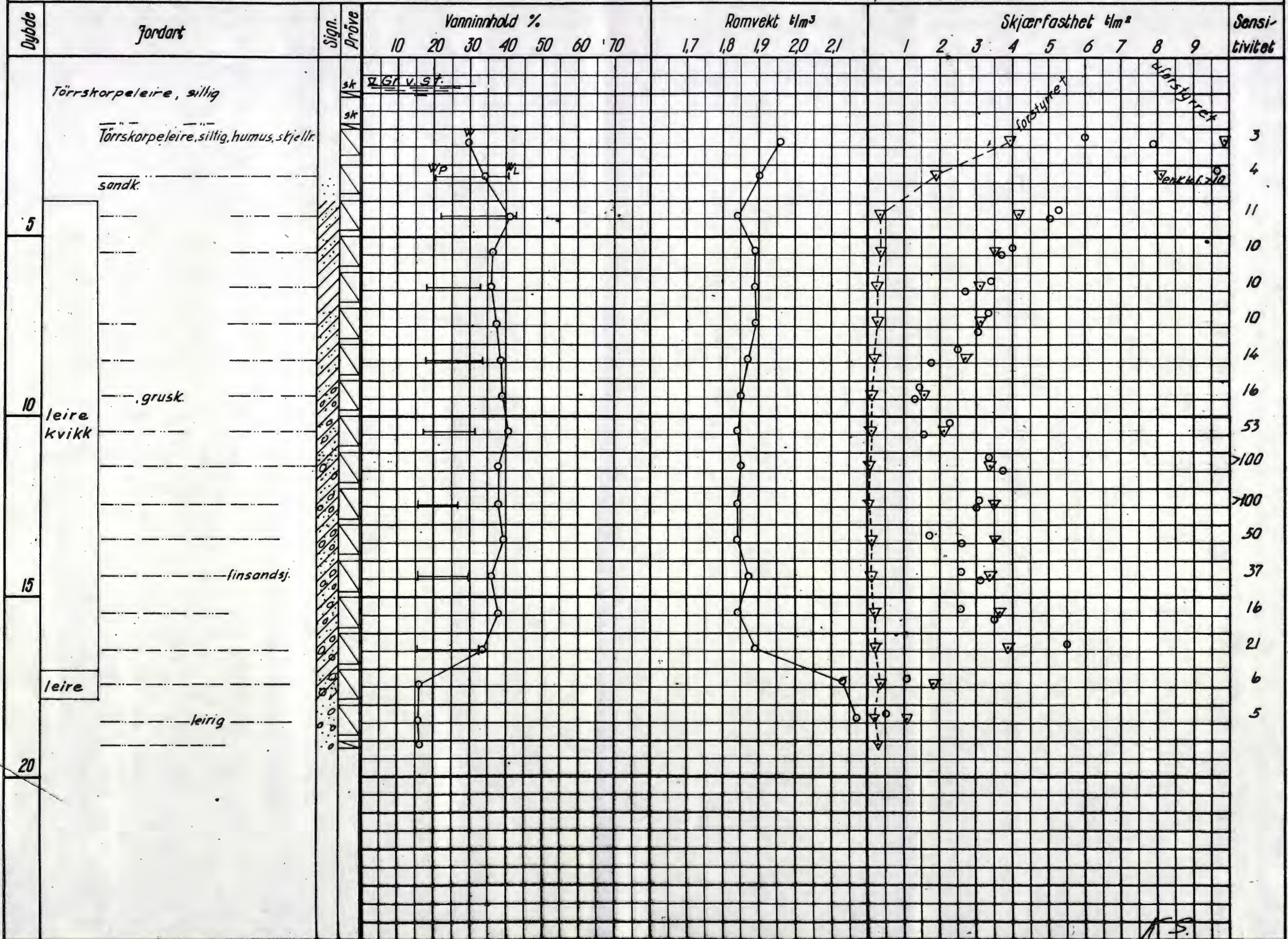
**BORPROFIL**

Sted: Ullevål sykehus

Hull: 202U Bilag: 2  
 Nivå: 74.56 Oppdr.: R-1912 (R-347-60)  
 Pr.  $\phi$ : 54 mm Dato: 24-3-60

TEGNFORKLARING:

- w = vanninnhold
- w<sub>L</sub> = flytegrense
- w<sub>p</sub> = utrullingsgrense
- + vingebor
- ⊙ enkelt trykkforsøk
- ▽ konusforsøk



K.S.

**BORPROFIL**

Sted: Ullevål Sykehus

Hull: 203 U Bilag: 3

Nivd: ~74,5 Oppdr.: R-1912 (R-347-60)

Pr.  $\phi$ : 54 mm Dato: 25-3-60

TEGNFORKLARING:

w = vanninnhold

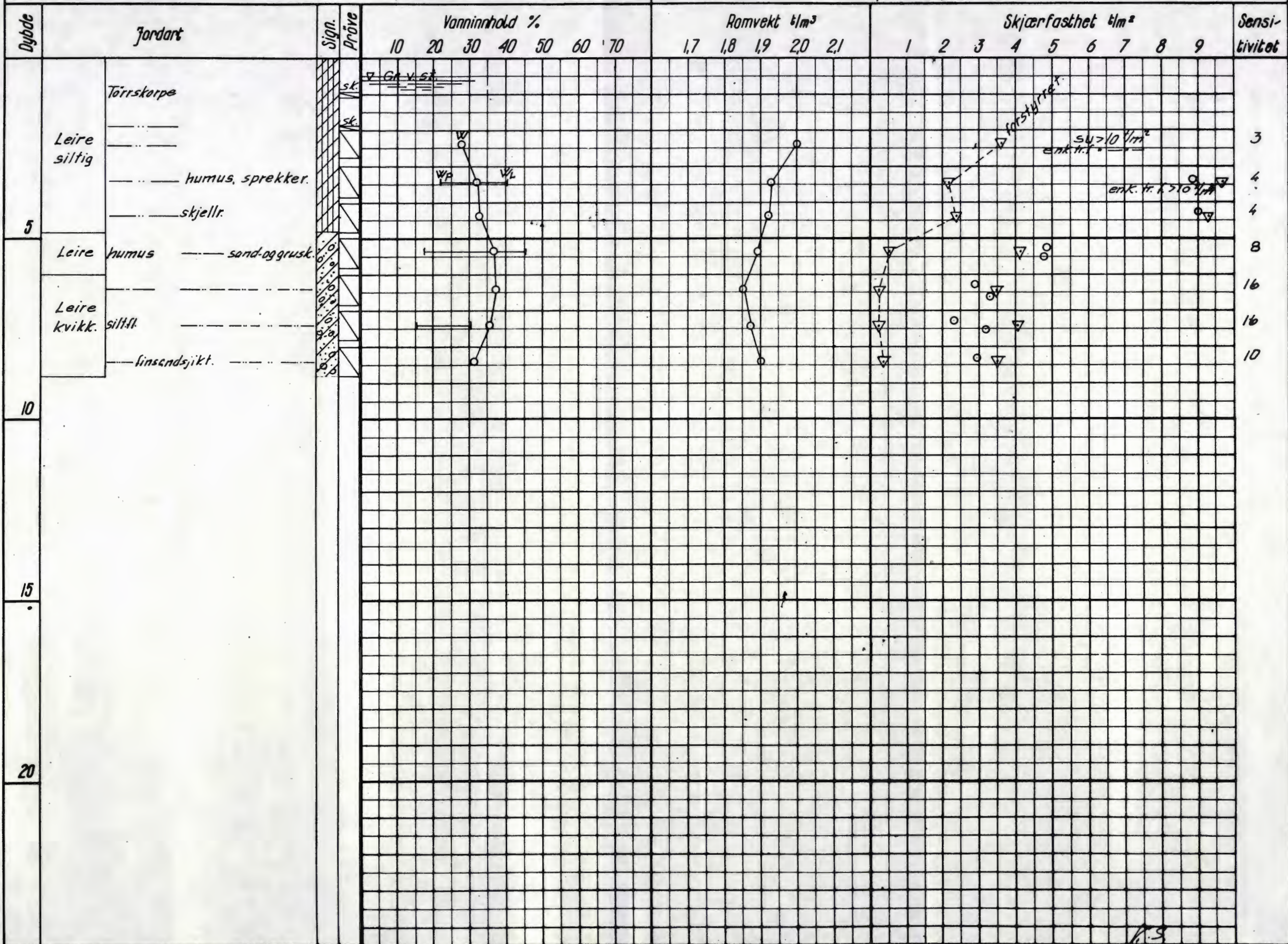
+ vingebor

w<sub>L</sub> = flytegrense

⊙ enkelt trykkforsøk

w<sub>p</sub> = utrullingsgrense

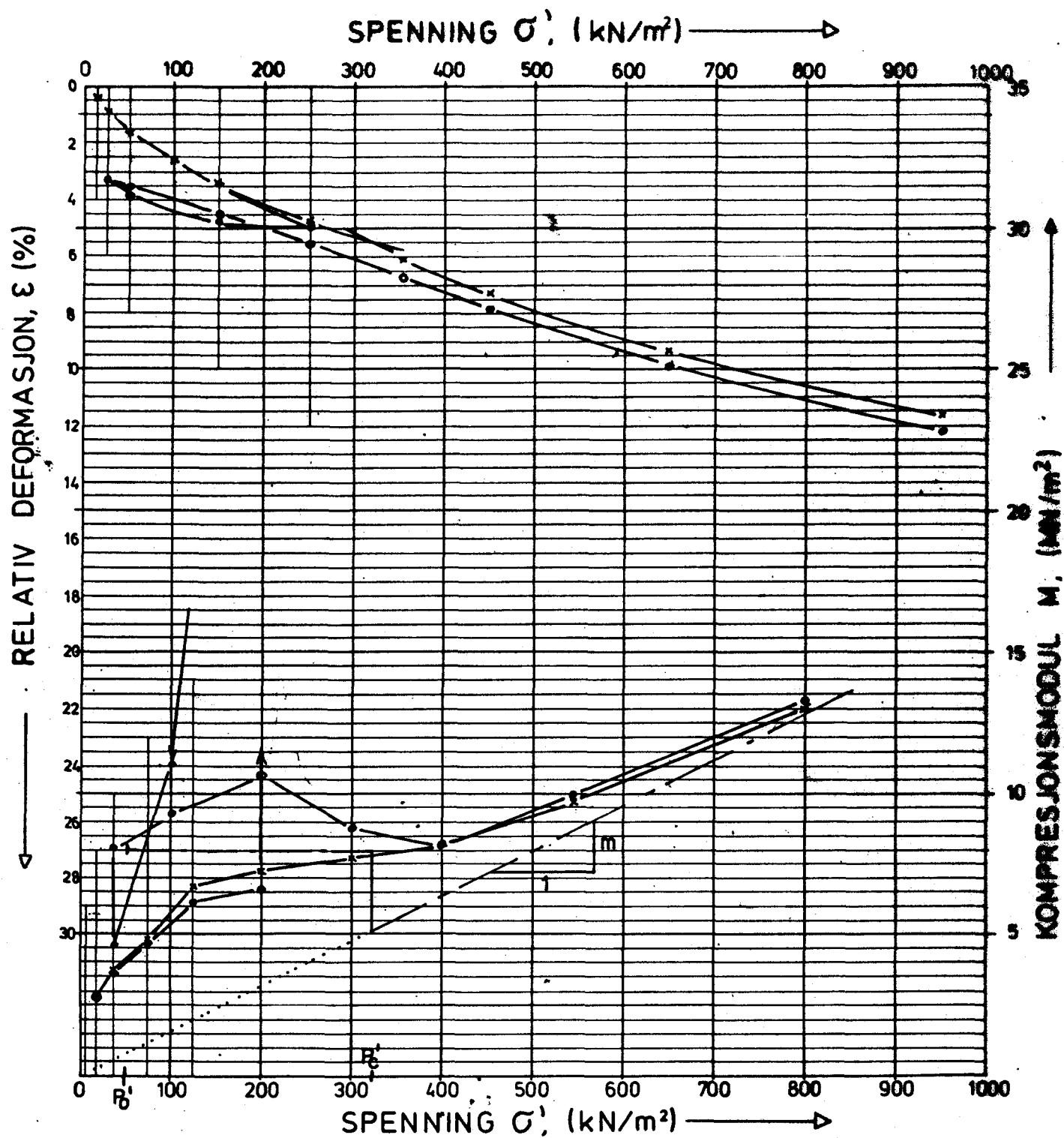
▽ konusforsøk



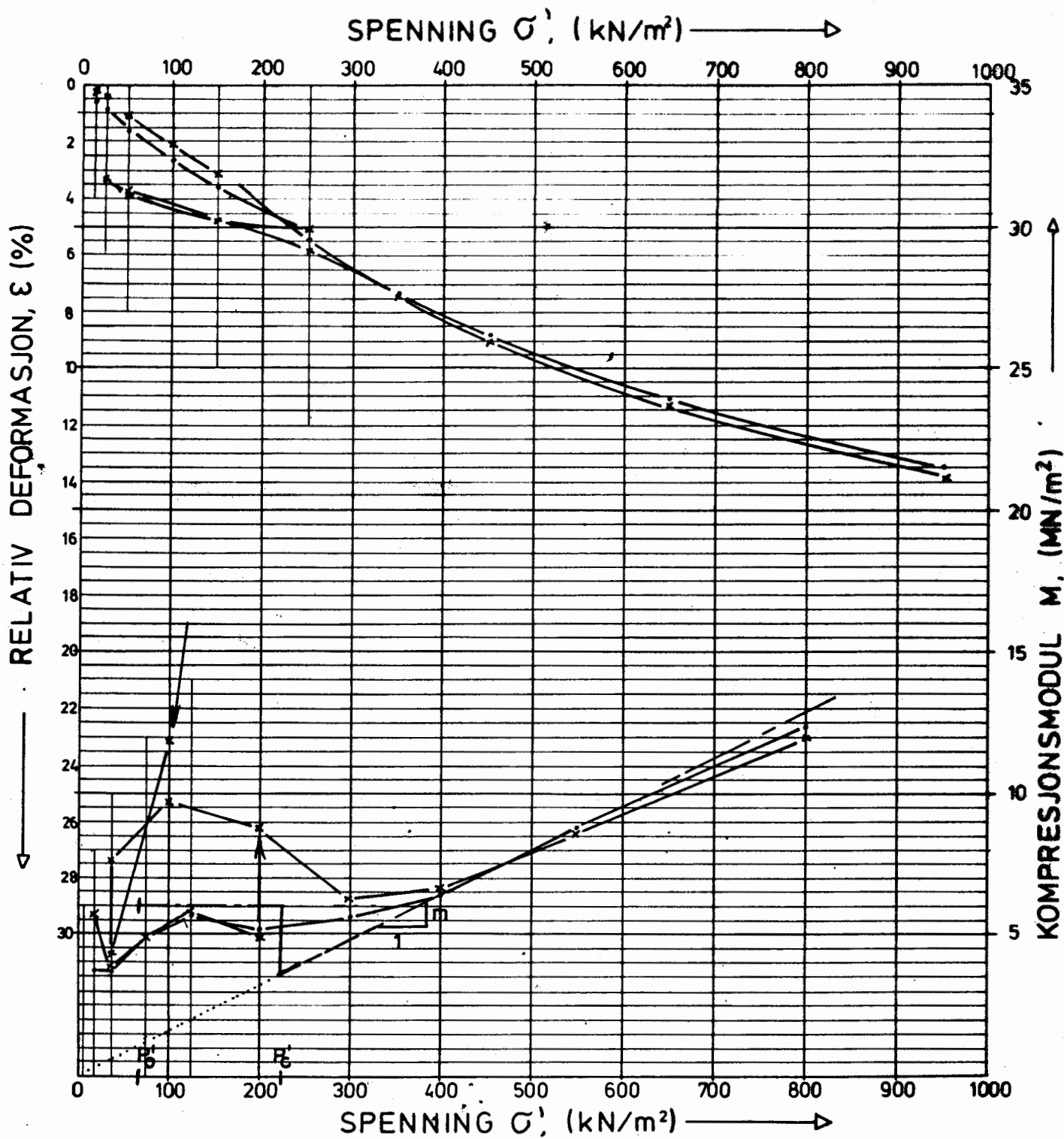
A.S



Dybde E	Jordart	Symbol	Pr. nr.	Vanninnhold w				Tetthet	Skjærfasthet ved trykkforsøk					Sensi- tivitet	
				Plastisk område w <sub>p</sub> — w <sub>L</sub>					Konusforsøk ▽, Vingeboring	+ 90 kN/m <sup>2</sup>					
				20	30	40	50%	kN/m <sup>2</sup>							
	TÖRRSKORPELEIRE														
			1					19,3		82	102		3		
			2					19,1		118	104		4		
	LEIRE		3					18,5					5		
5		∅	4					19,1					4		
		∅	5					18,3					12		
		∅	6					18,9					8		
	litt ∅ sand		7					18,7					11		
10	Avsluttet	sandig	8					18,9					6		
	xxx Ant. fjell iflg. sondering.												9		
15													8		
20													8		
25													9		
													11		
													7		

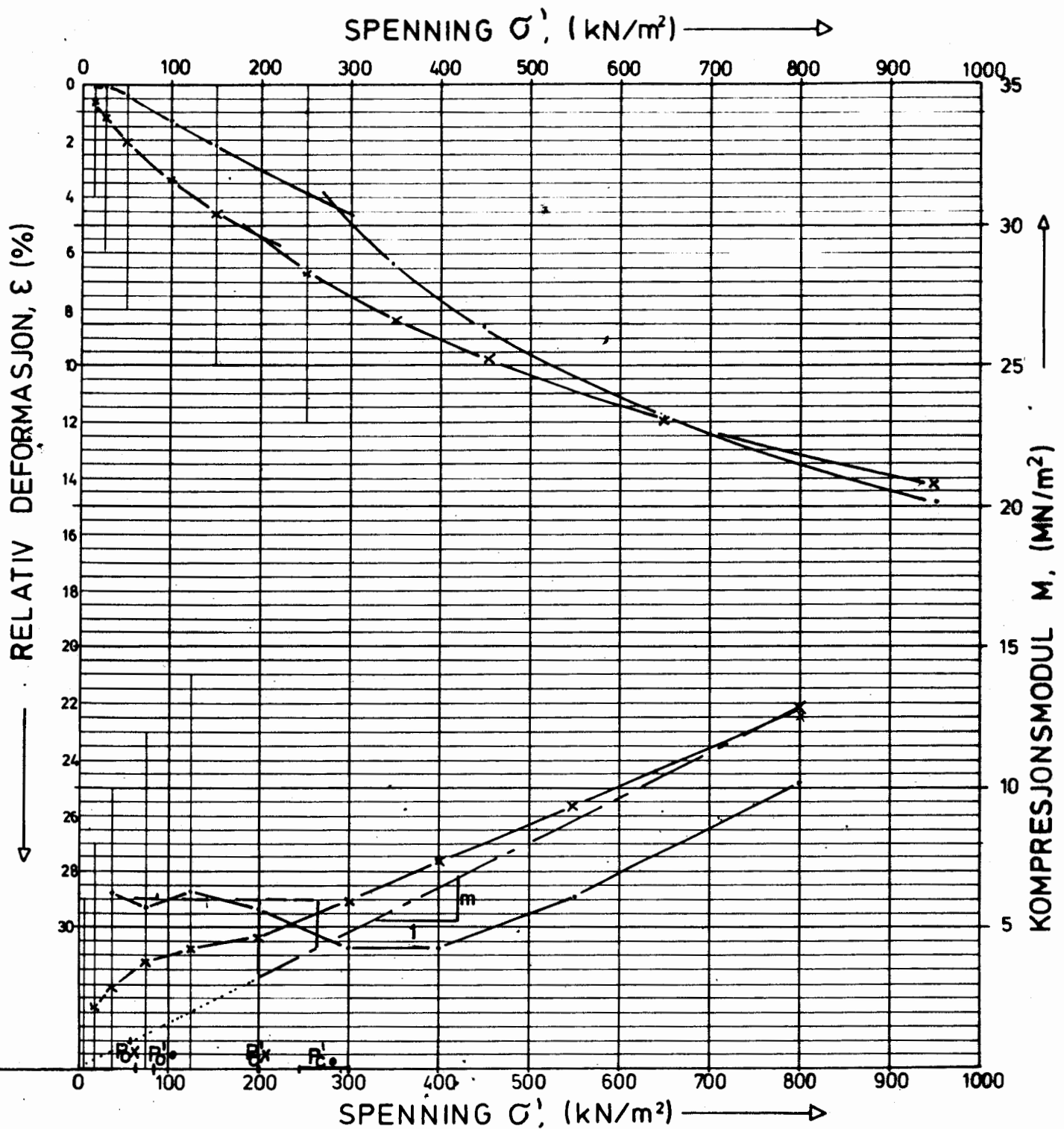


HULL NR:	LAB. NR:	DYBDE m	$p_0$ ( $\text{kN/m}^2$ )	$p_c$ ( $\text{kN/m}^2$ )	OCR	JORDART	ANM.
T1	1912-3	4,4	50	320	6,4	LEIRE	<del>Kjøkkenbygg</del>
T1	1912-3	4,4	50	320	6,4	LEIRE	<del>Østmanns</del>
Idealiserte kurver							
$m = 16$ $M = 16 \text{ MN/m}^2$ for $\sigma' < p_c'$ $M = \sigma' m$ for $\sigma' > p_c'$						<b>ULLEVÅL SYKEHUS</b> <b>Kjøkkenbygg</b> <b>Ødometer forsøk</b>	
OSLO KOMMUNE						R 1912	
Geoteknisk kontor						Bilag 5	
						Dato/Måned '83	



HULL NR.:	LAB. NR.:	DYBDE m	$p_0$ ( $\text{kN/m}^2$ )	$p_c$ ( $\text{kN/m}^2$ )	OCR	JORDART	ANM.
11	1912-5	6,5	67	220	3,3	LEIRE	x $\frac{m}{\text{størning}}$
11	1912-7	6,5	67	220	3,3	LEIRE	• $\frac{u}{\text{størning}}$
Idealiserte kurver							

$m = 16$ $M = 6 \text{ MN/m}^2$ for $\sigma' < p_c$ $M = \sigma' m$ for $\sigma' > p_c$	<b>ULLEVÅL SYKEHUS</b> Kjøkkenbygg  <b>Ödometerforsök</b>	R-1912 Bilag 6  Dato: Mai 83
OSLO KOMMUNE Geoteknik kontor		



HULL NR.:	LAB. NR.:	DYBDE m	$p_0$ (kN/m <sup>2</sup> )	$p_c$ (kN/m <sup>2</sup> )	OCR	JORDART	ANM.
11	1912 - 4	5,5	58	200	3,5	LEIRE	$x^u$ / avlastning
11	1912 - 7	8,5	85	270	3,2	LEIRE	$\bullet^u$ / avlastning
						Idealiserte kurver	

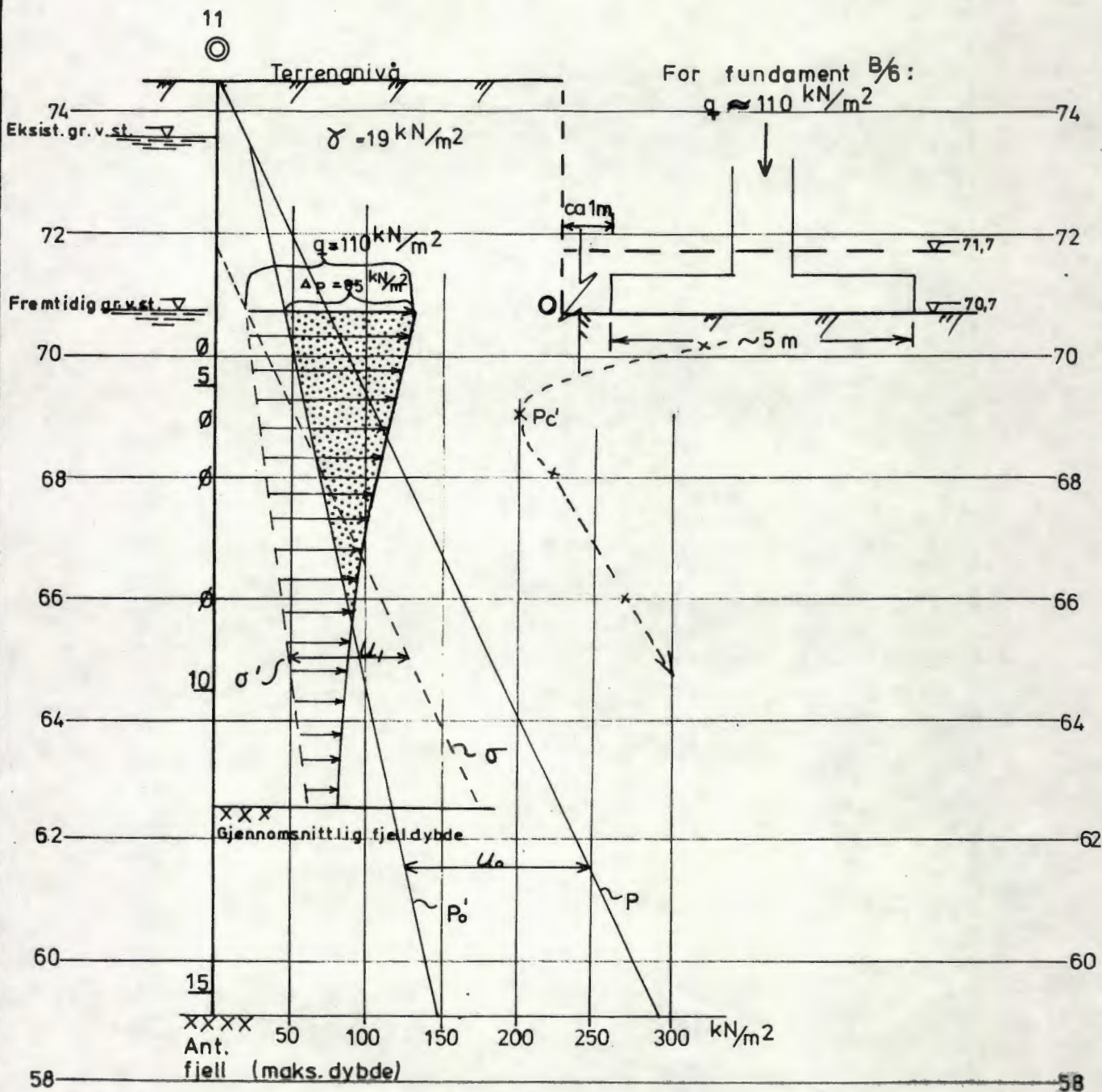
$m = 16$   
 $M = 6 \frac{MN}{m^2}$  for  $\sigma' < p_c'$   
 $M = \sigma' m$  for  $\sigma' > p_c'$

**ULLEVÅL SYKEHUS**  
 Kjøkkenbygg  
 Ödometerforsök

OSLO KOMMUNE  
 Geoteknisk kontor

R 1912  
 Bilag 7

Dato Mai 83



- P - Eksist. totalspenning
- $\sigma$  - Totalspenn. etter avlastning
- $P_0$  - Eksist. effektivspenning
- $\sigma'$  - Eff. spenning etter avlastning
- $P_c'$  - Forkonsolideringstrykk
- $u_0$  - Eksist poretrykk.
- $u_1$  - Fremtidig " " "
- $\emptyset$  - Odometerforsök
- = Tilleggsbelastn., netto

ULLEVÅL SYKEHUS  
Kjøkkenbygg  
Spenningsprofil,  
innvendig fundament

OSLO KOMMUNE  
Geoteknisk kontor

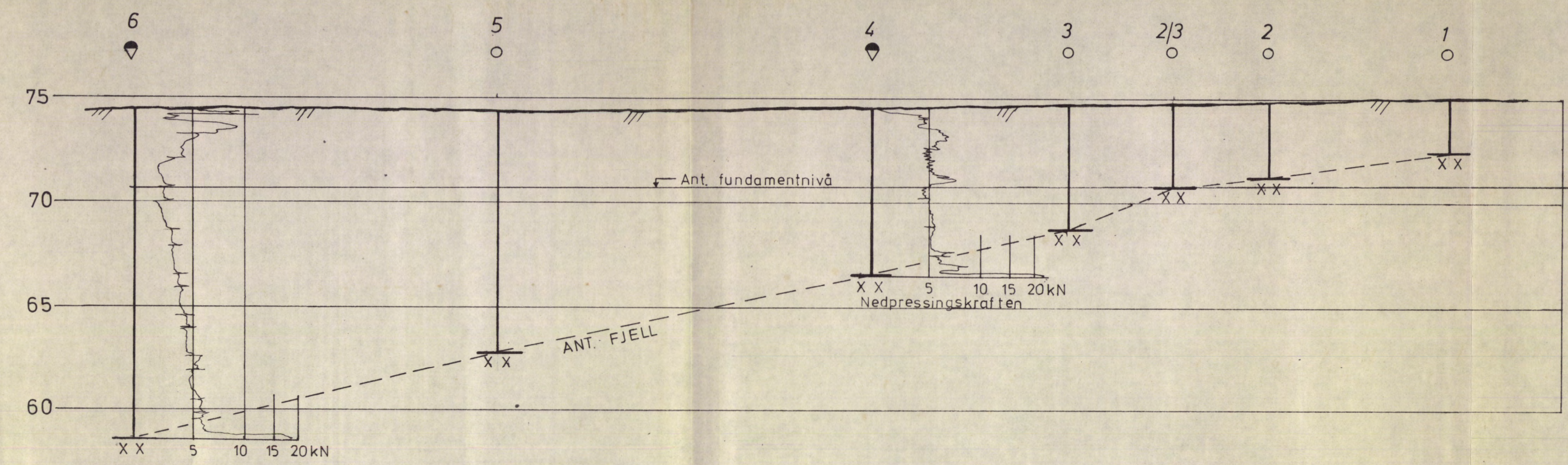
Målestokk

R- 1912  
Bilag 8

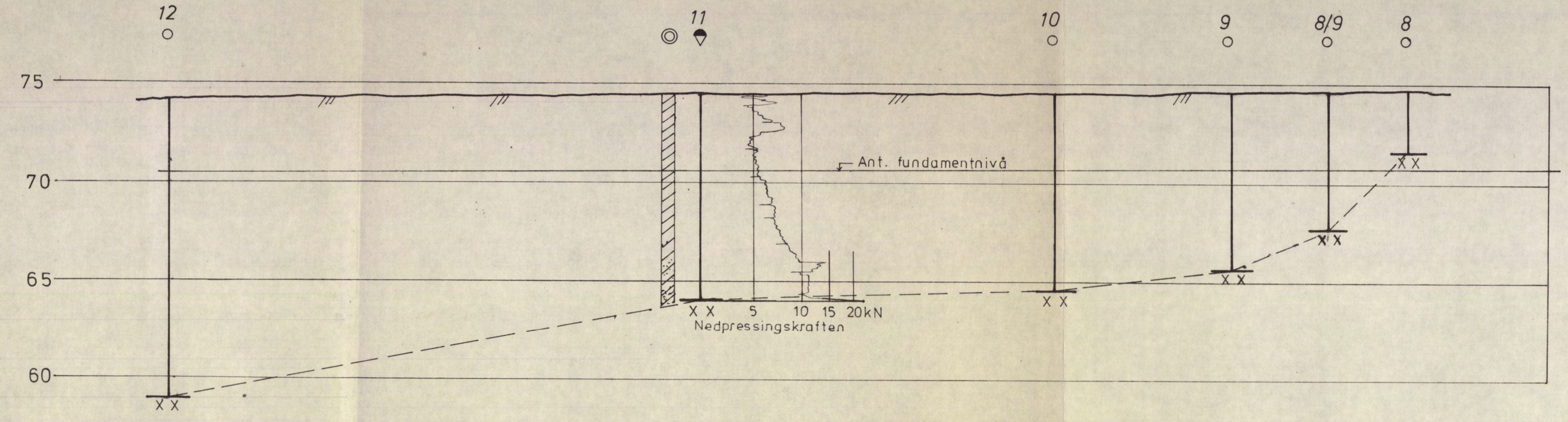
Dato Mai 83

Kart ref.

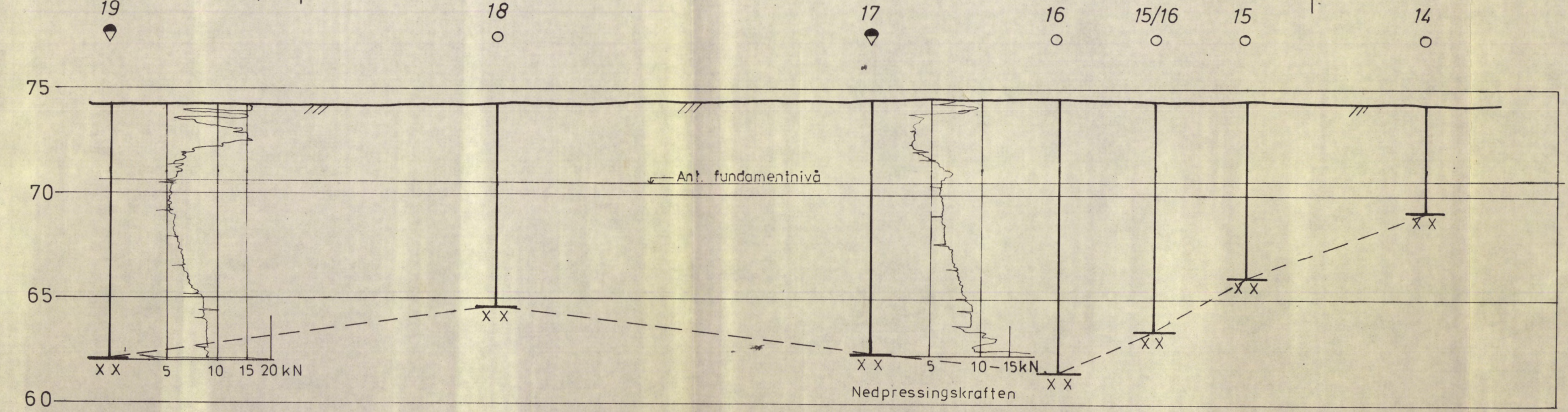
A-A



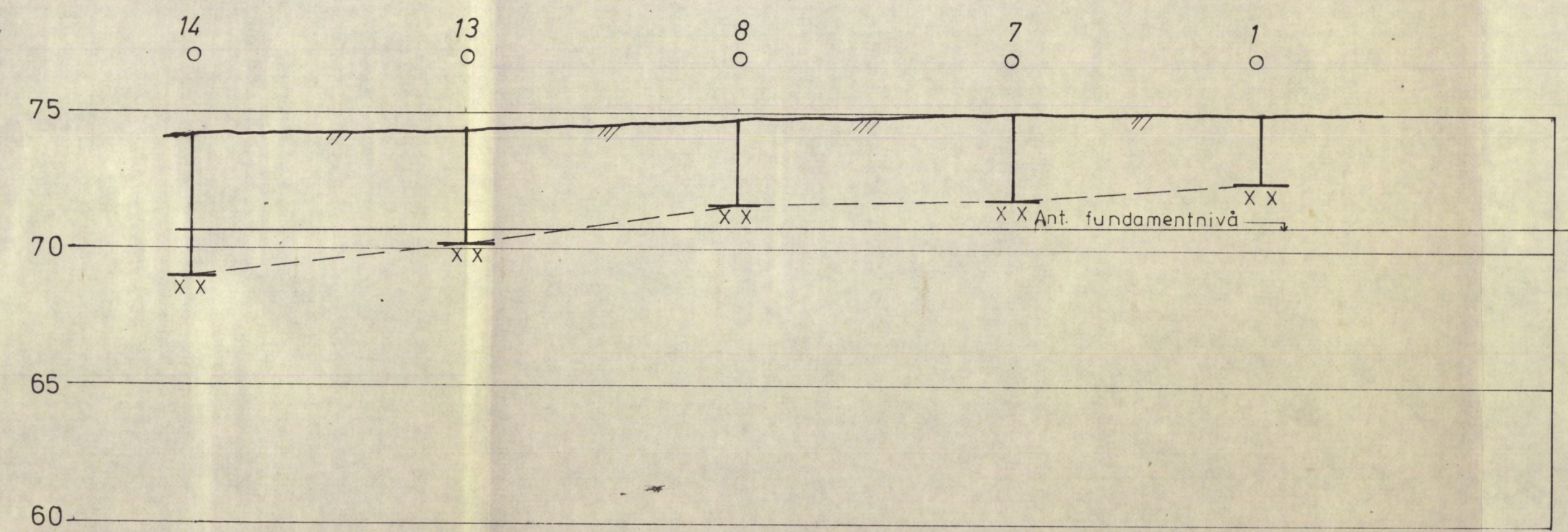
B-B



C-C

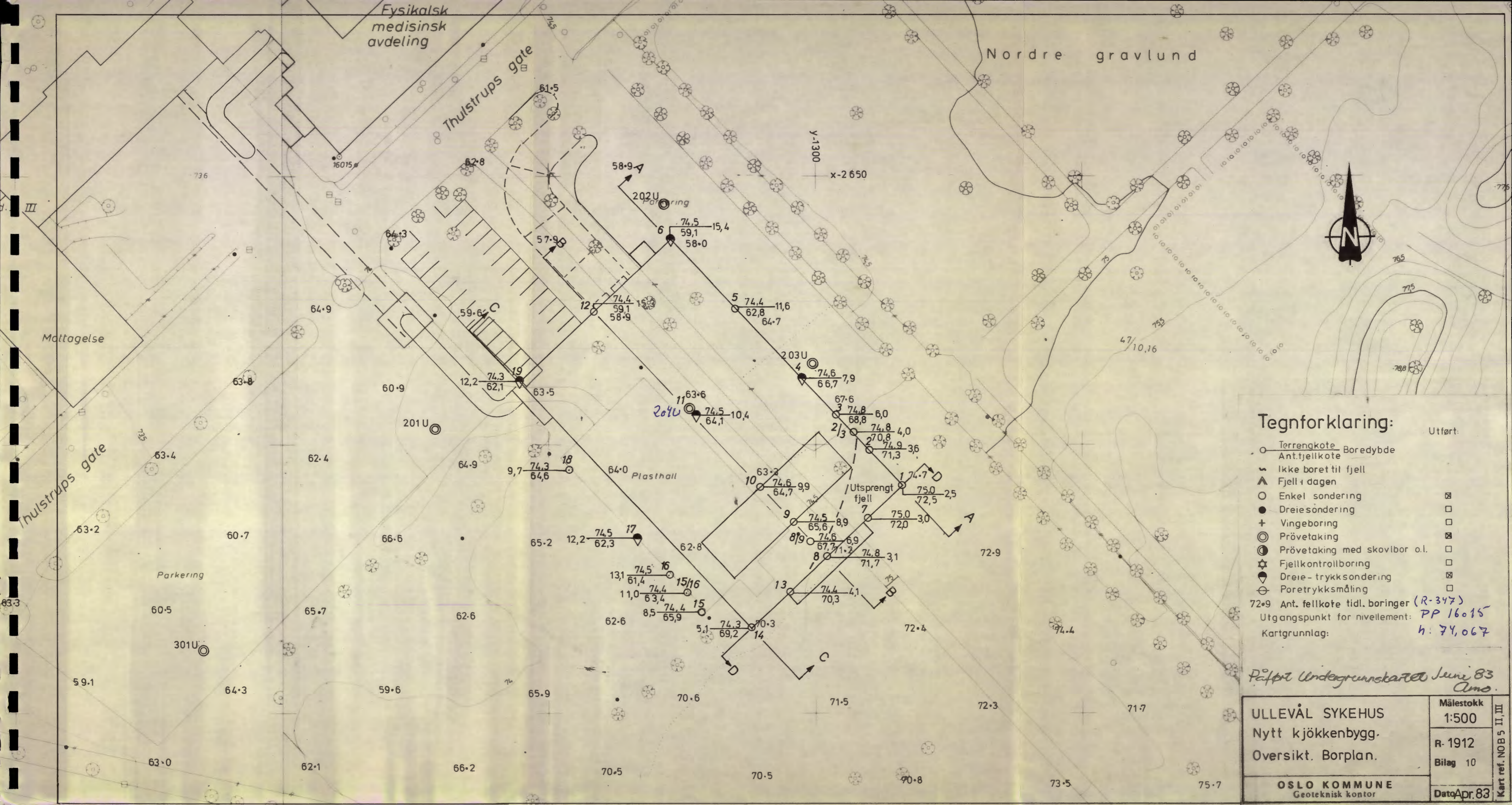


D-D



Profil C-C trukket 4,5 m. ut til 0,5m. fra plashall.

ULLEVÅL SYKEHUS Nytt kjøkkenbygg.	Målestokk 1:200	Kart ref. NO B5 II/III
Profil A-A, B-B, C-C, D-D.	R.1912 Bilag 9	
OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor	Dato Apr. 83	



**Tegnforklaring:**

- Terrengkote Boreddybde
  - Ant.fjellkote
  - ~ Ikke boret til fjell
  - ▲ Fjell i dagen
  - Enkel sondering
  - Dreiesondering
  - + Vingeboring
  - ⊙ Prøvetaking
  - ⊙ Prøvetaking med skovlibor o.l.
  - ☆ Fjellkontrollboring
  - Dreie-trykksondering
  - ⊖ Poretrykksmåling
- 72.9 Ant. fellkote tidl. borer (R-347)  
 Utgangspunkt for nivellement: PP 16.15  
 Kartgrunnlag: h: 74,067

Påført Undergrunnskart Juni 83  
 Amo.

<b>ULLEVÅL SYKEHUS</b> Nytt kjøkkenbygg. Oversikt. Borplan.	Målestokk 1:500
	R-1912 Bilag 10
<b>OSLO KOMMUNE</b> Geoteknisk kontor	Dato: Apr. 83

Kart ref. NOB 5 II, III