

NO. C1. I

NO, C:1 I

OSLO KOMMUNE
DEN GEOTEKNISKE KONSULENT

RAPPORT OVER:

Grunundersøkelser for Jakobs kirke.

R - 160 - 57.

14. februar 1961.

NO: C1F. C2F

mai 61

OVERFØRT TIL KARTPLATE

DATO: ✓

SIGN: ✓

reg

Rapport over:
Grunnundersøkelser for Jakobs kirke

R - 160 - 57.

14 februar 1961.

Bilag 0: Signaturforklaring.

- " 1: Borplan.
- " 2: Situasjonsplan.
- " 3: Jordprofil Pr. 8/9.
- " 4: Profilene 1 og 2.
- " 5: Profil 3.
- " 6: Stabilitetsberegning.
- " 7: Målte setningers størrelse.
- " 8: Setningsforløpet fra 2/6-58 til 22/9-60.

Innledning:

Jakobs kirke som er bygget ca. år 1880 og oppført i teglsten er i de senere år blitt påført betydelige sprekkskader som følge av ujamne setninger.

I den forbindelse har Vedlikeholdssjefen anmodet om en generell grunnundersøkelse.

Formålet med undersøkelsen er å vurdere årsaksforholdet ved de setningsdifferansene som er oppstått.

Markarbeidet:

Kontorets markavdeling har utført 13 dreiebøringer til antatt fjell.

Det er videre tatt opp 1 intakt prøveserie som er supplert med skovlprøver i tørrskorpene.

Beliggenheten av samtlige borpunkter med angivelse av terrenghøyde, antatt fjell og dybder til antatt fjell er angitt på bilag 1.

På bilag 3 er opptegnet resultatene av prøveserien.

Bilag 4 viser profilene 1 og 2 med borhull henholdsvis 1-6 og 8-13. Bilag 5 viser profil 3 med borhullene 6-8.

Setningenes relative størrelser er målt ved hjelp av presisjonsnivellementer på 11 messingbolter innsatt i kirkens grunnmur. Siden boltene ble innsatt sommeren 1958 er nivåmenter utført 2 ganger i året, vår og høst.

På bilag 7 er vist boltenes plassering og setningenes relative størrelser fra 2/6-58 til 22/9-60. På bilag 8 er angitt setningsforløpet over samme tidsrom.

Forøvrig er det overensstemmelse mellom nummereringen av boltene og borhullene.

Nedenfor følger en kort beskrivelse av de anvendte boremetoder:

Dreieboring:

Det anvendte borutstyr består av 20 mm borstenger i 1 m lengde som skrues sammen med glatte skjøter. Boret er nederst forsynn med en 20 cm lang pyramideformet spiss med største sidekant 30 mm. Spissen er vridd en omdreining. Boret presses ned av minimumsbelastning, idet belastningen økes stegvis opp til 100 kg.

Dersom boret ikke synker for denne belastning, foretas dreining. Man bestemmer antall halve omdreininger pr 50 cm. synkning av boret.

Gjennom den øvre del av den faste tørrskorpe er det slått ned et 30 mm jordbor.

Prøvetaking :

Med det anvendte prøvetakingsutstyr opptas prøver i tynnveggede rustfrie stålrør med en lengde på 80 cm og diameter 54 mm. Hele sylindere med prøven sendes i forseglet stand til laboratoriet.

Skovlboring:

Skovlborutstyret består av et skovlbor, som er en spade formet som en sylinder med åpne sider og bunn, og et nødvendig antall av forlengelsesstenger.

Med dette utstyr er man istand til å få opp omrørt masse i kohe-sjonsjordarter.

Prøver av jorden tar man på glass for hver halve meter eller av hvert lag dersom lagtykkelsen er mindre.

Laboratorieundersøkelser:

De optatte 54 mm. prøvene ble undersøkt på kontorets laboratorium.

De uforstyrrede prøver blir skjøvet ut av sylindere.

Deretter blir det skåret av et tynt lag i prøvens lengderetning, og dette laget blir tørket langsomt ut for konstatering av eventuell lagdeling.

På grunnlag av prøveserie blir det utarbeidet en beskrivelse av jordartene.

Med prøvene blir følgende bestemmelser utført:

Romvekt ρ (t/m^3) våt vekt pr. volumenhet.

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 (%) er bestemt etter metoder normert av American Society for Testing Materials og angir henholdsvis høyeste og laveste vanninnhold for plastisk område av omrørt materiale.

Plastisitetsindeksen I_p er differansen mellom flyte- og utrullingsgrensen. Disse konsistensgrenser er meget viktige ved en bedømmelse av jordartenes egenskaper. Et naturlig vanninnhold over flytegrensen viser f.eks. at grunnen blir flytende ved omrøring.

Skjærfastheten s ($tf/2$) er bestemt ved enaksede trykkforsøk.

Prøven med tverrsnitt $3,6 \times 3,6$ cm. og høyde 10 cm. skjæres ut i senter av opptatt prøve, \varnothing 54 mm. Det er gjennomgående utført to trykkforsøk for hver prøve.

Det tas hensyn til prøvens tverrsnittssøking under forsøket.

Skjærfastheten settes lik halve trykkfastheten.

Videre er "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 tabell.

Sensitiviteten $S_t = \frac{s}{s'}$ er forholdet mellom skjærfastheten i "uforstyrret" og omrørt tilstand. I laboratoriet er sensitiviteten bestemt på grunnlag av konusforsøk.

Videre er sensitiviteten beregnet ut fra vingeborresultatene.

Ved små omrørte fastheter vil imidlertid selv en liten friksjon i vingeboret kunne influere sterkt på det registrerte torsjonsmoment, slik at sensitiviteten bestemt ved vingebor blir for liten.

Ødometerforsøk:

Prinsippet ved ødometerforsøkene er at en skive av leiren med diameter 5 cm. og høyde 2 cm. belastes vertikalt.

Prøven er innesluttet av en stålsylinder og ligger mellom 2 porøse filtersteiner. Lasten påføres stegvis, og sammentrykningen av prøven observeres som funksjon av tiden for hvert lastesteg. Forsøkene gir grunnlag for beregning av de totale setninger i marken, og tidssetningsforløpet.

Beskrivelse av grunnforholdene:

Kirkens minste avstand fra Akerselva er ca. 65 m og fra topp elveskråning ca. 30 m. Terreng høyde rundt kirken er ca. kote + 11.20. (Bilag 2)

Det antas at fjellet er nådd i samtlige borpunkter bortsett fra punktene 6, 11, 12 og 13 der løsmassene er meget harde på 15-20 m's dybde.

Dybdene til antatt fjell er til dels meget store, maksimalt 35,5 m. i punkt 8, fallende til 7.20 m. i punkt 1.

I de 2 øvrige hjørner er bordybdene henholdsvis 19.5 m. og 15.9 m. i punktene 6 og 13.

Forøvrig viser profilene, bilag 4 at fjellet faller av langs kirkens fasader i retning syd-vest nord-øst.

Løsmassene består øverst av et ca. 3 m. tykt tørrskorpelag.

Under en overgangssone er det videre mot fjell siltig, middels fast og sensitiv leire med skjærfastheter mellom 3 og 5 t/m².

Mot fjell øker fasthetene noe.

Vanninnholdet er 35 - 40% avtagende til 30% mot fjell, og romvekten 1.85 - 1.9 t/m³.

Sammenholdes resultatene fra prøveserien med dreiebordiagrammene fremgår det at fasthetsegenskapene i store trekk endres ganske analogt med dybden i de forskjellige borepunkter.

Et viktig trekk er imidlertid det forhold at den bløte sone som er tilstede ved en dybde av ca. 5 m. er meget mindre fremtredende ved punktene 6 og 9 og vanskelig kan observeres ved punkt 8.

Stabilitetsberegninger:

Det er utført orienterende stabilitetsundersøkelser for et snitt som angitt på bilag 1 basert på fasthetsegenskapene i prøve 8/9. Som det fremgår av bilag 6 er sikkerhet mot utglidning stor.

Målte setninger:

På bilag 7 er de målte relative setninger fra 2/6-58 til 22/9-60 for de 11 punkter angitt 1 mm.

I forhold til punkt 5 er den maksimale relative setning målt i punkt 8 med 13.5 mm., avtagende til 12.0 og 10.2 mm. henholdsvis i punktene 7 og 9.

For partiet nærmest Hausmannsgt. er største relative setning påvist i punkt 2 med 6.5 mm.

Tilleggsbelastninger på grunnen:

En eventuell tilleggsbelastning på grunnen vil forårsake setninger hvis forløp strekker seg over lang tid.

Tilleggslasten kan i foreliggende tilfelle være påført på følgende måter:

Øppfylling rundt kirken.

Ved å sammenholde koter på eldre og gjeldende kart kan det fastslås at terrengets utforming rundt kirken ikke er nevneverdig endret i forhold til det opprinnelige terreng før kirken ble bygget.

Tilleggslast fra kirkebygningen:

Ut fra de eldre tegninger som foreligger av kirken kan tilleggslasten på grunnen ved underkant fundamenter antas lik $4,2 \text{ t/m}^2$ jamt fordelt over det areal kirken dekker.

Grunnvannssenkning:

En eventuell grunnvannssenkning under kirken forårsaket av utdrenering av grunnvannet vil medføre at den effektive belastning på grunnen øker.

Økningen som svarer til oppdriften på denne jordmengde som ligger mellom det opprinnelige og det nye grunnvannspeil, vil fremkalle setninger.

Setningsberegninger:

Ut fra antatte tilleggsbelastninger i form av bygningens vekt er det til orientering utført setningsberegninger basert på ødometerforsøk utført ved kontorets laboratorium.

Setningsberegningene gir som resultat at den primære konsolideringssetning over uendelig lang tid i punkt 8 er av størrelse 10 cm. og 4 cm. i motsatt hjørne, punkt 2. Den store forskjell i dybdene til fjell mellom nevnte punkter forårsaker beregningsmessig en setningsdifferens lik 6 cm.

Det er enn videre beregnet at anslagsvis 75% av denne påregnede differens eller ca. 4.5 cm er tilendebrakt.

Som følge av tilleggsbelastning fra bygningen kan det derfor beregningsmessig forventes minimale setningsdifferenser i fremtiden og utligningen vil skje over et stort tidsrom.

Mellom de samme punktene 2 og 8 viser resultatene av presisjonsnivellementene at det i løpet av vel 2 år har funnet sted en setningsdifferens lik 0,7 cm, mens den maksimale setningsdifferens er 1.35 cm. mellom punktene 5 og 8.

De store setninger som er målt i den relativt korte tiden kan derfor ikke forklares som følge av den konsolidering tilleggsbelastningen fra bygningen har forårsaket og må derfor settes i forbindelse med spesielle forhold ved fundamentene eller endrede ytre betingelser .

Fundamenteringen:

Maksimal belastning på grunnen fra fundamentene under skibets langvegger må antas lik 20 t/m^2 . Ved sakristiets fundamenter (punkt 8) er imidlertid belastningen betydelig mindre.

Det antas derfor utelukket at de store setninger i området ved punkt 8 kan forklares med en overbelastning av grunnen.

I følge de foreliggende tegninger er kirken ikke fundamentert på en "flåte" av tømmer som delvis kan ha råtnet opp.

Dersom man ikke er sikker på tegningenes nøyaktighet vedrørende dette, bør man foreta en kontroll ved gravning.

Endrede ytre forhold:

Det ble pekt på at terrenget rundt kirken i store trekk har beholdt sin opprinnelige utforming bortsett fra mindre justeringer av skrånningen mot elven.

Av arbeider utført i kirkens nærhet de senere år kan nevnes en utvidelse av Oslo lysverkens anlegg på nabotomten, (Hausmannsgt. 16), som fant sted i tidsrommet 1947 - 1950.

På bilag 2 er antydnet omfanget av utvidelsen med antatte koter av dreneringen.

I en avstand fra kirkens nærmeste hjørne (punkt 8) er drenasjekoten ca. + 1.60.

Den antydede kabelkanal er av eldre dato, men ble i 1947 senket ved tilknytningspunktet i forbindelse med nevnte utvidelse. Fra samme hjørne av kirken som ovenfor i en avstand av ca. 45 m. er kanalen drenert på ca. kote + 4.80.

På bilag 2 er kanalens beliggenhet inntegnet med angivelse av antatte dreneringskoter.

Det er kanskje mulig at den grunnvannssenkning som har funnet sted ved disse byggearbeider har forplantet seg i retning mot kirken og spesielt hatt innflytelse på grunnvannsspeillets høyde under kirkens nærmeste hjørne ved punkt 8.

Grunnvannssenkningen vil som tidligere beskrevet medføre tilleggsbelastninger på grunnen og derved forårsake setninger.

Mellom kirken og elven ligger tunnelen i en avstand ca. 17 m. fra kirken og med bunnen vel en meter under kirkens fundamenter. Det antas at drenering av kulverten på denne strekning ikke har influert vesentlig på kirkens uheldige setningsforhold.

Konklusjon:

De sprekkdannelser som nu tydelig kan iaktas, spesielt ved nord-vestre fasade har kun i de senere år vært av sjenerende karakter.

Resultatene av de undersøkelser som er foretatt tyder på at en senkning av grunnvannstanden f.eks. ved en utdrenering av grunnvannet, spesielt ved kirkens nordre hjørne kan ha forårsaket ulempene.

Endringen i de tidligere stasjonære grunnvannsforhold har resultert i betydelige setningsdifferenser for kirken i sin helhet og som har ført til sprekkdannelser. Spesielt på nordøstre fasade i beskjeden avstand fra nordre hjørne kan sprekken lett observeres.

Det er grunn til å anta at de ujamne setningene vil fortsette en tid, men etterhvert avta for til slutt å bortfalle når grunnvannsspeilet igjen har tilpasset seg de nye ytre forhold.

Da man ikke kjenner grunnvannsspeillets opprinnelige nivå, kan man ikke få de nødvendige data til en setningsvurdering. Dersom man ikke kan tolerere større setningsdifferenser må man overveie en forsterkning av fundamentene.

Dybden til fjell er meget store og en forsterkning ved peling til fjell ville bli meget kostbar. Dersom differenssetningen ikke er større enn det man kan tillate, vil man tilråde at det videre setningsforløp fortsatt følges med 2 serier av presjonsnivellelementer i året.

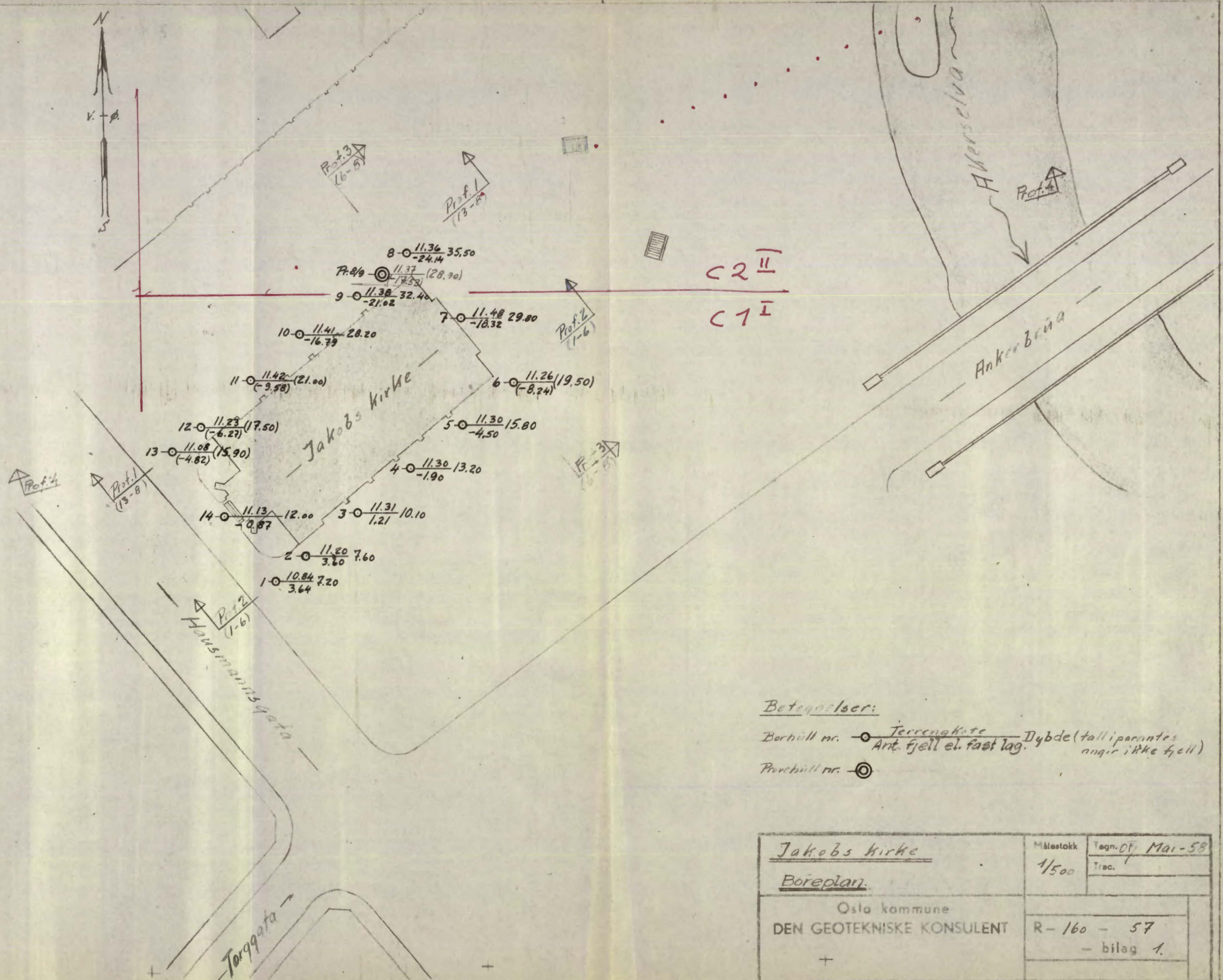
Dessuten bør det nedsettes piezometerinstallasjoner til kontroll av grunnvannstandens variasjoner .

Oslo, den 14. februar 1961.

Den geotekniske konsulent.

F. W. Opsahl.

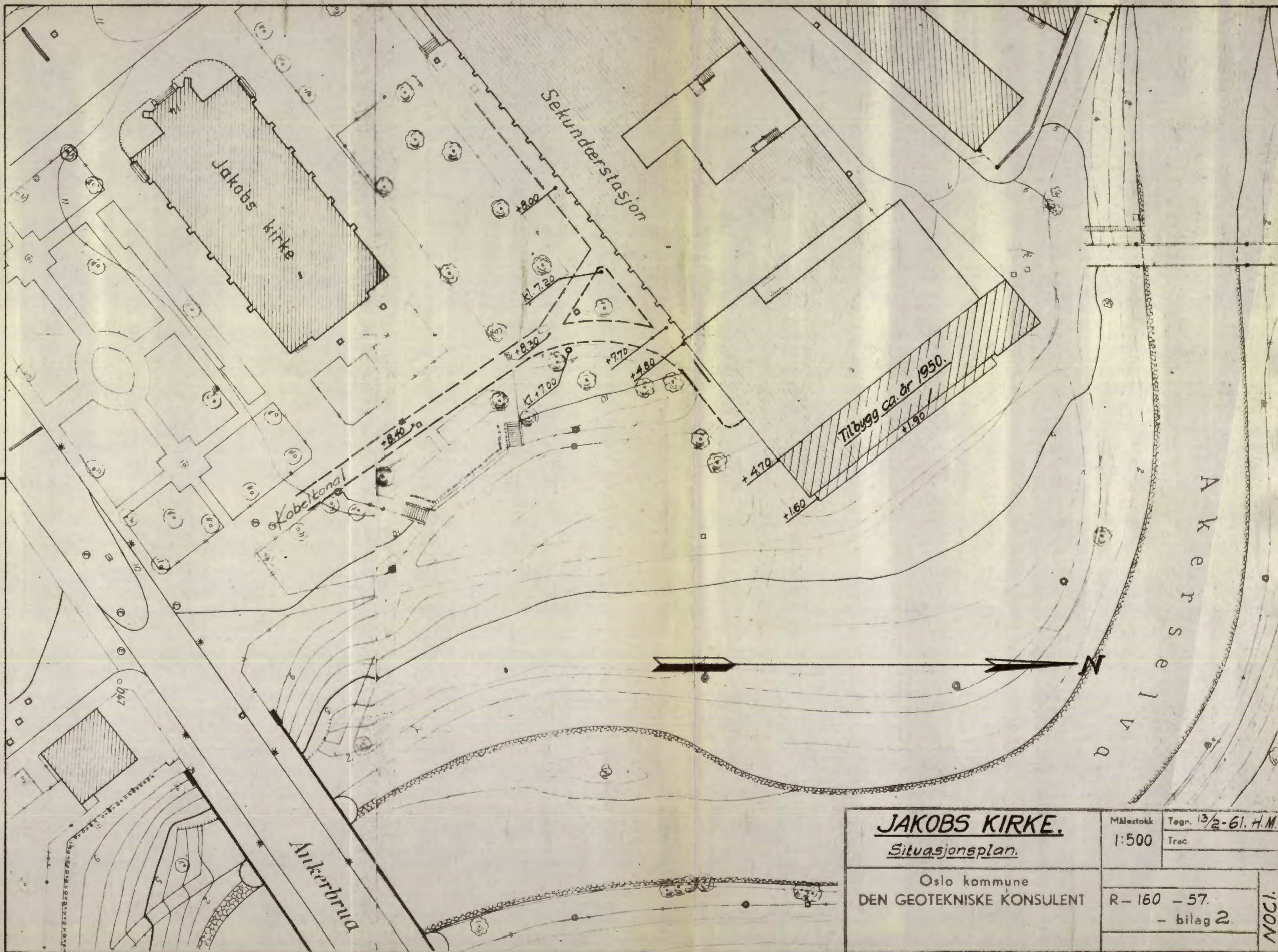
RV/EV.



Betegnelser:

Borhull nr. ○ Terrenkote Dybde (tall i parentes angir ikke fjell)
 Art. fjell el. fast lag.
 Pruehull nr. ⊙

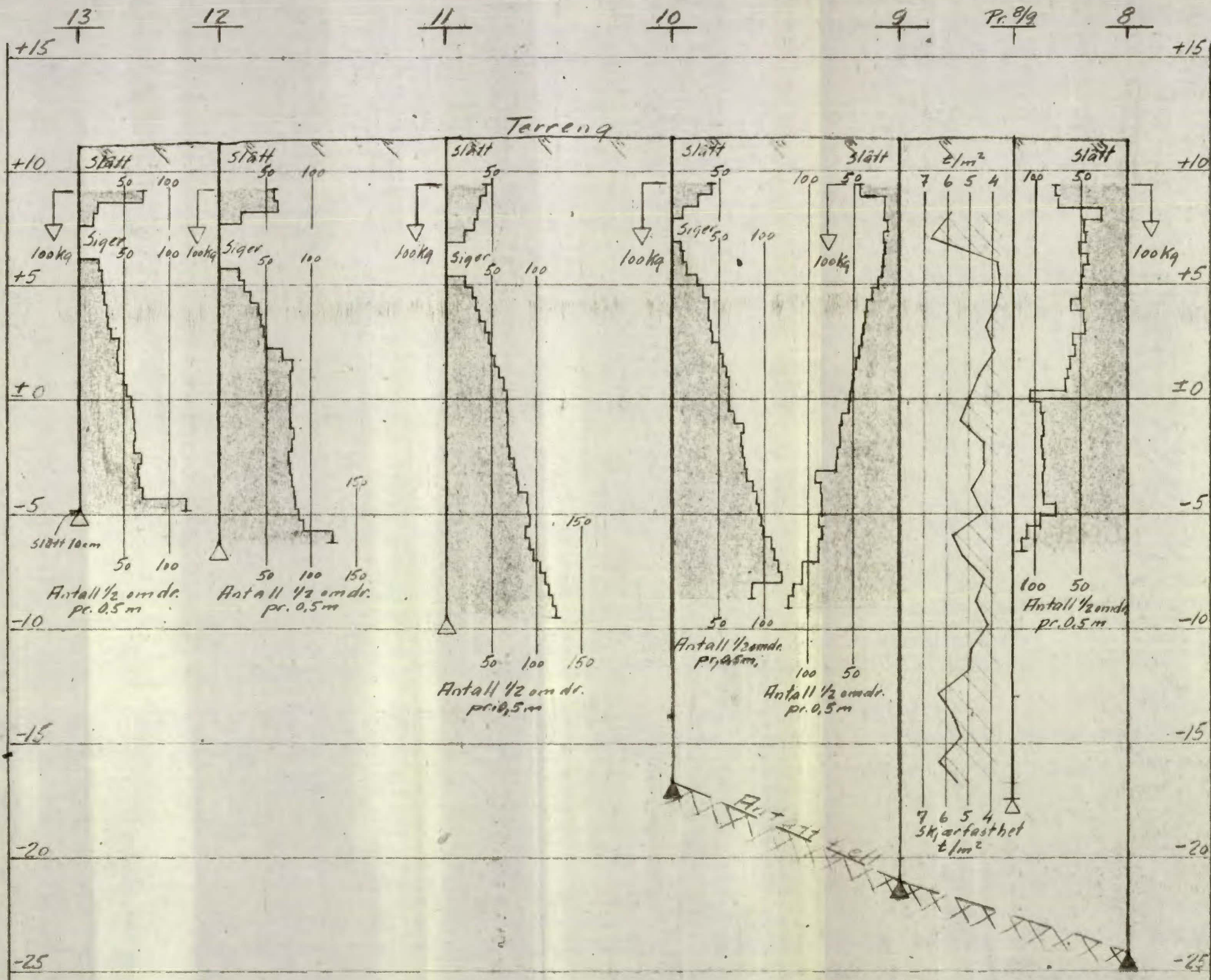
<u>Jakobs kirke</u>	Målestokk	Tegn. OF Mai-58
<u>Boreplan.</u>	1/500	Trac.
Oslo kommune		
DEN GEOTEKNISKE KONSULENT		R-160 - 57
		- bilag 1.



JAKOBS KIRKE.		Målestokk	Tegn. 13/2-61. H.M.
<i>Situasjonsplan.</i>		1:500	Trac
Oslo kommune		R-160 - 57.	
DEN GEOTEKNISKE KONSULENT		- bilag 2	
		NOCI.	

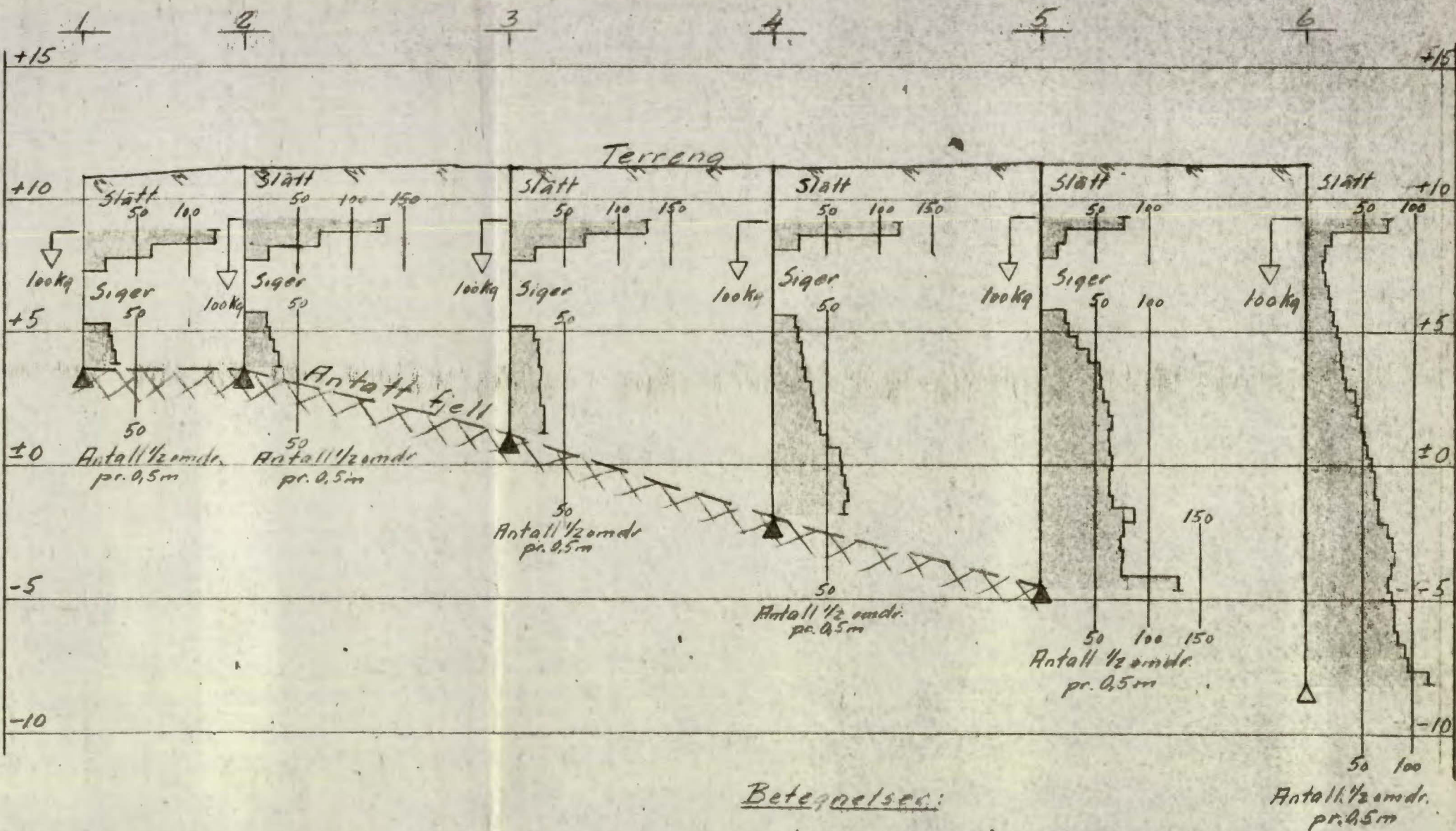
Profil 1 (13-8)

M = 1/200



Profil 2 (1-6)

M = 1/200

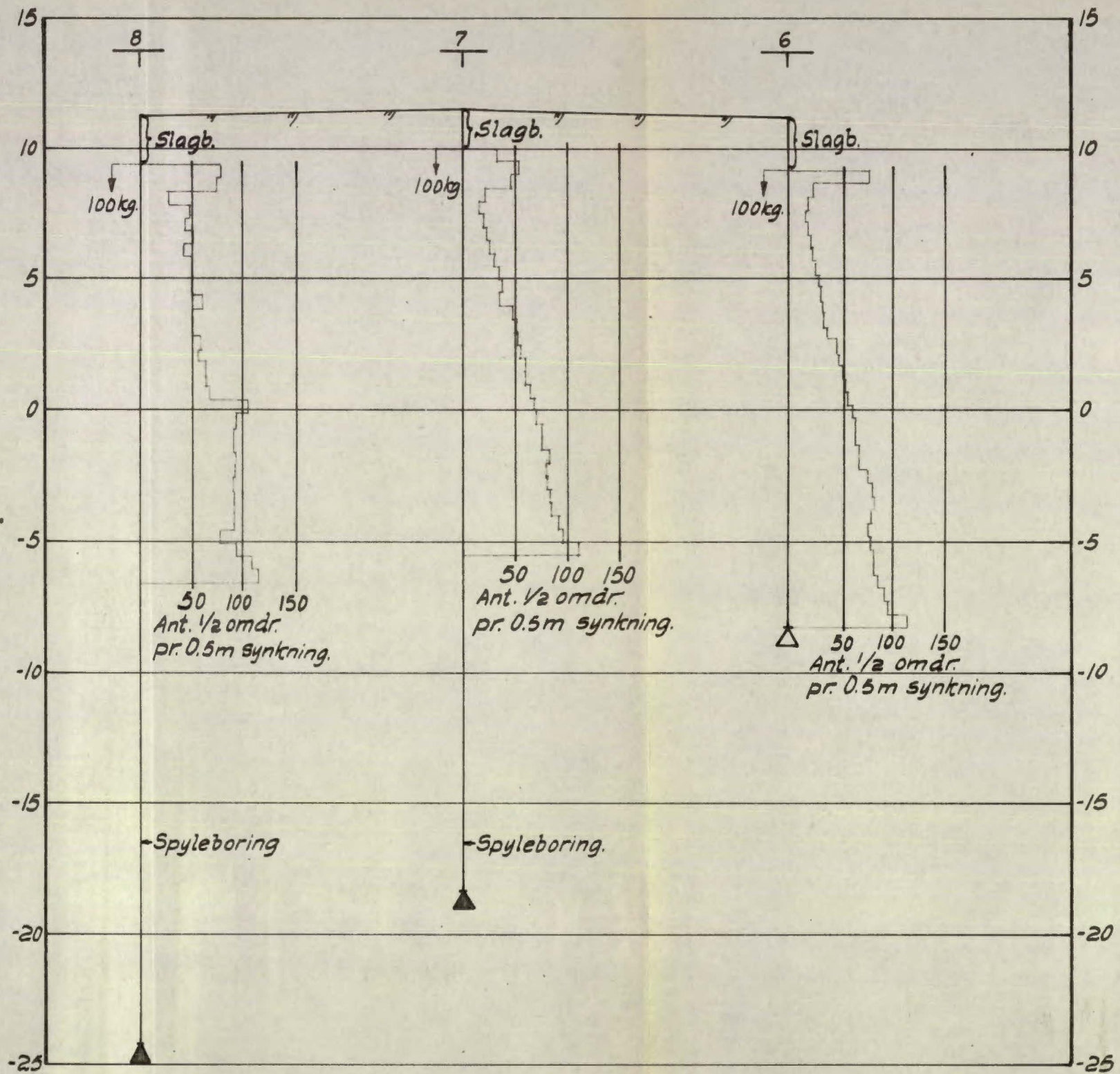


Betegnelser:

- △ Ikke fjell
- ▲ Antall fjell

Jakobs kirke	Målestokk 1/200	Tegn. 03 Mai-58
Profilene 1 og 2		Trac.
Oslo kommune DEN GEOTEKNISKE KONSULENT		R-160-57 bilag 4

Profil 3.



TEGNFORKLARING:

—/—/— Terrenklinje.

▲ Ant. fjell el. fast lag.

△ Ikke fjell.

JAKOBS KIRKE.

Profil 3.

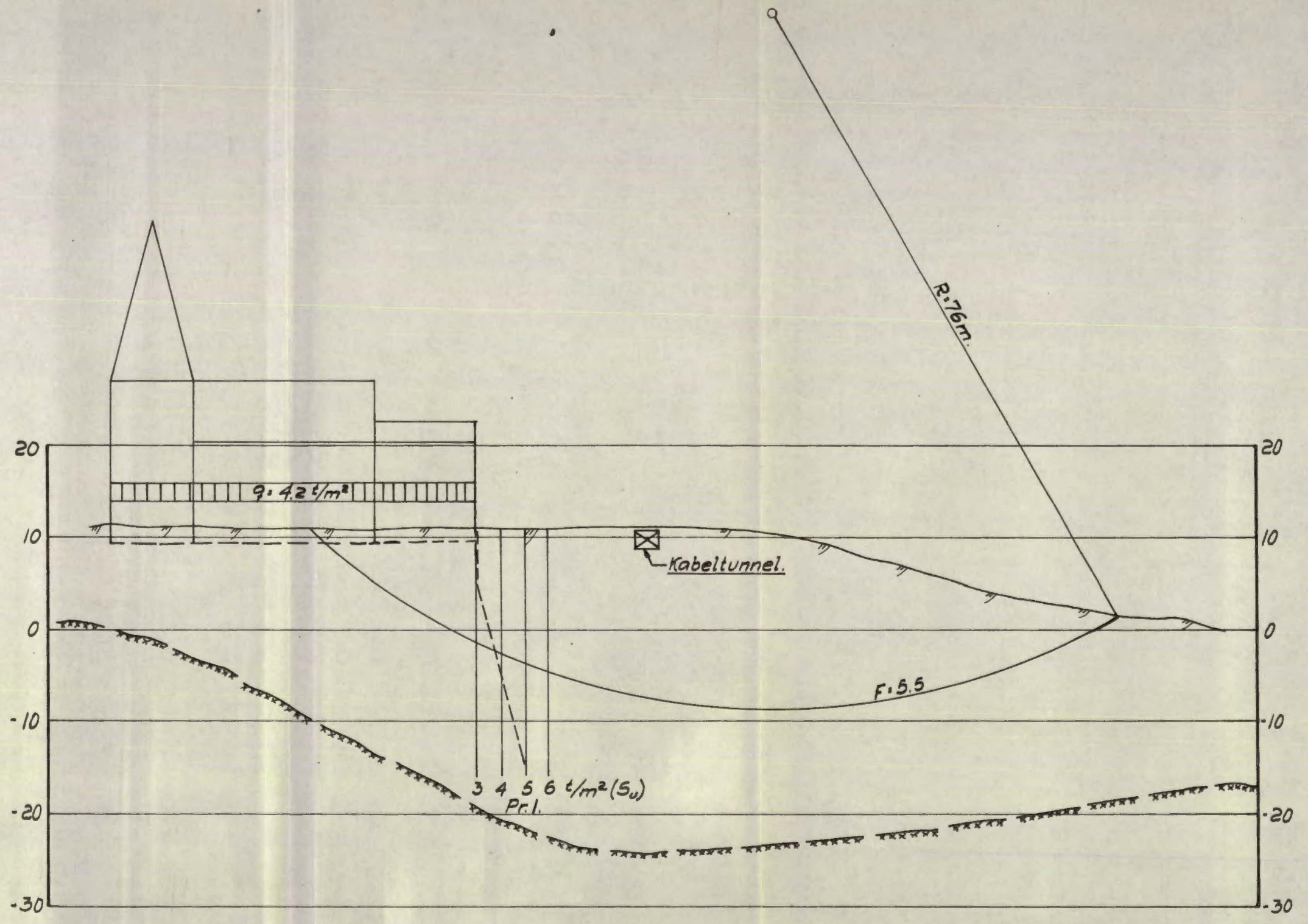
Oslo kommune
DEN GEOTEKNISKE KONSULENT

Målestokk Tegn. 14/2-61. H.M.

1:200 Trac.

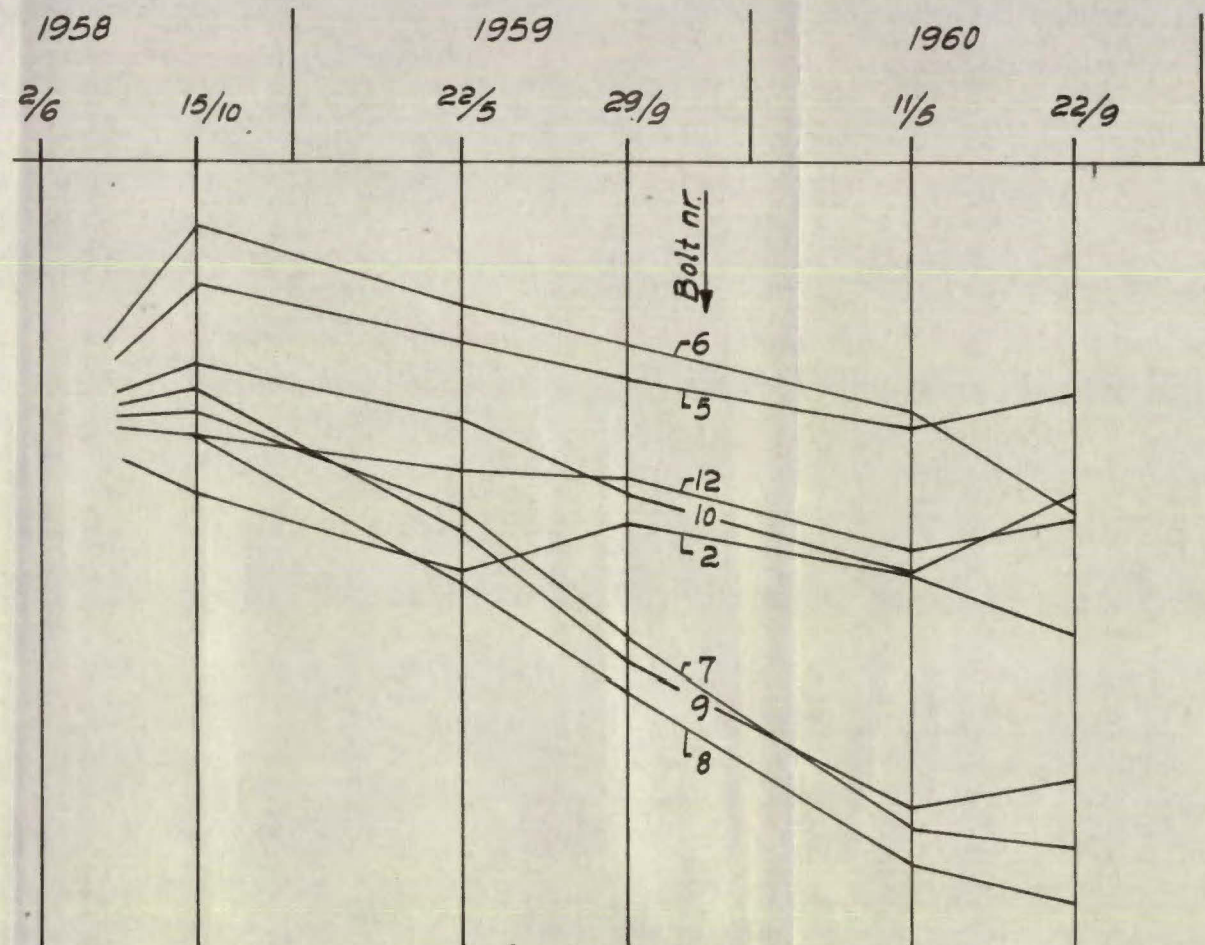
R - 160 - 57
- bilag 5

NOCI.

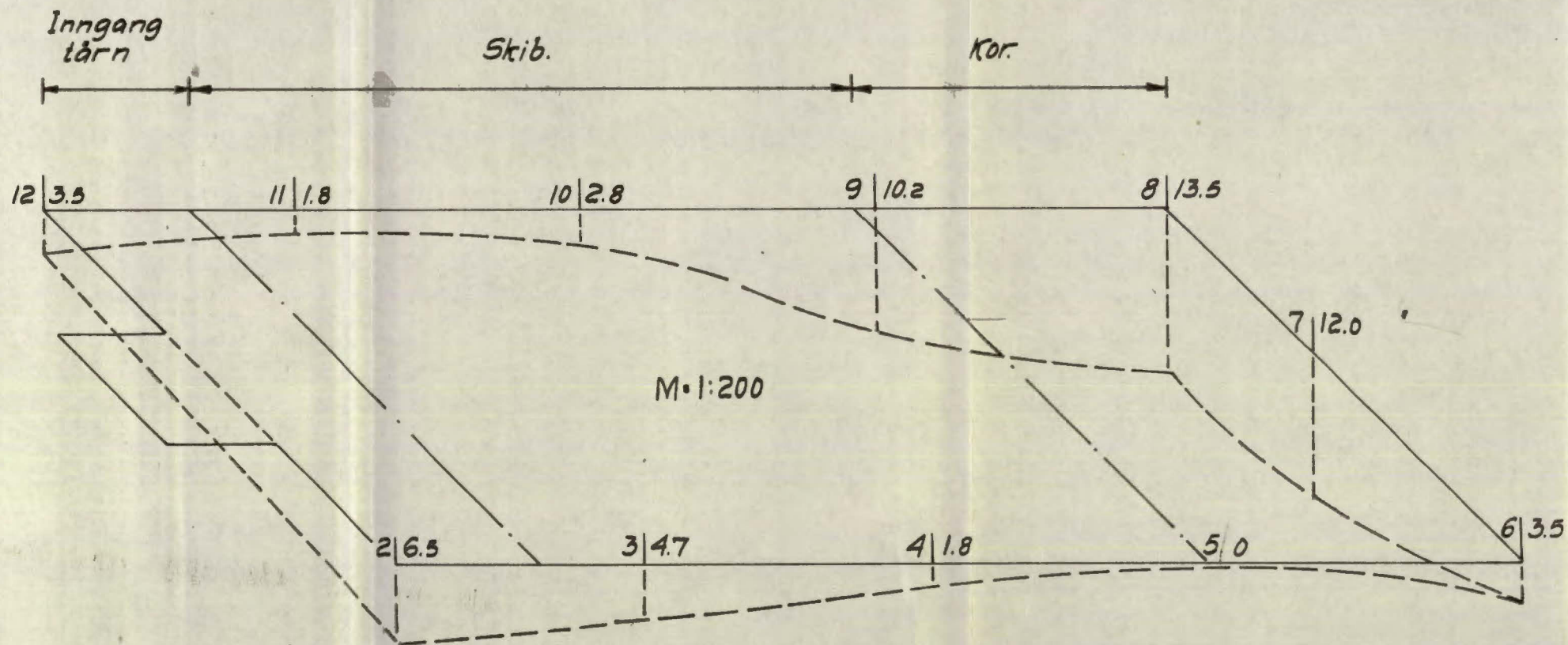
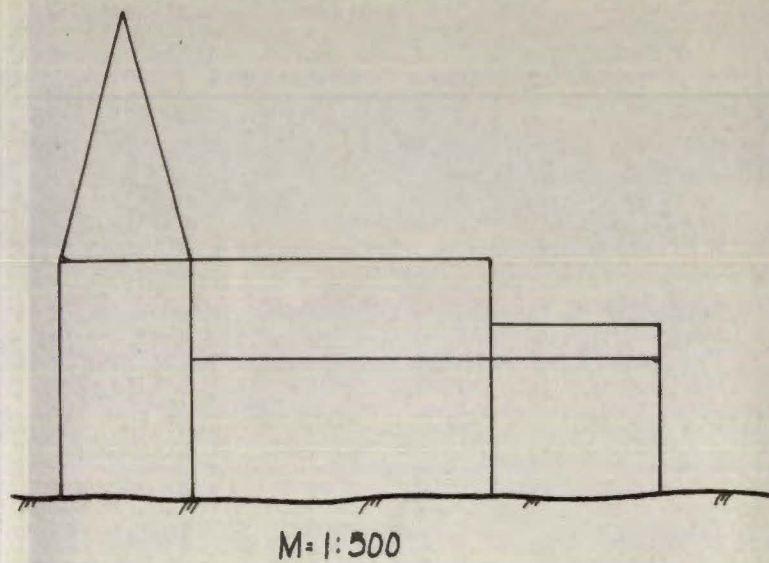


TEGNFORKLARING:
 - - - - - Terrenglinje.
 Antatt fjell el. fast lag.

JAKOBS KIRKE Stabilitetsberegning.	Målestokk	Tegn. 13/2 - 61. H.M.
	1:500	Trac.
Oslo kommune DEN GEOTEKNISKE KONSULENT	R - 160 - 57. - bilag 6	NOCI.



JAKOBS KIRKE.		Målestokk	Tegn. 9/2-61. H.M.
Relative setningskurver.		—	Trac.
Målt fra 15/10-58 til 22/9-60			
Oslo kommune		R-160 - 57	
DEN GEOTEKNISKE KONSULENT		- bilag 8	
		NOCI.	

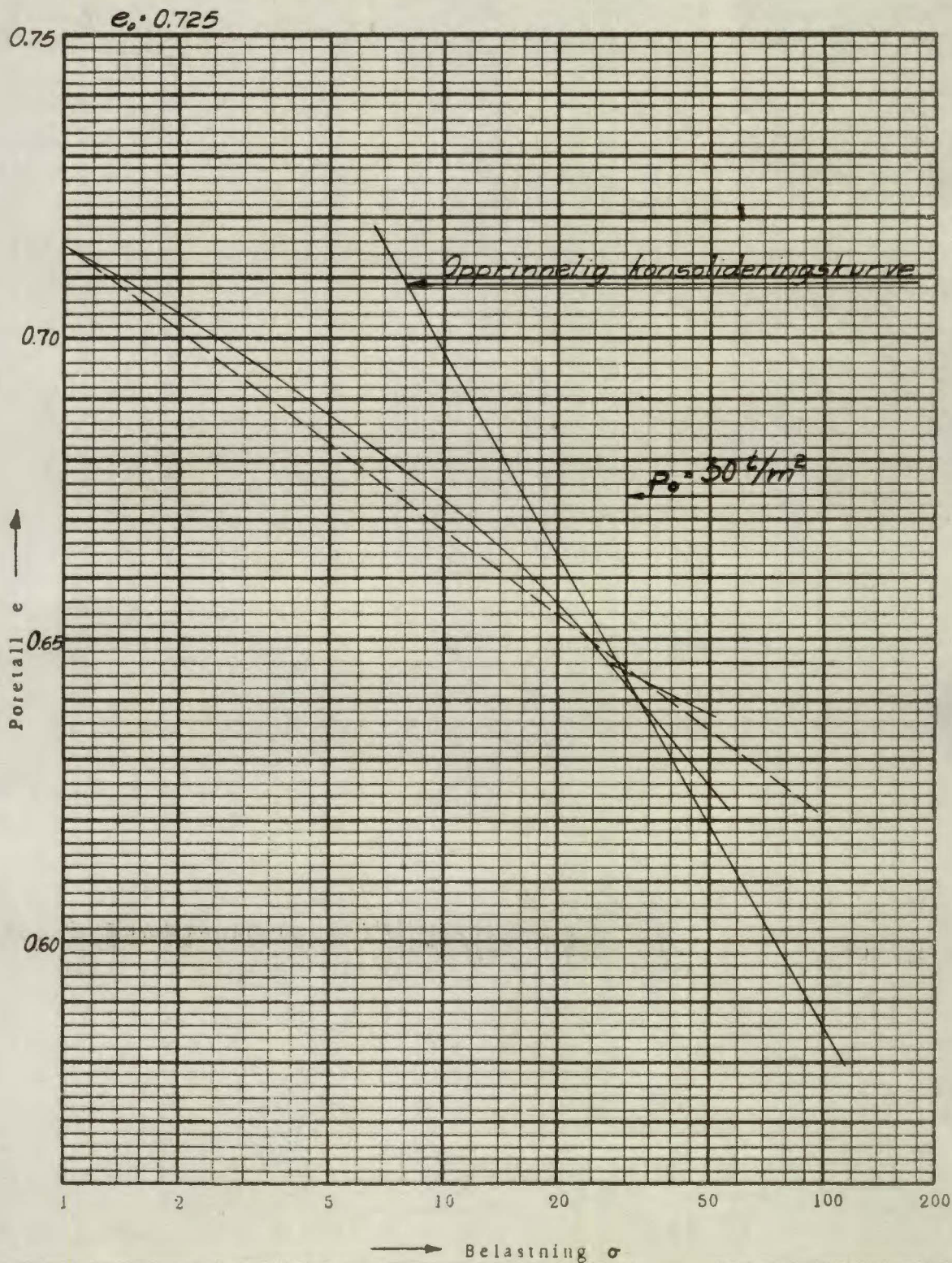


TEGNFORKLARING:

Bolt nr.	Setning i mm.
----------	---------------

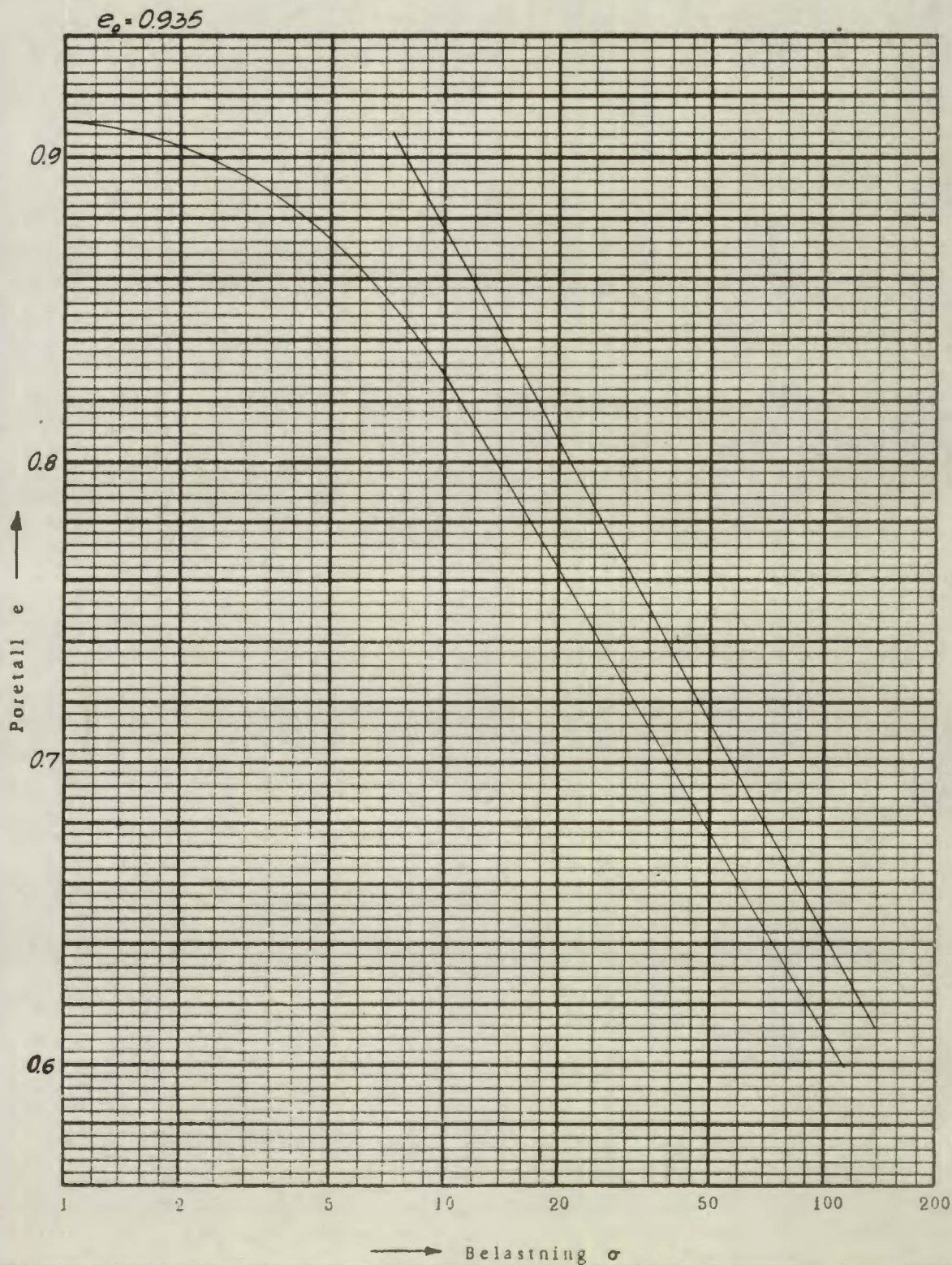
JAKOBS KIRKE		Målestokk	Føyn 6/2-61. H.M.
Målte relative setninger fra 2/6-58 til 22/9-60.		Tracé	
Oslo kommune DEN GEOTEKNISKE KONSULENT		R - 160 - 57	NOCI.
		- bilag 7	

Lab. nr.	Prøve nr.	Dybde nr.	Effektivt overlags-trykk τ/m^2	For-belast-ning τ/m^2	C_c Sammen-tryknings-tall	% Primær-setning	c_v Konsolde-ringskoeff. $m^2/sek \times 10^7$	E Elastisite-ersmodul τ/m^2
		<i>3.2-3.3</i>		<i>30</i>	<i>0.096</i>		<i>2.31</i>	



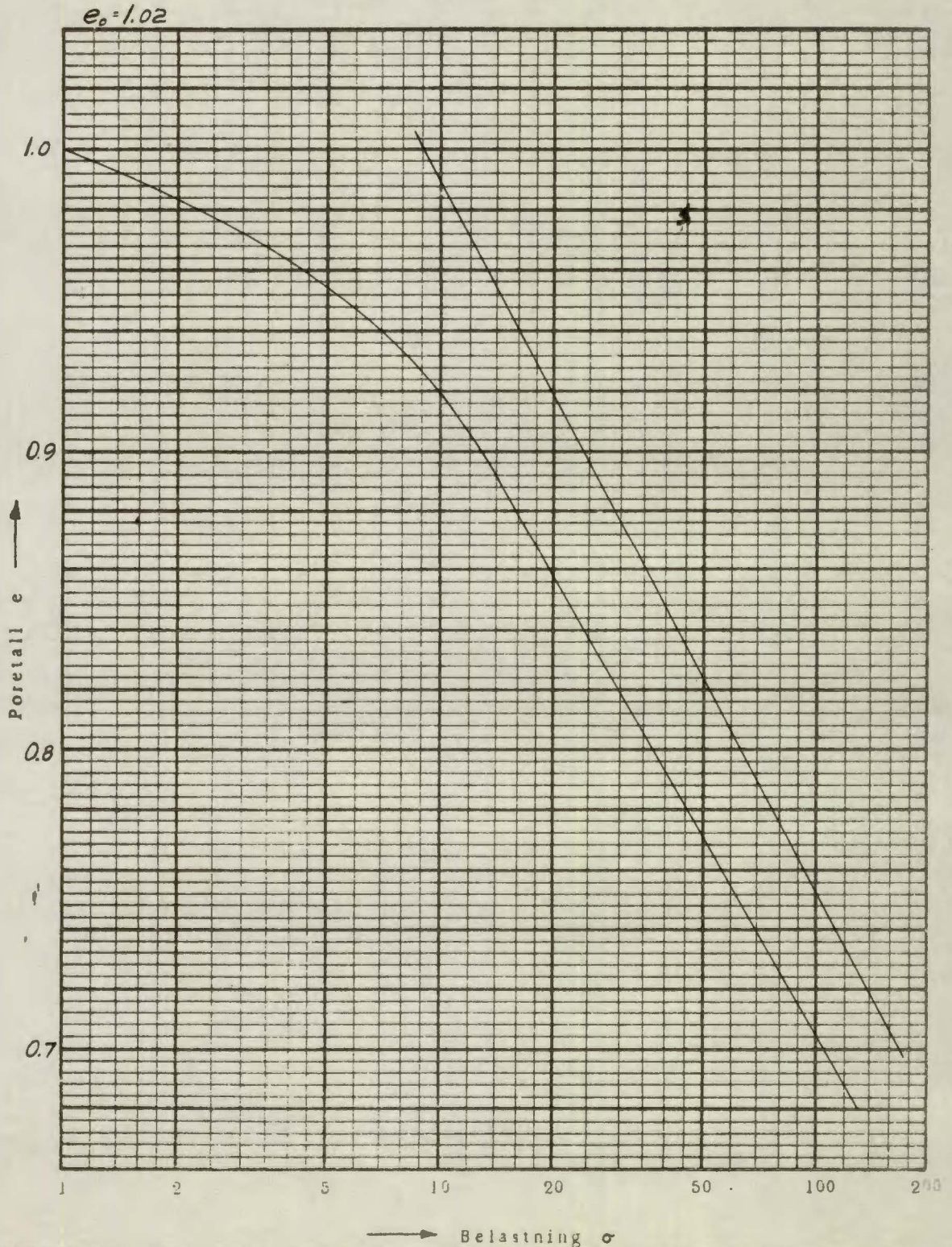
Anmerkninger

Lab. nr.	Prøve nr.	Dybde nr.	Effektivt overlagrings-trykk ν/m^2	For-belastning τ/m^2	C_c Sammen-tryknings-tall	% Primær-setning	c_v Konsolide-ringskoeff. $m^2/sek \times 10^7$	E Elastisitets-modul ν/m^2
		<i>5.4-55</i>	<i>5.57</i>		<i>0.232</i>		<i>1.71</i>	



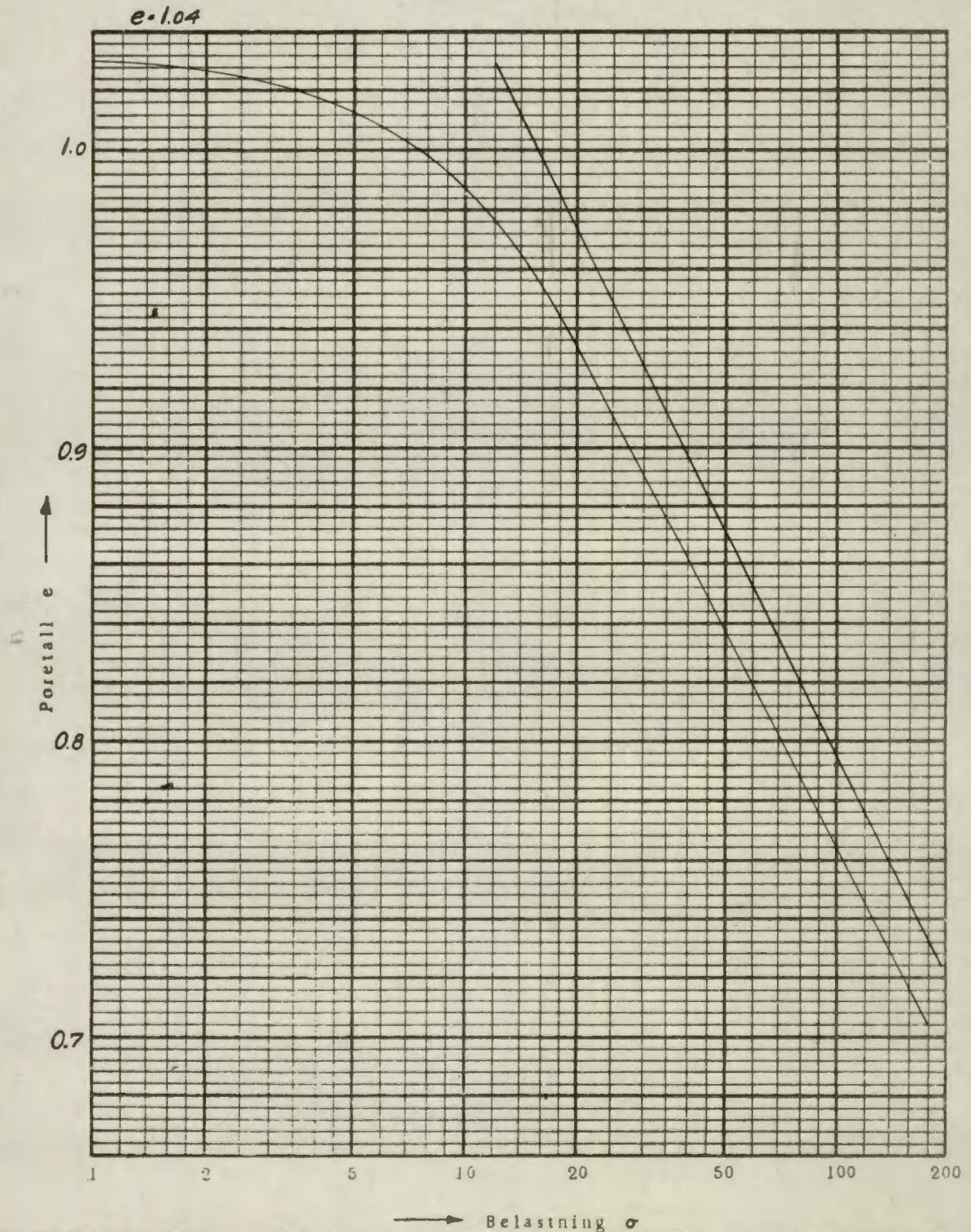
Anmerkninger

Lab. nr.	Prøve nr.	Dybde nr.	Effektivt overlagrings-trykk ν/m^2	For-belast-ning ν/m^2	C_c Sammen-tryknings-tall	% Primær-setning	c_v Konsolide-ringskoeff $m^2/sek \times 10^7$	E Elastisitets-modul ν/m^2
		<i>94-95</i>	<i>9.01</i>		<i>0.264</i>		<i>1.37</i>	



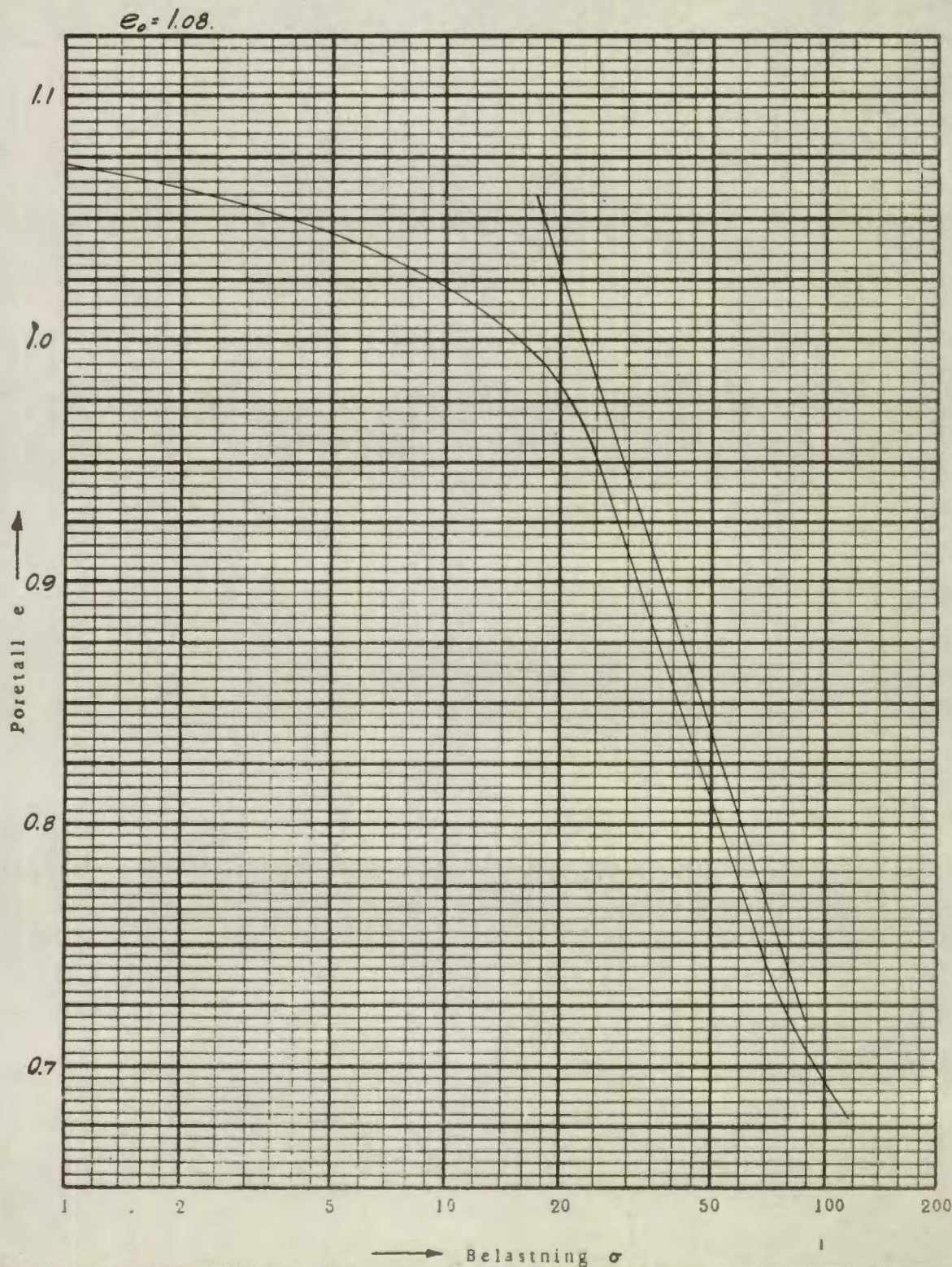
Anmerkninger

Lab. nr.	Prøve nr.	Dybde nr.	Effektivt overlagrings-trykk τ/m^2	For-belastning τ/m^2	C_c Sammen-tryknings-tall	% Primær-setning	c_v Konsolide-ringskoeff $m^2/sek \times 10^7$	E Elastisitet-modul τ/m^2
		<i>11.4-11.5</i>	<i>10.71</i>		<i>0.254</i>		<i>1.82</i>	



Anmerkninger

Lab. nr.	Prøve nr.	Dybde nr.	Effektivt overlagerings-trykk t/m^2	For-belast-ning t/m^2	C_c Sammen-tryknings-tall	% Primær-setning	c_v Konsolide-ringskoeff. $m^2/sek \times 10^7$	E Elastisitets-modul t/m^2
		<i>174-175</i>	<i>1581</i>		<i>0.488</i>		<i>2.30</i>	



Anmerkninger

OSLO KOMMUNE
 GEOTEKNISK KONSULENTS KONTOR
 ØDOMETERFORSØK

Sted *JAKOBS KIRKE*

Bilag *14*

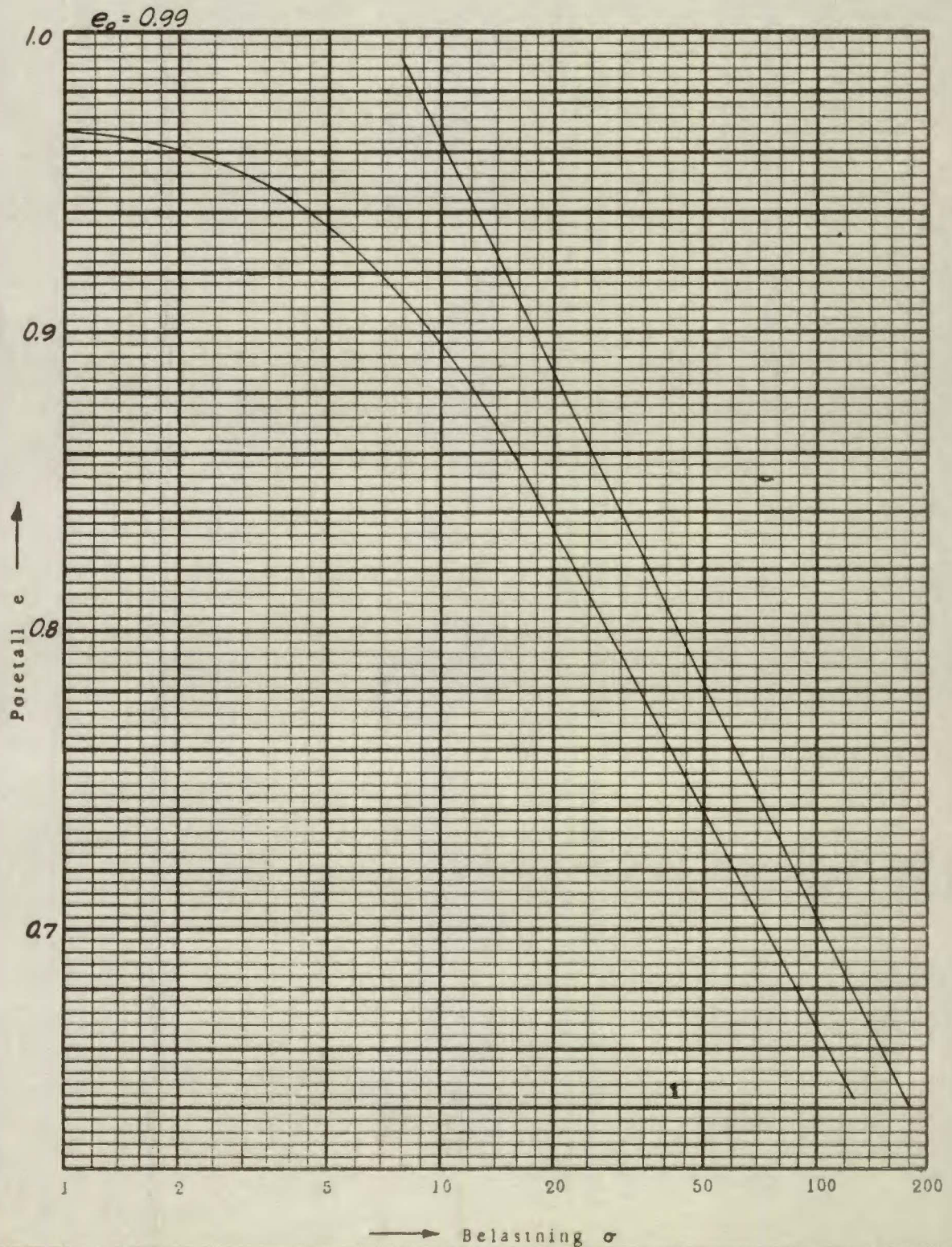
Boring *Pr 8/9*

Oppdrag *R-160-57*

Grunnvannstand

Sign. *RV*

Lab. nr.	Prøve nr.	Dybde nr.	Effektivt overlagrings-trykk ν/m^2	For-belast-ning ν/m^2	C_c Sammen-tryknings-tall	% Primær-setning	c_v Konsolide-ringskoeff. $m^2/sek \times 10^7$	E Elastisitet-modul ν/m^2
		<i>74-75</i>	<i>7.31</i>		<i>0.248</i>		<i>1.61</i>	



Anmerkninger