

NO, D-2 II, III

OSLO KOMMUNE
DEN GEOTEKNISKE KONSULENT

RAPPORT OVER:

geotekniske undersøkelser av årsaken til
setninger av Lakkegaten skole.

1. del.

R - 345 - 60.

15. mars 1961.

OVERFØRT TIL KARTPLATE

DATO: 25/3-72

SIGN: A.M.E

Julius

[Signature]

129

Oslo kommune
Den geotekniske konsulent.

Rapport over :

geotekniske undersøkelser av årsaken til setninger av
Lakkegt. skole.

1. del.

R - 345 - 60.

15. mars 1961.

Bilag 0: Signaturforklaring.

" 1: Borplan.

" 2: Jordprofil Pr. I.

" 3: Profil I.

" 4: Profilene II og III.

" 5: Totale setninger målt fra 1928 - 1960.

" 6: Midlere setninger pr. år.

" 7: Setningsforløpet fra 1928 - 1960.

Lakkegaten skole som er bygget ca. år 1905 og oppført i teglsten og betong har gjennom en årrekke blitt påført betydelige sprekk-skader som følge av ujamne setninger.

Ut fra det materiale som foreligger kan det fastslåes at differenssetningene og de skader disse har forårsaket var store allerede i 1925.

Etter anmodning fra Vedlikeholdssjefen er det utført grunnundersøkelser ved skolebygningen.

Formålet med de geotekniske undersøkelser er å vurdere årsaken til de setningsdifferenser som har funnet sted.

Markarbeidet:

Kontorets markavdeling har utført 19 dreieboringer til antatt fjell og tatt opp en prøveserie som er supplert med skovlprøver i tørrskorpesonen.

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

På bilag 2 er opptegnet resultatene av prøveserien.

Bilagene 3 og 4 viser profilene I, henholdsvis II og III, der dreiebordiagrammene er inntegnet.

Setningenes relative størrelser er siden 1928 målt ved presisjonsnivellementer på 10 spiker innsatt i grunnmuren supplert med 17 målinger på sokkelen.

Siden målingene tok til er disse gjentatt til følgende tider:

28/5 - 56, 3/10 - 59 og 20/6 - 60.

Da resultatene av målingene på spiker og sokkel stort sett faller sammen er på bilag 5 i alt vesentlig bare angitt spikerpunktens plassering og synkningene i disse punkter.

På bilag 6 er skjematisk angitt de gjennomsnittlige synkningene pr. år for de 3 tidsperiodene 1928-56, 1956-59, 1959-60, og på bilag 7. setningsforløpet i samme tidsrom.

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 forsynt 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 kohesjonsjordarter.

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

Laboratorieundersøkelser:

De opptatte 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 γ (t/m^3) angir vekt av vann i prosent av vekt av fast stoff. Det blir utført flere bestemmelser av vanninnhold fordelt over prøvens lengde.

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 (t/m^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 tverrsnittsøking 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 filterstener. Lasten påføres stegvis, og sammentrykkingen 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:

Terrenghøyden rundt skolebygningen faller av i sydvestlig retning langs Lakkegaten fra kote + 18,45 ved nordøstre hjørne til kote + 15,88 ved sydvestre hjørne.

Forskjellen i dybden til antatt fjell er innenfor bygningens begrensningslinjer store. Under bygningsdel A (bilag 1) langs Blydts gate varierer bordybden mellom 6,3 og 7,75 m langs fasaden mot gaten og mellom 9 og 13 m. langs motsatt fasade. Ved bygningsdelene B og C langs Lakkegaten øker dybdene til antatt fjell i sydvestlig retning fra henholdsvis 6,7 og 9,0 m. i punktene 15 og 5 til maksimalt 18,7 m. i borpunkt 12. I sydøstre hjørne er bordybden 11,05 m.

Ut fra foreliggende resultater fra prøveserie I, som er opptatt på områdets dypeste parti ved bygningsdel C, kan løsmassenes sammensetning beskrives som følger:

Det øvre lag i en tykkelse av 2 til 3 m. består av tørrskorpe. Under en overgangssone er det videre mot fjell kvikk leire med fastheter som avtar fra ca. 8 t/m^2 i en dybde av 4 m. til meget bløt og meget kvikk leire ved 9 - 10 m's dybde med observerte fastheter under 1 t/m^2 . Videre mot fjell tiltar fastheten noe. I det nærmeste lag over fjell er det observert et finsandsjikt.

Bortsett fra det øvre tørrskorpelag er løsmassenes romvekt $1,9 \text{ t/m}^3$ økende til ca. $1,95 \text{ t/m}^3$ mot fjell.

Det naturlige vanninnhold varierer stort sett mellom 30 og 35%. I den bløte leiren fra ca. 9 m. og mot fjell ligger vanninnholdet til dels betydelig over flytegrensen, et forhold som er typisk for kvikkleiren.

Sammenholdes resultatene av prøveserien med dreiebordiagrammene fremgår det at løsmassenes sammensetning og leirens fasthetsforhold endres tilnærmet analogt med dybdene i de enkelte borhull. I punkter med avtagende dybder til antatt fjell er imidlertid det spesielt bløte laget som ved prøve I ble påvist i en dybde av ca. 9 m., observert ved vesentlig mindre dybde, ca. 4 - 5 m.

Målte setninger:

Betydelige differenssetninger av bygningen har i en årrekke vært sjenerende og ført til sprekkskader og ulemper. Det ble derfor allerede i 1928 innsatt spiker i grunnmuren for måling av setningsforløpet ved presisjonsnivellemerter.

Siden første nivellement ble utført 28/9-28 er målingene gjentatt til følgende tider: 28/5-56, 3/10-59 og 20/5-60.

På bilag 5 er skjematisk angitt målepunktene plassering og de relative setningers størrelse. Det fremgår her at de maksimale differenssetninger mellom punkt 8 i det sydvestre hjørne og punkt 1 i løpet av 32 år har vært 13,3 cm.

Forøvrig fremgår at de ekstremt store setninger er konsentrert til søndre parti, (bygningsdel C).

På bilag 6 er vist de midlere setningers størrelse pr. år for periodene 28 - 56, 56-59 og 59-60 og på bilag 7 setningsforløpet i samme tidsrom.

Det fremgår her at i perioden 28 - 56 var den gjennomsnittlige setning 3 mm. pr. år, for å øke til omtrent det firedobbelte i perioden 56 - 59 med 12.6 mm pr. år.

Denne ekstremt store verdi avtok igjen til 0,5 mm. pr. år i perioden 59 - 60.

Disse fluktasjoner i de midlere setninger kan i store trekk også observeres ved de øvrige målingspunkter, spesielt ved del C.

Fundamenteringen:

Undersøkelser som ble foretatt av firma F. Selmer i 1927 viste at betongfundamentene hviler på trepeler, hvis innbyrdes avstand langs del C's fundamenter gjennomgående er ca. 60 cm.

Ved oppgravninger på 4 forskjellige steder med undersøkelse av 10 peler ble det fastslått at disse i alt vesentlig var friske i toppen. Opptrekking av en pel nær trappen ved bygningsdel C viste at pelens lengde på dette sted var 10.8 m.

Der dybdene til antatt fjell er forholdsvis små er det sannsynlig at pelene er ført til fjell.

Ved bygningsdel B og spesielt ved del C er det grunn til å anta at pelene er svevende slik at en vesentlig del av den vertikale tilleggslast er overført til de dype leirlag.

Lastberegninger som ved dette kontor er utført viser at pelenes bruddbelastning beregnet på grunnlag av prøveseriens resultater i vesentlig grad er overskredet, spesielt gjelder dette for fundamentene i det vestre hjørne.

Forøvrig viser størrelsen av de beregnede bruddbelastninger stor overensstemmelse med de krefter som er nødvendig for opptrekking av forannevnte pel.

Med de foreliggende opplysninger må man derfor slutte at årsaken til setningene ligger i den anvendte fundamenteringsmetode som er prosjektert uten tilstrekkelig sikkerhet mot brudd og dermed de store setninger.

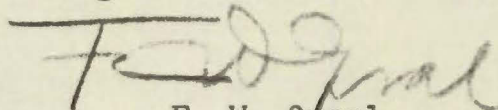
Konklusjon:

Resultatene av de undersøkelser som er foretatt tyder på at de store differenssetninger som i en årrekke har påført bygningen sprekkskader kan forklares som følge av overbelastning av pelene. Det er derfor lite sannsynlig at de bevegelser som finner sted vil opphøre eller avta nevneverdig i de kommende år.

En refundamentering av bygningen med peler til fjell synes nødvendig for å stanse bevegelsene.

Dersom stålpeler ønskes anvendt, er det påkrevet å foreta undersøkelser av grunnens korrosivitet overfor stål (utføres av dette kontor) slik at beskyttelse av pelene f.eks. i form av et katodisk beskyttelsesanlegg kan bli utført dersom det er nødvendig.

Oslo, den 15. mars 1961.
Den geotekniske konsulent.


F. W. Opsal.

RV/EV.

Tegnforklaring og normer for betegnelse av jordarter

Signatur

Fyllmasse



Grus



Sand



Silt



Leire

Terrang

Ant. fjell



Ikke fjell

Mullnr. \circ $\frac{\text{Kote terr.} - \text{Dybde til fj.}}{\text{Kote fj.}}$

Sensitivitet

Sensitivitet er forholdet mellom skjærfastheten i uforstyrret og fullstendig omrørt tilstand.

Kornfraksjoner

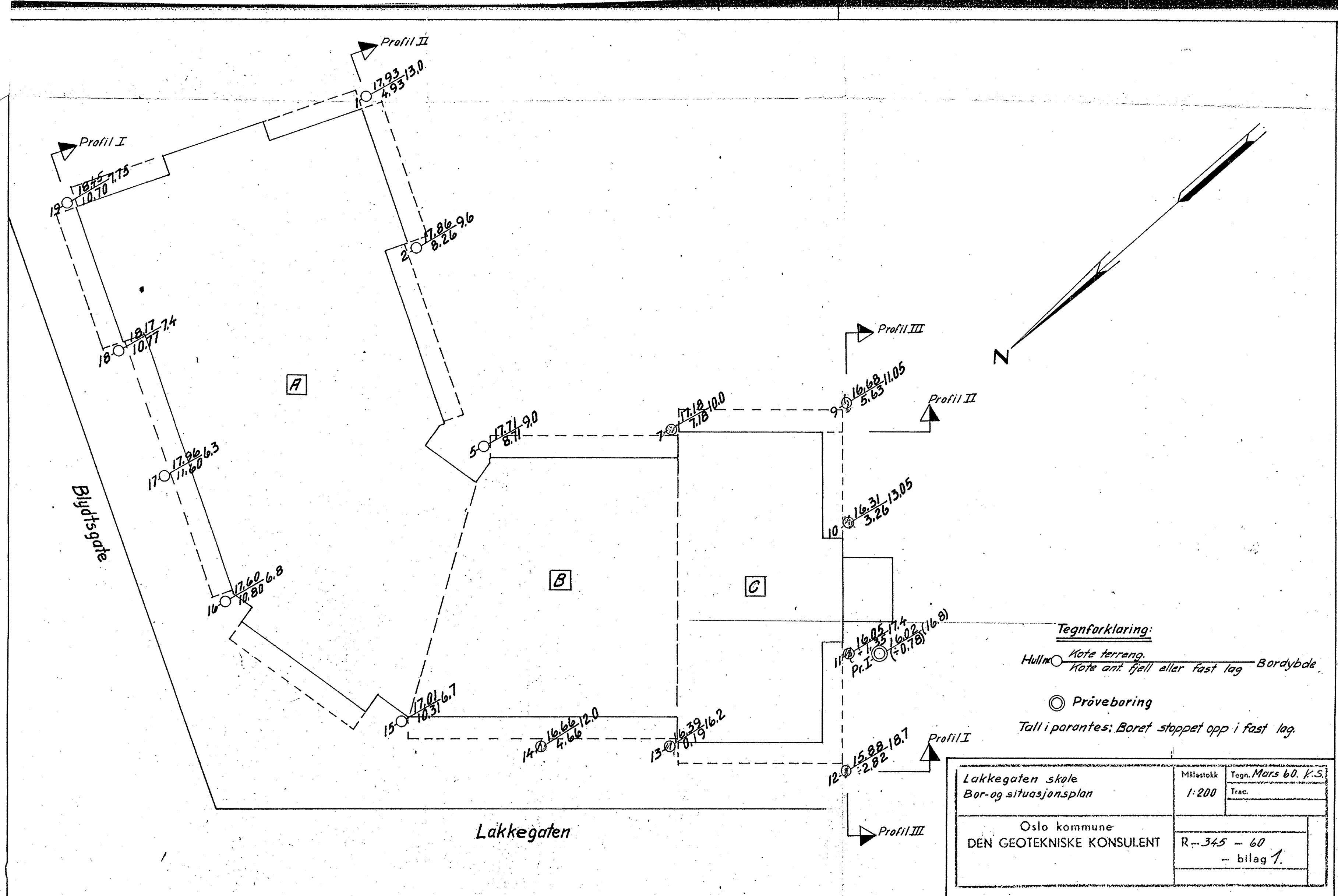
Kornstørrelse	Betegnelse
> 20 mm	Stein
20 - 6 mm	Grov- grus
6 - 2 mm	Fin-
2 - 0.6 mm	Grov-
0.6 - 0.2 mm	Mellom- sand
0.2 - 0.06 mm	Fin-
0.06 - 0.002 mm	Silt
< 0.002 mm	Leire

Skjærfasthet

Skjærfasthet	Betegnelse
< 1.25 t/m ²	Meget bløt
1.25 - 2.5 t/m ²	Bløt
2.5 - 5 t/m ²	Middels fast
5 - 10 t/m ²	Fast
> 10 t/m ²	Meget fast

Sensitivitet	Betegnelse
1 - 4	Lite sensitiv
4 - 8	Sensitiv
8 - 32	Kvikk
> 32	Meget kvikk

Leire med stor sensitivitet og som omrørt tilstand har en flytende konsistens, kalles "kvikkleire".



Blifstsgate

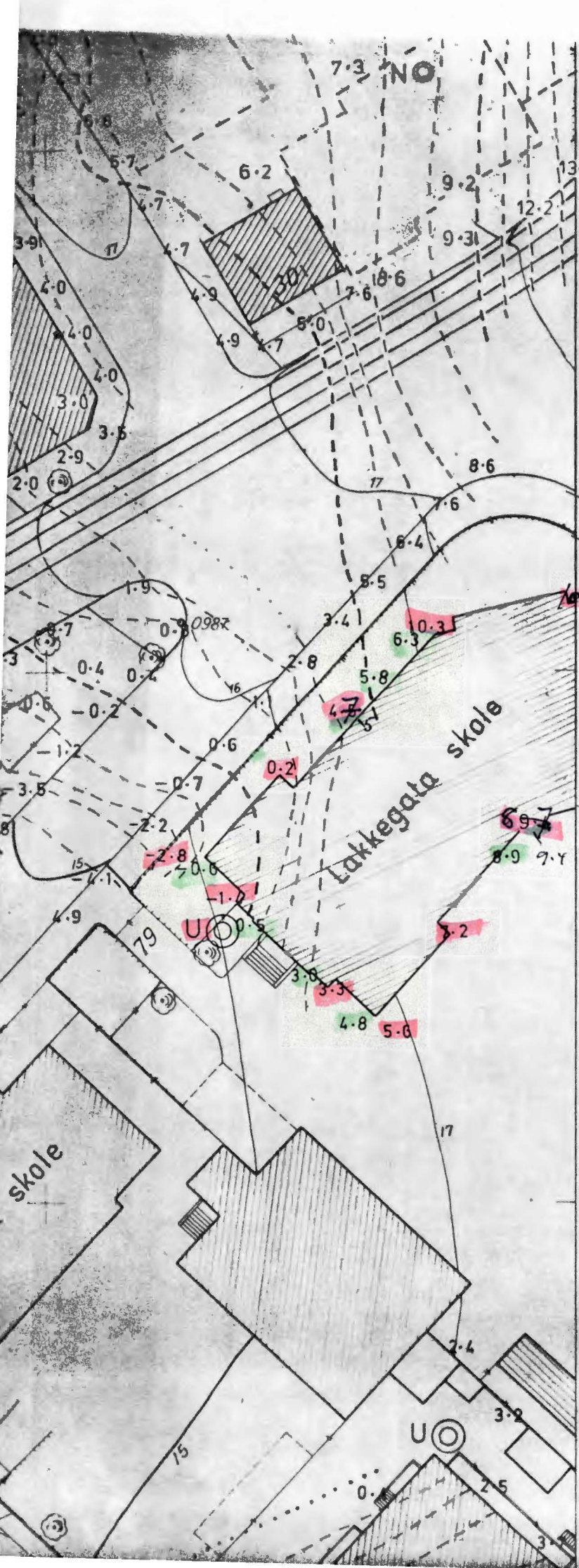
Lakkegaten

N

Tegnforklaring:

- Hullm ○ Kote terrang.
- Kote ant. fjell eller fast lag
- Bordenybde
- ⊙ Prøveboring
- Tall i parantes: Boret stoppet opp i fast lag.

Lakkegaten skole Bor- og situasjonsplan	Målestokk	Tegn. Mars 60. V.S.
	1:200	Trac.
Oslo kommune DEN GEOTEKNISKE KONSULENT	R. 345 - 60	
	- bilag 1.	



høyre tall fra Lasse

Lasses tall 70% skulle om bygnings lov

Lakkegata skole

- R 345
- Lasse Bl. 253



skole

U

15

17

2.4

3.2

2.5

3.1

0.1

0.2

0.3

0.4

0.5

0.6

0.7

0.8

0.9

1.0

1.1

1.2

1.3

1.4

1.5

1.6

1.7

1.8

1.9

2.0

2.1

2.2

2.3

2.4

2.5

2.6

2.7

2.8

2.9

3.0

3.1

3.2

3.3

3.4

3.5

3.6

3.7

3.8

3.9

4.0

4.1

4.2

4.3

4.4

4.5

4.6

4.7

4.8

4.9

5.0

5.1

5.2

5.3

5.4

5.5

5.6

5.7

5.8

5.9

6.0

6.1

6.2

6.3

6.4

6.5

6.6

6.7

6.8

6.9

7.0

7.1

7.2

7.3

7.4

7.5

7.6

7.7

7.8

7.9

8.0

8.1

8.2

8.3

8.4

8.5

8.6

8.7

8.8

8.9

9.0

9.1

9.2

9.3

9.4

9.5

9.6

9.7

9.8

9.9

10.0

10.1

10.2

10.3

10.4

10.5

10.6

10.7

10.8

10.9

11.0

11.1

11.2

11.3

11.4

11.5

11.6

11.7

11.8

11.9

12.0

12.1

12.2

12.3

12.4

12.5

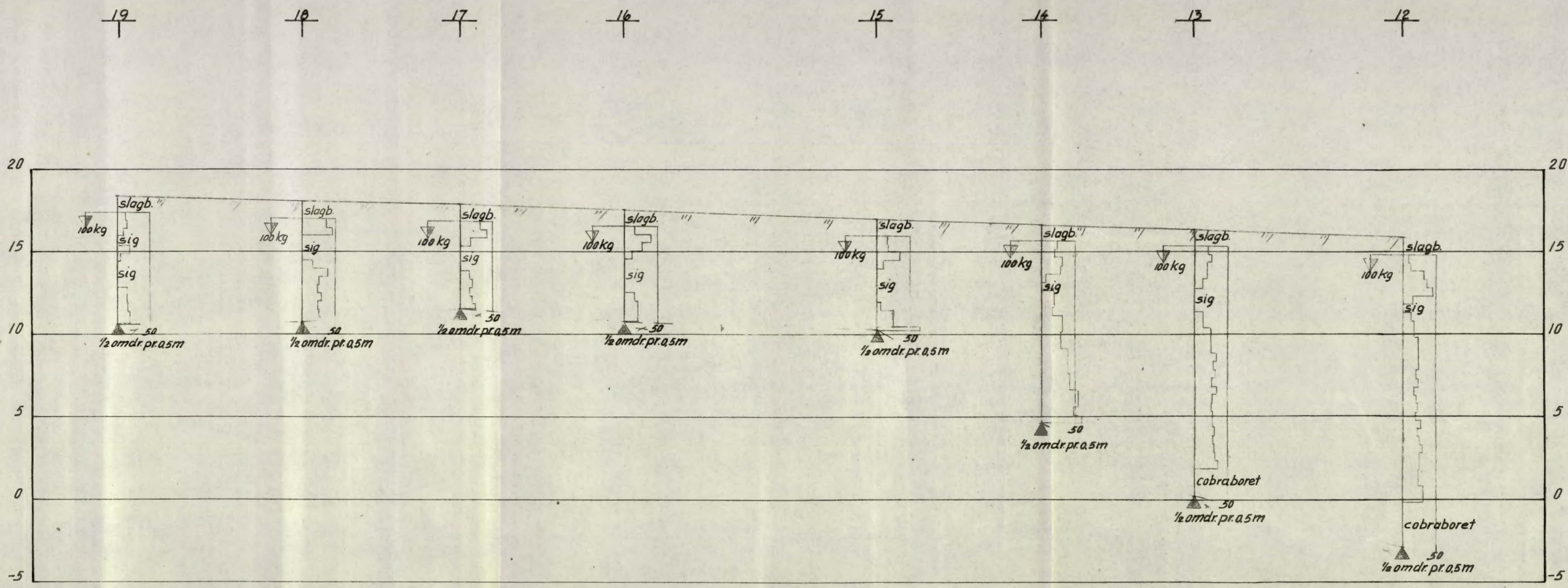
12.6

12.7

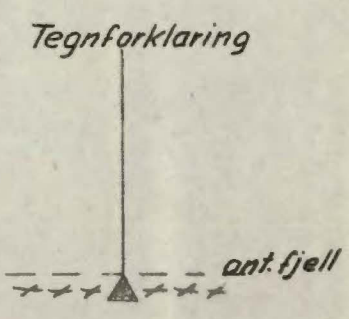
12.8

12.9

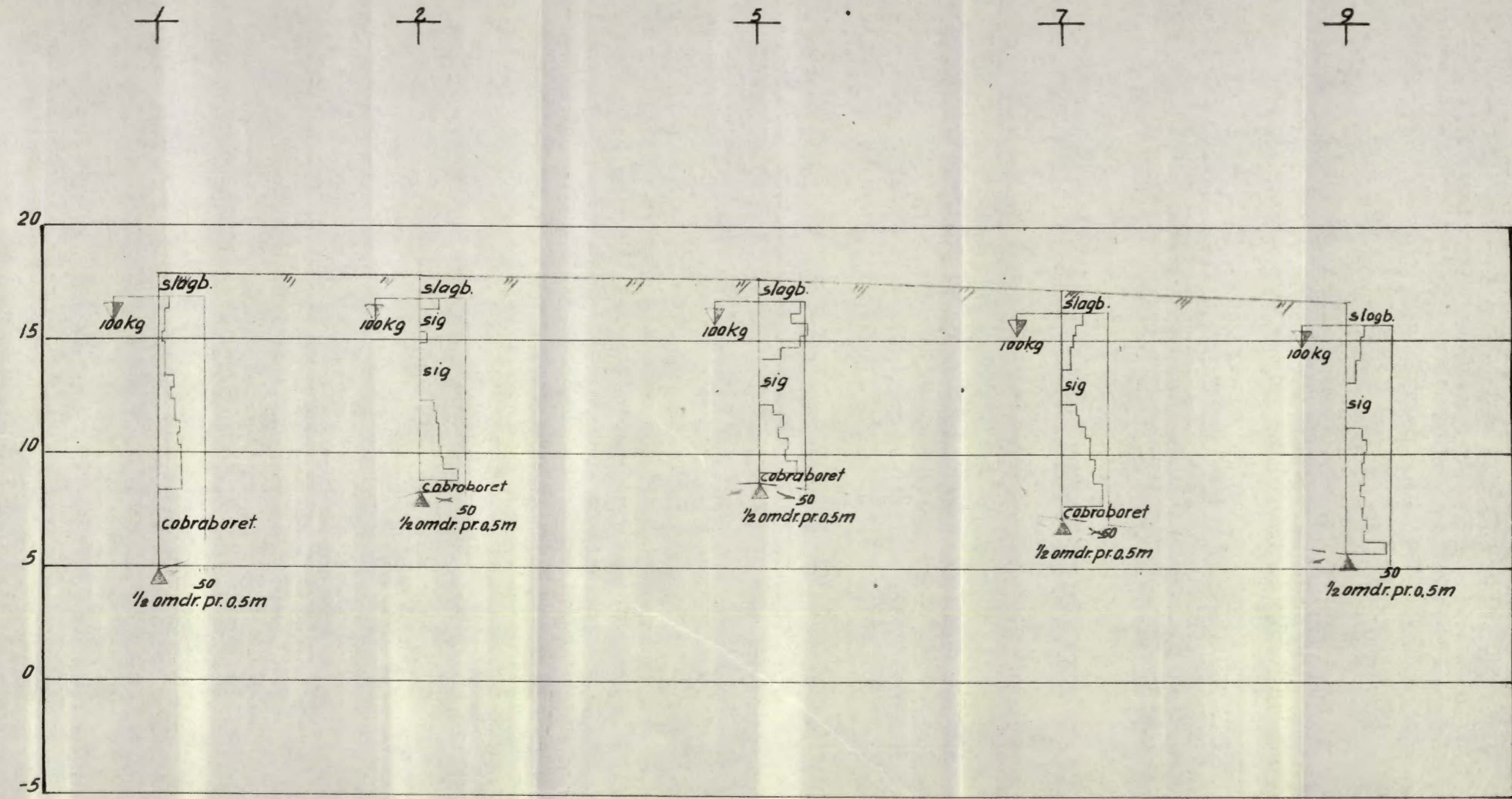
13.0



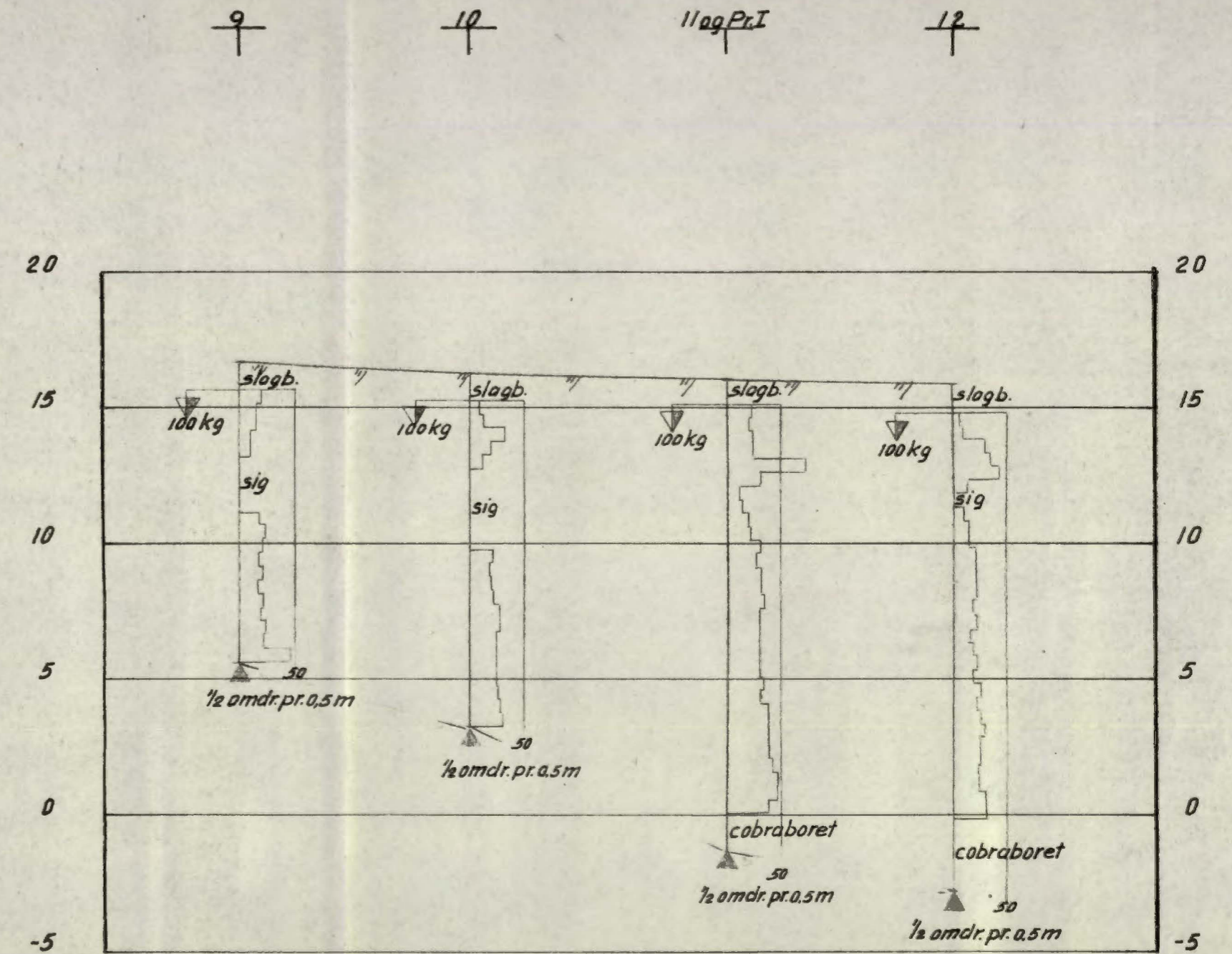
Profil I, fasade Blydtsgate - Lakkegaten



Lakkegaten skole Profil I	Målestokk	Tegn. Mars 60. K.S.
	1:200	Trac.
Oslo kommune DEN GEOTEKNISKE KONSULENT	R-345-60	
	- bilag 3	

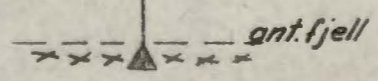


Profil II fasadetilgårdsplass

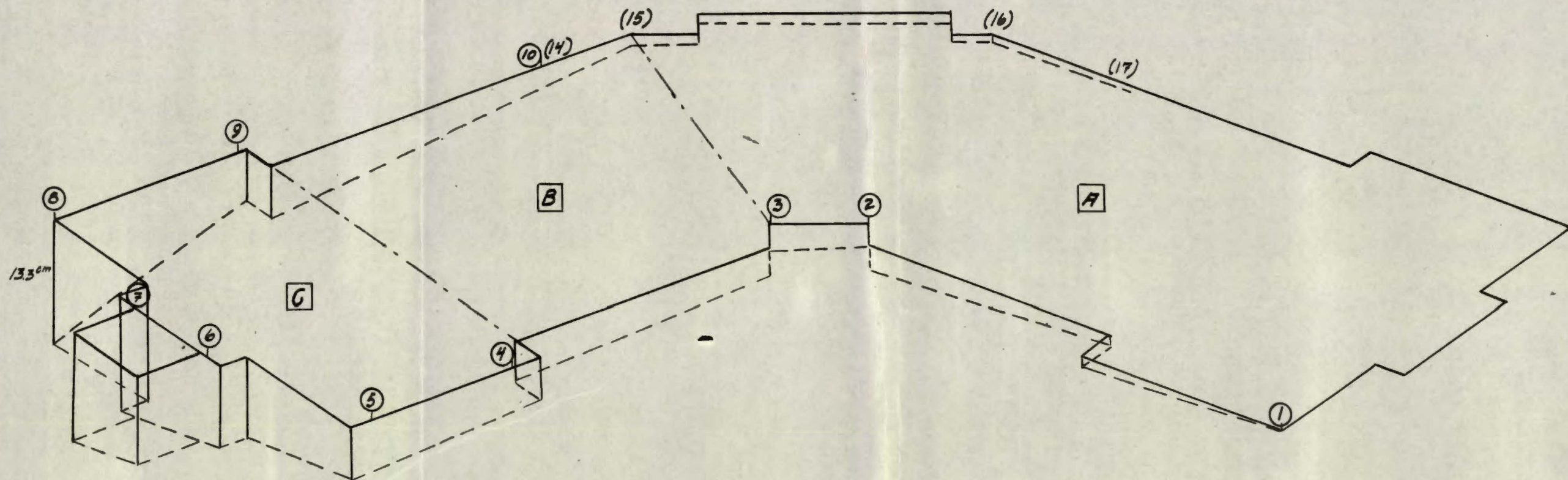


Profil III gavl.

Tegnforklaring



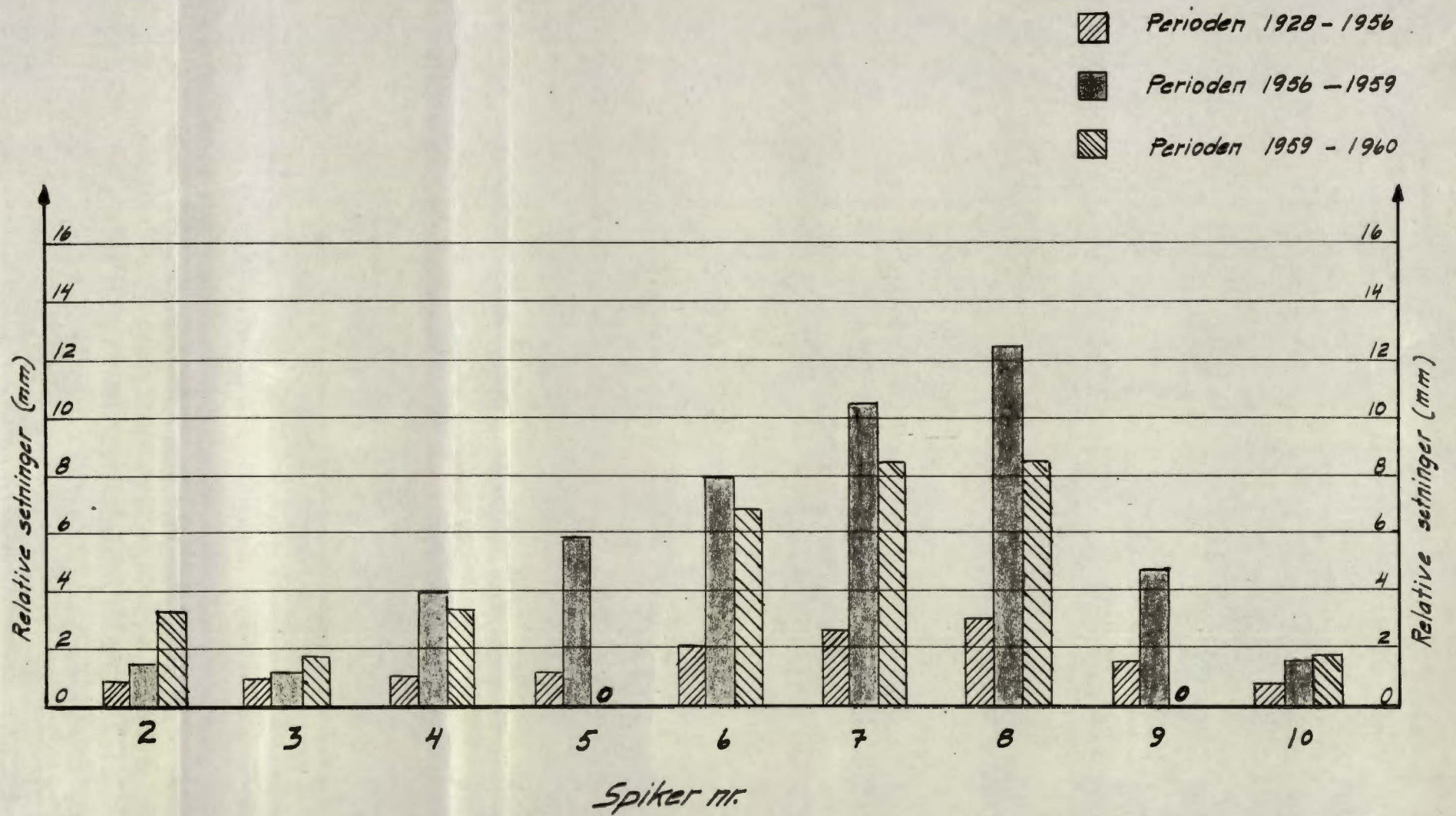
Lakkegaten skole Profilene II og III	Målestokk	Tegn. Mars 60 K.S.
	1:200	Trec.
Oslo kommune DEN GEOTEKNISKE KONSULENT		R-345-60 - bilag 4



M: } 10cm synkning.

○: Nivellemant på spiker
 (): — — — " mursokkel

<u>Lakkegaten Skole.</u>		Målestokk	Tegn.
Målte rel. setninger fra 1928 til 2015-1960.			Trac. 8/3-61 TF.
Oslo kommune DEN GEOTEKNISKE KONSULENT		R-345-60 - bilag 5.	

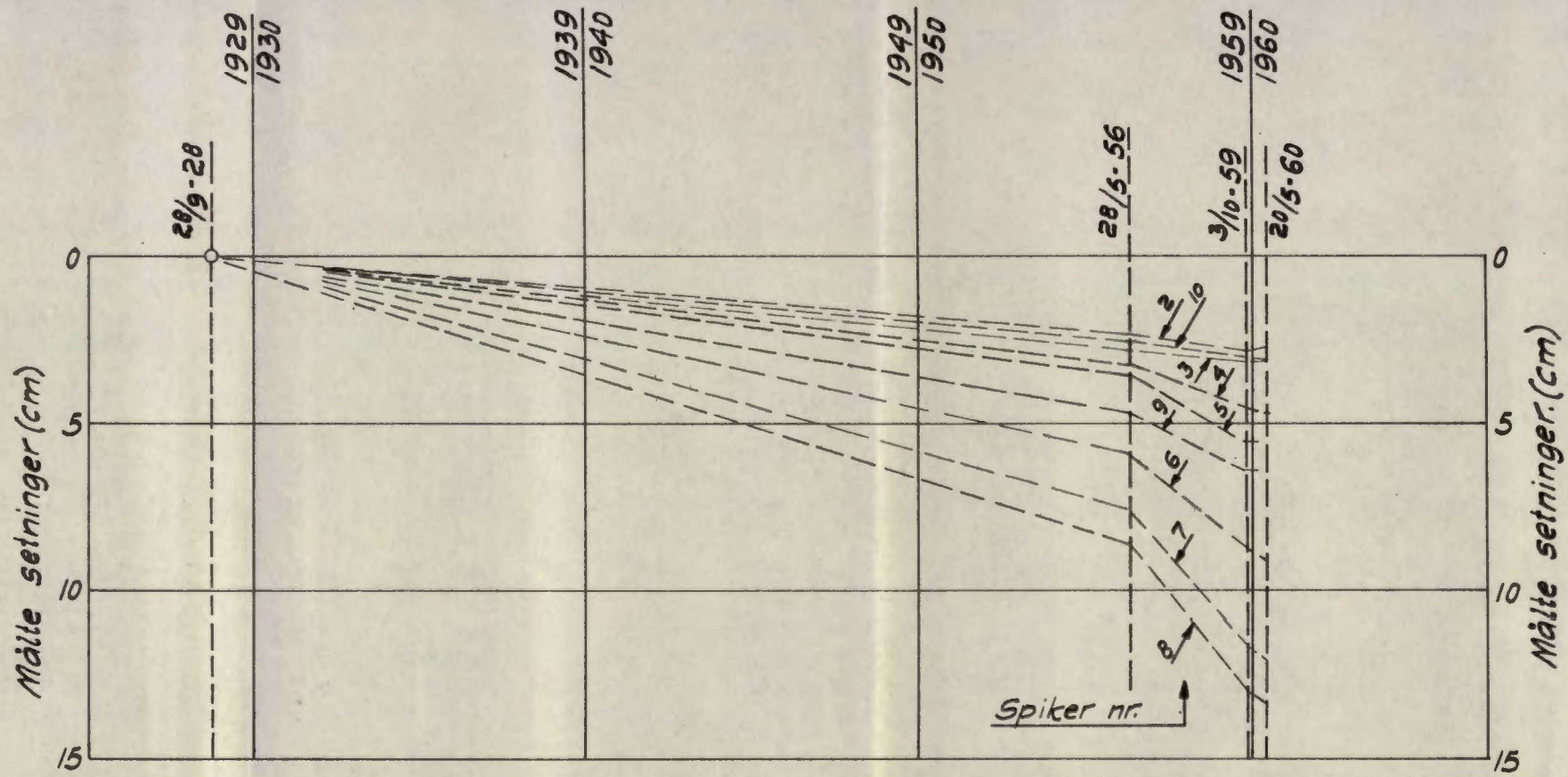


Lakkegaten Skole.
 Målte relative setninger
 i middel pr. år.

Målestokk Tegn.
 Trac. 9/3-61 TF

Oslo kommune
 DEN GEOTEKNISKE KONSULENT

R- 345-60
 - bilag 6.



<u>Lakkegata skole.</u>		Målestokk	Taget 14/3-61.H.M.
<u>Setningsforløpet fra 1928-1960.</u>		Tracé	
Oslo kommune DEN GEOTEKNISKE KONSULENT		R - 345 - 60.	NODa.
		- bilag 7	