

**OSLO KOMMUNE**  
DEN GEOTEKNISKE KONSULENT

**RAPPORT OVER:**

Geotekniske undersøkelser for nybygg for  
Oslo helseråd på St. Olavs plass 5.

1. del.

R - 249 - 58.

26. januar 1960.

**OVERFØRT TIL KARTOTEK**

DATO:

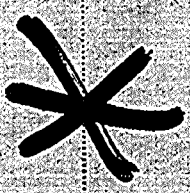
SIGN:



HEIMDAL

**HURTIGHEFTE**

A 4 - Nr. 3100



tilhører Undergrundsarbeidet  
Balken 11/1960

anso/85  
129

Oslo kommune

Den geotekniske konsulent

Rapport over :

Geotekniske undersøkelser for nybygg for Oslo helseråd på  
St. Olavs plass 5.

1. del.

R - 249 - 58.

26. januar 1960.

- Bilag 0: Signaturforklaring  
" 1: Situasjons- og berplan  
" 2: Profil 35 - 40  
" 3: " 34 - 6  
" 4: " 33 - 12 og 32 - 18  
" ✓ 5: " 31 - 22, 30 - 25 og 29 - 27.  
" 6: Fjellkotekart fra Undergrunnskartverket  
" 7: Jordprofil Pr. 39  
" 8: " Pr. 33/34  
" 9: " Pr. 1/2  
" 10: " Pr. 5/6  
" 11: " Pr. 15 + 5 m  
" 12: " Pr. 22/25  
" 13: " Vb. 3/4  
" 14: " Vb. 14 + 2 m.  
" 15: " Vb. 18 + 1 m.  
" 16: Diagram til bestemmelse av kritisk gravedybde for avstivede utgravninger i leire.  
" 17: Diagram til bestemmelse av avstivningskrefter ved avstivede utgravninger i leire.

Innledning:

På en tomt begrenset av Pilestredet, Universitetsgaten, St. Olavs plass og St. Olavs gate skal oppføres et nybygg for Oslo Helseråd.

Arkitekt for bygget er ark. Erling Viksjø. ~~Till grunn for~~<sup>den</sup> geotekniske undersøkelse er lagt de endrete tegninger fra januar 59.

Av denne fremgår at kjellernivå langs fasadene ligger på kote + 10,8, (fundamentnivå + 9,8) med et dypere parti i midten som ligger på kote + 9,8 m. (Nødvendig gravedybde blir ca. 0.5 m. under denne angitte kote.)

Oslo kommunes geotekniske konsulent er anmodet om å utføre de nødvendige geotekniske undersøkelser.

Kontoret vil legge frem resultatene av undersøkelsen i en rapport, inndelt i tre deler.

Første del vil omfatte resultatene av grunnundersøkelsene utført pr. 15/1 d.å. Opplysninger om dybder til fjell, løsmassenes egenskaper og den betydning de har for gjennomføringen av det planlagte nybygg vil bli behandlet.

I annen del vil det bli redegjort for de setningsnivellemerter som er igangsatt på naboeiendommene, målinger av grunnvannstanden og dens variasjoner med f.eks. årstidene.

Tredje og eventuelt en fjerde del vil behandle utgravningsarbeidernes utførelse, endelige fundamenteringsmetoder og de krav som stilles ved gjennomføringen av disse.

Dessuten vil de spesielle hensyn som må tas for å motvirke skader på gatene med ledninger og naboeiendommer under utgravning og sprengning, bli detaljert behandlet.

Denne del skal gå med som et bilag i anbudsmaterialet.

Det er derfor av største betydning at det under detaljprosjekteringen er et intimt samarbeide mellom de utførende arkitekter og geoteknikerne ved dette kontor.

Markarbeidet:

Borlag fra kontorets markavdeling har utført markarbeidet.

Pr. 26/1 d.å. er utført 32 dreieboringer og 3 slagboringer til meget faste lag eller antatt fjell.

Av løsmassene er tatt seks prøveserier foruten at skjærfastheten in situ er målt i tre hull med vingebor.

Beliggenheten av samtlige borpunkter er vist på situasjonsplanen, bilag 1.

Nedenfor følger en kort beskrivelse av de anvendte bormetoder:

Dreieboring:

Det anvendte borutstyr består av 20 mm borstenger i 1 m lengde som skrues sammen med glatte skjöter. 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.

Slagboring:

Det anvendte borutstyr består av et sett 25 mm borstenger med lengdene 1, 2, 3, 4, 5 og 6 m. Stengene blir slått ned inntil antatt fjell er nådd. (Bestemmes ved fjellklang.)

Vingeboring:

Skjærfastheten bestemmes i marken ved hjelp av vingebor. Et vingekors som er presset ned i grunnen dreies rundt med en bestemt jamn hastighet inntil en oppnår brudd.

Maksimalt torsjonsmoment under dreiningen gir grunnlag for beregning av skjærfastheten.

Grunnens skjærfasthet bestemmes først i "uforstyrret" og etter brudd i omrørt tilstand.

Målingene utføres i forskjellige dybder.

Ved vurdering av vingeborresultatene må en være oppmerksom på at målingene kan gi gale verdier dersom det finnes sand, grus eller stein i grunnen.

Skjærfasthetsverdien kan bli for stor dersom det ligger en stein ved vingen, og den målte verdi kan bli for lav dersom det presses ned en stein foran vingen, slik at leira omrøres før målingen.

Prøvetaking:

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

Laboratorieundersøkelser:

De opptatte prøver er undersøkt på kontorets laboratorium.

Hver prøve er besiktiget og en jordartsbeskrivelse er utarbeidet. De er angitt på bilagene 6 - 12 som også inneholder resultatene av laboratorieundersøkelsene.

Følgende rutinebestemmelser er utført:

Romvekt  $(t/m^3)$  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  $s$  ( $tf/m^2$ ) er bestemt ved enaksede trykkforsøk. Prøven med tverrsnitt 3,6 x 3,6 cm. og høyde 10 cm. skjæres ut i senter av opptatt prøve,  $\phi$  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  $S_t = \frac{g}{s}$ , 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.

#### Beskrivelse av terreng- og grunnforhold:

Det undersøkte området som er begrenset av Pilestredet, Universitetsgaten, St. Olavs plass og St. Olavs gate ligger mellom kotene 13,9 og 17,8 m. Idet terrenget faller noe fra St. Olavs plass mot Pilestredet.

På tomten er mot de nevnte gater en eldre bebyggelse som er vist på situasjonsplanen, bilag 1.

#### Dybdene til fjell:

På bilag 1 er ved hvert borpunkt angitt kote terreng, kote antatt fjell og dybden. Det er angitt variasjoner i dybdene til antatt fjell mellom ca. 2,0 m og ca. 20,0 m. De minste dybder forekommer ved St. Olavs plass og de største ved Pilestredet.

Ved Undergrunnskartverket (som er en avdeling ved dette kontor) er utarbeidet et fjellkotekart for dette strøk. Formålet med et slikt kart er å angi fjellets forløp i store trekk i et distrikt.

Sammenlikner man borerresultatene med fjellkotekartet som er vist på bilag 5 finner man meget god overensstemmelse.

Av dette bilag fremgår at fjelloverflaten faller av mot vest.

#### Løsmassene:

Vingebor- og prøvetakingsresultatene er vist på bilagene 6 - 15. Her er angitt jordartsbedømmelser og laboratorieresultater for romvekt, naturlig vanninnhold, flyte- og utrullingsgrensen, skjærfasthet og sensitivitet.

På bilagene 2 - 4 er opptegnet 6 profiler lagt parallelt med Pilestredet.

På profilene er angitt terreng- og antatt fjelloverflate. I hvert borpunkt er angitt dreieborresultatene ved et diagram, foruten at skjærfasthetens variasjoner er angitt i de punkter den er målt.

Løsmassene kan i store trekk beskrives således:

Under et 1,0 til 2,5 m lag av fyllmasser (vesentlig fra byggeplassen) er en fast tørrskorpelære, som ca. 2,5 til 3,0 m. u. t. går over i en intakt leire som går ned til fjell.

Leiras skjærfasthet avtar med dybden.

Den varierer mellom 3,5 og 1,5 t/m<sup>2</sup>.

Der dybdene til fjell er størst er de minste skjærfasthetsverdier.

Prøveseriene i profil nærmest Pilestredet viser liten variasjon i skjærfastheten som ligger mellom 1.5 og 2.5 t/m<sup>2</sup>.

Like under tørrskorpen er leiren meget sensitiv eller kvikk.

Men går ca. 7.0 - 8.0 m. u. t. over i en meget kvikk leire.

Av prøveseriene fremgår det at leiren inneholder sand- og gruskorn og spesielt prøveserie 1/2 er sandholdig leire ved fjellet.

Korrosjonsfaren for stålpeler vil bli undersøkt samtidig med at prøver av fjellet vil bli tatt. Arealet ligger på grensen mellom alunskifer og ordovicisk leirskifer.

En nærmere undersøkelse av fjellet vil derfor bli foretatt, da man ikke kan utelukke at det her er alunskifer.

#### Grunnvannstanden:

Observasjoner i prøvehullene har vist en fri grunnvannstand 2.5 til 3.2 m. u. t. De minste verdier er målt i prøvehullene 1/2 og 5/6, den største i prøvehull 15 + 5 m.

Piezometerinstallasjonene øverst i Universitetsgaten utført i 1956 har vist et vanntrykk på ca. 8.0 m. mot fjellet svarende til en grunnvannstand på ca. 2.0 m. u. t.

Nøyaktig bestemmelse av grunnvannstanden i løsmassene over fjell vil bli utført ved nedsatte piezometerinstallasjoner.

For eventuelle problemer i anleggsperioden er en fastlegging av variasjonene i grunnvannstanden av stor betydning.

#### Resultatenes betydning for prosjekteringen av det planlagte nybygg.

På bilagene 2 - 5 er opptegnet 7 profiler med resultatene av grunnundersøkelsene. På de samme bilag er inntegnet nødvendig utgravningsdybde etter de reviderte tegninger datert januar 59.

Av bilagene fremgår at bygningens østre halvdel kommer direkte på fjell og at dybdene til antatt fjell under nødvendig utgravningsdybde for vestre halvdel varierer mellom 0.0 og 18.0 m.

Fundamentering på fjell bør derfor gjennomføres for hele bygningen.

Den nødvendig utgravningsdybde er mindre enn dybden til antatt fjell (vestre halvdel) kan anvendes en kombinasjon av pilarer og peler.

Grensen mellom fundamentering direkte i og på fjell og med pilarer og peler må bestemmes ved supplerende boringer når fundamentsplanene foreligger. Dette gjelder også for dybdene til antatt fjell ved pilarer og pelegrupper.

Som pelemateriale kan her tenkes såvel stål som betong. Teknisk-økonomiske vurderinger må her utføres for å fastslå hva som er hensiktsmessig å bruke.

Dette kontor har utarbeidet retningslinjer for krav til materialene samt pelearbeidenes utførelse som vil bli behandlet i en senere rapport når peletype er fastlagt.

Korrosjonsfaren for eventuelle stålpeler vil bli undersøkt.

Tomten er begrenset av gater på alle kanter.

For utgravningsarbeidene melder seg derfor spesielle problemer i det gatene må holdes så intakte som mulig.

Med de foreliggende opplysninger kan man slutte at det er teknisk mulig å gjennomføre de nødvendige utgravninger for de kjellere som er angitt på arkitekt Viksjö's tegn. av jan. 59. under forutsetning av at spuntvegger rammes langs de ytre begrensingslinjer for tomten. Deretter utføres gravearbeidet for første underetasje. Fra det nye nivå rammes spuntvegger til fjell langs de ytre begrensingslinjer for annen underetasje.

Detaljer vedr. spuntvegger og avstivninger vil bli behandlet i en senere rapport.

For annen underetasje må det utføres en del sprengningsarbeider. Før disse arbeider blir påbegynt må spuntveggens "fot" sikres ved bolting og faststøpning.

Nødvendig fundamenteringsnivå ligger vesentlig under grunnvannstandens overflate. Over fjell ligger <sup>ofte</sup> et meget permeabelt lag av sand og grus dessuten kan fjellet være så oppsprukket at grunnvannet får lette tilstrømningsmuligheter til byggegruven. Dette kan medføre en midlertidig grunnvannstandssenkning som kan forårsake setninger av de nærmeste bygninger som er fundamentert direkte på løsmassene over fjell.

Her må alt gjøres for at spuntveggenes låser og overgangene mellom spuntvegg og fjell er så tette som mulig.

Dette gjelder også for fjellet.

Overfor entreprenøren må det understrekes at fundamenteringsarbeidene må utføres så hurtig som mulig.

Det forutsettes at det skal støpes vanntette kjellere.

I det foregående er redegjort for resultatene av grunnundersøkelsene utført pr. 15/1. d.å.

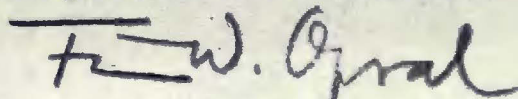
Resultatenes betydning for valg av fundamenteringsmetoder og fundamenteringsarbeidet er behandlet.

Det er understreket at mere detaljerte undersøkelser, som bl.a. omfatter bestemmelse av korrosjonsfaren for stålpeleler, opptaking av prøver av fjellet og nedsetting av piezometerinstallasjoner for kontroll av grunnvannstandens variasjoner, vil bli utført.

Når fundamenteringsplanene foreligger må dybdene til antatt fjell kontrolleres ved pelegrupper o.l.

Planene bør derfor oversendes så snart som mulig til dette kontor.

Oslo, den 26. januar 1960.  
Den geotekniske konsulent.



F. W. Opsal.

## Tegnforklaring og normer for betegnelse av jordarter

Signatur

Fyllmasse



Grus



Sand



Silt



Leire

Terrang



Ant. fjell



Ikke fjell

Hullnr. ○  $\frac{\text{Kote terr.}}{\text{Kote fj.}}$  Dybde til 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

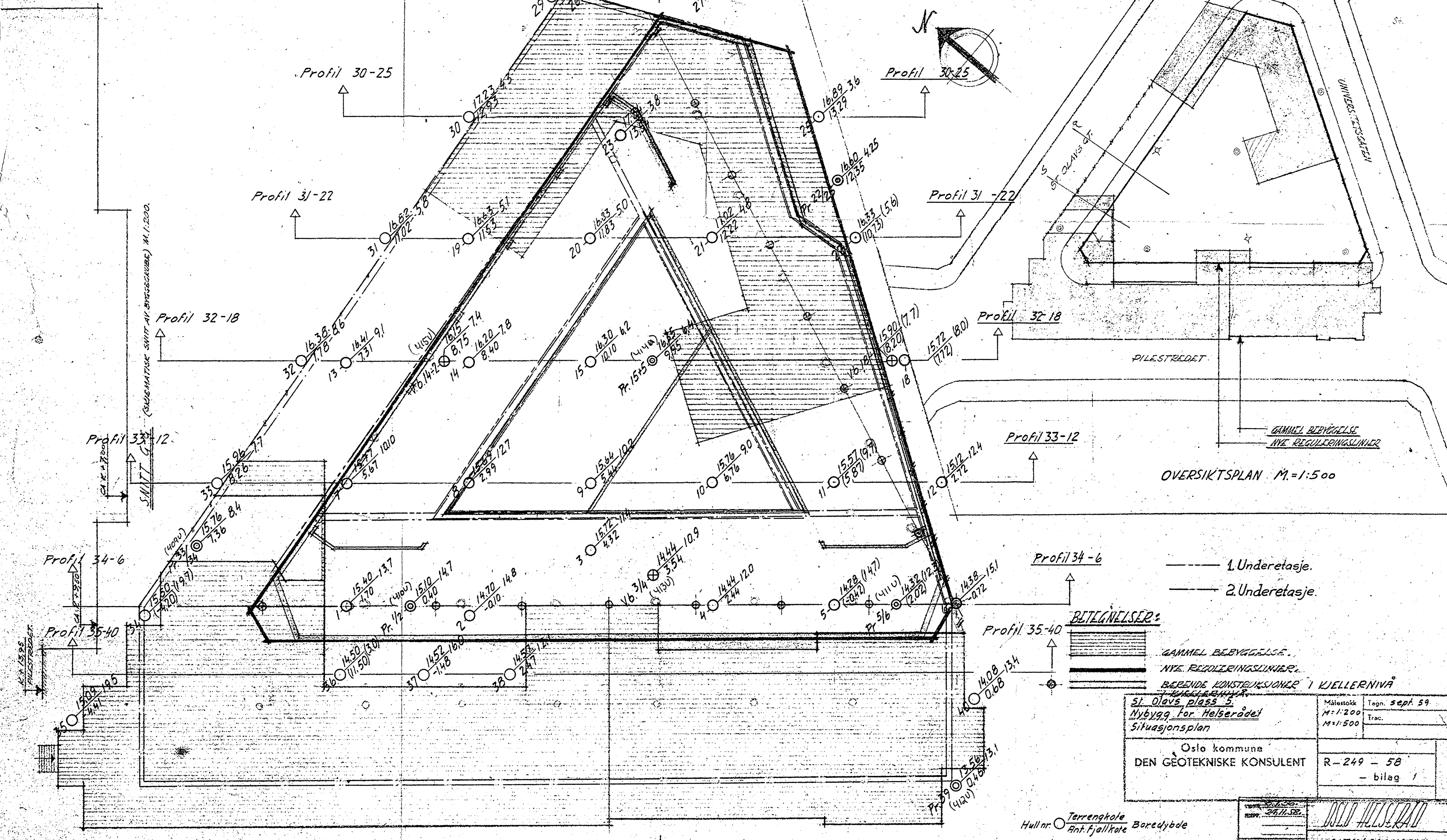
Skjærfasthet

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

K. 1700  
157 OLAVS PL.



SITUASJONSPLAN. M. 1:200.

OVERSIKTSPLAN M. 1:500

- 1. Underetasje.
- 2. Underetasje.

**BETEGNELSER:**

- GAMMEL BEBYGGELSE.
- NYE REGULERINGSLINJER.
- BEBENDE KONSTRUKSJONER I KJELLERNIVA

SI. Olavs plass 5 Nybygg for Helsreradet Situasjonsplan		Målestokk M. 1:200 M. 1:500	Tegn. sept. 59 Trac.
Oslo kommune DEN GEOTEKNISKE KONSULENT		R-249 - 58 - bilag 1	

- Hull nr. ○ Terrengkote
- Ant. fjallkote Boredybde
- Tall i parentes angir ikke fjell
- ⊙ Prøve
- ⊕ Vingeboring

24.11.59

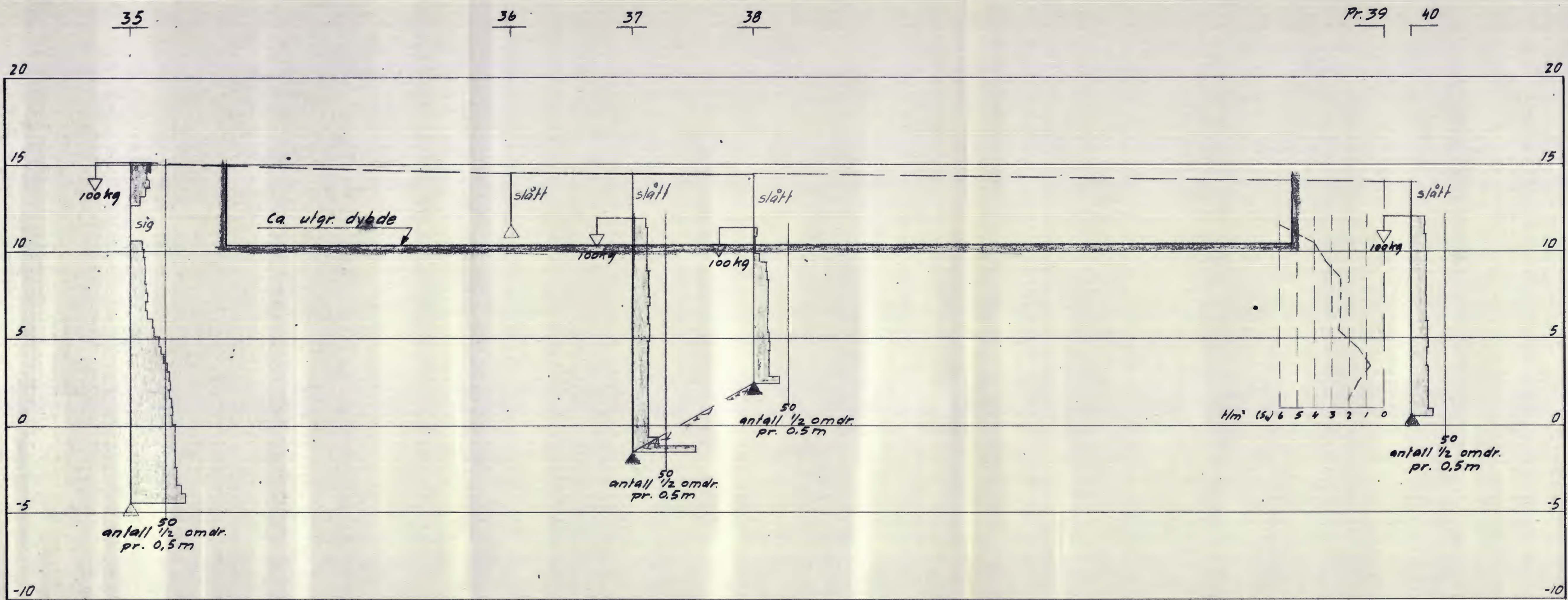
1:500  
1:200

**OSLO HELSERAD**

**SITUASJONSPLAN**

**ERLING VIKSJØ**  
ARKITEKT M.N.A.L.  
TORSGATA 17 - OSLO - TELF 41 20 85

NR. 27

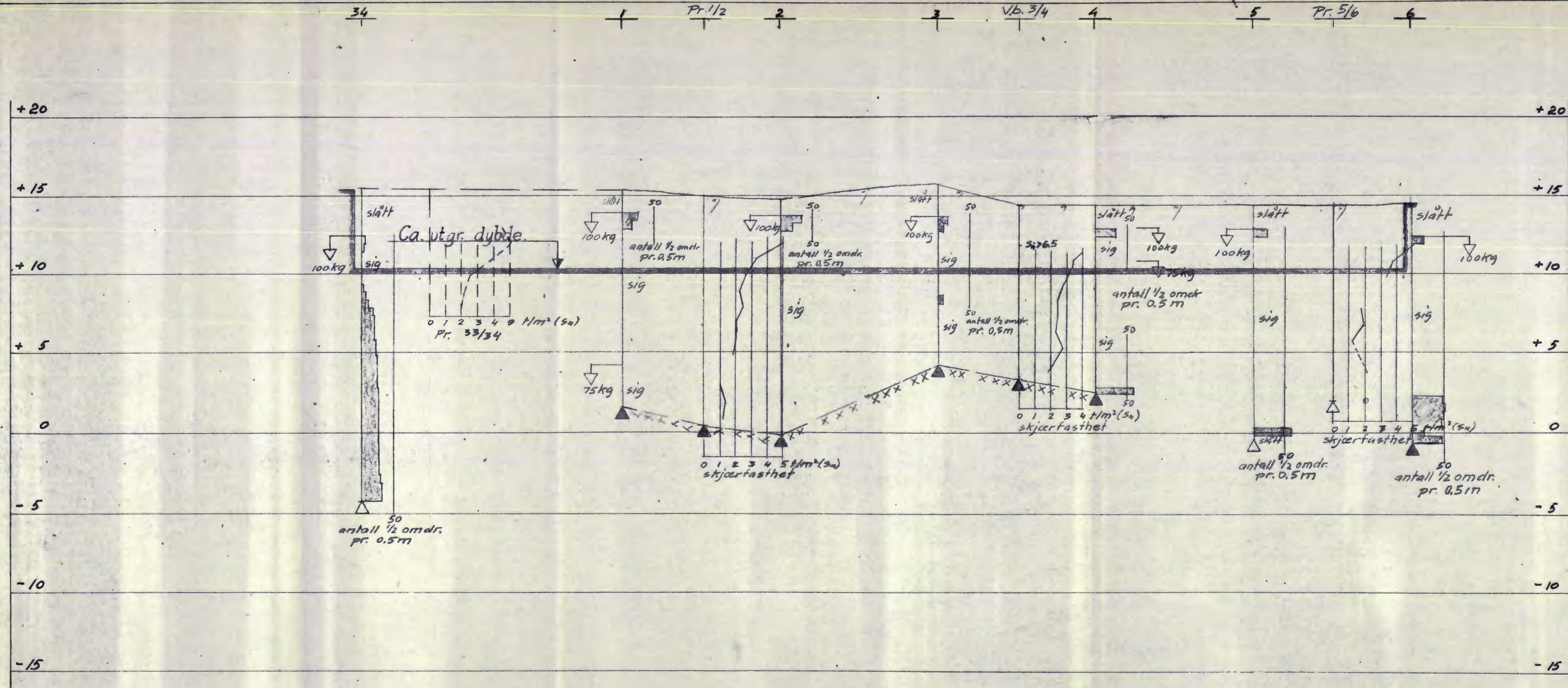


Profil 35-40

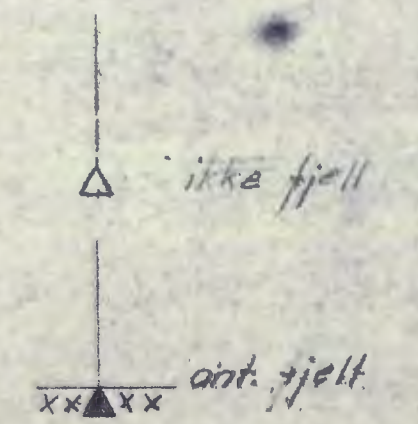
△ ikke fjell

▲ ant. fjell

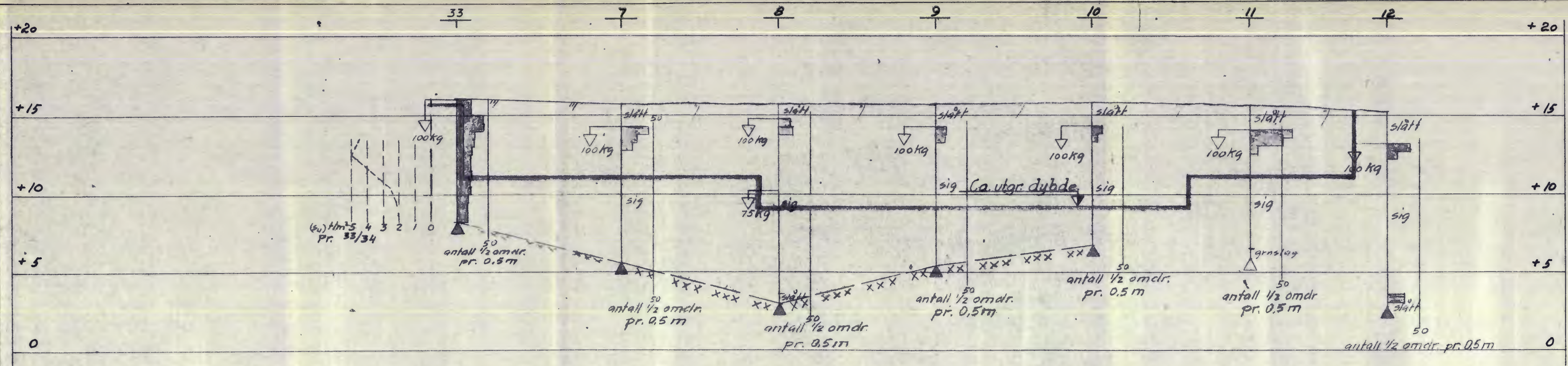
St. Olavs plass 5 Nybygg for Helserådet. Profil 35-40	Målest. 1:200	Tegn. Jan 60. SCh
	Trec.	
Oslo kommune DEN GEOTEKNISKE KONSULENT	R-249-58 -bilag 2	



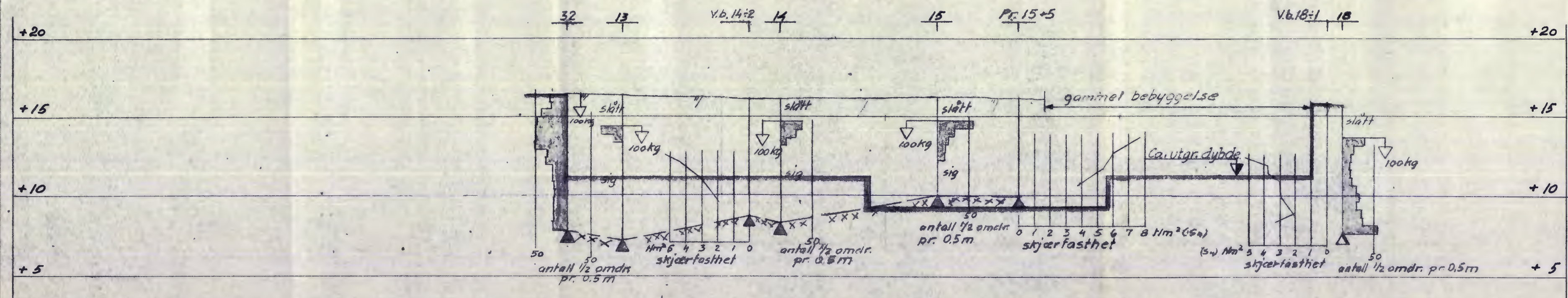
Profil 34-6



St. Olavs plass 5. Nybygg for Helserådet. Profil 34-6		Målestokk 1:200	Tegn. Sept. 59 Trac.
Oslo kommune DEN GEOTEKNISKE KONSULENT		R-249 - 58 - bilag 3	



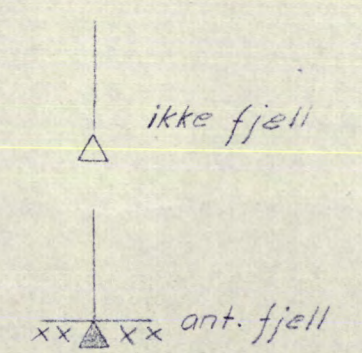
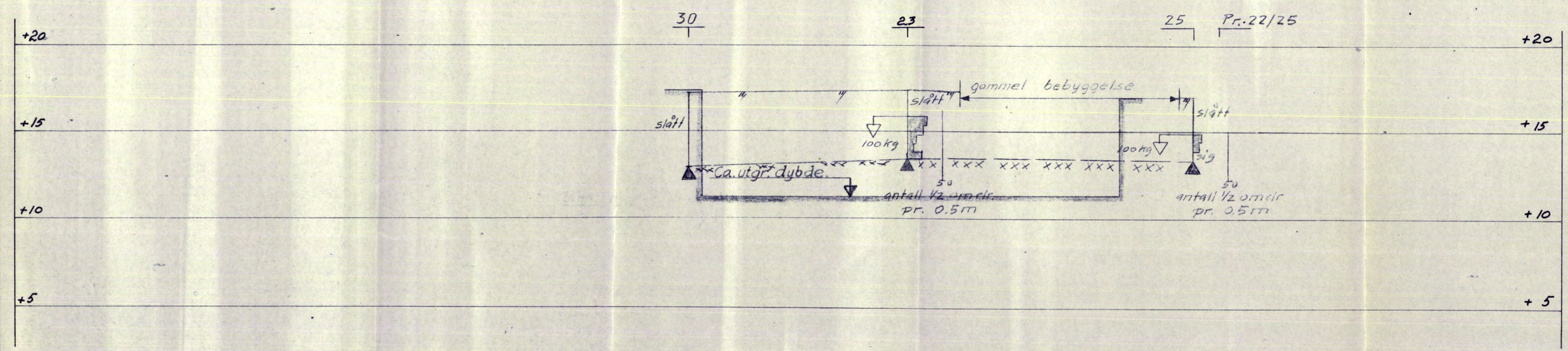
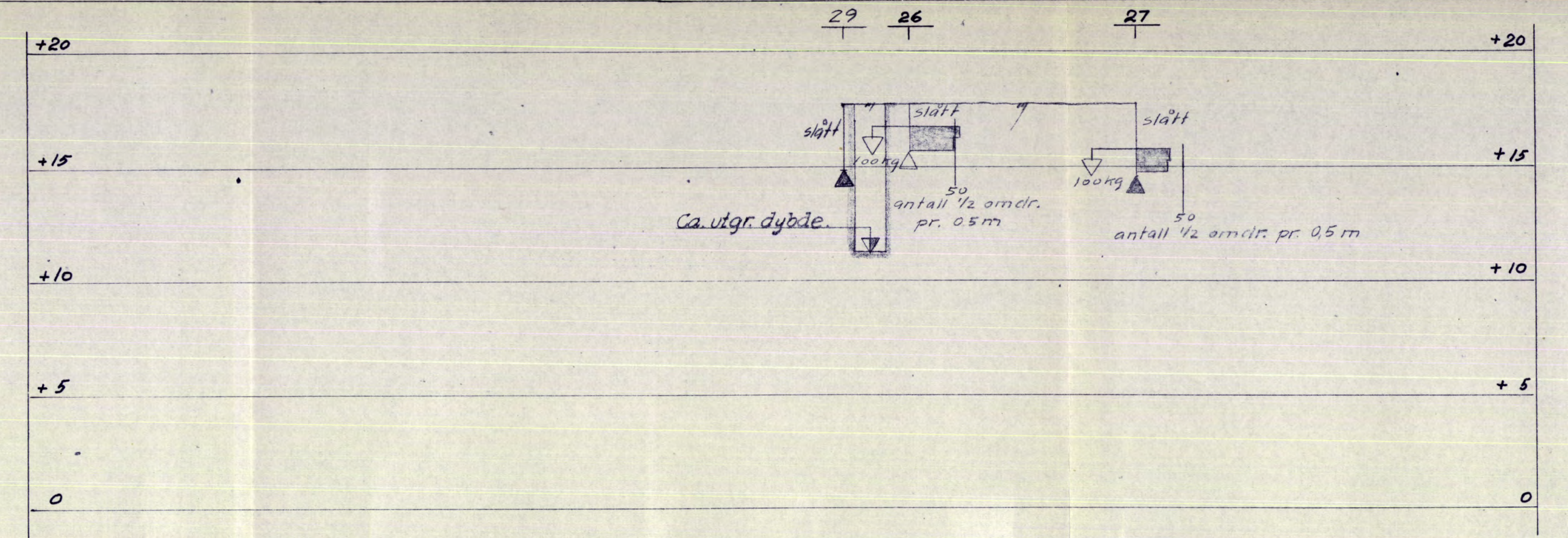
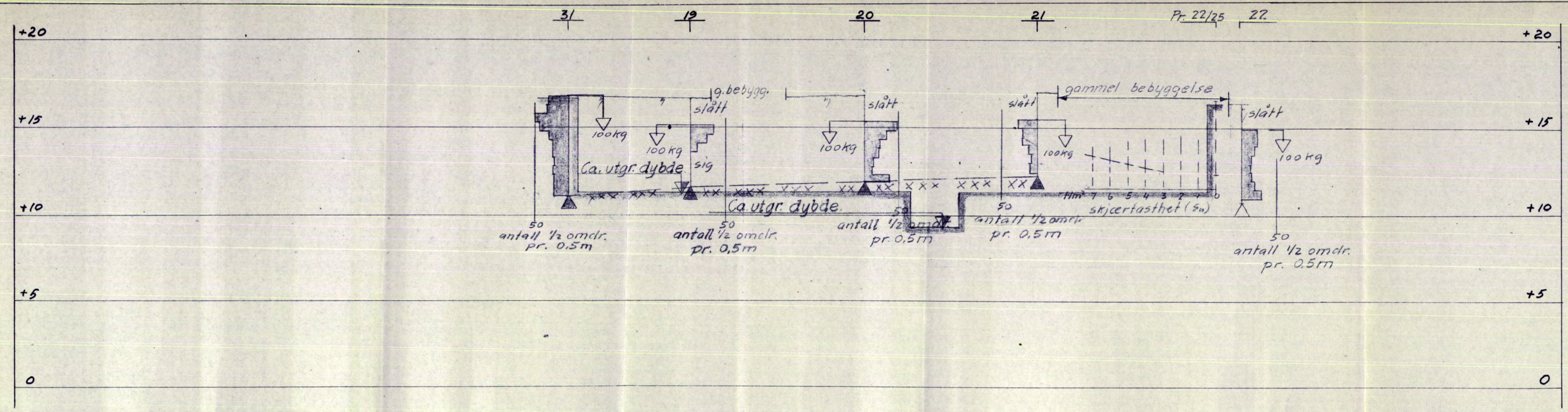
Profil 33-12



Profil 32-10

△ ikke fjell  
 xxx ant. fjell

St. Olavs plass 5		Målestokk	Tegn. sept. 59
Nybygg for Helserådet		1:200	Trac.
Profil 33-12 og 32-10			
Oslo kommune			
DEN GEOTEKNISKE KONSULENT		R-249-58	
		- bilag 4	



St. Olavs plass 5 Nybygg for Helserådet Profil 31-22, 30-25 og 29-27.		Målestokk 1:200	Tegn. Sept. 59 Trac.
Oslo kommune DEN GEOTEKNISKE KONSULENT		R-249-58 - bilag 5	



St. Olavs gate

St. Olavs



plass

F.N. 20  
16.220

Universitetsgaten

Pilestr.

Munchs gate

St. Olavs plass 5 Helserådet		Målestokk	Tegn.
Fjellkotekart fra		1:500	Tegn.
undergrunnskartverket			
Oslo kommune			
DEN GEOTEKNISKE KONSULENT		R-249-50	
		- bilag 5	

1951 I.T.E.





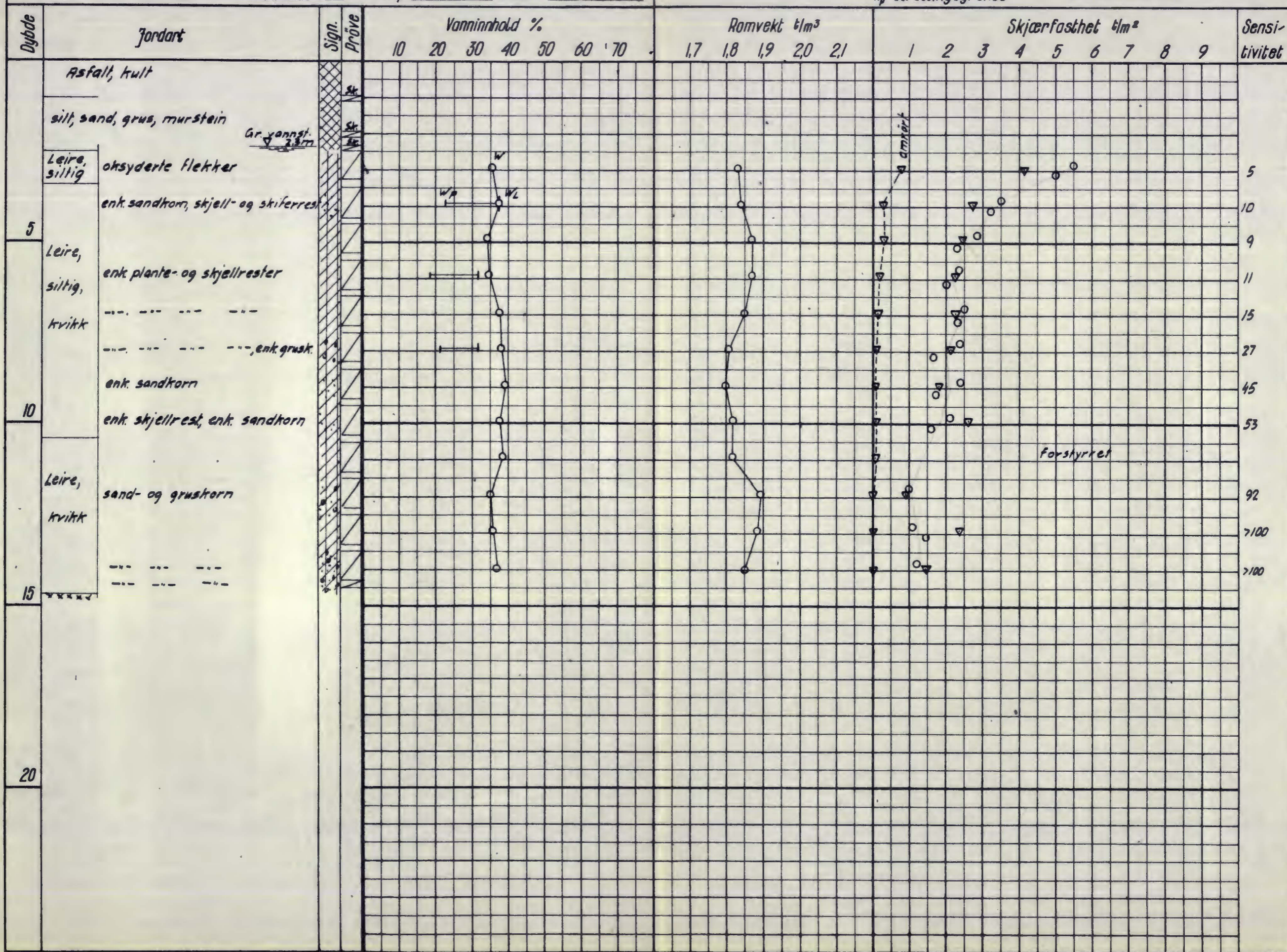
# BORPROFIL

Sted: Helserådet

Hull: 1/2 Bilag: 9  
Nivå: 15.10 Oppdr.: R-249-58  
Pr.  $\phi$ : 54 mm Dato: 7-4-59

## TEGNFORKLARING:

w = vanninnhold + vingebor  
w<sub>L</sub> = flytegrense ○ enkelt trykkforsøk  
w<sub>p</sub> = utrullingsgrense ▼ konusforsøk



**BORPROFIL**

Sted: Helsørådet

Hull: 5/6 Bilag: 10  
 Nivå: 14.32 Oppdr.: R-249-58  
 Pr.  $\phi$ : 54 mm Dato: 3-3-59

TEGNFORKLARING:

w = vanninnhold

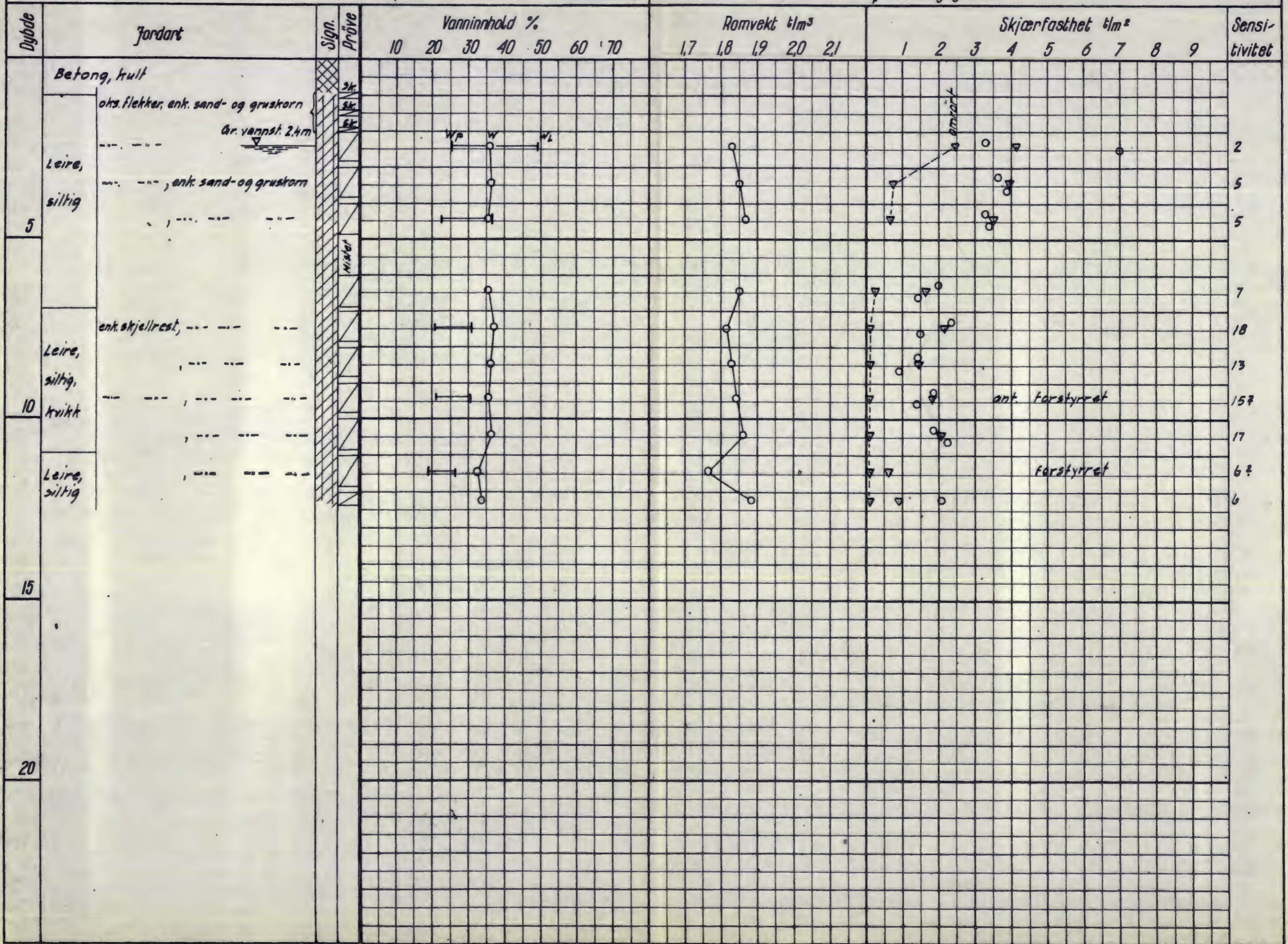
+ vingebor

w<sub>L</sub> = flytegrense

○ enkelt trykkforsøk

w<sub>p</sub> = utrullingsgrense

▽ konusforsøk



# BORPROFIL

Sted: Helserådet

Hull: 15+5 m Bilag: 11  
Nivå: 16,35 Oppdr.: R-249-58  
Pr.  $\phi$ : 54 mm Dato: 8-4-59

TEGNFORKLARING:

w = vanninnhold

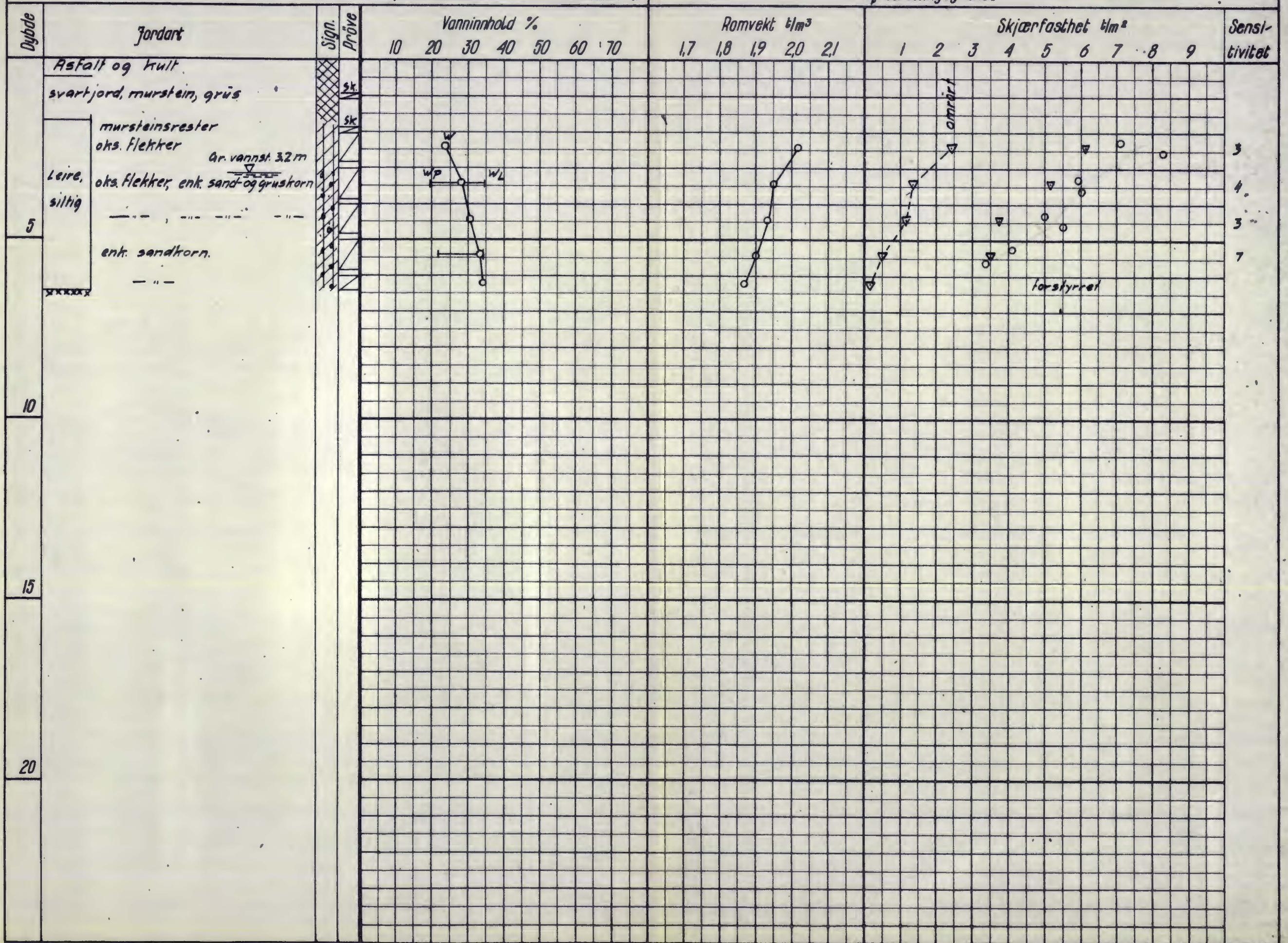
+ vingebor

w<sub>L</sub> = flytegrense

○ enkelt trykkforsøk

w<sub>p</sub> = utrullingsgrense

▽ konusforsøk



**BORPROFIL**

Sted: Helserådet

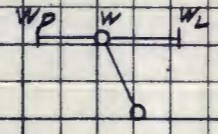
Hull: 22/25 Bilag: 12  
 Nivå: 16,60 Oppdr.: R-249-58  
 Pr.  $\phi$ : 54 mm Dato: 8-4-59

TEGNFORKLARING:

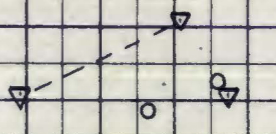
w = vanninnhold + vingebar  
 $w_L$  = flytegrense  $\odot$  enkelt trykkforsøk  
 $w_p$  = utrullingsgrense  $\nabla$  konusforsøk

Dybde	Jordart	Sign.	Prøve	Vanninnhold %							Romvekt $t/m^3$					Skjærfasthet $t/m^2$									Sensi- tivet
				10	20	30	40	50	60	70	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	Asfalt, kult.		sk																						
	stein, murstein, jord		sk																						
	ots. flekker		sk																						
5	Leire, siltig enk. sandkorn																								2
	enk. sand- og grusk.																								4
10																									
15																									
20																									

Ar. vannst. 3,2m  
 Gr. vannst. 3,2m

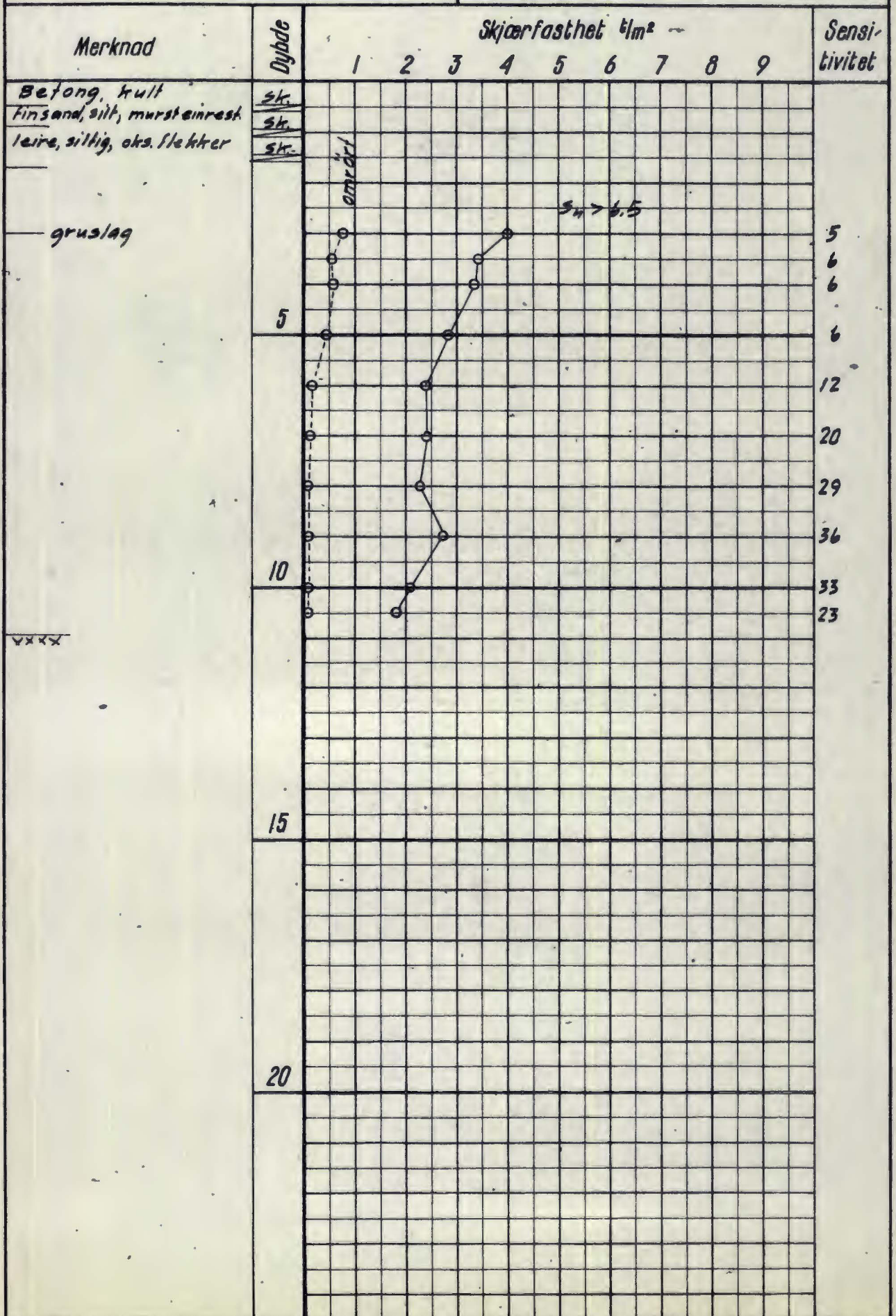


Ar. vannst. 3,2m



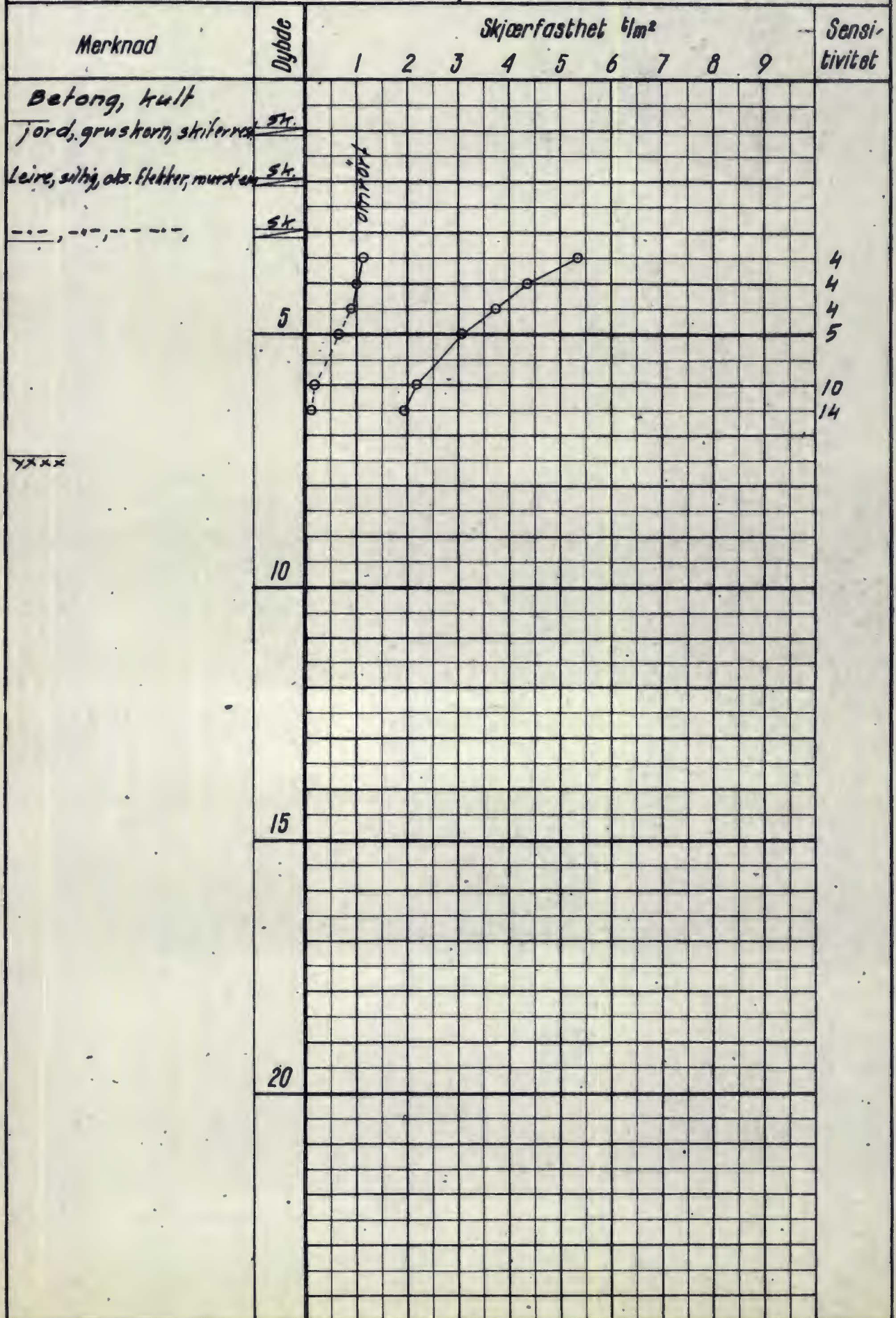
OSLO KOMMUNE  
 GEOTEKNISK KONSULENTS KONTOR  
**VINGEBORING**  
 Sted: Helserådet

Hull: 374 Bilag: 13  
 Nivå: 14.44 Oppdr.: R-249-58  
 Ving: 65 x 130 Dato: 3-4-59



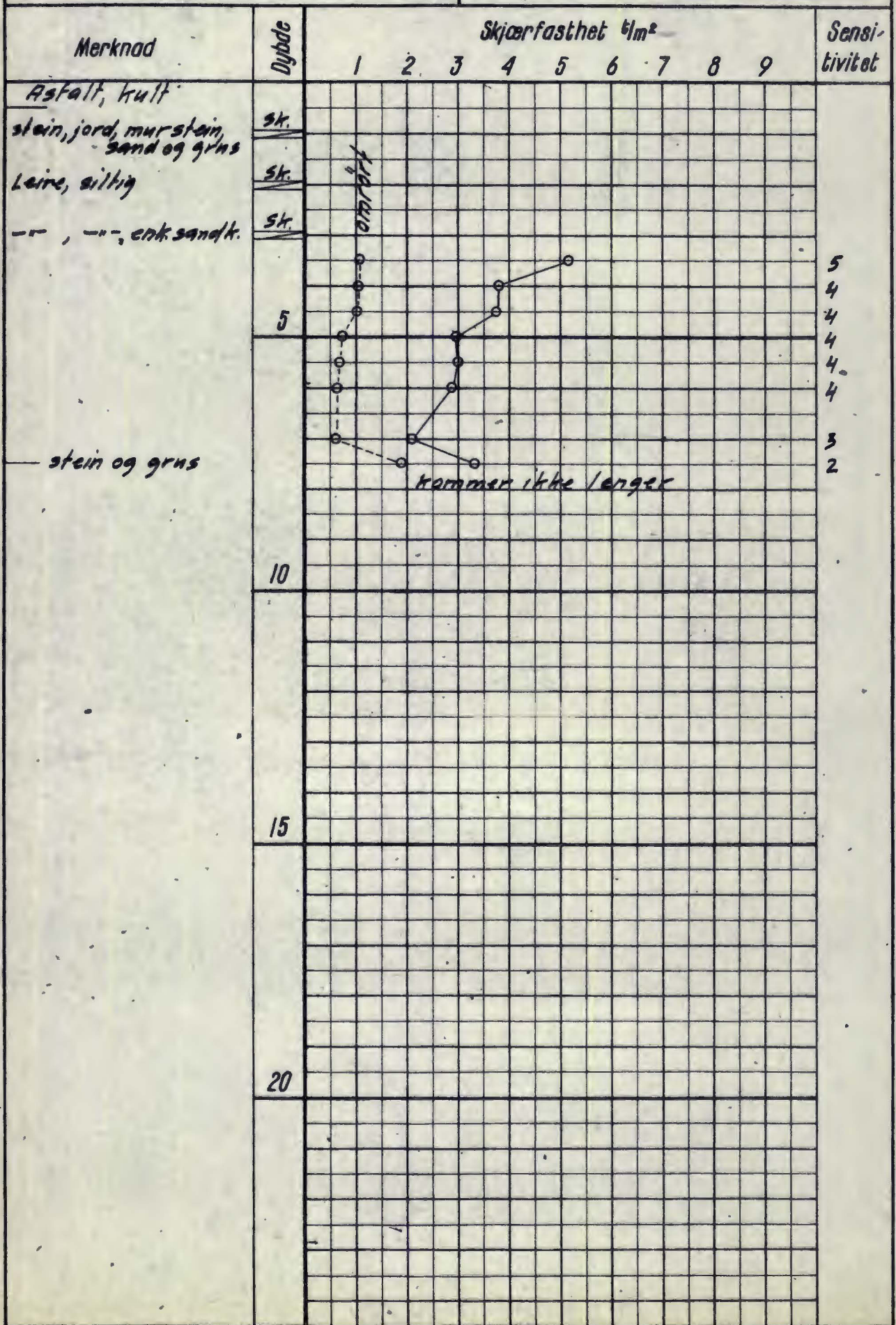
OSLO KOMMUNE  
 GEOTEKNISK KONSULENTS KONTOR  
 VINGEBORING  
 Sted: Helserådet

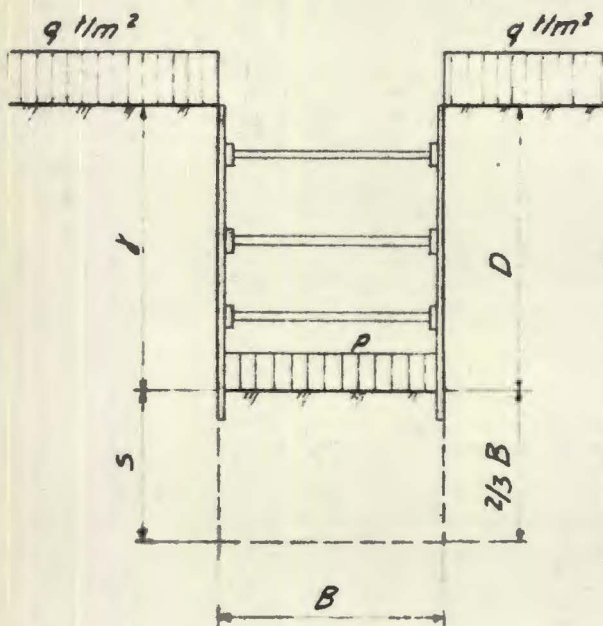
Hull: 14+2 Bilag: 14  
 Nivå: 16.15 Oppdr.: R-249-58  
 Ving: 65x130 Dato: 4-4-59



OSLO KOMMUNE  
 GEOTEKNISK KONSULENTS KONTOR  
 VINGEBORING  
 Sted: *Helserødet*

Hull: *18-1* Bilag: *15*  
 Nivå: *15.90* Oppdr.: *R-249-58*  
 Ving: *65x130* Dato: *6-4-59*

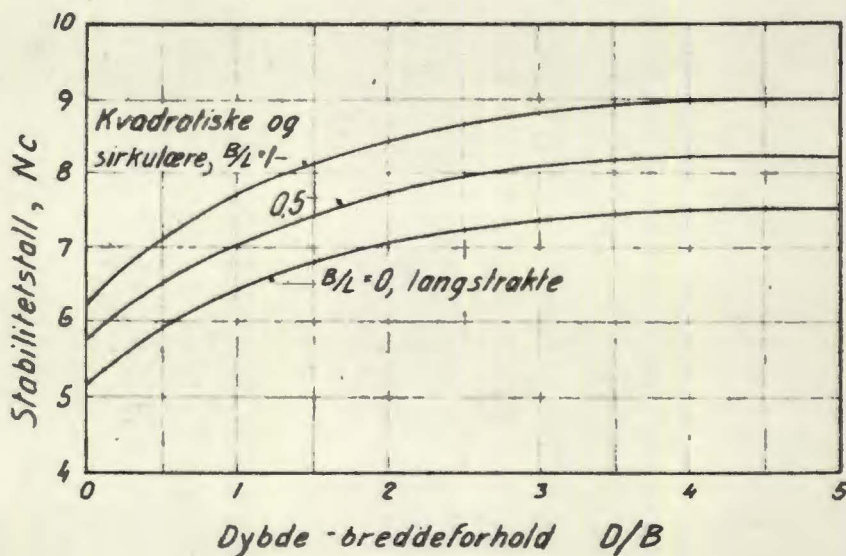




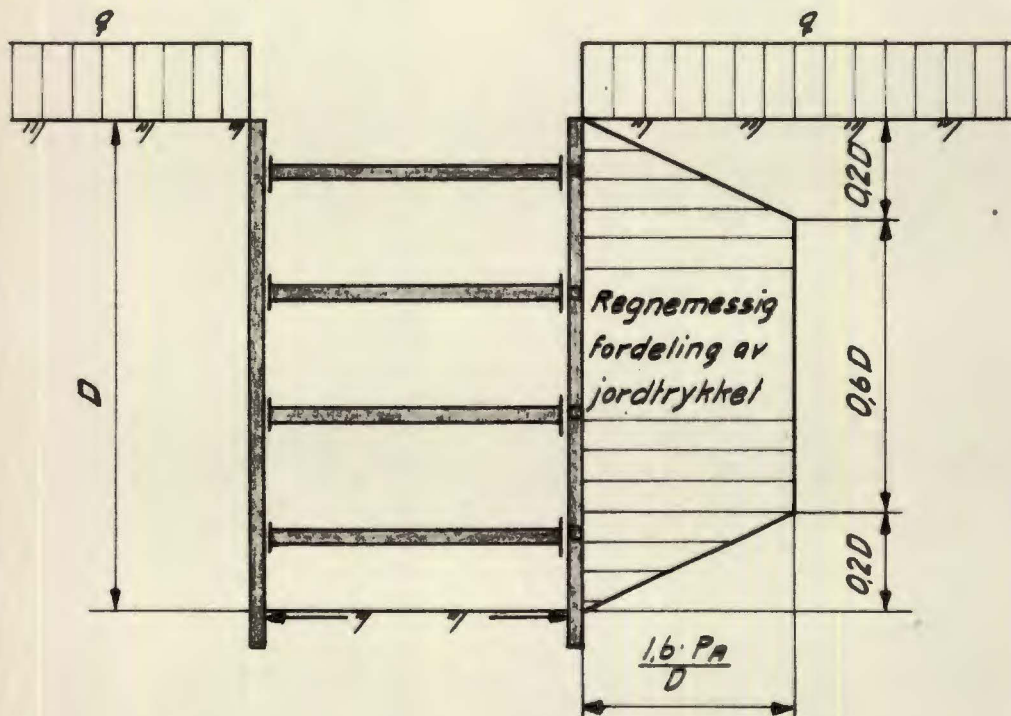
$$F = \frac{N_c \cdot s}{\gamma \cdot D + q - p}$$

- $N_c$  = faktor avhengig av utgravningens dimensjoner.
- $D$  = gravedybde
- $s$  = midlere udrenert skjærfasthet under utgravningens bunn.
- $\gamma$  = midlere romvekt over graveplanet
- $q$  = terrengbelastning
- $F$  = sikkerhetsfaktor
- $p$  = vanntrykk eller luftovertrykk mot bunnen

$$D_{\text{till.}} = N_c \cdot \frac{s}{\gamma} \cdot \frac{1}{F} + \frac{p}{\gamma} - \frac{q}{\gamma}$$



Finnes det i en mindre dybde enn  $1.5B$  under graveplanet et lag med utpreget lav skjærfasthet, bør denne verdi ha størst vekt ved vurderingen av den gjennomsnittlige skjærfasthet.



$$P_A = \gamma \cdot z + q - \frac{2s}{F} \sqrt{1 + \frac{2}{3}r}$$

$P_A$  beregnes for glatt vegg:  $r=0$  og  $F=1.0$

$p_A$  = jordtrykksintensitet i dybde  $z$ .

$P_A$  = total, aktiv jordtrykksresultant

$\gamma$  = midlere romvekt over graveplanet

$q$  = terrengbelastning

$s$  = midlere udrenert skjærfasthet over utgravningens bunn

$F$  = sikkerhetsfaktor

$r$  = ruhetsfaktor

$D$  = gravedybde