

SOB-C1^{III}

OVERFØRT TIL KARTPLATE

DATO: OKT-68

SIGN: M.K.

SOB1^{II}
SOB1^{III}
SO-B2^I

OSLO KOMMUNE
DEN GEOTEKNISKE KONSULENT

RAPPORT OVER:

geotekniske undersøkelser for Grunnlinjen.
5.del : Strekningen Björvika - Grev Wedels plass.

R - 45 - 55.

12. juni 1958.

SO. B1.II, B2.I, C1.III,



Grøn Bok
i alt 11 stk pr & vb
1 stk B1 II | 2 stk C1 III
~~B2 I~~
2 stk

Rapport over :
geotekniske undersøkelser for Grunnlinjen.

5. del : Strekningen Björvika - Grev Wedels plass.

R - 45 - 55.

12. juni 1958.

Bilag	251	:	Situasjons- og borplan.
"	252	:	Lengdeprofil I og II (m/drelebor- og ramsonderingsdiagrammer.)
"	253	:	Lengdeprofil I (m/skjærfasthetsdiagram og tillatt gravedybde for leiren under fundamenteringsnivå.
"	254	:	Lengdeprofil II (m/skjærfstahetsdiagram og tillatt gravedybde for leiren under fundamenteringsnivå.
"	255-257	:	Diagrammer for vingebor.
"	258-265	:	" " prøveserier.
"	266	:	Tillatt gravedybde for avstivede utgravninger i leire.
	267	:	Signaturforklaring.

Innledning :

Byplankontoret har gitt Den geotekniske konsulent i oppdrag å foreta geotekniske undersøkelser for den planlagte hovedtrafikkåre - Grunnlinjen - i Björvika - området.

Formålet med undersøkelsene har vært å bestemme dybder til fjell, jordartenes egenskaper og grunnforholdenes betydning for det aktuelle prosjekt.

I denne rapport behandles området fra Tollbubrygga forbi Børsen til Bankplassen. For denne strekning foreligger to alternativer, det ene forutsetter at trafikkåren ligger på en bru og det andre at den går i en tunnel fra Tollbubrygga til Grev Wedels plass.

Markarbeidet :

Undersøkelsene er foretatt av mannskap fra Den geotekniske konsulent i tidsrommet 16/3 - 30/4 1957, med senere supplerende undersøkelser 27/12 - 1957 - 8/1 - 1958.

Dybdene til faste lag eller fjell er fastlagt med dreie- eller slagboring.

Borpunktene er vist på situasjonsplan, bilag 251, hvor det også er angitt kote terreng, kote fjell og dybder til fjell for hvert hull.

I tillegg til dette er det utført 3 vingeboringer og tatt prøver i 7 hull.

Nedenfor er gitt en kort beskrivelse av de anvendte bormetoder :

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.)

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.

Vingeboring:

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

Maksimalt torsjonsmoment under dreiningen git grunnlag for be-regning 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 sylindere med prøven sendes i forseglet stand til laboratoriet.

Laboratorieundersøkelser:

De opptatte 54 mm prøvene ble undersøkt på kontorets laboratorium. De uforstyrrede prøver blir skjövret 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.

Med prøvene blir følgende bestemmelser utført:

Romvekt ρ (t/m^3) 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.

Plastisitetesindeksen 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 for eksempel at grunnen blir flytende ved omrøring.

Skjærfastheten s (tf/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.

Beskrivelse av grunnforholdene:

Under et 2 - 4 m tykt lag fyllmasse har en funnet et 3 - 6 m tykt lag siltig leire, tildels med gruskorn.

Under dette laget, fra 6 - 8 meters dybde er det humusholdig leire med sand og gruskorn. Ned mot fjell er det sand og grus, tildels med siltskikt.

Dybden til fjell varierer fra 6,7 til 31,7 m, med de største dybder på 20 m og større vest for havnelageret, de mindre dybder mellom Børsen og Tollubrygga.

For området ved Børsen, ca. 50 m, og ved Grev Wedels plass ligger skjærfastheten på ca. $2,0 \text{ t/m}^2$.

Vest for Havnelageret er skjærfastheten noe større $2,5 - 4,0 \text{ t/m}^2$.

Syd - øst for Børsen er det et mindre bløtere parti med skjærfasthet ca. $1,5 \text{ t/m}^2$. Innenfor Tollbubrygga er det igjen noe større skjærfasthet, $2,5 - 3,0 \text{ t/m}^2$.

Leiras vanninnhold ligger stort sett i området $35 - 40 \%$.

Romvekten er ca. $1,85 \text{ t/m}^3$ og sensitiviteten $4 - 7$.

Grunnforholdenes betydning :

Det foreligger to alternativer for Grunnlinjen på den undersøkte strekning som er så forskjellig at de ikke kan behandles under ett.

Alt. 1. Bru fra Tollbubrygga til Grev Wedels plass.

Alternativet med en bro, krever vurdering av de mulige fundamenteringsmetodene og de problemer som måtte oppstå når fundamenteringsarbeidet skal utføres. De nødvendige inngrep i det nåværende terreng, skulle bli så små at permanente ulemper ikke skulle kunne oppstå. Her forutsettes da at opprampningen til broen under detaljbehandlingen ved dette kontor kan gis en slik størrelse at den ikke medfører stabilitets- og setningsproblemer.

For en bro blir det tale om store konsentrerte belastninger. Boreresultatene viser store variasjoner i dybdene til fjell og at løsmassene må karakteriseres som meget setningsfølsomme.

Broen må derfor fundamenteres på fjell med peler. Ved evt. valg av stålpeler må korrosjonsfaren undersøkes under den detaljbehandlingen som må utføres dersom dette alternativ skulle bli valgt.

Alt. 2. Tunnel.

Alternativet med en tunnel, krever en vurdering av :

- a. mulige fundamenteringsmetoder.
- b. anleggsarbeidets virkning på de nærmeste områder.
- c. konstruksjonens drenerende virkning og muligheten for senkning av grunnvannstanden.
- d. Nødvendige setnings- og grunnvannstandsmålinger.

De bestemte skjærfasthetsverdier er benyttet til å beregne kritisk gravedybde for anlegget med henblikk på faren for grunnbrudd.

Ved disse beregninger har en gått ut fra følgende forutsetninger:

Tilleggsbelastning langs kant av utgraving:

Ved Børsen: $q = 4,0 \text{ t/m}^2$.

Forøvrig: $q = 1,0 \text{ t/m}^2$.

Ved beregning av tillatt gravedybde anvendes sikkerhetsfaktoren $F = 1,3$.

Bilagene 253 og 254 viser lengdeprofiler med skjærfasthetsdiagrammer.

Med ovennevnte forutsetninger er det ved hjelp av formler og diagrammer oppført på bilag 266, beregnet kritisk og tillatt gravedybde i forskjellige punkter.

Tillatt gravedybde er tegnet inn på bilagene 253 og 254 for at man kan sammenlikne med nødvendig gravedybde.

Beregningene viser at en uten fare for grunnbrudd kan foreta en utgraving mellom avstivede spuntvegger fra pel 4/23 til pel 12/31 og fra pel 16/35 og videre til Tollbudbrygga.

I områdene Grev Wedels plass til pel 4/23 og fra pel 13/32 til pel 16/34 (ved Børsen) må en derimot ta spesielle forholdsregler.

Her er tillatt gravedybde for leira under nødvendig fundamenteringsnivå mindre enn den nødvendige gravedybde, for tunnelen med de ovenfor angitte forutsetninger.

For å overvinne disse vanskeligheter kan man bruke en av de nedenfor nevnte løsninger.

a. Avlastning.

En betydelig del av belastningen på grunnen ved Børsen kommer fra bygningen som er fundamentert direkte på løsmassene over fjell. Meget taler for at bygningen bør refundamenteres slik at lasten overføres direkte på fjell ved peler. Det betyr en stor avlastning av grunnen foruten at arbeidsforholdene i anleggstiden blir enklere.

Når man skal grave dypt på et sted med så vanskelig grunnforhold som her, kan det medføre ulemper f.eks. setninger på nabohus som påfører byggherren erstatningsansvar.

Disse ulemper unngår man når bygningen er fundamentert direkte på fjell.

I dette tilfelle må man dessuten anta at en refundamentering er nødvendig av hensyn til tunnelens stabilitet på dette parti.

Den praktiske løsning av refundamenteringen vil bli behandlet særskilt dersom tunnelprosjektet blir foretrukket.

Gravearbeidet må foregå mellom spuntvegger som bør rammes til nærmere bestemte dybder før gravearbeidet påbegynnes.

Avstivningene må plasseres etter hvert som man graver seg ned og forspennes.

De uttatte masser må fjernes omgående, da en plassering av massene langs utgravningen kan forøke faren for opp-presning av bunn.

De nærmere retningslinjer for anleggsarbeidet må avtales under detaljprosjekteringen.

b. Spuntvegger til fjell.

Innenfor områder med vanskelige grunnforhold (der opp-presning av bunn i en utgraving kan forekomme i rel. grunne utgravinger) anvendes ofte en løsning som går ut på å ramme tette spuntvegger til fjell eller faste lag.

Utgravingsarbeidet utføres som angitt i det foregående avsnitt.

Denne løsning kan også anvendes her. Det er imidlertid vanskelig å forhindre setninger av terrenget nærmest spuntveggen, slik at det er sannsynlig at den del av Børsen som er nærmest utgravningen kan bli påført visse bevegelser dersom den ikke refundamenteres.

Disse kan forminskes, dersom grave- og støpearbeidet utføres meget forsiktig.

c. Graving i seksjoner eventuelt under vann.

På bilag 266 er angitt den innflytelse utgravningens størrelse og form har på stabiliteten av bunnen når det graves mellom avstivede spuntvegger.

Man kan ved å velge tilstrekkelige små seksjoner øke merkbart sikkerheten mot opp-presning av bunn.

Er forholdene spesielt vanskelig kan man utføre gravearbeidet under vann og utføre undervannstøpning av bunnplaten.

Problemene med setninger av terrenget ved utgravingen vil være som angitt i det foregående avsnitt.

Det framgår av det foregående at det på enkelte partier må anvendes spesielle grave- og avstivningsmetoder.

Konstruksjonen i seg selv medfører ikke noen tilleggsbelastning på grunnen da denne i forhold til den masse som må graves ut, veier vesentlig mindre.

En direkte fundamentering skulle derfor være mulig, når fuger innlegges som kan ta opp de naturlige terrengsetninger av området.

Gjennomsnittlig grunnvannstand ligger på ca. \pm 0,0. Det betyr at konstruksjonen må få en betydelig oppdrift som må opptas av konstruksjonens egenvekt pluss de hjelpemidler man måtte velge. (f.eks. utkragning på sidene av bunnplaten og/eller spesielle trekkpeler.)

Man kan ikke tilråde at man forsøker å senke grunnvannstanden permanent ved drencslag med avløp til pumpebrønner.

En senkning av grunnvannstanden kan forplante seg til sidene og medføre setninger av jernbanespor, gater og eventuelt bygninger.

For å imøtegå uberettigete krav om erstatninger for skader på grunn av gjennomføringen av "Grunnlinjen", blir det snarest nødvendig å sette inn målepunkter i de nærmeste bygningene og grunnvannstandsmålere i løsmassene over fjell.

Dette arbeidet blir basert på de opplysninger om grunnforholdene som vi har i vårt arkiv.

Målingene bør pågå minst 2 år før anleggsarbeidet begynner i marken.

Problemene med grunnvannet blir vesentlig mindre for alternativet med bro.

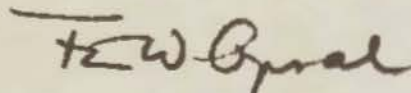
Det er foran pekt på den betydning grunnforholdene har for de to alternativer som foreligger for "Grunnlinjen" mellom Björvika og Grev Wedels plass.

Det foreliggende materiale er tilstrekkelig til at man kan ta standpunkt til den endelige utforming.

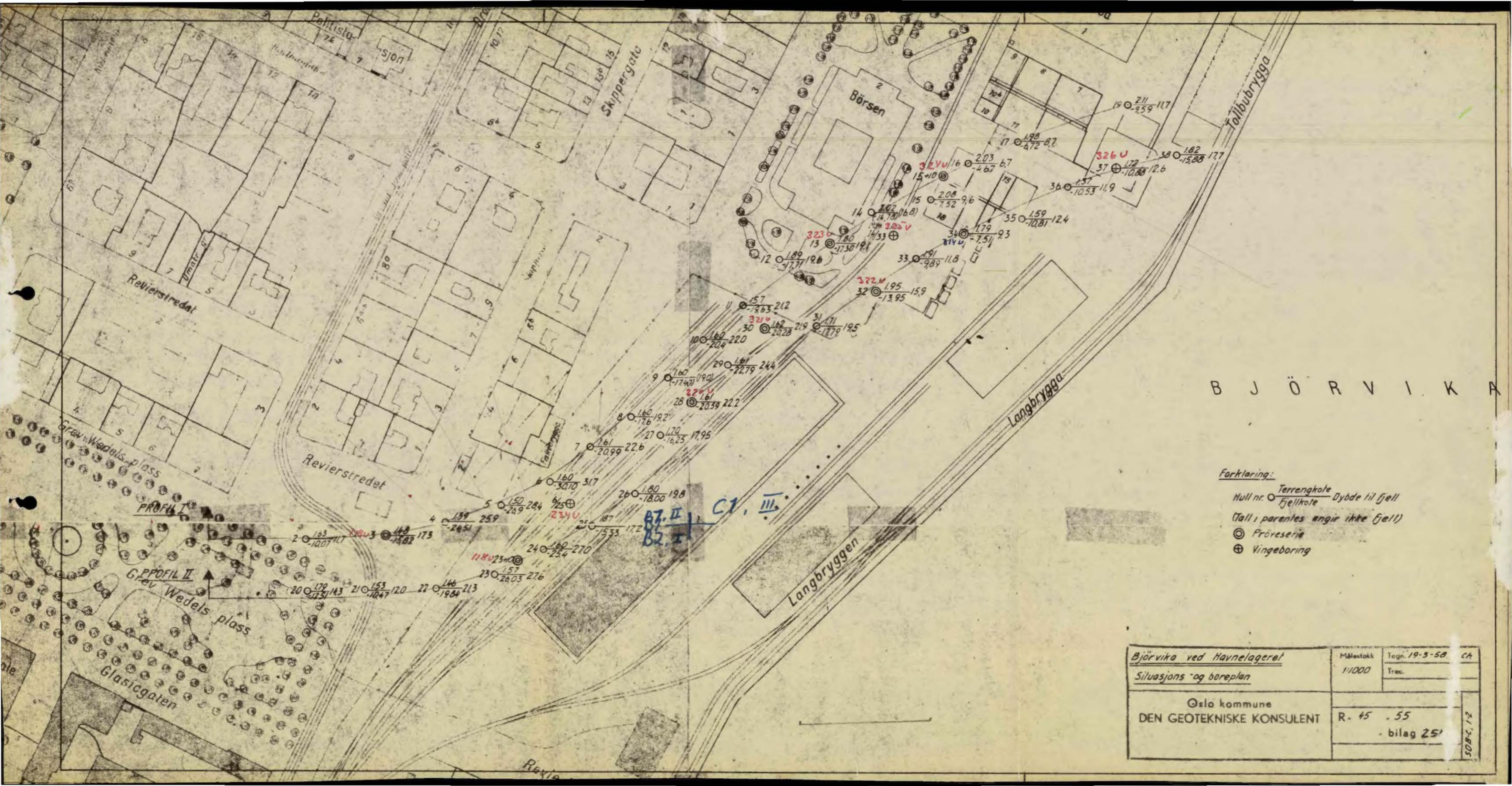
Dette kontor vil fortsette arbeidet med "Grunnlinjen" på denne strekning og fastsette rammen for og igangsetting av kontrollarbeidet. (setninger, grunnvannstand.)

Dette arbeidet skulle gå naturlig over i de detaljundersøkelsene som er nødvendig når endelige planer foreligger.

Oslo, den 23. juli 1958.
Den geotekniske konsulent.



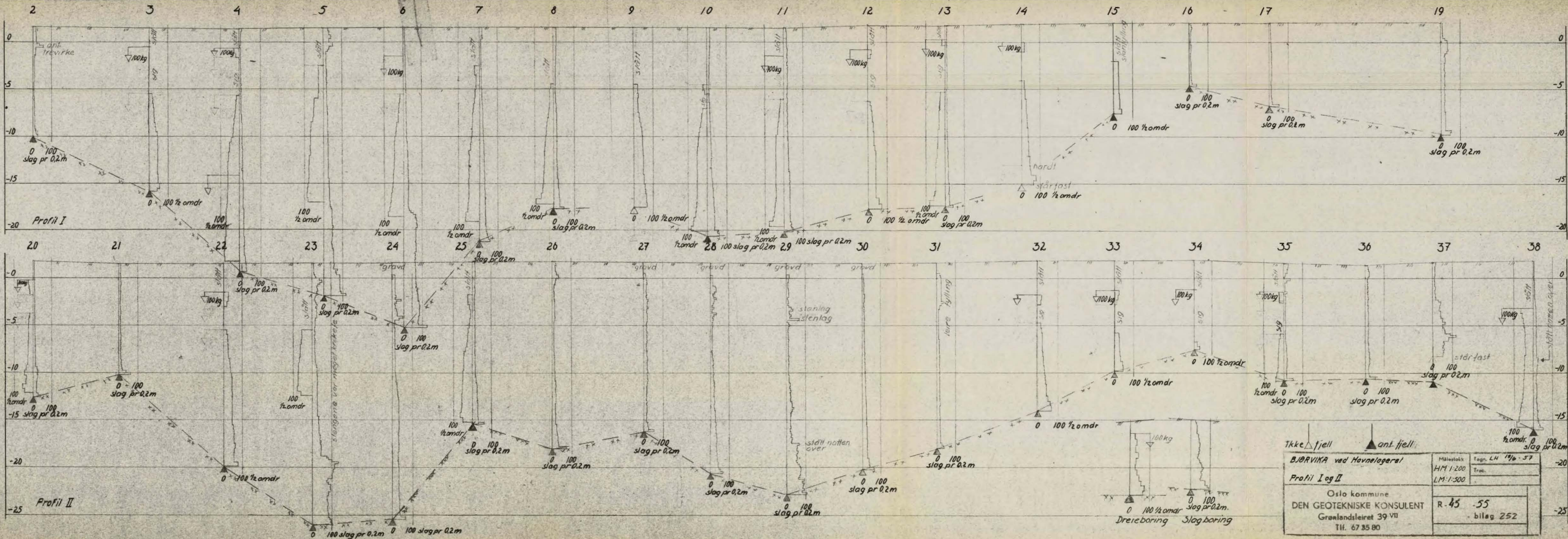
F. W. Opsal.



B J Ö R V I K A

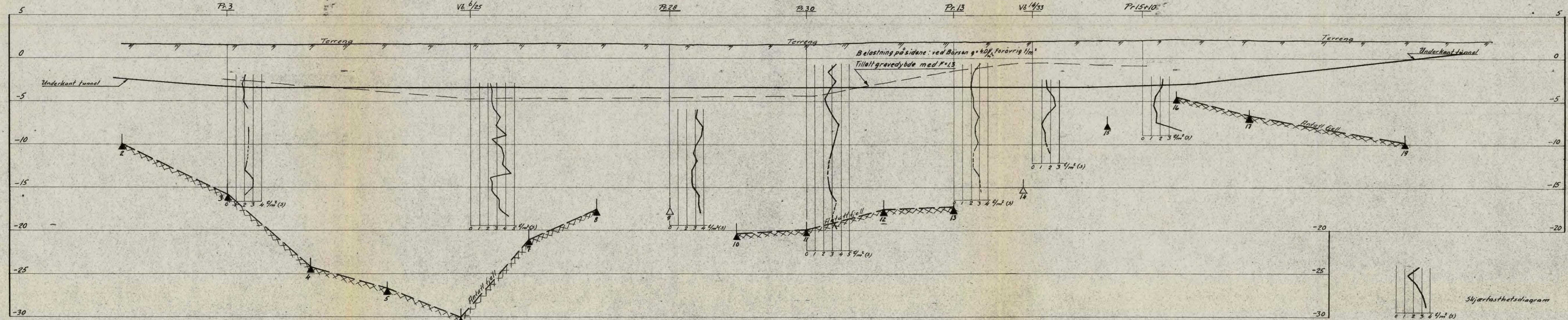
Forklaring:
 Terrengkote
 Hull nr. ○ Fjellkote Dybde til fjell
 (Tall i parentes angir ikke fjell)
 ⊙ Prøveserie
 ⊕ Vingeboring

Björvika ved Havnslageret	Målestokk	Tegn. 19-3-58	CA
Situasjons- og boreplan	1:1000	Trac.	
Oslo kommune	R. 45	. 55	
DEN GEOTEKNISKE KONSULENT	- bilag 25'		SOS-C, 12

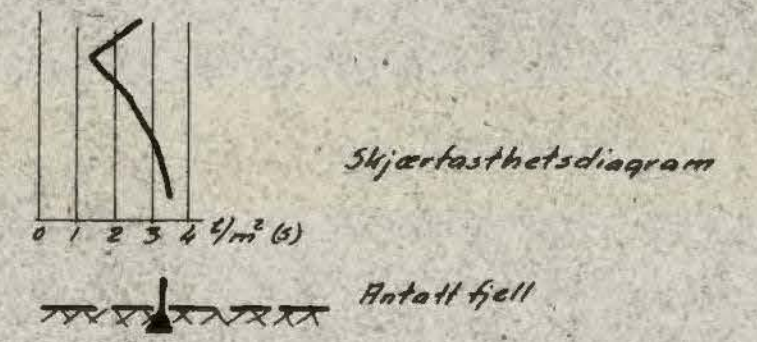


Tkke Δ fjell	ant. fjell	Målestokk	Tegn. LH 19/57
BJØRVIKA ved Havnslageret		HM 1:200	Trac.
Profil I og II		LM 1:500	
Oslo kommune		R. 45 - 55	
DEN GEOTEKNISKE KONSULENT		bilag 252	
Grønlandsleiret 39 VII			
Tlf. 67 85 80			

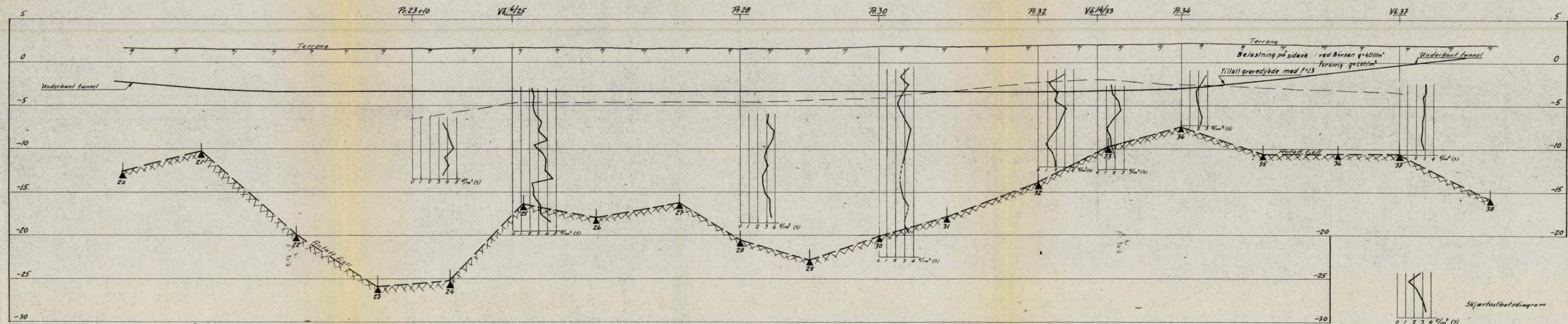
Dreiboring Slag boring



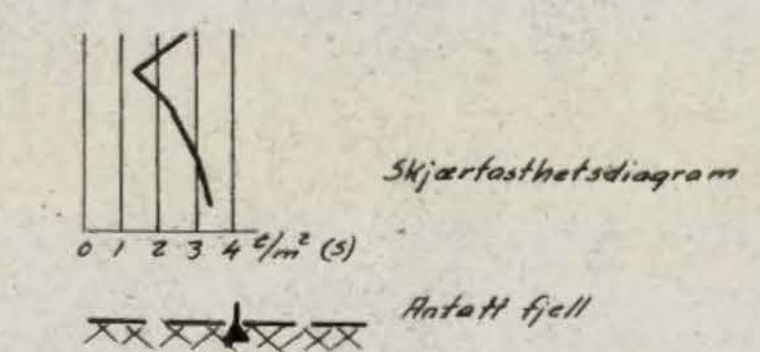
Profil I



Bjørvika ved Havnslageret Profil I	Målestokk	Tegn.
	HM=1/200	Trac.
Oslo kommune DEN GEOTEKNISKE KONSULENT	R-45-55	
	- bilag 253	



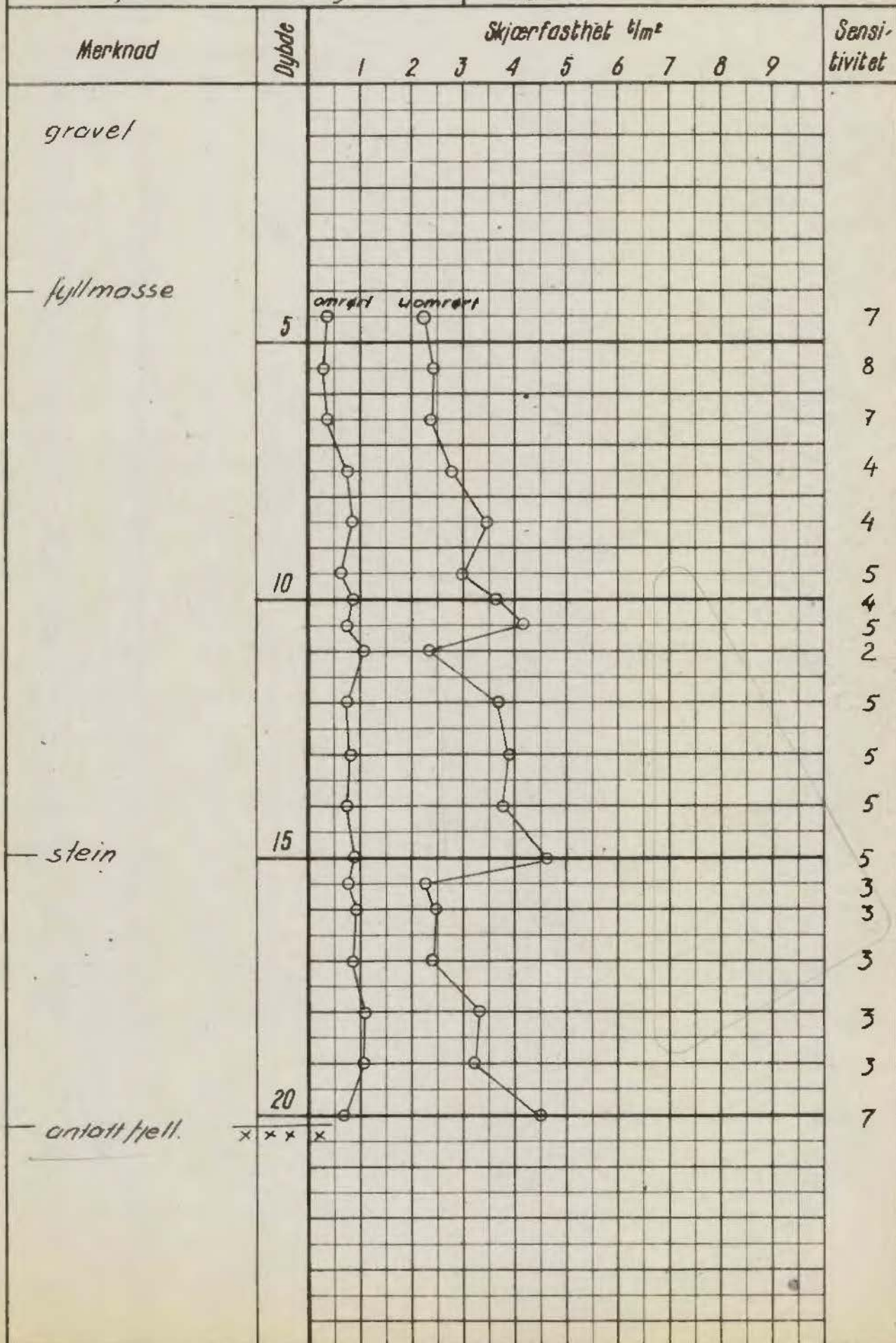
Profil II

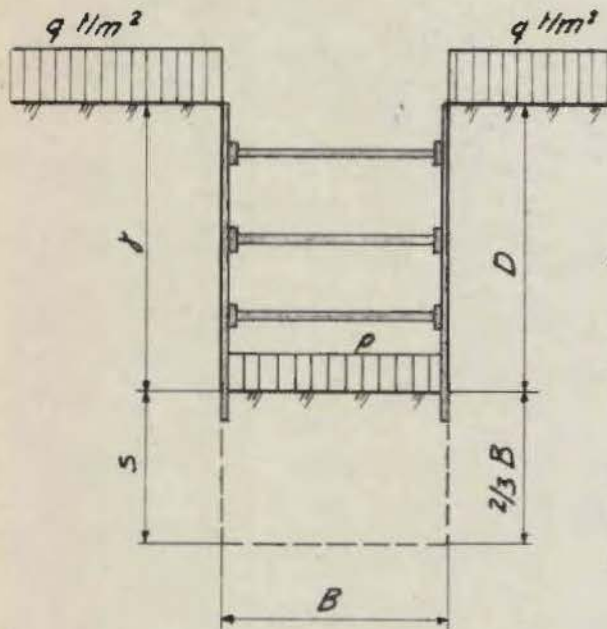


Bjørviika ved Harnelageret Profil II	Målestokk	Tegn.
	HM = 1/200 LM = 1/500	Trac.
Oslo kommune DEN GEOTEKNISKE KONSULENT	R- 45 - 55	
	- bilag 254	

OSLO KOMMUNE
 GEOTEKNISK KONSULENTS KONTOR
 VINGEBORING SO: B 1 II
 Sted: Bjørsvika (Havnelageret)

Hull: 6-25 Bilag: 257
 Nivå: Oppdr.: R 45 55
 Ving: 55/110 Data: 7-6-57

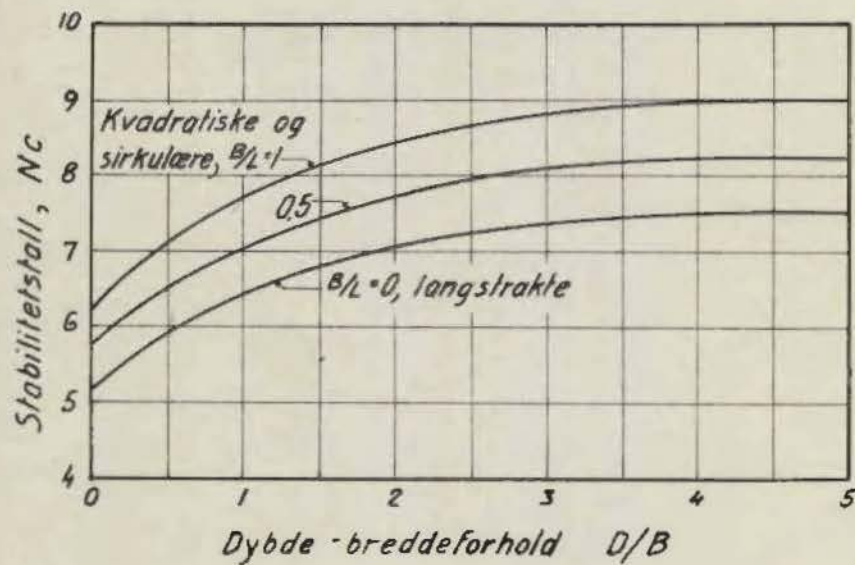




$$F = \frac{N_c \cdot s}{\gamma \cdot D + q - p}$$

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

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



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.

Tegnforklaring og normer for betegnelse av jordarter

Signatur

Fyllmasse



Grus



Sand



Silt



Leire

Terreng



Ant. fjell



Ikke fjell

Hullnr. \circ $\frac{\text{Kote terr.}}{\text{Kote fj.}}$ 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 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 i omrørt tilstand har en flytende konsistens, kalles "kvikkleire".