

RAPPORT OVER:

AVLØPSTUNNEL FESTNINGEN - VESTBANEN.

3. del: Supplerende boringer i dyprenna under Rådhusplassen.

R-1415

6. januar 1978

**OSLO KOMMUNE**

GEOTEKNISK KONTOR

IV  
S0:B1

\* 360



OSLO KOMMUNE  
Geoteknisk kontor  
KINGOS GT. 22, OSLO 4  
T.L.F. 37 29 00

**RAPPORT OVER:**

AVLØPSTUNNEL FESTNINGEN - VESTBANEN.

3. del: Supplerende boringer i dyprenna under Rådhusplassen.

R-1415

6. jan. 1978.

Bilag 0 : Beskrivelse av bor- og laboratoriearbeider.

Bilag 15 : Situasjonsskart - borplan.

" 16 : Lengdeprofil

" 17 : Borprofil I

" 18 : " II a

" 19 : " II b

#### INNLEDNING:

Etter avtale med Vannverket og Siv.ing. Elliot Strømme A/S har Geoteknisk kontor foretatt supplerende boringer langs den planlagte avløpstunnelen som krysser dypprenna under Rådhusplassen.

Hensikten med undersøkelsen har primært vært å bestemme hvilke type løsmasser som finnes langs tunneltraséen, men fjellprofilet ble også undersøkt.

Tidligere undersøkelser er ikke medtatt i denne rapport, men finnes i rapport R-1415 2. del av 10. okt. 1977.

#### MARKARBEID OG LABORATORIEUNDERSØKELSER:

De supplerende boringene ble utført av mannskap fra vårt kontor i begynnelsen av desember 1977. Det ble tatt 2 prøveserier i tunneltraséen. Den ene måtte avbrytes på ca. 14,7 m dyp på grunn av en hindring, men ble fullført fra 12 m og ned til fjell i et nytt hull ca. 2 m lenger mot nord-øst. På grunn av denne hindringen ble det foretatt 9 dreieboringer og 2 fjellkontrollboringer. Borpunktene plassering framgår av borplan bilag 15 og lengdeprofil med tunnelen inntegnet er vist på bilag 16.

Laboratorieundersøkelsene omfatter bestemmelse av løsmassenes egenskaper såsom vanninnhold, plastisk område, romvekt, uomrørt og omrørt skjærfasthet. Resultatene fra disse undersøkelsene er vist på borprofilene bilag 17, 18 og 19.

#### RESULTAT AV UNDERSØKELSEN:

De to siste prøveseriene viser en leire med tilnærmet de samme egenskaper som de tidligere undersøkelsene. Prøvehull I består øverst av 4 m fylling med grus og stein, som etterfølges av en lite sensitiv, bløt/middels fast leire med skjærfasthet varierende mellom 2,0 og 3,5 t/m<sup>2</sup>. Ved 16,5 - 17,5 m under terreng er imidlertid skjærfastheten noe høyere (ca. 4,0 t/m<sup>2</sup>) enn i prøveserien forøvrig. Vanninnholdet varierer mellom 35 og 45%, og er høyest rett etter fyllingen og lavest nærmest

fjelloverflaten. Romvekten varierer mellom 1,8 og 1,9 t/m<sup>3</sup>.

Prøvehull II a består også av 4 m fylling over en lite sensitiv, bløt/middels fast leire med en skjærfasthet mellom 2,0 og 3,5 t/m<sup>2</sup> bortsett fra ved 13,0 m under terreng hvor den er noe lavere. Vanninnholdet varierer mellom 35 og 40%, men er 45% rett under fyllingen. Romvekten varierer mellom 1,8 og 1,9 t/m<sup>3</sup>. Denne prøveserien måtte avbrytes ved 14,7 m da sylindren stoppet og ble ødelagt mot sten, men prøveserien ble flyttet ca. 2 m mot nord-øst, prøvehull II b, og fortsatt fra ca. 12 m dybde. Dette ga en overlapp fra 12,0 til 14,7 m med god overensstemmelse mellom prøveseriene. Forøvrig viser prøvehull II b akkurat den samme leire som i II a med de samme egenskapene. Prøvehull II viser også en noe høyere skjærfasthet enn i prøveserien forøvrig (ca. 4,0 t/m<sup>2</sup>) fra 15,5 til 16,5 m under terreng. Da dette forekommer både i hull I og II tyder det på at det finnes et lag med noe fastere masse ved 15-17 m dybde.

Da prøveserien måtte avbrytes i prøvehull II a ble det forsøkt å komme forbi hindringen med lett slagbormaskin, men dette lot seg ikke gjøre, så vi måtte bore med fjellbormaskin. Etter å ha boret 15 cm i sten gikk boret igjen i leire ned til ca. 25 m under terreng. For å få vite mer om denne steinens omfang ble det foretatt fire dreieboringer til fjell rundt hull II a i en avstand av 1 m, men uten antydning til uregelmessigheter. Det må kunne antas at hindringen er en "dropstein" med begrenset omfang, men stenens plassering er ganske nøyaktig midt i tunnelen så det må antas at den vil merkes under rørtrykkningen.

I og med at det ble truffet på en sten i tunneltraséen ble det foretatt dreieboringer med ca. 10 m avstand langs hele traséen for å undersøke som slike steiner var hyppig forekommende, men det ble ikke registrert uregelmessigheter i noen av borpunktene. Man kan imidlertid ikke være sikker på at tunneltraséen er fri for flere dropsteiner så man bør være forberedt på å møte flere slike hindringer.

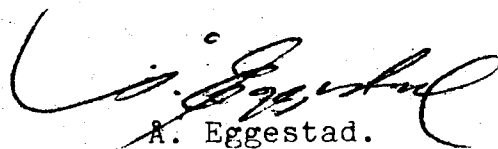
#### KONKLUSJON:


De supplerende prøveseriene langs tunneltraséen bekrefter

tidligere antagelser om løsmassenes egenskaper med hensyn til skjærfasthet, vanninnhold etc. Den ene prøveserien måtte imidlertid avbrytes midt i tunneltraséen på grunn av en hindring som antas å være en "dropsten". Det ble boret igjennom stenen med fjellbormaskin og det viste seg at den er 15 cm tykk der den ble truffet. I tillegg ble det foretatt 4 dreieboringer til fjell rundt dette hullet i en avstand av 1 m uten å treffe på uregelmessigheter så det antas at denne dropstenen har et begrenset omfang.

På tross av at ytterligere 7 kontrollboringer langs tunneltraséen ikke viste tegn til uregelmessigheter, må man være forberedt på å møte flere enn denne ene dropstenen selv om sannsynligheten for det er meget liten.

Geoteknisk kontor

  
A. Eggestad.

  
/A. Robsrud.

## STANDARD BESKRIVELSER

### BESKRIVELSE AV BORMETODER

*Enkel sondering* betegner neddriving av stålstenger uten registrering av motstand, for eks. slagsondering med slegge eller slagbormaskin.

*Dreieboring* utføres ved å måle synkninger under dreining når boret er lastet med 100 kg. Synker det for mindre last dreies ikke. Boret er forsynt med en pyramideformet spiss som er vridd en omdreining. Lengden av spissen er 20 cm og sidekanten er 3 cm. Under opptegning av resultatene angis antall omdreininger pr. m synkning på høyre side av hullet, og lasten på boret på venstre side.

*Fjellkontrollboringer* utføres med trykkluftdrevet bergbor. Både topphammer og senkbørhammer kan brukes. Fjellkontrollen består i å registrere når man har fått en langsom og relativt jevn synkning av boret idet dette er en sterk indikasjon på at boret er i fjell. Det bores vanligvis 3 m for å konstatere at det ikke er en stor stein.

*Vingeboring* brukes til å måle jordartens udrenerte skjærfasthet direkte i grunnen. Skjærfastheten beregnes utfra målt torsjonsmoment på et vingekor som presses ned i ønsket dybde og dreies rundt inntil brudd oppstår. Grunnens fasthet bestemmes først i uforstyrret, og etter brudd i omrørt tilstand. Resultatene kan i sterk grad påvirkes av sand, grus og stein ved vingekorset. Det skal også bemerkes at resultatene av andre grunner i mange tilfelle må korrigeres før fasthetsverdiene brukes i stabilitetsberegninger.

*Prøvetaking* kan utføres med forskjellig utstyr. Ønskes "uforstyrrede" prøver brukes en  $\phi$  54 mm sylindervervetaker som er forsynt med et tettsluttende stempel. Prøven skjæres ved at sylindervervetakeren skyves nedover i grunnen mens stemplet holdes tilbake. Sylindervervetakeren med prøve blir trukket opp igjen, forseglet i begge ender, og bragt til laboratoriet. Ønskes bare såkalte "representative" prøver, brukes enklere utstyr som skovelbor og kannebor. Felles for disse er at massen skaves inn i en beholder som deretter tas opp. Tilsvarende prøver kan også tas ved å skru en stålskrue ned i grunnen og trekke den opp igjen.

*Poretrykkmåling* går ut på å måle trykket i de vannfylte porene i jordarten. Dette gjøres ved å føre ned til ønsket dybde et såkalt piezometer som består av et stålrør med et porøst filter i enden. Vann fra jordarten vil kunne trenge inn gjennom filteret mens jordpartiklene blir holdt tilbake. På innsiden av filteret kan man så enten ha en elektrisk trykkmåler som registrerer det vanntrykket som bygges opp og som balanserer med poretrykket utenfor, eller filteret er forbundet med en tynn slange inne i stålrøret. Stigehøyden av vannet i slangen er da porevannstrykket i filterets nivå. Ved fremstilling av resultatene angis som regel det nivå (m.o.h.) som vannet stiger til (poretrykksnivået).

### BESKRIVELSE AV LABORATORIEUNDERSØKELSER

I laboratoriet blir prøvene først beskrevet på grunnlag av besiktigelse. Deretter blir følgende undersøkelser rutinemessig utført, (undersøkelser merket <sup>x</sup>) kan bare utføres på uforstyrrede prøver):

Romvekt <sup>x</sup> $\gamma$  ( $t/m^3$ ) av naturlig fuktig prøve.

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  $w_p$  (%) angir henholdsvis høyeste og laveste vanninnhold for plastisk område av omrørt materiale. Plastisitetsindeksen  $I_p$  er differansen mellom flyte- og utrullingsgrensen. Disse konsistensgrensene er viktige ved bedømmelse av jordartens egenskaper. Konsistensgrensene blir vanligvis bestemt på annenhver prøve.

Følgende skala benyttes til å klassifisere leire etter plastisitet:

Lite plastisk leire	$I_p < 10$
Middels plastisk leire	$I_p = 10-20$
Meget plastisk leire	$I_p > 20$

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**  $x$ ) 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 sammentrykking  $\epsilon$  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.

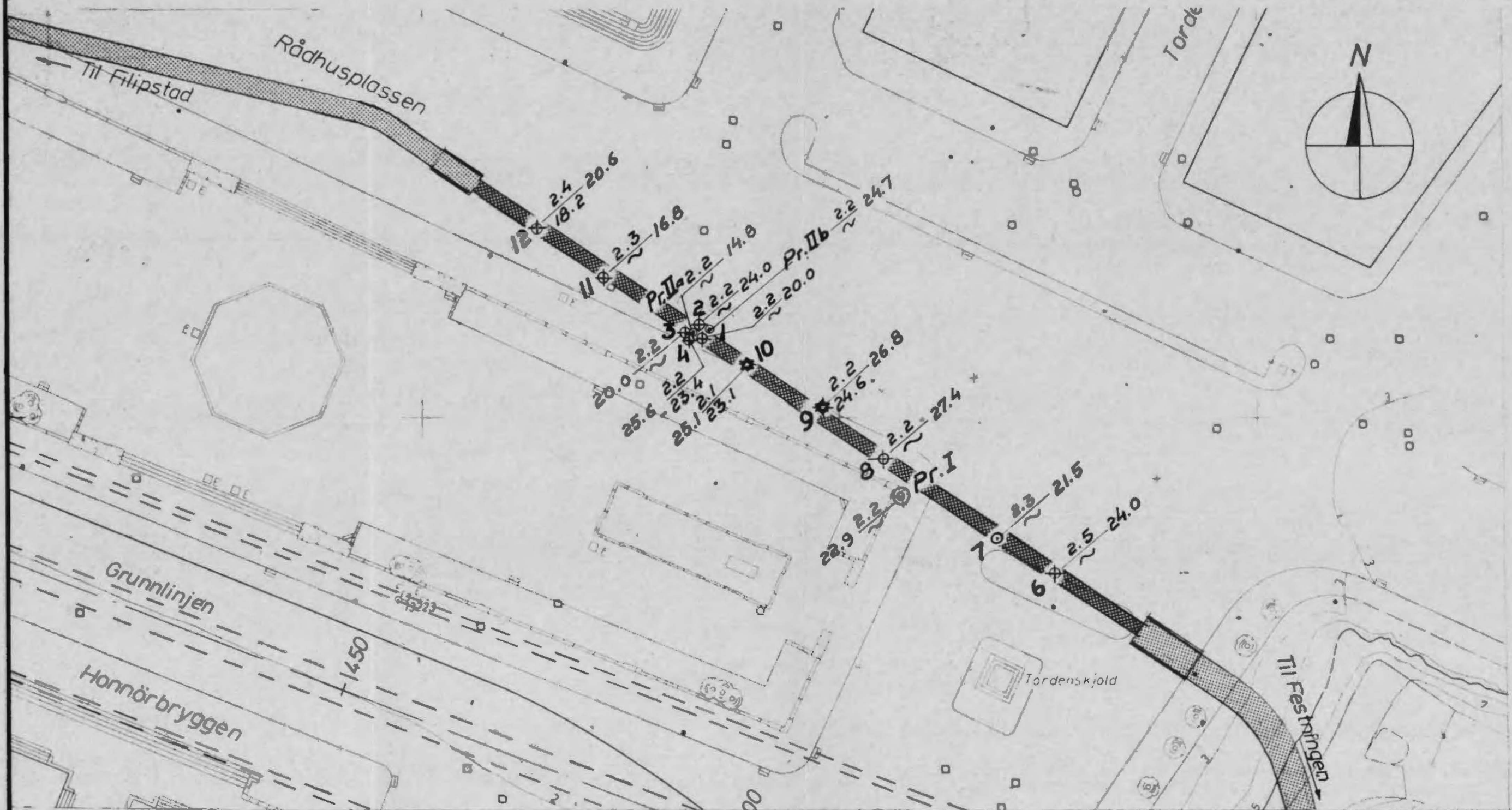
**Kornfordelingsanalyser** av friksjonsjordarter (grovere enn silt og leire) utføres ved sikting, som regel i helt tørt tilstand. Inneholder massen en del finere stoff blir den våtsiktet. For silt og leire benyttes hydrometeranalyse. En viss mengde tørt materiale oppslemmes i en bestemt mengde vann. 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 glødring av tørt materiale. Glødetapet (vekttapet) angis i prosent av tørt materiale.

**Proctorforsøk** brukes til å undersøke pakkingsegenskapene 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 skiller 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.

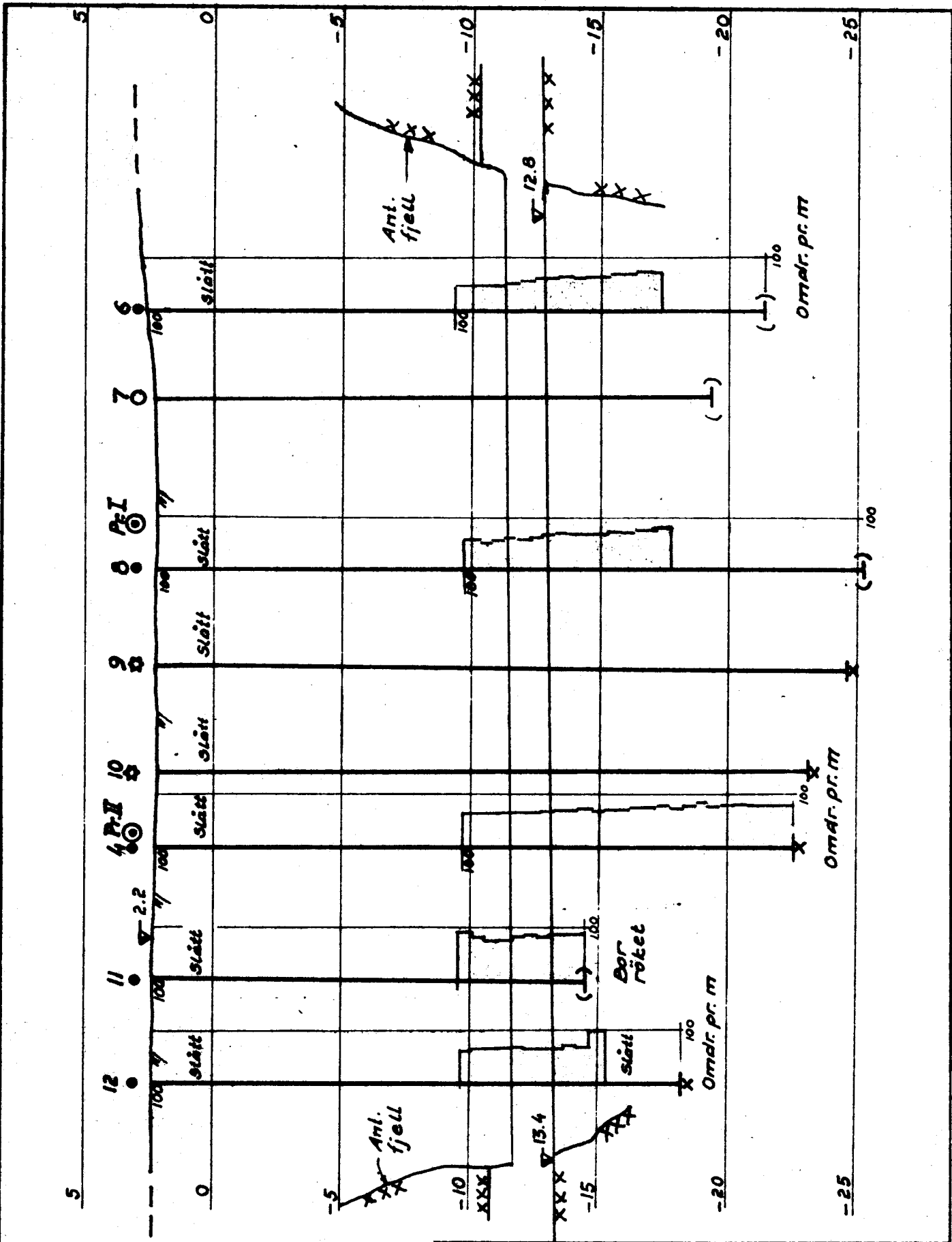


**PLAN**  
1:500

**TEGNFORKLARING**

- Terrengkote Bordybde  
Ant. fjellkote
- ⊕ Dreieboring
- ⊙ Prøveserie
- ★ Fjellkontrollboring
- Enkel sondering
- ~ Fjell ikke påtruffet

<b>FESTNINGEN-VESTBANEN</b> <b>Avløpstunnel</b> Kryssing av dypreane under Rådhusplassen Situasjons- og borplan	Målestokk <b>1:500</b>	Kart.ref. <b>SOB1</b>
	R-1415 Bilag 15	
<b>OSLO KOMMUNE</b> Geoteknisk kontor		Dato Des 77

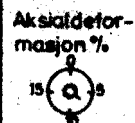


<b>FESTNINGEN-VESTBANEN</b> <u>Avløpslunnel</u> <u>Lengdeprofil</u>		Målestokk Hor: 1:1000 Vert: 1:200
		R- 1415 Bilag 16
OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor		Dato <i>Des.77</i>
		Kart ref.

BORPROFIL

Sted: **RÅDHUSPLASSEN (Fortan)**

Hull: I  
 Nivå: 2.2  
 Pct: 54 17077



Bilag: 17  
 Oppdrag: R-1415  
 Dato: Des. 77

Dybde (m)	Jordart	Symbol	P.t. nr.	Vanninnhold w				Romvekt $\gamma_m$	Skjærfasthet ved trykkforsøk				Sensitivitet	
				Plastisk område $w_p \rightarrow w_L$					Konusforsøk $\nabla$ , Vingebooring $+$					
				20	30	40	50%		2	4	6	8	10	$\gamma_m$
	<b>FYLLING</b> Grus og stein													
5	<b>LEIRE</b> Stein													
	skjellrester		37					1.80						5
	"		38					1.72						4
	"		39					1.85						5
10	"		40					1.86						4
	<b>LEIRE</b>		41					1.83						4
	"		42					1.86						4
	"		43					1.88						3
	"		44					1.87						3
15	"		45					1.89						3
	"		46					1.96						3
	"		47					1.83						5
	"		48					1.84						5
	"		49					1.91						5
20	"		50					1.92						4
	"		51					1.91						3
	grusig		52					1.93						5
	"		53					1.93						4
	<b>Avsluttet</b>													



BORPROFIL

Sted: **RÅDHUSPLASSEN (Rådhusgt.)**

Hull: **II b**

Nivå: **2.2**

Prø: **54 mm**

Aksialdeformasjon %



Bilag: **19**

Oppdrag: **R-1415**

Dato: **Des. 77**

Dybde m	Jordart	Symbol	Pr. nr.	Vanninnhold w				Romvekt $\gamma_{m^3}$	Skjærlasthet ved trykkforsøk				Sensitivitet	
				Plastisk område $w_p \rightarrow w_L$					Konusforsøk $\nabla$ , Vingeboring $\oplus$					
				20	30	40	50%		2	4	6	8	10	$\gamma_{m^2}$
0-5	<b>FYLLING</b> Grus og stein													
5-10														
10-15														
15-20	<b>LEIRE</b>													
15-16			54					1.98						3
16-17			55					1.92						2
17-18			56					1.98						3
18-19			57					1.82						5
19-20			58					1.87						6
20-21			59					1.88						5
21-22			60					1.91						4
22-23			61					1.90						4
23-24	sand		62					1.93						4
24-25	sand og grus		63					2.1						3

Se bilag 18

omrørt  
Kjernerstyrt