



OSLO KOMMUNE  
Geoteknisk kontor  
KINGOS GT. 22, OSLO 4  
TLF. 35.59 60

Tilhører Undergrunnskartverket  
Må ikke fjernes

**RAPPORT OVER:**

Avløpstunnel FESTNINGEN - VESTBANEN

8. del: Tunnellpåhugg-Filipstad.

R-1415

15. jan. 1979.

- Bilag 0. Beskrivelse av bor- og laboratorieundersøkelser.
- " 32. Situasjons- og borplan
  - " 33. Lengdeprofil Alt. 1
  - " 34. " " " 2
  - " 35. " " " 3
  - " 36. Borprofil v/borpunkt 11
  - " 37. " " " 12
  - " 38. Vingeboring v/ borpunkt 11
  - " 39. " " " 12
  - " 40. Avstiyning av spuntvegg.
  - " 41. Tverrprofiler.

SO: A1IV

129

*overf. 8.1.79*

*uoy*

## INNLEDNING:

Geoteknisk kontor har i samarbeid med Vannverket og siv. ing. E. Strømme utført en geoteknisk undersøkelse i forbindelse med et tunnelpåhugg på Filipstad.

Hensikten med undersøkelsen var å kartlegge dybdene til fjell og regne ut jordtrykkskrefter på en spuntvegg for en nedkjøringsrøpe til tunnelpåhugget.

Da påhuggets plassering ble flyttet 3 ganger mens boringene pågikk er borresultatene for alle 3 alternativene tatt med på situasjonsplanen (bilag 32). Lengdeprofilene for alle alternativene er også vedlagt (bilag 33-35). Rapporten omhandler imidlertid bare alternativ 3 som er det som blir benyttet.

## MARKARBEID OG LABORATORIEUNDERSØKELSER:

Markarbeidet ble utført av mannskap fra vårt kontor i tiden 22 nov. 1978 - 2. jan. 1979 og omfatter 8 dreieboringer, 6 enkle slagboringer og 16 fjellkontrollboringer. Den 26. jan. 1979 ble det i tillegg utført 17 fjellkontrollboringer. Videre ble det gravet 3 prøvegroper gjennom de øverste 3m som består av fyllmasser. I 2 av disse prøvegroperne ble det tatt skovlprøver ned til 5m dybde. Fra 5m dybde ble det utført vinge-boringer ned til fjell for å bestemme leirens skjærfasthet.

Laboratorieundersøkelsene omfatter bare rutinemessige undersøkelser av skovlprøvene og består av visuell jordartsbestemmelse og måling av vanninnhold.

#### GRUNNFORHOLD:

Terrenget vest for borpunkt 22 har tidligere ligget under vann. En tid før århundreskiftet ble dette området oppfylt. Området langs traséen har også vært bebygget med diverse byggverk som nå ikke eksisterer lenger. Dette nevnes da man kan treffe på gamle kjellergulv o.l. (øst for borpunkt 22).

I østre delen av påhugget kommer fjellet nesten opp i dagen mens i vest viser boringene 14m til fjell. Boringene viser også at fjelloverflaten faller mot nord-vest der nedkjøringsrampen treffer fjellet. Dette tilsier at boltingen av spuntén langs den søndre veggen må utføres meget omhyggelig.

Løsmassene i området består av ca 3,0m med fyllmasse. Denne fyllmassen inneholder blant annet nedrivingsmasser fra eldre murstensgårder og stein av varierende størrelse. Under fyllmassene, fra ca kote -0,0 finnes en noe siltig, lite sensitiv, middels fast leire med skjærfasthet varierende mellom 2,5 og 3,5 t/m<sup>2</sup>. Dreiesonderingsmotstanden i disse massene er middels stor.

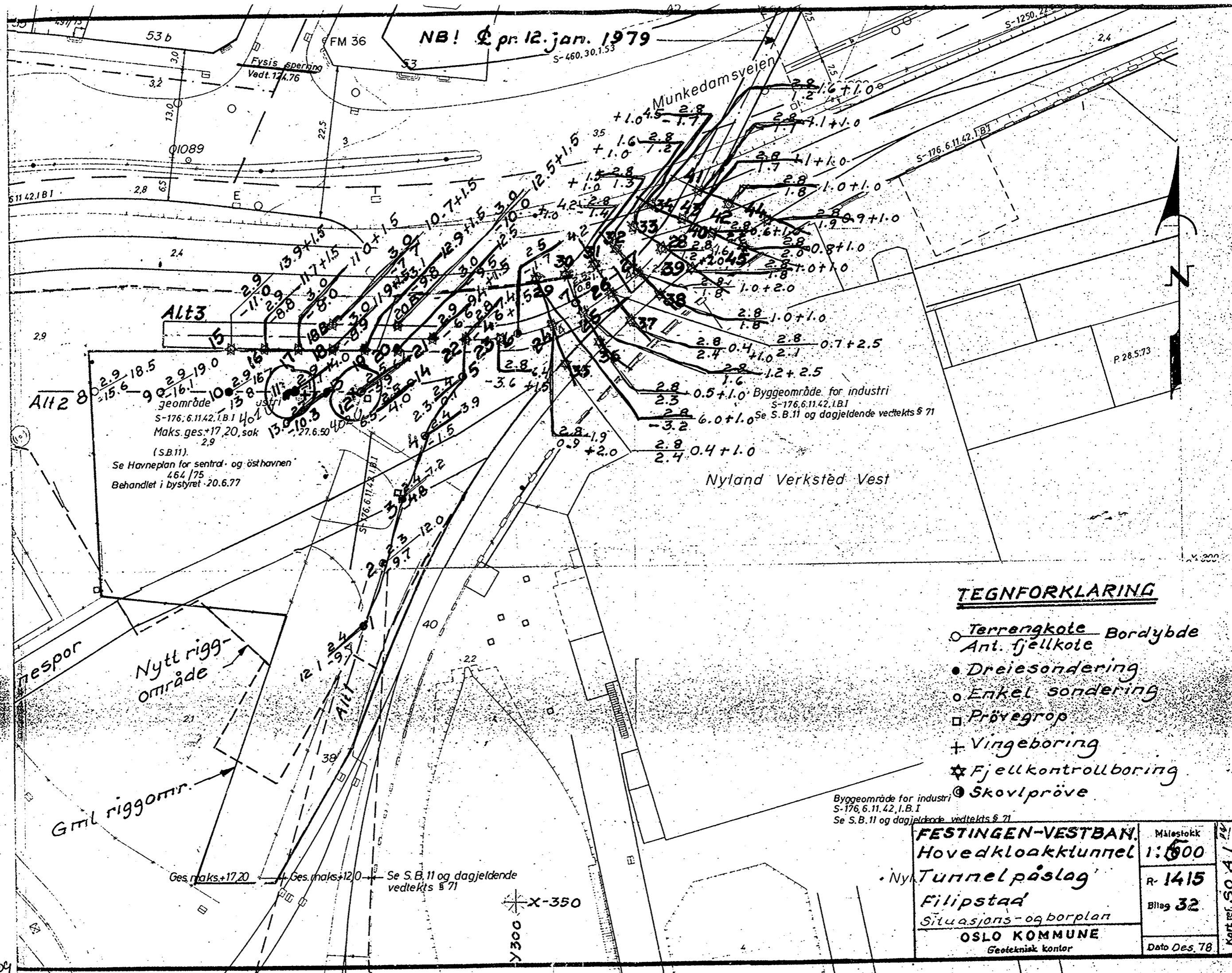
#### RESULTAT AV UNDERSØKELSEN:

Resultatet av denne undersøkelsen viser at man må spunte langs veggene på dette påhugget før tunnelen kommer inn i fast fjell. Spuntplan følger vedlagt på bilag 40. Denne er utarbeidet i samarbeid med entreprenør og byggeteknisk konsulent.

NB! pr. 12. jan. 1979

1979.

søkelsler.



Se Havnepan for sentral- og østhavnen  
464/75  
Behandlet i bystyret 20.6.77

Nyland Verksted Vest

**TEGNFORKLARING**

- Terrengkode
- Borddybde
- Ant. fjellkode
- Dreiesondering
- Enkel sondering
- Prøvegrop
- + Vingeboring
- ☆ Fjellkontrollboring
- ◎ Skovlprøve

Byggeområde for industri  
S-176.6.11.42.1.B.I  
Se S.B.11 og dagjeldende vedtekts § 71

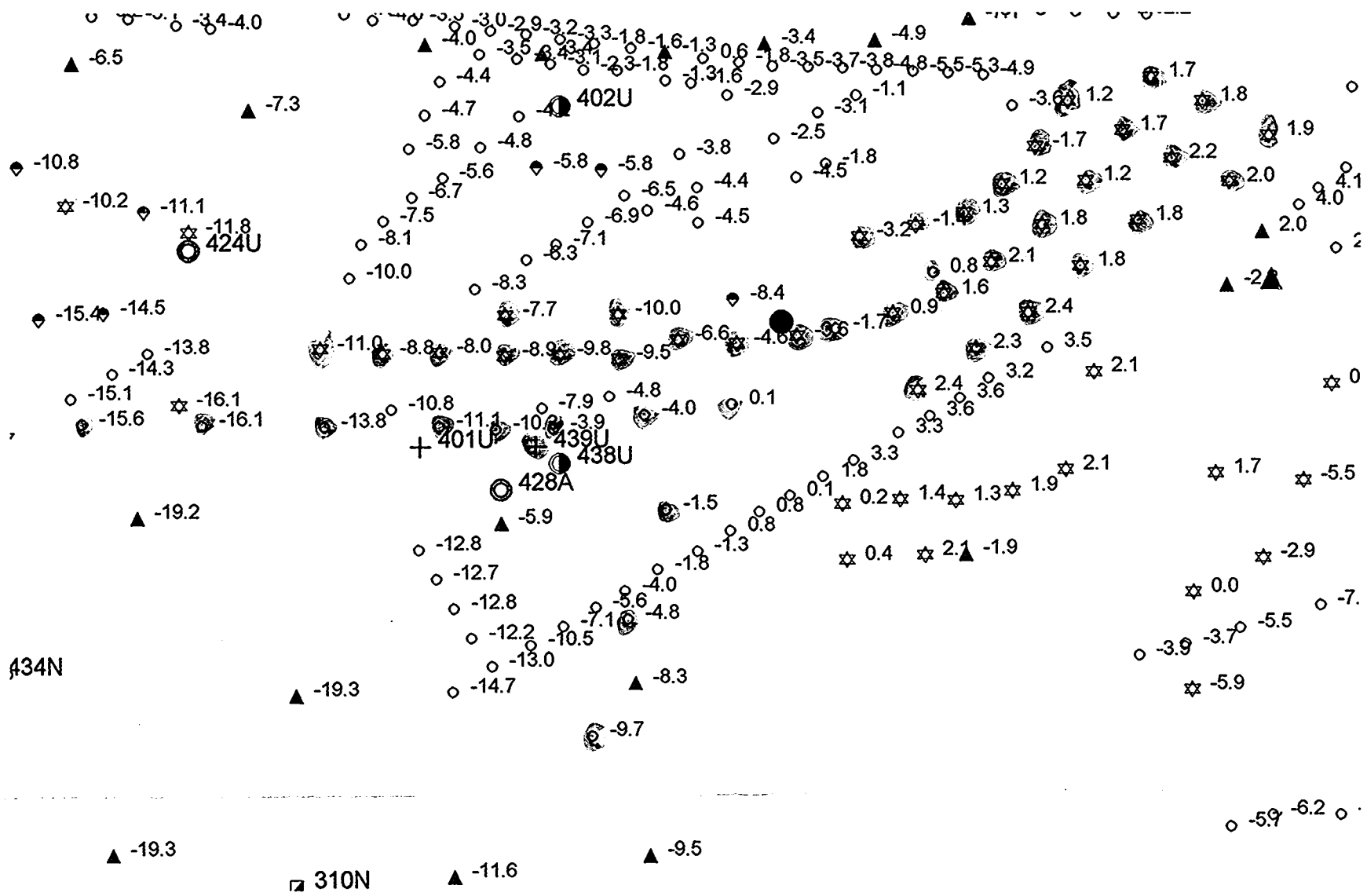
**FESTINGEN-VESTBAN.**  
Hovedkloakktunnel  
Tunnel påslag  
Filipstad  
Situasjons- og borplan  
OSLO KOMMUNE  
Geoteknik kontor

Målestokk  
1:500  
R- 1415  
Bilag 32  
Dato Des. 78

Kart ref. SO 41 24

X-350

uoy



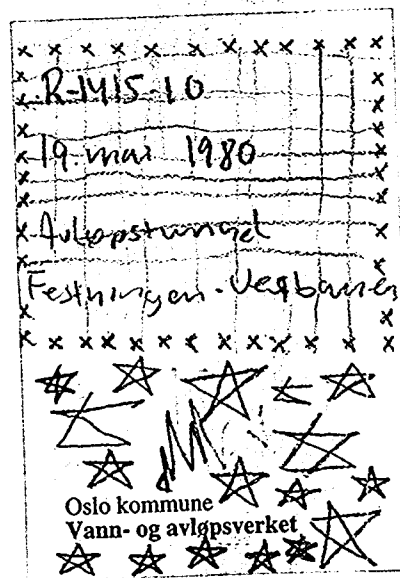
Rapp

R-1415

1979

GK

SOA7



Da det medfører store økonomiske fordeler å kunne grave ut så mye som mulig av løsmassene uten å sette inn avstivere på spuntveggen, tillates utgraving av fyllmassene, maksimalt ned til leiren eller 3m under terreng. I mellom spuntseksjon VI og VII der spunten boltet i fjell, må imidlertid spunten avstives enten permanent eller midlertidig da den ikke har noen utkrægende effekt i dette området og vil dreie om spuntfoten. Seksjonsvis utgraving er også ønskelig og en innvendig graveskråning med helning 1:1 gir en tilfredstillende sikkerhet mot innvendig utglidning.

Forøvrig er de teoretiske beregningene utført under forutsetning av at puter og avstivere innsettes umiddelbart etter at nødvendig gravedybde er nådd, maksimalt 0,5m under avstiver-nivå.

På grunn av borttransport av masser fra tunneldriften må fjell-tunnellen og påhugget ( utkjøringsrampen ) ha en fri høyde og bredde på 4,0m. På grunn av at fjell-tunnellen må ha en fri bredde på 4m blir bredden mellom spuntveggene 5m. Dette skyldes kravet om minst 0,5m fra fjellskæringen og inn til spuntfoten som er boltet fast i fjellet. På grunn av kravet om en fri høyde på 4m må de fleste avstiverne fjernes før rampen tas i bruk. Dette lar seg gjøre da dekket på utkjøringsrampen skal bestå av en armert betongplate som med hensyn til avstivningskreftene blir kraftig overdimensjonert. De avstiverlagene som er stiplet på spuntplanen kan fjernes etter at utkjøringsrampen er støpt, mens de heltrukne linjene som representerer de permanente avstiverlagene må bli stående.

Primært på grunn av faren for bunnoppressing og sekundært for å unngå ukonvensjonelle spuntdimensjoner ble maksimal gravedybde i løsmassene satt til 7,0m. Utkjøringsrampen måtte derfor gå inn i fjellskjæring på ca kote -4,0. Med andre ord var fjellforløpet bestemmende for hvor utkjøringsrampen kunne begynne.

Det ble av denne grunn utført fjellkontrollboringer helt inntil jernbanen for å være sikker på å få tilstrekkelig fjelloverdekning der NSB's gods- spor krysser fjelltunnelen. Dette viser seg å være tilfredsstillende.

Den første spuntseksjonen (nr. I) i vestre enden av utkjøringsrampen der nedkjøringen begynner, ansees det fordelaktig å sette en spunt fra terrengnivå eller minst fra kote +2,0 ned til kote -1,0 eller minst 0,5m ned i leiren for å hindre et eventuelt vanninnsig ved høyvann. Det ble påvist vanninnsig i de prøvegropene som ble gravet i desember 1978. Forøvrig settes intet krav til denne spuntveggen.

De neste spuntseksjonene (nr. II og III) vil begge holde på løsmassene uten avstivere etter at utkjøringsrampens betongplate er støpt. Av den grunn må de ha en lengde på henholdsvis 7m og 9m.

Resten av spuntseksjonene får en løsning som vist på bilag 40. I seksjon V, VI og VII hvor spunten skal rammes til fjell, bør spunten skråskjæres etter antatt fjellprofil, spesielt der spunten skal avdekkes. Når spunten er rammet til fjell, skal innmeislingen skje etter NS 3420. All spunt til fjell skal forankres med fodyblingsbolter. Disse boltene skal dimensjoneres etter de krefter som er angitt på bilag 40. Ytterligere sikring av fjellfoten må vurderes etter at fjellet er blottlagt.

Da denne spuntkonstruksjonen skal stå i flere år bør man i kuldeperioder isolere veggen med isolasjonsmatter el. lignende for å unngå at spuntveggen blir påført et eventuelt teletrykk hvilket den ikke er dimensjonert for.

Forøvrig er det forutsatt minimale belastninger på terrenget på utsiden av spuntveggen. Bare det aller nødvendigste graveutstyr kan tillates plassert der og da helst stående på en vektfordelende plate. Oppgravde løsmasser tillates ikke lagret på kanten av utgravingen.


KONKLUSJON:

Denne spuntveggen blir dimensjonert av byggeteknisk konsulent på grunnlag av våre jordtrykksberegninger som er vist på bilag 40.

Det vil bli forgravet gjennom den delen av fyllmassene som entreprenøren finner nødvendig for å ramme spunten. All spunt som rammes til fjell skal innmeisles og forsterkes med fordyblingsbolter. Etter at spunten er rammet tillates det utgraving gjennom fjellmassene eller ned til leirlaget (max 3,0m) uten avstivning. Avstiverlag A og B må da monteres før videre utgraving ned til avstiverlag C kan skje. Videre monteres stiverlagene som vist på bilag 40 etter hvert som tilstrekkelig grave-dybde blir nådd, maks. 0,5m under stivernivå.

Når alle stiverlagene foruten G er innsatt kan bunnplata for utkjøringsrampen støpes. Stiverlag G må så monteres før de midlertidige stiverlagene kan fjernes. Etter at utkjøringsrampen er ferdig støpt kan man demontere putene B, C, D og E. Pute A og G må imidlertid sitte permanent.

Geoteknisk kontor

  
H. Sem

  
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 senkborhammer 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 sylinderprøvetaker som er forsynt med et tettsluttende stempel. Prøven skjæres ved at sylindere er skyves nedover i grunnen mens stemplet holdes tilbake. Sylindere 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.

*Poretrykksmåling* 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  $x) s$  ( $t/m^2$ ) 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 ( $\varnothing 54$  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  $x) S_t = \frac{s}{s'}$ , 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 trinnsvis, og sammentrykningen av prøven observeres som funksjon av tiden for hvert lasttrinn. Resultatene fremstilles ved å tegne opp den relative sammentryking  $e$  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.

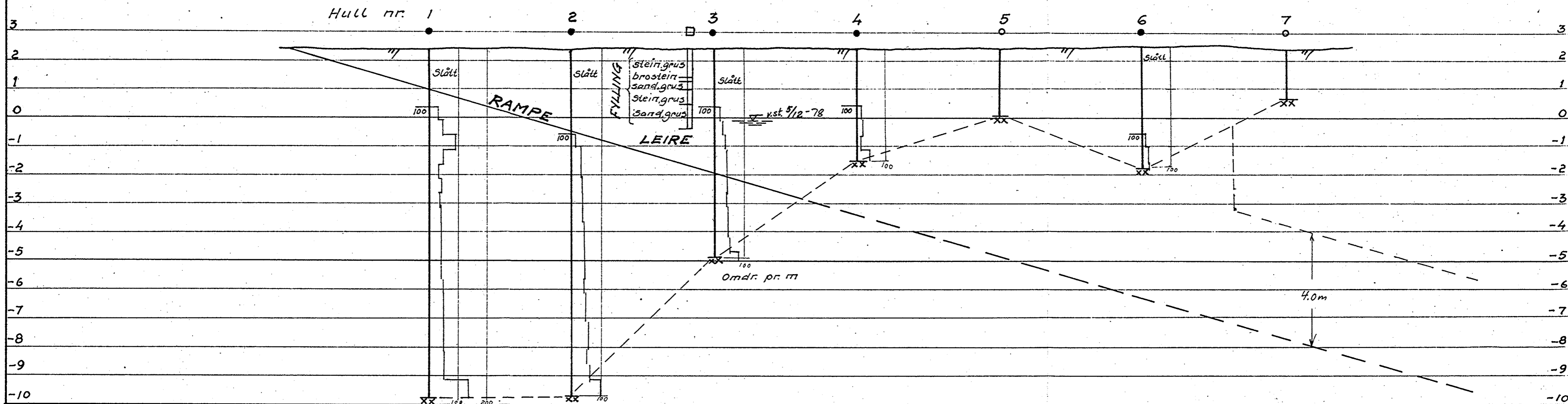
**Portoreringsgraden** i organiske jordarter bestemmes ved besiktigelse og krysting av materiale mellom fingrene. Graderingen skjer i henhold til von Post's ti-delte skala H 1 - H 10. Torv kan deles i følgende grupper:

Fibertorv	H 1 - H 4, planterester lett synlig
Mellontorv	H 5 - H 7, planterester svakt synlig
Svarttorv	H 8 - H 10, planterester ikke synlig.

**Organisk innhold (humusinnhold)** bestemmes vanligvis ved gløddning av tørt materiale. Glødetapet (vekttapet) angis i prosent av tørt materiale.

**Proctorforsøk** brukes til å undersøke pakkingssegenskapene 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 skilles 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.

# ALT. 1

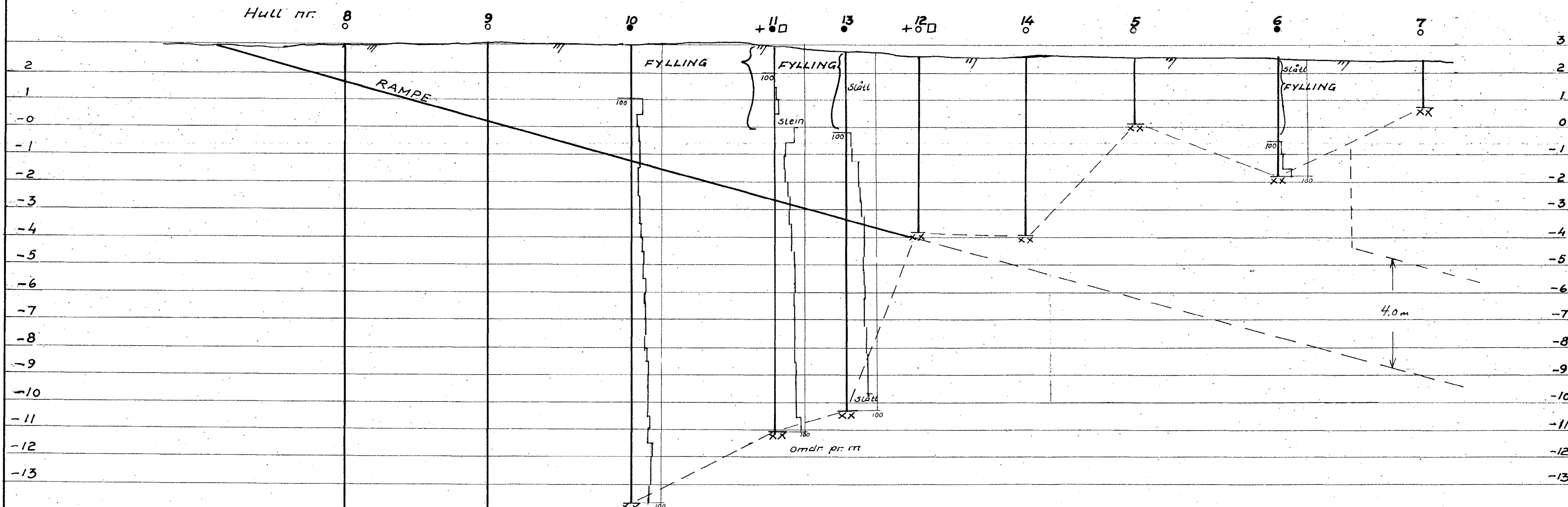


Rettet:

<b>FESTNINGEN-VESTBANEN</b>	Målestokk	Kart ref.
	hor. 1:200	
Tunnel påslag Filipstad	verl 1:100	Dato Des 78
	R-1415	
Lengdeprofil Alt. 1	Bilag 33	
OSLO KOMMUNE		
Geoteknisk kontor		

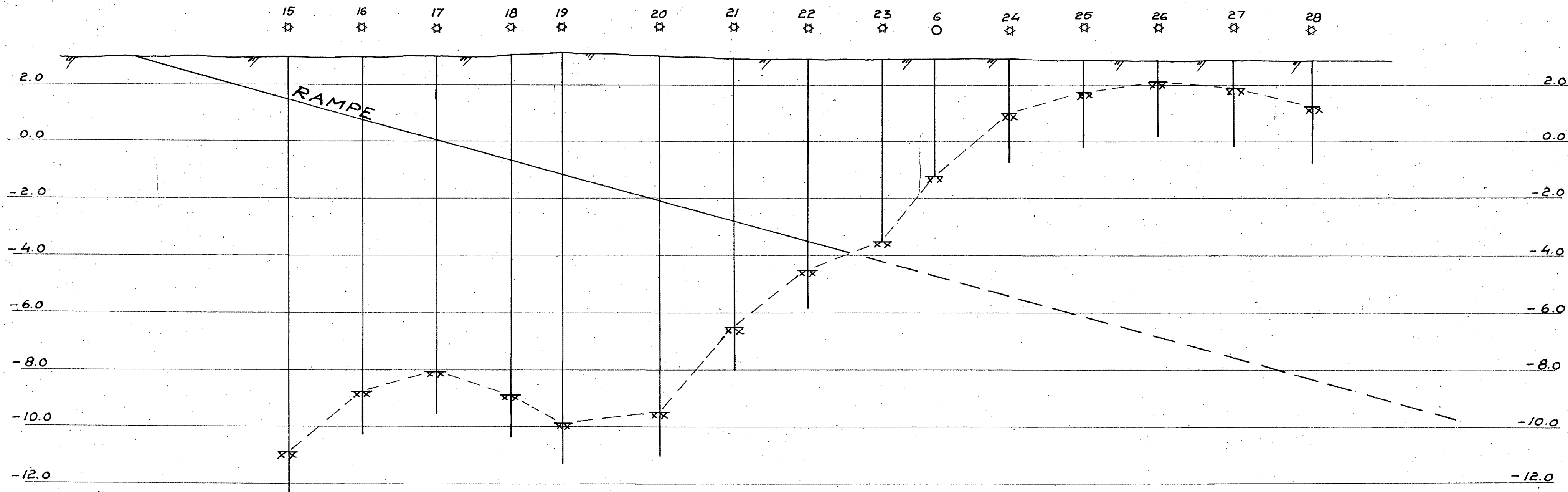


# ALT. 2



Rettet:		Målestokk hor 1:200 vert 1:100	Kart ref.
<b>FESTNINGEN-VESTBANEN</b> Tunnelpåslag Filipstad Lengdeprofil Alt. 2			
OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor		R-1415 Bilag 34	Dato Des 78

# ALT. 3



Rettet:	
<b>FESTNINGEN-VESTBANEN</b>	Målestokk Mhor 1:200
Avløpstunnel	Mvert 1:100
Tunnelpåslag Filipstad	R-1415
Lengdeprofil Alt. 3	Bilag 35
OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor	
Dato Des 78	

Kart ref.

BORPROFIL

Sted: **FILIPSTAD**

Hull: 11

Nivå: 2.8

Pr.ø: **Skovling**

Aksialdeformasjon %



Bilag: 36

Oppdrag: R-1415

Dato: Des.78

Dybde m	Jordart	Symbol	Pr. nr.	Vanninnhold w				Romvekt $\rho$ t/m <sup>3</sup>	Skjærfasthet ved trykkforsøk				Sensitivitet	
				Plastisk område		$w_p$	$w_L$		Konusforsøk $\nabla$ , Vingebooring		$\sigma$	$\tau$		
				20	30	40	50%		2	4	6	8	10	t/m <sup>2</sup>
	<b>FYLLING</b>													
	— gytje (slam)													
	— gytje, grusig													
5	<b>LEIRE</b>													
	<b>Avsluttet</b>													
10														
15														
20														
25														

BORPROFIL

Sted: **FILIPSTAD**

Hull : **12**

Nivå : **2.50**

Pr.ø : **Skoyling**

Aksialdeformasjon %



Bilag : **37**

Oppdrag : **R-1415**

Dato : **Des. 78**

Dybde m	Jordart	Symbol	Pr. nr.	Vanninnhold w				Romvekt $\rho$ /m <sup>3</sup>	Skjærfasthet ved trykkforsøk				Sensitivitet	
				Plastisk område		$w_p$	$w_L$		Konusforsøk $\nabla$ , Vingebooring $+$		$\sigma$	$\tau$		
				20	30	40	50%		2	4	6	8	10	t/m <sup>2</sup>
	<b>FYLLING</b>													
	<b>LEIRE</b>	<i>grus</i>												
5	<b>Avsluttet</b>													
10														
15														
20														
25														



OSLO KOMMUNE GEOTEKNISK KONTOR

VINGEBORING

Sted: FILIPSTAD

Hull: V/nr. 12

Bilag: 39

Nivå: 2.50

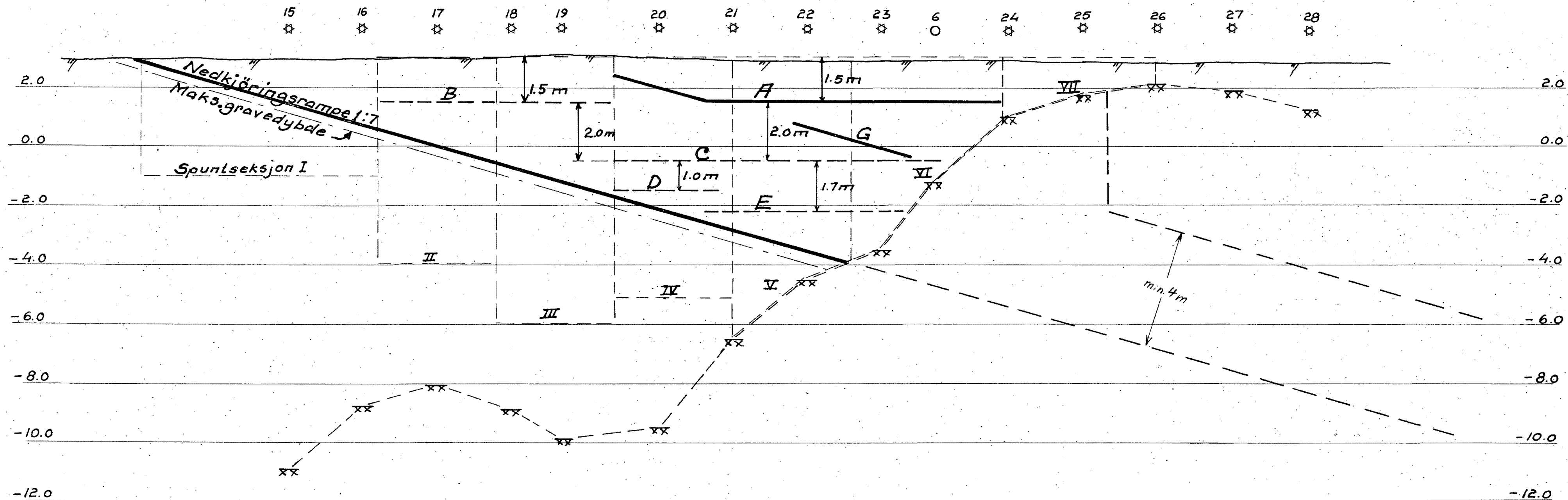
Oppdr: R-1415

Ving: 65 x 130

Dato: Des. 78

Merknad	Dybde	Skjærfasthet $\frac{t}{m^2}$									Sensitivitet
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	5	+		+							3
		+		+							4
		+		+							3
		+		+							4
		+		+							3
	xxx										
	10										
	15										
	20										

ANT. FJELL



Spunt Dimensjon	Vannrett	$W^* \approx 1000 \text{ cm}^3$		$W^* \approx 1600 \text{ cm}^3$		$W^* \approx 1000 \text{ cm}^3$		
		4 m	7 m	9 m	8 m	9.5 m	Tilpasses fjellforløpet	
— " — Lengde								
Pute A					10 t/m	10 t/m	10 t/m	
— " — B		12 t/m						
— " — C					25 t/m	15 t/m	10 t/m	
— " — D					30 t/m			
— " — E					33 t/m	25 t/m	22 t/m	
— " — G						10 t/m	10 t/m	
FJELLBOLTER						10 t/m	17 t/m	2 t/m

**TEGNFORKLARING:**

- — — Permanente puter
- - - Midlertidige — — —
- - - Spuntseksjoner

\*  $W = \frac{m}{\gamma}$  ;  $\gamma = 1800 \text{ kg/cm}^2$

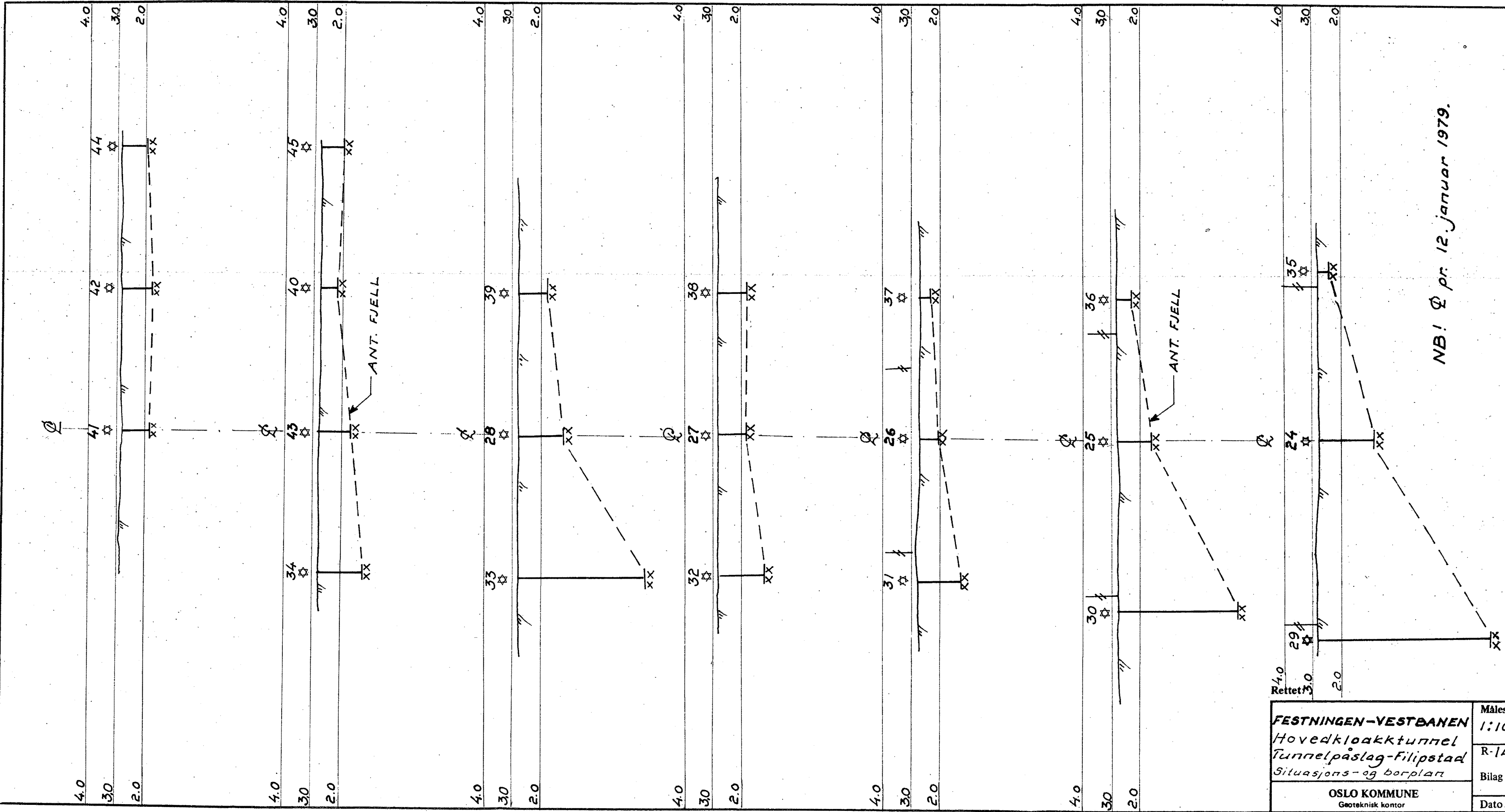
Rettet:

FESTNINGEN-VESTBANEN  
 Avløpstunnel  
 Tunnelpåslag Filipstad  
 Avstivning av spuntvegg

OSLO KOMMUNE  
 Geoteknisk kontor

Målestokk  
 Mhor 1:200  
 Mvert 1:100  
 R-1415  
 Bilag 40  
 Dato Des 78

Kart ref.



NB! ⌀ pr. 12. januar 1979.

<b>FESTNINGEN-VESTBANEN</b>		Målestokk
Hovedkloakktunnel		1:100
Tunnelpåslag-Filipstad		R-1415
Situasjons- og borplan		Bilag 41
OSLO KOMMUNE		Dato Feb. 79
Geoteknisk kontor		Kart ref.