

R a p p o r tN. S. B.
GEOTEKNISK KONTORvedrørende grunnforholde for linjesomlegningen fra km. 61.0-62.3ved Bön stasjon Hovedbanen.

På den nye linjestrekning er der projektert jordtunnel fra pel 6129+8 til 6150+8, altså på en lengde av 210 m. Videre blir der bro over And-elven mellom ca. pel 6166 og 6171. De vesentligste av grunnundersøkelsene er foretatt for den projekteerte tunnel og bro.

Jordtunnel (pel 6129+8 til 6150+8).

Av tegning no. 57 fremgår de undersøkelser, som er utført. Der blev optatt prøver i fire borhull. Forut for prøvetagningen blev der spyleboret i to hull (ved pel 6138 og 6144) for å få konstatert om fjell stak op over tunnelbunden og for å opnå et foreløbig kjenskap til grunnens beskaffenhet.

Efter de undersøkelser som er foretatt kan man gå ut fra som sikkert, at man ikke vil påtreffe fjell i tunnelen. I de to midtre prøvehull er optatt prøver helt ned til ca. 30 m.s dyp. Under boringen anvendtes 2½" stålforingsrør, som blev rammet ned i grunnen. Samtlige prøver er forsøkt optatt med bibeholden naturlig konsistens. For noen av prøvene har det dog vært uundgåelig at fastheten er blitt endel nedsatt under optagningen.

Det platå hvor igjennem tunnelen skal føres består øverst av en sandavleiring. I pel 6142 er dennes mektighet 6½ m. og i pel 6136 8 m. Sandavleiringen består overveiende av fin sand, men der forekommer også enkelte tynnere lerlag inne i sanden. Sanden hviler på en mektig leravsetning. Nær grensen mot læren er sanden, sterkt vannførende. Sandavleiringens underside ligger ^{med fall} mot tunnelinnslaget ved pel 6129+8. Grenseskiktet mellom sand og lere trer ut i dagen i skråningen over tunnelinnslaget og det vann som trer ut av bakken her bevirker signinger i den ovenfor liggende sandskråning.

Andred senere
6130+9
6150+5

56 m/m
indr. diam

X

Fra sandavleiringens underside og til 3 a 4 m. under den fremtidige tunnelbund (d.v.s. så dypt ned som undersøkelser er foretatt) består grunnen av lere og jordarter, som står leren nær i sammensetning. Av tegn. no. 57 fremgår at det meste er lere. Leren er på sine steder mer og mindre sterkt melsandholdig og er da betegnet som grov lere. Inde i leren optrer på endel steder lag av en lerholdig melfin sand (betegnet som melsand).

I leravsetningen - bestående av lere, grov lere og melsand - er jordartene meget finkornige og som følge derav sterkt vannholdende og praktisk talt ikke vanngjennemslippende. Kun et sted er påvist en jordart, som ikke har disse egenskaper nemlig i pel 6136, like over det fremtidige tunneltak. Man har her et ca. $3/4$ m. tykt vannførende sandlag bestående av forholdsvis ren, fin sand.

For de optatte prøver er på tegn. no. 57 anført vanngehalten i vektprocent av totalsubstans (V). For lerprøvene er desuten som vanlig anført finhetstallet (F) samt den naturlige fasthet (H_3) og fastheten i helt omrørt tilstand (H_1) uttrykt ved de såkaldte relative fasthetstall.

Efter de undersøkelser som er foretatt blir leren over tunneltaket å betegne som fast. Under tunneltaket er foruten ren lere (på tegn. kun betegnet som lere) også påtruffet grov lere. Mens den rene lere praktisk talt overalt er av den beskaffenhet at den nesten kan betegnes som meget fast er dette ikke tilfelle med den grove lere. Den kan gjennomgående kun betegnes som middels fast og er i motsetning til den rene lere noe kvikaktig. Det er vesentlig endel av prøvene av den grove lere hvis fasthet er blitt noe nedsatt under optagningen.

Særlig den rene lere, men også den grove lere er god masse å arbeide i. Tiltross for noen "kvikaktighet" hos den siste vil man ikke risikere at massen har tendens til å "flyte" når der arbeides i den. Dette er derimot ikke tilfelle med melsanden, som må betegnes

som en typisk kvikksand. I samtlige borhull påvistes lag av melsand inde i leiravleringen. I pel 6130 + 9 fantes dog ikke melsand innenfor tunnelprofilet og det samme er praktisk talt også tilfelle i pel 6142, hvor der kun var noe melsand nær tunnelbunden. Ved pel 6149 er der et melsandlag over og et like under det projekteerte tunneltak. Begge lag har en mektighet på ca. 2 m. og er adskilt fra hinannen ved et ca. $1\frac{1}{2}$ m. tykt, fast lerlag. Det nederste av de to lag faller innenfor tunnelprofilet og vil utvilsomt medføre endel vanskeligheter for tunneldriften. Under boringen observertes, at massen steg $\frac{1}{2}$ m. op i røret under en middagspause.

Enda vanskeligere blir forholdene ved pel 6136 hvor det fremtidige tunneltak går gjennom et $2\frac{3}{4}^m$ mektig lag bestående av melsand og fin sand øverst. Den fine sand har adskillig grovere ~~konstruktura~~ enn melsanden og er forholdsvis lett gjennemtregelig for vann. Det viste sig under boringen at dette sandlag var sterkt vannførende. Da enden av foringsrøret nådde ned i laget med fin sand steg massen op i røret og det var umulig å få tømt foringsrøret før enden av røret var slått et stykke ned i den underliggende melsand.

Hvor langt dette vannførende sandlag - med en tykkelse på ca. $\frac{3}{4}$ m. strekker sig i tunnelens retning til begge sider kan ikke angis. Dersom laget ligger horisontalt må man gå ut fra at tunnelen vil følge laget på en lengere strekning. Over sandlaget er der fast lere.

Bortsett fra de i pel 6149 og særlig i pel 6136 påtrufne sandlag og de vanskeligheter disse kan medføre for tunneldriften skulde grunnforholdene forøvrig ligge meget godt tilrette for projektet gjennomførelse.

Efter at man nu har fått en ganske god oversikt over grunnforholdene burde der bli spørsmål om å bestemme så nøyaktig som mulig sandlagenes beliggenhet og utstrekning, hvilket sandsynligvis kan utføres på en forholdsvis enkel måte.

Geoteknisk avslutningsrapport angående jordtunnel, pel 6128+5 til 6151+8. Bønsanlegget alt. I.

Forholdene ved denne tunnel er tidligere behandlet av undertegnede i en rapport av 22/6, 1928 hvortil henvises. Med rapporten fulgte tegning nr. 57. Der er siden utført 3 nye borhull. Samtlige borhull er påført vedlagte tegning nr. 143, som erstatter den tidligere tegning nr. 57. De gamle borhull er på tegningen merket med årstallet 1928 og de nye med 1933.

Det viser sig, at lerens kohesjon er endel høiere enn prøven fra de gamle borhull viser. Kohesjonsverdiene for lerprøvene tatt i 1928 er derfor ute ^{latt} ~~ikke~~ på den nye tegning. Uoverensstemmelsen skyldes, at de borredskaper og den fremgangsmåte som benyttedes den gang bevirket at prøvenes fasthet blev nedsatt under optagningen.

Leren i tunnelen kan i det store og hele betegnes som en meget fast lere med kohesjonsverdi større enn ca. 4.5 t/m.² Da den dessuten gjennomgående har betydelig såkalt H,-fasthet d.v.s. høi fasthet i omrørt tilstand, vil den kunde spades, lastes og transporteres uten av den flyter ut. Forekommer derimot melsandlag i leren (på tegningen betegnet med blå strekning) kan massen når den bearbeides og transporteres bli mer og mindre seigtflytende alt efter mengden av tilstedeværende melsand. Den minst gunstige jordart å arbeide i blir melsanden når den opptrer i lag av nevneverdig tykkelse. Den vil vise sig å ha avgjort tendens til å bli seigtflytende når dens naturlige lagring ødelegges. Allerede ved pel 6149 a 50 hvor der forekommer et tykkere lag av denne jordart innenfor tunnelprofilen får man erfaring for hvordan den forholder sig.

Mellem pel ca. 6133 og 6140 sees av tegningen, at der er et melsandlag med overliggende ren fin sand.

I disse lag med en tykkelse på tilsammen ca. 2 1/2 m. står der vann under trykk, i to borhull er observert at vannet stiger til ca. cote

150 d.v.s. et vanntrykk på ca. 10 m. fra undersiden av melsandlagets lavest liggende del. Før tunneldriften når lagene er det nødvendig at vanntrykket bortskaffes ellers risikerer man, at massen flyter inn i tunnelen. Under det tilstedeværende vanntrykk vil den fine sand flyte praktisk talt horisontalt. Hvor lett bevegelig sanden er under nevnte forhold får man et inntrykk av når man hører, at massen steg ca. 3 m. op i vore 2 1/2" foringsrør såsnart ennen av røret nådde laget. Ved forsøk på lensning strømmet stadig nye masser til og først når ennen av røret var slått ned i den underliggende lere var det mulig å få det tømt. Vanntrykket kan enten skyldes, at vannet kommer inn i laget på et høiere lignende nivå eller det kan skyldes et overtrykk i sandens porevann på grunn av de overliggende jordmassers vekt eller begge dele.

Det vil sansynligvis bli nødvendig å gå inn på fra tunnelens søndre ende med en stoll på 2 x 2 m. som fører under sandlagene i hele lengden og tappe vann ned i denne fra huller i stollens tak. Før man imidlertid tar noen bestemmelse herom bør følgende forsøk utføres. Der bores to borhuller fra overflaten ned til øvre sandlag. Det ene utstyres med pumpeinnretning, mens det annet kun skal tjene til å observere pumpningens innflytelse på vannstandens senkning. Hensikten med dette forsøk skal først og fremst tjene til å bedømme om vannstanden senkes hurtig eller langsomt. Foregår senkningen forholdsvis hurtig vil det sansynligvis vise sig å være mer økonomisk å senke vannstanden fra dagoverflaten og sløife stollen. I motsatt fall blir anlegget av stollen nødvendig og observasjonen i de to hull kan da gi retledning om hvor nær hverandre uttrekksrørene i stollens tak må settes. De to huller foreslås plassert således. Pumpehullet settes ved pel 6139 og observasjonshullet 5 a 10 fjernet fra dette og begge så langt til siden for tunnelen at de ikke berøres av driften i denne.

Sanden i øvre lag - ren fin sand - er hovedsagelig sammensatt av korn mellom 0.09 og 0.02 m/m mens den lerholdige melsand vesentlig består av korn mellom 0.06 og 0.004 m/m med en yderst svak lergehalt. x)

x) Svarer til den amerikanske betegnelse "silt".

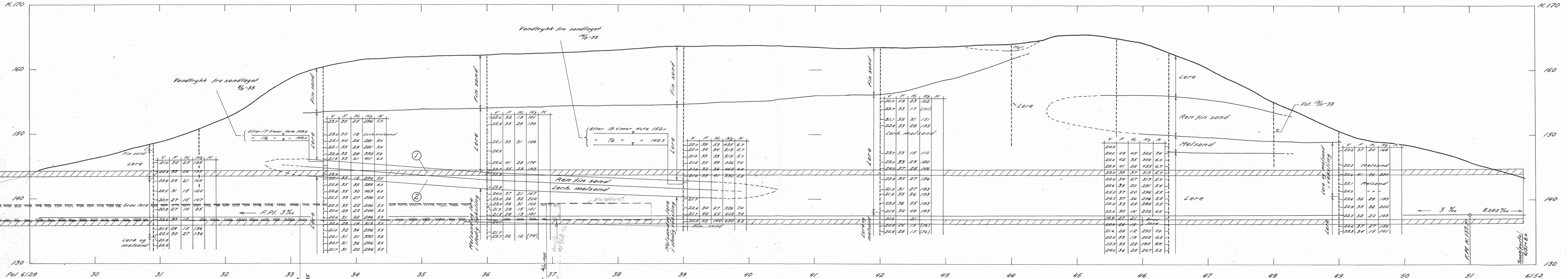
Den første er derfor relativt sett betydelig grovere enn den siste, men allikevel så fin at det blir nødvendig å bruke gjennomhullede rør med filter når vann skal pumpes ut. Forsøk viser at vanngjennemtrengheten i sanden i øvre sandlag er ca. 15 ganger større enn i melsanden.

De gjennomhullede rør med filter bør derfor kun anbringes i det øvre sandlag.

Foringsrør (4") til to borhuller, tilsammen vel 40 m. og pumpeinnretning vil komme på ca. 800 kr. Der er en mulighet, for, at det firma som har søgjort opgitt denne pris kan overta materiellet igjen etter avbenyttelsen.

Oslo den 22. september 1934.

A. S. Rosentind



Fin sand

V	F	H ₁	H ₂	K
21.0	30	25	193	
22.3	33	26	193	
20.8	28	21	168	
22.5	31	15	120	
20.7	27	15	107	
20.9	27	10	85	
22.6	30	12		
21.5	29	15	136	
20.5	30	27	136	
20.3				
22.8				

Lere

V	F	H ₁	H ₂	K
23.7	35	25	296	5.5
23.0	30	12	Lerb. melsand	
25.1	40	26	281	5.4
22.1	33	29	281	5.4
22.0	33	28	330	5.8
21.8	35	61	411	6.5
23.6	35	15	296	5.5
22.8	35	35	389	6.3
22.8	35	30	163	6.9
22.5	33	27	296	5.5
22.3	33	25	296	5.5
20.6	29	23	296	5.5
20.6	31	32	296	5.5
20.0	28	19	313	5.7
21.0	32	36	296	5.5
20.1	31	51	330	5.8
20.7	31	36	296	5.5
21.7	31	20	296	5.5

Lere

V	F	H ₁	H ₂	K
22.6	32	19	101	
22.9	35	29	136	
22.1	33	31	156	
24.5				
25.6	41	28	174	
23.7	35	23	193	
20.9				
23.8				
24.9	37	21	167	
23.4	36	32	202	
23.4	36	31	162	
21.3	28	15	101	
21.3	28	13	101	
24.7				
21.7				
22.6	34	27	526	7.4
21.7	40	65	605	7.9
20.3	42	140	650	8.2
21.7				
21.7	32	12	(74)	

Lere

V	F	H ₁	H ₂	K
22.0	39	53	435	6.7
22.0	34	34	313	5.7
21.9	33	33	313	5.7
21.2	35	89	526	7.4
21.8	32	36	463	6.8
21.6	33	41	330	5.8
23.9	35	27	136	
21.5	31	27	193	
21.8	33	36	193	
23.5	38	55	193	
21.4	34	49	193	
21.9				
20.9	28	15	(76)	
20.9	28	15	(76)	

Lere

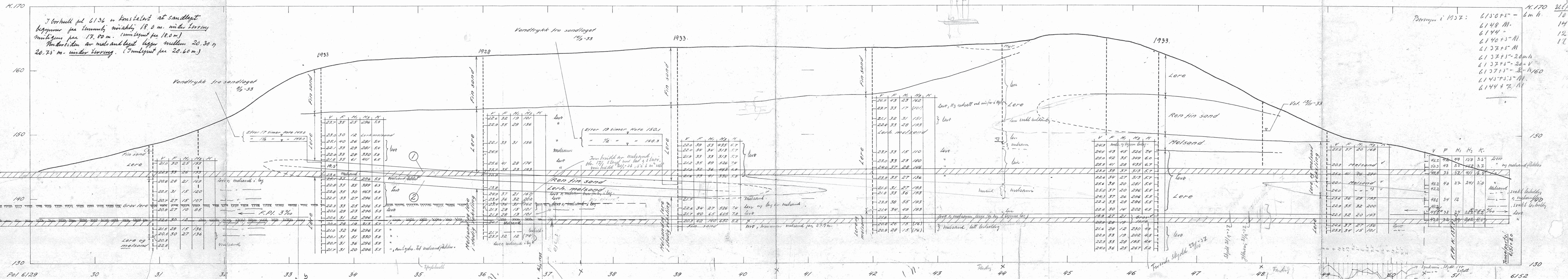
V	F	H ₁	H ₂	K
26.9	43	23	162	
23.7	33	17	(101)	
21.1	32	31	151	
22.4	33	28	193	
Lerb. melsand				
23.7	33	15	110	
23.0	33	23	180	
25.3	41	28	435	6.7
23.5	39	37	313	5.7
22.6	34	27	313	5.7
25.6	38	20	281	5.4
25.2	37	20	296	5.5
24.3	37	26	296	5.5
22.2	33	28	296	5.5
22.6	30	14	202	4.5
19.9	27	21	Grov lere	
20.9	28	19	Lere	
21.6	28	12	230	4.8
22.9	33	19	202	4.5
22.3	33	28	195	4.4
24.0	36	25	267	5.2

Lere

V	F	H ₁	H ₂	K
25.8	37	20	168	
20.3				
25.9	41	46	284	
22.1				
24.0				
23.6	36	29	193	
22.9	35	32	200	
22.5	32	20	193	
24.6	37	27	136	
23.3	34	15	101	

BETEGNELSER
 V = vandindhold i væktsprocent af totalsubst.
 F = relativ finhet
 H₁ = " - fasthet i omrørt prøve
 H₂ = " - " - i uomrørt -"
 K = kohesion uttrykt i ton pr. m²
 K er uløst af H₂

BORINGSRESULTATER		M. 1:200	
JORDTUNNEL 4 BØIN ST.			
HØVEDBANEN			
N.S.B. GEOTEKNISK KONTOR			
23/8 34 A. C. Rosenlund		Korn Nørg	
		143	



I forhold til 6136 er konstateret at sandlaget begynder fra temmelig vistnok 18.0 m. under terræn. Muligheden for 17.80 m. (underlaget for 18.0 m.) Undersiden af melsandlaget ligger mellem 20.30 og 20.75 m. under terræn. (Fuldtykt for 20.60 m.)

Vandtrykk fra sandlaget 1/2-33

1933

1933

Boringer i 1937:

6150+5-	6 m H.
6148 M.	14 "
6144 "	12 "
6140+5-M.	17 "
6137+5-M.	12 "
6137+5-20 m H.	(1)
6137+5-20 m V.	(8)
6137+5-8 m H. 160	(9)
6145+5.5-M.	16 "
6144+7-M.	16 "

V	F	H ₁	H ₂	H ₃	K
23.0	30	12	201	5.4	
22.1	33	29	201	5.4	
22.0	33	29	330	5.8	
21.8	35	61	411	6.5	
21.0	30	25	193		
22.3	33	26	193		
20.8	28	21	168		
22.5	31	15	120		
20.7	27	15	107		
20.9	27	10	95		
22.6	30	12			
21.5	29	15	136		
20.5	30	27	136		
20.3	31	51	330	5.8	
20.7	31	36	296	5.8	
21.7	31	20	296	5.5	

V	F	H ₁	H ₂	H ₃	K
23.7	35	25	296	5.5	
23.0	30	12			
25.1	40	26	201	5.4	
22.1	33	29	201	5.4	
22.0	33	29	330	5.8	
21.8	35	61	411	6.5	
23.6	35	12	296	5.5	
22.8	35	35	389	6.3	
22.8	35	30	483	6.9	
22.5	33	27	296	5.5	
22.3	33	25	296	5.5	
22.3	29	23	296	5.5	
22.6	31	32	296	5.5	
22.0	28	19	313	5.7	
21.0	32	36	296	5.5	
20.1	31	51	330	5.8	
20.7	31	36	296	5.8	
21.7	31	20	296	5.5	

V	F	H ₁	H ₂	H ₃	K
22.6	32	19	101		
22.9	35	29	136		
22.1	33	31	156		
24.6					
25.6	41	29	174		
23.2	35	23	193		
22.3	35	12	296	5.5	
23.8					
24.0	37	21	187		
23.4	36	32	262		
23.9	36	31	262		
21.3	29	15	101		
21.3	29	13	101		
21.7					
22.6	34	27	526	7.4	
21.7	40	65	605	7.9	
21.9					
20.3	42	740	630	8.2	
21.7					
23.7	32	12	(74)		

V	F	H ₁	H ₂	H ₃	K
22.0	39	53	435	6.7	
22.0	34	34	313	5.7	
21.9	33	33	313	5.7	
21.2	35	89	526	7.4	
21.2	32	36	483	6.9	
21.6	33	41	330	5.8	
23.9	35	27	136		
21.5	31	27	193		
21.8	33	36	193		
23.5	38	55	193		
21.4	34	49	193		
21.9					
20.0	26	15	(76)		
20.9	28	15	(76)		

V	F	H ₁	H ₂	H ₃	K
26.9	43	23	162		
23.7	33	17	(101)		
21.1	32	31	151		
22.4	33	28	193		
23.7	33	15	110		
23.0	33	23	180		
24.0	37	22	146		
23.9	35	27	136		
21.5	31	27	193		
21.8	33	36	193		
23.5	38	55	193		
21.4	34	49	193		
21.9					
20.0	26	15	(76)		
20.9	28	15	(76)		

V	F	H ₁	H ₂	H ₃	K
24.3	43	45	526	7.4	
25.0	42	35	349	6.0	
25.3	41	28	435	6.7	
23.3	39	37	313	5.7	
22.6	34	27	313	5.7	
25.6	38	20	281	5.4	
25.2	37	20	296	5.5	
24.3	37	26	296	5.5	
22.2	33	28	296	5.5	
22.6	30	14	202	4.5	
22.9	27	21			
20.9	20	19	180		
21.6	29	12	230	4.9	
22.9	33	19	202	4.5	
22.3	33	28	195	4.4	
24.0	36	25	267	5.2	

V	F	H ₁	H ₂	H ₃	K
25.2	37	20	168		
20.5	Melsand				
25.4	41	26	234		
22.1	Melsand				
24.0	"				
23.6	36	29	193		
22.9	35	32	200		
22.5	32	20	193		
24.6	37	27	136		
23.3	34	15	101		

V	F	H ₁	H ₂	H ₃	K
46.2	42	49	150	3.5	Lere
50.3	43	25	152	3.7	" m melsand-Rakler
44.4	38	58	411	6.5	"
40.2	40	27	241	5.0	"
42.2					" melsand
48.1	34	12			" sakt lerede og melsand
44.2					" sakt lerede
34.2	38	34	262	5.2	" %
42.8	30	29	202	4.5	"

BETEGNELSER

- V = vandindhold i vektprocent af totalsubst.
- F = relativ finkhet
- H₁ = " - - - - - fasthet i omrørt prøve
- H₂ = " - - - - - " - - - - - " - - - - - " - - - - - " - - - - - "
- K = kohesion udtrykt i ton pr. m²
- K er uløst af H₃

BORINGSRESULTATER.
JORDTUNNEL "BØY ST. M. 1:200
HOVEDBANE

N.S.B. GEOTEKNISK MONITOR
 28/3-34 A. C. Rosendal Havn Kjøb

143

3" prøveprøvningsmetode for jordarter
 På grund af forholdet af fin sand strømmede den i stillen. Den 2/3 var den strømmede ud på 7 m
 18/12-35 kille i still, vandet var 1 m. for bakk, 0,1 sekunders løb
 x) nye forhold foreslået April 1932

NB! Smått drukk til Nicolaysen
den 7/7-37. P.

Angående prøver tatt under skjoldmanteil, Bøn tunnel, pel ca. 6148+5.

I forbindelse med forberedelsene til forlengelse av skjold-
det nedentil tok man den 22. juni 1937 en del prøver av leren under skjold-
mantelen.

Den lere som sat direkte på mantelen antagelig i 1 a 2 cm.
tykkelse var så fast og så intimt forbundet med jernet at man måtte bru-
ke meisel for å få laget fjernet.

For samtlige prøver bestemtes vanngehalten i vektsprocent
av totalsubstans som omregnedes til volumprocent.

<u>Dybde under skjoldmantel</u>	<u>Prøve nr.</u>	<u>Vektprosent Vann av totalsubs.</u>	<u>Vannvolum.</u>
Materiale på selve mantelen	{ 1	14.45 %	31.9 %
	{ 2	15.3 "	33.4 "
	{ 3	15.3 "	33.4 "
3-5 cm.	4	16.5 "	35.5 "
10 - 11 cm.	5	18.1 "	38.0 "
<u>Lerens oprindelige vanninnhold</u>	x	23.3 "	46.0 "

Tar man gjennemsnittet av de 4 nederste prøver i borhull
pel 61.49 fåes et vanninnhold svarende til 23.3 % vann av totalsubstans,
nøiaktig lik vanninnholdet i den dypeste prøve i samme borhull. Omreg-
net til volumprosent fåes 46.0.

På vedlagte tegning er avsatt prøvenes volumprosent vann i
forhold til dybden. Man ser da at utpressningen av vannet tilsynelatende
er linjert. I det dyp hvor linjen skjærer ordinaten for 46 % volumpro-
sent vann skulde utpressningen ophøre d.v.s. i en dybde av 26.5 cm.

For hele utpressningspartiet er vanngehalten gjennomsnitlig
minsket med $1/2 \times (46.0 + 33.4) = 1/2 \times 79.4 = 39.7$ volum %. Kaldes

volumproc. vann før utpresning = P_1 , etter utpresning = P .

$$\text{Den linjære setning blir da} = \frac{100(P_1 - P)}{100 + P} = \frac{100(46 + 39.7)}{100 + 39.7}$$

$$= \frac{100 \times 6.3}{60.3} = 10.45 \%$$

Lerens totale sammenpresning $26.5 \times 0.1045 = 2.77$ cm.

Det kan tenkes, at dette tall er for stort beroende på, at de uttatte prøver har mistet litt av sin vanngehalt under uttagning og opbevaring ^{x)} (ca. 1 døgn) og derved at lerens oprindelige vanninnhold kan være satt litt for høit. Men en tydelig vannutpresning har i ethvert fall funnet sted og den fundne verdi for lerens sammenpresning er neppe langt fra den fiktige.

Det må her uttrykkelig betones, at vannutpresningen foruten av andre faktorer, også er avhengig av tiden. Den ovenfor konstaterte vannutpresning gjelder for det tidsrum som medgikk mellem skjoldets fremskyvning siste gang og da prøvene blev tatt.

Det må også bemerkes, at det faste lag nærmest skjoldmantelen på 1 a 2 cm. kan ha medfulgt skjoldet på en lengere strekning.

O s l o den 2. juli 1937.

A. S. Roslund

Hr. Avdelingsingeniør Nocolaisen,

Brokontoret.

I samråd med ingeniør Foss blev den 21/5.37 tatt 6 lerprøver i Bønstunnelen for om mulig å bringe på det rene omrøringsgraden for et forsøksbrett. Stedet hvor prøvene er tatt fremgår av vedlagte skisseblad. Prøvene blev undersøkt den 24/5.37 og resultatet er:

Prøvenr.:	H ₁	H	K	Anmerkning
1	27	313	5.7	Ren lere
2	20	220	4.7	Lere, svakt melsandholdig
3	20	253	5.1	-"- " -"
4	21	296	5.5	Ren lere
5	20	189	4.3	Lere, svakt melsandholdig
6	32	210	4.6	Ren lere

H₁ betegner rel.fasthet i fullstendig omrørt prøve.
H " " " " den tilstand den befant sig på finnestedet
K " " kohesjonen i ton pr. m² og er avledet av H

De angitte H verdier er fremkommet som middelvei av de 3 midterste konusinntrykk i hver prøve.

Et sertrykk av foredraget "Grunnundersøkelser og geoteknikk" vedlegges.

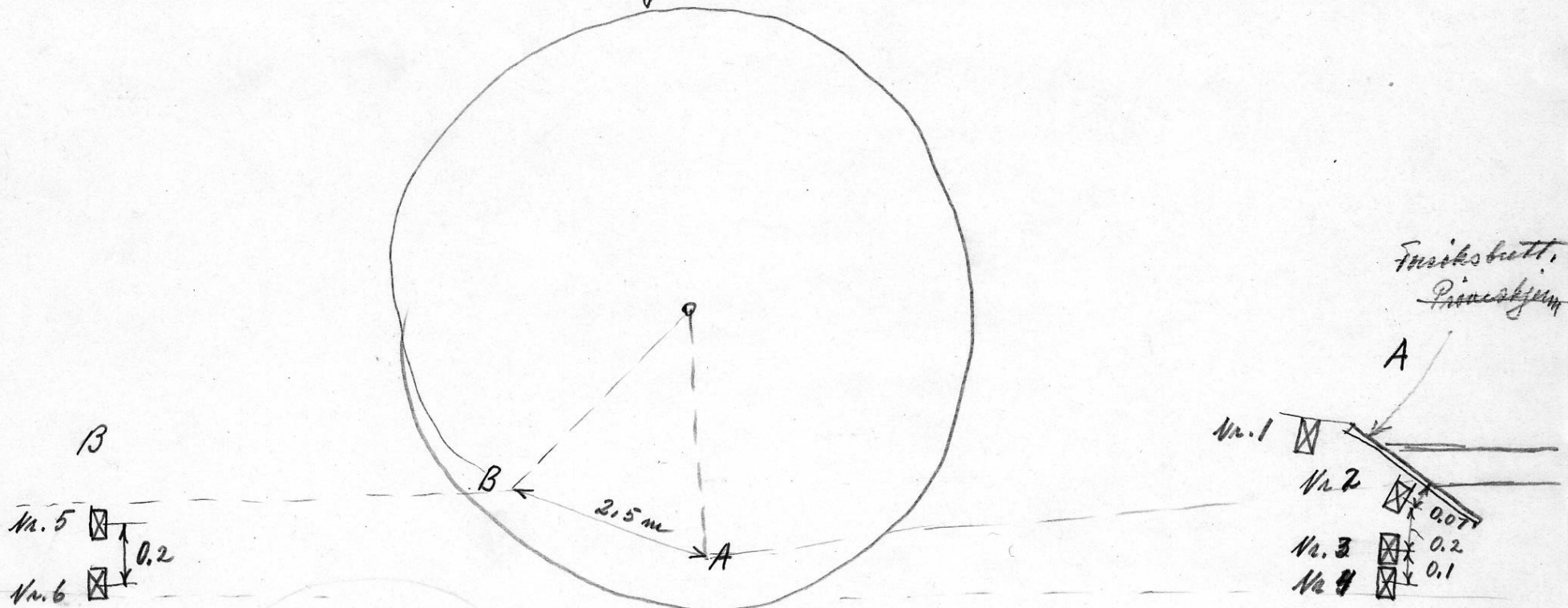
O s l o den 25. mai 1937.

S. S. H.

Nordre innslag Bän tunnel

pc 6148 + 9.0

lett rydover



Prove 1-4 tatt i nærheten av forsøksbrettet for å bestemme omgivingsgraden.

Prove 5-6 tatt i presumptivt uomsjøtt masse

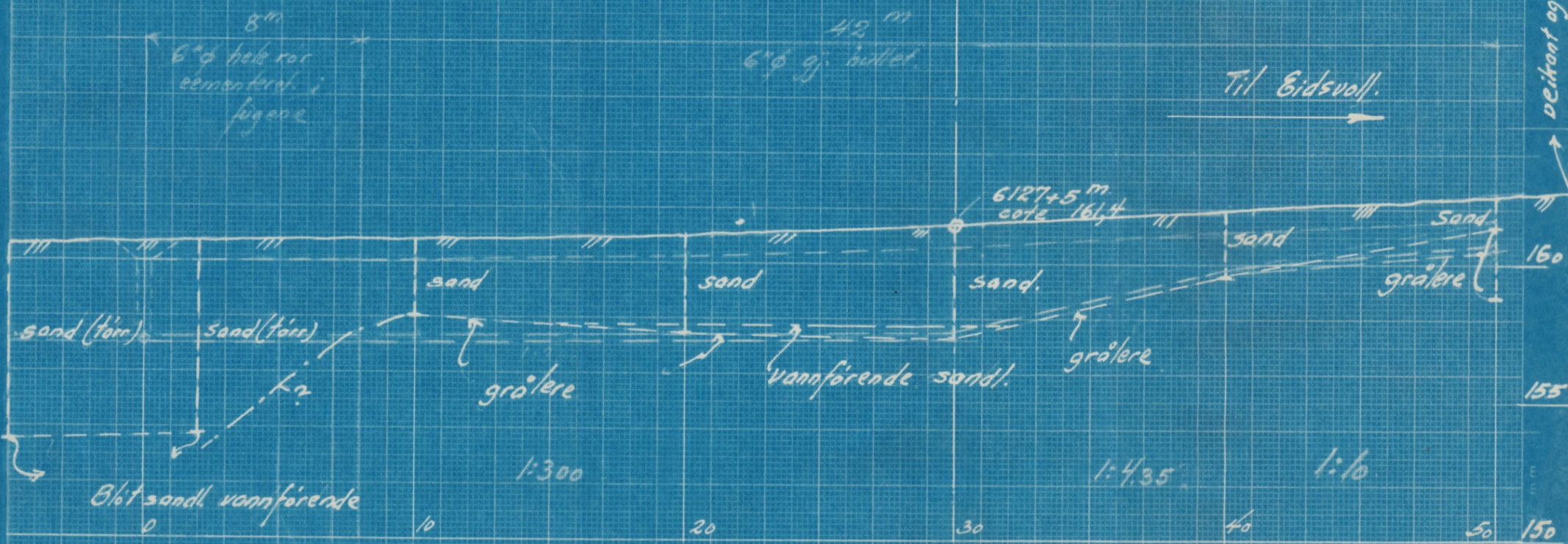
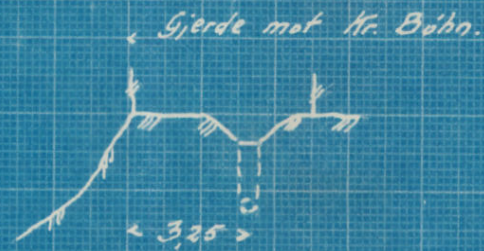
22/5-37

S.S.M.

"Ombygning av Bå'n tunnel."

Gravboring (skouling) for proj. overvannsgrift. km 6127.5 t.v.

M = 1/200



Oslo 18/1-35

O.F.

A 4 210 m.m

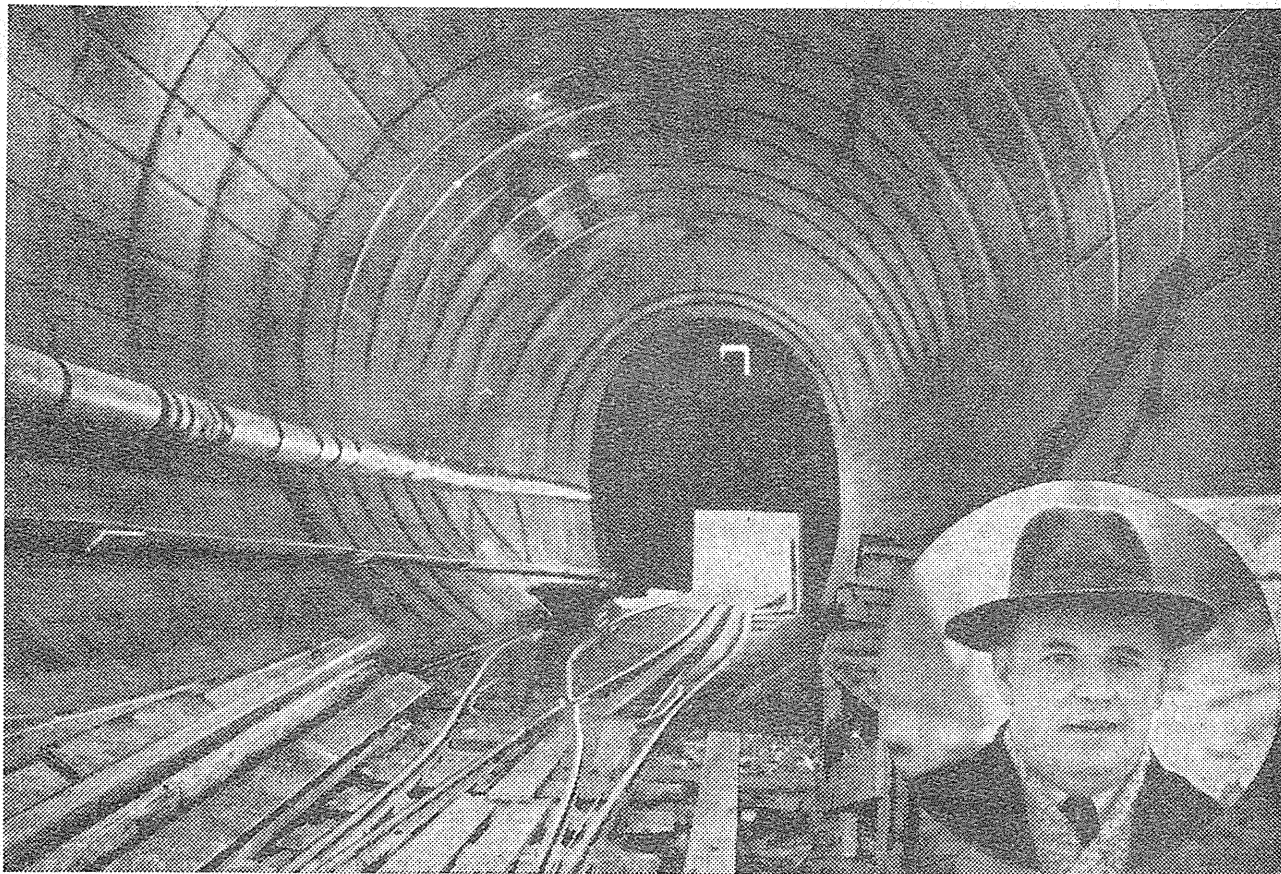
Jernskjoldet som graver cylindrisk tunnel i leirbakken.

*Offisielt nr. 585
Aften 22/11-37*

Et vanskelig ingeniørarbeide ved Bøn stasjon.

200 meter som det vil ta to år å grave sig gjennom.

Hvor man arbeider med 2000 tonnns donkrafte.



De første 60 meterne av tunnelen ferdig. Innfelt avdelingsingeniør Rolf Nicolaisen

Det er ikke bare fjellet som kan være hardt å slåss med når en bygger jernbaner. Leiren er vel så farlig motstander, ja, verre, sier avdelingsingeniør Rolf Nicolaisen ved Statsbanene — han viser oss et mer enn merkelig anleggsarbeide ved Bøn stasjon — rett syd for Eidsvoll. Her skal man «kjøre» en tunnel gjennom en leirbakke, som er sine 250 meter lang og 27 meter høi. Den gamle, murstensbyggede tunnelen fra engelskmennenes tid, da Hovedbanen — vår første jernbane — blev anlagt fra Oslo til Eidsvoll i 1854, duger ikke lenger. Foruten leirtunnelen ved Bøn stasjon skal der også bygges en ved Eidsvoll stasjon — 200 meter lang. Begge anlegges med elek-

trisk drift for øie — bredden og høiden blir større enn i de gamle, avlegse tunneler.

— Den måten tunnelene lages på, sier ingeniøren, er noget helt nytt i vår jernbanes historie. Ved en fjelltunnel kan man skyte sig vei gjennom fjellet. En leirbakke kan en naturligvis grave sig igjennem i skjæring, når den ikke er for høi og lang. Men her gjelder det slike svære masser — det vilde bli flere hundre tusen kubikkmeter istedenfor 12—13,000 kubikkmeter med den metoden vi nu gjør bruk av, så det vilde være nytteløst. Skulde vi grave ut en hel skjæring i leirhaugen ved Bøn for eks., måtte vi grave 6 meter i bredden i bunnen og 100 meter i toppen. Leiren

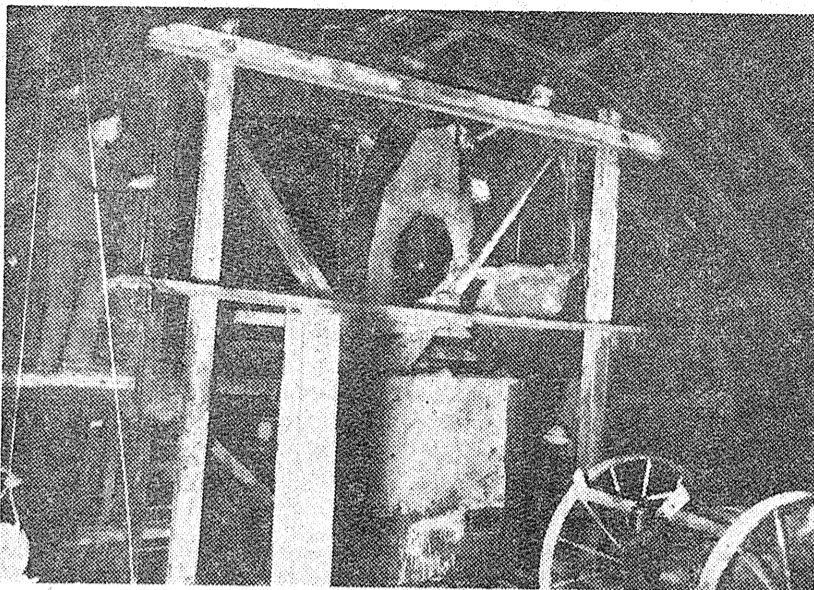
i Eidsvoll distrikt er dessuten beryktet i ingeniørkretser.

Før vi gikk igang med planene for dette arbeidet, var jeg en tur i Amerika, hvor jeg studerte de spesielle metoder man bruker i lignende tilfelle derborte. Der traff jeg bl. a. ingeniør Singstad, som har ledet arbeidet med Hollandtunnelen og som nu bygger en annen veldig tunnel under Hudson. Hans opplysninger og hjelp var av stor nytte for mig og mitt arbeide. Amerikanerne bruker en engelsk oppfinnelse, som vi har tillempet efter våre forhold. Populært kan en si gravemaskinen består av en veldig jerncylind-

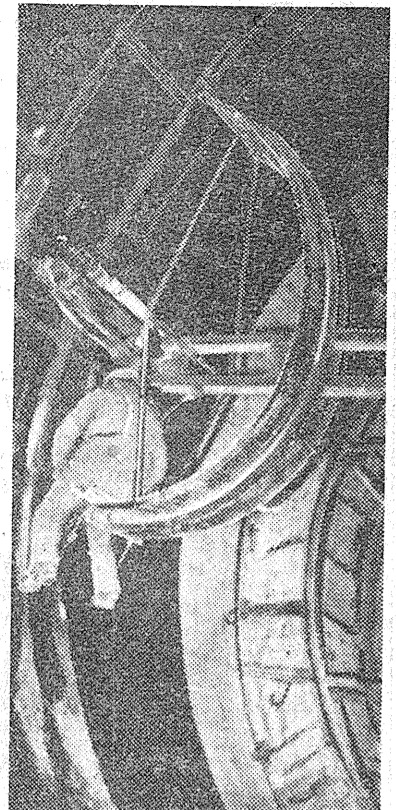
Fortsatt side 3, spalte 1.

Jernskjoldet som graver cylindrisk tunnel i leirbakken.

(Forts. fra 1. side.)



Den øverste delen av «skjoldet». Merk mennene på stillaset, som gir et inntrykk av skjoldets størrelse.



Mannen som «tapetserer» tunnelens indre.

der — et rør som har en diameter på 8 meter. Ideen er å skyve røret eller skjoldet som vi kaller det, inn i leiren ca. 0.75 meter ad gangen, idet man «spenner» imot den allerede byggede del av tunnelen. Den leiren som da ligger inne i skjoldet kan graves ut av arbeidsfolkene. I skjoldet er der tyve 100-tonns hydrauliske donkraft'er. Det meste vi har brukt av disse 2000 tonns krefter er 12—1400 tonn. En kan si dette er omtrent det samme prinsippet som når en baker kake med pressform. I hvert «skyv» skjærer vi ut 75—80 centimeter innover i leirmassene. Mens leiren graves vekk i skjoldets forende og kjøres bort av «vaggene», kommer de som legger cementblokker etter hverandre, så de danner en sammenhengende ring inne i det ledige rum i skjoldets bakre del som er fremkommet ved skyvningen. Så spenner atter donkraften mot den nye ring og skjoldet går nye 0.75 meter inn i leiren. Disse blokkene går det 14 av i hver ring (hvis indre diameter er 1.5 meter) og til hele tunnelen skulde det således gå med 4200 stykker. Hver av dem er et par meter lange, 70—80 cm. brede og 26 cm. tykke og veier sine 700 kilo. Når man på denne måte har laget et veldig rør ved å legge ring etter ring av sementblokker, kommer en mann i en svingbar heisesjøl med en vannisolerende asfaltplate — den er helt myk og legges på akkurat som et tapet. Inni dette rør støpes den endelige tunnel, som er hele 50 cm. tykk. Slik bygges tunnelen frem meter for meter. Det går ikke særlig fort — arbeidet må nemlig skje med den største grad av nøaktighet og forsiktighet. Vi kommer frem med to meter i uken.

— Det blir altså to år på de næste 200 meterne?

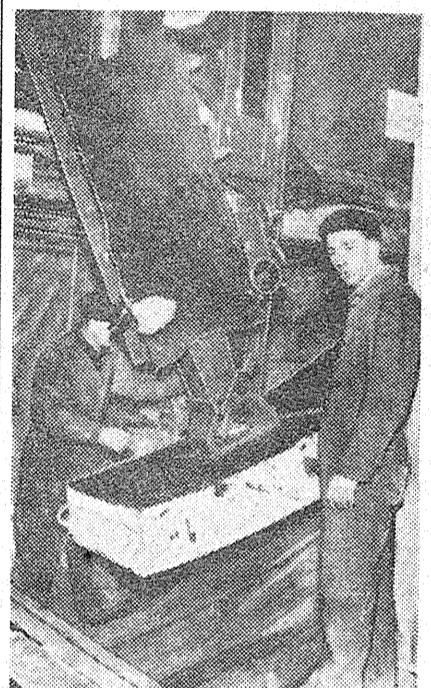
— Ja, noget slikt. Vi har holdt på et års tid med de 60 metrene vi har bygget op hittil. Særlig de første fem måneder bød arbeidet på mange vanskeligheter — det var meget av en prøvenes og prøvelsesnes tid. Jernbanens geolog, A. L. Rosenlund, har foretatt grundige undersøkelser av leirhaugen. Midtveis har han funnet uhyre fin sand, hvor det kan bli vanskelig å komme frem. Vi har sterkt tenkt på å arbeide i trykkluft i det området. Det er mulig vi kan undgå det, men det ser ikke lovende ut. Det faller meget kostbart, så vi kvier oss i det lengste. Det vil forresten ta minst et halvt år før vi er fremme i sandområdet. Det er meningen å bruke det samme skjoldet i Eidsvolltunnelen etterpå. Det er jo dyrt i anskaffelse, så det gjelder å gjøre mest mulig bruk av det hvor det lar sig anvende. Skjoldet, som er et udmerket stykke norsk arbeide, er levert av Drammens Jernstøperi. Det særdeles innviklede maskineri er konstruert av ingeniør Authin.

Da vi utenfra nærmer oss tunnelens åpning, fortøner hele anlegget sig som en slags fabrikk. Der er reist to større hus — et med tårn tilogmed. I den ene bygningen holder pumpene, som fører donkraftene i skjoldet med olje tilhuse. Her inne finner vi også pumpen som besørger pressluften inn i tunnelen. I det andre huset støpes de utallige cementblokkene som tunnelens cirkel skal klæs med. Inne i tunnelen freser et elektrisk sveiseapparat med sin mitraljøseld som også avfjører et regn av stjerner. Blåselampene tørker cementgulvet, det ryker og oser — kampen mot leiren føres med stor styrke og megen besindighet. Skjoldet gjør nogen rykk og eter sig inn i leirmassen. Ar-

beiderne står inne i skjoldet og blir næsten borte i dens drøie 8 meter på alle kanter. En mann oppe under «taket», en nede i bunnen og en på hver side — de har til opgave å rope ut en del tall til arbeidsformannen, tall som forteller om skjoldet arbeider sig rett inn i massen eller kjører på skjeve. Det gjelder å ha et øie på hver finger. En sindrig monteringsarm løfter sementblokkene behendig på plass — det volder den ikke det minste stønn å lette på de 700 kilo om det så gjelder å plante blokken midt oppe i «taket». Bolter til armene for den elektriske kjørepråd støpes inn efterhvert.

— Det har været en stadig kamp å holde vannet ute, forteller ingeniør Nicolaisen. Leiren er så vannmettet at hvis vi vilde kjøre en pneumatisk spade inn i massen, vilde leiren rinne som grøt nedover spaden og arbeiderne. Vi hadde håbet det hadde latt sig gjøre å bruke slike spader. Leiren er så sleip som lim — derfor må vi ha en hel del sagmugg i bunnen av «vaggene» og der arbeiderne står. Arbeiderne må dyppe spadene i vann for hvert tak — akkurat slik som husmoren gjør det med smørleiven når hun skal legge op smør.

De 60 mann som driver sin seige kamp mot leiren, må i sannhet lære sig tålmodighetens skjønne kunst. Her



Cementblokken settes på plass med monteringsrammen, som lett vint plasserer den 700 kilos blokken i taket.

nytter det ikke å forsere — her bestemmer leiren selv farten.

O. A.

**VIN
TIL JUL . . .**
med **ESPANIA**
hurtigvingjær. Ferdig
til taping på 10 da-
ger. Fåes hos farve-
handlerne.
FARVEHUSET A/S
Torvg. 23 Te'efon 12005 — 25283