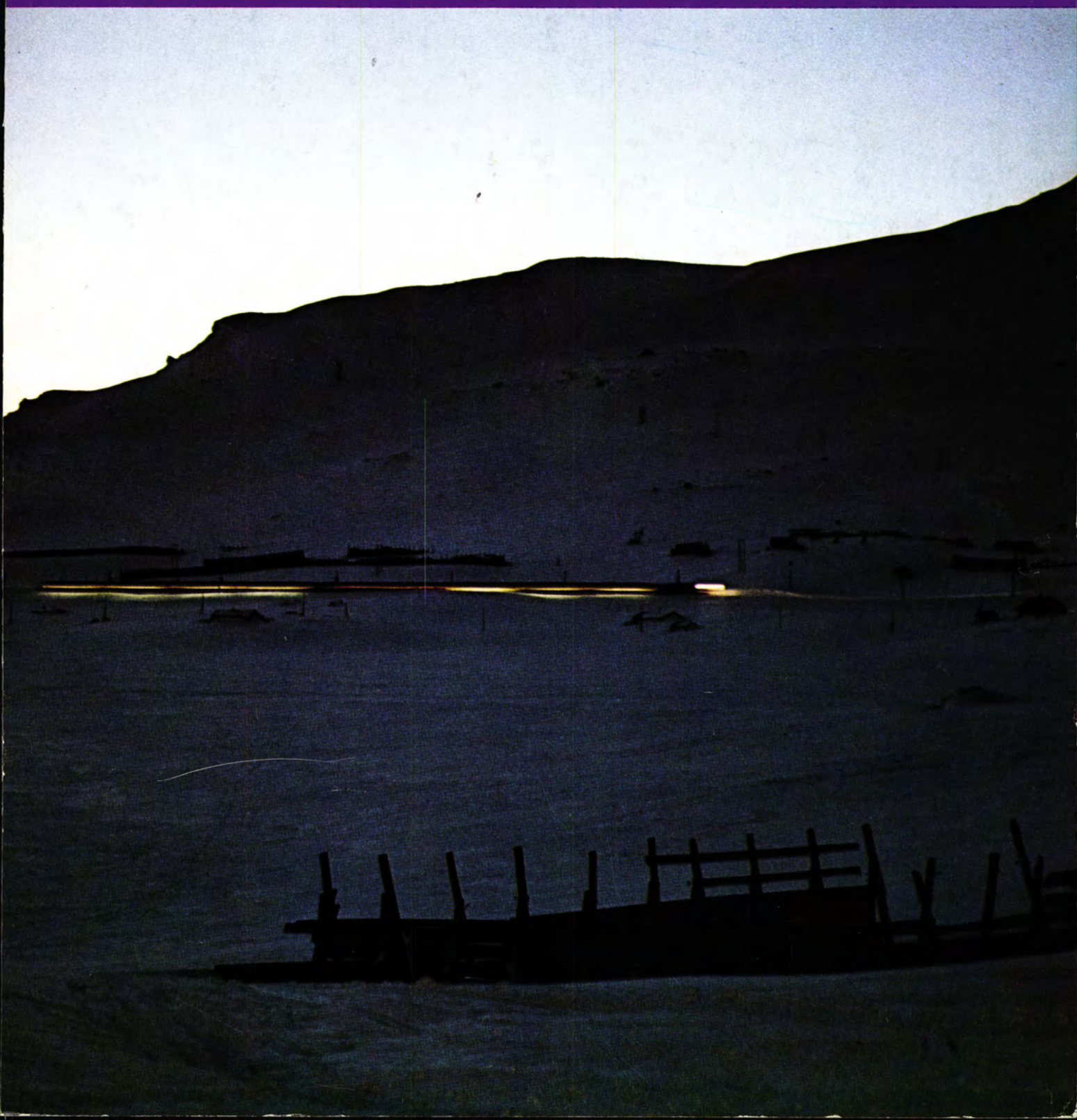
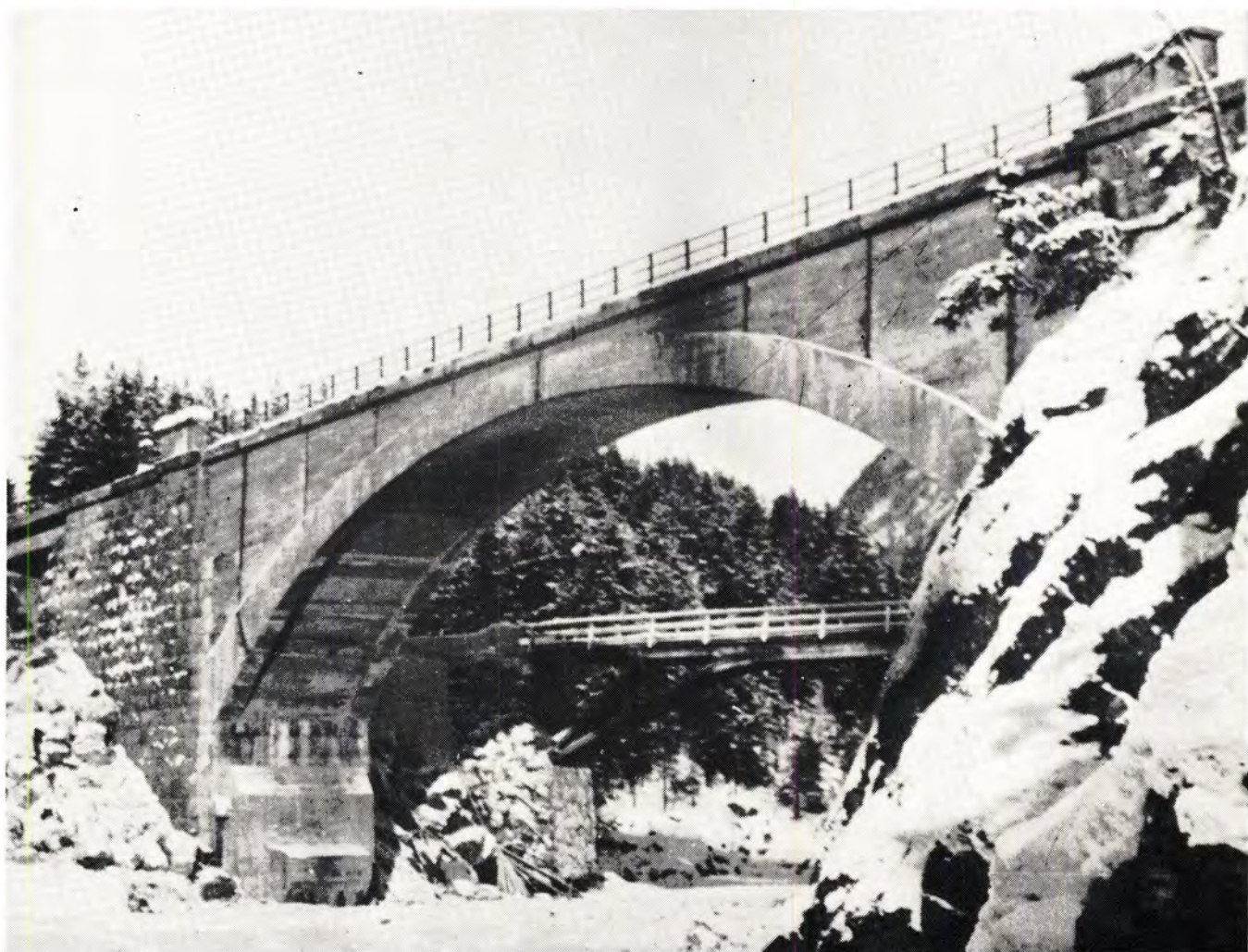
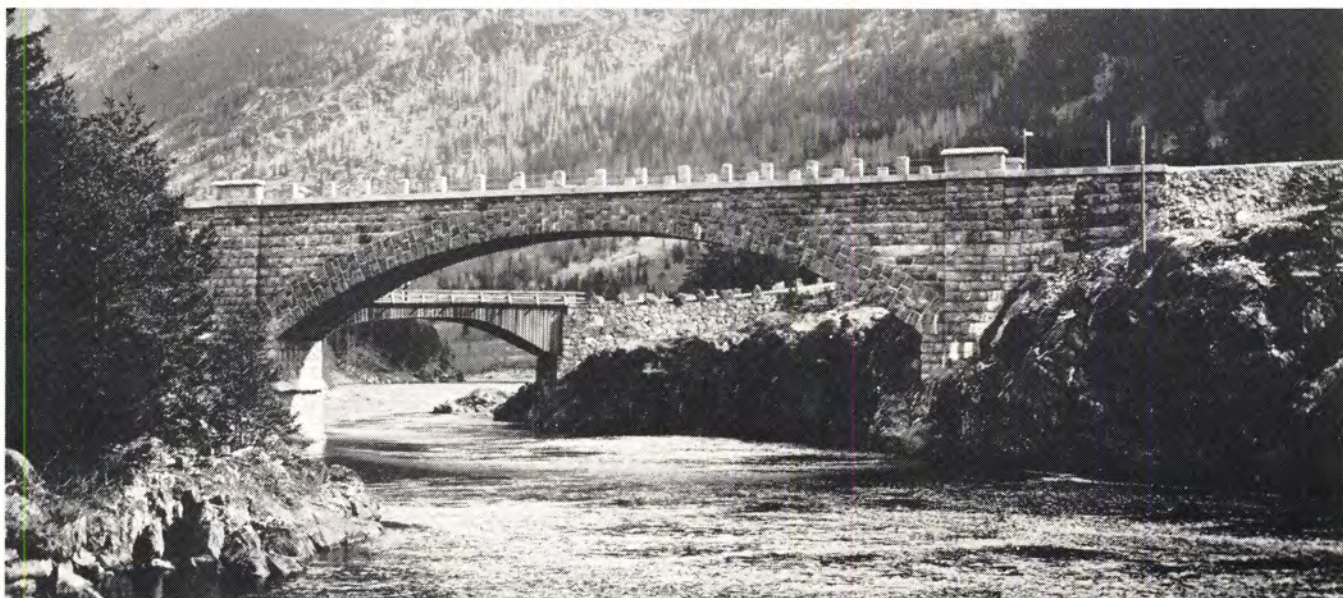


# NSB. teknikk

**1**  
1976

Teknisk informasjon fra Norges Statsbaner





## Bru over Hallingdalselva ved Svenkerud

Svenkerud bru øverst var en hvelvbru med murt steinhvelv. Brua hadde en lysvidde på 44,0 m og ble bygget i tidsrommet 1906–10.

Hvelvbruer av stein har lang tradisjon ved NSB, og det finnes stort antall av disse vakre bruer spredd over hele landet.

Denne brutype ble bygget frem til slutten av 1920-årene. Idag er de for kostbare, og den gamle teknikk og håndverkerkunst tilhører nå en svunnen epoke.

Den opprinnelige Svenkerud bru ble sprengt under krigshandlingene i 1940. Da brua skulle gjenoppbyg-

ges i 1941, ble det gamle steinhvelv erstattet av et hvelv i armert betong (nederst).

Informasjonsblad  
for Norges Statsbaner

Årgang 2, 1976  
Nummer 1

Utgiver:  
Norges Statsbaner  
Hovedadministrasjonen  
Storgt. 33  
Oslo 1

Telefon: (02) 20 95 50



Redaksjonsutvalg:  
P. Bøyum  
K. Igelkjøn  
H. Karlsson  
I. Rustad  
S. Tennebo

Sats, repro og trykk:  
Grøndahl & Søn Trykkeri A.s

Opplag: 3.000

Omslagsbilde:  
Bergensbanen ved Finse  
Foto: Arne-Magnus Waaler

## Innhold

- UDC 621.33(481) (23) s. 2
- Telle, Ole: 11 års elektrisk drift på Bergensbanens høyfjellsstrekning**
- 11 years of electric traction on the high mountain section of the Oslo-Bergen line
- Electrification of the Oslo-Bergen line was completed in December 1964. This is the highest railway in Northern Europe, maximum height above sea level being 1301 meters.
- About 100 km of the total length of the line lies in high mountain regions in which very severe weather conditions are often encountered in winter, with snowstorms, icing and avalanches.
- The article describes measures taken to meet the difficulties encountered in respect of catenary systems and other electrical equipment under such conditions, and the experience gained in 11 years of electric traction.
- UDC 624.191 (481) s. 9
- Mathisen, Kjell og Morten Knudsmoen: Forbindelsestunnel øst-vest gjennom Oslo: Planlegging av de bygningstekniske arbeider**
- The planning of the construction work on the east-west railway tunnel through Oslo
- Construction work on the east-west railway tunnel link through Oslo has gone on since 1971. The article describes the planning of the civil engineering works of the 3.5 km. long tunnel which is partly driven through sedimentary rock and partly passes through deep deposits of soft clay. Apart from a general description of the tunnel project from a planning point of view, special technical problems in conjunction with the project are dealt with i.e. ground water lowering and settlement as a result of water seepage into the tunnel under construction, structural design of concrete linings to resist high water pressure and ground failure problems in clay. Furthermore the article outlines the principles for a special application of the slurry wall method to solve the problems of the deep tunneling in soft clay. The tunnel is due to open in 1979.
- UDC 681.327.8 (481) s. 19
- Teigland, Jon: Datakommunikasjon i NSB.**
- Data communication in the Norwegian State Railways
- This article gives background information and principal specifications for an internal data transmission network now being developed by NSB, with a description of the system.
- The network is dedicated to data transmission, but is independent of application, host equipment and terminal types.
- Det indre vognrenhold** s. 21  
**Skiftetjeneste på en ny måte** s. 23  
**Diverse** s. 24

# 11 års elektrisk drift på Bergensbanens høyfjellsstrekning

Planleggingsgrunnlag – erfaringer

Av avdelingsingeniør O. Telle.

Allerede i 1912, bare ca. 3 år etter at Bergensbanen ble åpnet for normalsporet drift, ble tanken om elektrisk drift på den nye Bergensbanen drøftet av den kongelige vannfallskommisjon, som var nedsatt i 1912 for blant annet å vurdere spørsmålet om elektrisk jernbanedrift. Breifossen og andre fall i Uste-elva og Kjosfossen i Flåmsdalen var med i opplegget for den fremtidige kraftforsyningen til Bergensbanen.

I likhet med at forslaget om en bane over høyfjellet fra Bergen (Voss) til Oslo (Geilo) i sin tid ble betraktet som en umulighet, ble også ideen om elektrifisering av denne strekningen i mange år av svært mange ansett som ugjennomførlig.

Imidlertid ble det i alle år av svært mange arbeidet utrettelig for elektrifisering av Bergensbanen. Her skal bare nevnes Bergensbanens Interkommunale Elektrifiseringsnemnd, som ble stiftet i 1935, og som arbeidet sammenhengende og utrettelig i nesten 30 år før den fikk se sitt arbeid kronet med hell ved åpningen av Bergensbanen for elektrisk drift i desember 1964.

## FORUNDERSØKELSER – PLANLEGGING

Den endelige beslutning om at Bergensbanen skulle elektrifiseres, ble vedtatt av Stortinget i 1952.

I og med denne avgjørelse kunne planleggingen av anleggenes utførelse nå ta til for alvor. Man regnet

med at banens lavereliggende partier, gjennom Hallingdalen opp til Geilo på østsiden av fjellet, og strekningen fra Voss og opp til Mjølfjell på vestsiden, ikke ville by på problemer utover det man hadde på en vanlig lavlandsbane.

Derimot ble den ca. 100 km lange strekningen mellom Geilo og Mjølfjell betraktet som utsatt høyfjellsstrekning, og av dette parti ble igjen den 87 km lange øverste strekning mellom Eimå vokterbolig og Langvannsoset vokterbolig betraktet som spesielt utsatt høyfjellsstrekning.

For å kunne mestre de problemer man måtte regne med å få på denne spesielle høyfjellsstrekning, ble det foretatt en rekke studiebesøk bl.a. til Østerrike, Sveits, Tyskland og Nord-Sverige for å studere forholdene ved elektrifiserte høyfjellsbaner for å lære av de erfaringer andre forvaltninger hadde høstet med elektrisk banedrift på baner som kunne sammenliknes med Bergensbanens høyfjell.

Det ble videre foretatt grundige forundersøkelser av forskjellige forhold, bl.a. ble alle ras som var registrert på høyfjellsstrekningen i tidsrommet 1927–1954 oppstilt tabellrisk, og rasekspert og meteorologer ble konsultert.

## Forsøksstasjoner

For å undersøke snø- og isforhold og vindens påvirkning på kontaktledningsanlegg på høyfjellet ble det i

1957 bygget en målehytte og et kontaktledningsprøvespenn ved Fagernut på banens høyest beliggende punkt. Denne første prøvestasjonen ble ikke særlig vellykket. Grunnen til dette var at man på dette sted ikke hadde tilgang på tilstrekkelig stabil elektrisk kraft for strømforsyning til de måleinstrumenter som var en nødvendig del av prøveanlegget.

Man var også spesielt interessert i å undersøke mulighetene av å kunne tine is som plutselig kan danne seg på ledninger i disse områder, og til dette var man avhengig av strømtilførsel. Isbelegget på ledninger kan under spesielle forhold bli så tykt og så tungt at det i forbindelse med vind kan bryte ned de kraftigste ledningsanlegg.

På grunn av problemene man fikk på Fagernut, ble det i 1958 bygget en ny målehytte ved Larsbu, ca. 4 km øst for Finse. Her ble det også bygget et kontaktledningsstrek på ca. 700 m langs banen og i tillegg et spenn på tvers av banen. Her var det stabil kraftforsyning fra høyspentlinjen som går fram til Finse fra øst. Målehytten var elektrisk oppvarmet og utstyrt med senger og nødtørfertig husgeråd, slik at kontrollmannskapet kunne overnatte dersom de ble overrasket av uvær.

## Sakkyndig utvalg

I mai 1958 ble det nedsatt et sakkyndig utvalg på 3 mann, utpekt blant jernbanens ingeniører. Disse hadde som mandat å komme med forslag til kontaktledningsanleggets utførelse på høyfjellsstrekningen. Med støtte i foretatte studiereiser, resultater av foretatte målinger og ekspertassistanse, framla utvalget sin innstilling i november 1958. De forslag og anbefalinger utvalget la fram, ble i det alt vesentlige fulgt ved utformingen av kontaktledningsanlegget på høyfjellet.

Jernbanens standardutførelse ble lagt til grunn, men for de mest utsatte strekninger ble det foreslått en del endringer og forsterkninger.

## ANLEGGETS UTFØRELSE

### Master

Som kontaktledningsmaster på fri linje (utenom snøoverbyggene) ble benyttet master av forspent betong.



*OLE TELLE er elektroingeniør fra GTI i 1947. I januar 1948 ble han ansatt ved Statsbanenes Elektrifiseringsanlegg hvor han var i 16 år. I denne tiden deltok han i elektrifiseringen av flere baner bl.a. Bergensbanen. I 1964 ble han ansatt ved Hovedadministrasjonens Elektroavdeling på kontoret for Tilsyn med elektriske anlegg. Siden 1970 har han vært leder for gruppen Ledningsanlegg ved Elektroavdelingens Sterkstrømskontor.*

Grunnen til dette var at tremaster av den type som er vanlig ved våre baner, ikke ville tåle de belastninger som kunne oppstå. Vanligvis barduneres tremaster bare dersom belastningene overstiger mastens egen styrke. På høyfjellet måtte man imidlertid regne med at is og snø ville legge seg på barduner i slike mengder at tyngden av dette belegg ville trekke masten og dermed kontaktledningen, så meget ut av stilling at strømvtageren ville kunne spore av og dermed rive ned ledningen. Betongmastene som ble valgt brukt, er imidlertid i seg selv så stive at de uten bardunhjelp motstår de ekstremer forhold som kan oppstå på høyfjellet uten at de bøyer seg eller kommer ut av stilling på grunn av ekstrabelastningene fra is, snø og vind.

Inne i snøoverbyggene, som utgjør ca. 28 km av den ca. 87 km lange spesielt utsatte høyfjellsstrekning, ble det derimot reist tremaster. Inne i byggene ville ikke vind, snø- og isforhold gjøre seg merkbart gjeldende. Det var også den mulighet å feste utliggerne direkte til selve byggkonstruksjonen og dermed spare master. Dette ville man imidlertid ikke tilrå, fordi snøtyngden på byggene tynger disse ned med den følge at de ofte forskyver seg. Dermed kunne ledningsanlegget komme ut av stilling og skape problemer for strømvtagningen. På nyere snøoverbygg av annen og sterkere konstruksjon enn de eldre rundtømmerbygg er det imidlertid montert fester direkte på byggstenderne. Dette har hittil gått bra.

Som tidligere nevnt ble alle raspartier langs linjen kartlagt. På disse partier ble det benyttet master av stål, de såkalte rasmaster. Mastene i seg selv skiller seg ikke ut fra stålmaster brukt på andre baner, men måten de er festet til sine fundament på, er spesiell. På fundamentet er det fastskrudd en stålramme som masten festes til. Boltene som brukes til å feste selve masten til rammen, er inndreiet (mekanisk svekket) for at disse skal ryke før masten deformeres ved ekstreme påkjenninger, altså ved ras. Hensikten med dette er at ved ras skal boltene ryke først, og masten følger da med raset uten å bli deformert. Senere kan så mas-

ten graves fram og plasseres på de uskadde fundamentene igjen.

Rasmastene er alltid plassert på dalsiden av sporet. Derved unngås at master, utligger og ledning etter et ras blir liggende over skinnegangen under snømassene og dermed vanskeliggjøre snørydding med maskinelt brøyteutstyr. Det holdes alltid tilstrekkelig beredskapslager av rasmaster, og de er raske å montere.

#### Utligger

Lette direksjonstag på utligger slik de fleste andre baner er utstyrt med, er sløffet på høyfjellsstrekningen. I stedet har man valgt å bruke en høy kontakttrådholder. Kontakttrådholderen sitter på utliggerens horisontale rør og holder kontakttråden. Dette system ble brukt fordi eventuelt isbelegg på horisontalrøret ikke skulle skade strømvtagerens slepekull ved passeringen av utliggeren.

#### Kontaktledningen

Selve kontaktledningen skulle i prinsipp bygges som våre normale kontaktledningsanlegg, men med den forskjell at strekket skulle endres. Kontaktledningen på vanlige baner har et samlet strekk på 1125 kp. som fordeler seg med 625 kp. på kontakttråden og 500 kp. på bærelinen. For høyfjellsstrekningen ble det samlede strekk øket til 1300 kp., fordelt med 800 kp. i kontakttråden og 500 kp. i bærelinen.

Som bæreline ble brukt 50 mm<sup>2</sup> bronse som har en høyere strekkfasthet enn den kopperlinen som vanligvis benyttes. Hovedårsaken til at man ønsket en sterkere bæreline, var den istyngde man kunne frykte ville legge seg på den.

Som kontakttråd er det her som ved andre baner brukt 100 mm<sup>2</sup> koppertråd.

#### Forsterkningsledning

Kontaktledningsanlegget på høyfjellsseksjonen får sin strømforsyning fra omformerstasjonene på Haugastøl og Mjølfjell. Disse har en avstand av ca. 80 km.

På delstrekningen mellom Haugastøl og Myrdal er det bygget en egen forsterkningsledning (Fsl). Dette er en 1-faseledning som fører kontaktledningsspenning (16.000 V) og er

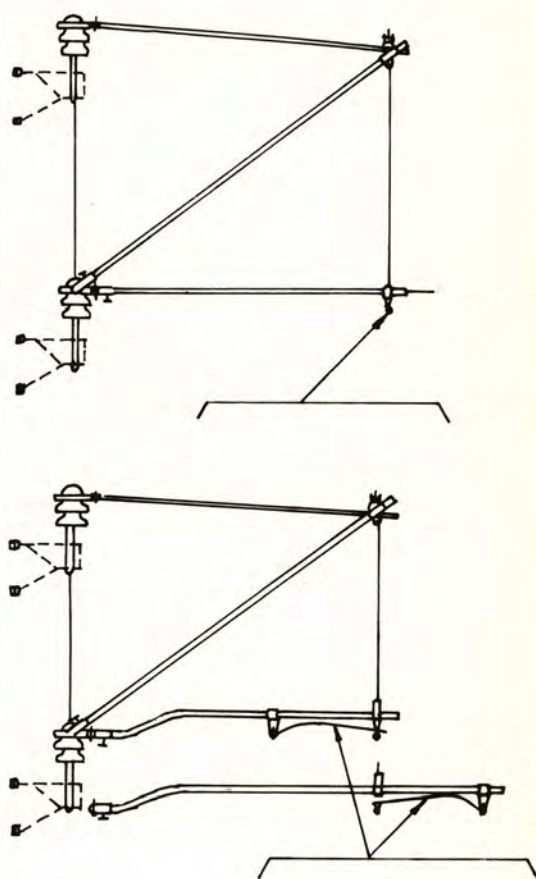


Fig. 1. Øverst: høykontakttrådholder. Nederst: lett direksjonstag.

tilkopledd kontaktledningen ved Haugastøl og Myrdal. Forsterkningsledningen er bygget på egne solide master utenom jernbanen og i en trasé som ikke blir berørt av ras. Fra denne ledning er det med visse avstander bygget stikkledninger fram til jernbanen hvor Fsl'en og kontaktledningen kan sammenkoples.

Forsterkningsledningen tjener 4 formål:

1. Når et ras bryter ned kontaktledningen og dermed kutter ut strømtilførselen til bakenforliggende deler av banen regnet fra matesstasjonen, kan man ved hjelp av Fsl'en føre strømmen forbi bruddstedet og om ønskelig holde trafikken i gang med elektrisk drift på begge sider av bruddstedet.
2. Ved den nødvendige nybygging og reparasjon av snøoverbygg som foregår hver sommer, må

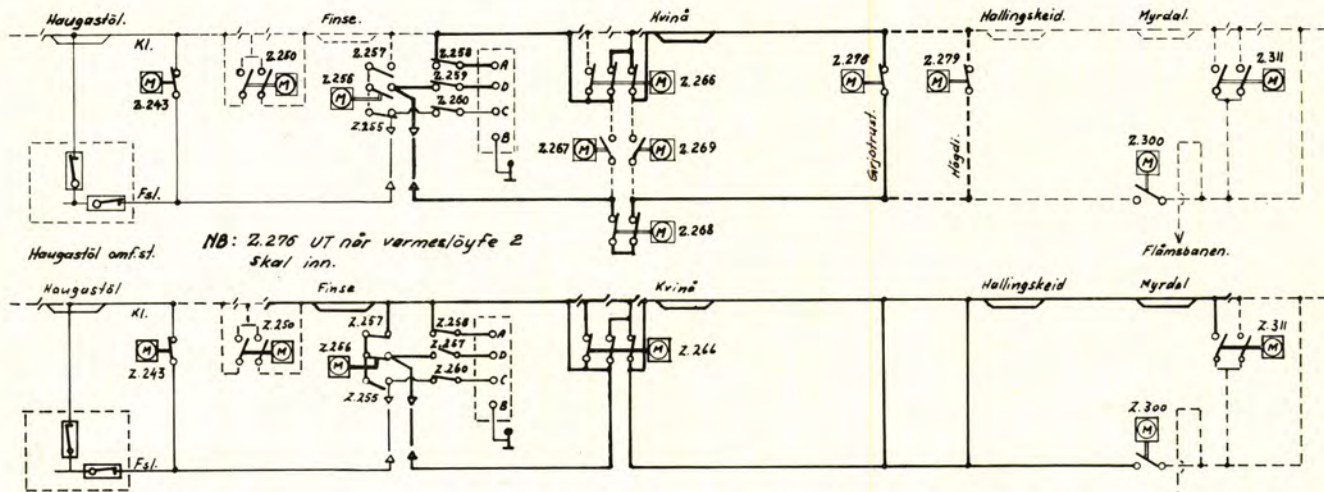


Fig. 2a. (øverst). Transformatoren tilkoblet varmesløyfe 1 og 2.

- Varmesløyfe 1.
- - - - Kl.- og Fsl.anlegg som ikke berøres under varming.
- Varmesløyfe 2.
- Tilførselsledning til transformatoren.

Fig. 2b. (nederst). Transformatoren brukt som spenningshøyner.

- Strekning med spenningshøyning.
- Tilførsel til transformatoren.
- - - - Kl.- og Fsl.anlegg som ikke berøres av spenningshøyning.

Bare de brytere som har interesse for varming, henholdsvis spenningshøyning, er tatt med.

kontaktledningsspenningen koples ut på arbeidsstedet. På samme måte som nevnt foran, kan da Fsl'en føre spenning forbi arbeidsstedet til resten av banen slik at trafikken kan gå relativt uhindret. Man oppnår også adskillig bedre effektiv arbeidstid enn hva man ville fått uten denne mulighet for forkobling.

3. Ved å kople Fsl'en og kontaktledningen sammen over en spesiell transformator plassert på Finse kan man sende en «tinstestrøm» inn på kontaktledningen som motvirker isdannelse på kontaktledningen. Denne «tinstestrømmen» kan ikke tine is som allerede er dannet på ledningen, men den kan hindre is i å felle seg ned på kontaktledningen. (Se fig. 2a)
4. Ved hjelp av Fsl og forannevnte transformator kan også kontaktledningsspenningen ved Finse og inntil-liggende strekning økes ved behov. (Se fig. 2b)

Ved Uppsete er det bygget en liknende forsterkningsledning. Denne har imidlertid bare en enkelt hensikt, nemlig å føre spenning forbi Uppsete ved ras. Uppsete er kanskje det sted på Bergensbanen hvor det oftest går ras.

#### Vedlikehold og revisjon

For å vedlikeholde ledningsanlegget og reparere oppståtte skader er det stasjonert ledningspersonale på Finse og Myrdal, i dag tilsammen 12 mann, inkludert ledningsmesteren.

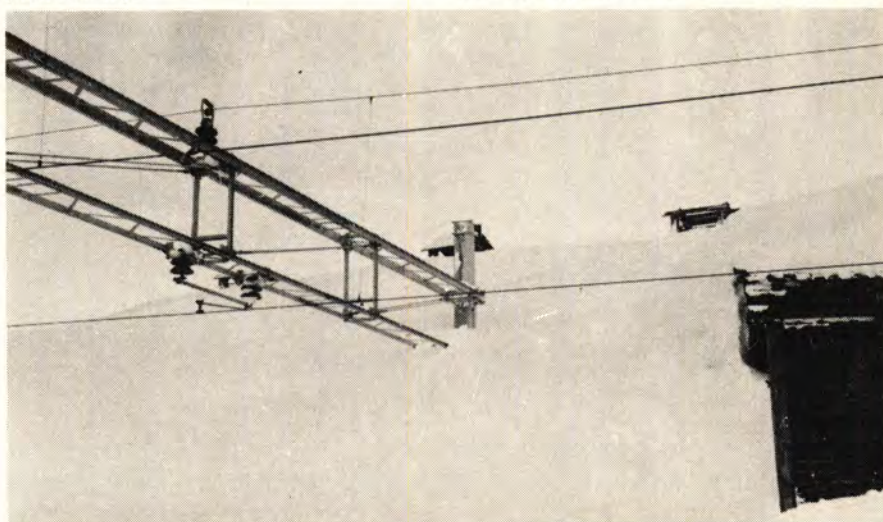
Av utrykningsmateriell disponerer personalet på Finse en skinnetraktor Skd 220b og revisjonsvogn. (Dette er samme slags utstyr som alle øvrige

utrykningsstasjoner disponerer.) I tillegg disponeres et skiftelokomotiv av type Di 2 som er ment å skulle brukes når snøforholdene er så vanskelige at skinnetraktoren ikke kan komme fram.

For kjøring utenom skinnegangen, f.eks. ved visitasjon og reparasjon av forsterkningsledningen eller 20 kV-ledningen, disponeres 2 beltebiler med tilhengere.

Ledningspersonalet på Myrdal disponerer det vanlige utrykningsmateriell, skinnetraktor Skd 220b og revisjonsvogn. Traktoren her er imidlertid utstyrt med ekstra bremses og en annen gearutveksling enn vanlig for å gjøre den velegnet for bruk på Flåmsbanen.

Fig. 3. Åkmaster av betong på Finse stasjon er nesten begravet i snøfonner (mars 1968).



#### DRIFTSERFARINGER

Hvordan har så kontaktledningsanlegget på Bergensbanen svart til de forventninger som ble stillet til det og hvordan har de valgte konstruksjoner holdt mål?

De driftsuhell som har forekommet og de erfaringer som er høstet i de 11 år banen nå har hatt elektrisk drift, kan fortelle noe om det.

#### Master

I driftsuhellsrapporten finner man inngenting om at noen betongmast har knekket. Master eller ledning har heller aldri blåst så meget ut av stilling at strømvatageren har sporet av.

Snøryddingen langs banen har kunnet foregå nokså uhindret av mastene, og mastene er heller ikke skadet av utkast fra roterende snøplog. Imidlertid har det oppstått en del problemer i forbindelse med master og snø. Snøen legger seg ofte så høy ved mastene at avstanden fra



Fig. 4. Betongmaster som er påsatt skjerm for å hindre publikum i å komme i berøring med spenningsførende ledningsdeler. Isolatorene sitter ca. 6,0 m over bakken ved bar mark. (Mars 1968).

snøen og til de spenningsførende deler i mastene blir svært liten.

For å hindre at skiløpere skal komme bort i spenningsførende deler i mastene, har man derfor måttet sette opp beskyttelsesskjermer på en del master. Og under spesielle snørike vintre har man i tillegg til skjermene i en viss utstrekning måttet sette opp provisoriske gjerder oppå snøen for å forebygge ulykker ved berøring med spenningsførende deler. Det drives dessuten en utstrakt opplysningsvirksomhet som informerer om farer ved høyspenning, spesielt foran skisesongen hvert år.

Tremastene som er brukt i snøoverbyggene, har stort sett greid seg godt – bortsett fra de tilfeller snøras har feid med seg deler av overbygg og tatt mastene med seg.

Rasmastene har også vist seg å tilfredsstillende de krav det ble stillet til disse.

Det har imidlertid skjedd ting som vel ikke var forutsett. Skinnegangen ble ved et par anledninger fylt med snø etter småras som i første omgang ikke kom i berøring med rasmastene eller påkjente disse spesielt. Da første tog med frontplog passerte, ble imidlertid snømassene i sporet presset så hardt mot mastefoten at de svekkede boltene røk. I dette tilfelle var masten på grunn av kurvestrekk på ledningen påkjent inn mot sporet. Den veltet derfor inn mot toget, som ble litt oppskrapet idet det passerte. Derpå veltet den inn over sporet. Ved et annet ras som var noe større, ble et par rasmaster slått over ende av snøpresset og fulgte da som forutsatt med snømassene vekk fra sporet.

Det har i de 11 år som er gått, ikke forekommet så mange ras av en slik størrelsesorden at de har revet med seg rasmaster. Men av de tilfeller

som har forekommet, ser man at den valgte konstruksjonen må være den riktige.

#### Utliggere

Ved valg av utliggere ble det i første rekke tatt hensyn til driftssikkerheten. Den utliggerstype som er benyttet, gir derfor ikke så gode strømvtagingsforhold som det er mulig å oppnå ved andre utligger typer. Den valgte utligger gir et «hardt» punkt på ledningen, og her slår derfor strømvtageren ofte ifra. Det blir såkalte «slip» som gir seg til kjenne ved et lysglimt når lokets strømvtager passerer utliggeren, og dette vil også kunne kjennes som et rykk i toget. Spesielt gjør dette seg gjeldende for det bakre loks strømvtager når det brukes 2 lok i toget. Dette er det ikke så enkelt å få fjernet når nevnte utligger type brukes.

Som en prøve er det ved Finse satt opp en del utliggere med lett direksjonstag. Ved bruk av lett direksjonstag fjerner man mye av det «harde» punkt ved utliggeren. Forsøket har hittil virket meget bra, og man har fått vekk det meste av slippene på denne strekningen. Det overveies hvorvidt man bør ta sjansen på å gå til en ytterligere utskifting av utliggere for å oppnå bedre strømvtagning. Ising på utliggere har inntil nå ikke vært noe problem.

Når det gjelder andre skader på utliggere som har forårsaket driftstans, har det bl.a. forekommet at isolator i utligger er knust av utkast fra den roterende. Likeså har det forekommet et tilfelle av at en utligger er slått ut av stilling. Men tilfeller av denne art er ytterst sjeldne.

#### Kontaktledningen

Har det så forekommet spesielle van-

skeligheter i forbindelse med selve kontaktledningen?

Til dette må man også kunne svare nei. Det ble antatt at det kunne oppstå isingsproblemer på kontakttråden, men det har hittil ikke forekommet problemer av en slik art. Som nevnt har man mulighet til å hindre isdannelse på ledningen ved hjelp av den såkalte «tinestrøm». Denne har imidlertid vært lite innkoplet. I de tilfeller værforholdene har tilsagt at det skulle kunne oppstå ising, og man har satt på «tinestrømmen», har det vist seg ikke å bli noe behov for den.

Som omtalt tidligere er det brukt bæreline av bronse i anlegget. Denne er meget stiv, og det har hendt at kordeler i bærelinen har røket og surret seg opp. Dette har igjen ført til at kordelen er kommet i kontakt med jordet konstruksjon, og resten av bærelinen er brent av – med påfølgende driftstans som resultat. Men dette kan man knapt si skyldes de spesielle klimatiske forhold på fjellet.

Det har også forekommet tilfeller av at snøspruten fra den roterende snøplog har slått løs hengetrådklemmer som i sin tur har skadet strømvtagere.

Et forhold som må sies å være helt spesielt for høyfjellet og som har vært årsak til en del tilfeller av driftstans, er bordbiter fra snøoverbygg som faller ned på ledningen. Disse bordbitene slås løs av snøsprut fra roter'n og når de faller ned på ledningen, blir det ofte branntilløp, og ledningen brenner av. (Se fig. 5)

Forekommet har det også at gamle snøoverbygg på grunn av snøtyngden har seget ned på ledningen og forårsaket overslag som igjen har ført til driftstans.

I snøoverbygg danner det seg på sine steder «snøbjønner». Dette er hardpakket snø som henger ned fra taket. Disse kan skade strømvtageren hvis de ikke fjernes. For å fjerne disse «snøbjønnene» benyttes en spesiell «isstøter». Det har forekommet et tilfelle hvor man har truffet og skadet ledningsanlegget under dette arbeid.

De mest alvorlige og langvarige driftsavbrudd på Bergensbanen etter elektrifisering skyldes branter i snøoverbygg – noe som spesielt



Fig. 5. Munningen av et snøoverbygg som tydelig tilkjenner at den har fått hårdhendt behandling av snøspruten fra den roterende snøplog.

inntreffer i sommerhalvåret. I disse tilfellene har det gått hardt også ut-over ledningsanlegget. Som oftest har flere hundre meter kontaktledning blitt ødelagt samt master og utliggere. Man mener å ha fastslått at årsaken til brannene ikke i noe tilfelle skyldes kontaktledningen.

Fordelene man ville oppnå ved elektrisk drift, så man vel tydelig nok. Men man har fått en ekstra fordel som man kanskje ikke var fullt klar over på forhånd.

Kontaktledningsanlegget har nemlig vist seg å være et utmerket varslingsanlegg for ras over skinnegangen og ved brann i snøoverbygg. Når det går et ras som ødelegger snøoverbygg eller sperrer linjen på annen måte, er det i de fleste tilfeller så kraftig at det også skader kontaktledningsanlegget. Når ledningen faller ned og kommer i forbindelse med jord (skinnegang) eller jordet gjenstand, er anlegget slik konstruert at den bryteren i matestasjonen som

forsyner den skadede ledningsseksjon med effekt, faller ut. Vakten i matestasjonen får derved varsel om at noe ekstraordinært har skjedd. Kontaktledningsspenningen forsvinner altså, og eventuelle tog på strekningen unngår derved å kjøre inn i ras.

Når slike ting har skjedd, har vakten i matestasjonen mulighet til ved hjelp av de fjernkontrollerte skillebrytere ute på linjen å lokalisere feilen temmelig raskt. Han har således mulighet til å varsle hjelpemannskap om at feil av et eller annet slag har oppstått og samtidig fortelle på hvilken strekning feilen ligger.

Det samme skjer ved overbyggsbranner når ledningen brenner av.

Denne mulighet hadde man ikke før elektrisk drift var innført uten at spesielle rasvarslingsanlegg var bygget.

Det har allikevel forekommet at tog med full fart har kjørt inn i ras. Raset har i disse tilfeller ikke hatt den

dimensjon at kontaktledningen er blitt ødelagt, og varsling er derfor ikke gitt. Ved slike tilfeller har det hendt at begge lok i godstog har fått ødelagt begge strømvtagere og revet ned ledning. En del mindre skader på lok har også oppstått samtidig.

#### Forsterkningsledning (Fsl)

Har man så hatt den nytten av Fsl'en som man regnet med å få?

Hittil har det ikke forekommet slike værforhold at den har kunnet bevise sin berettigelse i forbindelse med å hindre isdannelse på kontaktledningen. Det har heller ikke hittil vært nevneverdig bruk for Fsl'en ut fra behovet om å kunne øke kontaktledningsspenningen. Det regnes imidlertid med at den i framtiden vil få øket betydning.

Derimot har Fsl'en vært til uvurderlig nytte som forbigangsledning. Ved ras eller branner i snøoverbygg som for kortere eller lengere tid har brutt kontaktledningsforbindelsen på deler av banen, er spenningen koplet forbi bruddstedet slik at elektrisk drift har kunnet opprettholdes inn til bruddstedet fra begge kanter.

De som skal vedlikeholde og bygge nye snøoverbygg, er vel de som har hatt den aller største nytten av Fsl'en. Uten den mulighet Fsl'en gir til utkopling av kontaktledningsspenningen på de aktuelle arbeidssteder, ville det vel nærmest være utenkelig at man i den korte sommersesong kunne rekke det arbeid som er nødvendig i vedlikeholdssektoren. Når man har Fsl'en, er det ikke nødvendig å avbryte arbeidet for innkopling av kontaktledningsspenningen særlig mye tidligere enn det som er nødvendig for selve togpasseringen.

Forsterkningsledningen er som tidligere nevnt lagt i en egen trasé utenom jernbanen og i betryggende avstand fra de registrerte raspartier langs banen.



Fig. 6. En utligger kan såvidt anes inne i snøen inne i et snøoverbygg.



Fig. 7. Et 1,8 m høyt beskyttelsesgjerde «beskyttet av snø».

Før traséen ble fastlagt, ble det gjort inngående undersøkelser om hvordan snøfonner vanligvis la seg i de aktuelle områder. Ut fra alle tilgjengelige opplysninger ble så traséen fastlagt og de gunstigste mastepunkter valgt. Mastehøyden ble så bestemt ut fra innhentede opplysninger om snødybder. Forutsetningen var jo at spenningsførende ledning selv under de ugunstigste snøforhold skulle være så høyt over tilgjengelig punkt i terrenget at den ikke skulle representere noen fare for det publikum (turister, skiløpere) som ville komme i nærheten av den.

Statens forskrifter for høyspenningsanlegg mente man å ha tilfredsstillt på alle måter. Forskriftene krever blant annet oppsatt advarselsskilt mot høyspenning på alle høyspenningsmaster. Disse ble satt opp i normal høyde over bakken på alle Fsl-master. Om vinteren er disse skiltene gjemt under flere meter dyp snø, (se fig. 8) og det har derfor vært nødvendig å sette opp et skilt til i mastene opp til 5–6 meter over bakken. En oppmerksom fjellvandrer, som ferdes i de strøk hvor Fsl'en er ført fram, vil derfor legge merke til at det høyt oppe i mastene sitter et advarselsskilt.

Til tross for at man mente å ha tatt alle de hensyn til snøforholdene som det var mulig å forutse, har det enkelte vintre forekommet at snøen på enkelte steder i Fsl-traséen har vært



så høy at den langsgående jordledningen som ligger et par meter under selve den spenningsførende ledning, har vært begravet i snøen. Litt overdrevet kan man si at faseledningen har ligget som en snubletråd for skiløpere som måtte ha befunnet seg i området. For å varsle disse mulige skiløpere, har man derfor langs ledningen strukket snorer som det er festet mangefargede vimpler til. Under slike vanskelige forhold blir ledningen utkoplet.

På et parti er nå ledningen lagt om, og dermed regnet man med at problemet er fjernet her. I nær framtid vil den også bli lagt om på et annet sted. Man håper dermed å ha fått fjernet dette problem. Snøen, været og vinden er imidlertid lunefulle i disse områder, og forholdene kan derfor være vanskelig å forutsi.

Generelt kan det sies at Fsl'en (bortsett fra det som er nevnt foran) har skapt små problemer. Master og utstyr forøvrig er dimensjonert for de

ekstreme belastninger man kan regne med i de fjellområdene den går gjennom, og alt utstyr har hittil motstått alle påkjenninger.

#### Konklusjon

Driftsikkerhet av Bergensbanens elektriske anlegg har vært god i de årene de til nå har vært i drift. De vanskeligheter man kunne vente, har vært mindre enn mange fryktet. Togene har stort sett hatt en god og stabil krafttilførsel, og drar over fjellet med god fart og regularitet under skiftende vær og føreforhold. Der hvor godstogene tidligere kjempet seg oppover de seige stigningene mot banens høyeste punkt med en hastighet på 30–40 km/t., suser nå selv de tyngste godstog avgårde med hastigheter på 70–80 km/t.

På grunn av ledningsanleggets

Fig. 8. Forsterkningsledningen hvor mer enn halve masten er under snøen.





konstruksjon som i første rekke har tatt sikte på driftsikkerhet framfor den beste og smidigste strømvatning, skjer det som tidligere nevnt til tider slipp i strømvatningen, spesielt på bakre strømvatager ved kjøring med to lok. Dette er forhold man forsøker å forbedre.

Under ruskevær om vinteren hender det også at det oppstår vanskeligheter med lokenes strømvatning på grunn av at hardpakket snø kan legge seg i så store mengder på taket av lokene at det hindrer strømvatgeren i å bevege seg opp og ned i takt med ledningshøydens variasjon. (Se fig. 9) Det forekommer også at fin snø presser seg inn i lokets høyspenningsanlegg, hvor den smelter og forårsaker kortslutning. For i størst mulig grad å hindre at slike driftsforstyrrelser skjer, gjøres det som er mulig for å tette for inntrengning av snø i loket.

Bergensbanen er blitt en mer attraktiv turistbane. All generende røk

og lukt er forsvunnet, og kjøretiden mellom endestasjonene er redusert.

De tekniske forutsetninger og løsninger for gjennomføring av elektrisk drift på Bergensbanens høvfjellstrekning har også vakt interesse hos andre jernbaneforvaltninger. Land med høvfjellsbaner som kan sammenliknes med Bergensbanen, har oppsøkt Norge for å høste av våre erfaringer. Eksempelvis kan det nevnes at det fra de kanadiske jernbaners side er vist en spesiell interesse, og det har vært flere delegasjoner derfra her i landet. Det er dessuten etter anmodning fra og i samarbeide med kanadierne foretatt en hel del utprøvinger av spesielle lok på de vanskeligste partier på banen. De har selv tilsvarende forhold i sitt eget land og var spesielt ivrig etter å lære om elektrisk banedrift i høvfjellsområder.

#### Sluttbemerkninger

Banen har nå vært i elektrisk drift i

Fig. 9. Østgående hurtigtog ved ankomsten til Ustaaset en ruskeværsdag i påsken 1967 (Fotograf Stm. Skutle).

mer enn 11 år, og det må kunne fastslås at driftsikkerheten har vært langt bedre enn mange fryktet og minst så god som andre regnet med.

Alle de som i mer enn 30 år kjempet en utrettelig kamp for en elektrifisert Bergensbane, og som trodde fullt og helt på et vellykket resultat, har idag anledning til å triumfere. Tross alle dystre spådommer om uovervinnelige vanskeligheter, ga de aldri opp og må sies å ha seiret stort.

De som i sin tid sto for planleggingen og utførelsen av anlegget for elektrisk banedrift over Bergensbanens høvfjellstrekning synes å ha tatt alle de forholdsregler som det med rimelighet var mulig å forutse for å oppnå et driftsikkert anlegg under alle forhold, og de har all mulig grunn til å være stolte av sin innsats.

# Forbindelsestunnel øst-vest gjennom Oslo: Planlegging av de bygningstekniske arbeider

Av overingeniør K. Mathisen og avdelingsingeniør M. Knudsmoen

Arbeidene på jernbanens forbindelsestunnel øst-vest gjennom Oslo har nå pågått siden 1971. I foregående nummer av «NSB-teknikk» ble det redegjort for planleggingsgrunnlaget for tunnelen [2]. Den foreliggende artikkel gir en orientering om planleggingen av de bygningstekniske arbeider. Foruten en generell beskrivelse av tunnelprosjektet, behandles nærmere en del mer spesielle tekniske problemer som knytter seg til dette prosjektet som grunnvannssenkninger og setninger, statisk beregning av utstøpingen i fjelltunnelene og grunnbruddsproblemer i leire. Det gis videre en nærmere beskrivelse av slisseveggmetoden slik den i dette tilfellet anvendes i dyputgravningene.

En mer utførlig beskrivelse av spesielle konstruksjoner og metoder vil

**Tabell 1**

Oversikt over bygnings- og banetekniske data for tunneltraséen

Dimensjonerende hastighet	100-120 km/h
Minste kurveradius	600 m
Største stigning mot vest	12 ‰
Stigning inn mot Oslo S	25 ‰
Tunnel i fjell	2 695 m
Tunnel i leire og fjellskjæring	783 m
Sum tunnallengde	3 478 m
Åpen skjæring ved tunnelens vestre ende	55 m
Sum anleggslengde	3 533 m
Hertil kommer 154 m traktformet innføringsparti mot Oslo S	

bli publisert i senere nummer av «NSB-teknikk».

## Tunneltraséen

Ifølge den plan som ble vedtatt av Stortinget i 1968, går den 3,5 km

lange tunnelen fra Oslo Sentralstasjon gjennom de sentrale deler av Oslo sentrum og Frognerområdet frem til Olav Kyrres plass, hvor sporet løper ut i dagen og føres inn på den eksisterende linje like ved det tidligere Thunes Mek. Verksted.

På fig. 1 og 2 kan traséen følges noe mer i detaljer. Fra den nye Oslo S føres 12 av stasjonssporene sammen gjennom et traktformet tunnelparti som blir liggende under Jernbanetorgetts nordre del. Deretter passerer tunnelen under Basarhallene, Domkirken og Stortorvet. Videre løper den frem under Egertorvet og Stortingets nordre fløy, syd for Karl Johans gate under Eidsvoll's plass og Studenterlunden, langs nordsiden av Nationalteatret, videre frem under Abelhaugen og Slottsparken, i en lang fjelltunnel under Frognerområdet og ut på Drammenbanens nåværende trasé vest for Olav Kyrres plass.

Prosjektet omfatter en lokalstasjon under Abelhaugen der det vil bli etablert direkte gangforbindelser til Nationalteatret stasjon på Holmenkolbanen og den prosjekterte Slottsparken stasjon på den kommunale tunnelbane. Videre er det forutsatt en lokalstasjon i Frognerområdet.

Hensynet til grunnforhold og eksisterende bebyggelse har i stor utstrekning vært bestemmende for traséen både i horisontal- og vertikalplanet. Tunnelen er sporteknisk dimensjonert for en maksimal tillatt hastighet på 120 km/h. (Tabell 1).

Tunnelen er dobbeltsporet. Over det meste av strekningen går begge spor i én tunnel, delvis med og delvis uten midtvegg. På grunn av liten



*O.ing. KJELL MATHISEN er bygningsingeniør fra NTH i 1956. Han var ansatt i Oslo kommune, Tunnelbanekontoret 1956-1963. Fra 1963 har han vært ansatt på Plankontoret for Oslo Sentralstasjon.*



*Avd.ing. MORTEN KNUDSMOEN er bygningsingeniør fra the Queen's University of Belfast, N. Irland 1971. Han har vært ansatt på Plankontoret for Oslo Sentralstasjon fra 1971.*

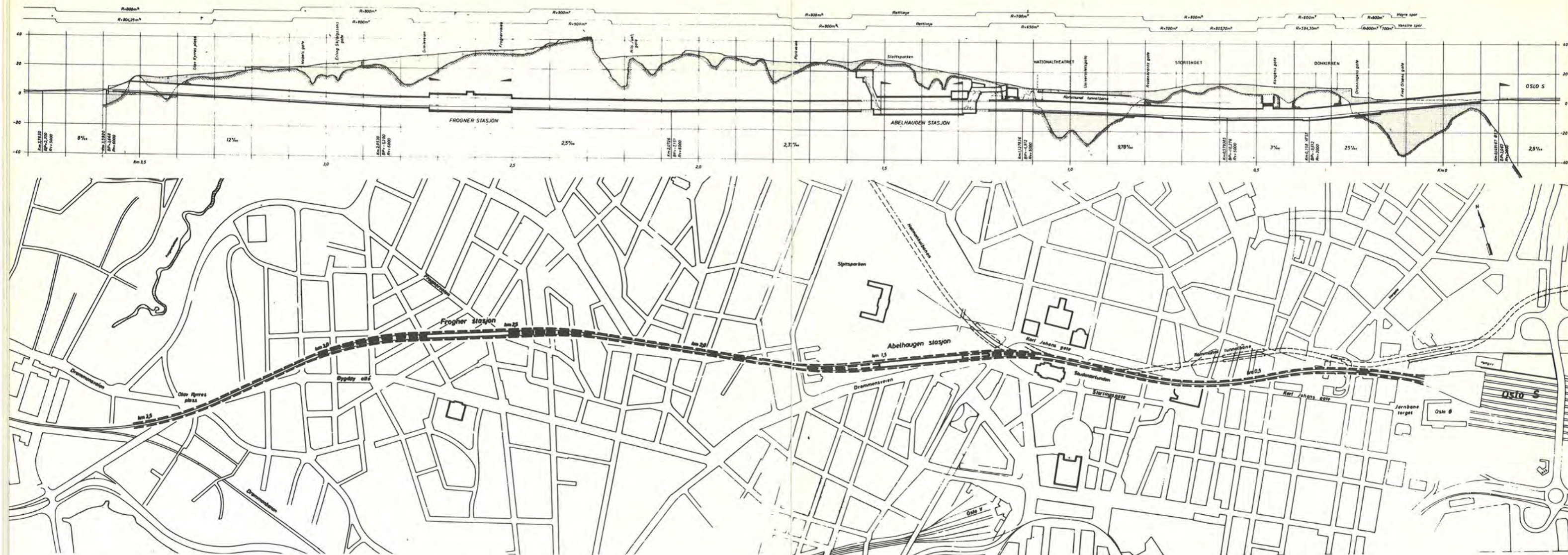


Fig. 1. og 2. Plan og lengdeprofil av tunnelen

fjelloverdekning og for lettere å kunne oppta tilleggslaster fra eventuelle senere nybygg over tunnelen, er det valgt en utførelse med midtvegg på fjellstrekningen gjennom Oslo sentrum. På strekningene inn mot tunnelstasjonene føres sporene fra hverandre og i separate tunneler inn til toghallene som har midtplattform.

Tunnelprofilens dimensjoner er basert på gjeldende bestemmelser og normaler for lasteprofiler og minste tverrsnitt. Minste bredde i dobbeltsporetunnelen er 9,45 m der denne ikke har midtvegg, og 10,90 m i tunnel med midtvegg. I de enkeltsporede tunneler er minimum bredde 5,20 m. Takhøyden er minimum 5,75 m over skinneoverkant. Typiske tverrsnitt for dobbeltsporet tunnel i fjell er vist på fig. 3.

**Tunnelstasjonene**

Tunnelstasjonene ligger i rettlinje og har en plattformlengde på 220 m, som vil gi plass til tog med 8 vogner å 25 m.

Under planleggingen av tunneltraséen ble det lagt vekt på at stasjonene skulle ha en god beliggenhet i byområdet slik at de skulle dekke et størst mulig influensområde når det gjelder boliger og arbeidsplasser. Det har i dette henseende vært viktig og nødvendig med et nært samarbeide med Byplankontoret.

Abelhaugen stasjon får en sentral beliggenhet i vestre del av Oslo sentrumsområde, med kort avstand til et stort antall arbeidsplasser. Stasjonen består av en dyptliggende toghall som i begge ender er forbundet med vestibuler like under terrengnivå (fig. 4). For raskt og effektivt å kunne befordre den forutsatte strøm av passasjerer over den relativt store høydeforskjell – 11 m i øst og 21 m i vest – mellom plattform og vestibyle, blir adkomstsjaktene utstyrt med rulletrapper. Det blir dessuten installert heis i hvert oppgangsparti for de trafikanter som ikke kan benytte rulletrapper.

Fig. 3. Typisk tverrsnitt av dobbeltsporet tunnel med og uten midtvegg i fjell

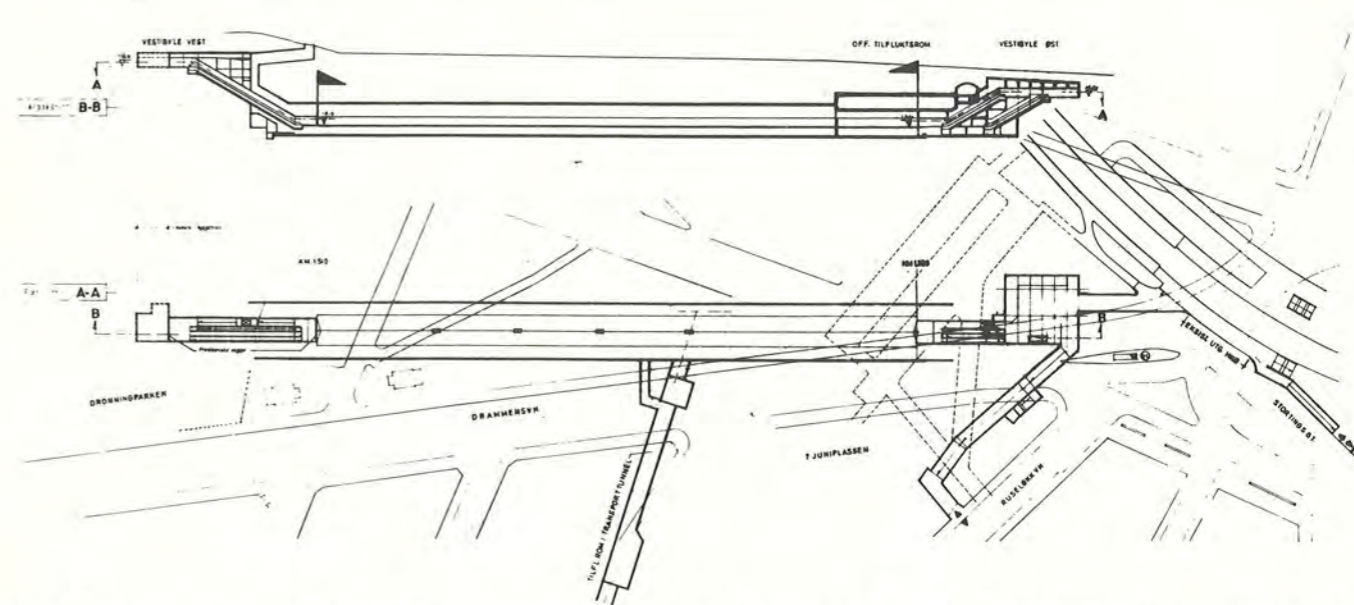
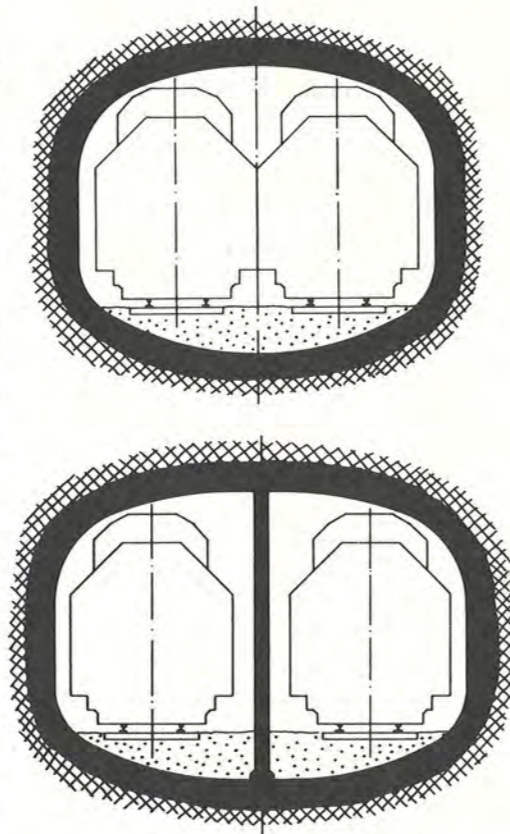


Fig. 4. Abelhaugen stasjon, plan og lengdesnitt

Fra østre vestibyle føres det oppganger til Ruseløkkveien ved 7. juni plassen og til den eksisterende utgangspassasje fra søndre plattform på Nationalteatret stasjon (Holmenkolbanen) (fig. 5). Planene er

dessuten tilrettelagt for etablering av direkte underjordisk gangforbindelse til den prosjekterte Slottsparken stasjon (T-banen) og til nordre plattform på Nationalteatret stasjon. Utformingen av Slottsparken stasjon er ennå ikke avklart, og passasjen østover fra østre vestibyle kan

derfor bli forandret. Oppgangene vil sannsynligvis bli innpasset i et felles inngangsparti med de kommunale baner der oppgangene fra Nationalteatret stasjon nå ligger. Fra vestre vestibyle under Dronningparken er det mulig å føre en passasje under Drammensveien til

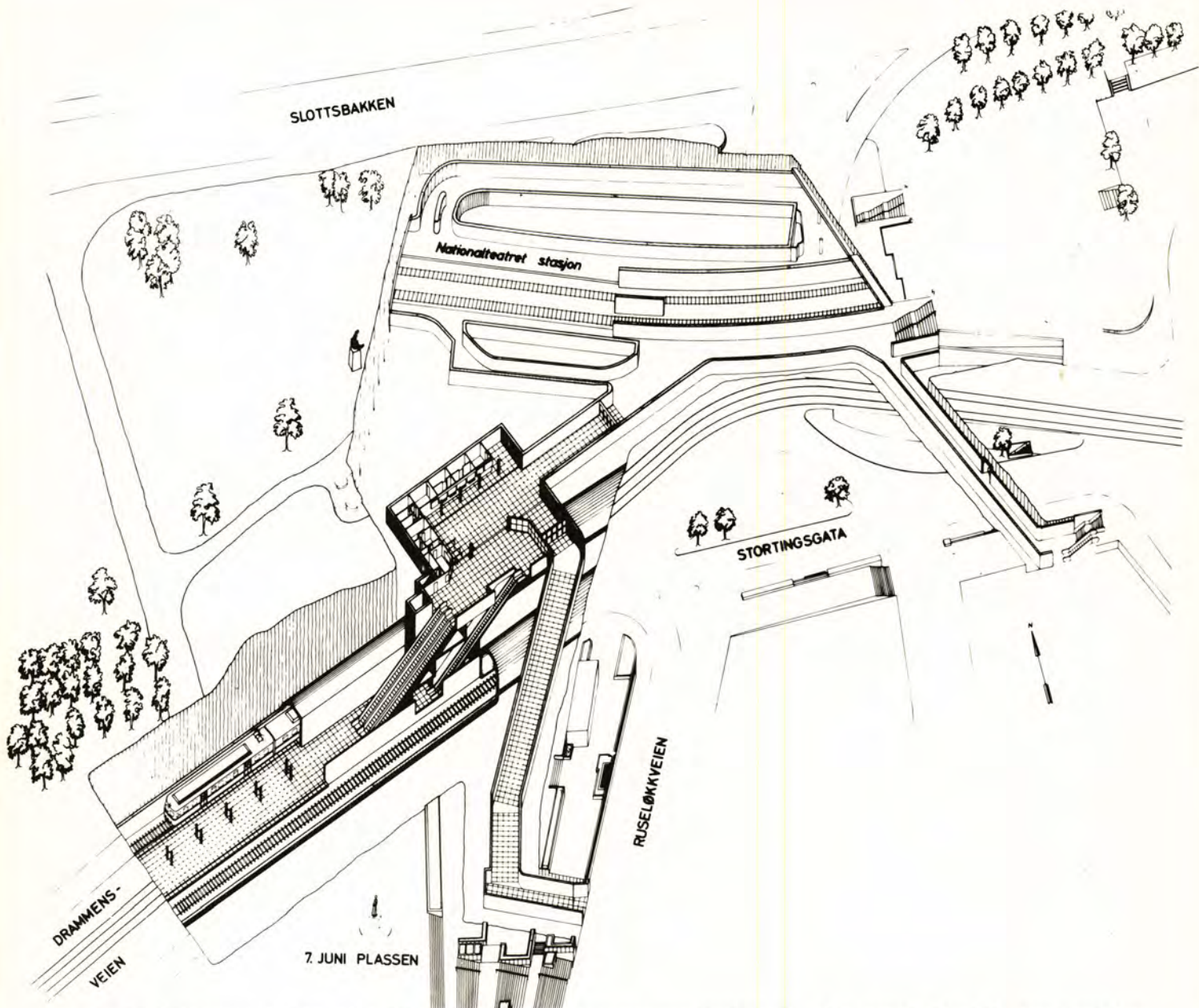


Fig. 5. Abelhaugen stasjon, østre del med vestibyle og utganger (utgang mot øst ikke endelig fastlagt).

Hansteens gate med utgang i gaten ved den amerikanske ambassade.

Frogner stasjon blir dypt beliggende i fjell under den sentrale del av Frognerområdet. Stasjonen får én oppgang fra midten av plattformen. Vestibylen vil bli liggende i gatenivå. Den store høydeforskjellen mellom toghall og vestibyle på ca. 30 m medfører at en løsning med rulletrapper supplert med heis som ved Abelhaugen stasjon, vil bli uforholdsmessig kostbar og komplisert. Det er derfor under utarbeidelse en løsning basert utelukkende på store heiser som vil bringe passasjerene fra et nivå like over toghallen til vestibylen (fig. 6).

Inngangen til stasjonen blir liggende sentralt i Frognerområdet mellom hovedtrafikkårene Bygdøy allé, Frederik Stangs gate og Frognerveien.

Av bevilgningsmessige årsaker vil ikke Frogner stasjon og vestre oppgang ved Abelhaugen stasjon bli bygget i første omgang. Toghallen ved Frogner stasjon vil dog bli sprengt ut og utstøpt, slik at stasjonen senere kan kompletteres og innredes uten at det skal sjenere jernbanedriften.

#### Grunnforhold og forundersøkelser

Grunnforholdene i Oslo-området er karakterisert ved et system av fjellrygger, adskilt av leirfylte dyprenner som er orientert i retning syd-vest-nordøst. Da tunneltraséen går omtrent i retning øst-vest, vil enkelte strekninger av tunnelen måtte passere gjennom disse dyprenner. Dette er tilfelle på partiet fra Jernbanetorget til Domkirken, under Eidsvolls plass og Studenterlunden og vest for Olav Kyrres plass. Disse strekninger ble forutsatt utført ved graving i åpen byggegrøp. På grunn av liten fjelloverdekning ble det dessuten regnet med å grave ovenfra på et parti av

Stortorget. Tabell 2 viser karakteristiske data for de dyprenner som krysses av tunneltraséen.

Forut for anleggsarbeidene ble det foretatt en rekke grunnundersøkelser langs tunneltraséen. Fjelloverflaten og fjellets beskaffenhet er fastlagt ved sonderboringer til fjell, seismiske målinger og kjerneboringer. Verdifulle geologiske opplysninger er dessuten innhentet fra blottlagt fjell i byggegroper, eksisterende fjellanlegg og fjell i dagen. For fastleggelse av byggetoder og dimensjoneringsgrunnlag for strekningene gjennom dyprennene er det gjennomført omfattende geotekniske undersøkelser av løsavleiringene i form av vingeboringer, prøvetakinger m.m.

For å ha kontroll med at tunnelarbeidene minst mulig er til ulempe for omgivelsene, er det forberedt en rekke løpende registreringer i området langs tunneltraséen i form av rystelsesmålinger, poretryksmålinger og nivellementer. Poretryksmålingene og nivellementene ble igang-

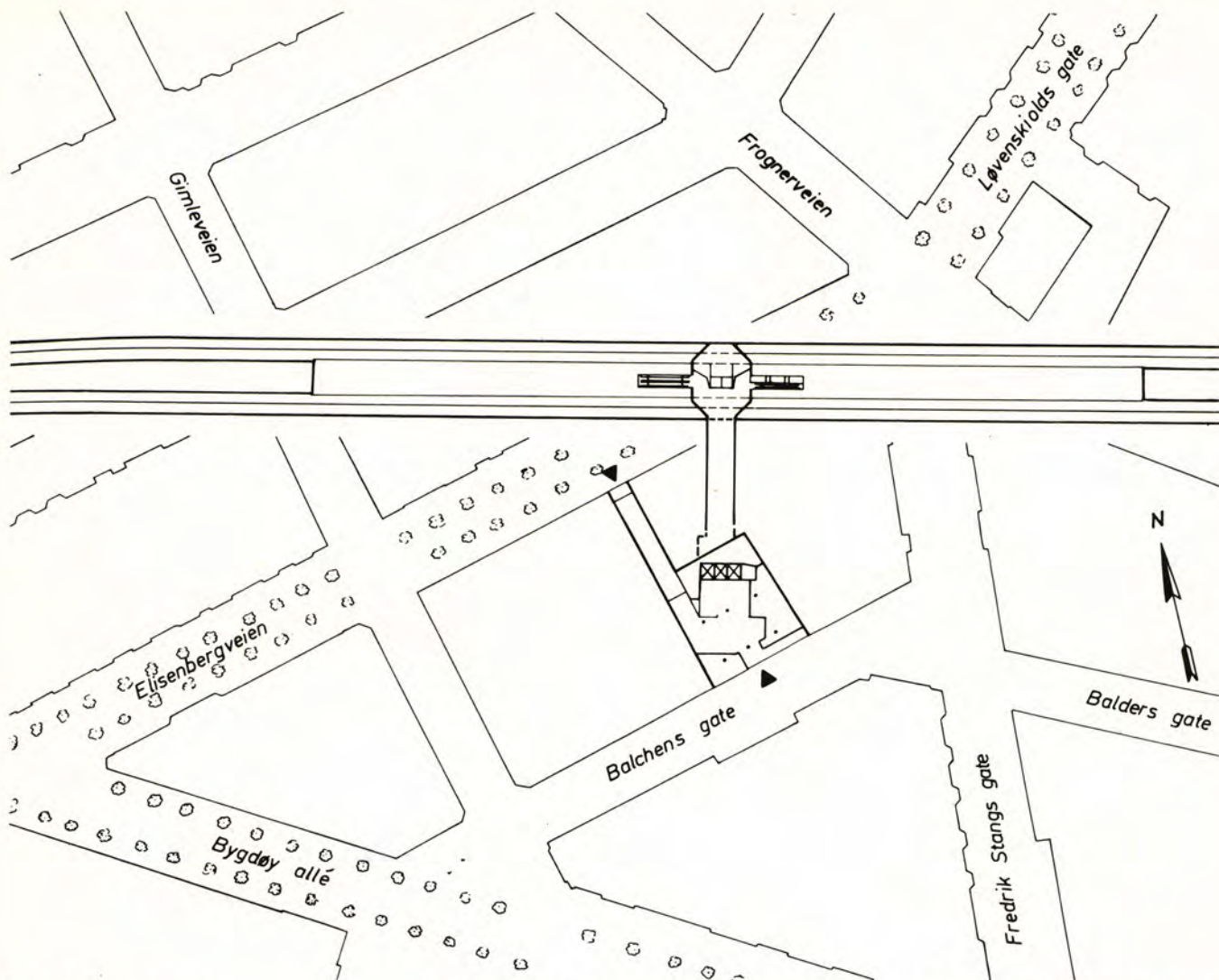


Fig. 6. Frogner stasjon

satt flere år før anleggsarbeidene begynte for å få klarlagt langtidsvariasjonene i poretrykkene og terrengets egensetninger.

Før slike omfattende anleggsarbeider tar til, er det likeledes nødvendig med bygningsundersøkelser, hvor de mest utsatte bygningers tilstand beskrives. På denne måten kan man registrere og vurdere de bygningsskader som måtte oppstå i anleggsperioden.

#### Setningsproblemer

Ved tunnelarbeider i et tettbygd byområde må alle tiltak som kan hindre skader på omgivelsene, gis høy prioritet. Eventuelle berettigede

skadekrav kan ellers løpe opp i betydelige beløp. Skadeårsakene er i denne forbindelse først og fremst setninger og rystelser.

Setningene kan bl.a. tilbakeføres til deformasjon av støttekonstruksjonene rundt tunnelens byggegrøp på dyprennepartiene. Slike deformasjoner og setninger er søkt motvirket ved bruk av stivest mulige veggkonstruksjoner rundt byggegrøpen og ved forspenning av tverrstiverne. Den senere beskrevne slisseveggmetoden som i stor utstrekning har vært benyttet, har vist seg meget gunstig i dette henseende.

Den alvorligste setningsfaren knytter seg imidlertid til det velkjente forhold at man får setninger i dyprennene når grunnvannet tappes ut. Det er derfor av avgjørende betyd-

ning at slik drenering av grunnvann i tunnelen mest mulig unngås, slik at porevannstrykket i dyprennen så vidt mulig kan opprettholdes.

I anleggsperioden søkes slik drenering av grunnvannet unngått ved at fjellet rundt tunneltverrsnittet tettes ved etablering av en injeksjonsskjerm før utspregning (preinjeksjon). Injeksjonen foretas fortrinnsvis med sement, men hvor det er hensiktsmessig forutsettes også benyttet kjemisk injeksjon, f.eks. lignin.

#### Rystelser fra sprengningsarbeidene

For å unngå skader på nærliggende bygninger som følge av sprengningsarbeidene, er det i anbudsbeskrivelsene angitt hvilke rystelser som maksimalt kan tillates på bygningene. Ved sprengningsarbeider i nærheten av en del spesielt følsomme byggverk som f.eks. Domkirken, Stortinget og Televerkets automatisentraler, er det spesifisert strengere krav. Salveskytingen må derfor legges opp slik at de til en hver tid angitte maksimalrystelser ikke overskrides. For å ha kontroll med at kravene overholdes, foretas det rystelsesmålinger på en del utvalgte bygninger for hver salve.

Tabell 2 Tunnel øst-vest berøres av følgende større dyprenner:

Dyprenner	Krysningslengde m	Gravedybde m	Maks. dybde til fjell m
Jernbanetorget	160	10	38
Stortorget	35	10	10
Studenterlunden	220	18	40
Olav Kyrres plass	40	12	17

### Statisk beregning av tunnelutstøpningen

Anlegget av øst-vest tunnelen forutsetter at tunnelen utføres med en mest mulig vanntett utstøpning rundt hele tverrsnittet og i hele sin lengde, idet den foran nevnte preinjeksjon ikke kan regnes å ha tilstrekkelig effekt som permanent vanntetting. Hvis utstøpningen skal virke etter sin hensikt, må vanntrykket kunne bygge seg opp rundt denne til opprinnelig nivå (grunnvannstand). Utstøpningen vil derfor bli utsatt for betydelige belastninger som på de ugunstigste strekningene kan komme opp i over 30 m vanntrykk ( $30 \text{ t/m}^2$ ).

#### a. Fjellstrekningene

På de fleste strekninger i fjell vil dette vanntrykket bli den dimensjonerende belastning for utstøpningen. Hvor fjelloverdekningen er liten, dimensjoneres imidlertid takhvelvet for overliggende last fra fjell og eventuelt løsavleiringer etter normer som er utarbeidet for anlegget av T-banen i Stockholm.

En stor del av anleggskostnadene ligger nettopp i denne utstøpningen, og det er derfor av stor økonomisk betydning å finne frem til en mest mulig nøyaktig dimensjonering og hensiktsmessig utførelse. Konstruksjonens geometri og fjellets elastiske egenskaper gjør det imidlertid urealistisk å foreta en eksakt analytisk beregning av utstøpningen.

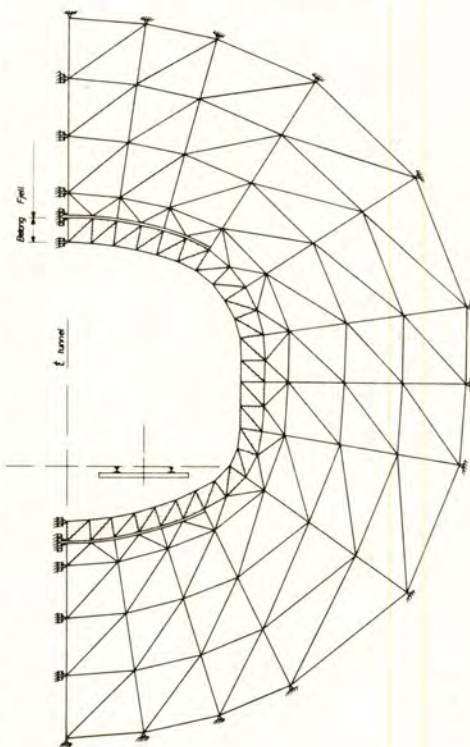
Ved hjelp av den såkalte elementmetoden kan det likevel foretas en tilnærmet beregning av det statiske system. Systemet som forutsettes å omfatte både utstøpningen og det omgivende fjell i nødvendig utstrekning, deles da inn i et endelig antall trekantformede elementer (fig. 7). Den gjensidige avhengighet mellom elementene med hensyn på deformasjoner og belastninger gjør det mulig å stille opp likningssett hvis løsning gir de nødvendige data for dimensjonering av betongutstøpningen.

Nøyaktigheten av beregningene blir større jo flere elementer systemet deles inn i. Moderne EDB-teknikk gjør det nå mulig å løse såvidt store likningssystemer at en tilstrekkelig elementinndeling og nøyaktighet

kan oppnås. Modellen har tatt hensyn til at det p.g.a. deformasjoner blir oppsprekking mellom betong og fjell i bunn og tak av tunnelen. Statiske beregninger for enkelte karakteristiske tverrsnitt av tunnelen er utført av Institutt for statikk ved Norges tekniske høgskole etter dette opplegg.

For tilsvarende tunneltverrsnitt er det også av den rådgivende ingeniør foretatt en sammenliknende beregning på grunnlag av et enklere statisk system hvor utstøpningen er delt inn i bjelkeelementer. Fjellets deformasjon er ivaretatt ved at det på de steder hvor det opptrer trykkkrefter mellom betong og fjell er plassert trykkstaver vinkelrett på bjelkeelementene i regnemodellen. Lengde, tverrsnitt og elastisitetsmodul for stavelementene kan beregnes på grunnlag av utstøpningens geometri og fjellets elastisitetsmodul.

Denne bjelkemodellen (fig. 8) gir ikke mulighet for overføring av skjærkrefter i fugen mellom fjell og betong slik som ved den foregående elementmodell og skulle derfor gi unøyaktigere resultater. Det er foretatt sammenliknende beregninger som viser at uoverensstemmelsene mellom regnemethodene likevel ligger innenfor akseptable grenser [6].



På dette grunnlag ble det derfor funnet forsvarlig å legge den enklere bjelkemodellen til grunn for den statiske beregning av de øvrige tunneltverrsnitt i fjell. Denne metode medfører en betydelig redusert arbeidsmengde og kjørekostnader på datamaskin.

#### b. Dyprennepartiene

På dyprennepartiene er betongtunnelen utformet med rektangulært tverrsnitt og den statiske beregning er i større utstrekning utført ved hjelp av konvensjonelle metoder. Fastleggelsen av det dimensjonerende jordtrykk på tunnelveggene er imidlertid beheftet med mange usikkerhetsmomenter. Valg av byggemetode, graveetapper, plassering av tverrstivere og tunnelkonstruksjonens stivhet, kommer her bl.a. inn i bildet. For strekningen gjennom Studenterlundene er det foretatt en nærmere analyse av forholdene ved hjelp av elementmetoden.

#### Grunnbruddsproblemer i leire

Tidligere har man – ikke minst i Oslo-området – gjort den erfaring at det ikke lar seg gjøre å grave dypere ned i leire enn til en viss kritisk dyb-

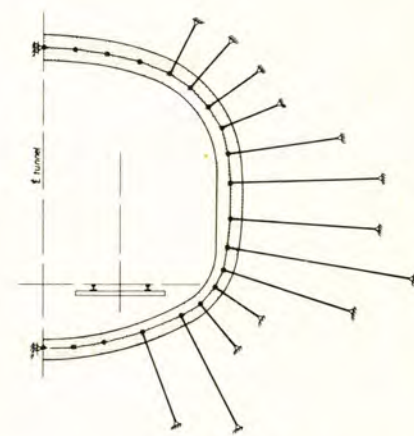


Fig. 7. og 8. Modeller for statisk beregning av tunnelutføringen a) ved elementmetoden, b) ved forenklet regnemetode (bjelkemodell).

de. Dersom man forsøker å grave dypere, vil tyngden av leirmassene utenfor presse bunnen i byggegropen opp. I heldigste fall inntreer det en begrenset heving av bunnen i byggegropen, i verste fall en katastrofeartet opp-pressing av leire som kan fylle større eller mindre deler av byggegropen.

Selve grunnbruddsfenomenet var altså velkjent, og man hadde også en erfaringsmessig forståelse av at den kritiske gravedybde var avhengig av leirens fasthet og utgravingens form og dimensjoner. Men noen lovmesig sammenheng som kunne gi grunnlag for en beregningsmessig behandling av problemene, kjente man ikke før Norges geotekniske institutt i 1956 publiserte resultatene av et forskningsarbeid utført i forbindelse med dyputgravingene for den kommunale tunnelbane i Oslo [7]. Instituttets beregningsmetode gjorde det mulig å kalkulere stabiliteten av byggegropen i leire med forholdsvis stor nøyaktighet.

Stabilitetsberegninger etter denne metode viser at i vanlig Oslo-leire kan man for en dobbeltsporet bane-tunnel ikke grave dypere enn 5–8 m. I alminnelighet vil byggearbeidet kreve betydelig dypere utgraving, og den gjenstående del av gravearbeidet må da stabiliseres ved spesielle metoder.

Ved byggingen av de kommunale tunnelbaner ble det benyttet forskjellige metoder for stabilisering mot grunnbrudd. Erfaringene med overtrykkmetoden var særlig gode, og det var derfor denne metode som ble lagt til grunn for de første prosjekter for jernbanetunnelen. Imidlertid var det i utlandet blitt konstatert at arbeidet i overtrykk kan ha visse uheldige langtidsvirkninger på den menneskelige organisme. Som følge herav ble forskriftene for arbeider i overtrykk så kraftig skjerpet at det også av økonomiske grunner ble nødvendig å finne andre løsninger.

I samråd med de bygningstekniske og geotekniske konsulenter ble en rekke metoder studert. De viktigste forslag omfattet stabilisering ved hjelp av vannfylling i byggegropen, frempressing av prefabrikerte seksjoner av tunnelen, frysing av grunnen og nedsenkning av tunnelseksjoner

bygget på terreng (caissonmetoden).

For utgravingsarbeidene på Jernbanetorget og i Studenterlunden valgte man imidlertid til slutt slisseveggmetoden etter en idé fra Norges geotekniske institutt. Metoden var tidligere utviklet i utlandet, men det ville være første gang slissevegger ble benyttet for stabilisering av en byggegrop mot grunnbrudd.

#### *Strekningen Jernbanetorget – Eidsvolls plass*

Under planleggingen ble det funnet hensiktsmessig å dele tunnelen i fire anleggsavsnitt, hvorav det østligste er 670 m langt. Grunnforholdene varierer ganske sterkt på denne strekning, slik at man dels får betongtunnel i leire og dels utsprengt tunnel i fjell.

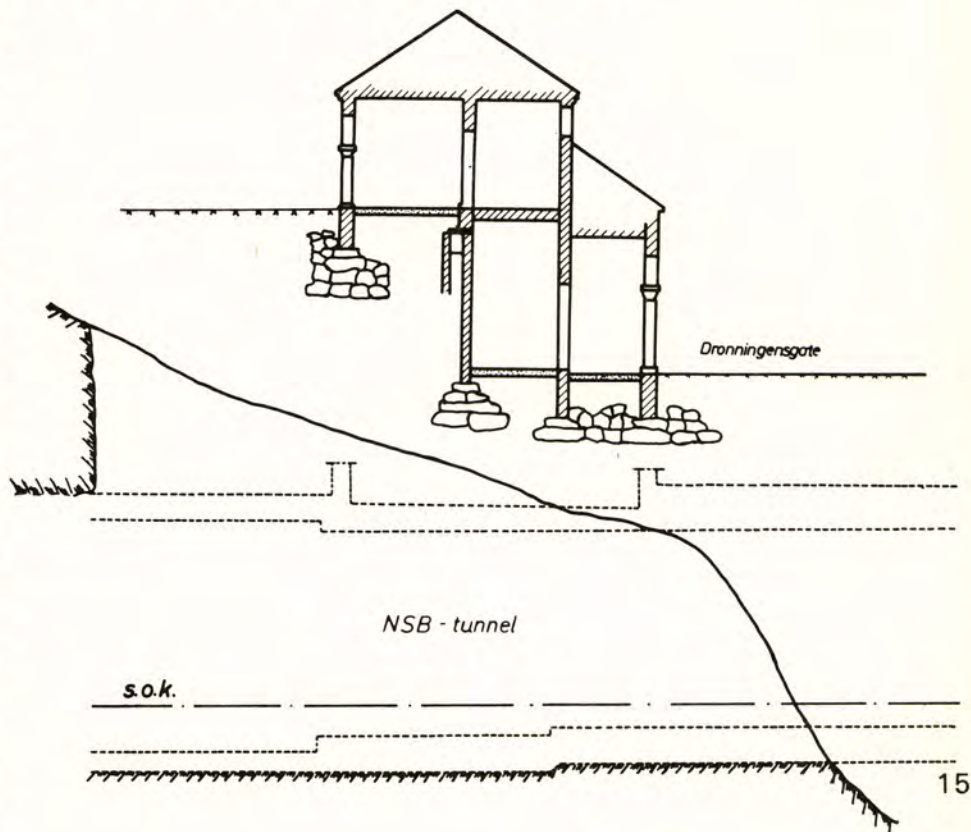
Grunnforholdene på dyprennepartiet fra Jernbanetorget til Dronningensgate er typisk for dyprennene langs traséen. Under et 1,5–4 m tykt lag av oppfylte masser og delvis tørrskorpeleire er det leire til fjell. Leiren er bløt og middels sensitiv, skjærfastheten ligger stort sett i området 2,0–3,0 t/m<sup>2</sup>. Maksimal dybde til

fjell er ca. 38 m på vestre del av Jernbanetorget og største gravedybde i leire er ca. 10 m.

Tunnelseksjonen i leire på Jernbanetorget utføres med slissevegger etter et tilsvarende prinsipp som beskrevet for Studenterlunden. Tunnelen blir dels fundamentert direkte på fjell og dels på stålpeiler til fjell.

Der tunnelen ligger i fjell, er det for det meste overliggende bebyggelse og liten fjelloverdekning. Spesielt kan nevnes Domkirken, hvis fundamenter er i dårlig forfatning, og Stortinget der det også stilles strenge krav til forsiktig sprengning. Dessuten vil tunnelen ved Egertorvet ligge helt oppunder bunnplaten i en rulletrappsjakt fra Sentrum stasjon på T-banen. Kredittkassens nybygg (Karl Johans gate 15) ble reist mens tunnelen var under planlegging, men før vedtak om tunnelbygging var fattet. Det ble imidlertid gitt en spesiell bevilgning til en kraftig fundamentplate under Kredittkassens bygg, konstruert slik at den vil utgjøre taket i jernbanens tunnel samtidig som

Fig. 9. Lengsesnitt av tunnelen under Basarhallene.





den bærer deler av det overliggende bankbygg.

Fjellet langs parsellen er hovedsaklig alunskifer, som flere steder er sterkt oppsprukket og har vært utsatt for intens folding. Skiferen inneholder svovelkis, og grunnvannet er sulfatholdig. Dette medfører at alunskiferen er sterkt aggressiv overfor betong og stål. Det utsprengte fjellprofil må isoleres ved en påsprøytet masse av asfalt, plast eller epoxy, og betongkonstruksjonene må utføres med sulfatresistent sement.

Spesielle problemer knytter seg til utførelsen under Basarhallene som ikke er fundamentert til fjell. På grunn av liten og til dels manglende fjelloverdekning over tunneltaket, må arbeidene utføres i åpen skjæring (fig. 9). Basarhallene skal av antikvariske årsaker bevares intakt og må derfor understøttes av bærekonstruksjoner som spenner over byggegruppen mens arbeidene pågår. Den berørte delen av Basarhallene blir så fundamentert direkte på tunneltaket.

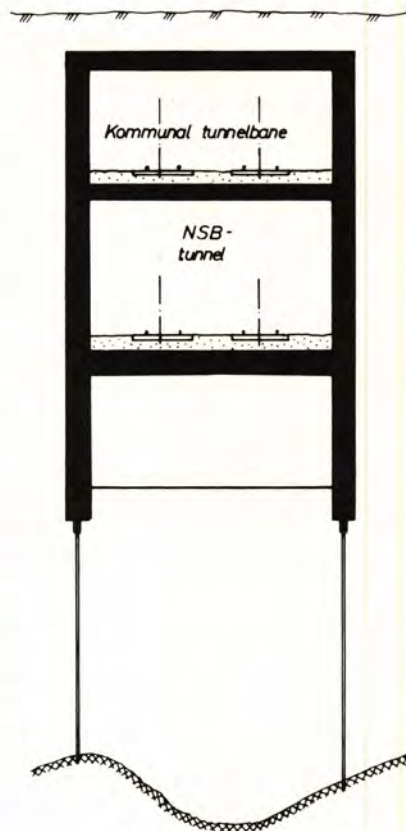
#### Strekningen gjennom Studenterlunden

Dette avleggsavsnittet omfatter 480 m NSB-tunnel hvorav 280 m er en fellesstrekning med den kommunale tunnelbane. På fellesstrekningen blir det en toetasjes tunnelkonstruksjon, hvor T-banen blir liggende i øvre og jernbanen i nedre tunneletasje (fig. 10).

Grunnen består av fyllmasse og tørrskorpeleire i tykkelse 2 til 4 m over den underliggende leire, hvis udrenerte skjærfasthet varierer mellom 2 og 4 t/m<sup>2</sup>, sensitiviteten ligger i området 3-7 (middels sensitiv). Leiren i Studenterlunden er for en vesentlig del homogen, bortsett fra det nærmeste parti over fjell som er grusblandet.

Anleggsarbeidet på denne strekning er av uvanlig karakter. De dype utgravninger på opptil 18 m vil få et jordtrykk mot støttekonstruksjonene av en helt annen størrelsesorden enn man er vant til. Dessuten oppstår det i en så dyp byggegrøp et alvorlig bunnoppressingsproblem i byggeperioden. Maksimal dybde til fjell i dypprennen er over 40 m ved Universitetsgaten.

Som nevnt foran valgte man etter



nøye overveielse den såkalte slisseveggmetoden som det beste alternativ for gjennomføring av dyputgravningene i Studenterlunden. Den etappevise fremdrift er vist på fig. 11.

Slisseveggmetoden er i dette tilfellet basert på plass-støpte betongvegger utført som undervannstøp i 22 m dype grøfter stabilisert med en støttevæske (vann eller en suspensjon av leire, bentonit eller microsil). De 1 m brede grøftene graves etappevis i ca. 4 m lange «paneler» ved hjelp av spesialkonstruerte gravemaskiner. Ferdiglagede armeringskurver senkes ned i den utgravede «sliss» umiddelbart før støping. På det dypeste parti av dypprennen føres veggene ned til ca. 6 m under tunnelbunn.

Innbyrdes avstivning av sideveggene utføres før man starter selve tunnelutgravningen ved å anordne tverrgrøfter, én for hvert lengdepanel

Fig. 10. Tverrsnitt på fellesstrekningen med den kommunale tunnelbane i Studenterlunden.

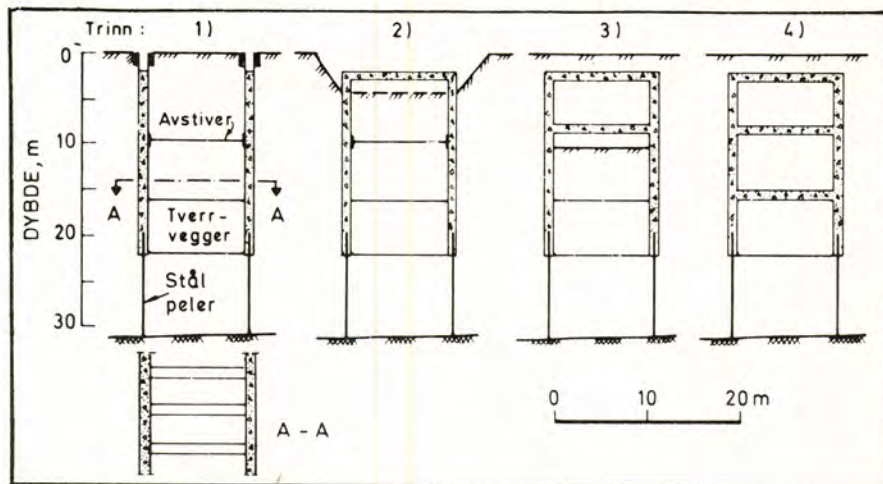


Fig. 11. Prinsipp for utførelse av slissevegger gjennom Studenterlunden

Trinn 1: Etappevis graving og utstøping av langsgående slissevegger. Tverrslisser graves og støpes opp til underkant NSB-tunnel. Montasje av avstiver under mellomdekke. Peling til fjell gjennom innstøpte rør i slisseveggene.

Trinn 2: Graving til underkant toppdekke. Støping av toppdekke på avrettet under-

lag. Tilbakefylling og istandsetting av terreng over toppdekke.

Trinn 3: Graving under toppdekke til underkant mellomdekke. Støping av mellomdekke.

Trinn 4: Graving under mellomdekke for NSB-tunnel (etappevis). Støp av bunnplate.

i tunnelveggene. Tverrgrøftene graves til omtrent samme dybde som sideveggene og støpes opp til underkant av tunnelbunn i NSB-tunnelen. Under mellomdekket plasseres en midlertidig stål- eller betongstiver.

I sideveggene (slisseveggene) blir det støpt inn vertikale rør for ramming av massive stålpeler til fjell etter at veggene er støpt. På de grunnere partier av dyprennen meisles slissegrøftene ned i fjell. Veggene får på denne måten et godt feste i bunnen og vannlekkasje inn i byggegropen kan hindres.

Først etter at disse slisseveggarbeidene er fullført, kan tunnelgravingen begynne. I og med at sideveggene og avstivningssystemet således i stor utstrekning er etablert før gravearbeidene tar til, vil innpressingen av veggene og tilhørende terrengsetninger bli minimale.

Grunnbruddsproblemet er i dette tilfelle løst ved at bunnoppresingen under tunnelutgravingen forhindres ved den adhesjonen som mobiliseres mellom leire og de nedstikkende side- og tverrvegger.

Tunnelen ligger på vestre del av dyprennen i liten avstand fra Nationaltheater-bygningen. Bygningen var opprinnelig fundamentert på svedende trepeler, men ble i forbindelse med ombygningsarbeider i 1972–73 fundamentert på stålpeler til fjell. Denne omfundamentering var ikke

Fig. 12. Tversnitt av enkeltsporetunneler under Holmenkollbanens uttrekkspor ved Nationaltheatret.

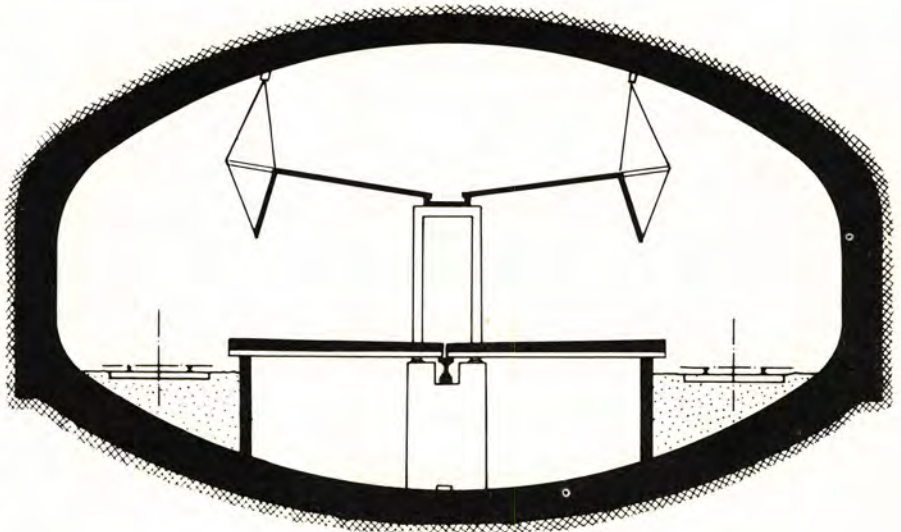
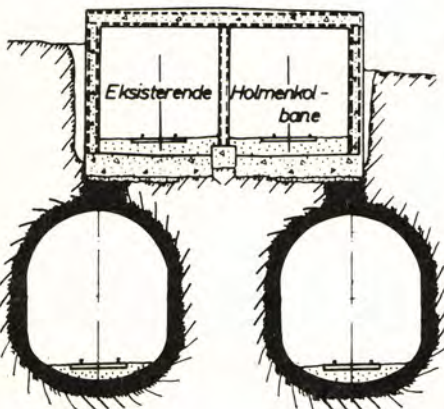


Fig. 13. Tversnitt av toghallen i Abelhaugen stasjon

nødvendig for gjennomføringen av tunnelarbeidene, men medførte at gravearbeidene kunne gjennomføres under gunstigere stabilitetsbetingelser.

Vest for dyprennen i Studentertunden løper jernbanetunnelen inn i fjell. På dette sted må tunnelkonstruksjonen føres under Holmenkollbanens eksisterende uttrekkspor fra Nationalteatret stasjon. Underføringen under Holmenkollbanen byr på anleggsmessige problemer, idet banen skal være i drift i anleggstiden (fig. 12).

Under Drammensveien kommer de to enkeltsporede tunneler på et kort parti nær oppunder en dyprenne, slik at fjelloverdekningen blir utilstrekkelig. Her er det forutsatt anvendt en spesiell metode med frysing for å stabilisere de overliggende løsmasser under anleggsperioden.

#### Abelhaugen stasjon

Dette anleggsavsnitt omfatter 360 m av traséen og består av Abelhaugen stasjon og tilstøtende tunnelstrekninger. Foruten toghallen, inkluderer anlegget en vestibyle i hver ende. Som nevnt foran vil vestre oppgang ikke bli fullført i første omgang. Vestibylene ligger like under terrengnivå og er forbundet med

toghallen via rulletrapp- og heissjakter.

Størstedelen av arbeidet utføres som tunnelsprengning i fjell, men en del arbeider i forbindelse med vestibylar og utganger utføres ved graving og sprengning fra terrengnivå.

I stasjonshallen blir bredden i utspregt fjellrom over 20 m. (Fig. 13). På grunn av den store spennvidden må sprengning utføres etappevis med utstøpning av takhvelv etter hvert for å sikre fjellets stabilitet. Kryssing under og gjennom et eksisterende tilfluktsrom i dette området medfører kompliserte rivings- og sikringsarbeider før den berørte delen av tilfluktsrommet igjen kan etableres over taket på toghallen.

Østre vestibyle skal sprenges ned i fjell i Drammensveien og delvis inn under Abelhaugen samtidig som fjellskråningen skal bevares i sin opprinnelige form. Det er nødvendig med seksjonsvis stollsprengning og omfattende sikring. Drammensveien skal i hele perioden holdes åpen for trafikk, og det etableres midlertidige kjørebryer for sporvogns- og biltrafikk.

Arbeidene i Abelhaugen stasjon angripes gjennom en 250 m lang transporttunnel som er anlagt fra nedre del av Kronprinsens gate inn til midten av toghallen. Nedre del av transporttunnelen vil etter at anlegget er ferdig, bli innredet som tilfluktsrom for Abelhaugen stasjon (fig. 4).

### Strekningen Slottsparken—Olav Kyrres plass

Det vestligste og lengste anleggsavsnitt omfatter en tunnallengde på ca. 2 km. Tunnelen ligger hovedsakelig i fjell, bortsett fra 150 m i vestre ende som består av en fjellskjæring på 40 m og dernest en dyputgravning i leire som må utføres mellom avstivede spuntvegger til fjell under vanskelige grunnforhold.

Byggegroppen krysser nedre del av Bygdøy allé og utføres i to etapper slik at trafikken kan opprettholdes kontinuerlig. Samtidig krysser tunnelen her i en lengde av 40–50 m et parti av dyprennen der grunnen nær fjell består av kvikkleire (sensitivitet 50–70). For øvrig er leiren bløt og middels sensitiv, skjærfasthet 1,5–2,5 t/m<sup>2</sup>. Gravedybder på opptil 12 m og den lave skjærfastheten i leiren gir meget store belastninger på spuntvegg og avstivninger. Utgravningens bunn ligger langt under kritisk gravedybde, og sikring mot grunnbrudd skjer ved solid forankring av spuntfoten i fjell (fig. 14).

Ved Olav Kyrres plass går tunnelen over i fjelltunnel som drives fra vest. På begge sider av Frogner stasjon grener sporene fra hverandre, og tunnelen går over i to enkeltsporede tunneler inn mot toghallen.

Anleggsavsnittet omfatter full utsprenning og utstøpning av toghallen for Frogner stasjon, slik at adkomstsjakt og vestibyle kan utføres senere uten å forstyrre togdriften.

Fjellet langs denne delen av tunnelen består vesentlig av kalk- og leirskifer av kambro-silurisk alder. Fjellet er mange steder sterkt foldet og oppsprukket i forbindelse med forkastninger og vulkansk aktivitet i permtiden. På flere steder krysses traséen av eruptivganger.

På grunnlag av geologiske undersøkelser og tidligere erfaringer med tunneldrift og sprengning i åpne byggegroper i kalk- og leirskifer, vil det være nødvendig med omfattende sikringstiltak ved fremdrift av tunnelen.

### Avslutning

Plankontoret har i sitt planleggingsarbeide for tunnel øst–vest løpende bistand fra en rekke konsulenter og institutter og fra mange in-

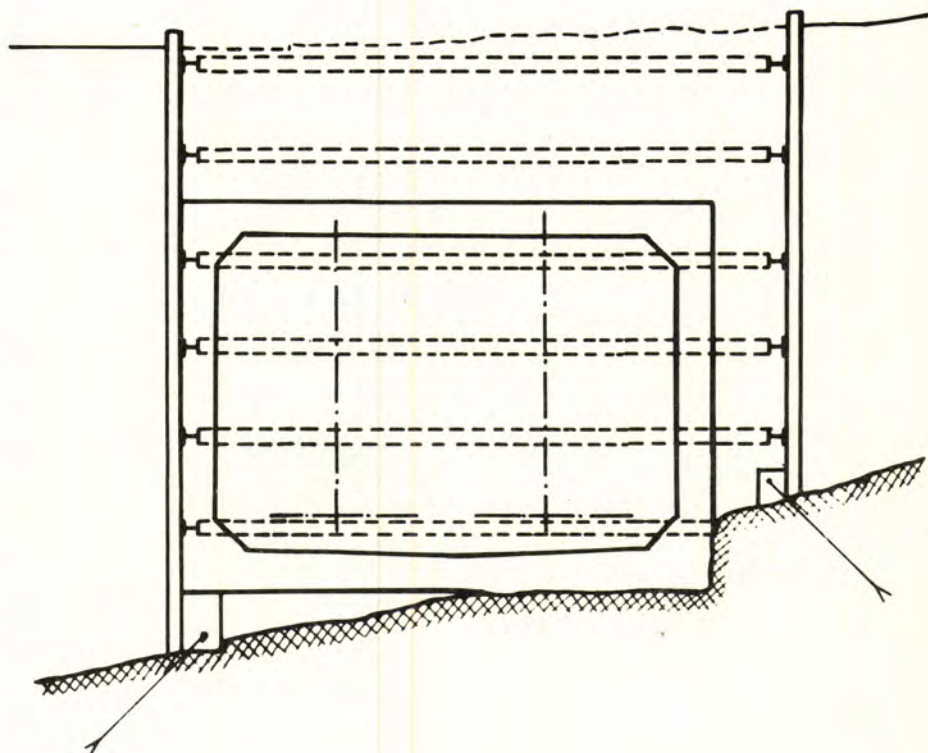


Fig. 14. Tverrsnitt av byggegrop i dyprennen ved Olav Kyrres plass.

stanser innenfor jernbanen. Hovedkonsulenter for de bygningstekniske og geotekniske arbeider er henholdsvis Ingeniørene Bonde & Co. og Norges geotekniske institutt. Peer Qvams arkitektkontor prosjekterer Abelhaugen og Frogner stasjon. Fra NSB har særlig Geoteknisk kontor og flere kontorer ved Elektroavdelingen vært aktive medarbeidere.

De fire anleggsavsnittene drives uavhengig av hverandre. Abelhaugen stasjon blir utført i jernbanens egen regi ved Jernbaneanlegget Oslo Sentralstasjon, mens de øvrige avsnittene er bortsatt til private entreprenører etter anbud. Jernbaneanlegget har ansvaret for arbeidenes gjennomføring i marken.

Råbygget for de to østligste anleggsavsnittene nærmer seg nå fullførelse. Arbeidene med Abelhaugen stasjon og fjelltunnelen gjennom Frognerområdet vil pågå ennå et par år, etterfulgt av jernbanetekniske installasjoner og sporlegging.

Tunnelen skal etter planen tas i bruk i 1979.

### Litteratur

- [1] *Svennar*, Odd: Frognerlinjen — en ny trasé for jernbanens forbindelsestunnel gjennom Oslo. NSB — Tekniske meddelelser nr. 4, Des. 67.
- [2] *Svennar*, Odd: Planleggingsgrunnlaget for jernbanens forbindelsestunnel øst–vest gjennom Oslo. NSB teknikk 1–1975.
- [3] *Aas*, Gunnar: Geotekniske problemer ved tunnelbyggingen gjennom Studenterlund i Oslo. Bygg. Bd. 20, nr. 9, 9. november 1973.
- [4] *Eide*, *Aas* og *Jøsang*: Special Application of Cast in place Walls for Tunnels in Soft Clay in Oslo. Norges geotekniske institutt, Publikasjon nr. 91, Oslo 1972.
- [5] *Hartmark*, H: Interessant metode for tunnelutgraving prøves i Oslo. Nordisk Järnbanetidsskrift nr. 1, 1971.
- [6] *Bjergum*, Otto og *Eriksen*, Kjell: Dimensjonering av utstøpte tunneltverrsnitt i gjell. Nordisk betong 5–1975.
- [7] *Bjerrum*, L og *Eide*, D. Stabilitet av avstivede utgravninger i leire. Norges geotekniske institutt, Publikasjon nr. 14, Oslo 1956.

# Datakommunikasjon i NSB

Av overingeniør Jon Teigland

## Innledning

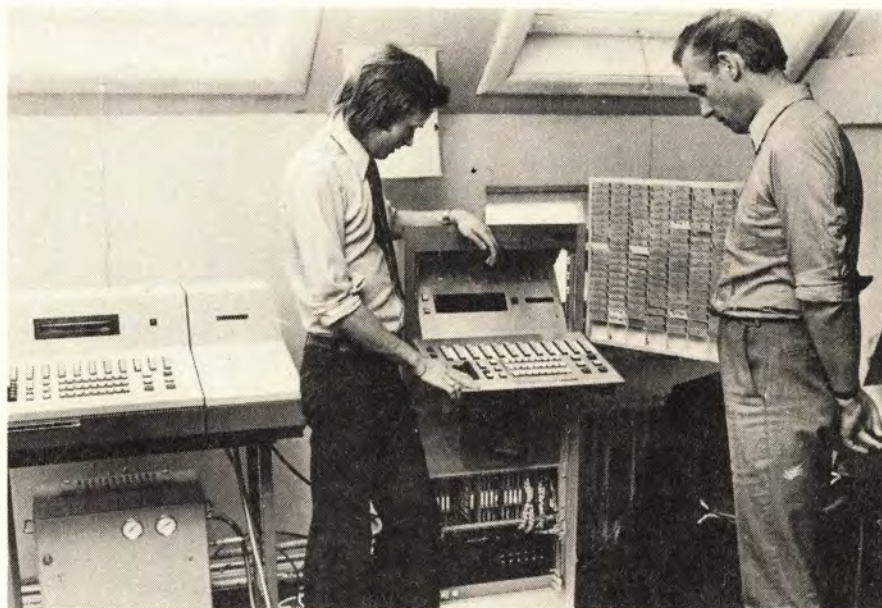
Som en konkurranseutsatt bedrift, må NSB arbeide økonomisk rasjontelt. Geografisk spredd virksomhet medfører stort informasjonsbehov og hurtig overføring av data for å holde oversikt og foreta riktige disposisjoner i den daglige drift.

Datamaskinen og moderne telekommunikasjoner har gitt store muligheter for innsamling, overføring, behandling og distribusjon av data. Jernbanetransport som er sterkt regelbunden, har spesielt gode forutsetninger for å utnytte disse mulighetene.

Som hjelpemiddel for kontorrasjonalisering, har datamaskinen vært lenge i bruk i NSB. Nå er vi i ferd med å ta den i bruk også for driftsfunksjoner som plassreservering og godstransportledelse. Disse funksjonene har bl.a. den egenskap at det kreves sentralt kartotek over tilbudte plasser og godsvognsituasjonen, men desentral adgang til å hente ut informasjonen fra disse. Vi må med andre ord ha terminalapparat hos brukeren, direkte tilknyttet datamaskinen over et transmisjonsnett.

## Planleggingsgrunnlag

I 1970/71 gjennomførte NSB en omfattende studie for å klarlegge mulighetene for bruk av EDB ved bedriften. Studien avdekket en rekke områder hvor EDB kunne gi mer effektiv drift og bedre grunnlag for bedriftsplanleggingen. Det ble straks satt i gang utredningsarbeid vedrø-



Figur 1. Terminalapparat for plassreservering.

rende plassreservering og EDB-assistert godstransportledelse. Disse tiltakene er senere vedtatt gjennomført. Andre områder som forutsatte eller sannsynliggjorde desentral adgang til datamaskinen fra terminaler, var forsynings- og lagertjenesten, personalkartoteket, trafikkregnskap, planleggingsrutiner og tekniske beregninger. Dette danner utgangspunktet for det utrednings- og planleggingsarbeid som ble satt i gang vedrørende datatransmisjon.

NSB har den fordel framfor mange andre storbrukere av telekommuni-

kasjoner, at vi har vårt eget kabelnett langs alle jernbanelinjer. På alle hovedstrekninger er transmisjonskapasiteten øket med bærefrekvenssamband. Nettet har imidlertid begrenset kapasitet og er sterkt belastet med andre samband f.eks. telefoni og fjernstyring. Utbygging av kabelnettet er dyrt, men derimot kan marginalkostnadene for effektiv utnyttning av transmisjonskapasiteten holdes på et rimelig nivå.

Egne dediserte datatransmisjonsnett for spesielle anvendelser, f.eks. plassreservering, kan gi akseptabel økonomi for store systemer eller for systemer med begrenset geografisk utstrekning. Små systemer blir det vanskelig å få lønnsomme. En svakhet ved slike systemer er at de gjerne er sterkt knyttet til en bestemt datamaskintype og at man har begrenset valgfrihet for terminaltype. Forutsetningen om store systemer er ikke til stede ved NSB for de planlagte anvendelser.

Planlegging av hvordan datatransmisjon skulle skje i NSB, startet for alvor i 1972 i tilknytning til utredning om innføring av elektronisk plassreservering og datamaskinassistert godstransportledelse. Med noe kjennskap til løsninger ved andre jernbaneforvaltninger, f.eks. ÖBB og SNCF og det amerikanske ARPHAnettet, mente vi det var riktig for NSB å satse på et nett som var dedisert for datatransmisjon, men uav-



*JON TEIGLAND tok eksamen ved NTH, elektro svakstrøm i 1961. Han arbeidet i Forsvaret med sambandsutbygging og utvikling av sambandsmateriell 1962-69. Siden 1970 ansatt i NSB som leder av Elektroavdelingens Utviklingskontor.*

Figur 2. NSB-Datanett. Utforming.

hengig av applikasjon, vertsmaskin-type og terminaltype. Nettet måtte i rimelig grad la seg bygge ut til å ta nye oppgaver.

#### Hovedkrav til nettet

Et eget datatransmisjonsnett er nå under utbygging ved NSB. Følgende hovedkrav ble lagt til grunn for spesifikasjonen:

1. Nettet måtte danne et enhetlig system for datatransmisjon. All applikasjon måtte holdes utenfor nettet.
2. Hele nettet med terminaler måtte effektivt kunne overvåkes og driften ledes fra en sentral.
3. Full frihet for oppsetting av samband mellom en vilkårlig terminal og vilkårlig datamaskin eller mellom to terminaler.
4. Tilstrekkelig fleksibilitet for tilknytning av flere forskjellige terminaltyper. (16 ulike terminaltyper kan tilknyttes).
5. Tilknytning av nye terminaler for små brukersystemer måtte være mulig uten høye initialinvesteringer.
6. Nettet skulle erstatte vårt nåværende fjernskrivernet.
7. Nettet skulle være i drift 24 timer i døgnet og ha høy driftssikkerhet og overføringssikkerhet.
8. Nettet måtte gi effektiv utnyttning av NSB's knappe linjekapasitet. Utvidning av eksisterende kabelkapasitet var ikke aktuelt.
9. Nettet skulle i hovedsak vedlikeholdes av NSB's eget personell.
10. Nettet måtte være kostnadseffektivt slik at det var mulig å utvide kapasiteten med tilleggsinvesteringer når behovet meldte seg.

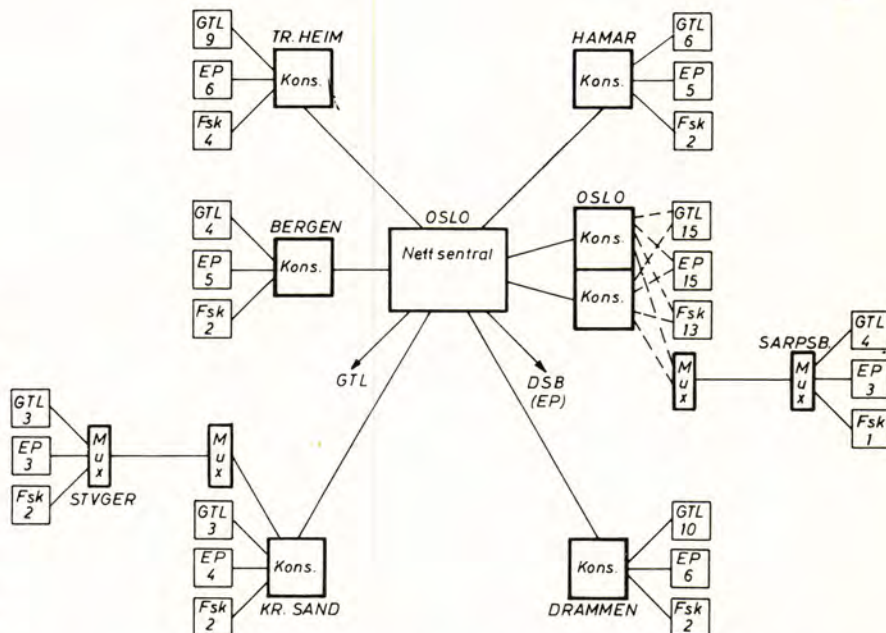
#### Nettutforming

Nettet leveres som et «nøkkelen i døra»-system fra A/S Norsk Dataelektronikk. Figur 2 viser skjematisk nettets utforming.

Nettsentralen i Oslo består av 2 stk. minidatamaskiner NORD-10, hvorav den ene tjener som reserve ved feil.

I de fleste distrikter blir det plassert en konsentrator. Denne utgjøres av en minidatamaskin, NORD-20.

Hovednettet, bestående av nettsentral og konsentratorer er et pak-



keformidlingsnett. Normalt vil en pakke bestå av en linje fra en operatørbetjent terminal. Normalt vil også en terminal måtte sette opp et samband til en annen før data kan utveksles. Det er imidlertid også mulig å la en terminal stå fast oppkopledd til et bestemt samband. Dette er aktuelt for plassreserveringsterminalene. I tillegg til datakonsentrasjon vil også konsentratorer svitsje trafikk mellom to terminaler tilknyttet samme konsentrator. Konsentratorer er forberedt for etablering av tverrforbindelser seg i mellom for dermed å gi alternative transmisjonsveger ved linjefeil eller stor trafikk. P.g.a. jernbanenettets struktur vil det imidlertid mange steder bli vanskelig å utnytte denne muligheten.

Hver terminal tilknyttes konsentratorer over egen transmisjonskanal. For lokale terminaltilknytninger står vi relativt fritt ved valg av terminalhastighet, og hastigheter opp til 120 karakterer/sek. er uten videre mulig. Fjerntilknytning vil skje over tonetelegrafiutstyr. P.g.a. manglende linjekapasitet må hastigheten for slike terminaler nå begrenses til 15 karakterer/sek. Da dette stort sett gjelder stasjoner med begrensede datamengder har man funnet dette akseptabelt for de planlagte anvendelser.

Datamaskiner for anvendelser kan i prinsippet tilknyttes hvor som helst i nettet. Maskiner for de nå planlagte anvendelser, plassreservering og godstransportledelse vil imidlertid bli tilknyttet nettsentralen. For plassreservering samarbeider NSB med DSB og all plassreservering skal foregå på DSB's anlegg i København. Dette anlegg er av Siemens type 4004/135. Av sikkerhetsgrun-

ner vil det bli etablert to separate transmisjonskanaler mellom nettsentral og 4004. Datatransmisjonen på denne forbindelsen vil foregå etter en standard Siemens prosedyre. En spesiell programmodul i nettsentralen omformer så formatet til det som benyttes internt i NSB's nett.

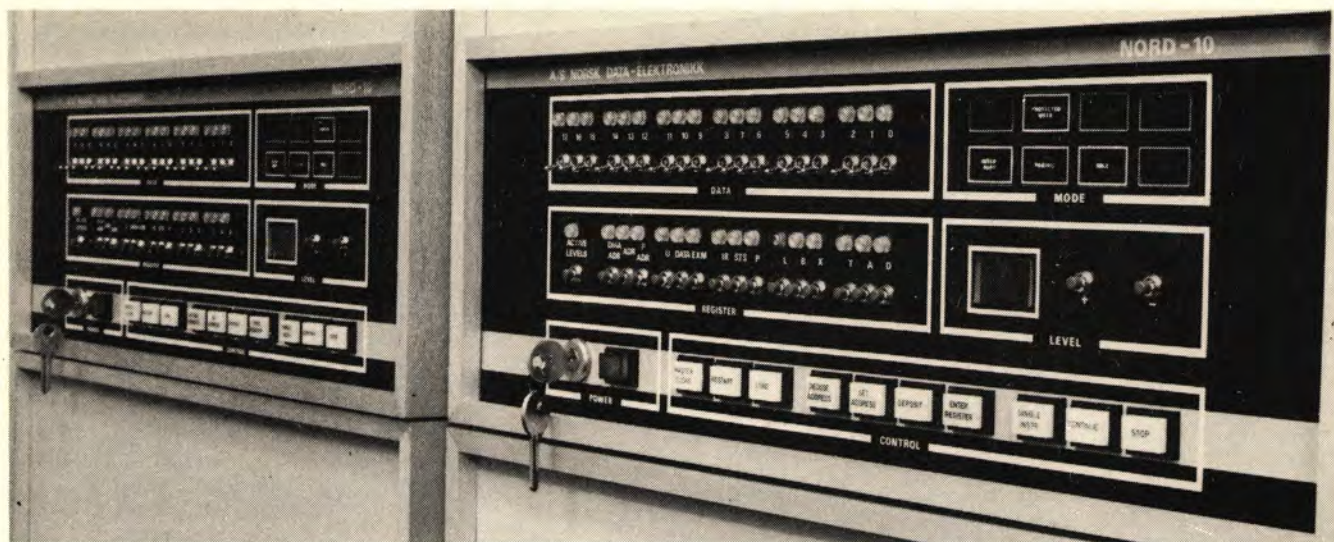
I tilknytning til nettsentralen i Oslo, vil det bli etablert en egen overvåkningsentral. Overvåkningsentralen blir utstyrt med en dataskjermterminal hvorfra man bl.a. kan:

- overvåke driftstilstanden for alle komponenter i nettet og for alle tilknyttede terminaler. En rekke feilmeldinger kommer automatisk på skjermen
- foreta feilsøking i programmene i konsentratorer og nettsentralen
- fjernlade programmer i konsentratorer
- stenge linjer og terminaler
- sette alternativ adresse for en terminal som er ute av drift
- samle statistiske data om trafikken i nettet

#### Framdrift

Da etableringen av dette nettet betyr innføring av ny kompleks teknikk i NSB, har vi valgt å få skrittvis fram. Både i spesifikasjons- og utviklingsfasen har det vært et nært samarbeid mellom leverandørene og gruppene i NSB som forestrått henholdsvis plassreservering, godstransportledelse og datanettutbyggingen.

I skrivende øyeblikk, pågår installasjon av en prototype av nettet. Denne består av nettsentral med overvåkningsentral, to konsentratorer og en del transmisjonsutstyr. Denne vil bli gjenstand for en omfattende utprøving. En er forberedt på å gjøre endringer dersom utprøvin-



Figur 3. NORD-10 datamaskin.

gen skulle vise at der er ting som er bruksmessig uheldig. Om tidsplanen holder, vil hele grunnversjonen av nettet være installert og driftklar på ettersommeren 1976.

#### Drift av nettet

Datanettet med tilknyttede terminaler betyr innføring av ny teknikk for NSB's vedlikeholdspersonell og også for dem som skal lede vedlikeholdsarbeidet. I tillegg øker den totale mengde av elektronisk utstyr som skal vedlikeholdes betydelig. Kravet til driftspålitelighet medfører at planlegging og organisering av

vedlikeholdet må nøye gjennomtenkes. I planene må inkluderes et opplæringsprogram. Da elektronisk digitalteknikk hittil er lite utbredt i NSB, er det mulig at en viss grunnutdanning også må inkluderes i opplæringsprogrammet.

Arbeidsgruppen som forestår utbygging av datanettet betrakter ovennevnte oppgaver som en del av prosjektet og som sitt ansvar.

Som tidligere nevnt, vil datanettet etter planen være driftsklart fra ettersommeren 1976. Plassreservering skal etter planen settes i drift 1. september 1977. Godstransportsystemet vil etter planen begynne begrenset prøvedrift høsten 1976, men først være i full drift 1. halvår 1978. Man mener derfor det skal være tilstrek-

kelig tid til å bygge opp og trimme en effektiv vedlikeholdsorganisasjon. Leverandører av datamaskiner og terminaler er vant med å utføre reparasjoner på levert utstyr. Assistanse derfra må derfor også kunne påregnes.

#### Sluttord

I denne artikkelen har en forsøkt å gi bakgrunnen for og en oversikt over det tekniske system som skal gi mulighet for effektiv utnyttning av fjerndatabehandling i NSB. Prosjektet har imidlertid gitt stoff til flere artikler en antar vil være av interesse for lesere av NSB-Teknikk. Dette vil en forsøke å følge opp.

## Det indre vognrenhold

Av overingeniør Arild Nordby

Det daglige renhold av personvogner blir i det alt vesentlige utført i driften, mens hovedrengjøring utføres i verkstedene.

Neppe ved noen arbeidsplass innen NSB er arbeidsforholdene generelt så vanskelige og tungvinte som i vognrenholdet. Heller ikke har den tekniske utvikling på dette felt tilnærmevis vært av samme størrelsesorden som den på den øvrige tekniske sektor innen NSB. Den alt overveiende del av det indre renhold skjer da også fremdeles ved hjelp av bøtte og kost.

En modernisering og effektivisering av renholdet vil måtte gripe inn på flere felter. Eksempelvis kan nevnes:

1. Arbeidsplassens utforming. Dvs. plassering av ramper, trapper, vannposter etc.

2. Organisering av arbeidet, arbeidsfordeling, arbeidsrutiner.
3. Konstruksjon og detaljutforming av vognene bl.a. med henblikk på bruk av tekniske hjelpemidler.
4. Bruk av kjemiske og tekniske hjelpemidler.
5. Opplæring av personalet.

Det skal ikke her taes opp eventuelle svakheter ved vårt eksisterende renholdsopplegg, men bare påpekes at det eksisterer svært divergerende oppfatninger av så vel organisering som utførelse av vognrenholdet i de forskjellige distrikter. Likeså synes hver vaskeplass å ha sin egen oppfatning av så vel renholdsmetoder som vaskemidler, deres effektivitet og økonomi.

Gjennom markedsføring og reklame blir man til stadighet konfrontert med nye vaskemidler som lover revo-

lusjonering av renholdet. Utallige er de vidunderpreparatene som gjennom årene har blitt tilbudt NSB under foregivende av å kunne løse store deler av etatens renholdsproblemer. En vanlig forbruker får da også lett det inntrykk av de kjemiske preparatene i vaskemidlene er en avgjørende faktor for et godt resultat. Erfaring har imidlertid vist at intet vaskemiddel i noen vesentlig grad kan løse vanskelige rengjøringsproblemer eller i særlig utstrekning redusere utgiftene til renholdet.

En hovedregel ved bruk av vaskemidler og deres effekt er at jo sterkere et vaskemiddel er desto mer effektivt er det. Imidlertid vil også de uønskede egenskapene ved midlene som f.eks. øket korrosivitet overfor metaller, nedmatting og krakkelering av maling og lakk, samt økt helsefare oftest

være proposjonale faktorer med midlets effektivitet.

Ved oppsetting av tekniske betingelser for vaskemidler og utvelgelse av anbudsprøvene, må det taes hensyn til alle tre hovedfaktorene: Vaskemidlets effekt, virkning på materialet og yrkeshygieniske forhold. I praksis blir det ofte slik at man tar midt på treet, dvs. det foretrekkes vaskemidler som er så sterke at de løser fett, bremsestøv etc. maksimalt, uten at angrepet på de underliggende malte og lakkerte flater, eventuelt bare metalldele, er for sterkt.

Visse hovedretningslinjer gjelder for valg av midler. Eksempelvis kan nevnes at vaskemidler som skal løse metalliske partikler, f.eks. bremsestøv, må være sure. De må derfor være basert på syrer, som regel fosforsyre eller organiske syrer. Til rengjøring av materialer av gummi, linoleum eller plast, f.eks. gulvbelegg i personvogner, bør det velges nøytrale eller svakt alkaliske vaskemidler som har et innhold av fett i form av fettsyrer. Fettsyrene vil i en viss utstrekning hindre uttørring og dannelse av en ru overflate med etterfølgende oppsprekking av belegget.

Vaskemidlenes effekt har ofte blitt betraktet som en funksjon av alkaliteten. Et sterkt alkalisk middel tar de aller fleste typer smuss og i særlig grad fett. Foruten alkaliteten er det midlenes innhold av overflateaktive stoffer, tensider, som er avgjørende. Tensiden bidrar til å nedsette overflatespenningen og vil virke emulgerende på fett og faste partikler. Overflateaktive stoffer har de senere år også fått stor utbredelse til bruk i smøreoljer og til maling og lakk. Tensidene har nøytral eller svakt alkalisk reaksjon og det har derfor blitt mulig å fremstille nøytrale vaskemidler som har tilnærmet samme vaskekraft som gammeldags sterkt alkaliske midler.

Angrep på maling, lakk og plast (polymerer) forårsakes oftest av sterkt alkaliske midler. Dette er vaskemidler som kan ha god effekt og dertil «lukte rent», f.eks. ved at de er tilsatt salmiakk. Alkaliene vil angripe bindemidlene i maling og lakk og det vil foregå en hydrolyse med etterfølgende krakkelering og oppsprekking av malingfilmene. Hydrolyse av bindemidlene kan skje både ved påvirkning av syrer og alkalier, men den alkaliske hydrolysen er raskest og den mest ødeleggende for malingfilmen. Alkalier i vaskemidler virker også korroderende på lettmetaller. Vanligvis vil korrosjonshastigheten for et ordinært husholdningsrengjøringsmiddel være ubetydelig på lettmetaller. Små tilsetninger av soda eller natronlut vil

imidlertid øke korrosjonshastigheten betraktelig, og ved påvirkning over noe lengre tidsrom, f.eks. noen døgn, kan det lett oppstå korrosjonsskader. Som eksempel på utsatte komponenter kan nevnes vognkasser av lettmetall, profiler og gulvlistor.

Når det gjelder de yrkeshygieniske forhold ved valg av vaskemidler, blir det alltid tatt hensyn til disse ved tilbudene. Sterkt alkaliske eller sure midler blir forkastet. Videre stilles det krav til fettsyretype og maksimalt innhold av sterke baser som f.eks. soda.

De mest utbredte ulemper forbundet med bruken av ordinære rengjøringsmidler sett fra et yrkeshygienisk synspunkt, er hudirritasjoner og eksemmer. Lett forstøvbare midler på sprayflasker eller finmalte pulvere har også vært opphav til luftveisirritasjoner og åndenød.

Ut fra miljøvern hensyn stiller NSB krav om at tensidene skal være biologisk nedbrytbare. Det eksisterer imidlertid ikke offentlige krav til sammensetning av vaskemidler, og det står derfor opp til den enkelte forbruker å foreta et valg blant de uttalige produkter som er på markedet.

Som nevnt innledningsvis er bømte og kost standard utstyr i vognrenholdet. Ved hovedrengjøring av innvendige tak og vegger er manuell vask med klut eller svamp fremdeles en aktuell og brukbar metode. Ved daglig rengjøring av gulv i personvogner har det derimot oppstått problemer. Det faktum at personvognene stort sett har et lite tiltalende utseende, skyldes for en stor del at gulvbelegg og setetrekk er vanskelig å holde rent.

Den alt overveiende del av gulvbeleggene i personvognene består av en type gummi. Belegget er meget slitesterkt, men det har den ulempe at det gir et godt feste for smuss. Dersom i det daglig renhold vaskevannet med tilsetning av såpe ikke skylles



vekk og tørres opp, vil vannet dampe av mens såpen blir liggende tilbake som et seigt belegg. Såperestene gir et godt feste for støv og skitt og det vil etter en tid bygge seg opp et mørkt belegg, spesielt under stolene der det ikke er noen slitasje. De gamle såperestene vil tære på gummi som etter en tid vil få en svampaktig overflate. Det har i praksis vist seg nærmest umulig å fjerne dette skjæmmende belegget ved hjelp av vanlige skure- og rensmidler. I forbindelse med hovedpuss hvor setene i vognen fjernes kan det taes i bruk slipemaskin, og ved en slik maskinell sliping av gulvet kan belegget fjernes med en rimelig arbeidsinnsats. Ved slipingen fjernes en del av gummibeleggets slitesone. For å få en glatt og tett overflate må belegget bones etter slipingen.

Etter de erfaringer man til nå har høstet, synes det som om gulvbelegget muligens kan vare en termin etter slipingen, dvs. ca. 10 år. Gulvbelegget vil da få en total levetid på ca. 20 år, hvilket må sies å være meget tilfredsstillende.

Setenes utforming muliggjør dessverre ikke maskinell sliping av gulvene utenom hovedpuss. Det ser derfor ut til at den eneste måte som sikrer et tiltalende utseende av gulvene er et nøyaktig og riktig utført renhold, dvs. grundig skylling med rent vann etter såpevask, og deretter optørring.

Når det gjelder renhold av setetrekkene utføres dette ved hjelp av skumrens med ulike preparater. Problemflekker f.eks. av sjokolade og tyggegummi er imidlertid nærmest umulig å fjerne hvis de ikke blir tatt raskt.

Som hovedregel gjelder at et regelmessig og hyppig renhold er nødvendig for å holde en tilfredsstillende renholdsstandard. Dette sparer materialet ved at sterke, etsende eller korrosive vaske- og rensmidler i stor utstrekning kan sløyfes. Videre vil tidskrevende arbeidsoperasjoner i forbindelse med oppskuring etc. ikke bli så hyppige som ved et mangelfullt og mer tilfeldig renhold.

Generelt bør det tilstrebes et systematisert renhold med flest mulig fastlagte rutiner. Vaskemetoder, vaskemidler og teknisk utstyr bør være spesifisert og arbeidsinstrukser bør være oppsatt. Et slikt organisert opplegg krever selvfølgelig også oppfølging både i form av opplæring, arbeidsledelse og kontrollfunksjoner. Dette er imidlertid faktorer som må komme inn i arbeidet ved forbedring av NSB's renholdsstandard på det rullende materiell.

# Skiftetjeneste på en ny måte

Av avdelingsingeniør N. Aase-Nilsen

Fra et firma i Vest-Tyskland er innkjøpt en skifteanordning beregnet på drift fra gaffeltruck som kjøres opp på anordningen etter at denne først er plassert på skinnene (fig. 1). Den er med sin vekt av 1050 kg konstruert slik at den kan løftes av og på sporet av den samme truck som benyttes for framdrift (fig. 2). På en enkel måte har man altså klart å gjøre en gaffeltruck om til en skiftetraktor, riktignok en med noe begrenset kjørehastighet, men til gjengjeld med forbausende stor trekraft. Inntil 300 tonn togvekt på spor med 2,5 0/00 stigning er den i stand til å trekke, skyve eller bremse ned. Anordningen, som er innkjøpt som prøve, er tenkt benyttet på Verkstedet Grorud.

Den store trekraften oppnås for det første ved at anordningen har et omsetningsforhold på 1:7,5 regnet fra drivakslene som truckhjulene hviler mot, til de 8 stk. skinnegående drivhjul. Solide kjedetrek, et på hver side, sikrer en stabil kraftoverføring. Ved en innbyrdes adskillelse fra side til side oppnår man at det blir differensialen i selve trucken som trer i funksjon når det kjøres i kurver. Videre har drivhjulene et spesielt gummi-belegg som gir ekstra stor friksjon mot skinnene, hvilket til en viss grad gir kompensasjon for den relativt lave adhesjonsvekten. Sist, men ikke minst kan gaflene på trucken kjøres oppunder en tverrbjelke slik at truckhjulene presses ned mot de riflete drivvalser med ekstra stor kraft og sluring blir derved forhindret.

Alle ovennevnte forhold har særlig stor betydning fordi det spesielt er igangsettingen som begrenser trekraftaggregatets yteevne. Ulempen er imidlertid den nedsatte kjørehastighet som vi får på grunn av omsetningsforholdet 1:7,5. Dette har mest å si hvis det er behov for å kjøre lange strekninger på fri linje, men det er i og for seg ikke for slike steder og for slik tjeneste man kan tenke seg å anskaffe denne skifteanordning. Godt over gangfart, eller 2,5 – 4 km/t. kan man likevel kjøre med en middels hurtig truck. En omsjaltingsmulighet på selve anordningen ville ha avhjulpet denne svakhet og da kunne den langt på vei gjort tjeneste som en vanlig skiftetraktor.

Skal sammenligninger gjøres, bør det først og fremst pekes på at det særlig er på tjenestesteder hvor skiftarbeidet ikke er stort nok til å

beskjeftige en vanlig traktor fullt ut, at denne anordning kan komme på tale. Tankegangen bak det hele er naturligvis at trucker har man på slike steder likevel, og ved å utnytte dem til skiftetjeneste får man øket utnyttelse også av disse. For å gjøre en prismessig sammenligning regnes med en innkjøpspris for selve skifteanordningen på totalt kr. 30.000,—. Prisen for en truck, som passer for dette behov, anslås til ca. kr. 90.000,—. Samlet blir dette kr. 120.000,—. Hvis trucken bare halvveis benyttes til skifting, kan man grovt regnet også halvere prisen for denne og kommer da til en sluttsum på kr. 75.000,— for den «skiftetraktor» man får på denne måte. Dette er bare en brøkdel av hva en vanlig skiftetraktor koster. Selv et arrangement med forhalingspill må være ganske enkelt skal det komme under denne pris.

Fører man sammenligningen videre, er det nærliggende å spørre om nytten av den ene kontra den annen skifteanordning står i forhold til den prismessige forskjell. Dette er naturligvis ikke besvares helt eksakt og det er kanskje heller ikke det viktigste. Hovedsaken i denne forbindelse er at for mange tjenestesteder og private

bedrifter gjelder det først og fremst å kunne hjelpe seg selv på beste og billigst måte. Hittil har forhalingspill vært den vanligste løsning der en skiftetraktor er funnet for dyr, men driftsforholdene må være uhyre enkle dersom dette skal være tilfredsstillende.

Av fordeler som ennå ikke er nevnt kan framheves: Ved skifting innendørs er man fri for det eksos- og støypproblem som en diesel skiftetraktor skaper. Dernest behøver den nødvendigvis ikke kjøre lange veger bare for å komme over på sidesporet. I og med at den kan løftes av sporet og settes på plass igjen, kan den kort og godt ta «snarvegen» over. Av samme grunn behøver den ikke i likhet med alt annet skinnegående materiell, automatisk å sperre det spor den står på, og den behøver heller ikke selv å bli innesperret. Den innkjøpte skifteanordning skulle altså ha store fordeler på et område hvor man hittil ikke har hatt noen god løsning.

Til slutt skal nevnes at anordningen idag er i bruk ved en rekke industribedrifter i Vest-Tyskland, Sveits og Østerrike, samt ved disse lands jernbaner.

Fig. 1.



Fig. 2.



# Prøver med lukkede WC-anlegg

For om mulig å få en forbedring av de hygieniske forhold med personvogners WC-anlegg, har man i Sverige og Tyskland forsøksvis utstyrt personvogn med et lukket vakuum WC-system fra firma Electrolux. WC-anlegget består av en normal toalettskål med spyleinnretning og vannbeholder, en samlebeholder plassert under vognen samt en vakuumpumpe.

Samlebeholder og rørledning fra WC-skålen blir holdt på et undertrykk på mellom 0,4–0,5 atm. Avfallet og spylevannet blir transportert til samlebeholderen med stor hastighet, samtidig suger man ca. 120 l. luft ut av WC-rommet. Til spyling medgår bare ca. 0,7 l vann. Spyling og avsug blir pneumatisk-mekanisk styrt når man trykker på spy-leknappen. Undertrykket blir da ført til styreventiler for avsugsventil og spyleventil som begge åpner. Avsugningen varer i ca. 2 sek. Spylingen varer i ca. 4–5 sek. – dette for at man etter at avsugsventilen er lukket skal få en vannmengde på ca. 0,5 l i WC-skålen som dekker utløpet i denne.

Denne lufttette vannlås samt den ved spyling utsugde luftmengde skal sikre mot ubehagelig duft på klosettet.

Avsugningstid, spylingstid og vannmengde kan reguleres ved å bytte dyser i styreventilene. Dersom systemet har for lite undertrykk, kan man trykke på knappen for startung av prosessen, men denne starter ikke før systemet har et min. undertrykk på 0,2 atm. Dette er gjort for å hindre at en utsugning skal foregå med så lite undertrykk at man risikerer at rørløsingene (PVC 50 mm) mellom WC-skål og samlebeholder skal gå tett.

Samlebeholder som er på 1,4 m<sup>3</sup> har to tilkoblinger for tømning, en tilkobling for klosettledningen og en for vakuumpumpen.

Til oppsamling av avfall kan man utnytte ca. 75% av beholderen. Av dette er ca. 10% reservevolum som er nok til ca. 100–120 spylinger.

Beholderen har en elektrisk koblet nivåmåler som med

lyssignal markerer når det normale volum er utnyttet. Man kan så utnytte reservevolumet, men når dette er utnyttet, kobler anlegget seg ut. Det resterende 25% av beholderens volum blir brukt som arbeidsvolum for å sikre en sikker funksjon, og for å beskytte anlegget mot overlastning.

Samlebeholderen kan tømmes fra begge sider av vognen med en slamsugevogn. En slange med hurtigkobling forbinder slamvognen med tanken. Undertrykket i tanken oppheves da automatisk. Etter endt tømning og avkoblet sugeslange vil undertrykket atter bygge seg opp.

Samlebeholderens volum kan oppta ca. 1000 spylinger (0,7 i vann og 0,3–0,4 i avfall for hver spyling). Man regner med å tømme beholderen en gang i uken.

Under beholderen har man fire termostatstyrte 2-trinns varmelementer som hindrer frostskaide om vinteren.

Undertrykket blir bygget

opp av en elektrisk lamellpumpe (24 V, 500W, 2900 o/min.).

Motoren blir styrt over 3 pressostater. To pressostater sørger for et vakuum på mellom 0,4–0,5 atm., og en kobler anlegget ut ved et undertrykk på 0,2 atm. eller mindre. WC-døren blir da automatisk låst. (Den kan fortsatt åpnes innenfra). Motoren er beskyttet med et tidsrelé. Dersom man i løpet av 18 min. ikke oppnår minst 0,5 atm., kobles anlegget automatisk av og klosettøren låses.

I sugeledningen fra pumpe til beholder er det plassert 2 tilbakeslagsventiler som hindrer at luft lekker gjennom pumpen til beholderen. For å hindre ubehagelig duft ved pumpen er det mellom pumpe og beholder bygd inn et kullfilter.

Anlegget er satt i drift, men man kan ennå ikke si noe om erfaringene.

## Prosessregner-system styrer U-bane knutepunkt

Verdens første regnemaskinstyrte togledelse for sporvei er for kort tid siden tatt i bruk av Kölner Verkehrsbetriebe (KVB). Anlegget, som er prosjektert og levert av Siemens, og som bl.a. består av

2 prosessregnerne av type 320, styrer all U-banetraffikk i det såkalte stillverksområde Ebertplatz med i alt syv holdeplasser.

Med sine fire sammenlpende stjerneformede strek-

ninger er U-banestasjonen Ebertplatz et særlig viktig trafikkknutepunkt. I rushtiden må her inntil 120 tog kunne slippe gjennom pr. time. For en slik høy trafikk tetthet er et vanlig automatiseringssystem som f.eks. reléteknikk, ikke så anvendbart på grunn av begrenset ytelse. Særlig gjelder det fleksibilitet med hensyn til behandling av usedvanlige trafikk situasjoner.

Ved det nye system melder hvert U-banetog ved innkjøring til stillverksområdet automatisk sitt tognummer til prosessregnesystemet over et innduktivt arbeidende sporutstyr. Systemet finner ut togets mål og stiller inn togveien. Regnemaskinen tar hensyn til bl.a. tog lengden slik at f.eks. to korte tog samtidig kan stoppe ved samme perrong.

På en stor meldetavle i stillverksområdet kan togleder følge alle togbevegelser og etter behov gjøre manuelle inngrep. Da begge regnemaskinene arbeider parallelt og uavhengig av hverandre, kan den ene prosessregnerenheten uten videre overta hele styringen hvis den andre regnemaskinen skulle falle ut.

IP.  
(Die Bundesbahn, 50 (1975), h. 5, s. 3.)

## En ny transsibirisk jernbane

En av de mest berømte og omtalte jernbanelinjer i verden er den transsibiriske jernbane som forbinder den europeiske del av Sovjetunionen med Stillehavet.

Banen som går gjennom Uralfjellene og tvers over de sibiriske skog- og tundraområder, er nær 8.000 km lang, regnet fra Moskva til Vladivostok. Den ble fullført i 1904, utvidet til dobbeltspor i 1928 og ferdig elektrifisert i 1965. Banen er av enorm politisk/økonomisk betydning for Sovjetunionen og danner på mange måter ryggraden i utviklingen av de veldige områdene i Sibir. Trafikken på banen er selvsagt tilsvarende stor, og dens kapasitet er strekningsvis utnyttet maksimalt.

Det er nå besluttet å bygge en ny 3150 km lang jernbanelinje i det østlige Sibir som en

omtrent parallellgående forsterkning av den nåværende bane. Den nye linje skal grene ut fra Ust-kut og gå nord for Baikalsjøen for å ende ved Stillehavskysten ved Vanina noe nord for Khabarovsk.

Den nye linje går på lange strekninger gjennom vanskelig fjellterreng og over tundraområder med permafrost. Anleggsarbeidene vil derfor bli meget kompliserte og kostbare. Det vil være nødvendig å utføre over 3000 kunstbyggverk, bl.a. må det bygges en lang rekke større bruer, hvorav den største er en 1200 m lang og 40 m høy bru over elven Zaya.

De store anleggsomkostninger regnes imidlertid å bli rettferdiggjort av den økonomiske betydning den nye jernbanen vil få. Den betyr en høyst kjærkommen avlastning

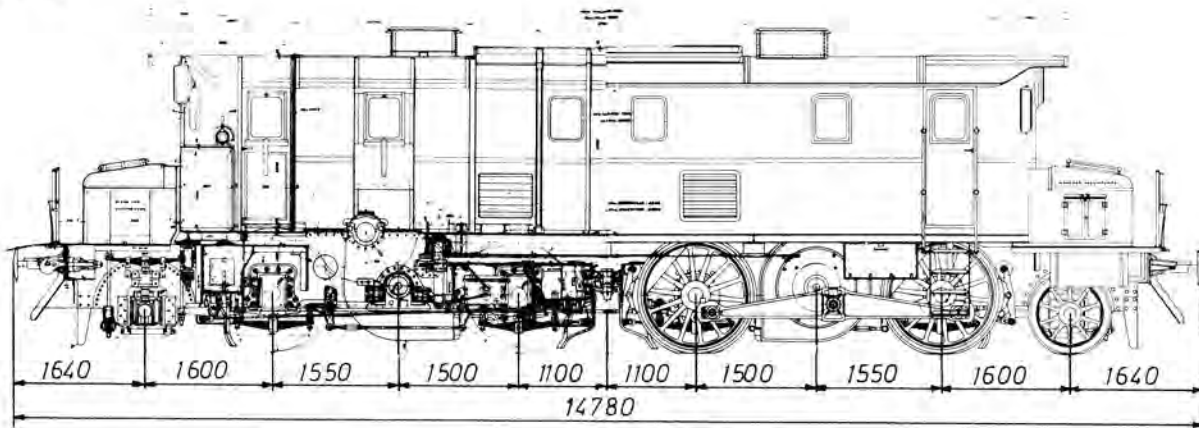
av den gamle dobbeltsporede linje og medfører en betydelig økning av kapasiteten. Dens største betydning ligger imidlertid i at den vil åpne veldige landområder med rike råstoffforekomster. Blant annet er verdens hittil største kjente forekomst av kobber lokalisert like ved banen, og nyoppdagede kulleier på flere milliarder tonn kan også nås fra den fastlagte trasé.

Byggingen av den nye banen vil føre til dannelse og utvikling av helt nye industriområder og befolkningstettsteder. Det antas at det langs den vel 3.000 km lange jernbanelinje vil oppstå omkring 60 større byer og ca. 200 mindre stasjonsbyer og tettsteder.

Denne nye transsibiriske jernbanelinje, som tilsvarer omtrent NSB's samlede banelengde, er forutsatt ferdig i 1982.

Ferinfo  
1975

## El. 2



LOKOMOTIV TYPE EL 2: ANTALL BYGGET: 2.

Hjulnordning: 1'B + B 1'

Nummer: 2023 og 2024 (1923)

Fabrikant: Norsk Elektrisk Brown Boveri  
Thune's Mek. Verksted

Største hastighet: 75 km/t.

Strøm: En-fas, 15000 volt 16 2/3 Hz

Motorer og effekt: 2 × 510 hk (2 × 375,1 kW)

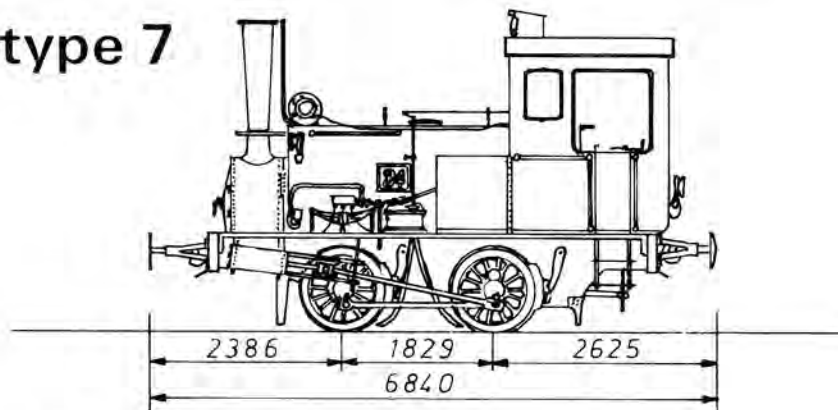
Drivhjul diameter: 1445 mm

Totalvekt i tonn: 77,5 (adhesjonsvekt 55,3)

Bygget for Kristiania – Drammenbanen

2.2023 utr. 1959, 2024 i 1967

## Hovedtype 7



LOKOMOTIV TYPE 7: ANTALL LEVERT: 8

Hjulnordning: B

Nummer: 11, 24, 25, 34, 40, 62, 84, 89.

Levert i årene 1875 til 1898.

Fabrikanter: Manning Wardle, Leeds

Nyland Mek. Verksted (nr. 84 og 89)

Største hastighet: 40 km/t

Maskin: 2 syl. tvilling (Ø 254 × 408)

Største syl.trekraft: 1500 kp (ca. 150 hk ved 40 km/t)

Kjeletrykk: 9 kp/cm<sup>2</sup>

Drivhjul diameter: 965 mm

Totalvekt i tonn: 13,7 (adh. vekt i driftklar stand 16,7)

Beholdning: 2,0 t vann, 0,2 tonn kull

Siste utr. i 1964 (Nr. 11)

Bevart: Nr. 25 (1875) på Jernbanemuseet

Nr. 11 (1892) i Oslo

El. 2



Hovedtype 7

