

Tekniske meddelelser

NSB



NSB

INNHold

NR. 2 · 7. ÅRGANG · APRIL 1959

Thermitsveising i spor

Planer for en fremtidig modernisert
og rasjonalisert jernbanedrift
Oslo-Trondheim

Utvidelse av en vegundergang

Trinseopphengning av bæreline
i kontaktledningsanlegget —
et problembar

Jernbanen — et foretagende
med høy produktivitet

DK 621.791.6:625.143.48 = 396

PANDE-ROLFSEN, P.: Thermitsveising i spor. (Thermit welding in track.) Tekn. medd.-NSB, 7 (1959), no. 2, pp. 51—58.

Account of the theory and the practical use of the thermit welding method in connection with joint welding of rails in track.

DK 656.2.011(481) = 396

HUNDSEID, V.: Planer for en fremtidig modernisert og rasjonalisert jernbanedrift Oslo—Trondheim. (Plans for a future modernized operating and traffic on the Oslo—Trondheim line.) Tekn.medd.-NSB, 7 (1959), no. 2, pp. 59—68.

An outline of the future plans for a more convenient and economical operating and traffic performance on the main line Oslo—Trondheim. Calculations showing the presumed savings are included.

DK 624.21.037(481) = 396

CARLSEN, TH.: Utvidelse av en vegundergang. (Widening of an underpass.) Tekn. medd.-NSB, 7 (1959), no. 2, pp. 68—70.

A brief description of how an underpass was widened without disturbing the railway traffic.

DK 385.338.011(4) = 396

RED.: Jernbanen — et foretagende med høy produktivitet. (The railway—an undertaking of high productivity.) Tekn.medd.-NSB, 7 (1959), no. 2, pp. 72—78.

A translation from the brochure "The railway at the meeting place of Brussels", issued by the International Union of Railways (UIC) for the World Exhibition in 1958. The brochure is a complete and up to date review of the progress made by European railways, regarding mechanization and automation applied in shunting operations, signalling, maintenance work on the track, materials handling, etc.

DK 621.315.176 = 396

621.332.33 = 396

HEDUM, ARNE: Trinsepphengning av bæreline i kontaktleidningsanlegget — et problembar. (Messenger wire suspended on wheels.) Tekn.medd.-NSB, 7 (1959), no. 2, pp. 71—72.

The article describes tests, both mechanical and electrical, on the messenger wire, lying on a carbon block of the trolley bus contact block type, instead of on the ordinary bronze wheel.

Adresse-endringer med angivelse av tittel, navn, gammel og ny adresse bes meldt snarest til

**Presse- og opplysningskontoret,
Hovedstyret.**

Redaksjon: Johs. B. Hegna, formann, L. Saxegaard, R. Heyerdahl-Larsen, N. Eckhoff, E. Havig, A. Rom
 Utgiver: Norges Statsbaner. Redaksjonens adresse: Storgaten 33, Oslo. Telefon 42 68 80

THERMITSVEISING I SPOR

Av avdelingsingeniør P. Pande-Rolfen

DK 621.791.6:625.143.48=396

Thermitsveising var den sveisemetode som først ble tatt i bruk her i landet for skjøting av skinner. Allerede i årene 1929—31 ble det på Ofotbanen i forbindelse med utskifting av gamle 40 kgs til nye 49 kgs skinner thermitsveiset 751 skjøter. De opprinnelig 15 m lange skinner ble sammensveiset i 30, 45, 60 og 90 m lengder. Daværende avd.ing. Trygve Løken har i «Meddelelser fra Norges Statsbaner» hefte 2 for 1933 under titelen «Thermitsveising av 49 kgs skinnegang på Ofotbanen» redegjort inngående for den anvendte sveisemetode. Metoden dengang var en helt annen enn den som i dag praktiseres. Den var forholdsvis ny og ennå ikke helt utviklet i kjemisk og metallurgisk henseende og etterlot seg sveiseskjøter med dårlig utmatningsfasthet (ca. 12 kg/mm² ved 500 lastvekslinger pr. min.). I rapport datert 9. juli 1938 fra distriktsjefen i Narvik distrikt, gjengitt i «Meddelelser for Norges Statsbaner» nr. 4 for 1938 under titelen «Skinnesveising ved Ofotbanen» gis en del erfaringsresultater fra den sveiste skinnegang på denne strekning. Rapporten forteller om brudd i 16 av de 751 sveiste skjøter allerede 7—8 år etter og konkluderer med at et slikt resultat bør tilsi forsiktighet med bruk av thermitsveising og prøve videre med sveising av skinner til større lengder etter andre metoder enn thermitmetoden.

Andre metoder er blitt prøvet. I årene 1938—41 ble det sveiset godt og vel 1500 skjøter på Drammenbanen med elektrisk lysbue. Noe mer er det ikke blitt til med denne metoden. I 1946 fikk vi gass-

sveisingen. Den kom for å bli og har pr. 31. desember 1958 etterlatt seg ca. 24 700 sveiste skjøter i linjen. Den virkelig ideelle metode, den såkalte brennsveismetoden, ble tatt i bruk på Skinnesmia høsten 1952. Etter denne metode er det allerede sveiset ca. 37 000 skjøter, og den vil i tiden fremover være ansvarlig for 10—12 000 sveiste skjøter pr. år.

Thermitsveisingen fikk slippe til igjen i 1951, 20 år etter. Metoden hadde da helt endret karakter fra å være en kombinert press-smeltesveising hvor sveisen under selve sammensveisingen samtidig ble utsatt for en kraftig sammensteking til å ha karakter av alminnelig sammensmelting basert på ren støpeteknikk.

Ved thermitsveising er det aluminiumets sterke affinitet til oksygen som utnyttes. Det var tyskeren prof. dr. Hans Goldschmidt som ved århundreskiftet utforsket reduksjonen av metalloksyder ved hjelp av finfordelt aluminium, og ved det la grunnlaget for den moderne aluminiumtermiske teknikk. Blandinger av metalloksyder og aluminiumpulver i kjemisk bestemte mengdeforhold kalles «Thermit». Antennes en slik blanding, settes det i gang en meget hurtig og intensiv reaksjon hvor aluminiumet forbinder seg med oksygenet i metalloksydet under stor varmeutvikling. På denne måte kan det fremstilles krom, mangan, titan, vanadium, jern m. fl. såvel ulegert som legert. Det er særlig for fremstilling av jern og jernlegeringer metoden har fått praktisk betydning. Ikke for industriell fremstilling

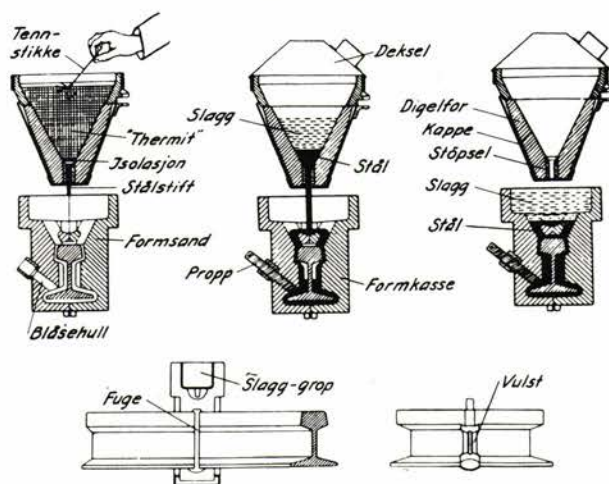


Fig. 1. Thermitveising av skinner, skjematisk fremstilt.

av jern og stål i stor målestokk, men som metode for hurtig fremstilling av forholdsvis beskjedne kvanta for skjøtsveising av skinner m. m.

Den praktiske utførelse av en thermitveis, se skjematisk fremstilling i fig. 1, er i korte trekk følgende: Skinnene som skal sammensveises, innrettes omhyggelig og spennes fast, atskilt ved en 10—14 mm bred fuge som ikke trenger noen spesiell bearbeidelse som rengjøring av sveiseflater og fasing av kanter, slik det er nødvendig ved andre sveisemetoder. Rundt sveistededet plasseres en todelt form (fig. 2) som holdes sammen med en kleminnretning. Formen består av formsand som er stampet i standardiserte formkasser over en halvmodell av angjeldende skinneprofil (fig. 3). Det er meget viktig at det nyttes prima formsand i formene. Den må for det første inneholde bestanddeler som gjør den tilstrekkelig motstandsdyktig overfor sterk varme. Kornstørrelsen må ligge innenfor bestemte grenser. Den skal ha en riktig fuktighetsgrad og være lett formbar ved siden av at den i uttørret tilstand i

formen skal være porøs og tåle endel mekanisk påkjenning. Her i landet finnes det ikke noe natur-sand som tilfredsstillende disse krav. Det er gjort noen forsøk med å blande vanlig støperisand med til eks. kvarts, oliven og kaolin, men det er ikke falt heldig ut. Vi har vært nødt til å hente sanden, den såkalte Eisenberger Klebsand, fra et sandtak i Pfalz i Tyskland. Formen er forsynt med tilførsels- og forvarmingskanal, stighull og luftpiper tildannet ved hjelp av uttrekkbare staver som plasseres i formkassen før sanden helles i. Disse staver trekkes ut når formen er ferdig stampet. Etter at formen er klemt fast rundt sveistededet og alle skjøter og sprekker er godt tettet og gjensmurt med bløt formmasse, tar forvarmingen til (fig. 4). Forvarmingen foretas med flaskegass, enten bare med flytende propangass alene eller også med tilsetning av oksygen. Da vi startet med thermitveisingen igjen i 1951, foregikk forvarmingen bare med propangass og tok ca. 21 min. I 1955 ble forvarmingen intensivert og tiden redusert til ca. 13 min. ved tilsetning av oksygen under for-brenningen av propangassen, og for kort tid siden er det lyktes å redusere forvarmingstiden ytterligere med 8—9 min. ved innføring av en ny flamme-brenner med en større effekt og en annen flamme-retning enn den vanlig brukte forgasseren har. Alle tre forvarmingsmetodene blir brukt hos oss alt etter den tid man har til rådighet mellom togene. Både i forgasseren og i flammebrenneren forstøves den flytende propangassen før den antennes og blåser varme inn i formen. Forvarmingen pågår inntil formen er blitt fullstendig tørr og glødende inn-vendig og skinnene har fått en temperatur på ca. 900° C. Man skal ha en del erfaring før man bedømmer forvarmen riktig. Det er ikke nok bare å varme sveisetverrsnittet. Også de tilstøtende par-tier innenfor formen må tilføres tilstrekkelig varme



Fig. 2. Todelt sveiseform plasseres.

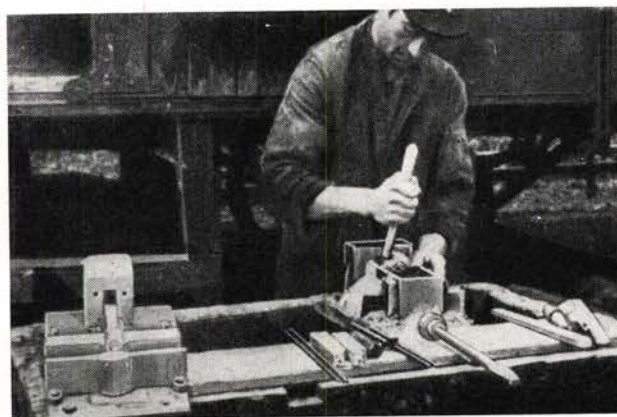


Fig. 3. Sand stemples i formkasse.

ellers får man en for sterk avkjøling av det overopphetede sveisegods med lunke- og poredannelse, spenninger og andre uregelmessigheter som følge av det. Mens forvarmingen pågår, plaseres det en konisk digel over formen. Digen består av en kappe laget av tynt platemateriale med en innvendig, tykk foring av magnesit. Nedentil er den forsynt med et utskiftbart magnesitstøpsel med gjennomgående utløpsåpninger. I denne åpning plaseres en stålstift som dekkes godt til med et lag asbestull og ildfast sand som beskyttelse mot det flytende stålet. Digen fylles med thermitpulver som består av finfordelt aluminium og jernoksyd i nøyaktig avveiet forhold i impregnerte og plomberte tøysekker (fig. 5). Først helles bare en tredjedel av pulveret i, så legges en medfølgende liten pakke med de nødvendige ståltilsetninger nedi og resten helles over denne. Øverst plaseres til slutt et solidt deksel. Ståltilsetninger eller legeringselementer som C, Mn, Cr o. a. tilsettes for under reaksjonen å få omdannet det aluminiumgenetiske jernet til stål. Hva slags legeringselementer og hvor meget som tilsettes, avhenger av materialet i skinnene som skal sammensveises.

Når skinneendene omsider er tilstrekkelig forvarmet, stenges blåsehullet for forgasseren, hvis forgasser har vært brukt, med en sandbeskyttet propp, og pulverblandingen i digelen antennes ved hjelp av en sterkt varmeutviklende spesialtennstikke fremstilt av aluminiumpulver og bariumnitrat i lufttørret vannløselig dextrinmasse. Er blandingen først antent, brenner den videre av seg selv med nærmest eksplosiv hastighet og intensitet. Det tyngre stålet med sp.vekt ca. 7,8 samler seg i løpet av noen sek. underst i digelen mens det lettere aluminiumoksydet, også kalt thermitlagg eller korund, med sp. vekt ca. 3,9, flyter opp og legger seg øverst. Med en gang blandingen har reagert fra seg og den flytende masse

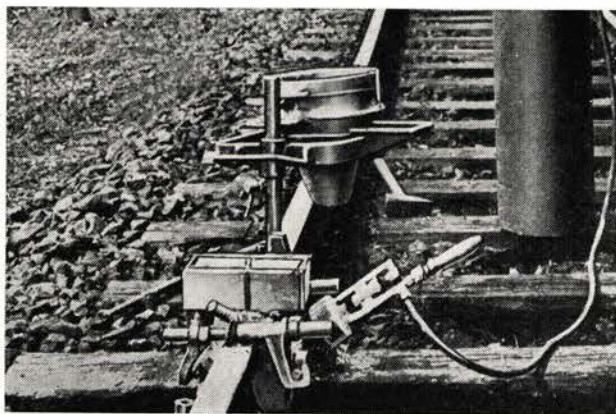


Fig. 4. Forvarming pågår.



Fig. 5. Digenen fylles med sveisemasse.

er falt til ro, dyttes stålstiften opp i digelen og stål og slagg renner i tur og orden ned i formen (fig. 6). Sveisingen er dermed endt.

Reaksjonstiden, fra det øyeblikk blandingen antennes til den er klar for tapping, dreier seg om få sekunder, ikke mer enn 15—20 sek. for de 5,5 kg porsjonene som anvendes til sveising av 49 kgs skinner. Stål går over fra flytende til fast form ved ca. 1530° C mens thermitlaggen størkner allerede ved ca. 2000° C. Dette forhold bevirker en meget god separasjon av stål og slagg og har således stor betydning for sveisegodssets renhet. Formen fjernes ikke før temperaturen i sveisen er kommet godt og vel under 700° C, vanligvis etter 4—5 min. (fig. 7). Sveisen er da rødvarm. Sveisevulsten blir meislet vekk rundt skinnehodet (fig. 8), men blir ellers sittende urørt i steget og på foten angivelig som en forsterkning. Kjøreplate og kjørekant blir til slutt pusset med slipemaskin (fig. 9).

Thermitveising er, slik den praktiseres i dag, en ren smeltesveisemetode og har både hva det praktiske og konstruktive angår og i kjemisk, termisk og metallurgisk henseende mer med støping å gjøre enn med sveising i vanlig forstand.

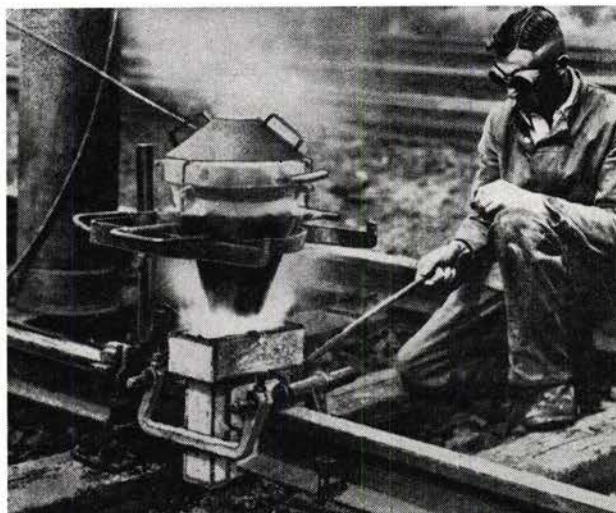


Fig. 6. Flytende sveisemasse slipes ned i formen.

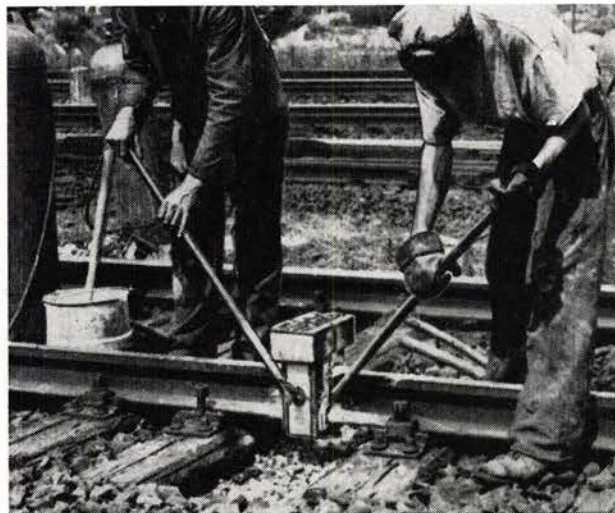


Fig. 7. Sveiseformen fjernes.

Det kan kanskje være av interesse å se litt på den kjemi og termokjemi som ligger til grunn for thermitveisingen. Som nevnt beror thermitveisingen på aluminiumets affinitet til oksygen. En målestokk for metallers oksygenaffinitet er den molekulære varmemengde som utvikles ved dannelse av deres oksyder. For aluminiumoksyd ligger den meget høyt, ca. 380 kcal pr. grammolekyl. Til sammenlikning kan nevnes at det ved dannelse av NiO utvikles ca. 58,4, FeO ca. 64,3, MnO ca. 96,5, SiO ca. 203,3 og TiO ca. 218 kcal pr. grammolekyl. En homogen jernthermitblanding består av finfordelt aluminiumpulver og jernoksyd i kjemisk bestemt mengdeforhold. Under reaksjonen forbinder aluminiumet seg med jernoksydets oksyd til aluminiumoksyd og lar fritt jern tilbake samtidig med at det frigjøres varme. Det finnes flere sorter jernoksyder. I hvilke forhold disse blandes med aluminium, hvorledes blandingene reagerer når de antennes og hva resultatet blir, fremgår av en oppstilling i fig. 10. En ser at det som

følge av mindre oksygeninnhold i FeO frigjøres en mindre varmemengde i en FeO-blanding enn i en Fe_2O_3 -blanding av samme størrelse. Jernutbyttet derimot er større i FeO-thermit enn i Fe_2O_3 -thermit. For sveising av stål ville derfor en blanding basert på magnetit, Fe_3O_4 (jernoksyduloksyd), som har samme oksygeninnhold som en blanding bestående av 31 % FeO og 69 % Fe_2O_3 egne seg bedre. Men da magnetit er dyrt, fremstilles vanligvis thermitblandinger for sveising av stål av jernglans, Fe_2O_3 (jernoksyd) tilsatt mer eller mindre jernskrot FeO (jernoksydul), for skinnestål 10—20 %. I fig. 11 er det vist grafisk hvorledes den teoretiske reaksjonstemperatur og jernutbyttet er avhengig av jernoksydets FeO-innhold i jernthermit. For en ren Fe_3O_4 -thermitblanding som tilsvarer en Fe_2O_3 -thermitblanding med 31 % FeO-innhold ser en at den teoretiske temperatur ligger ved 2820°C . Det tilsvarende jernutbyttet er 553 g. Likeledes fremgår det at jernutbyttet i en blanding for sveising av

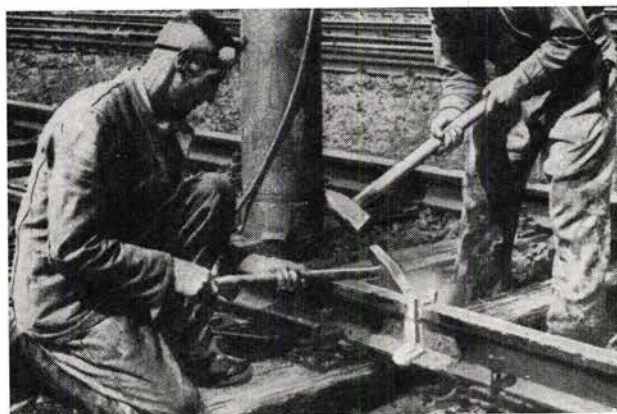


Fig. 8. Sveisevulsten meisles vekk på skinnhodet.

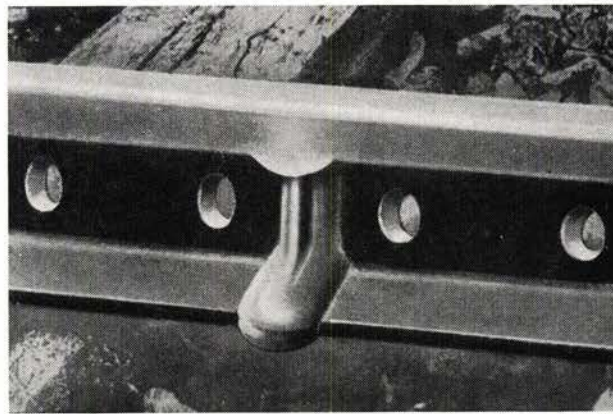


Fig. 9. Ferdigslipt thermitskjøt.

Jernthermitens kjemiske og thermokjemiske reaksjonsforhold					
Jernoksyd	«Thermit» blanding	Aluminium- oksyd (slag)	Rent jern	Fri varme	Teoretisk reaksjons- temp.
FeO Jernoksydul 22,22% oksygeninnh. 64,3 kcal/g.mol.	$3\text{FeO} + 2\text{Al}$ 216 g + 54 g 1000 g - 3 · 64,3 kcal	$\rightleftharpoons \text{Al}_2\text{O}_3$ 102 g 378 g + 380 kcal	+ 3Fe 168 g 622 g	693 kcal 187,1 kcal	2500°C
Fe ₂ O ₃ Jernoksyd 30% oksygeninnh. 198,5 kcal/g.mol.	$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{Al}$ 160 g + 54 g 1000 g - 198,5 kcal	$\rightleftharpoons \text{Al}_2\text{O}_3$ 102 g 476 g + 380 kcal	+ 2Fe 112 g 524 g	848 kcal 181,5 kcal	2960°C
Fe ₃ O ₄ Jernoksyduloksyd 27,58% oksygeninnh. 266,9 kcal/g.mol.	$3\text{Fe}_3\text{O}_4 + 8\text{Al}$ 696 g + 216 g 1000 g - 3 · 266,9 kcal	$\rightleftharpoons 4\text{Al}_2\text{O}_3$ 408 g 447 g + 4 · 380 kcal	+ 9Fe 504 g 553 g	789 kcal 719,3 kcal	2820°C

Fig. 10.

skinner med 10—20 % jernskrottilsetning varierer fra 535 til 542 g. Den teoretiske reaksjonstemperatur for en slik blanding ligger mellom 2860 og 2920° C. Det meste av den varme som under reaksjonen frigjøres, medgår til oppvarming og smelting av jernet og slaggen, men en del går tapt slik at temperaturen i det flytende jernet under tapping fra digel i praksis ligger en 700 til 800 grader lavere.

Ved thermitveising spiller det aluminium-genetiske jernet den samme rolle for sveisegodset som tilsatsmaterialene ved gass- og buesveising. Da sveisens kvalitet og holdbarhet i høy grad avhenger av tilsatsmaterialet, er det klart at den metallurgiske side ved thermitveisingen har stor betydning. For

å få omdannet det aluminiumgenetiske jernet til stål allerede under reaksjonen, blir en jernthermit-blanding som før nevnt tilsatt små mengder av forskjellige kjente legeringselementer som t. eks. C, Mn, Cr m. fl. De tilsettes som ferrolegeringer. Det er grunnmaterialets kjemiske og fysikalske egenskaper som i hvert tilfelle er bestemmende for de enkelte thermitståls sammensetning, ikke minst fordi det finner sted en ikke helt ubetydelig oppløring av sveisegodset fra grunnmaterialet. — Statsbanenes leverandør av thermitmasse for skinnesveising får derfor fra tid til annen tilsendt skinneskapp for analysering og prøvesveising. De legger som rimelig er meget vekt på at sveisemassen gis en så riktig komposisjon som mulig i forhold til det aktuelle skinnestål. En del av de legeringselementer som tilsettes, tar del i reaksjonen på samme måte som aluminiumet, oksyderer og går over til slag. En del fordampes, mens resten går med til foredling, desoksydering og oppløring av thermitjernet. I thermitstålet binder såvel legeringselementene som jernet det tilstedeværende kullstoff og danner karbider. Det er disse finfordelte jern-, mangan- og kromkarbider m. fl. som gir sveisegodset hardhet og strekkfasthet. Nå er det ikke i første rekke hardhet og strekkfasthet som interesserer ved et så dynamisk påkjent parti som en skjøtsveis i en jernbaneskinne. Utmatningsfastheten teller mer. Fig. 12 viser såkalte Wöhlerkurven for en usveiset skinne med 70—75 kg/mm² strekkfasthet, og for 3 thermitveiste, ikke

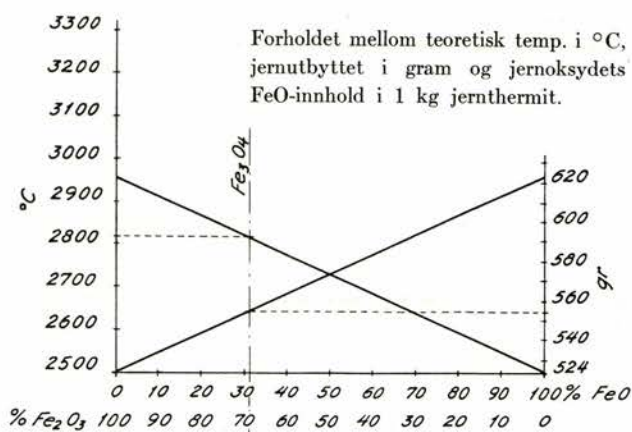


Fig. 11.

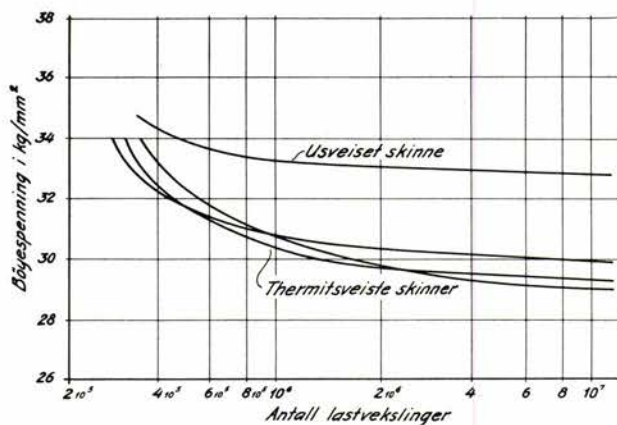


Fig. 12. Bøyeutmatningsfasthet for en usveiset og tre thermitsveiste skinner.

termisk etterbehandlede skinner med samme strekkfasthet. Kurvene er opptegnet på grunnlag av forsøk utført i en Schenk's dreie-bøyeutmatningsmaskin i laboratoriet til Statsbanenes leverandør av thermitmase. Som en ser, ligger utmatningsfastheten for sveisene her bare 10—15 % under skinnestålets eller grunnmaterialets fasthet. Strekkfasthet og seighet er avhengig av hårdheten i et stål, og hårdheten beror igjen på legeringselementene. I fig. 13 er vist hvorledes de fysikalske egenskaper i uglødet, rent thermitstål kan varieres ved prosentvis forskjellig tilsetning. Mer praktisk interesse har imidlertid den hårdhets- og strukturendring som finner sted i den del av grunnmaterialet som ligger nær sveisen og blir utsatt for varme fra denne. I fig. 14 er vist resultatet av hårdhetsmålinger og en metallografisk undersøkelse av en thermitsveiset skinne med en Brinell-hårdhet på godt og vel 200 kg/mm². Smeltesonen a, som består av blandet thermitsveisegods og skinnestål, har en jevn ferrit-perlit støpestruktur med hårdhet noe over det uberørte grunnmaterialets hårdhet. I den overopphetede, uoppblandede sone, b, har hårdheten og kornstørrelsen på grunn av en lang oppvarming ved over 1000° C tiltatt. Overgangssonen, c, er praktisk talt normal og er hva både hårdhet og struktur angår svært likt det termisk uberørte materiale ved e. I den mykglødede sone, d, som ligger ved ytterkant av formen, er strukturen mer finkornet og materialet er blitt noe mykere på grunn av lengere varming ved ca. 700° C.

Med så moderate hårdhets- og strukturendringer som de her angitte anses en termisk etterbehandling av sveis og tilstøtende partier i form av normalisering som ved andre sveisemetoder for unødvendig, og det blir da heller ikke praktisert hverken hos oss eller såvidt en vet ved noen annen jernbaneforvaltning.

Siden 1951 har Statsbanene avholdt fem kurser for opplæring av thermitsveisere. 8 mann ble opplært ved Sira st. i 1951, 12 mann ved Ski st. i 1952, 5 mann ved Kløfta st. i 1955, 9 mann ved Drammen st. i 1956 og 8 mann ved Alnabru st. i 1958. Kursdeltakerne har vært rekruttert fra fem distrikter og ett anlegg, fordelt med 13 fra Oslo distrikt, 7 fra Drammen distrikt, 10 fra Trondheim distrikt, 8 fra Stavanger distrikt, 2 fra Narvik distrikt og 2 fra anlegget Mo—Bodø, i alt 42 mann.

Opplæringen av folkene har foregått under ledelse av tysk instruktør fra firmaet som leverer utstyr og sveiseporsjoner. Et kurs varer i ca. tre uker og er lagt opp med de to første ukene til demonstrasjoner og øvelsessveising av skinner på lager. I den siste uken får folkene slippe til i sporet for å tilegne seg den rutine og arbeidsrytme som er nødvendig i trafikken. Kurset omfatter bare opplæring i den praktiske utførelse av en sveis. Den teoretiske side ved sveisemetoden berøres ikke. Kursdeltagerne lærer fra første dag å arbeide to og to sammen slik de skal gjøre det ute på linjen. De får alle undervisning enkeltvis i preparering av formsand og stamping av former. To og to går de sammen om innretning av skinnene. De lærer hvorledes skinneendene må kiles opp et par millimeter før formen settes på for å motvirke lav skjøt som følge av ulik krympeeffekt i hode og fot. De får instruksjon i hvorledes formen settes på og tettes, hvorledes forvarmingsapparatene funksjonerer og skal behandles, hvorledes digelen gjøres klar og fylles, hvorledes sveisemassen skal antennes, digelen stikkes av og formen fjernes, og endelig hvorledes skinnehodet skal bearbeides med meisel og slipemaskin.

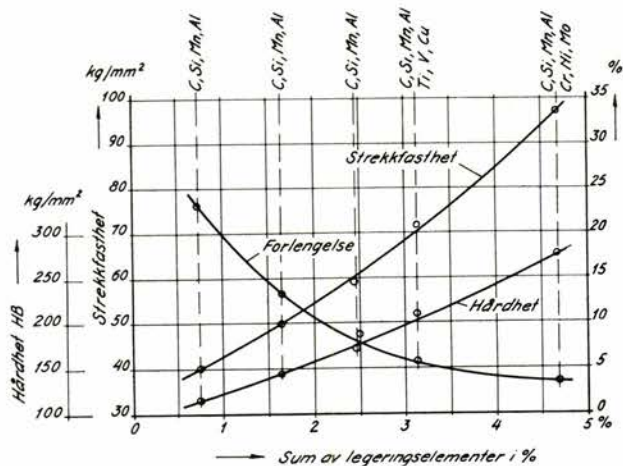


Fig. 13. Forholdet mellom legeringselementer, hårdhet, strekkfasthet og forlengelse i uglødet, rent thermitstål.

Selve det manuelle ved thermitveising er ikke vanskelig å lære, og tungt er det heller ikke. Det som kan sies å være vanskelig for en thermitveiser til å begynne med, er de faktorer som utpreget er avhengig av hans vurderingsevne. Det er ikke så lett å bedømme om formsanden er passe fuktig. Stampes formen med for tørr sand, blir den fort sprø og slår lett sprekker under forvarmingen. Settes det for meget vann til sanden, vil det ta lengere tid å tørke formen enn forvarming av skinneendene tilsier. Sveisestedet blir overopphetet og varmen trenger lenger inn i skinnene enn nødvendig og ønskelig er. Stoppes på den annen side forvarmingen ved riktig temperatur i skinneendene, men før formen er blitt ordentlig tørr, risikerer man å få porer i sveisen fra gasser som ikke får slippe ut gjennom den ennå fuktige formveggen. Det er disse to faktorene, formens konsistens og skinneendenes temperatur, hver for seg og sammen, som sveisingen står og faller med og som sveiseren derfor fremfor alt må beflitte seg på å vurdere riktig. I dette tilfelle å kikke bare på klokken og la den alene bestemme, er galere enn noe. Også bedømmelse av smelten for tapping i riktig øyeblikk ved begynnende slaggdannelse i digelen har betydning for resultatet og krever sveiserens årvåkenhet. Selve sveisingen fra det øyeblikk smelten slippes ned i formen, er helt uberoende av sveiseren. Er derfor alle forberedelser riktig gjort, vil man mer enn ved noen annen manuell sveisemetode være sikret sveiser av jevn kvalitet.

Et kurs for opplæring av thermitveisere faller relativt billig fordi såvel demonstrasjons- som øvelsessveisingen helt fra første sveis kan arrangeres slik at skjøtene blir fullgode for bruk i spor. De egentlige omkostninger kommer på den måte bare å bestå i alminnelig lønn til kursdeltagerne og honorar pluss reisegodtgjørelse til instruktøren, hvilket i dag beløper seg til ca. kr. 1200 pr. mann. Eventuell kostgodtgjørelse kommer i tillegg. Alt utstyr som sveiserne vil få bruk for senere, får de utlevert når kurset tar til. Nytt utstyr til to mann koster ca. kr. 5800, slipemaskin og skjæreutstyr ikke medregnet.

Når folkene har fått nødvendig opplæring og skal begynne å sveise på egen hånd ute i sporet, arbeider de som nevnt sammen to og to. Settes det inn flere lag, fire, seks eller åtte mann på samme strekning, arbeider de helst i god avstand fra hverandre, gjerne med 10—12 skinnelengder mellom hvert lag slik at et lag kan foreta varmeromsregulering om nødvendig uten å forstyrre nabolaget. Skal skjøtsveising foretas på en trafikkert strekning, må svillene først reguleres

ved skjøtene. En sveiset skjøt er nemlig påbudt å ligge mellom to sviller, og hvor man har dobbelte skjøtsviller må derfor disse splittes og sammen med et par nabosviller flyttes noe ut til hver side. Dette reguleringsarbeid tar linjeavdelingens folk seg av i god tid før sveiserne kommer. Det første sveiserne foretar seg er å regulere varmerommene. Til dette bruker de en bred stålkile som drives inn mellom skinnene. Ved å løsne noe på laskeskruer og en del av skinnebefestigelsen får de drevet skinnene i den ene eller den andre retning og skaffer på den måten den åpning som temperatur og skinnelengde tilsier i de skjøter som ikke skal sveises. Blir det da for liten åpning ved skjøten som skal sveises, mindre enn de foreskrevne 10—14 mm, må nødvendig fuge tilveiebringes ved å skjære litt av skinneendene med autogen. Er skjøten tett før det skjæres, og det viser seg at skinnene kommer ytterligere sammen etter at de avskårne lameller er fjernet, må alt sveisearbeidet utsettes. Å skjære på nytt til man har fått nok rom, bærer galt avsted. Da vil man helt sikkert få for store strekkspenninger i skinnene

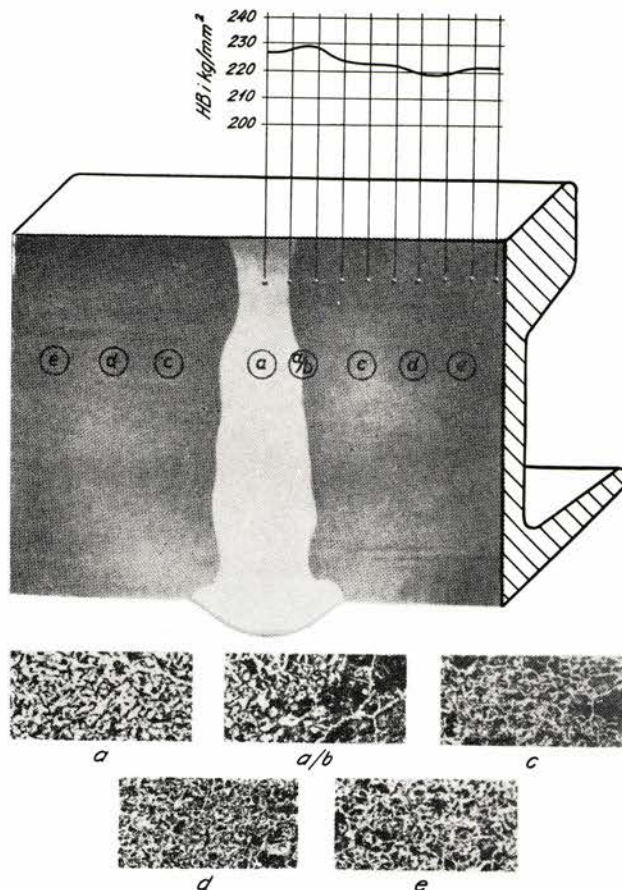


Fig. 14. Struktur- og hårdhetsvariasjoner i en thermitveist skinne med en Brinell-hårdhet på ca. 220 kg/mm².

når temperaturen synker. Ligger skjøten som skal sveises, i en kurve, og den har en liten utadrettet knekk som tilfelle ofte er fordi det ikke har vært mulig å kurvepresse skinnene helt ut i endene den gang de ble innlagt, må sveiserne løsne underlagsplatene på endel av svillene på begge sider av skjøten og bakse skinneendene inn på rett linje før de klemmer formen på. Hvor toggangen tillater det, legger sveiserne arbeidet an slik at de sveiser de to rett overfor hinannen liggende skjøter i en sporskjøtt samtidig. De går sammen om å rette inn skinnene og setter formen på den ene skjøten først. Mens den ene av sveiserne tetter denne formen og setter forvarmingen i gang, kiler den andre opp skjøten ved siden av. Ca. fem minutter senere er formen plassert og forvarmingen i gang her også. Når første skjøtt er sveiset og har fått avkjøle i 4 à 5 minutter, er den annen skjøtt klar for sveising. Mens denne får avkjøle blir formen ved første skjøtt revet av og hodet meislet. Umiddelbart etter blir den samme operasjon gjentatt ved den annen skjøtt og ansvarshavende vakt får beskjed om at tog kan passere.

Finpusning med slipemaskin foretas først senere når det egentlige sveisearbeid er avsluttet for dagen. Til sveising av en sporskjøtt med en arbeidsordning som her beskrevet, trenger to sveisere 35—40 minutter opphold mellom togene hvis forvarmingen blir foretatt med bare propan alene. Med tilsetning av oksygen til forvarmingen kan de greie seg med ca. 30 minutter og med de siste forbedringer på forvarmingens område vil ca. 20 minutter opphold være tilstrekkelig. Det er toggangen eller med andre den tid som står til rådighet for sveiserne i sporet mellom togene som er bestemmende for det antall sveiser to mann kan klare å sveise pr. dag. Under normale forhold kan man ikke regne med mer enn ca. 10 skjøtter. Under ekstra gunstige forhold kan antallet kanskje komme opp i 14 og endog 16 skjøtter pr. dag. I den tiden sveiserne ikke får slippe til i sporet, passer de på å stampe former, og litt tid skal de jo ha til det og.

Siden 1951 er det i alt sveiset ca. 21 400 skinneskjøtter etter thermitmetoden her i landet. Ca. 13 750 av disse har de 8 sveiserne fra Stavanger distrikt, som ble utdannet i 1951 ved Sira st. sveiset. Praktisk talt hele Stavanger distrikts andel av Sørlandsbanen, fra Sira til Stavanger, er ferdig sveiset. De opprinnelig 12 m lange 35 kgs skinnene er her blitt sammensveiset tre og tre til 36 m. Det står her bare ca. 850 skjøtter igjen, som vil bli sveiset inneværende år. De øvrige ca. 7650 sveiser er sveiset på forskjellige strekninger i andre distrikter, mest på strekningen

fra Lillestrøm til Eidsvoll hvor det ligger 49 kgs skinner. Men også på Østfoldbanen, Drammenbanen, Randsfjordbanen, Rørosbanen, Nordlandsbanen og Bergensbanen er det strekningsvis skjøttsveiset en del. Til i dag er det bare innrapportert brudd i 12 thermitsveiste skjøtter, dvs. i ca. 0,6 ‰ av samtlige skjøtter. Seks av disse bruddene skyldes at sveiserne i forholdsvis kaldt vær har forsøkt å rette skjøtter som har fått en liten, uheldig sideknekk ved krymping med autogenflamme. Det måtte gå galt. Meget utilstrekkelig forvarming og langt fra uttørket form har vært årsaken til to av de andre bruddene, og minst ett brudd kan tydelig henføres til eldre sprekk i kanten av gammelt laskeskruehull.

Hvor meget koster så en thermitsveiset skinneskjøtt? Utgifter til materialer som sveiseporsjon, formsand, propan og andel i digelfor og magnesitstøpsel beløper seg i dag til ca. kr. 37 og kr. 42 pr. skjøtt for henholdsvis 35 og 49 kgs skinner, frakt og toll inkludert. Hertil kommer den rene arbeidslønn som for 2 parallellsveiste skjøtter er ca. kr. 18. Omkostninger vedrørende øvrigt arbeid som sville-regulering, transport, bevoktning m. m. varierer etter de stedlige forhold og kan bare skjønnsmessig anslås til ca. kr. 20 pr. skjøtt. I alt skulle det bli ca. kr. 66, henholdsvis ca. kr. 71 for en 35 og 49 kgs skjøtt. Bruksverdien av det materiell som frigjøres ved sveising i spor, skjøttsviller, lasker, underlagsplater, skruer, dogs og annen befestigelse, anslås til ca. kr. 45 for en 35 kgs skinneskjøtt. Ved sveising av 49 kgs skinner i eldre spor frigjøres ikke skjøttsvillene, og man får derfor ikke annet enn lasker, laskeskruer, fjærringer og forbindelsesbolter til gode her. Verdien av dette anslås til ca. kr. 30 pr. skjøtt.

Om program eller planer for thermitsveising i skinnegangen i årene som kommer, er bare å si at sveisingen vil bli fortsatt i samme tempo som hittil, dvs. med rundt 3000 sveiser pr. år. Hovedvekten vil bli lagt på å få sveiset den ca. 280 km lange strekning fra Grong til Mo i Rana hvor det hele veien ligger 35 kgs skinner. Arbeidet er allerede begynt her, og det er lagt an på samme måte som i Stavanger distrikt med sammensveising av tre og tre skinner til 36 meter. Det er også planer om å thermitsveise tysk-etterlatte 33,4 kgs skinner for anleggstrekingen Fauske—Bodø. Skinnene er 12 m lange og vil i tilfelle bli sammensveiset to og to på lager til 24 m. Ellers vil det på et flertall baner bli arbeidet videre med strekningsvis sveising av 49 kgs skinner hvor disse er innlagt i 15 m lengder, og 35 kgs skinner hvor disse regnes å måtte gjøre tjeneste i mange år ennå.

PLANER FOR EN FREMTIDIG MODERNISERT OG RASJONALISERT JERNBANEDRIFT OSLO-TRONDHEIM

Hovedstyrets Organisasjonskontor ved overinspektør V. Hundseid DK 656.2.011(481)=396

Til å utarbeide disse planer ble det dannet en arbeidsgruppe under ledelse av Hovedstyrets Organisasjonskontor. Gruppen besto av:

Overinsp. Viggo Hundseid, Hovedstyrets Organisasjonskontor.

Sekr. Inge Bjørkevoll, Hovedstyrets Organisasjonskontor.

Sekr. Ove Johnsen, Trondheim distrikt.

Fullm. Reidar Baashus, Hamar distrikt.

Fullm. Odd Engebretsen, Hovedstyrets Organisasjonskontor.

Jb.eksp. Kjell Ruyter, Hovedstyrets Organisasjonskontor.

Jb.eksp. Bjarne Sand, Oslo distrikt.

Kalkulasjonsarbeidet er i det vesentligste utført ved Hovedstyrets Kalkulasjonskontor.

I forbindelse med Hovedstyrets rasjonaliseringsplan ble i hovedtrekk utarbeidet planer for hvordan den fremtidige drift og trafikk på stambanen Oslo—Trondheim mest hensiktsmessig og økonomisk bør avvikles. Videre inngikk kalkyler som viser hva en slik drift innebærer av tiltak og investeringer, og hvilke nettobesparelser man kan vente å oppnå.

Bakgrunnen for dette oppdrag er å finne i Statsbanenes ønske om å se jernbanetransportene løst fra de gamle tradisjonelle former og ført over i nyere og mer moderne, overensstemmende med den tekniske utvikling.

Det ønskelige hadde vært om man kunne utarbeidet fullstendige driftsplaner for det hele jernbanenett, men med den begrensede tid man hadde til disposisjon, måtte undersøkelsene begrenses til strekningen Oslo—Trondheim. Undersøkelsene vil dog kunne gi et visst grunnlag til å kunne bedømme mulighetene også for andre strekninger.

For strekningen Oslo—Trondheim som ved Stortingets vedtak er besluttet elektrifisert, er planene naturlig nok utarbeidet under forutsetning av elektrisk drift på hele strekningen. Skinnegangen er forutsatt å være av en slik standard at alt rullende materiell ved NSB vil kunne brukes uten særlige restriksjoner.

Resultatet av undersøkelsene uttrykker følgelig den økonomiske forskjell mellom tradisjonell elektrisk drift på den ene side og modernisert, rasjonalisert elektrisk drift på den annen, og vinningene kommer i tillegg til hva tidligere er beregnet som resultat av «Vekk med dampen»-programmet for denne stambane.

Oppdraget måtte utføres i løpet av 2—3 måneder. Arbeidsgruppen har derfor ikke kunnet utføre under-

søkelsene med den grundighet og sikkerhet som ønskelig, og heller ikke fikk gruppen anledning til å samarbeide med distriktene i nødvendig utstrekning. Man var også nødt til å begrense oppgaven i stor utstrekning, slik at flere store felter innen driften måtte sjaltes ut.

1. Hovedretningslinjer for undersøkelsene

Jernbanens målsetting må generelt sies å være å oppnå hurtig og sikker transport og god service til lave kostnader. Under hensyn til målsettingen og på bakgrunn av uttalelser fra jernbanens ledelse og erfaringer fra utenlandske jernbaner antydet arbeidsgruppen følgende hovedretningslinjer for undersøkelsene, som på forhånd ble godkjent av Hovedstyret:

1. Trafikken konsentreres på færre stasjoner.
2. Disse samlestasjoner utbygges og moderniseres.
3. Større trafikkmengder på samlestasjonene antas å kunne gi grunnlag for innføring av mer effektivt utstyr, effektivere metoder og arbeidsorganisasjoner.
4. Trafikken mellom samlestasjonene avvikles på bane eller veg, og ekspedisjonsstedene på delstrekningene mellom samlestasjonene forenkles eller legges ned.
5. Bygging av CTC-sikringsssystem, eventuelt sikringsanlegg, i den utstrekning det er økonomisk lønnsomt.
6. Bortsett fra rene lokale persontog og skiftetog skal togene i høyden bare stoppe på samlestasjonene, for derved å oppnå en hurtig fremføring.
7. Bruk av hensiktsmessig rullende materiell.
8. Organisering av en effektiv og hurtig trafikkavvikling.

2. Inndeling av oppgaven

Oppgaven kan inndeles i 3 hovedgrupper:

1. CTC- og sikringsanlegg.
2. Persontrafikkavvikling.
3. Godstransportavvikling.

Hertil kommer en vurdering av betydningen av ikke undersøkte felter.

3. CTC-anlegg

Ved bygging av CTC-anlegg på en strekning vil det arbeid som sikkerhetstjenesten for togfremføringen krever ved stasjonene, kunne elimineres.



Fig. 1.

Omlegging av sporveksler og stilling av signaler for en strekning skjer i stedet ved fjernstilling fra et sentralt kontor.

CTC-anlegg gir togledelsen til enhver tid bedre oversikt over toggangen, og systemet gir muligheter til omlegging av kryssinger og forbikjøringer på kort varsel og i løpet av kort tid. Derved fås grunnlag for hurtigere og mer presis toggang og større kapasitet for vedkommende jernbanestrekninger.

På grunn av sløyfet betjening ved stasjonene etter innføring av CTC har man ansett det for nødvendig, for å unngå ulemper og forstyrrelser ved snøfall og ising, at sporveksler som inngår i togvei og som må legges om ved iverksettelse av kryssinger og forbikjøringer, utstyres med elektrisk oppvarming.

Planoverganger ved stasjonene, som det ansees nødvendig å sikre, har man foreslått utstyrt enten med automatiske bomber eller automatiske lys-signalanlegg.

Ved innføring av CTC vil sikkerheten ved togfremføringen kunne økes. Det kreves dog en del særlige sikkerhetsmessige forholdsregler, som man ikke har kunnet komme nærmere inn på.

Man har, for å finne frem til de personalbesparelser som CTC vil gi, undersøkt ved hver enkelt stasjon hvilke personalbesparelser som kan ventes oppnådd ved eliminering av arbeid med sikkerhetstjenesten for togfremføringen. Det er da gått ut fra nåværende tjeneste- og trafikkordning. Man har på grunnlag av trafikkmengder vurdert i den utstrekning det har vært mulig, hvilket personale som er nødvendig å beholde, under samme effektiviseringsgrad som før, for ekspedisjon av personer og gods.

Ved stasjoner hvor trafikken er så minimal at det etter vanlig praksis ved jernbanen ikke kan forsvares å ha betjening i det hele tatt for ekspedisjon av person- og godstrafikk, hvis dette arbeid ikke kan kombineres med sikkerhetstjeneste, er all betjening foreslått sløyfet etter innføring av CTC.

Hvis ekspedisjonslokalene på grunn av liten eller ingen trafikk bare opprettholdes for utførelse av sikkerhetstjeneste, er utgifter til forrentning, avskrivning og vedlikehold av ekspedisjonslokalene tilgodeskrevet CTC. Releer m. v. ved stasjonene er da forutsatt installert i relékiosker med en grunnflate på ca. 12 m².

Det er imidlertid ved CTC ikke regnet med besparelser som følge av sikrere, hurtigere og mere rutegående toggang, da disse besparelser er vanskelige å beregne.

Det er heller ikke regnet med noen besparelser ved distriktenes togleder- og telegrafkontorer, idet man har gått ut fra at disse besparelser kan oppveies av økte utgifter til betjening av CTC-sentralkontorer.

Ved stasjoner som i dag er utstyrt med relé-stillverk eller hvor slike er under bygging, vil disse kunne inngå som en del av CTC-anlegget på vedkommende strekning. Ved oppsetting av økonomiske kalkyler for CTC har man ikke tatt med utgifter til sikringsanlegg som allerede er bygget eller er under bygging, og heller ikke de personalbesparelser som disse anlegg har gitt.

Resultatet av undersøkelsene er at strekningen Lillestrøm—Trondheim er foreslått utstyrt med CTC-anlegg.

Utvalget har tenkt seg to fjernstyringsentraler — en i Hamar for strekningen Lillestrøm—Dombås og en i Trondheim for strekningen Dombås—Trondheim.

For å kunne vurdere i hvilken rekkefølge man fra økonomisk synspunkt bør bygge CTC- og sikringsanlegg, er strekningen inndelt i seksjoner som vist i kalkylen på side 61.

De nødvendige investeringer til CTC- og sikringsanlegg er beregnet til ca. kr. 21 000 000. Reduksjonen av stasjonspersonalet utgjør ca. 220 tjenestemenn. Den årlige nettobesparelse etter at drifts- og kapitalutgifter, herunder forrentning på 4,5 % av investeringskapitalen er fratrukket, utgjør ca. kr. 1 500 000. Det tilsvarer en netto kostnadsbesparelse på ca. 7 % av investeringsbeløpet og en intern forrentning av kapitalen på 12,8 %.

Vi har her sett hva som økonomisk kan ventes oppnådd ved å innføre CTC om nåværende trafikk-

Investeringsenhet	Investerings- beløp	Reduksjon i personal- kostnader	Drifts- og kapital- kostnader for de nye anlegg	Netto kostn.- besparelser (etter at også 4½% rente er trukket fra)	Intern rentefot
	Kr.	Kr.	Kr.	Kr.	Pst.
<i>Sikringsanlegg:</i>					
Lillestrøm	1 000 000	182 484	61 392	121 092	18,1
Hamar	400 000	120 287	40 557	79 730	26,0
Trondheim	1 000 000	171 839	61 392	110 447	17,0
Sum sikringsanlegg	2 400 000	474 610	163 341	311 269	19,0
<i>CTC-anlegg:</i>					
Lillestrøm—Hamar	2 699 000	660 112	290 456	369 656	19,7
Hamar—Lillehammer	2 317 000	426 056	240 924	185 132	13,8
Lillehammer—Ringebu	2 539 000	349 614	261 033	88 581	8,9
Ringebu—Otta	1 851 000	325 380	191 276	134 104	13,0
Otta—Dombås	1 599 000	165 444	163 925	1 519	4,6
Dombås—Støren	5 628 000	605 147	562 031	43 116	5,5
Støren—Trondheim	2 346 000	622 786	247 764	375 022	22,1
Sum CTC-anlegg	18 979 000	3 154 539	1 957 409	1 197 130	12,0
Sum sikrings- og CTC-anlegg	21 379 000	3 629 149	2 120 750	1 508 399	12,8

ordning opprettholdes. CTC vil imidlertid legge grunnlaget for innføring av andre regningsvarende endringer i driften, som krever nye, men til dels meget lønnsomme investeringer. Vi kan derfor si at i realiteten kan lønnsomheten ved innføring av CTC bli enda større under forutsetning av at de herfor nødvendige tiltak og organisatoriske endringer i trafikkdriften gjøres.

4. Persontrafikkavviklingen

For å kunne hevde seg i konkurranse med fly over lengere avstander og med busser og biler over kortere og midlere avstander, har man ansett det for nødvendig i størst mulig og økonomisk forsvarlig utstrekning å etablere hurtige tog med få eller ingen stopp mellom trafikksentra eller trafikkområder med tilstrekkelig trafikkgrunnlag.

Det bør for fjern- og mellomdistansetraffikkens vedkommende legges vekt på god betjening av de viktigste reiserelasjoner. Disse hovedforbindelser bør minst mulig hemmes av trafikk til og fra steder med uvesentlig trafikk, som bør søkes avviklet på annen måte ved bilruter i samtrafikk med NSB eller ved samle- eller spredningstog. Hvis man tilgodeser alle ønsker og krav, vil det bli dårlig service så å si for alle reisende.

Med hensyn til antall tog er det for avvikling av en viss trafikkmengde stort sett mest lønnsomt å kjøre få tog med flere reisende. På den annen side

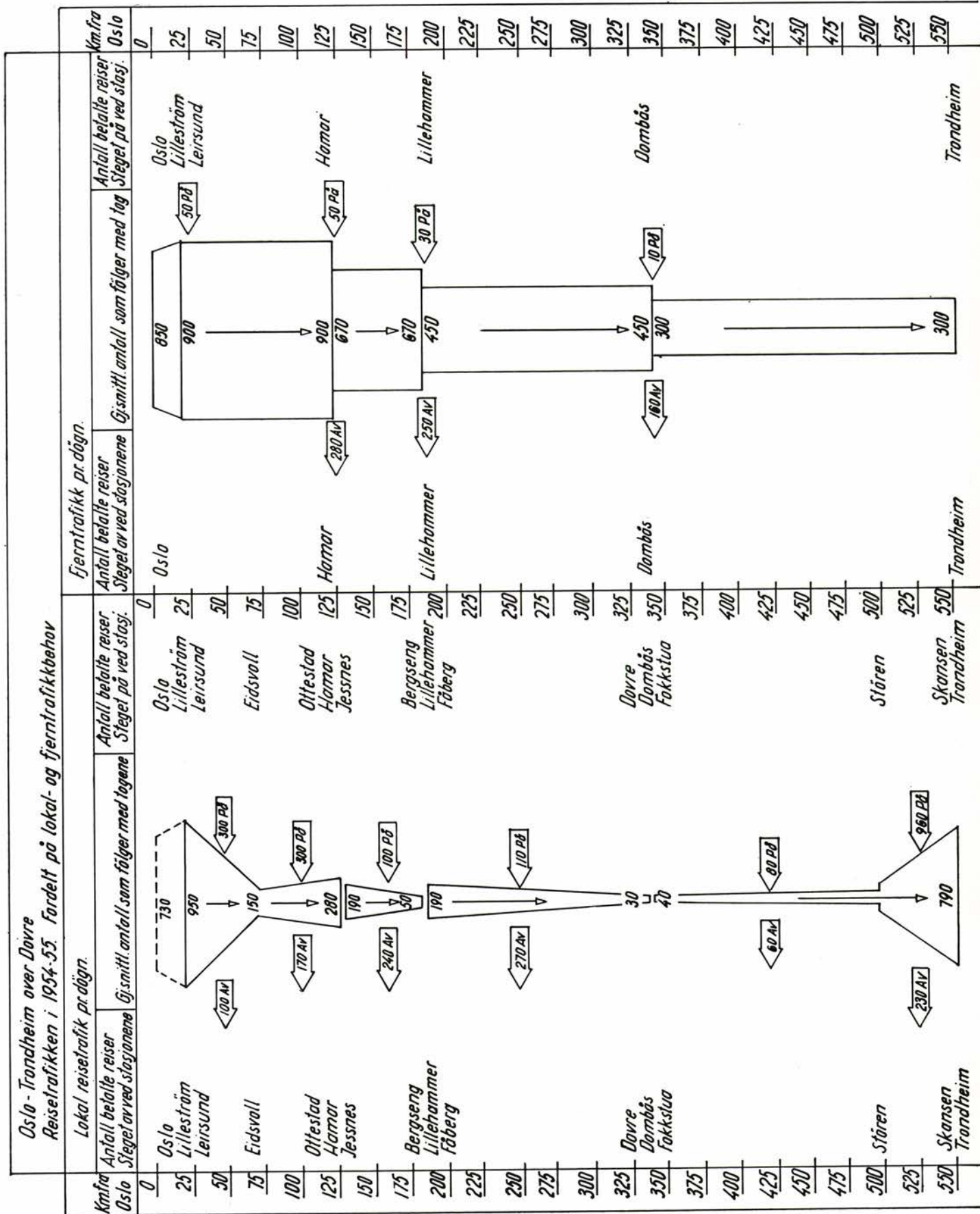
kan ny trafikk tilføres jernbanen ved innføring av flere tog. Forutsetningen for dette er imidlertid at trafikkøkningen gir så store inntekter at den minst kompensere de økte utgifter til den større tog-tetthet.

Et annet forhold man i samme forbindelse vil peke på, er den komfort NSB framtidig bør yte de reisende. Etter hvert som levestandarden stiger, vil det stilles større krav til trafikkmidlenes standard. Særlig når det gjelder konkurransen på fjern- og mellomdistansene, ansees det å være av betydning at jernbanen legger vekt på å gi personvognene en høy standard ved om- eller nybygging. Det bør også sørges for hensiktsmessig servering i togene.

Med hensyn til utveksling av reisegods og post mellom tog og stasjoner forutsettes denne skje på en rasjonell og rask måte.

Gods over en viss mengde bør kanskje samles på stasjonene i beholdere (f. eks. Cå-beholdere) som lastes inn i og sendes med de gjennomgående tog. Innlastet gods sorteres underveis i beholdere til de respektive stasjoner. Utvekslingen av post og reisegods ved større trafikkstasjoner kan da stort sett skje ved omlasting av noen få beholdere i stedet for som nå ved behandling av en rekke enkeltkoli. Inn- eller utlasting av beholdere bør ved hensiktsmessig utstyr kunne skje i løpet av kort tid.

Salg av billetter og ekspedisjon av reisegods ved stasjoner med liten trafikk bør skje ved konduktør-



betjeningen eller i tilfelle ved agenter på stedet. Etter innføring av CTC og kretskjøring av stykk-gods og vognlaster vil det ved trafikksvake stasjoner ikke være økonomisk forsvarlig å holde betjening for ekspedisjon av reisende.

Ved vurdering av persontogordningen har man gått ut fra nåværende ruteordning, trafikken størrelse og dens fordeling på reiserelasjoner og tog.

4.1. Nåværende ruteordning

Fjern- og mellomdistansetogene består av:

Et dagtogpar (401—402) mellom Oslo og Trondheim som stopper på i alt 31 stasjoner mellom Støren og Lillehammer og nærmest betjener lokalt en strekning på 317 km. Kjøretiden er 11 timer og 10 min. Gjennomsnittlig fremføringshastighet 50 km/t.

Et ekspressdogpar (41—42) som stopper på i alt 8 stasjoner mellom Oslo og Trondheim. Kjøretiden er 8 timer og 15 min. Gjennomsnittlig fremføringshastighet 67 km/t.

Et nattogpar (405—406) som stopper på i alt 13 stasjoner mellom Oslo og Trondheim. Kjøretiden er 10 timer og 20 min. Gjennomsnittlig fremføringshastighet 54 km/t.

Et dagtogpar (1201—1202) mellom Oslo og Dombås som kjører ca. 2 måneder i sommertiden. Togparet betjener stort sett de samme stasjoner som dagtogparet 401—402 sønnenfor Dombås og på samme tidspunkt.

Et nattogpar (355—356) mellom Oslo og Dombås (Åndalsnes). Det kjøres nærmest parallelt med nattogparet til Trondheim. Kjøretiden til Dombås er 6 timer og 30 min. og den gjennomsnittlige hastighet 53 km/t.

Et dagtogpar (307—308) mellom Oslo og Otta, en strekning på 297 km. Kjøretiden er 7 timer og 30 min. Togene stopper henholdsvis på alle stasjoner mellom Lillestrøm og Otta (i alt 45 stopp), og Otta—Eidsvoll (35 stopp). Gjennomsnittlig fremføringshastighet er 40 km/t.

4.2. Trafikkmengder og deres fordeling

Fjern- og mellomdistansetrafikken kan naturlig inndeles i to hovedgrupper, se fig. 2.

1. Trafikk mellom Trøndelag (nord for Dombås) og Oslo-området.

2. Trafikk mellom Åndalsnes—Lillehammer og sønnenforliggende distrikter.

Det gjennomsnittlige antall betalende reisende sydfra og vestfra til Fokstua ob. (stort sett samme antall i motsatt retning) utgjorde i alt 340 reisende

eller ca. 115 reisende daglig pr. tog. Herav utgjorde Oslo-trafikken 89 % og underveistrafikken Leirsund—Dombås bare 11 %.

Antall reisende fra Lillehammer og sønnenfor til strekningen Dombås—Åndalsnes utgjorde 160 reisende og til strekningen Fåberg—Dovre 190 reisende, i alt 350 reisende.

4.3. Forslag til ny persontogordning

Arbeidsgruppen har foreslått at disse to hovedtrafikkgrupper hver bør betjenes av egne tog i forbindelse med Oslo-området, se fig. 3.

Vi skal først se litt på forslag om avviklingen av trafikken mellom Oslo og Trøndelag.

Man er kommet frem til at det kjøres for mange tog for avvikling av trafikken mellom Oslo og Trondheim, nemlig tre togpar for avvikling av en trafikk på ca. 340 betalende reisende pr. døgn.

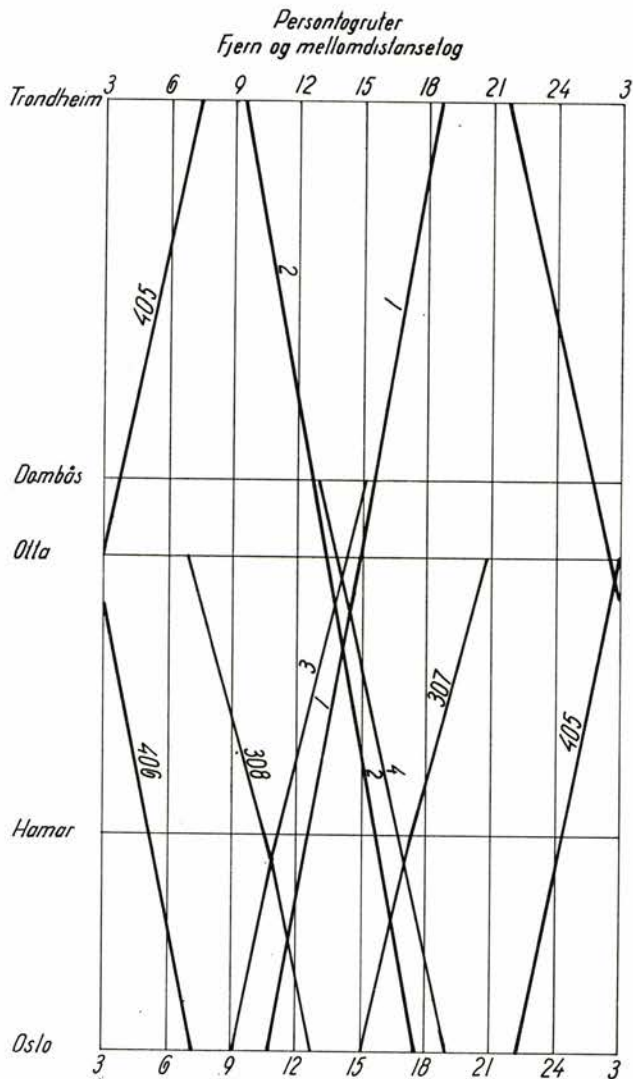


Fig. 3.

Togene betjener til dels for lange strekninger med for mange stopp, som gir langsom fremføring av fjerntogreisende.

Man har derfor foreslått at trafikken mellom Oslo og Trondheim betjenes av hurtiggående tog med få stopp. Det ansees å være tilstrekkelig med et dagtog, benevnt 1—2, med ca. 5 korte stopp underveis og et nattog (405—406).

Dagtogene som erstatter togene 41—42 og 401—402, er på grunnlag av foretatte kjøretidsberegninger gitt en kjøretid mellom Oslo og Trondheim på 8 timer, som tilsvarer en fremføringshastighet på 69 km/t.

Dagtogene er forutsatt å skulle betjene trafikken mellom Trøndelag og Oslo-området.

Da de fleste dagtogreisende mellom Trøndelag og Oslo i dag reiser med dagtogene 401—402, vil disse reisende få en betraktelig kortere reisetid.

Da dagtogene bare er gitt 5 stopp underveis, er spredning og samling av reisende f. eks. fra Fokstua, Vålåsøy, Kongsvoll, Drivstua, Engan, Driva, Fagerhaug, Ulsberg, Garli, Soknedal og Snøan forutsatt å skje ved biler og busser.

Om de reisende oppnår en total kortere reisetid med jernbane og buss, vil bl. a. avhenge av lengden av reisen på jernbane og buss og omstigningstiden. Ved lengere reiser over jernbanestrekninger vil reisetiden kunne reduseres betydelig, selv om reisen skjer i kombinasjon med buss. For de aller fleste reisende vil reisetiden bli betydelig kortere.

Nattogene er også gitt ca. 1 time kortere kjøretid, nemlig 9 timer og 30 min. Dette gir en fremføringshastighet på 58 km/t. Antall stopp opprettholdes stort sett som før. Kjøretiden kunne kanskje ytterligere reduseres, men man har antatt at av hensyn til bekvemmelighetshensyn til sovevognreisende bør togene ikke fremføres særlig hurtig. Med en slik kjøretid får også togene passende avgang- og ankomsttider, f. eks. avgang ca. kl. 22,00 og ankomst ca. kl. 7,30.

Når det gjelder Gudbrandsdalen, har man forutsatt at det etableres samle- og spredningstog (3—4) for Trøndelagstogene mellom Oslo og Dombås med kortere kjøretid enn togene 401—402 har i dag. Dalens reisebehov skulle derved bli bedre tilgodesett enn i dag. Det er nemlig her grunnlag for egne dagtog, da trafikken nordover fra Lillehammer til strekningen Dombås—Åndalsnes utgjør 160 betalende reisende og til strekning Fåberg—Dombås 190 reisende, i alt 350 reisende pr. døgn. Reisende fra strekningen Åndalsnes—Dombås vil også få anledning til å bruke de hurtiggående tog mellom Oslo

og Trondheim i den utstrekning det er plass og vil da kunne få atskillig kortere reisetid enn nå.

Ved etablering av disse samle- og spredningstog har man forutsatt at de dubleringstog som kjøres i dag for togene 401—402 mellom Oslo og Dombås i sommertiden, faller bort. Likeledes har man forutsatt at nattogene mellom Oslo—Dombås (Åndalsnes) slås sammen med nattogene Oslo—Trondheim i 10 måneder av året. Foretatte trafikktellinger synes å vise at dette er mulig.

For øvrig har arbeidsgruppen ikke foreslått noen endringer i togordningen i Gudbrandsdalen, bortsett fra at man har forutsatt at dagtogene 307—308 mellom Otta og Oslo gis raskere kjøretid, stopp bare i Lillestrøm og Eidsvoll mellom Oslo og Hamar og kjørt med motorvognmateriell istedenfor lokomotivmateriell.

Når det gjelder den lokale trafikk mellom Lillehammer og Hamar, har man foreslått 3 togpar, altså 6 tog innstilt, da jernbanen ligger slik i forhold til veien at det ikke kan være mulig fremtidig å få disse tog til å lønne seg, hvis nåværende konsesjon for bilruter opprettholdes. Trafikken måtte i tilfelle flerdobles.

Den lokale trafikk mellom Hamar og Oslo har man ikke sett noe vesentlig på, da tiden ikke har gitt anledning til det. To togpar er dog foreslått kjørt med motorvognmateriell i stedet for lokomotivmateriell og gitt en kortere kjøretid. Heller ikke har vi sett noe på den lokale persontrafikk mellom Støren og Trondheim.

For ovennevnte tiltak viser beregningene følgende kostnadssenkninger:

	Ca. kr. pr. år
Sløyfe togene 41—42, 401—402 mellom Oslo og Trondheim og togene 1201—02 mellom Oslo og Dombås og i stedet kjøre togene 1—2 og 3—4	1 000 000
Sløyfe lokaltogene 321—22, 335—36 og 337—38 mellom Hamar og Lillehammer	250 000
Slå nattogene 405—06 Oslo—Trondheim sammen med nattogene 355—56 Oslo—Dombås i 10 måneder ..	400 000
Erstatte lokomotivmateriell med motorvognmateriell og redusere kjøretidene for togene 307—08 mellom Oslo og Otta	700 000
Erstatte lokomotivmateriell med motorvognmateriell i togene 303—04 og 311—18 Oslo—Lillehammer	425 000
Sum kostnadssenkning pr. år	2 775 000

5. Godstransportavviklingen

Under planleggingen av den fremtidige godstransportavvikling har arbeidsgruppen søkt å finne frem til en ordning som kan by biler den sterkeste mulige konkurranse.

Forskjellige muligheter foreligger i denne forbindelse, både en bedre utnyttning av de fordeler som godstransport med jernbane i dag allerede byr og en innhenting av de fordeler som bilene for tiden innehar i forhold til jernbanen.

Rasjonaliseringsmulighetene kan inndeles i fire hovedgrupper:

1. Reduksjon av antall godstog.
2. Innkorting av kjøretid for godstogene.
3. Bruk av biler til avvikling av lokal stykkgodstrafikk.
4. Innsparing av bremse- og godsvogner.

5.1. Reduksjon av antall godstog

I forhold til bilene har jernbanedrift den absolutte fordel å kunne transportere langt flere godsvogner med ett trekkaggregat i en transportenhet (et tog). Ved å organisere godsvogntransportene i større tog med bruk av færre trekkaggregater bør man fremtidig kunne dra mer nytte av dette forhold.



Fig. 4. Store tog gir lavere transportkostnader.

Etter den nåværende ruteordning kjøres det i en retning følgende antall godstog på den undersøkte strekning:

Oslo—Hamar	45 godstog pr. uke
Hamar—Lillehammer	38 godstog pr. uke
Lillehammer—Dombås . . .	26 godstog pr. uke
Dombås—Trondheim	20 godstog pr. uke

Antall vognlaster i fjerntrafikk pr. virkedag i én retning fremgår av fig. 5.

Det veiede gjennomsnitt utgjør ca. 500 brutto tonn pr. godstog (stykke gods og vognlast).

Med den nyeste lokomotivtype (El 13) som trekkaggregat mener man at ca. 580 tonn pr. tog vil være en forsvarlig gjennomsnittlig belastning. En fremtidig ruteordning basert på denne type fører til at 4 av de nåværende rutegående godstog-

par kan sløyfes. Dette vil kunne bringe en samlet kostnadssenkning på ca. 650 000 kr. pr. år.

Man vil ikke dermed ha sagt at El 13 er den lokomotivtype man skal satse på i fremtiden. Vi har ikke hatt anledning til å foreta driftsøkonomiske vurderinger av fremtidige lokomotivtyper. Når El 13 her er brukt som fremtidig lokomotivtype, er det fordi typen er vår nyeste med størst adhesjonsvekt.

5.2. Innkorting av kjøretiden for gjennomgående godstog mellom Oslo og Trondheim

For de gjennomgående godstog er den gjennomsnittlige kjøretid mellom Oslo og Trondheim vel 16 timer og den midlere hastighet ca. 35 km/t.

Ved å bruke den nyeste lokomotivtype finner man at hastigheten kan økes vesentlig, selv med største togvekt. Tar man også hensyn til at CTC-anlegg vil kunne tillate en strammere ruteoppsettning, og at oppholdene på stasjonene kan reduseres, eventuelt elimineres, ved endret togsammenstilling, vil man kunne sette opp ruten etter en gjennomsnittlig hastighet av ca. 50 km pr. time, opphold medregnet.

Man vil herved spare inn ca. 4 timer i kjøretid pr. tog mellom Oslo og Trondheim og vil ved raskere fremføring oppnå en årlig kostnadssenkning på ca. kr. 100 000.

Samtidig vil man kunne by trafikantene en transport som vil være mer konkurransedyktig hva angår tidsfaktoren. Denne faktor vil gjøre seg enda mere gjeldende i praksis ved at det blir mulig i større utstrekning å fremføre godstogene om natten.

5.3. Bruk av biler til avvikling av lokale stykkgodstransporter

Ved transport av vognlaster og stykkgoods til mindre stasjoner, er det 3 faktorer som sammen synes å gjøre en omlegging av jernbanedriften nødvendig:

1. Transportene skjer i godt bemannede, men meget langsomtgående godstog, som faller svært kostbare i drift.

2. Trafikantene må selv hente sitt stykkgoods på stasjonene eller bringe det dit, og dette kan selvfølgelig falle kostbart eller tidsødende for dem.

3. Stasjonene må være betjent, og det kan ved mindre stasjoner bety dårlig personalutnyttelse, særlig etter innføring av CTC.

Lokalstrekning for lokalstrekning er derfor undersøkt for å finne ut hva NSB eventuelt kan vinne ved å supplere tog med bildrift, slik at stykkgodset kan samles på et fåtall større stasjoner utstyrt med

66

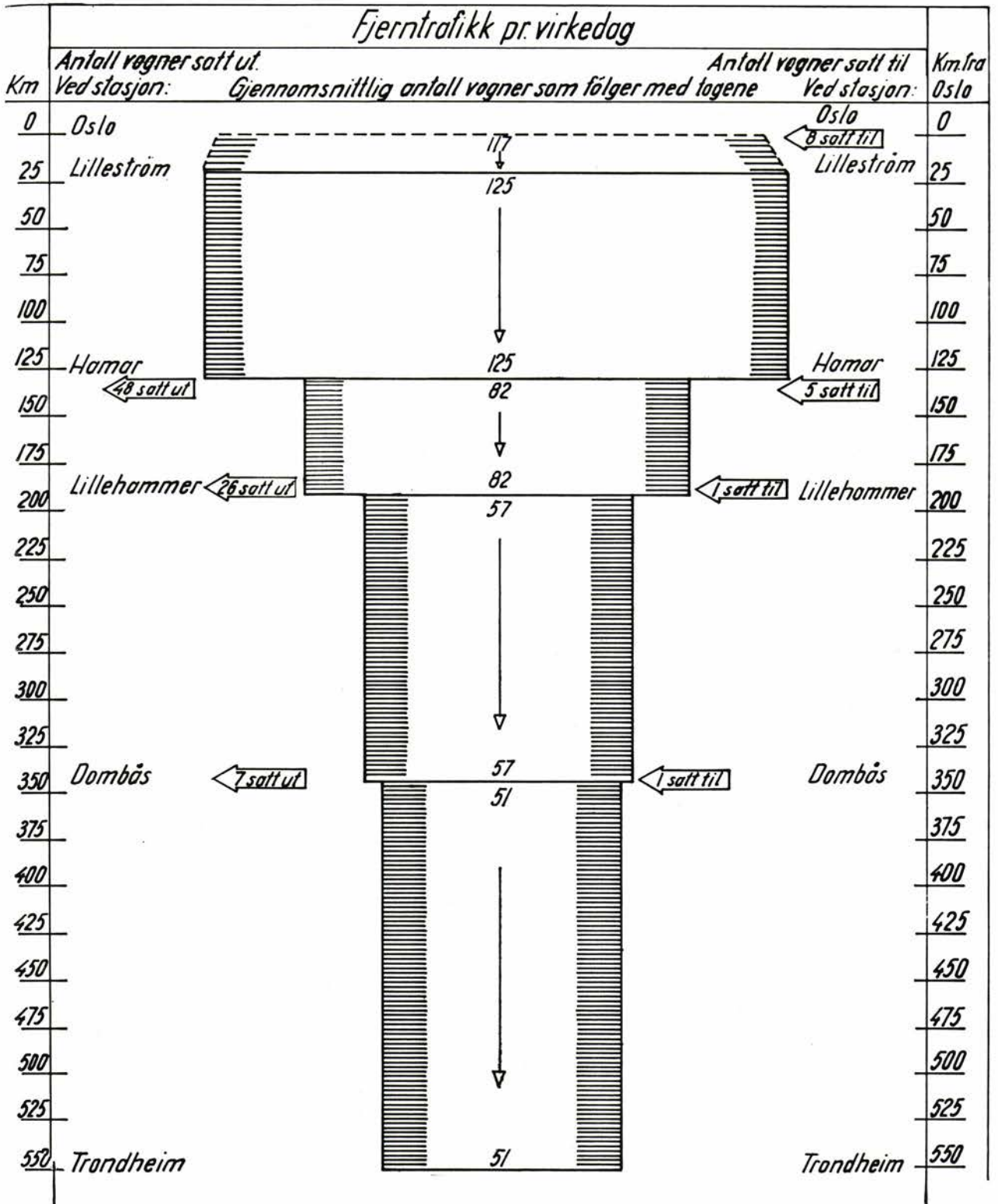


Fig. 5.

moderne utstyr for lasting og lossing. Mottatt gods spres derfra med biler til trafikanter bosatt mellom samle- og spredningsstasjonene og likeledes samles sendt gods. Derved vil man kunne få færre stopp og hurtigere godstog. For enkelthets skyld har man her gått ut fra at NSB selv betaler utkjøringen og henting med bil, slik at trafikantene slipper tillegg til jernbanefrakten.

Ekspedisjon av vognlasttrafikken på delstrekningene mellom samlestasjonene er forutsatt stort sett å kunne skje som ved sidespor i dag. Skifting av vogner til og fra delstrekningene skjer ved skiftetraktorer som stasjoneres ved samlestasjonene.

De gjennomførte lønnsomhetskalkyler viser at man ved å supplere toggangen med bildrift innen visse strekninger og la skifting av vognlaster skje ved traktorer på delstrekningene, kan oppnå en kostnadssenkning på 900 000 kroner pr. år.

Samtidig gir ordningen økede muligheter for verving av ny trafikk ved den «fra dør til dør»-trafikk som derved etableres, foruten at man kan tilby trafikantene en raskere transport. Godstogene vil på grunn av hurtigere fremføring kunne fremføres i større utstrekning om natten eller om morgenen eller ettermiddagen.

Sammen med innføring av CTC-system bidrar omleggingen til at betjeningen ved 36 trafikksvake stasjoner helt kan sløyfes og bygningene fjernes. Ved andre stasjoner kan betjeningstiden innskrenkes. Kjøpmenn o. l. er forutsatt benyttet som agenter på de respektive steder.

5.4. Innsparing av bremse- og godsvogner

I en fremtidig godstransportordning regner man med at det neppe blir nødvendig å bruke spesielle bremsevogner, da togbetjeningen er foreslått sterkt redusert og selve bremsingen alt forlengst er ført over til automatiske bremsere på godsvognene. Dette vil føre til en kostnadssenkning på om lag 700 000 kr. pr. år.

I og med at man får en hurtigere fremføring av gjennomgangstogene, synes det også mulig at dette vil gi seg utslag i et raskere vognomløp for 40—50 vogner. Ett døgn kortere omløpstid vil kunne gi en kostnadssenkning på ca. 150 000 kr. årlig, når amortiserings- og vedlikeholdskostnadene m. v. for godsvognene legges til grunn for anslaget.

5.5. Investeringer

De foreslåtte tiltak i godssektoren forutsetter delvis at strekningen Oslo—Trondheim er utstyrt med CTC. De nødvendige investeringer innenfor

godssektoren beløper seg til ca. 3,3 mill. kroner. Herav medgår ca. 2,5 mill. kroner til forlengelse av kryssingsspor ved halvparten av stasjonene mellom Jessheim og Trondheim. Anskaffelse av skiftetraktorer og utbedring av godshusanlegg krever resten av beløpet.

6. Begrensning av oppgaven og betydningen av ikke undersøkte felter

Oppgaven var meget omfattende sett i forhold til de vel 2 måneder arbeidsgruppen hadde til disposisjon. Den er da også basert på det trafikkgrunnlag jernbanen har i dag, fordi utarbeidelse av analyser over fremtidig forventet trafikk ville gitt et betydelig merarbeid.

Man har bare fått anledning til å utføre en *grov-analyse* av visse vesentlige problemer på strekningen, og undersøkelsen må bare bli betraktet som sådan. De enkelte rasjonaliseringsobjekter bør i tilfelle bli gjenstand for senere særskilte, grundige og systematiske undersøkelser.

Innenfor selve strekningen Oslo—Trondheim over Dovre har man sjaltet ut lokalstrekningen Oslo—Lillestrøm.

I stasjonstjenesten er det vesentlig de mer trafikksvake stasjoner som er undersøkt. De undersøkte stasjoner har et personalantall på ca. 250 tjenestemenn, og av disse blir det etter forslaget bare et lite antall tilbake.

Ved stasjonene Lillestrøm, Hamar, Lillehammer, Ringeby, Otta, Dombås, Oppdal, Støren og Trondheim er det utarbeidet kalkyler for innføring av CTC og moderne sikringsanlegg. Derimot har man ved disse stasjoner enten ikke vurdert eller bare i liten utstrekning vurdert felter som godshus, billett-ekspedisjoner, lokal skifting og bemanning. Hjelpetjenester som renholdstjenesten er i det hele tatt ikke undersøkt.

Heller ikke har man undersøkt spørsmål om bygging og bruk av moderne skiftebanegårder og planmessig sammenskifting av tog og utnyttelse av lokomotiv- og vognmateriell.

Det samlede stasjonspersonale på strekningen, inkludert alt personale ved forgreningsstasjonene Oslo Ø., Lillestrøm, Hamar, Åndalsnes, Støren og Trondheim, utgjør ca. 2730 tjenestemenn. Herav er arbeidsområdet for 250 mann undersøkt, og arbeidsområdet for de øvrige tjenestemenn som sokner til strekningen Oslo—Trondheim over Dovre, kan anslagsvis settes til 1300 ved en forholdsvis fordeling av personalet på forgreningsstasjonene på vedkommende strekninger. Arbeidsområdet for disse tje-

nestemenn er svært lite undersøkt eller ikke undersøkt i det hele tatt.

Med hensyn til persontogordningen har man foretatt registreringer over gjennomsnittlige trafikkmengder i ulike forbindelser. For spesielt strekningene Lillestrøm—Hamar og Støren—Trondheim danner imidlertid disse registreringene ikke tilstrekkelig grunnlag for med rimelig sikkerhet å kunne peke på effektiviseringsmuligheter. Hertil kreves atskillig bredere registreringsgrunnlag, og man har derfor ikke fremmet noe forslag for disse strekninger.

Heller ikke har man vurdert lokomotivdriften, herunder disponeringen av lokomotivene, den daglige klargjøring og det periodiske renhold og etter-syn som utføres eller kan utføres av lokomotivstallbetjenter.

I den forbindelse gjøres det merksom på at Kalkulasjonskontorets tidligere lønnsomhetsberegninger for elektrisk drift på strekningen Hamar—Trondheim er basert på gjennomsnittskostnader ved lokomotivstalltjeneste, uten at arbeidsstudier og omlegginger er foretatt. Lokomotivstalltjenesten ved den elektriske drift Oslo—Hamar er heller ikke systematisk undersøkt.

Det foreligger således flere store felter innen rammen av denne oppgave som vi på grunn av tidsnød ikke har kunnet behandle i denne kalkyle. Disse områder bør bli gjenstand for spesielle, grundige og systematiske arbeidsundersøkelser. I den anledning vil man ikke unnlate å peke på at det hittil ved Organisasjonskontorets arbeidsundersøkelser på enkelte arbeidsplasser i sin alminnelighet har kunnet

påvises besparelser i arbeidskraft på mellom 15 og 30 % uten forholdsvis store investeringer.

7. Konklusjon

De undersøkte felter i driftstjenesten viser følgende samlede kostnadssenkninger og nødvendige investeringer:

Kostnadssenkingsfelt	Investeringsbeløp Millioner kr.	Nettokostnads- senkning Millioner kr.
CTC-sikringsanlegg	21,4	1,5
Persontransportene	—	2,8
Godstransportene	3,3	2,2
Sum	24,7	6,5

Hvis man da ser tilbake på de områder som ikke er blitt undersøkt, og som bl. a. av stasjonspersonalet omfatter ca. 1300 mann og omfatter videre den lokale persontogordning på strekningen Oslo—Hamar og Trondheim—Støren, samt renholdstjenesten og lokomotivtjenesten, kan man kanskje anta at de ikke undersøkte felter vil representere like store besparelsemuligheter som de undersøkte felter. Dessuten må man kunne kalkulere med at de i rapporten foreslåtte tiltak bør kunne gi grunnlag for ikke uvesentlig trafikkverving.

Hvis man videre tenker seg at øvrige banestrekninger ved NSB stort sett har samme effektiviseringsmuligheter, vil man i driftstjenesten ved systematiske arbeidsundersøkelser, planlegging og kontroll kunne oppnå ganske vesentlige økonomiske resultater.

UTVIDELSE AV EN VEGUNDERGANG

Av overingeniør Th. Carlsen

DK 624.21.037(481)—396

I søndre ende av Brumunddal stasjon er en undergang for en veg som formidler trafikken til et område med tiltagende industriell virksomhet og samtidig til jernbanens frilasteplass, lasterampe og tømmerkran. Undergangen hadde teoretisk spennvidde 5,0 m (vegbredde ca. 3,8 m) og måtte utvides. Etter forhandlinger med kommunen ble bestemt å utvide undergangen til det dobbelte med 2 spenn à 5,0 m og med en midtpilar slik at undergangen får 2 kjørebaneler à ca. 4,0 m bredde. Utvidelsen skulle foretas mot nord med nytt nordre kar. Da det ble forlangt en fri høyde på 4,0 m og vegbanen ikke kunne senkes mer enn 0,3 m, fikk man ikke konstruksjonshøyde

for bjelker i ett spenn. Derfor fikk man oppdeling i 2 spenn med midtpilar, og på denne måte kunne det gamle spenn fortsatt benyttes.

Planene er utarbeidet sammen med brukontoret, og disposisjonen fremgår av fig. 1.

Omkostningene dekkes med en halvpart av kommunen og enkelte industrielle bedrifter og resten av jernbanen.

Undergangens ombygging er interessant som eksempel på hvordan en brukonstruksjon kan utskiftes på få timer når man har gode maskinelle hjelpemidler, i dette tilfelle 2 stk. Gottwald brukraner.

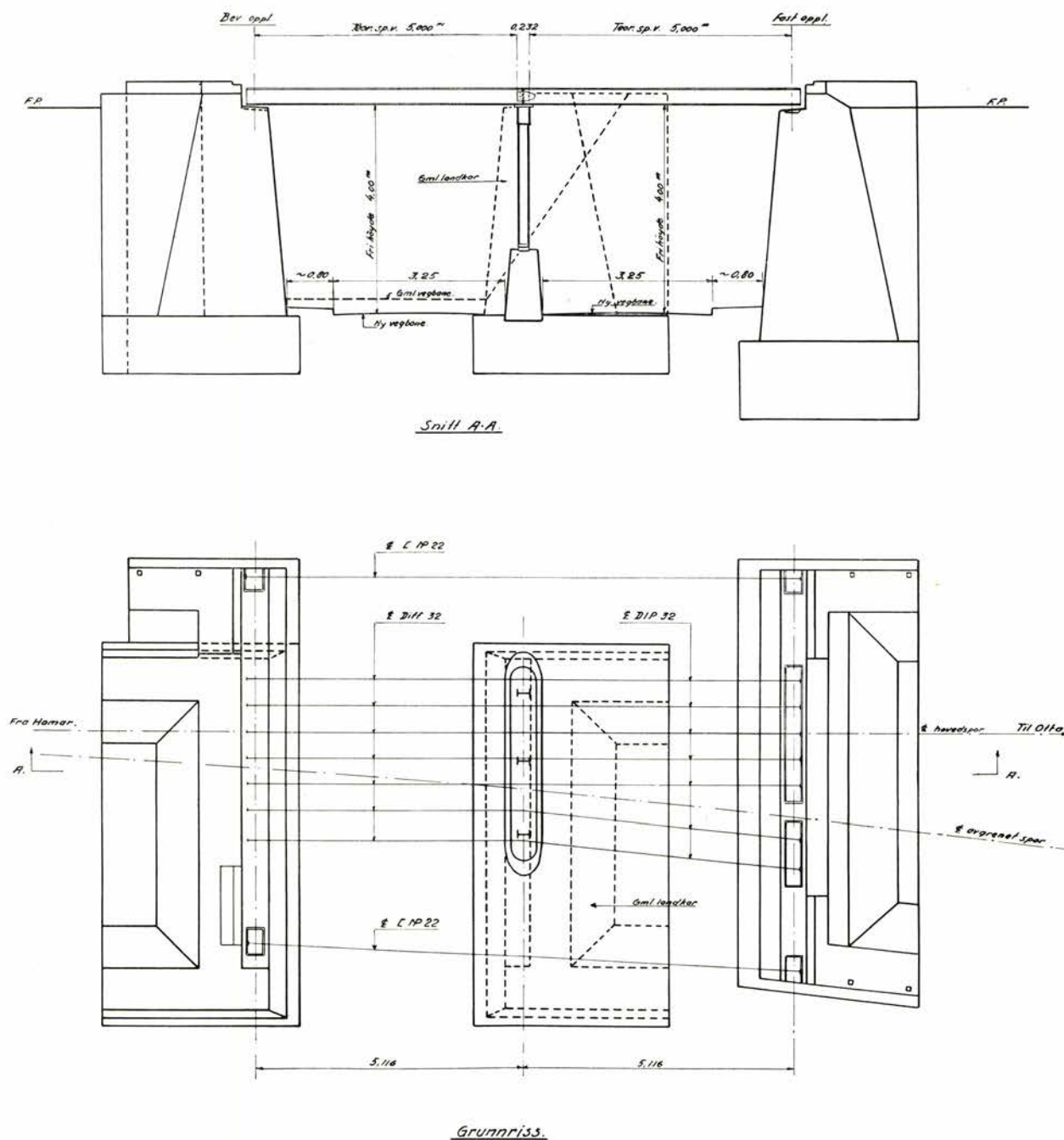


Fig. 1. Ombygging av undergang km 139,685 — Brumunddal st.

Arbeidet med fundamentene ble utført i følgende rekkefølge:

Først ble innlagt provisorisk bru av stålbejler, Dip. nr. 65, som ble opplagt på det gamle nordre landkar og på svillerost nord for det nye kar, som skulle oppføres. Deretter ble jordmassene for den utvidede bruåpning og for det nye kar utgravet (fig. 2). Så ble dette kar støpt opp til underkant av opplagerskiftet. Videre ble ved hjelp av en

Gottwaldkran det gamle stålspenn lagt til side, og stålbejelkene trukket sydover slik at de fikk opplegg på det søndre kar og på det nye nordre kar. Endelig kunne man så rive det gamle nordre kar og støpe den nye pilarsokkel på dettes fundament.

Før man kunne gå løs på innlegging av den endelige stålkonstruksjon bestående av ett gammelt og ett nytt spenn med sammenknytting, nye gangbaner m. v. og tilhørende stålplilar, måtte det støpes



Fig. 2. Utgraving av masse for utvidelsen.

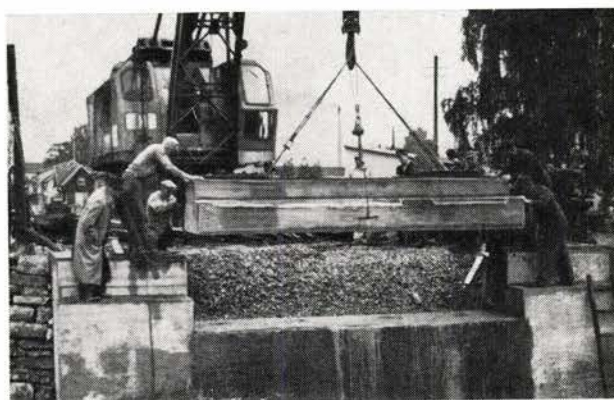


Fig. 3. Et opplagerskift legges på plass.

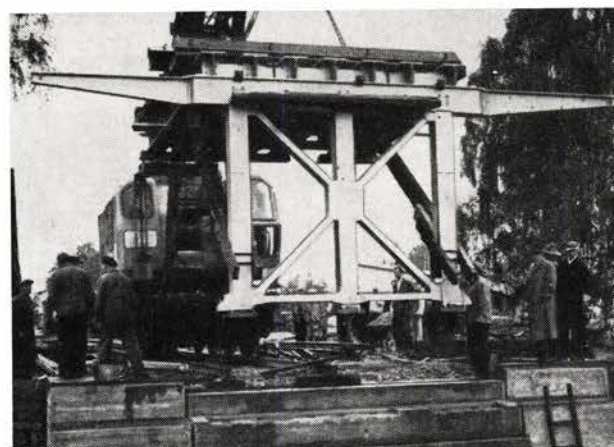


Fig. 4. Nordre spenn med pillar under utsetting.

nye opplagerskift for begge landkar. Disse ble støpt som armerte betongklosser på bakken like ved.

Den endelige skifting av de provisoriske stålbejler med ny stålkonstruksjon ble utført 22. september 1958 i tiden kl. 5,00—10,40 på følgende måte idet de to kraner ble brukt til alle tunge løft.

Etter at skinnegangen inklusive en sporveksel var tatt bort, ble de provisoriske stålbejler fjernet, og de to betongklosser (opplagerskift) som hver veide ca. 7 tonn, ble lagt på plass på et tynt mørtel-

lag på sine respektive landkar (fig. 3). På det søndre kar måtte først legges på et litt tykkere utjevningsslag med hurtigbindende sement. Deretter ble det nye nordre stålspenn med påhengt stålpilar, som tilsammen veide ca. 11 tonn, satt på plass med den ene kran (fig. 4) og så søndre spenn med den annen kran (fig. 5). Endelig ble skinnegangen med sporveksel lagt på plass og brakt i orden.

Det er klart at alt måtte på det mest minutiøse være forberedt og tilpasset på forhånd, og verkstedfolk med nødvendig verktøy måtte være til stede for å foreta de mindre tilpasninger som ble påkrevd.

At arbeidet kunne tilpasses så raskt, skyldes at man hadde en kran på hver ende av brua slik at begge kraner var i bruk samtidig (fig. 6).

Det hele gikk knirkefritt etter planen og uten togforsinkelser. Ruteplanen var noe omlagt for anledningen.



Fig. 5. Søndre spenn settes på plass.



Fig. 6.

TRINSEOPPHENGING AV BÆRELINER I KONTAKTLEDNINGSANLEGG - ET PROBLEMBARN

Av ingeniør Arne Hedum

DK 621.315.176=396
DK 621.332.33=396

På de steder i kontaktledningsanleggene hvor det ikke er brukt svingbare utliggerer, er det vanlig at bærelinen ligger på en trinse i opphengningspunktene, se fig. 1. Trinsens diameter er i minste laget i forhold til bærelinens diameter og trådentall, og det kan derfor oppstå brudd i bærelinen på grunn av utmatting. De største vanskeligheter har man imidlertid hatt med isolasjonsfeil, dvs. overslag til jord når kortslutningsstrømmen går over bærelinen til trinsen. På grunn av den minimale anleggsflate på trinsen har det flere ganger hendt at bærelinen er brent av med derav følgende driftsforstyrrelser. I de gunstigste tilfelle holder bærelinen, men den blir som regel skadet av brannsårr eller gløding. Det må da innen kort tid skjøtes inn en ny bæreline. Av ovenstående vil en lett forstå at man har arbeidet atskillig med problemene vedrørende trinseopphengingen. Man har således bl. a. gjort forsøk med strømbroer, en forbindelse ble lagt fra trinseholder til bæreline og kontakttråd. Denne anordning medfører anvendelse av flere klemmer og derfor mer vedlikeholdsarbeid og bør derfor unngås. Noen utstrakt montasje av ovennevnte strømbroer har således ikke forekommet. Det ble i stedet lagt vekt på å finne en opphenging som kunne erstatte trinsen. Man antok at slepekull som brukes for strømtakere på trolleybusser, kunne erstatte trinsen ved å legge bærelinen i et spor i kullstykket, se fig. 2. Det ble med denne anordning foretatt omfattende slitassjeforsøk ved Det kjemiske laboratorium med bærelinens bevegelse i kullsporet. Prøvene ble utført i en koldsag hvor bærelinen ble loddet til en feste- og avstivningsanordning som igjen ble spent opp mellom bladfestene slik at bærelinen på en måte tjente som sagblad. Slepekullet ble skrudd fast på en aksel og denne ble spent inn i koldsagens materialstikke. Ved hjelp av lodder ble bærelinen trykket mot slepekullet med en kraft av 50 kg. En slagter ble montert på sagen slik at den tallet hvert dobbeltslag som var 344 mm langt. Det ble foretatt to prøver.

Første prøve ble foretatt med tørr bæreline og tørt slepekull og ble avbrutt etter 36 000 dobbeltslag uten at det var målbar slitasje hverken på bærelinen eller slepekullet. Bærelinen som ble prøvet sees på fig. 3.

Anden prøve ble foretatt med bæreline og slepekull utsatt for ett vandrypp pr. dobbeltslag. Etter 36 000 dobbeltslag kunne det nå sees slitasje både på bæreline og slepekull. Slitasjen på slepekullet var ca. 1,3 mm i bunnen av sporet. Bærelinen som består av 7 tråder med samlet tverrsnitt på 50 mm², var mer slitt. Enkelte tråder var slitt ned til bortimot halve diameteren, men bærelinens tverrsnitt på det mest slitte sted var fremdeles 43—44 mm², med andre ord ca. 15 % slitasje, se fig. 4.

Slitasjeprovene må anses å være tilfredsstillende under hensyntagen til det store antall bevegelser og prøveforholdene ellers. Det ble besluttet at slepekullene skulle prøves i praksis, og det ble våren 1957 innkjøpt 100 stk. slepekull. Halvparten av slepekullene er anbrakt i tunnelutliggerer på Sørlandsbanen mens den annen halvpart er anbrakt i noen åk på Østfoldbanen, Østre linje. Slepekullene, som er anbrakt i åk, har ikke vært utsatt for andre påkjenninger enn de vanlige, og ingen av slepekullene har vært utsatt for kortslutningsstrømmer. Derimot

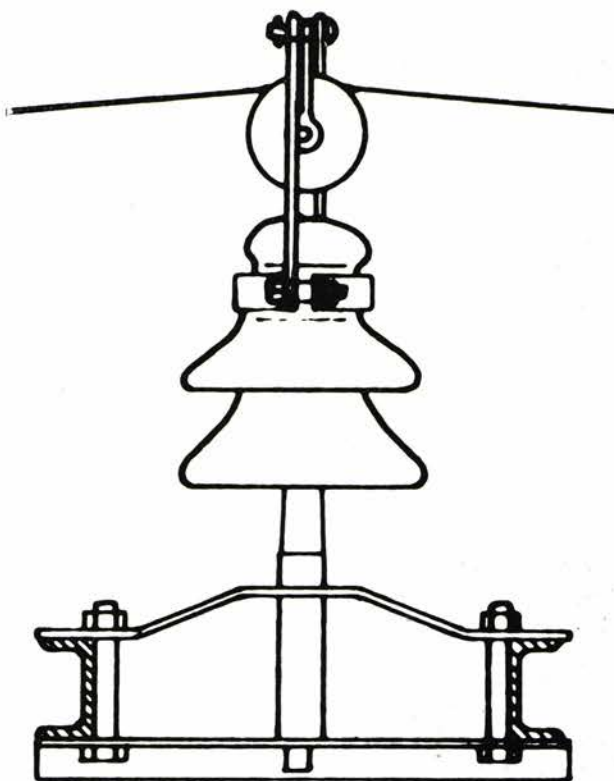


Fig. 1. Bæreline opphengt i trinse.

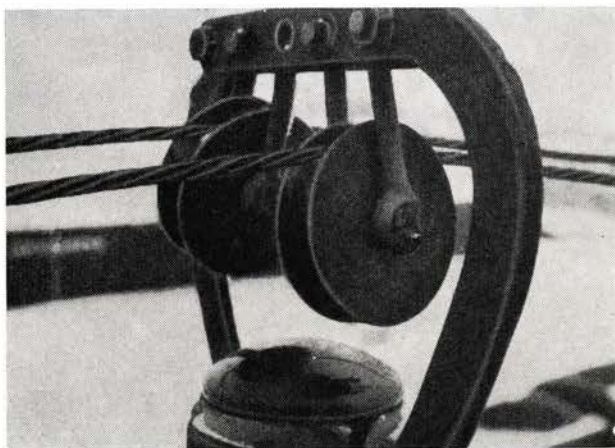
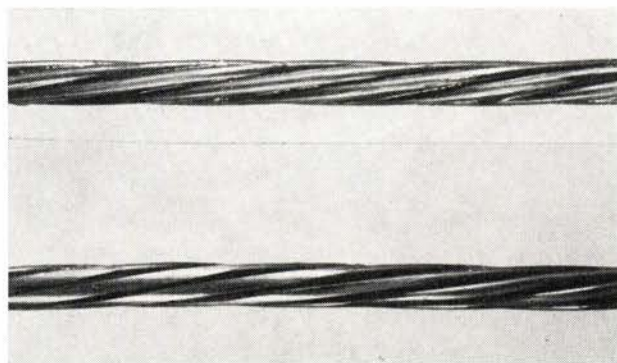


Fig. 2. Bæreline opphengt i slepekull.

har man foretatt forsøk med slepekull som er anbrakt i tunnelutligger. Kortslutningsprøver ble foretatt med et slepekull som ble hengt opp i januar 1957 i Tinnheia tunnel. Avstanden mellom Krossen omformerstasjon og kortslutningsstedet var bare 560 m. Kortslutningen som ble foretatt, kan derfor betraktes som klemmekortslutning av omformerer. Det ble hengt opp 2 stk. jordingstenger på utligger-røret, og jordingstengene hadde ekstra god kontakt både til utligger og skinne. Utliggerens lette direksjonsstag ble fjernet, slik at hele kortslutningsstrømmen ville passere slepekullet. Det ble foretatt to prøver. Den første kortslutningsprøve ble foretatt med 1 omformer (Krossen) innkoplet, og kortslutningsstrømmen som passerte over bærelinen og slepekullet var ca. 1600 ampere. Slepekullets metallflenser hadde etter kortslutningen brannår på enkelte steder, se fig. 5. Kullflaten hvor bærelinen lå, var feilfri, og bærelinen hadde ikke antydning til brannår. Den var dog noe anløpet som naturlig er etter den kraftige kortslutning. Den andre kortslutningsprøven ble foretatt med 2 omformere (Krossen og Sira)

innkoplet, og kortslutningsstrømmen som passerte over bærelinen og slepekullet, var ca. 2000 ampere. Forholdene for øvrig var som under den første kortslutningsprøven. Kullflaten hvor bærelinen lå, var også nå feilfri. Flensene hadde sammenhengende brannår, men de var ikke dype. Bærelinen var noe anløpet som etter første prøve.

Som man ser av ovenstående, skulle man ha grunn til å tro at slepekull med fordel kan erstatte trinser og at man derved får et problembarn mindre.



Øverst, fig. 3, bæreline uten slitasje. Nederst, fig. 4, med slitasje.

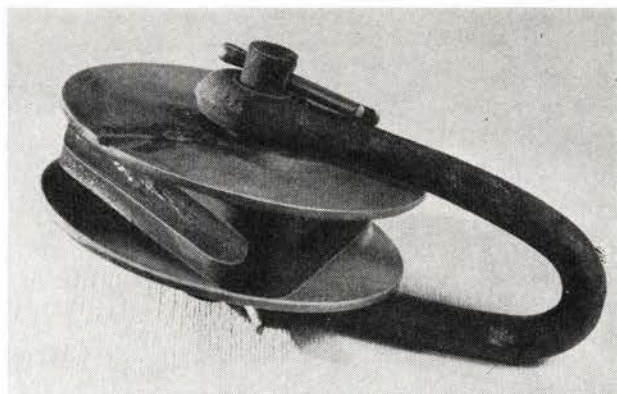


Fig. 5. Slepekull som har brannår i flensen.

JERNBANEN - ET FORETAGENDE MED HØY PRODUKTIVITET

DK 385.338.011(4)=396

Ved verdensutstillingen i Bruxelles siste sommer hadde den Internasjonale Jernbaneunion UIC en egen stand med utstilling bl. a. av de mest moderne lokomotiver og vogner fra de større jernbaneforvaltninger i Europa. Fra en omfattende og godt illustrert brosjyre som UIC ga ut i anledningen, har Tekniske meddelelser-NSB's redaksjonskomité tillatt seg å oversette nedenstående artikkel, som vi håper vil ha interesse for leserne. Det er først i de senere år at de europeiske jernbaner har begynt å underkaste spørsmålet om pro-

duktiviteten av sine ytelser en kritisk undersøkelse. Det mål som ligger bak, har man naturligvis også tidligere strevet mot, men det som er oppnådd særlig i årene etter krigen, fortjener å bli brakt fram i lyset på en verdensutstilling som denne, hvor også jernbanen skal vise sitt ansikt.

Bestrebelsene etter å øke produktiviteten går ut på å bedre forholdet mellom de ytelser som presteres

og den innsats som trenges for å oppnå disse ytelser. Man kan altså særlig tale om økt produktivitet når man med en mindre innsats samtidig oppnår høyere produksjonsresultater.

På sine to virkefelt, persontransport og godstransport, uttrykker jernbanen resultatet av sin produksjon ved antall befordrede personer og antall tonn gods, eller i forbindelse med avstandsfaktoren: antall personkm og antall tonnk. (4 personer som reiser 30 km, representerer 120 personkm, og transport av 1 tonn gods over 200 km utgjør 200 tonnk.) En plansje i UIC's utstilling viser at for 16 europeiske jernbaner med i alt ca. 175 000 km bane (88 % av det vest-europeiske banenett) er produksjonen økt i bemerkelsesverdig grad siden 1938:

Tusen	1938	1957	Øking
Reisende ...	4 551 616	4 966 182	
Personkm ..	114 642 529	183 055 839	60 %
Tonn gods ..	958 891	1 140 560	
Tonnk.	130 376 819	203 124 694	56 %

For jernbanene, som naturnødvendig trenger et stort personale, er den menneskelige arbeidskraft det viktigste produksjonsmiddel. For en så stor øking i ytelsene skulle man normalt vente en tilsvarende øking av personalantallet. Jernbanenes rasjonaliseringstiltak har imidlertid hatt til følge at antall tjenestemenn som for noen baner til og med er redusert, for alle de 16 baner tilsammen bare er gått opp med 3 % (fra 1 964 000 i 1938 til 2 037 000 i 1957). I forhold til den store produksjonsøkning vil dette si en større andel av produksjonen på hver tjenestemann. Av de utførte trafikk-km (personkm og tonnk. tilsammen) falt således på hver mann:

i 1938 129 999 trafikk-km
i 1957 194 400 trafikk-km

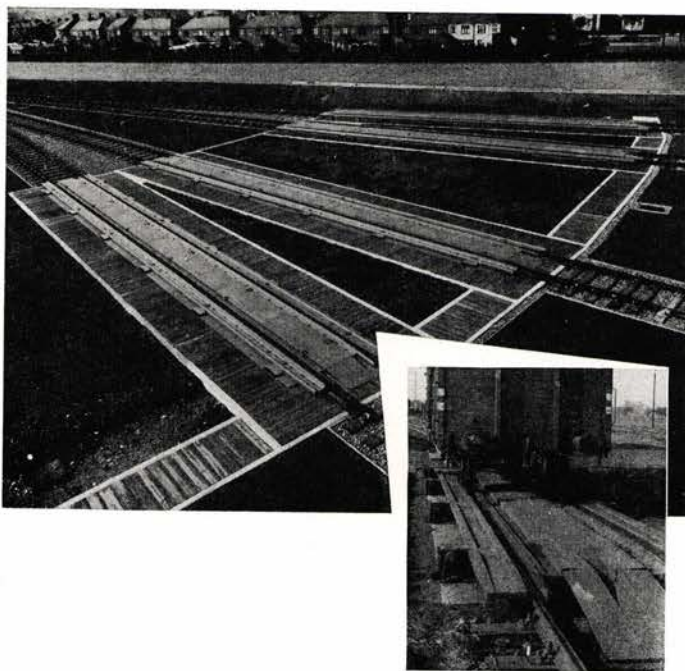


Produktiviteten pr. tjenestemann er således gått opp med 49 %.

At personalstyrken forble omtrent den samme til tross for den vesentlig større ytelse, er også en følge av at jernbaneselskapene bestrebet seg på å utligne den stigende mangel på arbeidskraft ved innføring av mekaniserte og automatiserte hjelpemidler og prosesser. Vi skal vise noen eksempler på dette:

La oss se på skiftarbeidet for godstog. Oppdelingen av et tog som er kommet inn til en skiftebanegård — en deloperasjon som er uomgjengelig nødvendig ved jernbanedrift — har allerede fra gammelt av foregått som en slags flytende produksjon. Etter at vognene er koblet fra hverandre, skyves det ankomne tog av et skiftelok over «eselryggen», og de enkelte vogner dirigeres gjennom diverse sporveksler til de spor hvor nye tog oppsettes for vognenes videreføring. Denne operasjon er allerede på mange steder delvis automatisert, idet dirigeringen av hver vogn i toget blir registrert i stillverket på forhånd, og vognene legger så selv automatisk om veksle etterhvert som de ruller ned. På dette område spiller også radioen en stadig større rolle, idet den muliggjør en fast forbindelse mellom det kjørende lokomotiv, det arbeidende skiftepersonale og stillverket. Nødvendigheten av å oppnå ytterligere reduksjon av skiftepersonalet førte til forsøk med også å stoppe vognene automatisk i de nye skiftespor. Til dette blir flere fjernstyrte sporbremser bygget inn etter hverandre i sporet. Etter et nøye uttenkt system griper disse bremsere automatisk inn alt etter vognens vekt, hastighet og kjøremotstand, og bringer dem til stopp på det riktige sted. På denne måte blir det mulig å unnvære bremserlagene, som hittil har hatt det farlige arbeid i skiftebanegårdene å anbringe stoppesko under vognhjulene.

De tiltak som jernbanene hittil har gjort for å øke produktiviteten i skiftebanegårdene, har allerede gitt bemerkelsesverdige resultater. Således



kunne det i en skiftebanegård i beste fall pr. dag behandles: 4000 vogner etter tidligere anleggs- og driftsmåte, og 7500 vogner etter moderne metoder.

Denne produksjonsøkning på nesten 90 % ved én bane kan sammenlignes med en innsparing på 30 % i arbeidstimer som ble oppnådd ved en tilsvarende rasjonalisering ved en annen bane.

Man bestreber seg fortsatt på videreutvikling og forbedring av detaljoperasjonene, slik som automatisk bearbeiding av ordrer og opplysninger, anvendelse av elektroniske regnemaskiner, måling av vognhastigheten med radar, og automatisk kontroll av skiftingen. Man planlegger videre å anvende radio og fjernskriver til overføring av skifteprogrammet for oppdeling av toget, og å bruke hullkort til automatisk innmating av skifteordren for de enkelte vogner i stillverkapparatene. Denne nesten fullstendige automatisering vil i fremtiden føre til større ytelse med mindre arbeidsinnsats, og dermed til ytterligere øking av produktiviteten i skiftebanegårdene.

Lignende betydelige fremskritt kan påvises ved den økte automatisering i signalteknikken. Utallige ganger i timen må sporveksler og signaler samordnes til en togvei. Tidligere skjedde dette ad mekanisk eller elektro-mekanisk vei. Nå er denne operasjon fullkommengjort på en bemerkelsesverdig måte ved hjelp av hel-elektriske, fjernstyrte og automatiske

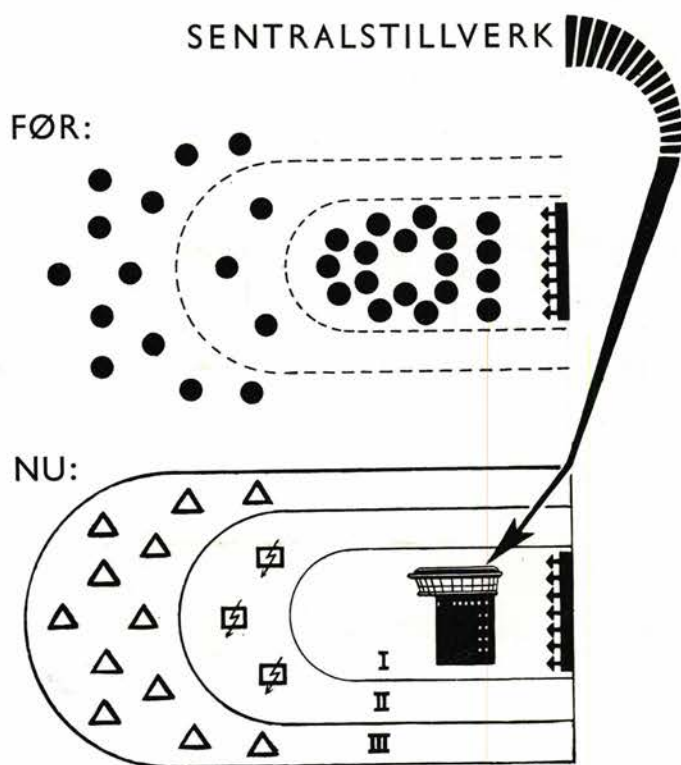
prosesser. Grunnlaget for denne utvikling var sporbilde-stillverket, hvor nøklene for legging av en togvei var plasert geografisk riktig i forhold til hverandre. Når dertil innretninger for melding av ledige spor, automatiske blokk signaler og tognummermelding ble tatt til hjelp, ble det i enda høyere grad mulig å anvende dårlig utnyttet arbeidskraft på en mer rasjonell måte, avlaste folkene for tungt arbeid og høyne driftssikkerheten ved jernbanen. Opplegget for en togpassering krevet således tidligere fra skiftelederens side i alt 30 meldings- og kontrolloperasjoner og 20 håndgrep, samtidig som han måtte spasere i alt 80 meter frem og tilbake. Den nye teknikk erstatter dette med én melding, betjening av 2 trykknapper og to blikk på sporbildetablået (før og etter trykknappbetjeningen), uten at han behøver å bevege seg et skritt. De fremskritt som automatiseringen her har gjort, er av fremragende økonomisk betydning, som følge av den innsparing av arbeidskraft og personale man derved har oppnådd.

Noen eksempler på dette kan nevnes: 17 storanlegg som ble bygget etter de nye prinsipper ved jernbaneknutepunkter med tilstøtende linjer ved 9 jernbaneselskaper i Europa, kunne erstatte i alt 113 gamle stillverk. Et av disse anlegg — for tiden det største i denne verdensdel — kunne alene erstatte 18. Samtidig økte kapasiteten med 20—100 % og 547 tjenestemenn kunne innspares. To sentrale strekningsstillverk kunne i et annet tilfelle erstatte 35 gamle, mens kapasiteten for det ene av dem samtidig gikk opp med 30 % og tilsammen 60 mann ble overflødige.

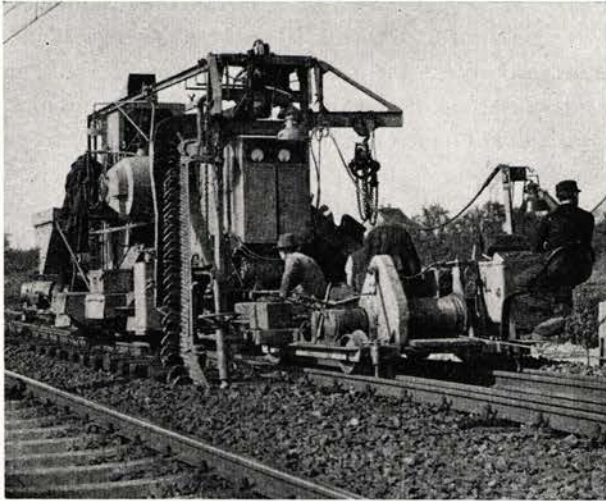
Det kan nevnes flere innvirkninger på produktiviteten ved europeiske jernbaner: Man regner med at det i nær fremtid vil kunne sløyfes 40 % av de 10 605 stillverk som et jernbaneselskap for tiden har i drift, samtidig som 20 % av betjeningen og vedlikeholdspersonalet kan innspares. Ved en annen bane skal på samme måte 30 % av de nåværende 927 stillverk nedlegges i løpet av 10 år og personalet samtidig reduseres med 1000 mann.

Ikke bare i Amerika, men også hos oss er de tekniske kunnskaper nå så langt fremskredet at en fullstendig automatisering av jernbanedriften er innen rekkevidde, og den kan gjennomføres i den utstrekning forholdene krever det og den nødvendige kapital står til rådighet.

Jernbanene må årlig anvende en betraktelig del av sine samlede utgifter til vedlikehold av skinnegangen. Det tunge kroppsarbeid som tidligere var karakteristisk for denne tjeneste, viker nå mer og mer plassen for en omfattende mekanisering. I den



Et moderne sentralstillverk:
 erstatter 18 stillverk (I),
 styrer 3 stillverk ved fjernstyring,
 overvåker 12 stillverk.
 Personalbesparelse = 90 mann.



senere tid er det utviklet maskiner som anvendes ved utskifting av skinner og sviller, og som utfører den tidkrevende og til dels farefulle behandling av materiellet på en betraktelig kortere tid enn før. Ved enkelte baner blir nå skinnene sveiset sammen over lange strekninger. Når skinneskjøtene således forsvinner, blir vedlikeholdet på skinnegangen og det rullende materiell mindre, og reisen blir behageligere. Ved siden av at skinner og sviller må fornyes (ofte anvendes nå de moderne betongsviller), må periodevis også ballasten renses, hvilket er av stor betydning for en god skinnegang. Til dette har man nylig satt inn ballast-rensemaskiner som ved egen kraft kjører frem på skinnegangen, tar ballastmaterialet opp, renses det på stedet, legger det tilbake på plass og til og med utfører arbeidet med pakking av svillene. En slik maskin yter på én dag det samme arbeid som tidligere 80 mann for hånd, og bidrar således vesentlig til å redusere innsatsen av menneskelig arbeidskraft. Bare ved ett jernbaneselskap har man investert 90 000 hk i den nye maskinpark for vedlikehold av overbygningen.

Som et eksempel kan nevnes at en jernbane hittil har oppnådd følgende innsparing ved fornyelse av 1 km skinnegang:

1938	12 800 arbeidstimer
1957	8 000 arbeidstimer

Andre nye hjelpemidler er allerede i bruk eller under utvikling:

Målevogner som kan kjøre med en betydelig hastighet og registrere overbygningens justering og tilstand for øvrig; prøvevogner som ved hjelp av ultralyd eller elektroniske metoder finner feil ved skinner og andre deler, slik at den nødvendige inspeksjon for øvrig kan reduseres uten at det går ut

over sikkerheten, automatiske sporleggingsmaskiner som får eget fremdriftsmaskineri, og som ved hjelp av hullkort og elektronisk styring skal overta et stort antall arbeidsoperasjoner med bare få mann til betjening og kontroll.

Den som kjøper en jernbanebillett, ser ofte hvordan mannen i luken må lete ut den riktige billetten blant den store mangfoldighet av billetter han har i skapet sitt. Ved siden av sitt egentlige gjøremål må han også ved arbeidstidens slutt foreta kontroll med hele sin billettbeholdning, og føre regnskap med de beløp han har kassert inn. Etter at billetttrykkemaskinen ble innført og senere også forbedret, ble fremstilling, oppbevaring, kontroll og salg av billetter lagt på én hånd, og «billettbeholdningen» består nå bare av en blank pappremse i maskinen.

Som resultat hittil kan nevnes at ved 11 jernbaner var i 1938 1095, og i 1957 2325 billettluke utstyrt med billetttrykkemaskiner. Ved én bane hadde i



1957 omtrent 12 % av alle billettluke trykkemaskin, og de tok inn 43,5 % av de samlede billettinntekter. Fem jernbaner kan siden 1938 registrere en besparelse på 674 mann ved billettsalg med trykkemaskiner. Også 141 kontrollører ble overflødig, idet automatisk regnskapsføring er et av de arbeider som maskinene utfører.

Behandlingen av stykkgoods er også et av de områder hvor man er gått over til mekanisering. I stadig større omfang bruker man nå gaffeltrucker og lastpaller i stedet for gammeldagse håndtraller. Vesentlige fordeler ved dette er spesielt besparelse i emballasje og fraktutgifter for trafikantene, kortere tid for omlasting og transport, og mindre skader på godset. For jernbanen medfører det dessuten større



produktiviteten, og innsparing av inntil 4 mann for hver gaffeltruck. I de ca. 5 år som er gått siden lastpallen ble innført, er det ved 3 jernbaner av middels

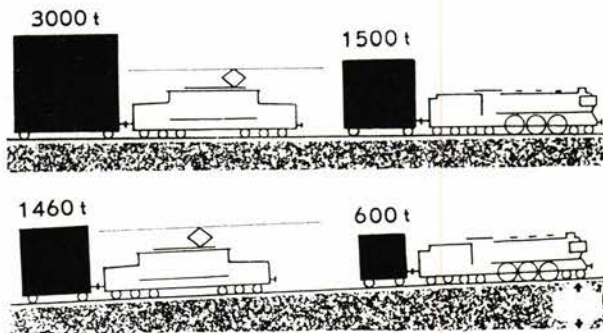
størrelse spart inn tilsammen 957 mann. Ved én jernbane økte den daglige godsbehandling med 21 %.

Rasjonelle synspunkter ved nybygging av rullende materiell og en mere intens utnyttelse av den samlede lok- og vognpark gjør det mulig å redusere investeringene og dermed øke produktiviteten. Hvor godt dette er lykkes, kan lettest fastslås når det gjelder lokomotiver og motorvogner. Deres antall er påfallende mindre enn før, mens den samlede ytelse er blitt vesentlig større. Dette kan fremfor alt føres tilbake til at jernbanene har tatt stadig flere elektriske og dieseldrevne aggregater i bruk. Ved siden av den større kraftreserve og raskere akselerasjons- evne som spesielt de elektriske aggregater har, viser begge typer ytterligere fordeler: Med sin vesentlig lavere vekt er de, i motsetning til damploket som må passes med kull, vann og fyring, nesten alltid driftsklare og trenger dessuten mindre reparasjoner. Dertid kommer at elektrisk og dieseldrevet materiell ikke trenger noen fyrbøter, og bidrar til å spare personale både i driften og i verkstedene.

Man kan ved et par eksempler sammenligne ytelsen for de to trekkraftformer:

Med 75 km/t kan det på horisontal bane trekkes med et elektrolok 3000, med et damplok 1500 tonn.

Med den samme hastighet i 5 ‰ stigning trekkes med et elektrolok 1460, med et damplok 600 tonn.



I Europas største grubeområde trekkes tog på opptil 3500 tonn elektrisk. Og i et alpeland oppnår man ved elektrisk drift, til tross for en betraktelig omvei, kortere reisetider enn ved dampdrift over den korteste strekning.

Ved 15 jernbaneselskaper var antall lokomotiver og motorvogner i drift:

I 1938: 71 069 stk., og i 1957: 52 587 stk.

Således er totalantallet av alle trekkraft-aggregater redusert med 26 % mens antall lokomotiver er redusert med 37 % og antall damplokomotiver med hele 44 %.

Når på den annen side antall elektriske og dieseldrevne motorvogner er økt fra 5155 i 1938 til 10 000

i 1957, altså med 96 %, så viser dette en tendens til i høyere grad å sette inn lettbevegelige togsett med mindre dødvekt for å rasjonalisere persontrafikken.

Også det «gode, gamle» damplok, som man ennå i lang tid kommer til å se i Europa, har jernbanene bearbeidet og forbedret. Et eksempel fra to jernbaner kan vise hva man her har oppnådd:

Deres damplokomotivpark besto i 1938 av 29 320, og i 1957 av 13 173 lok, og det årlige kilometerløp for et damplok i gjennomsnitt var i 1938 35 000 km og i 1957 59 000 km. Lokbestanden sank altså med 55 %, mens årsytelsen pr. enhet steg 70 %.

Bare ved 4 jernbaner ville en øking på 9490 lokomotiver vært nødvendig, hvis man ikke hadde økt det gjennomsnittlige daglige kilometerløp tilsvarende siden 1938.

Det optimale forhold mellom vekt og ytelser har også endret seg i denne tid:

På hver hk falt	i 1938	i 1957
ved et diesellok	59 kg	33,5 kg
ved et elektrisk lok	26 kg	18 kg

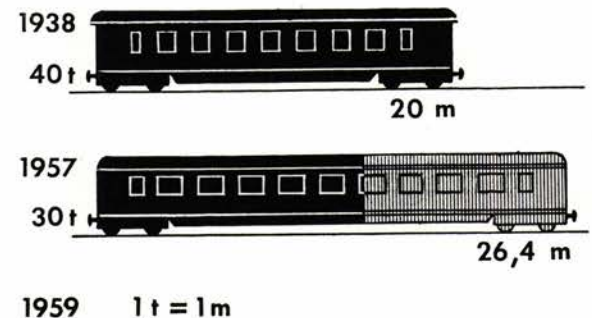
Forbedringen av damploket, og enda mere den økende dieselisering og elektrifisering, har ved siden av en mere økonomisk personaldisponering gitt seg utslag i en betraktelig øking i trekkraftens produktivitet. Før krigen produserte hver traksjonshestekraft 2600 trafikk-km pr. år, nå derimot yter den 5100 km, eller nesten det dobbelte.

Til slutt vil vi nevne et eksempel på hvor godt det har lyktes å redusere den dødvekt man må trekke på i persontrafikken:

Lengde og vekt av et persontog var:		
før annen verdenskrig	20 m	40 t
i 1957	26,4 m	30 t

og man håper allerede i 1959 å nå forholdet 1 m = 1 t uten å redusere sikkerheten og vognens styrke, samtidig som man stadig søker å bedre komforten.

Ved de fleste jernbaner er det godstrafikken som bringer den største del av inntektene. Det er derfor nærliggende at man også bestreber seg på å høyne



produktiviteten for den omfangsrike godsvognpark. Noen sammenligninger viser dette:

Ved 16 jernbaner hadde man til rådighet følgende antall godsvogner i drift:

I 1938	2 558 711
I 1957	2 067 417

Det bemerkelsesverdige resultat at man med denne 19 % reduserte vognpark kunne befordre 19 % flere tonn gods og avvikle 56 % flere tonnkilometer, kan bare føres tilbake til det faktum at den gjennomsnittlige lasteevne pr. vogn i det samme tidsrom har økt fra 14,8 til 18,6 t, dvs. med 25 %. Jernbanen har altså den fordel at den bærekraftige skinnegang tillater en stadig større anvendelse av godsvogner med høy lasteevne, og ved flere baner øker nå antallet av godsvogner som laster 50 t og mere. Mens forholdet mellom godsvognerenes egenvekt og lasteevne før krigen ofte var som 1 : 1, finnes det nå vogner som med en egenvekt av 15,5 t kan ta en last på 64,5 t.

Da er det naturligvis også om å gjøre at hver vogn såvidt mulig virkelig blir lastet med mere gods. Ved én jernbane oppnådde man således eksempelvis at den gjennomsnittlige vognlast steg fra 11,4 t i 1948 til 17,9 t i 1957.

En ytterligere årsak til økingen i godsvognparkens ytelse er vognenes høyere omløpshastighet, som jernbanene stadig arbeider med. Ved siden av det stigende antall vogner som kan gå i tog med en hastighet på 100 km/t eller mer, spiller det her en stor rolle at oppholdstiden blir kortere som følge av de innretningene man har konstruert for mekanisering av laste- og lossearbeidet.

Den gjennomsnittlige omløpstid for godsvogner (tid mellom to opplastinger) ble ved én jernbane forkortet fra 8,1 dager i 1938 til 4,4 dager i 1957.

I alt steg den årlige utnyttelsesgrad for hver tonn av godsvognparken fra 3900 tonnkilometer i 1938 til 7300 tonnkilometer i 1957.

Et tall som betyr meget i godstrafikken og som påvirkes av mange forskjellige faktorer, er det antall vogner som pr. dag kan stilles til disposisjon for opplasting. Det beløp seg til, for 16 jernbaner, i alt:

1953	259 481 vogner
1957	274 095 vogner

Et teknisk forhold er også av stor betydning for godsvogner, nemlig hvor mange av dem som er utstyrt med rullelagre istedenfor glidelagre:

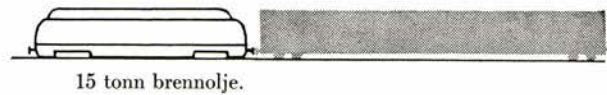
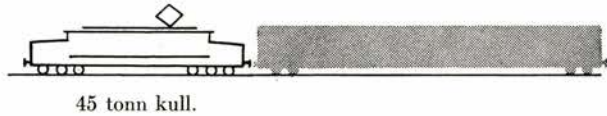
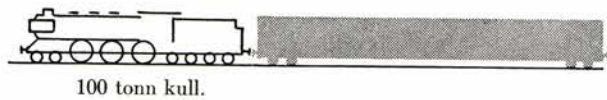
1938	3 748 vogner
1957	166 534 vogner

To fordeler har vogner med rullelagre, nemlig mindre kjøremotstand parett med et merkbart lavere forbruk av smøremidler, og færre tilfelle av skader og forstyrrelser i driften (mindre vedlikehold).

Således var antallet av varmganger (uhell som medfører at vognen på grunn av lagerskade må skiftes ut av toget og ofte også må omlastes) i 1957:

ved 26 608 vogner med glidelager	1705
ved 123 975 vogner med rullelagre	15

Jernbanene har ikke bare bestrebet seg på å møte den tiltagende mangel på arbeidskraft. De gjør også store anstrengelser for å innskrenke sitt forbruk av kull, som er blitt en stadig dyrere og sjeldnere vare i Europa. Overgangen til diesel- og elektrisk drift



er derfor av betydning ikke bare for en øking av ytelsene, men særlig også for en minsking av energiforbruket. Således kan driftsytelser som med dampdrift krever 100 tonn kull, avvikles med bare 40-50 tonn når det anvendes elektrisk drift med strøm fra dampkraftverk, eller med 12,5—17 tonn olje når det anvendes dieseldrift. Uavhengig av kullbesparelsen medfører dessuten den høyere effekt ved elektrisk drift den fordel at et elektrisk lok alt etter forholdene kan erstatte 1,5—3 damplok.



I forholdet mellom elektrisk lok og diesellok er det trafikkens størrelse som avgjør hvilken av de to driftsformer som for tilfellet er den mest rasjonelle. Elektrisk drift blir således mest økonomisk når det antall bruttotonnkilometer som daglig skal fremføres over en strekning, overstiger et visst minimum. Denne minsteverdi vil være lavere når banen samtidig har store stigninger. Vel å merke har her også de relativt høye priser på diesellok i Vest-Europa

en avgjørende innflytelse. Dette forklarer at de europeiske jernbaner går over til diesel- og elektrisk drift, alt etter hvilken av de to traksjonsformer som ut fra trafikkintensiteten (og naturligvis også andre synspunkter) ventes å gi den høyeste produktivitet.

Utviklingen av de tre driftsformer innen de undersøkte jernbaneselskaper fremgår av disse oppgaver:

Trekraftaggregater (15 jernbaner):

	1938	1957	1962 (antatt)
Damplok	62 322	35 148	31 456
Diesellok	453	2 938	4 552
Elektr. lok	3 139	4 500	5 878
Dieselmotorvogner ..	3 345	3 635	3 797
Elektr. motorvogner..	1 810	6 366	6 585

Antall togkm pr. dag (hverdager, 12 jernbaner):

	1938	1957
Dampdrift, persontogkm ..	3 170 704	1 837 434
Dampdrift, godstogkm	5 774 001	1 616 798
Diesel, persontogkm	327 237	953 231
Diesel, godstogkm	1 069	78 921
Elektrisk, persontogkm	410 128	1 116 827
Elektrisk, godstogkm	170 247	566 391

Kilometerløpet for dampdrift i 1957 har altså minsket med 62 % i forhold til 1938, mens det for diesel- og elektrisk drift har steget til nesten det 3-dobbelte.

Det samlede energiforbruk for 12 jernbaner viser følgende antall (i tusen):

	1938	1957	1962 (antatt)
Kull, tonn	36 658	28 807	24 562
El. energi, kWh	4 062 064	11 847 226	15 971 400
Dieselolje, tonn	85	1 315	1 636

Dette betyr en besparelse i 1957 på henimot 8 mill. tonn og i 1962 antagelig over 12 mill. tonn lokomotivkull i forhold til 1938. Mens 1 tonn kull (eller en tilsvarende mengde dieselolje eller elektrisitet) før krigen strakk til for 6500 trafikk-km, har denne «energiens produktivitet» i mellomtiden blitt nøyaktig dobbelt så stor.

De resultater som er nådd av de europeiske jernbaner med hensyn til reduksjon i kullforbruk må derfor ikke på noen måte undervurderes. Disse resultater er ennå mer slående når man tar hensyn til følgende: Hvis man i 1957 hadde måttet utføre alle

jernbanens prestasjoner ved hjelp av damplokomotiver, ville det ha vært nødvendig med 57,5 mill. tonn kull for lokomotiver. Det virkelige forbruk for dette samme år viser derimot 28,7 millioner tonn mindre kull for lokomotiver.

En viktig faktor, *kapitalen*, er ennå ikke nærmere omtalt fordi produktiviteten ikke er identisk med rentabiliteten. En øking i produktiviteten tjener i alminnelighet til å bedre foretagendets alminnelige økonomi, men jernbanens store investeringer som er nødvendige for å øke produksjonen og samtidig for å minske totalutgiftene, får bare sin fulle virkning på lang sikt. Dette er innlysende når man for eks. tenker på at den samlede utgift for elektrifisering av 1 km dobbeltspor beløper seg til nesten en mill. sveitserfranc. Hva som likeledes er en hindring for en hurtigere rasjonalisering, er at jernbanene bare har små muligheter for selv å finansiere sine foretagender.

På grunn av transportutgiftenes betydning for et lands alminnelige økonomi, og den fremtredende rolle som jernbanene ennå i dag spiller i de fleste land, må jernbaneselskapene i alminnelighet bestaten om tillatelse til å legge på sine takster, hvilket de ofte bare kan oppnå med betydelige vanskeligheter. Således henleder et europeisk jernbaneselskap i en publikasjon fra 1957 oppmerksomheten på at prisen på industrimateriell fra 1938 til 1956 var blitt 10,5 ganger så stor, mens de normale godstakstene bare var blitt 4,5 ganger så store; prisen for en billett for en reise på 100 km tilsvarende i 1937 12 timers arbeidslønn, mens den i 1955 bare «var verd» 3 timer og 10 min. Jernbanen tilbyr altså takster til subsidiering av den alminnelige økonomi for å opprettholde likevekten i den samlede pris- og lønnsstruktur.

I mange land er forholdene tilsvarende. At de fleste jernbaneselskaper ikke disponerer den nødvendige kapital, gjør en annen viktig oppgave enda vanskeligere: å foreta rasjonaliseringen på en slik måte at jernbanetjenesten kan utføres med et mindre personale, men et personale som er bedre betalt og har følelsen av å være nærmere knyttet til sitt foretagende.

Til tross for alle disse vanskeligheter mister jernbanene slett ikke motet; når man tenker på de store fremskritt som mekaniseringen og automatiseringen, elektroteknikken og senere atomenergien gir mulighet for, er det helt berettiget å ha full tiltro til jernbanen av i dag og i morgen.

SAMLEPERMER

Det finnes et mindre antall samlepermer for Tekniske Meddelelser-NSB på lager. Permene tar 2 årganger av bladet. Prisen blir kr. 4.30 pr. stk.

Bestilling kan eventuelt sendes til NSB, Hst., Presse- og opplysningskontoret, Storgata 33, Oslo.

