

# NSB

## *Tekniske meddelelser*



NSB

### INNHold

NR. 5 · 2. ÅRGANG · NOV. 1954

Noen minner og betraktninger  
ved 100-års jubileet

Arbeidsstudier  
som hjelpemiddel ved rasjonalisering  
av verksteddriften

Dynamiske brudds form og årsak

Modernisering av 2. klasses  
personvogn



DK 385(09)(481)=396

LORANGE, R.: Noen minner og betraktninger ved 100-års jubileet. (Memories and observations at the Norwegian Railway Centenary.) Tekn.medd.-NSB, 2(1954), no. 5, pp. 113—122.

The author—from 1909 till 1951 civil engineer at the NSR—presents a cavalcade of the roadway and track-side of the Norwegian railways through their hundred years of existence. The survey is spiced with personal memories, going 70 years back.

DK 658.54:625.26(481)=396

ØHRN, A.: Arbeidsstudier som hjelpemiddel ved rasjonalisering av verksteddriften. (Time and method studies as a means of rationalizing workshop routine.) Tekn.medd.-NSB, 2(1954), no. 5, pp. 123—136.

In 1949 time and motion studies were introduced at the workshops of the NSR. Now the system is used at their 4 biggest workshops. Explanation of the procedure followed, with illustrating examples.

DK 620.178.3:669=396

HATTELAND, A.: Dynamiske brudds form og årsak. (Form and cause of dynamic fractures.) Tekn.medd.-NSB, 2 (1954), no. 5, pp. 136—143.

Development of fatigue fracture and a survey of possible causes of fatigue failure in metallic materials. Connection between form and cause of fracture in various types of fractures. At last some words on tear fracture.

DK 625.23.004.67(481)=396

WAAGE, E.: Modernisering av 2. klasses personvogner. (Modernizing of 2. class carriages.) Tekn.medd.-NSB, 2(1954), no. 5, pp. 143—144.

Short description of the transformation of oldfashioned 2. class carriages, so that they correspond to present day ideas of comfortable travelling accomodation.

**Adresseendringer bes meldt  
snarest til Presse- og opp-  
lysningskontoret, Hst.**





TEKNISK TIDSSKRIFT FOR NORGES STATSBANER

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

## NOEN MINNER OG BETRAKTNINGER VED 100-ÅRS JUBILEET

Av overingeniør R. Lorange

DK 385(09)(481)=396

Ved en så viktig milepæl som den vore jernbaner nu har passert er det nærliggende for en gammel baneingeniør å minnes sitt første møte med denne institution som dengang var av nokså beskedne dimensioner men som i de siden forløpne år har vokset til et imponerende transportnett utover vort vidtstrakte land. Denne utvikling har for en stor del foregått i den tid jeg har hatt den lykke å være knyttet til jernbanen, og noen personlige minner og betraktninger i den forbindelse turde være av interesse, selv om de for mange eldre jernbanemenn ikke bringer stort nytt.

Den første jernbanereise jeg husker gikk til julebesøk på Fredrikshald for henimot 70 år siden. Vi reiste i de 2-aksede kareter som var delt i 3 a 4 adskilte kupeer. Rett som det var hørtes en knakking på de små vindusruter, midtvinduet gled ned og slapp hele vinteren inn, mens en mann utenfra lente seg inn og spurte etter billettene. Jeg kan ikke huske om han hadde pels på, men det kunde han ialfald trenge. Heller ikke har jeg hørt om at noen konduktør noensinde har forulykket under sin livsfarlige balansetur langs toget under fart. Kjørehastigheten var beskeden etter nutidens målestokk og reisen var lang og trettende. Jeg husker jeg rett som det var spurte Far: Hvor langt er vi nå? Og han svarte: Nå er vi halvveis. Jeg var like klok og i halvsøvne undret jeg meg om halvveis hadde noe med blåveis å gjøre.

Noen år senere da jeg var begyndt på skolen hadde vi sommerophold på Nadderud ved Stabekk,

og før og etter skoleferien reiste jeg med Vestbanen til og fra skolen. Chra. V. hadde da en liten toghall med ett platformspor og ett hensettespor. Ut mot Dokkveien, som dengang gikk i en skarp Z, var godshus og rampe med noen få korte spor. Her på dette lille areal lå også lokstall, dreieskive og det lille som var av verksted. Vestover forsvandt linien i en enkeltsporet tunnel under Munkedamsveien. Vi reiste med «localtog til Sløbende», det gikk omtrent en gang i timen i rushtiden, og vognene hadde emaljeskilter med «røgecoupe» og «damecoupe». Noen av vognene hadde en lang coupe med en langskips dobbeltbenk etter midten. I et innhakk i benken stod en brakkeovn, og den som fikk plass nær den blev stekt mens man lenger fra ovnen kunde fryse bitterlig. Mere end tretti år senere hadde jeg et rørende gjensyn med dette primitive materiell på de små tog mellom Skoppum og Horten.

Ut til Stabekk var en hel reise (8 km) og underveis var meget å se. Langs Frognerkilen gikk banen delvis på fylling over åpen sjø, med planoverganger til badehus på utsiden. Strandpromenaden hadde endnu ikke begyndt sin langdryge utviklingsprosess. Under planleggingen av Drammenbanens ombygning i 1909—10 faldt det i min lodd å projekttere Strandpromenaden rundt Frognerkilen med bro fra Framnes til Dronningen. Om vinteren var det skøitebane og travbane på isen. På land ved Skarpsno stod det hele året en plakat med «Isen er ikke sikker».

På Filipstadtomten hvor det nu er en stor godsstation fandtes det dengang bare et par frilastespor,



utenfor dem et vildniss med torner og tidsler ut mot Hjortnesbukten som nu forlengst er utfyllt.

Ved Bygdø (opprinnelig Tydskestranden, nu Skøyen) passertes velocipedbanen, hvor en og anden dristig idrettsmann kunde sees å motionere sin livsfarlige velociped med et høyt forhjul og et litet løpehjul bak. Undertiden var det veddeløp på velocipedbanen, da blev det kjørt ekstratog til Bygdø (3.5 km) — allerede dengang var jernbanen service-minded.

På Stabekk fandtes dengang en liten treplattform med en «kakebu» ca. 2 ganger 3 meter i den ene enden, der satt Skomaker Pedersen og lappet sko og solgte billetter. Denne ordning varte like til 1902, da kom den nuværende flotte stationsbygning, men fremdeles var der bare det ene spor helt frem til banens ombygning ca. 1916, endskjønt Stabekk på det tidspunkt var nr. 5 blandt landets stationer, byer medregnet, i antall reisende.

Enkelte ganger utstraktes reisen helt til Drammen (53 km), den tok 2½ time og bød på spennende momenter såsom den svimlende fart over Hvalstadalen mens viaduktens treverk knaket høylydt, kjøringen nedover Lieråsen i en halsbrekkende fart av opptil flere og firti km og den endeløst lange trebro over Drammenselven. Drammenbanen fikk jeg siden et intimt kjendskap til, først under ombygningen til bredt spor og senere som baneingeniør gjennom mange år. I banens første femtiårige smalsporste tilværelse (åpnet 1872) var den til det ytterste spartansk utstyrt i enhver henseende, allikevel hadde Drammenbanen allerede i 1870-årene den største persontrafikk av samtlige norske baner, og helt til henimot den første verdenskrig forrentet den sin anleggskapital med 3½ a 4 prosent. Jeg har alltid hatt den største beundring for vore forgjengere som klarte å bygge denne banen i et delvis meget vanskelig terreng på 2½ år for 4½ million kroner. Den senere ombygning tok 10 år og kostet over 10 ganger så meget.

Også langdistanse-reiser oplevde jeg i min barndom, således for 60 år siden til Røros på vei til fisketur i Femundtrakten. Dengang gikk det bare natog på Trondheimsbanen, avgang fra Oslo Ø. ca. kl. 15, ankomst til Røros kl. 1 og til Trondheim ved frokosttid. I vestibulen på Oslo Ø. gikk det en mektig mann i fin uniform-surtout med et bredt akselskjerf hvorpå det stod med store sølvbokstaver «Portier». Han gikk der med hendene på ryggen og eide hele stationen, hvad han forøvrig foretok seg har jeg aldrig fått greie på. — På Hamar var det tre kvarters stans og omstigning til den smal-

sporte Rørosbane. Uforglemmelig er restauranten på Hamar. Der servertes middag med mange retter, men mest imponerende var et langt geledd av vaser med markjordbær og digre fløtemugger. Men dyr var middagen, hele kr. 1.50. Frokosten på hjemtur var like rikholdig men den kostet bare kr. 1.20.

Så gikk det på den smalsporste banen med 30—35 km kjørehastighet gjennom den uendelig lange Østerdalen, med lang stans på Elverum hvor stationsbygningen stod snaut 1½ m fra plattformkanten så det var farlig å gå der når tog kjørte inn, og så kom den lange rekke av små, solide tømmerlaftede stationsbygninger i 1½ etage med rikelig av arker og grader på taket skjønt de var bygget før Paul Due blev jernbancarkitekt, han for hvem en ubrutt facade og en slett takflate var en vederstyggelighet. Og allesammen var malt med en uforgjengelig oker-siennamaling som alltid minner meg om et av Wilhelm Busch's uhøviske vers hvor det heter:

Wer statt Farbe Scheissdreck wählt,  
Zeigt, dass ihm wahrer Kunstsinn fehlt.

De fleste av disse stationsbygninger står nok endnu på vore ældste baner, mer eller mindre ombygget og modernisert, men «der Scheissdreck» er nu heldigvis borte.

På enkelte stationer sås de primitive små hestetrukne snepløgere som dengang bruktes som sporrensere. Tittet man innenfor kunde man på bordet se Digney's visertelegraf («Kverna»), den så jeg i bruk så sent som i 1914.

Røros-Trondheimsbanen var dengang vor eneste langdistancebane, tarvelig utstyrt var den nok som de andre, men for sin tid var den et storverk, og den klarte vore forgjengere å bygge på 5 år for 16 mill. kroner (Åmot—Støren 318 km) — de var sandelig ingen sinker!

Da jeg mange år senere i 1909 blev knyttet til jernbanen for levetiden var det ved planleggingen av Drammenbanens ombygning. Den tarvelige, smalsporste og overbelastede Vestbane skulde forvandles til en helt moderne, bred- og dobbeltsporet elektrisk bane. Under energisk ledelse av Overingeniør H. J. Darre-Jenssen (senere arbeidsminister og derefter banedirektør) arbeidet vi 18 ingeniører i trange og støvede kontorer ute i Gamlebyen i Oslo med Drammenbanen og Oslo Ø. utvidelse. — Men det første virkelige møte med jernbaneanlegg fikk jeg i 1910 da jeg kom på stikningen og etterfølgende anlegg av Dovrebanen. Den skulde bygges efter den nye klasse I og var det største anlegg efter



den nyss fuldførte Bergensbane og hadde som denne en høyfjellstrekning på 1000 m høyde. Chefen var Overingeniør *Esmark*, senere distriktchef på Bergensbanen. Her traff jeg avd.ing. *Heie*, der senere som professor ved N. T. H. har hatt grunnleggende innflydelse på et helt slektledd av yngre bygningsingeniører. Men særlig minnes jeg veteranen fra de gamle jernbaneanlegg *Olav Martinus Guttormsen* (1859—1930) som ledet det stikningsparti hvor jeg kom som rekrutt. Etter å ha gjennomgått T. T. L. begynte han på Vossebanens anlegg hos sin slektning Kontraktør *Sørensen*, arbeidet senere ved anlegget av Sulitjelmabanen, var avdelingsingeniør på den første engelske Ofoftbane under Ole W. Lund, stakk Rørosbanens sidelinie til Kongens og Arvedals gruver, avd.ing. på Setesdalsbanen 1891, Gjøvikbanens 1ste avdeling 1898, derfra til Bergensbanen hvor han satt som avdelingsingeniør på Hallingskeid i mange år. For rallarne var han den populære «Ola Skeid» til forskjell fra «Ola Finse» (Avd.ing. *Wetten*). Fra Hallingskeid kom han til avdelingen på Gulsvik og senere en tid ved jernbaneundersøkelsen. På Dovrebanen ledet han stikningen fra Støren til Orkla, derpå stikningen på Sørlandsbanen og tilsidst som avd.ing. på Numedalsbanen inntil han nådde aldersgrensen i 1927. Han hadde et uendelig fond av råd og erfaringer, et uslitelig godt humør, og hvad han fortalte fra sine mange anlegg i nord og syd, øst og vest om begivenheter og anekdoter om ingeniører og rallarer, om engelske og norske kontraktører gjorde samarbeidet med ham til en opplevelse som åpnet mine øine for den egenartede verden som hedte anlegg.

Jeg arbeidet den meste tid på 1ste avd. på Støren som var et viktig knutepunkt. Her var endepunktet for den gamle Trondheim—Størenbanen (åpnet 1864) og her kom Dovreveien ned med trafikk fra alle bygdene nord for fjellovergangen. Ut på eftervinteren kom det kavalkader på opptil 80 sleder ned fra Rennebu og Opdal for å hente årets forsyninger til våronna. Kjørerne var gjerne innom apoteket på Støren og forsynte seg med nafta, en yndet styrkedrikk i mangel av annet. Da luktet det nafta efter hele veien opover. — Efterat anlegget var kommet igang blev det en lignende, jevnere trafikk med frakting av cement, ammunition og alslags materialer og proviant til brakkene. —

Da Norsk Hovedjernbanes anlegg blev igangsatt i 1851 var det ikke bare jernbanen der kom som noe helt nytt, men anleggsvirksomheten i det hele måtte bygges op på helt bar mark. Vi hadde ingen stab av erfarne anleggsingeniører eller en trenet arbeids-

stokk, og også administrationen stod overfor en helt ny oppgave. Det som var av tidligere anleggsvirksomhet var knyttet til Veivæsenet og blev ledet av ingeniørofficerer. Disse kom derfor til å spille en ledende rolle også ved anlegg og drift av vore første jernbaner. Den første som arbeidet med den tekniske side av jernbaneplanen var Ingeniørløytnant (senere general) *Johan Georg Ræder* (1814—1898) som efter oppdrag av trelasthandlerne i Christiania utarbeidet og i 1845 fremla for Stortinget en plan for jernbanen til Eidsvoll. Da *Robert Stephenson* et par år senere var tilkaldt av den britiske generalkonsul *Crowe* arbeidet *Stephenson* og *Ræder* sammen på den plan som blev grundlag for anlegget av banen. *Ræder* hadde tidligere arbeidet meget for utviklingen av veivesenet. Han blev nu medlem av kontrollkommissionen for anlegget og senere direktionsmedlem. — Overingeniør for de engelske kontraktører var *Thomas Greenhill*. Som sektionschef finder vi civilingeniør *Carl Pihl* (1825—97). Denne som var utdannet ved Chalmerska Institutet hadde i flere år deltatt i den hektiske jernbanebygning i England som planlegger, konstruktør og kontraktør og var den eneste nordmann som hadde noen erfaring i jernbanebygning. *Pihl* blev leder for planlegging, anlegg og drift av vore jernbaner gjennom mange år, som jernbanedirektør fra 1865 til sin død i 1897, og innla seg stor fortjeneste som den ledende kraft under den forcerede jernbanebygning i forrige århundre. Hans navn er særlig knyttet til det smalsporete jernbanesystem som han fikk innført for, trods de sterkt begrensede finansielle resurser og det svake trafikkbehov, å muliggjøre anlegg av en rekke baner som landet ellers ikke hadde maktet å føre frem. Det tør vel nu være enighet om at han fra først av så riktig på denne sak, men at han kanskje holdt for lenge på systemet. I den forbindelse bør det minnes om, at *Pihl's* smalsporsystem blev innført rundt om i verden, ikke bare for lokalbaner, men som eneste sporviddenormal på tusener av kilometer gjennomgangsbaner, hvor det brukes den dag idag. I Sydafrika f. eks. har de smalsporete baner idag langt større kjøreastighet og større aksellast end vore bredsporbaner.

Det neste navn vi møter fra jernbanens barndom er Ingeniørløytnant *Lorentz Henrik Møller Segelcke* (1829—1910). Han blev i 1856—57 sendt til Tyskland for å studere jernbanebygning og blev sektionschef ved anlegget av Kongsvingerbanen og Grundset—Åmotbanen. *Segelcke* blev oberst og var 1872—77 forsvarsminister. I 1877 blev han ansatt i den nyoprettede stilling som trafikkdirektør og



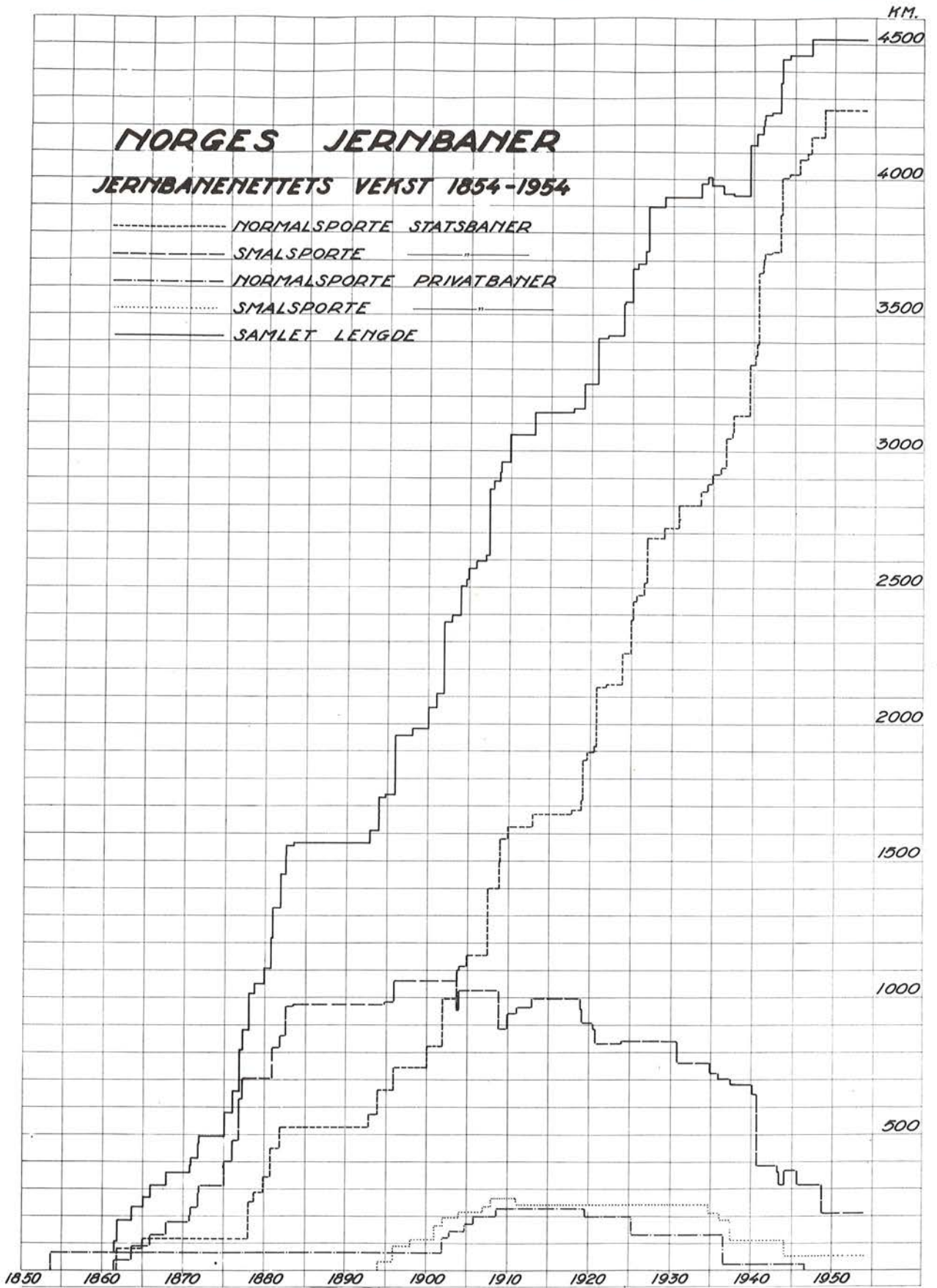


Fig. 1.



## ARBEIDSSTYRKEN VED JERNBANEANLEGGENE I TIDEN 1858 - 1954

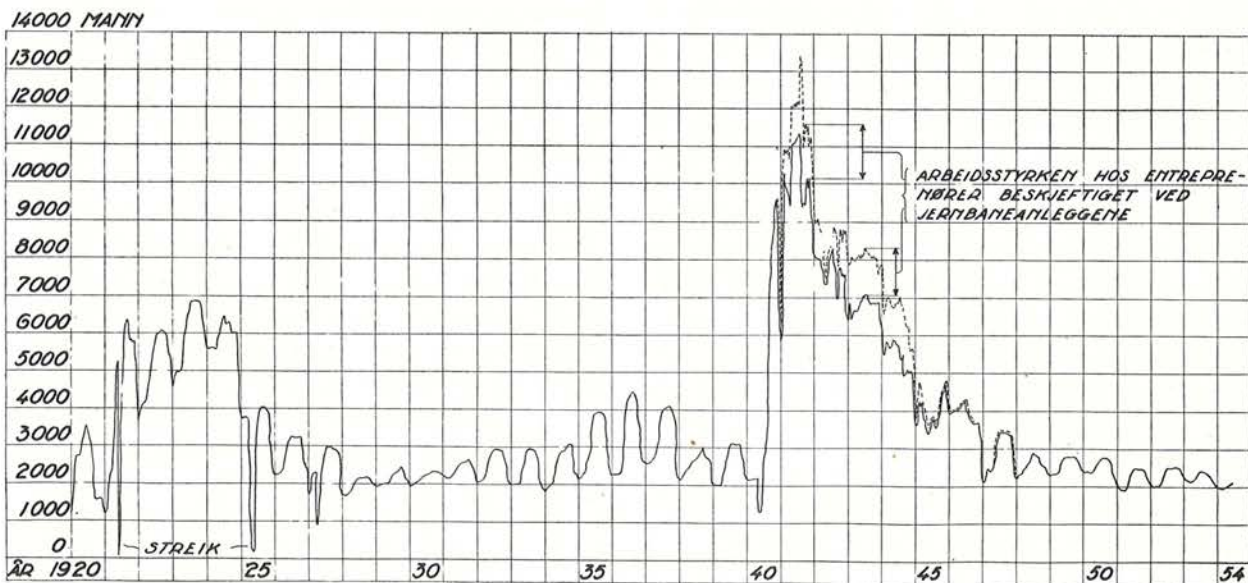
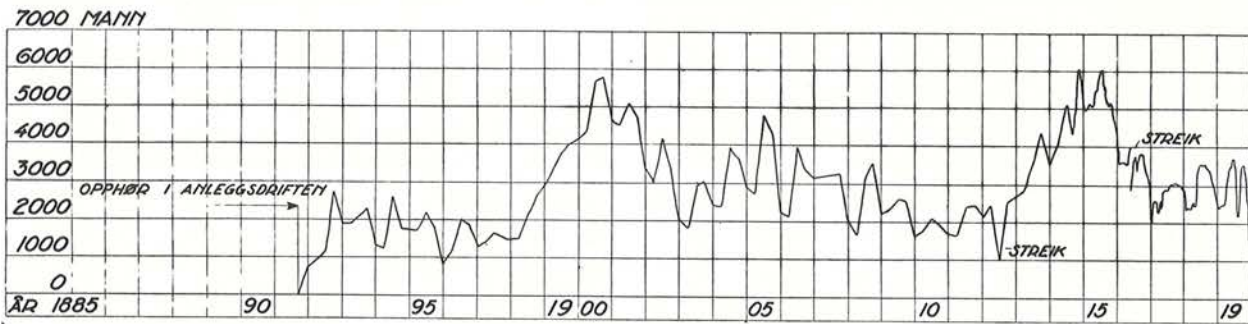
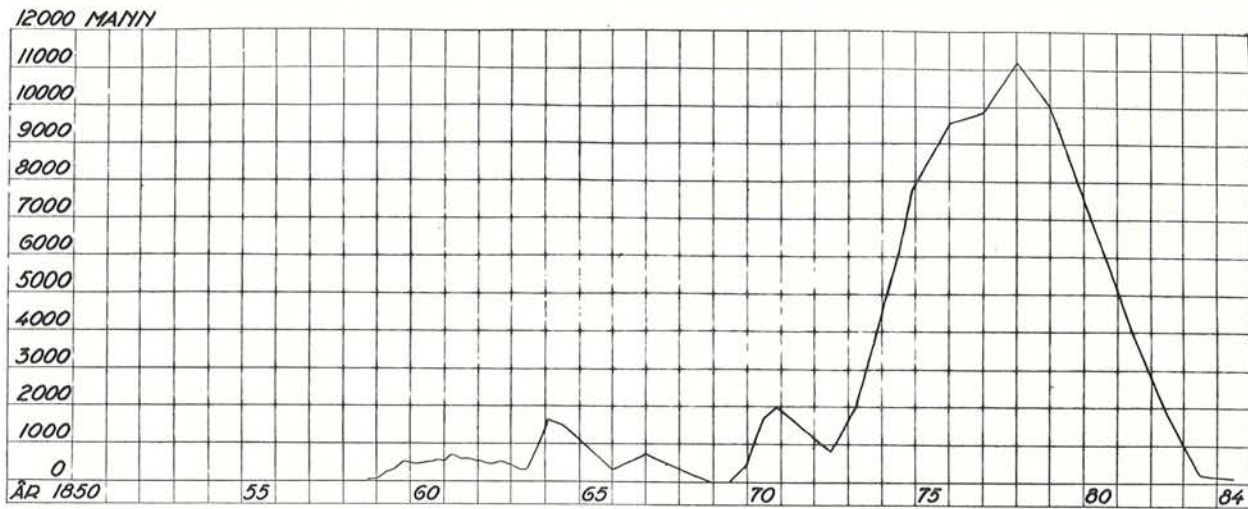


Fig. 2.



etter den nye administrationsordning i 1883 generaldirektør til 1900.

Videre følger en rekke ingeniøroffiserer som J. J. Engelstad (1822—96), som var Overbestyrer for N. H. J. 1859—96, trafikkdirktør 1883—89, Isaach Eriksen, C. H. Hielm, driftsbestyrer på Trondheimsbanen 1864—1902, L. M. Hille (1828—1898) Vossebanens far, C. E. Krefting (trafikkdirktør 1887—97), Ole W. Lund, Peder Nilsen (arbeidsminister 1893—97) m. fl.

Men fra ca. 1860 og utover blev det utdannet stadig flere civilingeniører, fra først av i utlandet, som etterhånden overtok anlegg og drift av vore jernbaner. Blandt dem skal her bare nevnes *August Konow Fleischer* (1841—1931) som begyndte ved anlegget av Randsfjordbanen 1863, var overingeniør ved Hamar—Selbanen og Hell—Sundebanen, bandedirektør 1897—1910 og generaldirektør 1910—12.

Efterhånden blev det samlet en stor stab av dyktige anleggsingeniører som arbeidsledere under den periode av intens jernbanebygning som varte til 1883. Da blev det helt stans og det store anleggs-personale blev spredt. Fleischer blev brandchef i Christiania, inntil han i 1890 igjen blev overingeniør på Hamar—Selbanen, v. Krogh (senere distriktchef i Trondheim) og andre blev stationsmestre, Fasting (senere bandedirektør 1910—12) blev gårdbruker i Sverige. Ved gjenoptakelsen av jernbanebygningen i 1890 måtte en ny stab av ingeniører samles.

Også anleggsarbeidere måtte opplæres helt fra nytt da jernbanebygningen begyndte i 1850-årene og det utviklet seg etterhånden en stor stakk av profesjonelle anleggsarbeidere som drog fra det ene anlegg til det neste. En stor procent av disse kom fra Sverige hvor det var store fluktuationer i den til tider sterkt forcerete jernbanebygning. Dette var årsaken til at rallarnes (anleggsluskens) sprog blev sterkt opblandet med svensk, hvilket har holdt seg op til vore dager.

Fig. 1 viser jernbanenettets vekst 1854—1954. Fig. 2 viser arbeidsstyrken ved jernbaneanleggene i tiden 1858—1954. Det sees at styrken i 1878 nådde over 11 000 mann, og i disse år, da industrien endnu befandt seg i sin ungdom, spilte jernbaneanleggenes absorption av ledig arbeidskraft en meget stor social rolle og bidrog til at landet kom lettere over den dype og langvarige depression som satte inn sidst i 1870-årene.

Den midlere akkordfortjeneste er vist på fig. 3. Det sees her at den holdt seg temmelig jevn på 3 a 4 kroner pr. 10 timers dag fra 1890 helt til streikene i 1912 og 1913, hvorefter den steg raskt. — Arbei-

dernes boligforhold var til det ytterste primitive. Bare der hvor den faste bebyggelse var så glissen at innlosjering på gårdene var utelukket, sørget anlegget for å bygge brakker. Det var mest 12 eller 16 manns brakker, reisverksskur med ett større rom hvor folkene skulde spise, sove og opholde seg, og ett tilbygget kott for kokken. På Bergensbanens høyfjell var brakkene mest bygget av sten og om mulig enda tarveligere end trebrakkene. En bedring i disse triste boligforhold begyndte så smått etter streikene i 1912 og 1913. Samtidig blev sykekassene innført, etterhånden etterfulgt av familietillegg og forskjellige andre sociale forbedringer. — Om rallarnes liv på Ofotbanen findes allerede en hel litteratur, på Bergensbanen også ikke så litet. Også på Dovrebanen måtte det bygges brakker ikke bare på fjellet men også på de lange øde skogstrekninger i Rennebu, Inset og Opdal. Det var de ovennevnte simple 16-mannsbrakker, og der utfoldet rallarlivet seg som på de «klassiske» anlegg. I en brakke skulde de ture jul engang og så blev det krangel om kokkas gunst. Der var endel finner iblandt, og de er jo kjendte som raske med kniven. Da hjernerne begyndte å klarne neste dag fandtes en mann ihjelstukket i en køie og en mann var totalt forsvunnet.

Ved anlegget av de ældste baner blev kontraktører benyttet i stor utstrekning. Dette system var jo og er fremdeles almindelig i utlandet, og Pihl hadde selv hatt kontrakter ved anlegg i England. Her hjemme fandtes det dengang neppe noen erfarne, vel innarbeidede kontraktører, det var helst de såkaldte «kvakkere» som hverken hadde den nødvendige kyndighet, anleggsredskap eller driftskapital. Det forekom at de en vakker dag gikk fra akkorden og sine forpliktelser overfor arbeiderne, så anlegget måtte enten overta arbeidet eller gå med på en forhøyelse av akkordsummen. Allerede på den tid opstod derfor hos arbeiderne en sterk uvilje mot kontraktørssystemet ved de offentlige anlegg, som vokste fremover og som også fikk uttrykk i Stortinget. Systemet blev derfor etterhånden forlatt, bortsett fra enkelte større specialarbeider. — Under Rørosbanens anlegg utbrøt i april 1873 den første streik ved Støren som skyldtes misnøye med en kontraktør. — Ved anlegget av Vossebanen (1875—1883) blev de tallrike tunneler overtatt på kontrakt av Ingeniør Nils Henrik Brun for en oprindelig sum av kr. 2 044 000. Ingeniør J. J. Fasting, senere bandedirektør og overbestyrer på N. H. J., ledet arbeidet for Brun og hadde også egne kontrakter. På Hamar-Selbanen hadde Fasting kontrakt på en strekning og var avdelingsingeniør på en anden avdeling. Mest



**MIDLERE AKKORDFORTJENESTE  
VED JERNBANEANLEGGENE  
I TIDEN 1858 - 1954  
KR. PR. TIME**

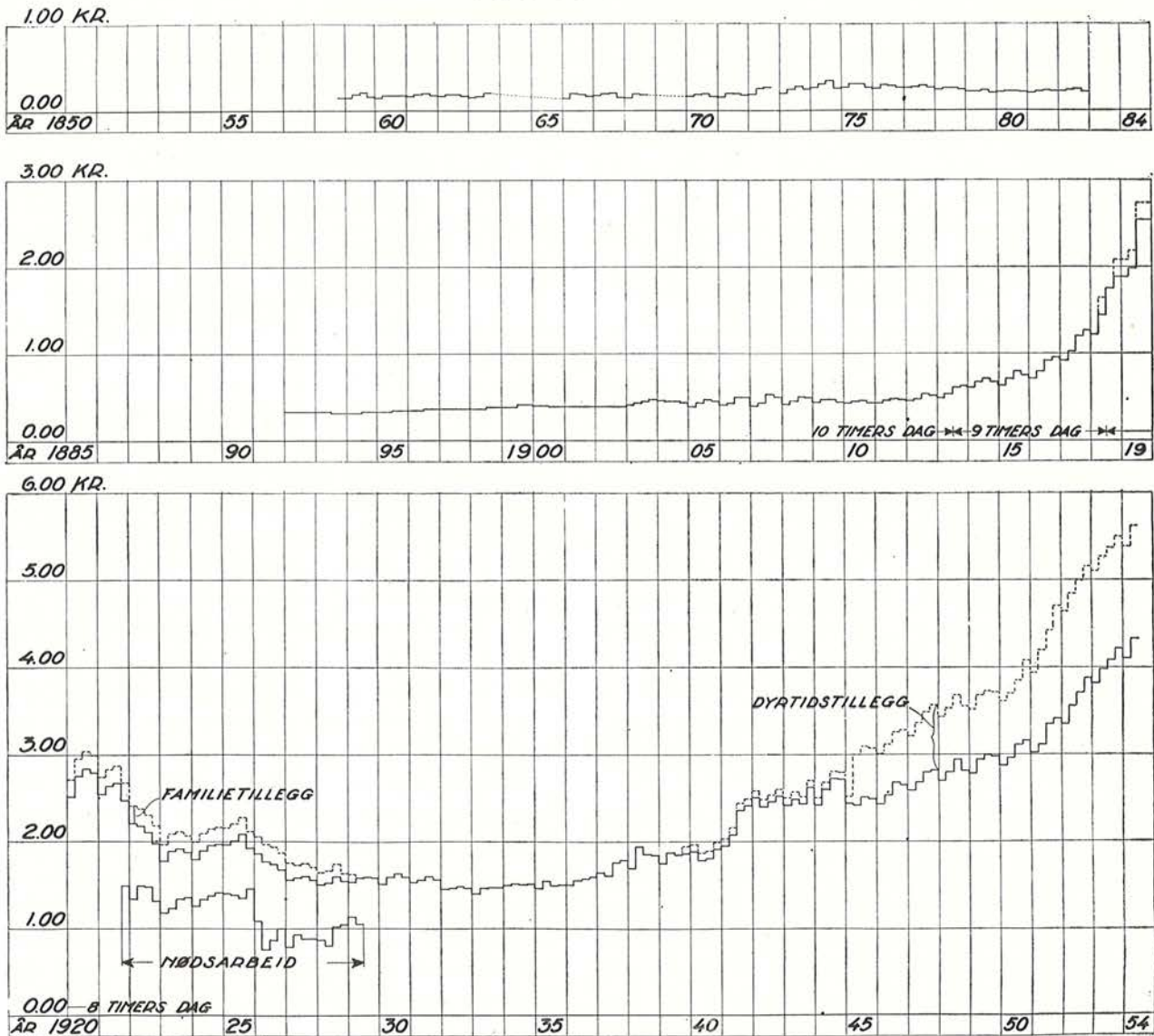


Fig. 3.

kjent fra noe senere år er ingeniørfirmaet Strøm & Hornemanns kontrakt på bygning av Gravehals-tunnelen (1895—1904) for en oprindelig sum av kr. 2 900 000. Oberstløytnant Ole W. Lund (1848—1915) som var sektionschef på Vestfoldbanen, hadde senere en rekke kontrakter både her og i utlandet. Hans navn er særlig knyttet til Ofothbanens første anlegg hvor han var direktør for det engelske selskap som hadde koncession på banen. Videre bør nevnes kontraktør S. Sørensen (1847—1904), en selv-

lært mann der begyndte som flisegutt ved stikningen av Randsfjordbanen og senere hadde kontrakt på bygning av en rekke private jernbaneanlegg, sidst Lierbanen og Valdresbanen.

Den forcerte jernbanebygning vi hadde i forrige århundre var et veldig krafttak for vort fattige land med de sterkt begrensede finansielle resurser. I 1870-årene blev det til jernbanebygning anvendt mellom 6 og 13 millioner kroner pr. år, og dette tynget sterkt på et statsbudget som dreide seg om



## Jernbaneanlegg i 1870-80 årene

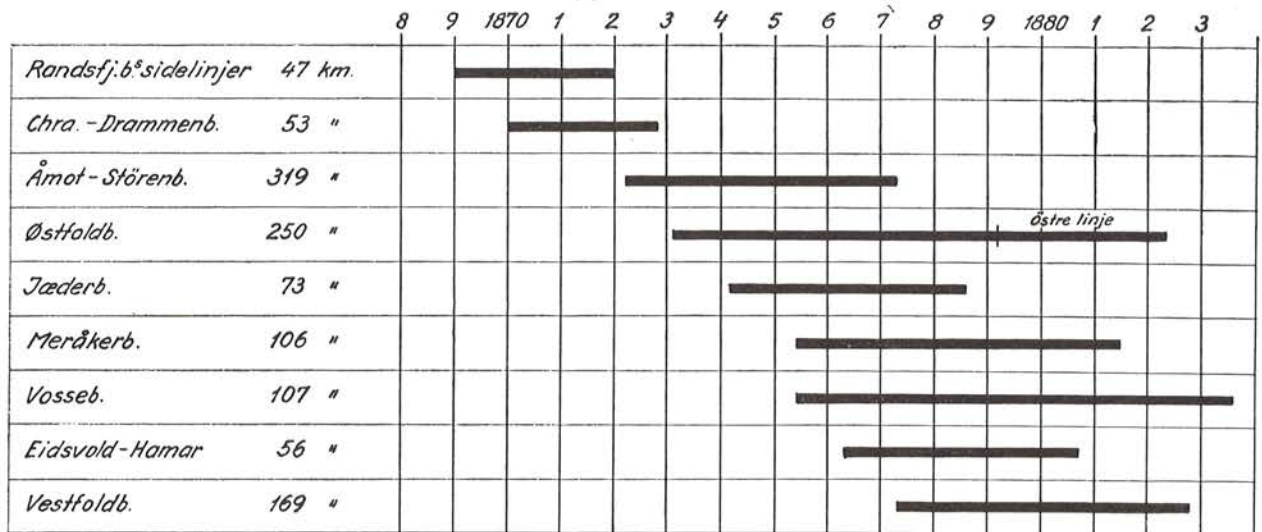


Fig. 4.

trethi mill. kroner. Sålenge Stortinget samledes bare hvert tredje år, men også noe senere, blev hele overslagssummen bevilget overrett når en bane blev besluttet. Tildels (Chra.—Drm.banen og Randsfjordbanens sidelinier) var det den for anledningen beskikkede anleggsbestyrelse som selv måtte negociere på markedet de nødvendige lån av anleggs-kapital som blev optatt for anleggets egen regning, ikke som ordinært statslån. Dette system med engangsbevilgninger medførte ialfald den fordel, at anleggsarbeidet kunde disponeres og drives uavhengig av variable årlige bevilgninger slik som nutildags.

Fig. 4 viser at det i 5-året 1875—80 var igang samtidig ikke mindre end 7 forskjellige anlegg med en samlet lengde av 1180 km. Man kan forstå at det i vide kredser opstod en voksende opinion mot denne voldsomme anleggsvirksomhet. Da det så fra 1877 inntraff en rekke dårlige år for landet med en økonomisk krise og nedgang i statens inntekter opstod det spørsmål om å nedsette bevilgningene og utsette fullførelsen av de igangværende jernbaneanlegg. Stortinget i 1878 bevilget imidlertid hele det beløp som jernbanestyrelsen hadde foreslått.

Ved Kgl. Resolution av 7. november og 11. des. 1874 blev det nedsatt en kommission til å «udarbeide udkast til en plan for de jernbaneforetagender der kunne antages at ville blive udført for statskassens regning». Allerede under 5. februar 1875 avgav kommissionen forslag til en meget omfattende plan for sådanne nye jernbaneanlegg for en periode av 12 a 15 år. Forslagene førte imidlertid ikke frem. Da den sidst bevilgede bane, Vossebanen, var fuld-

ført 1883 blev det helt stans i anleggsvirksomheten. Dette skyldtes ikke særlig jernbanestyrelsen eller regjeringen, disse fremsatte fortsatt forslag til nye anlegg, men Stortinget og folkeopinionen var på grunn av de dårlige tider så defaitistisk innstillet at det avskog samtlige forslag helt til 1890, da Gudbrandsdalsbanen m. fl. blev besluttet bygget.

Men både før og etter stansen var alle på det rene med at betingelsen for å få bygget jernbaner var at de var billige, og så fikk vi de tarvelig utstyrte banene som efterhånden måtte døye så mange hånsord over «norsk jernbanestell».

Det mest synbare resultat av sparemanien var innførelsen av det smale spor. Ved dette Bandedirektør Pihl's hjertebarn opnåddes en betydelig besparelse i de førstegangs anleggsutgifter. Mens de bredsporte baner bygget før 1900 kostet gjennomsnittlig ca. 100 000 kroner pr. km var anleggsutgiften for de smalsporte ca. 65 000 kroner pr. km. Værre var det med drifts- og vedlikeholdsutgiftene, de var omtrent ens for begge sporvidder.

Transportevnen på de smalsporte baner var vel fra først av i samsvar med det beskedne trafikkbehov, de fylgte sin oppgave og bidrog i høy grad til landets utvikling. Men efterhånden som trafikken utviklet seg svarte transportevnen ikke lenger til det voksende trafikkbehov og — i forbindelse med de mange ulemper ved sporbruddene — blev ombygning av smalsporbanene en bydende nødvendighet. Ombygningen kom imidlertid i en periode med langt større finansiell evne end på anleggstiden, og de billige smalsporbaner hadde da gjort sin tjeneste i omkring et halvt århundre,



derfor fortjener de en hederlig plass i vor jernbanehistorie.

Men det var ikke bare de smalspørte baner som var enkelt og tarvelig utstyrt, det gjaldt også de fleste bredspørte baner.

For liniens vedkommende holdt nok de ældste bredspørte baner, særlig Kongsvingerbanen og Smålensbanen, noenlunde samme standard som de samtidige baner i utlandet. Men «Kommunikasjonskomiteen av 1883» som gav sin innstilling i 1886 innførte den ulykksalige klasse II for bredspørte baner, og denne klasse blev nu lenge fulgt ved alle nyanleggene undtagen Ofofbanen. Dette betydelige tilbakeskritt betegner et kompromiss i sporviddestriden, som da hadde rast i mange år.

Det var først og fremst planeringen det skulde spares på. Planeringsbredden blev innskrenket både i skjæring og fylling og ballastbredden blev tilsvarende mindre. Også kurvaturen tillotes knappere end før. Forutsetningen var at kjørehastighet og aksellast kunde innskrenkes i forhold til de tidligere byggede hovedlinier. Prisdifferensen mellom kl. I og kl. II dreide seg om summer som i vore dager synes latterlig små men som dengang spilte en stor rolle. Slik gikk det til at selv gjennomgangslinier som Hamar-Dombåsbanen og Bergensbanen\* blev bygget etter klasse II, hvilket vi lider under den dag idag. Hvad bare de altfor smale fyllinger — særlig etter setningen — har kostet av ulemper, utgifter og ergrelser lar seg ikke beregne, og den skrittvisse utbedring som sker er kostbar og langvarig — det vil vise seg i utpreget grad når banene skal elektrificeres.

Så i 1910 var utviklingen og forståelsen hos de bevilgende myndigheter kommet så langt at det lykkedes jernbanestyrelsen å få innført en ny klasse I for planeringen, som vel stod tilbake for Kongsvingerbanen og Smålensbanen, men som dog var et stort fremskritt fra den hittil brukte klasse II. Det var «Ny normal 271» av 1911. Også for klasse II kom en «Ny normal 272». Daværende statsråd, senere banedirektør H. J. Darre-Jenssen har nok en stor del av æren for at dette fremskritt blev kjempet frem trods sterk motstand, ikke minst fra Departementets tekniske konsulent, som i mange retninger like til det sidste virket som en bøyg mot alle fremskritt, tiltrods for at han i sin tid hadde gått sterkt inn for et bredspørte banenett.

Klasse I blev nu besluttet anvendt på Dovrebanen og Sørlandsbanen, hvis anlegg netop da

\* Strekningen Voss—Taugevann blev i 1894 endogså besluttet bygget smalspørte, først i 1898 blev bredt spørte besluttet.

blev satt igang. — Også drenering og planmessig utskiftning av teleskytende masser blev nu innarbeidet ved anleggene — tidligere var dette skedd famlende og planløst — og en forbedret anordning av overgangskurver blev innført, likeså utvidelse av mindste tversnitt. Endnu var fyllingsbredden og dermed ballastbredden i knappeste laget selv ved kl. I, dette er i nogen grad forbedret ved Normalblad 4 av 1939. (Se også Overingeniør Skjennebergs artikkel i Tekniske Meddelelser nr. 3-4, s. 57, 1954.)

Straks før og under høykonjunkturen i forbindelse med første verdenskrig vokste anleggsutgiftene pr. km bane i en avskrekkende målestokk. Dette skyldtes dels inflationen, men var også en følge av de sociale fremskritt og en betydelig økning av arbeidslønningene. Dette førte i 1920 til nedsettelse av «Komiteen til revision av prinsippene for vor jernbanebygning» som avgav sin innstilling i desember 1921. I denne innstilling anbefales bl. a. det så ofte før og senere fremholdte prinsipp, som dog aldrig er blitt befulgt, at man bør bygge under lave konjunkturer og innskrenke bygningen under høykonjunkturer samt koncentrere seg om 2 a 3 anlegg istedenfor å sprede de opnåelige bevilgninger over en rekke samtidige anlegg som derved hver for seg blir forsinket.

Videre fremholdt komiteen betydningen av en større kjørehastighet og anbefalte i den forbindelse en største stigning på gjennomgangsbane på 16 ‰, undtakelsesvis 20 ‰, og en mindste kurveradius på 300 m, undtakelsesvis 250 m, samt rationelle overgangskurver. Forøvrig anbefales elektrisk drift samt en rekke administrative reformer ved anleggene.

På andre områder viser komiteen imidlertid mindre forståelse av, hvilke ulemper og økte drifts- og vedlikeholdsutgifter det følger med sparing på de førstegangs anleggsutgifter. Således anbefales det å sløyfe grøfter «hvor forholdene tillater det» samt å innskrenke masseutskiftning på anleggene idet denne overlates til driften å ta seg av! Videre anbefaler den å gå over til flasket tømmer istedenfor firkantsviller samt å fortsette med å bruke grusballeder hvor den er å få vesentlig billigere end pukk. På stasjoner bør sporplan, planering og plattformer innskrenkes mest mulig og husbygninger forenkles.

Disse reaktionære punkter i innstillingen har vel sinket, men dog ikke helt hindret et rationelt fremskritt og modernisering av ældre baner og nyanlegg såvidt som de knappe bevilgninger har tillatt det.

Også for overbygningen gjaldt det helt op mot vore dager at den strengeste sparsomhet blev iagtatt ved anleggene såvelsom under senere skinne-



bytning. Bredsporte gjennomgangsbaner som Gudbrandsdalsbanen og Bergensbanen nedenfor fjellet fikk 25 kg skinner, og 30 kg skinner var den høyeste tenkelige skinnvekt helt til kl. I medførte 35 kg skinner på Dovrebanen og senere anlegg. De gamle utskiftede skinner fra en bane blev delvis tildelt en anden bane, ofte til blandet glede for denne. Da således Flekkefjordbanen fikk seg tildelt Vossebanens utrangerte 17.4 kg skinner skrev Driftsbestyrer Johan David Lorange til Styrelsen: «Det er jo almindelig i barnerike familier at de yngre barn får arve sine eldre søskendes avlagte klær, men forutsetningen bør ialfald være at disse ikke er helt utslitte.»

Arbeidsmetoden ved anleggene var helt op mot vore dager den gode gamle med anvendelse av muskelkraft og sprengstoff, i overensstemmelse med maskinteknikkens daværende standpunkt. Til fjellsprenning brukte man fra først av krutt eller «sprengolje» (nitroglycerin i flytende form) inntil dynamitten blev opfunnet og kom i bruk omkring 1870. Det var da ikke underlig, at man dengang kviet seg for store fjellarbeider og at lange tunneler her i landet ansåes helt utelukket. — Transporten av masser skedde hovedsakelig med trillebør, desuten bruktes sleder, hjultraller på skinner av tre eller jern og tippkjerrer som blev skjøvet for hånd med en lang vognstang. Decauvillemateriell blev almindelig i 1890-årene.

Først omkring århundreskiftet gikk man til anvendelse av stenkusemaskiner ved Hovedbanens dobbeltsporanlegg og senere på Bergensbanens høyfjellstrekning, og ved driften av Gravehalstunnelen og Reinungatunnelen på Bergensbanen blev anvendt maskinboring efter tre forskjellige systemer, delvis med mindre godt resultat. Det var først ved anlegget av Dovrebanen og Sørlandsbanen fra ca. 1914 at man efterhånden innførte flere arbeidsmaskiner såsom decauvillelokomotiver, stenkusere, boremaskiner m. m. Denne utvikling har senere fortsatt og er efterhånden også kommet driftsbanenes vedlikehold til gode.

Byggemåten ved anleggene var meget lenge preget av en vidtgående konservatisme. Brokar, hvelvbroer og støttemurer blev like til omkring 1915 utelukkende utført av natursten. Rundt om på vore baner kan man se disse vakre, evigvarende byggverk, førsteklasses stenhuggerarbeide utført i edle stensorter såsom store hvelvbroer som er en pryd for landskapet. Men omkostningene ved denne byggemåte blev efterhånden høye og byggetiden blev lang.

Bruken av betong og særlig av armeret betong støtte lenge på sterk motstand fra de avgjørende myndigheter som ut fra princippet «safety first» stilte seg skeptisk til det nye byggemateriale. Under min studietid i Tyskland for halvhundre år siden traff jeg delvis på den samme innstilling hos ældre proffer. Blandt momenter som virket i samme retning bør nevnes, at motorteknikken endnu ikke hadde klart å levere lett transportable og dog helt pålitelige drivmaskiner for betongblandere, og særlig må en minne om at betongteknologiens vældige utvikling tilhører de sidste få decennier.

Et fremskritt fra de senere år som må tillegges avgjørende betydning og som allerede har brakt og fremtidig vil bringe store lettelser for anleggsingeniøren som skal bygge under vore vanskelige naturforhold er oprettelsen av *jernbanens geologiske og geotekniske kontor*. Ved alle de anlegg og driftsbaner hvor jeg har tjenstgjort har jeg truffet på forrederisk lergrunn, farlig televirksomhet og utrygt fjell. Behandlingen av og sikringen mot disse vore motstandere i naturen byr på interessante men vanskelige oppgaver, men arbeidet måtte lenge ske på helt empirisk og forsøksmessig grunn, bygget på den enkelte ingeniørs skjønn og erfaring. Den vitenskapelige undersøkelse og behandling av disse problemer er en reform av epokegjørende betydning.

Ved den tarvelige, lette byggemåte både for over- og underbygning som blev befulgt før 1910 og delvis også senere, opnåddes at anleggsutgiftene pr. km bane blev moderate og at tilsvarende flere kilometer bane kunde bygges, men som nevnt medførte dette at banenes vedlikehold krevde uforholdsmessig meget arbeide som vokste eftersom togtettheten og aksellasten økte. Helt op til første verdenskrig var det imidlertid god tilgang på arbeidskraft, og lønningene var meget lave både for fast personale og ekstraarbeidere. Trods det store vedlikeholdsarbeide på linie og stationer kunde derfor jernbanen dekke sine driftsutgifter og gi et overskudd på 1 a 2 % av anleggskapitalen helt til 1917—18. Så sent som 1928—29 notertes et overskudd på 1½ mill. kr., men vel å merke med helt utilstrekkelige avsetninger til fornyelse.

Når det regnskapsmessige resultat av driften i senere år har stilt seg så ugunstig så skyldes det i ikke liten grad at man tidligere bygget billig og tarvelig, ikke sørget for fornyelse og ikke i tide sørget for å heve byggestandarden og å modernisere de ældre baner. Å avhjelpe dette nu krever veldige summer, men det må til om jernbanen fortsatt skal kunne løse sin viktige oppgave.



# ARBEIDSSTUDIER SOM HJELPEMIDDEL VED RASJONALISERING AV VERKSTEDDRIFTEN

Foredrag i N. I. F., Jernbaneingeniørenes avdeling, 8. februar 1954

Av overingeniør A. Øhrn

DK 658.54:625.26(481)=396

123

Med en viss rett vil det kunne sies at all virkelig ingeniørkunst er en form for rasjonalisering, idet det jo er den mest hensiktsmessige løsning ingeniøren bør tilstrebe. Men når man i dag taler om rasjonalisering, tenker man først og fremst på systematiske undersøkelser med sikte på å oppnå en mer effektiv utnyttelse av produksjonsmidlene. Når disse systematiske rasjonaliseringsbestrebelse har skutt slik fart i de siste decennier, skyldes det ikke minst at man har fått et nytt verktøy i rasjonaliseringsarbeidet, nemlig den metodikk som i sin tid ble lansert av Taylor, og som senere er forbedret og utviklet videre til det vi i dag kaller arbeidsstudier.

Også NSB har funnet å burde ta dette rasjonaliseringsverktøy i bruk. I 1949 ble det satt i gang arbeidsstudier i verksteddriften. Senere har Økonomiavdelingen, ved Organisasjonskontoret, tatt i bruk arbeidsstudier ved utførelse av rasjonaliseringsoppdrag på andre felter innen jernbanedriften.

Når man innfører arbeidsstudier, må man være klar over at dette ikke er et rent teknisk anliggende. Gjennom arbeidsstudiene — og da særlig gjennom tidsstudiene — kommer man nemlig inn på områder hvor den enkelte arbeidstaker kan føle seg personlig berørt. Her ligger latent konfliktstoff, og arbeidet må derfor settes i gang med adskillig forsiktighet om det skal lykkes. Før man kan komme i gang for alvor, må det drives en ganske utstrakt opplysningsvirksomhet, det må opprettes avtaler og utarbeides retningslinjer. Uten en viss grad av samarbeidsvilje fra personalets side nytter det ikke å drive arbeidsstudier. Av dette følger at man må ta tiden til hjelp. Saken må modnes. Folk må få tid til å venne seg til tanken. Derfor blir arbeidsstudievirksomheten litt av et tålmodighetsarbeid. Den som står ansvarlig for arbeidsstudievirksomheten, vil snart merke hvor skoen trykker. Han vet at han bør ta tiden til hjelp — at det må lirkes og jenkkes for å få det til å gå uten for store friksjoner. På den annen side vil han se med uro på omfanget av det organisasjonsapparat han bygger opp for å få arbeidsstudiene etablert. Han vet at dette trekker penger, og da hans avdeling ikke har noen berettigelse hvis den ikke bidrar

til å spare penger for bedriften, har han et naturlig ønske om å kunne drive arbeidet slik at det kan fremvises håndgripelige resultater så snart som mulig. Hvor fort arbeidet kan drives fram, blir da en vurderingssak for arbeidsstudiesjefen, i hvert fall så lenge han ikke står under press fra bedriftsledelsen. Mangen arbeidsstudieavdeling har nok måttet fire betenkelig på hellige prinsipper for å tilfredsstillende en utålmodig bedriftsledelse. Dermed kan starten ha blitt uheldig. I denne henseende har ikke vi hatt noen vanskeligheter, vi har fått arbeidsro.

En arbeidsstudievirksomhet av den art det her gjelder, må knyttes nært til den stedlige ledelse i verkstedene. Ellers vil den høyst sannsynlig komme til å arbeide meget tungt. Vi valgte derfor å bygge opp en arbeidsstudievirksomhet basert på faste lokale avdelinger ved de større verksteder. I spissen for avdelingen setter vi en arbeidsstudieleder. Han står direkte under verkstedets sjef og er sideordnet lederne av de enkelte verkstedavdelinger. I prinsippet er altså arbeidsstudievirksomheten desentralisert, men man har sørget for å etablere et koordineringsorgan i form av et lite arbeidsstudiekontor i Hovedstyret. På dette kontor hviler da ansvaret for utforming av direktiver og retningslinjer. Kontoret må også fastsette avdelingenes arbeidsoppgaver i samråd med de enkelte verkstedssjefer. Koordineringsorganet må ta seg av opplysningsvirksomheten og alle rent arbeidsstudietekniske spørsmål, som verkstedledelsen ikke kan forutsettes å være sakskyndig i. Det må for øvrig kunne tre støttende til når som helst situasjonen krever det. Etter hvert som virksomheten utbygges, vil den viktigste oppgave sannsynligvis bli å formidle resultatene av studiene verkstedene imellom.

For tiden har vi arbeidsstudieavdelinger ved de 4 største verksteder (Oslo, Drammen, Trondheim, Grorud). Det samlede arbeidsstudiepersonale er på 11 mann, hvorav 3 er knyttet til Hovedstyret.

Begrepet arbeidsstudier kan defineres slik: En systematisk og detaljert undersøkelse av et arbeid med det formål å finne fram til den raskeste, beste



A. Produktiv tid	= 6,0 timer
B. Driftsteknisk tapstid: 17% av A	~ 1,0 »
C. Personlig tapstid:	
1. Personlig behov: 6% av (A+B)	~ 0,4 »
2. Hviletilllegg: 10% av A	= 0,6 »
D. Standardtid:	<u>= 8,0 timer</u>

Fig. 1. Eksempel på tidsfordeling.

124

og minst anstrengende arbeidsmetode, for *deretter* å fastsette den tid som arbeidet krever når det utføres i et rimelig tempo av en gjennomsnittsarbeider.

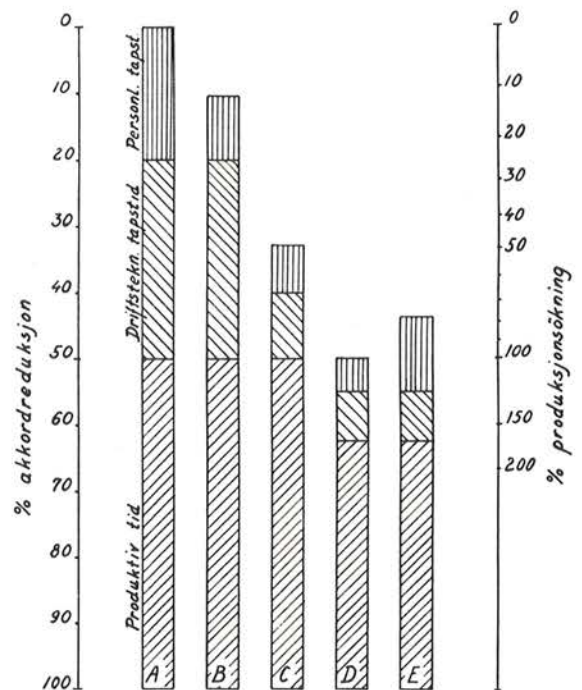
Man vil av definisjonen merke seg at arbeidsstudier og tidsstudier ikke er synonyme begreper. Tidsstudiene er *en del* av det hele, riktignok en viktig og temmelig uunnværlig del — dessverre får man nesten si — men dog bare en del av arbeidsstudievirkningskraften. Det er metodestudiene som bør ofres den største oppmerksomhet, det er her gullgruben ligger, og det er dette felt som byr det tekniske personale de mest interessante arbeidsoppgaver. Og med metodestudier menes ikke bare studier med henblikk på forbedring av verktøy og maskiner, men også tiltak av organisatorisk art, tiltak som kan gjøres for å redusere de såkalte driftstekniske tap som knytter seg til selve arbeidsprosessen, transportforholdene eller materiallagringen.

Driftstekniske tap er en fellesbetegnelse for mangler ved driften. Typiske driftstekniske tapstider er venting på transport, venting på materialer, venting på andre, feil ved maskiner og utstyr m. v. Enhver arbeidsprosess er beheftet med visse driftstekniske tap; det gjelder da å treffe tiltak som reduserer disse tapstider til et minimum.

Ethvert arbeid som utføres av mennesker, vil dessuten være beheftet med tapstid som knytter seg til mennesket, den såkalte personlige tapstid. Denne tapstid sammensetter seg av hva man i arbeidsstudierterminologien betegner med personlig behov (p. b.), for dekning av de vanlige fysiologiske krav som melder seg (drikke vann, besøke toalett osv.) og en andel som varierer med arbeidets tyngde eller andre sjenerende omstendigheter (larm, røyk, hete m. m.). Den personlige tapstid som registreres under en tidsstudie, kan være avvikende fra det man vil godkjenne. Denne tidsandel blir altså korrigert, men det er feil å tro at det er dette punkt som er det vesentlige ved en arbeidsstudie. Riktignok må man sørge for at arbeidstiden utnyttes, slik at den personlige tapstid holdes på et rimelig nivå, men det er begrenset hva man kan oppnå ved å

skjære ned denne tidsandel. Det er først når man får tatt knekken på store driftstekniske tapstider og kanskje også får omlagt arbeidsmetodene, at man oppnår resultater som virkelig monner. I alle tilfelle ville det være helt forkjørt å fare over verkstedene med lettvinde tidsstudier for å konstatere arbeidstidens utnyttelse, og benytte dette til å slå ned akkordene, uten at man har satt noen som helst spor etter seg når det gjelder forbedringer. Store driftstekniske tap er et irritasjonsmoment på arbeidsplassen. De virker demoraliserende, og man skal ikke vente å finne lave personlige tapstider på arbeidsplasser hvor de driftstekniske tap er store. Et eksempel på hvordan tidsfordelingen for en 8 timers dag kan være etter en foretatt arbeidsstudie, er vist i fig. 1. På denne måte bygges alle akkorder opp. De anvendte tapstidsprosenten er tilfeldig valgt, de kan være større eller mindre alt etter arbeidets art.

Betydningen av å ofre de driftstekniske tap en grundig undersøkelse og å søke etter forbedringer av selve arbeidsmetoden, kan illustreres ved et eksempel. I fig. 2 betegner A en tidsfordeling man har funnet ved tidsstudier av en arbeidsprosess. Den



A: Opprinnelig tidsfordeling.  
 B: Akkordnedslag. Personl. tapstid redusert fra 25 til 12%  
 C: Arb.studert. Driftstekn. tapstid redusert fra 60 til 20%  
 D: Arb.studert. Metode forandret. Prod. tid redusert med 25%  
 E: Som D, men beholdt opprinnelig personl. tapstid

Fig. 2. Tidsreduksjon ved arbeidsstudier.



personlige tapstid er registrert til 25 %. Ved en vurdering av arbeidets tyngde finner man det rimelig å korrigere denne tidsandel til f. eks. 12 %. Denne korreksjon er foretatt i kolonne B. Med dette oppnår man å senke akkorden ca. 10 % — en forholdsvis beskjeden gevinst. Dette vil være resultatet hvis man innskrenker undersøkelsen til en overfladisk tidskontroll. Men det er å begynne i den gale enden. Ved en virkelig arbeidsstudie vil man først og fremst gripe fatt i tidsandelen *driftstekniske tapstider*. Ved reparasjonsvirksomhet, som vi har i våre verksteder, er denne tidsandel ofte temmelig stor. I dette eksempel er driftstekniske tap registrert til hele 60 % (av den *produktive* tid), og det har lyktes — ved forskjellige tiltak — å redusere denne tidsandel til 20 %. Med 12 % for p. b. og hvile blir akkordreduksjonen 33 % (kolonne C). Videre viser en analyse av selve arbeidsprosessen (produktiv tid) at det er mulig å innføre forbedringer som resulterer i 25 % reduksjon av denne tidsandel. Med de samme prosentvise tapstider som før får vi det bilde som er vist i kolonne D. Akkorden er redusert med 50 %, det vil si at produksjonen er øket med 100 %. Endelig viser kolonne E hvordan forholdene ville tatt seg ut om man hadde beholdt det personlige tapstillegg man fant ved den opprinnelige studie (25 %). Selvfølgelig får det innvirkning på resultatet, men gevinsten blir allikevel meget stor. Hermed er ikke sagt at man skal unnlate å korrigere personlige tapstider. Unormale personlige tapstider må korrigeres; man skal bare ikke overvurdere betydningen av denne side ved arbeidsstudiene.

Det er altså metodestudiene som bør ofres størst oppmerksomhet, herunder også de forhold som er bestemmende for de driftstekniske tapstider. Ved grundige analyser kan man oppnå betydelige resultater, og tidsreduksjoner som i dette eksempel er ingen utopi. Et eksempel, hentet fra et av våre verksteder, vil vise hva man under heldige omstendigheter kan oppnå (fig. 3). Arbeidsstudien gjaldt revisjon av en del aggregater av forskjellige størrelser. Diagrammet viser den tid som revisjonene krevet før arbeidsstudiene ble påbegynt, og de reduksjoner som er foretatt under og etter arbeidsstudiene. Studiene er avsluttet for 2 typer aggregater (A og B). Som man ser, har reduksjonen i dette tilfelle foregått skrittvis. Den første reduksjon ble foreslått av arbeiderne etterat det var gjort foreløpige arbeidsstudier. Disse hadde ført til at det ble rettet på flere forhold som arbeiderne hadde vært misfornøyd med. Belysningsforholdene ble forbedret, det ble anskaffet stoler for spesielle

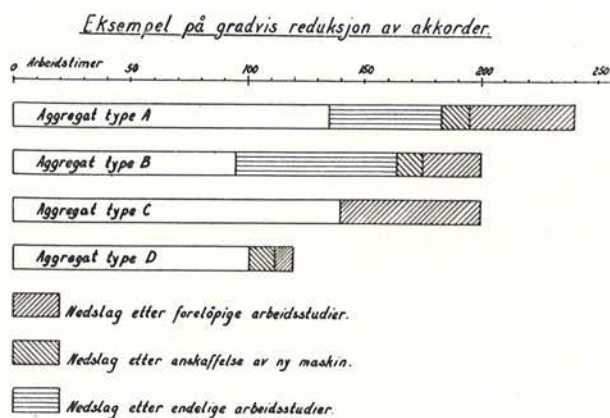


Fig. 3.

arbeider, man sørget for at det sto nok og velegnet håndverktøy til disposisjon osv. Den andre reduksjon kom etterat man hadde anskaffet en ny spesialmaskin. Endelig kom den tredje og siste reduksjon etterat alle forhold var tilrettelagt for et rasjonelt arbeidsforløp, og etterat avsluttende tidsstudier (akkordstudier) var foretatt. Man vil se at reduksjonene er av størrelsesorden 40—50 %.

Hermed er det ikke sagt at vi venter å oppnå lignende resultater på alle arbeidsområder i verksteddriften. Det er ikke like store muligheter overalt, og det vil heller ikke alltid gå så glatt med gjennomføringen. Imidlertid er de erfaringer vi hittil har gjort på forskjellige arbeidsområder, meget lovende.

For å gi et begrep om hva metodestudiene kan omfatte, vil jeg i det følgende gjennomgå de viktigste momenter man bør ta i betraktning ved metodeanalyser av arbeidsoperasjoner i våre verksteder. Det ligger i sakens natur at en arbeidsstudiemann skal være kritisk innstillet. Han skal ikke ta noe for gitt. Derfor må han stille seg selv en rekke spørsmål, og for å kunne gå systematisk til verks vil det være hensiktsmessig å støtte seg til en huskeliste (fig. 4).

Huskelistens første spørsmål, om arbeidsoperasjonen er nødvendig, kan virke søkt; men man har eksempler på at det utføres arbeidsoperasjoner som faktisk er overflødige. Det er derfor nyttig først å ta standpunkt til dette spørsmål.

Spørsmål nr. 2, om arbeidet utføres nøyaktigere enn nødvendig, må av og til besvares med ja. Men dermed er det ikke sagt at det alltid er riktig å ta konsekvensen av dette. Man støter nemlig her på yrkesstoltheten og den naturlige trang til å gjøre pent arbeid. Man må derfor her være litt forsiktig.

Så følger spørsmål om materialenes kvalitet, bearbeidbarhet, dimensjoner osv.



Den tredje spørsmålsgruppe, om arbeidsstykket, tilsikter å klargjøre hvor meget arbeid man kan legge i metodestudier. Man må jo alltid anlegge økonomiske betraktningmåter på et studium. Hvor meget man kan fordype seg i detaljene, vil avhenge av forekomsten av arbeidsprosessen. Spørsmål 4, om en konstruksjonsforandring vil gjøre fremstillingen eller vedlikeholdet billigere, er viktig. Egentlig bør dette spørsmål være vurdert på et tidligere stadium, når man konstruerer delen.

Transportforholdene er av vesentlig betydning for en rasjonell utførelse av arbeidet, og de spørsmål som stilles om transportforholdene, fører ofte til inngående undersøkelser av transportveier, transportutstyr, muligheter for å få utført transportopdragene m. m. Enkelte ganger kan transportforholdene være så vanskelige, at man må ta opp dette spørsmål til undersøkelse i full bredde, før man overhodet kan tenke på arbeidsstudier av de egentlige produksjonsprosesser. Resultatet av slike studier blir gjerne generalopprydding i lokalene for å komme fram med transportveier, oppmerking av slike veier, legging av faste dekker på utvendige veier, anskaffelse av tralleutstyr av forskjellige slag og kanskje opprettelse av en eller annen form for transportsentral.

Har verkstedlokalet kraner, kan undersøkelse av disses utnyttelse bli aktuelt. Her kan omfattende tidsstudier være på sin plass. Arbeiderne hevder ofte at de må vente uforholdsmessig lenge for å få kran. Setter man en arbeidsstudiemann til å studere kranens bevegelser i et par uker, vil man kunne få klarlagt dette forhold. Og er studien lagt riktig opp, vil den også gi opplysninger om *hva* som transporteres, *hvorfra* og *hvorhen* det flyttes osv. Ut fra dette materiale kan man treffe tiltak for å avlaste kranen og redusere ventetidene, f. eks. ved å overføre lettere transporter til gulvtransporter, innrette stasjonære kranarrangementer på plasser hvor det er konsentrert meget løftearbeid m. v.

Neste spørsmålsgruppe, om arbeidsforholdene, skal utfordre arbeidsstudiemannen til å undersøke om de ytre arbeidsbetingelser som belysning, ventilasjon osv., er så gode som man med rimelighet kan forlange. I størst mulig utstrekning bør sjenerende forhold ved arbeidslokalene som sterk larm, trekk, vann- og oljesøl m. v. søkes eliminert. Disse forhold har, som tidligere nevnt, innflytelse på de hviletidstillegg man gir ved utregning av akkorder.

Nå er det selvfølgelig nesten ikke grenser for hva man kan oppnå av forbedringer hvis man kunne disponere uten hensyn til økonomien. Det blir en

vurderingssak hvor langt man vil gå, men i alminnelighet bør man strekke seg temmelig langt. Senere i denne artikkel vil det bli beskrevet et eksempel på hva man kan oppnå når det gjelder å redusere larmen i et kjelverksted.

Spørsmålene angående arbeidsplassens utforming gjelder arbeiderens plassering i forhold til arbeidsstykket. Det kan komme på tale å skaffe hensiktsmessige arbeidsbenker, bukker, kanskje svingbare eller på annen måte stillbare jigger; lette, greie stillaser osv. Og arbeidsstudiemannen vil hevde at man bør sitte, hvis arbeidet like godt kan utføres i sittende stilling. Han vil også hevde at man bør sitte godt, hvis man først kan sitte. Jo bedre man tilrettelegger disse forhold, desto lavere hviletidstillegg blir det nødvendig å operere med.

Når det gjelder maskiner og verktøy, kan det stilles en rekke spørsmål om hensiktsmessighet, tilstand og utnyttelse. Ved sponfraskillende bearbeiding må man ta standpunkt til om hastighet, matning og kutt er avpasset slik at arbeidet går så fort som det er mulig, uten at kvaliteten lider eller verktøyet slites uforholdsmessig. Videre om verktøyet er slipt korrekt, om man har verktøy i reserve eller stadig må løpe til verktøyburet etter nytt, om det kan lages en eller annen jigg som letter oppspenningsarbeidet osv.

Ved studium av selve arbeidsforløpet må man ta standpunkt til spørsmålene: Er noen av *deloperasjonene* overflødige? Kan noen av *deloperasjonene* kombineres? Bør *deloperasjonene* rekkefølge forandres? Har arbeidsprosessen tilstrekkelig stort volum, så man kan ofre et inngående detaljstudium på den, vil man ofte kunne forenkle ganske meget ved en systematisk bruk av stikkordene: *eliminere, kombinere, forandre rekkefølge*.

Nå forekommer det tusenvis av forskjelligeartede arbeidsoperasjoner i våre verksteder, og det sier seg selv at på langt nær alle disse arbeider er av en slik betydning at man kan gå i detalj med hvert eneste moment som er oppført på huskelisten. Listen er derfor bare å betrakte som en støtte for en rask grovanalyse. Men ved noen punkter vil man nesten alltid finne en del å anmerke. Så får da en vurdering av arbeidsprosessens betydning avgjøre om man med utgangspunkt i disse anmerkninger vil utføre dyperegående analyser på enkelte punkter. Til slike finanalyser benyttes spesialskjemaer.

Disse mer generelle betraktninger skal i det følgende suppleres med et eksempel fra vår praksis. Som eksempel har jeg valgt en større studie som nylig er avsluttet, nemlig hovedrevisjon av loko-



Formål	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Er arbeidsoperasjonen nødvendig?</li> <li>2. Utføres arbeidet nøyaktigere enn nødvendig?             <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Hvilke toleranser?</li> <li>b) Er disse snauere enn nødvendig?</li> </ol> </li> </ol>	Maskin og verktøy	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Er maskinen den beste for arbeidet?             <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Har verkstedet bedre egnet maskin?</li> <li>b) Bør det overveies å anskaffe ny maskin?</li> </ol> </li> <li>2. Er maskinen i god stand?</li> <li>3. Er maskinens driftsarrangement det beste?</li> <li>4. Har den praktiske beskyttelsesanordninger?</li> <li>5. Blir maskinen fullt utnyttet?</li> <li>6. Er hastighet, mating og kutt avpasset for optimal ytelse ved økonomisk verktøystandtid?</li> <li>7. Hvis ikke — kan forholdene bedres? Hvordan?</li> <li>8. Kan automatisk mating anvendes?</li> <li>9. Er verktøyet det som passer best?</li> <li>10. Er verktøyet slipt og oppsatt korrekt?</li> <li>11. Foreligger det ferdigslipt verktøy i reserve?</li> <li>12. Hvem bør utføre verktøyslipingen?</li> <li>13. Hvor lang tid medgår til verktøyslipingen?</li> <li>14. Kan oppspenningsverktøyet (jigg) benyttes?</li> <li>15. Er de nåværende jigger hensiktsmessige?</li> <li>16. Bør arbeideren selv utføre oppstillingen?</li> <li>17. Blir innstillingstiden forlenget av:             <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Venting på tegning, verktøy, materiale o. l.?</li> <li>b) Kontroll av de første arbeidsstykker?</li> </ol> </li> <li>18. Vil tilvirkning av større partier i vesentlig grad redusere den samlede innstillingstid pr. år?</li> </ol>		
Materiale	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Er materialet det best egnede?             <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Kan det erstattes med billigere materiale?</li> <li>b) Kan lettere bearbeidbart materiale brukes?</li> </ol> </li> <li>2. Er det feil ved materialet?</li> <li>3. Er dimensjoner/vekt/overflatebehandling passe?</li> <li>4. Hvor stor er vrakprosenten? Kan den minskes?</li> </ol>		Arbeidsmetode	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Er arbeidsmetoden den beste? Kan den endres?</li> <li>2. Utfører arbeideren noe biarbeid samtidig?</li> <li>3. Bør dette utføres av en annen arbeider?</li> <li>4. Er noen av deloperasjonene overflødige?</li> <li>5. Er deloperasjonenes rekkefølge den beste?</li> <li>6. Kan noen av deloperasjonene kombineres?</li> <li>7. Ligger arbeidsoperasjonen riktig i forhold til foregående og etterfølgende operasjoner?</li> <li>8. Kan annet arbeide utføres under maskintiden?</li> <li>9. Gjøres godt nok arbeid i foregående operasjon?</li> <li>10. Utføres det godt nok for senere operasjoner?</li> <li>11. Er arbeidet lett eller tungt?</li> <li>12. Kan arbeidet lettes ved mekaniske hjelpemidler?</li> </ol>	
Del.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hvor stort er årsforbruket av delen?</li> <li>2. Hvor store partier tilvirkes?</li> <li>3. Hvor ofte tilvirkes/skiftes/repareres delen?</li> <li>4. Vil en konstruksjonsforandring gjøre framstillingen billigere eller øke delens levetid?</li> </ol>			Arbeider	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Er arbeideren kvalifisert for arbeidet?</li> <li>2. Kan mindre kvalifisert arbeidskraft benyttes?</li> </ol>
Transport	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Er arbeidsplassen best mulig plasert?</li> <li>2. Er transporten mellom operasjonene kortest mulig?</li> <li>3. Effektiv transport til og fra arbeidsplassen?</li> <li>4. Bør materialene ligge i kasse, stativ e. l.?</li> <li>5. Bør delene legges på bord, i kasse, vogn e. l.?</li> <li>6. Må de legges bort? Kan de kastes/skyves/gli?</li> <li>7. Kan traller med hevbar platt benyttes?</li> <li>8. Har arbeidsplassen jevn materialtilførsel?</li> <li>9. Kan materialene plasseres nærmere arbeidsplassen?</li> </ol>			Arbeidsforhold	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Er belysningen hensiktsmessig?</li> <li>2. Er arbeidsstedet varmt, kaldt eller trekkfullt?</li> <li>3. Hvordan er ventilasjonen?</li> <li>4. Er arbeidet svart/vått/oljet? Støv/gass/røyk?</li> <li>5. Er det sterk støy i lokalet?</li> <li>6. Noe å bemerke til arbeidsforholdene ellers?</li> </ol>
Arbeidsplass	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hvordan er arbeidsstillingen?</li> <li>2. Har arbeidsplassen den riktige høyde og utforming i forhold til arbeideren?</li> <li>3. Bruker arbeideren noe å sitte på?             <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Er arrangementet hensiktsmessig?</li> <li>b) Bør det brukes ryggstøtte/benstøtte/bedre sete?</li> <li>c) Har setet rett høyde i forhold til arbeidsplass?</li> </ol> </li> <li>4. Er arbeidsstykke, verktøy m. v. plassert så bevegelsene blir minst mulig trettende?</li> </ol>				

Fig. 4. Huskeliste ved metodestudier.



motivkjeler. Revisjonene representerer en arbeidsmasse av størrelsesorden 100 000 timer pr. år. Man har derfor kunnet legge meget arbeid i metodestudier, og det er da også gjennomført en lang rekke forbedringer av forskjellig art. Det vil føre for vidt å gå i detalj med dette, her skal bare behandles hovedtrekkene av den foretatte omlegging.

Selv om kjelene foreligger i 40—50 typer av svært forskjellig størrelse, er det den fordel ved dem — rent arbeidsstudieteknisk — at de er svært enkle i sin konstruksjon. De er sammensatt av store mengder forholdsvis ensartede konstruksjonselementer som rør og stagbolter. Man har derfor kunnet innrette seg slik, at man stort sett har studert behandlingen av de felles kjel-elementer, for deretter å bygge opp akkorder for alle kjeltyper på grunnlag av elementærtider og forekomster. Uten en slik fremgangsmåte ville studiene overhodet ikke vært gjennomførbare fra et økonomisk synspunkt.

Hovedformålet med studien var selvfølgelig å bringe revisjonstiden for kjelene ned, men vi påtok oss samtidig en oppgave som viste seg å bli overmåte interessant, nemlig å forbedre forholdene når det gjelder larm.

Jeg vil behandle dette punkt først, og skal gi noen opplysninger om hvordan arbeidet ble lagt an, og hvilke resultater det har ført til.

Meget av det arbeid som utføres i et kjelverksted, er ledsaget av intens larm, og det er en kjent sak at svært mange kjelsmeder i tidens løp pådrar seg hørselsskader. Spørsmålet om larmbekjempende tiltak i dette kjelverksted var av eldre dato. Da arbeidsstudiene tok til, var man i gang med en del bygningsmessige tiltak for å dempe larmen. Man holdt på å isolere hele taket for å minske etterklangen, og det var bygget et par nye larmrom. Man var også i gang med å skaffe arbeiderne utstyr for hørselsvern. Disse tiltak har tidligere vært utførlig omtalt i et foredrag av overingeniør Vikdal i Järnvägsmannaselskapet, og de skal derfor ikke behandles her. Jeg vil innskrenke meg til å omtale den del av oppgaven hvor arbeidsstudieavdelingen fant det naturlig å bidra til løsningen.

Arbeidsstudieavdelingen satte seg som oppgave å finne ut:

1. hvilke larmoperasjoner som kunne elimineres eller erstattes av mindre larmende operasjoner,

2. hvordan arbeidsgangen burde legges opp for å få utført mest mulig av larmarbeidene i egne larmrom eller på avskjermede arbeidsplasser.

Det er larmen fra hurtigslående trykkluftverktøy det først og fremst gjelder å komme til livs. Lyd-

trykket for operasjoner som meisling og klinking i forskjellige varianter ligger langt høyere enn det et ubeskyttet øre kan utsettes for i det lange løp uten å ta skade (ca. 85—90 db.). Anvender man ørepropper og øreklokker, kan grensen for skadelig larm skyves oppover, kanskje til ca. 125 db. Målinger av de lydtrykk som forekom i kjelverkstedet, hadde vist at man for et par operasjoners vedkommende lå på grensen av det område hvor effektiv beskyttelse er mulig. Det gjaldt arbeidsoperasjonene stagboltklinking og kjelhakking, hvor lydtrykket er så høyt, at det for mange mennesker ligger på smertegrensen. Det var derfor meget om å gjøre å få bort disse usedvanlig larmende operasjoner, men også å søke å eliminere andre larmkilder, selv om beskyttelse av øret var mulig for disse operasjoners vedkommende.

Resultatet av disse bestrebelse er stillet sammen i fig. 5. Man vil se at metodeomleggingene har ført til at den totale larmtid er redusert til under det halve av hva man måtte regne med tidligere. Dette er i og for seg et resultat man har lov til å være fornøyd med. Vi anser det imidlertid for å være like betydningsfullt at det har lyktes å forvise over 60 % av det gjenværende larmarbeid fra hallen til spesielle larmrom, hvor det bare arbeider et lag om gangen.

Reduksjonen av larvertimeverkenes skyldes først og fremst følgende metodeomlegginger:

1. Røruttakingsmetodene (post 2),
2. Kjelhakkingen er erstattet med sandblåsing (post 4),
3. Klinking av nagler i bunnramme er erstattet med pressing (post 7), hvorved også dikking av disse nagler er blitt overflødig (post 9).
4. Klinking av stagbolter er erstattet med doring (post 8), samtidig som toppstagene nå sveises inn, og ca. 30 % av sidestagene utføres som bevegelige

*Larmoperasjoner ved HR av kjeler.*

*Gjelder for kjel av middels størrelse, tilsvarende lok type 30*

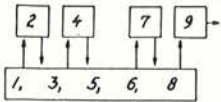
Arbeidsoperasjon	Tidligere arbeidsgang			Ny arbeidsgang		
	Timeverk larm			Timeverk larm		
	I alt	I larmrom	I hallen	I alt	I larmrom	I hallen
1 Utdriving av nagler	7	—	7	6,5	6,5	—
2 Utmeisling av rør	20	—	20	—	—	—
3 Utmeisling av fyrkassedeler	10	—	10	4,5	4,5	—
4 Rensning av kjel	50	50	—	—	—	—
5 Utmeisling av slagbussar og rørendr	17	—	17	12	12	—
6 Meisling av bunnramme	8	—	8	(8)	—	(8)
7 Klinking av nagler	44	—	44	27	18	9
8 Klinking/doring av stagbolter	48	48	—	10	10	—
9 Dikking	22	—	22	15	15	—
10 Rør-bretting	7,5	—	7,5	3	—	3
11 Diverse	20	—	20	20	—	20
Sum	253,5	98	155,5	106	66	40
Prosent av totale timeverk	14%	—	—	—	6%	—
Prosent av larmtid	—	39%	61%	—	62%	38%

Fig. 5. Larmbekjempelse.



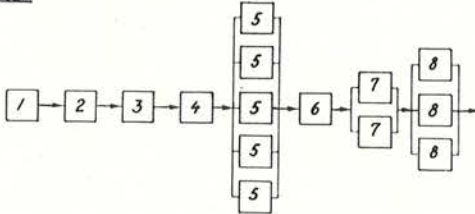
## Arbeidsgang i kjelverkstedet

Før:



- 1: Spyling.
- 2: Boring av stagbolter.
- 3: Skilling.
- 4: Kjelstenshakkning.
- 5: Rep av kjel, innsetting av stagb.
- 6: Klinking av nagler.
- 7: Klinking av stagbolter.
- 8: Innsetting av rør, m.v.
- 9: Oppfyring, dampprøve

Et:



- 1: Spyling, naglebrenning
- 2: Boring av stagbolter.
- 3: Skilling
- 4: Sandblåsing
- 5: Rep. av kjel, innsetting av stagb.
- 6: Pressing av nagler i bunnr.
- 7: Doring av stagb, klink. av nagler i fyrh
- 8: Innsetting av rør, oppfyring, dampprøve.

Fig. 6. Arbeidsgang ved kjelrevisjoner.

stagbolter, som også sveises inn. Doringen er riktig nok en larmoperasjon, men av meget kortere varighet og med et noe lavere lydtrykk. Det er mulig at man kommer til å gå enda et skritt videre, og erstatter doringen med den helt larmfrie arbeidsprosess innsveising.

Jeg har tatt med dette eksempel for å gjøre det klart at arbeidsstudier ikke utelukkende behøver å være konsentrert om bestrebelsel for å justere akkorder.

Det annet hovedformål med studiene i kjelverkstedet har vært å få redusert reparasjonstiden, både når det gjelder gjennomgangstid og anvendte arbeidstimer. Det gjaldt altså å sørge for å få en bedre flyt i hele arbeidsprosessen og å forsøke å forenkle de enkelte arbeidsoperasjoner. Når det var gjort, kunne man komme med forslag til akkorder basert på tidsstudier av de endrede forhold.

En skjematisk framstilling av den tidligere og nåværende arbeidsgang er vist på fig. 6. Kjelen ble tidligere tatt inn på en vilkårlig plass i det store felt, for spyling og diverse klargjøringsarbeider, før den gikk i borstativet (2) for utboring av stagbolter. Deretter ble skillingen (3), dvs. uttaking av fyrkasse og rør, foretatt på en tilfeldig plass i det store feltet, hvoretter kjelen gikk til hakking i eget larmrom (4). Så ble kjelen tatt inn igjen i hovedfeltet på en plass som tilfeldigvis måtte være ledig (5). Her ble stagbolthullene gjenget opp og stagbolter innsatt.

På samme sted klinket man nagler (6). Deretter gikk kjelen til larmrom, for klinking av stagbolter (7), og så inn igjen i hovedfeltet — til en vilkårlig plass — for innsetting av rør m. v. (8) — for endelig å sendes til oppfyring og damptrykkprøve (9), som foregikk utendørs.

Den nokså tilfeldige plasering av kjelene i hovedfeltet førte med seg at en hel del forskjelligartet arbeid ble utført om hverandre. Det blev adskillig rot av slanger, stillaser og stativer som stadig skulle flyttes. Det var dårlig med transportveier, det var vanskelig å holde orden, og plassforholdene virket derfor trange. Man begynte så å se på hvilke muligheter det var for å legge opp en bestemt rute for kjelenes gang gjennom verkstedet. Innføring av taktarbeid ble overveiet. Man fant det imidlertid vanskelig, på grunn av den store variasjon i kjelstørrelsen fra type til type, å gå til et slikt skritt. Derimot mente man at man med fordel kunne gå videre på den vei som allerede var påbegynt, nemlig å henlegge bestemte arbeider til spesielle arbeidsplasser, uten å binde oppholdet på disse arbeidsplasser til fikserte tider felles for alle kjeltyper. Dette ble da også gjort. Disse arbeidsplasser ble utstyrt med alle de hjelpemidler som var nødvendig for å få utført det spesielle arbeid på hurtigste og beste måte. Man fant det også hensiktsmessig stort sett å fortsette med den gamle ordning, hvor tomanns-laget følger kjelen gjennom verkstedet. Enkelte arbeider ble imidlertid skilt ut til egne arbeidslag.

Etter den nye arbeidsgang, som også er vist på fig. 6, går kjelene gjennom 8 arbeidsplasser, og arbeidsfordelingen på de enkelte arbeidsplasser er slik:

Plass nr. 1:

Mens kjelen henger i kranen, blir den spylt over et sluk. Deretter foretas avbrenning av: nagler, bunnstag, store rør og eventuelt røkskap. Luker og plugger blir avtatt og små røkrør kuttet i fyrkasseenden.

Plass nr. 2 (borstativet):

Uttaking av store rør, kutting av små rør i røkskapsenden og uttaking av små rør, utboring av stagbolter.

Plass nr. 3 (larmavskjermet skilleplass):

Utdriving av nagler, uttaking av bunnramme, uttaking av fyrkasse stykkevis, utmeisling av stagboltbodyer og rørender i ytterkjel.

Plass nr. 4 (eget rom):

Kjelrensning ved sandblåsing.

Plass nr. 5:

Reparasjon av ytterkjel, innsetting av fyrkasse, brosjing og gjenging av stagbolthull, innsetting



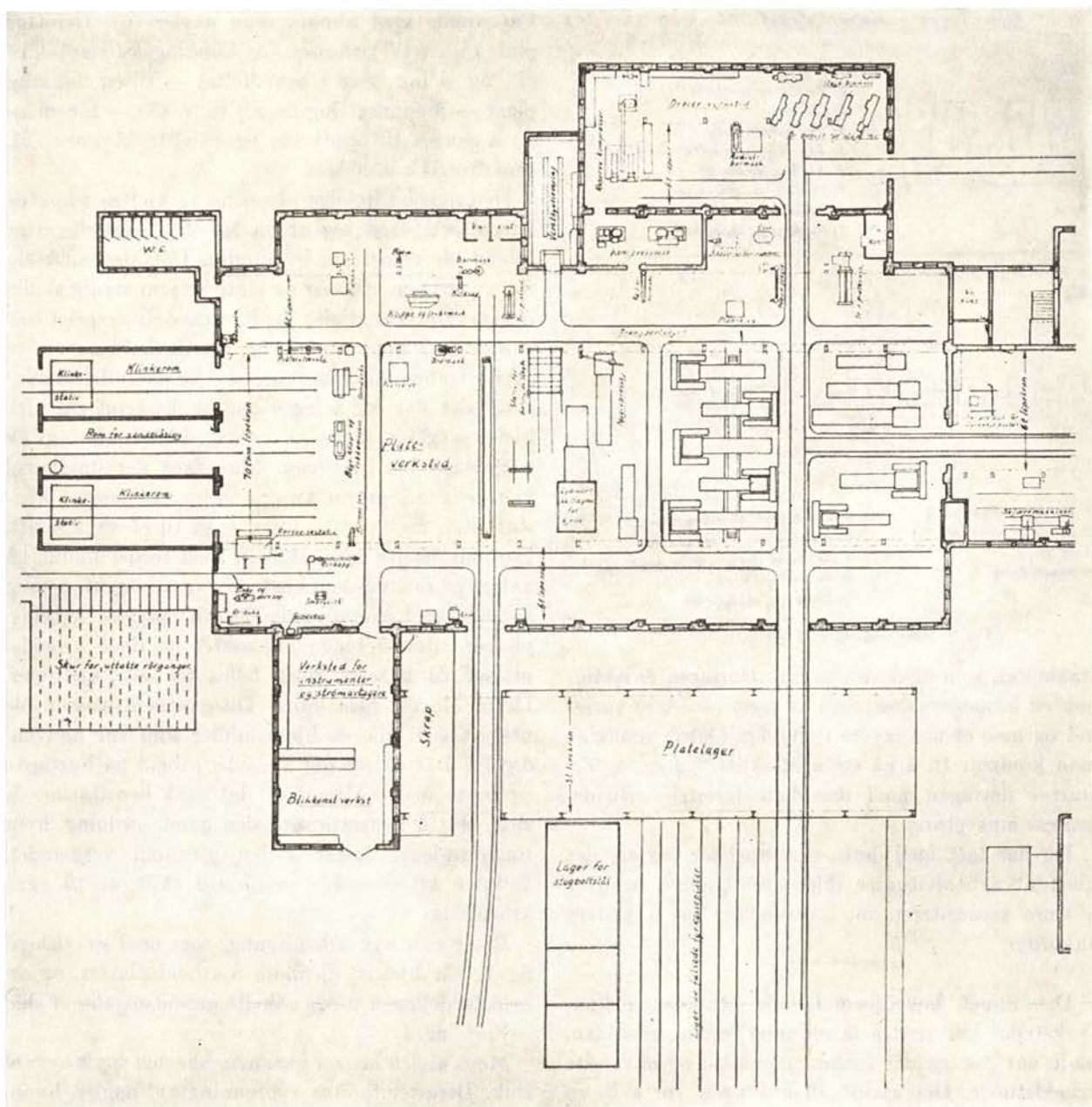


Fig. 7. Plan av kjelverksted.

av sidestagbolter, innsetting og nesting av toppstag.

Plass nr. 6:

Pressing av bunnrammenagler (pneumatisk presse).

Plass nr. 7 (eget rom):

Klinking av fyrhullsnagler, doring av stagbolter, dikking.

Plass nr. 8:

Rørrinnsetting, rørvalsing, montering av: overheterkasse, utvaskluker, armatur; rørsveising, vanntrykkprøving, oppfyring og damptrykkprøving.

De fleste av disse arbeidsplasser kan bare belegges med 1 kjel ad gangen.

Arbeidsplass nr. 5, hvor kjelene har lengst liggetid, kan derimot ta 8 kjeler. Plass nr. 7 har rom for 2, og plass nr. 8 kan belegges med 3 kjeler samtidig.

Fig. 7 viser kjelenes plassering etter forandringen. De er nå plasert ordentlig på plasser som alle er utstyrt med permanente lett regulerbare stillaser. Alle reparasjonsplassene er utstyrt med rullebukker for lett vint å kunne snu på kjelene. Man vil også se at det er sørget for skikkelige transportveier.

Vi skal så se nærmere på de enkelte arbeidsplasser i «flyten» og på en del av hjelpeprosessene.



## Plass nr. 1.

Som før nevnt foretar man nå spylingen mens kjelen henger i kranen over grav med sluk, før den plasseres på den egentlige plass nr. 1. Man har fått et hensiktsmessig slangearrangement med kran på munnstykket, slik at arbeidet kan utføres av én mann mot før to. Videre slipper man vannsøl over store deler av verkstedet, slangevirvar m. m. På plass nr. 1 foretar man all skilling som kan gjøres før kjelen går i borstativet, bl. a. diverse brennearbeid som naglebrenning og oppstyking av fyrkassen. Den gamle brennemetode, acetylen-surstoff, er forsøksvis erstattet med elektrisk-surstoffskjæring som går betydelig raskere, riktignok på bekostning av et noe høyere surstoff-forbruk. Metodevalget er ikke endelig avgjort.

Røkskap som skal fornyes, blir skåret av og transportert til egen plass. Til dette bruk er konstruert en spesialvogn på gummihjul. Vognen som har en løfteskruer, kjøres under røkskapet. Deretter brennes dette av, lasten senkes og vognen kjøres bort. Fordelene ved denne praksis er at alle større røkskapsreparasjoner kan samles på ett sted, mens de før måtte utføres der hvor kjelen tilfeldigvis var plassert.

## Plass nr. 2: Borstativet.

Selve borstativet, hvor stagboltene bores ut, er i store trekk som før. Men visse detaljer som forflytningen av motholdene, er forbedret. Dessuten er stativet forandret, så også de største kjeler kan legges i stativets rullebukker og snues på plass.

Helt nytt er at røruttakingen er henlagt til denne plass. Det er innført nye arbeidsmetoder etter svensk mønster.

Røruttakingen som tidligere foregikk hvor som helst i verkstedet, ble foretatt på den måten at valsebretten ble meislet av, hvoretter rørene delvis ble brettet sammen og deretter drevet ut av kjelen med dor. Arbeidet var tungt, sent og meget larmende. De nye metoder som benyttes, er følgende:

a) *Store rør.* Disse kuttet med skjærebrenner i fyrkasseenden og slisses opp med 3 snitt i røkskapsenden. Deretter trekkes rørene ut av kjelen med et spesialredskap, som over en wire og en ledeskive forbindes med takkranen. Arbeidet går fort og larmfritt. Under uttrekkingen er kjelen forankret i gulvet. Rørstubbene i fyrkasseenden blir sittende, da fyrkassen allikevel i de aller fleste tilfelle blir partert og kassert.

b) *Små rør.* Uttakingen foregikk tidligere på samme måte som ved uttaging av store rør. Man har nå innført et nytt verktøy, en trykkluftdrevet

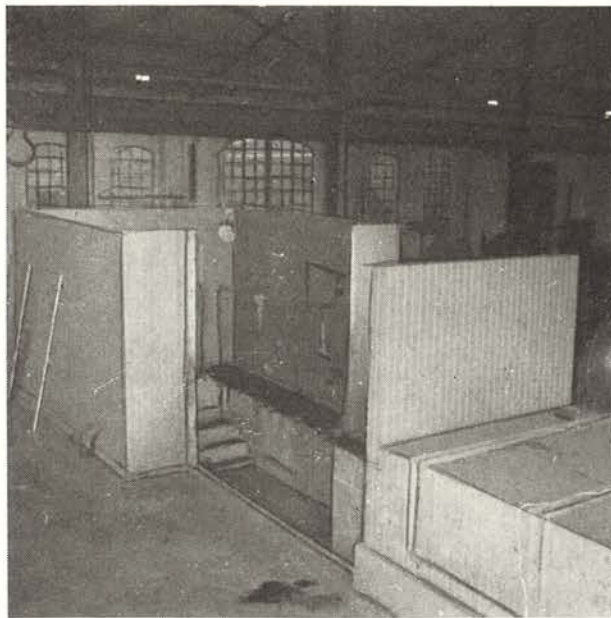


Fig. 8. Larmskjermet arbeidsplass.

kutter, som skjærer røret over ved én omdreining. Rørene kuttet i begge ender. Stubbene i fyrkasseenden blir sittende og skrapes med kassen. Stubbene i røkskapsenden må imidlertid senere meisles ut. Denne larmoperasjon har vi hittil ikke fått bort, men den er forholdsvis rask, ca. 2½ time for en midtels stor kjel.

## Plass nr. 3: Larmskjermet skilleplass.

Dette er også en ny plass. Her driver man ut nagler og foretar den før omtalte utdriving av fyrkassedelene og utmeisling av stagboltbusser i ytterkjelen. Fordelene ved denne arbeidsplass er, foruten lydempningen, at man har kunnet innrette permanente lett manøvrerbare stillaser og har kunnet samle alt nødvendig verktøy, som henger på veggene inne i boksen, greitt og oversiktlig. Dessuten er faren for å påføre andre arbeidere skader ved flyvende nagler og andre jernbiter eliminert.

Fig. 8 viser skillingsplassen med larmskjermer rundt. Skjermen er bygget opp rundt fyrkasseenden av kjelen, mens selve rundkjelen ligger i en grav i gulvet og dekkes av en isolert boks som går på hjul. På bildet er boksen med påsittende endevegg for skjermen trukket noe ut fra resten av skjermen. Selv om skjermen ikke har tak, er dempingseffekten god og dreier seg om ca. 20 decibel, hvilket er av meget stor betydning i det lydtrykk-område det her gjelder.

## Plass nr. 4: Kjelrensing.

Kjelene ble tidligere rensert ved haking med trykkluftverktøy. Arbeidet var tungt, sent, meget



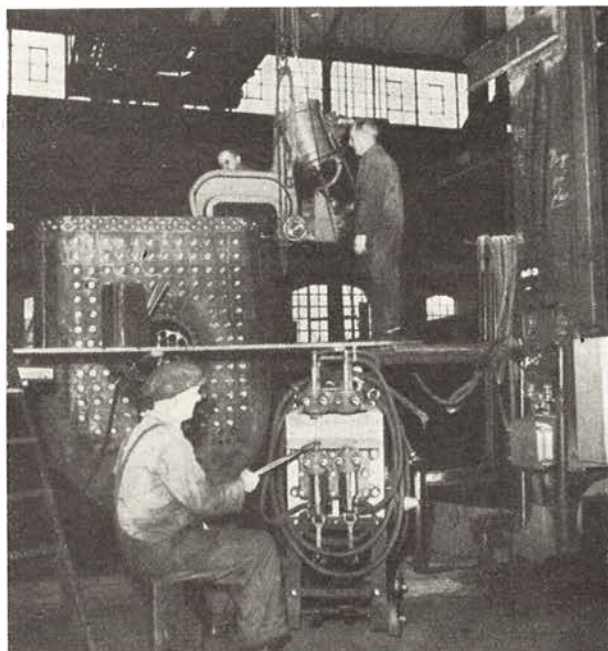


Fig. 9. Naglepressing.

støvende og intenst larmende. Etter mønster av et amerikansk sandblåseanlegg ble det rigget i stand utstyr for blåsing med våt sand. Dette har vist seg å være en effektiv og rask metode. Lydtrykket er senket med ca. 25 db, og man har dermed kvittet seg med 50 timer larmarbeid pr. kjel. Apparatet benyttes nå også til rengjøring av boggier. Verkstedet har senere også anskaffet et engelsk sandblåseapparat som benytter granulert stål som rensmiddel. De to apparater er begge i bruk og supplerer hverandre.

#### Plass nr. 5: Reparasjon og sammensetting.

De viktigste arbeider på denne plass er tilpassing av den nye fyrkasse i kjelen, brosjing og gjenging av stagbolthull og innsetting av stagbolter.

Man har nå slått sammen brosjing og gjenging i én operasjon ved å kombinere brosj og gjengetapp. Når man vet at en middels stor kjel har 7-800 stagbolthull og at en kjel av type 63 har det dobbelte antall, vil man forstå at en slik enkel forbedring kan bety ganske meget.

Gjengingen utføres med lange gjengetapper som kjøres inn fra utsiden. Inne i kjelen sitter en mann hvis oppgave er å levere tappen tilbake til gjengeren. Et blick på tidsobservasjonene viste at denne mannens tid var dårlig utnyttet. På den annen side kunne han ikke sløyfes. Man satte derfor 2 mann til å gjenge og 1 til å ta imot tappen. De nye akkorder er basert på denne ordning. En vesentlig fordel er også overgangen til nye gjengemaskiner

og særlig den opphengningsanordning som ble utviklet for disse maskiner. Verkstedet hadde bestilt moderne elektriske gjengemaskiner til erstatning for de gamle trykkluftdrevne maskiner. Arbeidsstudieavdelingen sørget for en hensiktsmessig opphengningsanordning for disse maskiner. Maskinene er utbalansert og arbeider jevnt uten å sakke og uten kast på tappen, slik at gjengehullene blir nøyaktig sylindriske. Ved den gamle arbeidsmetode var man plaget av at maskinene arbeidet meget ujevnt med kast på tappen. Den rykkvise gang leitet på armene, og kastingen førte til at hullene ble unøyaktige. Følgelig måtte dreieren som fremstiller stagboltene, prøve på kjelen om stagboltene var passe, og allikevel fikk man en masse bry når boltene skulle settes inn. Nå kan gjengeren betjene maskinen med et lett grep. Om han ønsker det, kan han sitte. Ved de forbedringer som er nevnt her, er tiden for gjengearbeidet redusert med ca. 1400 timer pr. år, tilsvarende ca. 7000 kr. i ren arbeidslønn.

Dreieren kan nå lage bolter etter foreskrevne toleranser uten å prøve seg fram. Derved har man også fått eliminert en flaskehals. Så lenge man var avhengig av å prøve boltene i kjelen, kunne man nemlig ikke komme i gang med dreilingen før gjengingen var godt i gang, og man måtte da sette i gang 2-3 dreiebenker for å holde tritt med gjengearbeidet. Ofte var benkene opptatt med bolter til andre kjeler med det resultat at noe måtte vente. Nå dreies boltene som lagervare, og man står helt fritt. Som følge av at bolt og hull fremstilles med stor presisjon, går innsettingen uten særlige komplikasjoner. Bare på innsettingen spares det inn ca. 2500 timer pr. år, eller ca. 12-13 000 kr. i arbeidslønn.

Stagboltene forekommer i 40-50 forskjellige lengder. Da man for hver revisjon må gå opp et par millimeter med gjengediameteren, må stagbolter også fremstilles i flere diametertrinn. Det blir således mange bolter som skal føres på lager. Å få redusert antallet diametertrinn var derfor ønskelig. Man gikk så til å sette inn foringer i kjelen når hull diameteren kom over 29 mm. Man får riktignok en engangsutgift ved dette, men antall stagbolter som skal lagerføres, blir redusert til det halve, og man oppnår den betydelige fordel at boltene blir slankere og dermed mer elastiske. Foringene blir gjenget inn og ble til å begynne med sikret med en sveis. Det viste seg imidlertid at sveiseoperasjonen var ganske tidkrevende. Man gikk så over til å dore ut foringene. Doring av foringer er kjent fra utlandet. Der benyttes imidlertid slagverktøy, og larm ville ikke vi ha. Arbeidsstudielederen foreslo da å lage en



presse og trekke dorenigjennom. Operasjonen krever 2 mann, men det går allikevel med færre arbeidstimer pr. kjel enn ved sveising, og kjelens liggetid reduseres med vel 3 dager. Pressen er pneumatisk, men man akter nå å gå over til hydraulisk drift.

På alle reparasjonsplasser er det satt opp permanente arbeidsstillaser.

Stenderne er støpt fast i gulvet. Utliggerne kan med et enkelt grep løftes eller senkes. De kan også forskyves horisontalt for å tilpasses forskjellige kjelbredder. Tidligere brukte man svære bukker og lemmer, ikke regulerbare i høyden, tungvinte å transportere, meget plasskrevende og vanskelige å finne når man hadde bruk for dem.

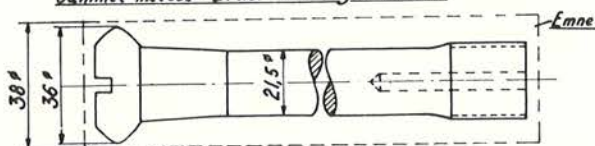
Plass nr. 6: Klinkeplass.

Klinking av nagler i bunnramme var av de mest larmende operasjoner. Den var også meget arbeidskrevende, idet man trengte 3 mann på klinkehammer og mothold og 1 mann ved naglevarmeren. Vi var derfor svært interessert i å få denne operasjon erstattet av en mindre larmende, lettere og billigere metode. Det naturlige var da å prøve pressing. Det ble anskaffet en naglepresse, pneumatisk, med 60 t pressetrykk (fig. 9). Herved sparer man inn 1 mann. Vi oppnådde enda en fordel; naglene blir så tette at dikkingen kan sløyfes. I alt spares det ca. 1700 timer pr. år eller ca. 8000—9000 kr. i ren arbeidslønn. Men enda viktigere er det nesten at 25 timeverk larmarbeid pr. kjel helt og holdent er eliminert. Dette tilsvarer ca. 1500 larmtimeverk pr. år. Da plassforholdene i kjelverkstedet etter de forandringer som var foretatt, var blitt forholdsvis rommelige, bestemte man seg for å innrette en spesiell plass for pressen.

Pressen har for øvrig senere også fått et annet arbeidsområde; den benyttes til framstilling av bevegelige stagbolter. Her har vi for øvrig et eksempel på metodeforandring som fører 3 forbedringer med seg, nemlig materialbesparelse, tidsbesparelse og kvalitetsforbedring. Jeg vil derfor omtale eksemplet nærmere. Bevegelige stagbolter, av den type som er vist på fig. 10, benyttes i de ytre og mest påkjente stagboltrader. Slike bevegelige bolter anvendes nå i stigende utstrekning istedenfor bronsebolter. Boltene ble opprinnelig dreiet ut av stangmateriale. Materialforbruket var stort, idet man måtte bruke et emne med 38 mm diameter. Arbeidsstudielederen foreslo så å varmpresse boltene og benytte den nye naglepresse til dette. Det ble konstruert og forarbeidet presseverktøy. Resultatet ble meget fordelaktig. Som utgangsmateriale benyttes

Framstilling av bevegelig stagbolt.

Gammel metode: Dreies av stangmateriale.



Innspart pr. år:

Materialer: 12000 stk. à 0,8 kg à 1,05 kr/kg	~ kr 10100,-
Arbeidsutg: 12000 stk. à 0,05 tim. à 6,75 kr/tim.	~ " 4050,-
I alt	<u>kr. 14150,-</u>

Ny metode: Varmpresses i senke.

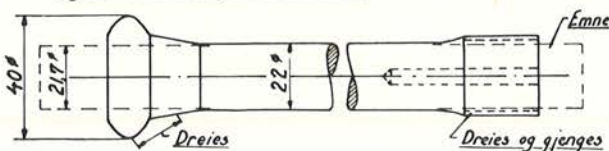


Fig. 10. Bevegelig stagbolt.

nå stål med 21.7 mm diam. Materialbesparelsen blir ca. 0.8 kg pr. bolt. Med et årsforbruk av ca. 12 000 bolter og en pris av vel 1 kr. pr. kg spares det inn ca. 10 000 kr. på materialkontoen. Framstillingen av boltene, inklusive kapping av emne, pressing, dreining av hodepartiet med fasongstål og gjenging av den andre enden, krever 3 min. mindre pr. bolt, hvorved besparelsen i arbeidslønn inklusive driftstillegg pr. år blir ca. 4000 kr. Endelig viser materialprøvningsresultatene at bolter framstillet ved den nye metode har adskillig bedre fasthetsegenskaper. Når det gjelder stagbolter, er dette en meget stor fordel som det er vanskelig å anslå i penger. Når det først hadde lyktes å framstille boltene ved pressing, sto man nokså fritt med hensyn til bolthodets dimensjoner. En undersøkelse viste at man ved å gå opp 4 mm med hodediameteren kunne unngå å fore bolthullene på en rekke kjeler i årene framover. Ved denne forandring regner man med å spare ca. 40 000 foringer. Man unngår derved en engangsutgift på ca. 40 000 kr.

Ved en lignende metode innspares ca. 15 000 kr. i materialer ved framstilling av toppstag.

Plass nr. 7: Stagboltbefestigelse.

Når det gjelder stagboltbefestigelse, har man foretatt sammenlignende undersøkelser av flere metoder. Fig. 11 viser 4 forskjellige metoder og den tid man trenger til forarbeiding, innsetting og uttaking av stagboltene. Man vil se at den billigste metode er en glatt, udreiet bolt, som sveises i begge ender.



Sammenlikning av tidsforbruk ved forskjellige metoder for framstilling, innsetting og uttaking av stagbolter.

134

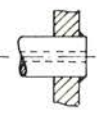
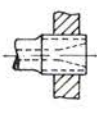
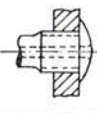
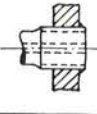
Metode		Min. pr. bolt	
		Ren larmtid	Stand-tid
	Glatt, udreiet stagbolt; innsveiset	0,57	16,8
	Gjenget og doret stagbolt	0,59	17,8
	Gjenget og klinket stagbolt	0,92	18,8
	Gjenget og sveiset stagbolt	0,57	23,8

Fig. 11. Metodevalg.

Gjenget og utdoret bolt ligger ikke langt etter. Den gamle metode, gjenget og klinket bolt, er noe ufordelaktigere. Endelig blir gjenging og sveising i begge ender, den dyreste.

Nå kan det se ut som pirkeri å beskjefte seg med dette spørsmål som tilsynelatende dreier seg om minutter, men saken er nok ikke så liten, idet 1 minutt pr. bolt — med den stagboltmengde man har i Drammen — tilsvarer ca. 700 timer pr. år. Forskjellen mellom dyreste og billigste metode, 7 min., representerer ca. 5000 timeverk eller ca. 25 000 kr. i ren arbeidslønn. Ut fra en rent økonomisk betraktningssmåte synes da valget å være lett.

Imidlertid er det først og fremst sikkerheten og påliteligheten i drift som skal være bestemmende for metodevalget, og det kan være berettiget å benytte selv den dyreste metode hvis det skulle vise seg at denne medfører betydelige driftsmessige fordeler. Forholdene er ikke helt avklart på dette punkt, og man er foreløpig kommet til at man bør benytte doremotoden. Metoden er adskillig utbredt og har vært anvendt gjennom årtier i Tyskland og Danmark. Det var også kjent at man hadde begynt å anvende metoden ved vårt verksted i Trondheim. Når det gjelder larmen, er metoden likeverdig med sveisemetodene. Man får således adskillig mindre larm enn ved den gamle klinkemetode, samtidig som doringen er raskere og medfører enklere verktøyhold.

Plass nr. 8: Plass for rørinnssetting og trykkprøver.

Disse arbeider, som før foregikk hvor som helst i hallen, er nå konsentrert på ett sted. Man slipper å ha rørhauger spredt utover i lokalet, slipper slangevirvar, slipper vanskeligheter med å få plasert rørvalseapparatene osv. For øvrig er stativene for opphengning av disse apparater forbedret adskillig, bl. a. er de satt på hjul, så transporten av dem er gjort uavhengig av kranen.

Oppfyring og damptrykkprøving foregikk tidligere i friluft. Man fikk en tungvint transport og arbeidet utsatt for vær og vind. Takkranen er ikke stor nok til å kunne løfte de største kjeler når de er vannfylt. Man måtte derfor tømme disse kjeler for vann før de ble flyttet, og deretter fylle dem igjen.

Det er nå rigget til et oljefyringsanlegg — med skikkelig røkavsuging — inne i hallen. Dermed har man fått et adskillig mer praktisk arrangement.

Foruten disse arbeidsplasser i «flyten» har kjelverkstedet, som tidligere nevnt, egne arbeidsplasser for reparasjon eller forarbeidelse av deler som skal inn i «flyten» på et eller annet tidspunkt. Det gjelder avdelinger for stagboltframstilling, tilvirkning av nye fyrkasser, rørrevisjon og reparasjon av bunnrammer, bunnstag, luker osv.

Flere av disse avdelinger er gjennomgått med studier. Jeg kan ikke gå i detalj med det som her er gjort, og skal bare nevne noe:

I rørvdelingen har man foretatt en fullstendig omgruppering av utstyret for å komme fram til en rasjonell arbeidsgang. I denne avdeling ble verdifull gulvplass opptatt av rørsatser som måtte mellomlagres mens kjelen var under revisjon. Man lagrer nå rørsatsene utendørs under et tak man har bygget over en rekke trallespor. Hver rørsats ligger på sin tralle. Rørene blir transportert ut straks de er fjernet fra kjelen, og blir først tatt inn når de skal settes i kjelen.

Store røkrør ble tidligere renses for kjelsten ved skraping i et håndbetjent apparat. Dette var et tungt, støvet og tidkrevende arbeid. Renseprosessen er nå helt omlagt. Rørene tromles under tilsetning av vann og blir så godt som metallisk rene. Prosessen er helt mekanisert, idet personalet bare lempet rørene i trommelen og overlater den til seg selv.

Jeg vil også nevne skjøting av rør. For å kunne bruke rørene om igjen, må de kappes for endene og skjøtstykker påsettes med autogensveis. Røret må da legges opp på en slik måte at det kan dreies rundt på en bekvem måte mens sveisingen pågår. Tidligere foregikk denne dreining ved hjelp av pedal



og palanordning. Dette ga en rykkvis frammating, og man var ikke helt fornøyet med arrangementet. Man laget så en annen anordning, basert på at røret spennes i en chuck, som drives rundt ved kilrem-overføring fra en trykkluftmotor, som er plasert på gulvet og er utstyrt med pedal for pådraget (fig. 12). Ved å regulere trykket på pedalen, kan sveiseren oppnå å mate røret rundt med jevn hastighet som passer for sveisingen. Han har også fått en god stol å sitte på. Senere kom det opp at den sveisemetode man hadde benyttet i årrekker, ikke ga den ønskede kvalitet. Selve sveisemetoden måtte omlegges, slik at tilsatstrådens stilling i forhold til brenneren blir som på figuren. For å unngå statisk belastning på sveiserens arm, rigget man til en ganske enkel bøyلة til støtte for armen. Bøylen er opphengt i en søyle. Sveiseren er fornøyet, og arbeidet går greitt.

Dette var en del av de viktigste metodeforbedringer som er foretatt i kjelverkstedet.

Disse forbedringer, sammen med en rekke andre som plassen ikke tillater nærmere omtale, har medført at man etter avsluttede tidsstudier har kunnet legge fram forslag til nye akkorder som innebærer besparelser av størrelsesorden 25 000 arbeidstimer pr. år, tilsvarende ca. kr. 150 000 i rene lønnsutgifter.

Når man har kunnet oppnå et slikt resultat, skyldes det ikke minst at arbeidsstudielederen ved verkstedet, ingeniør Olaf Johansen, har vist utpregede evner til å omsette egne ideer og iakttagelser i praktisk verktøy og hendige hjelpemidler.

Så langt metodestudiene. Når det gjelder tidsstudiene, går jeg ut fra at en nærmere omtale av den teknikk vi benytter, og de problemer man der har, vesentlig vil være av interesse for arbeidsstudiefolk. Jeg skal derfor nøye meg med å vise i hvilken form resultatet av metode- og tidsstudiene til slutt vil foreligge.

Fig. 13 viser en av de mange arbeidsbeskrivelser som kjelverkstedstudien har munnet ut i. Arbeidsbeskrivelsen skal inneholde opplysninger om arbeidets art, om maskin og materiale og en spesifikkasjon av deloperasjonene i riktig rekkefølge. Når det gjelder dreining, som her, skal hastighet og mating være oppgitt. I det hele tatt skal beskrivelsen være satt opp slik, at det ikke er noen tvil om hva akkorden omfatter og hvilke arbeidsbetingelser den bygger på.

Det har ligget meg på hjertet å framheve metodestudiens betydning, for det er metodeforbedringene som skal være våre argumenter når vi kommer til

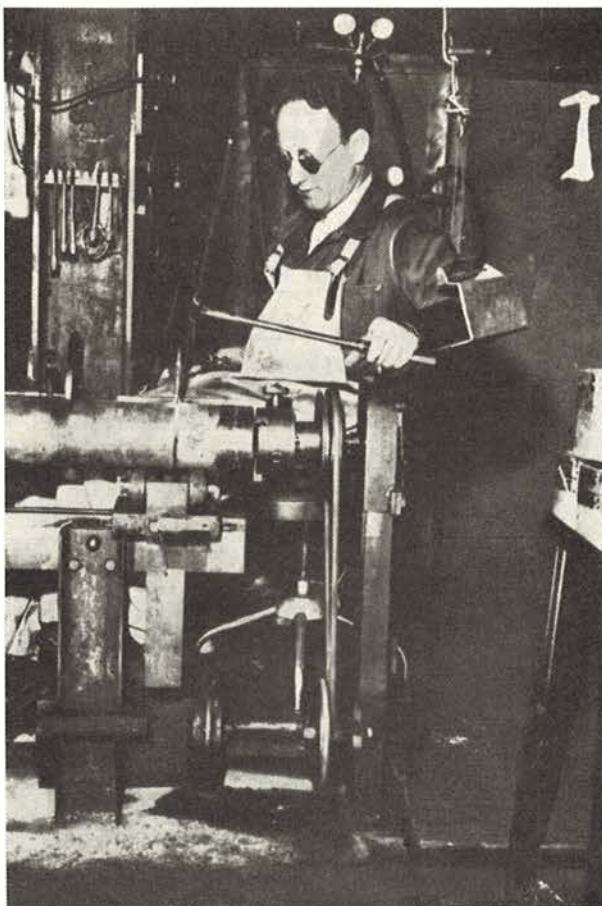


Fig. 12. Rørsveising.

forhandlingsbordet og skal fastsette nye akkorder. Men selv om man kan dokumentere at de foreslåtte akkordreduksjoner i vesentlig grad kan tilskrives metodeforbedringer, er det ikke dermed sagt at de nye akkorder uten videre blir akseptert. Det har vi fått erfare. Enkelte steder går det greitt, andre steder kan det være slitsomt nok å få de nye akkordene igjennom. Det kan være nedslående å måtte konstatere dette, men det tjener ikke til noe å legge skjul på det. Imidlertid står vi sterkt ved forhandlinger, idet vi har et solid, nøkternt grunnlag å bygge på. Resultatet av grundige metodestudier og nøyaktige tidsstudier er det ikke lett å vifte bort.

Hvordan skal man så bedømme utsiktene for arbeidsstudievirksomheten ved verkstedene?

Svaret må bli, at mulighetene for å øke verkstedenes effektivitet gjennom arbeidsstudier synes å være meget store. Men man skal være oppmerksom på, at det å drive virkelig grundige arbeidsstudier i våre reparasjonsverksteder er en adskillig mer utakknemlig jobb enn å studere en produksjonsbedrift. Dertil er arbeidet for uensartet, spredt



ARBEIDSBESKRIVELSE		Studie nr.	1/230 m/flere
Verksted	Drammen	Tilh. innst. akk. nr.	D3101.01
Avd.	Dreieravd., kjelverkstedet	Akkord nr.	D3101.02
Arbeid:	Bunnstagbolter, glatte : <u>Dreies.</u>	Standard tid pr. 100 stk.	6,25 tim.
L =	65 el. 90 mm. D = 27, 28,5 el. 30 mm.		
Tegn. nr.	Mod.nr.		
Lok./værksted	Samtlige		
Maskin:	Pittler rev.dr.benk, 43-5 el.6		
Materiale:	Spikerverkstål.		
Nr.	Deloperasjoner - deltemp.	Tid i min.	Merknad (verktøy m v.)
<u>Hovedtider:</u>			
1	Framflytte materiale; automatisk/for hånd	0,20	s = 0,366, n = 375
2	Revolver i stilling, mating på	0,12	
3	Dreie	0,48	
4	Revolver tilbake	0,17	s = 2,116, n = 60
5	Gjengehodet ned	0,12	
6	Gjenge	0,53	Håndmat., n = 375 Legges på bordet mens neste bolt dreies.
7	Gjengehodet tilbake - opp	0,12	
8	Revolver i stilling for kapping	0,21	
9	Kappe bolt	0,44	
10	Legge bolt på maskin (brett)	0,05	
	<b>Overføres</b>	<b>2,44</b>	<b>./</b>

N S B. M avd. Arb.st.skiema nr. 5b

Fig. 13. Arbeidsbeskrivelse.

på et utall av lokomotiv- og vogntyper og fordelt på et par dusin fag. Det blir derfor litt av en kunst å få lagt det an slik at man i overskuelig framtid kan komme gjennom hovedmassen av akkordene uten alt for store omkostninger. Ikke så få av de

arbeidsoperasjoner som utføres i våre verksteder, er av en slik art og har et så lite omfang at studier i det hele tatt ikke er lønnsomme. Det vil vise seg etter hvert hvor langt det er lønnsomt å drive det. Foreløbig er det nok av oppgaver.

## DYNAMISKE BRUDDS FORM OG ÅRSÅK

Av avdelingsingeniør A. Hatteland

DK 620.178.3:669=396

Moderne teknikk har ført med seg en sterk utnyttelse av konstruksjonsmaterialet, idet materialtverrsnittene av økonomiske, konstruktive eller driftsmessige grunner søkes holdt på et minimum. De relativt høye spenninger dette fører til, krever et sikkert konstruksjonsgrunnlag. Dvs. at en må ha en pålitelig beregningsmetode og kjenne de ytre krefter som virker, eller en må ha tilstrekkelig driftserfaring med lignende konstruksjon. Videre må en under utforming, og ved utstrakt produksjons-

kontroll, sikre seg best mulig mot materialfeil og overflateformer som kan gi ukontrollerbare spenningskonsentrasjoner på deler med pulserende belastning.

Tross alle forholdsregler blir det en og annen overraskelse tilbake. Her kan bare nevnes at små inhomogeniteter, som f.eks. porer, slagginneslutninger, skadelig seigringer o.l., vanskelig lar seg påvise med tilstrekkelig enkle, nondestruktive midler for rutinekontroll.



De aller fleste brudd en støter på i praksis, er såkalte tretthets- eller utmattingsbrudd, som opptrer i deler med vekslende påkjenning. Utmattingsbruddet begynner alltid lokalt på steder der materialspenningen overstiger motstandsevnen, og der deformasjonen er størst. Enkelte krystaller blir alltid mer deformert enn sine naboer på grunn av spesielt uheldig plasering og orientering i spenningsfeltet:

1. Kalddeformasjonen gjør materialet hardt og sprøtt.
2. Det oppstår lokale mikroskopiske riss.
3. Rissene medfører ny og sterk spenningskonsentrasjon, og bruddet utvides slik at bruddflaten oftest kommer til å stå loddrett de maksimale normalspenninger.
4. Når det resterende tverrsnitt er blitt for lite, fullføres bruddet momentant.

Nyere undersøkelser [3, 4, 7] av utmattingssprekker viser at rissene lokalt følger den minste motstands vei. De går gjerne langs alle diskontinuiteter de støter på (porer, slag o. l.). I vanlig stål følger de ellers gjerne de enkelte ferrittkorns glidelinjer hvor deformasjonen jo er størst. Disse linjer går parallelt de maksimale skjærspenninger. Videre byr en sjelden gang korn grensene mellom ferritt og perlit på minst motstand. Den progressive del av bruddet er likevel stort sett transkrystallinsk og ligger loddrett de maksimale normalspenninger som vist i fig. 1 a. (I spesielle legeringer, som f. eks. duralumin, er utmattingsbruddet derimot interkrystallinsk som gjengitt i fig. 1 b. I støpejern er grafittlamellene de svakeste, og bruddet følger disse.)

Tallrike bruddanalyser har lært oss at de aller fleste utmattingsbrudd henger sammen med lokale materialsvakheter og/eller spenningskonsentrasjo-

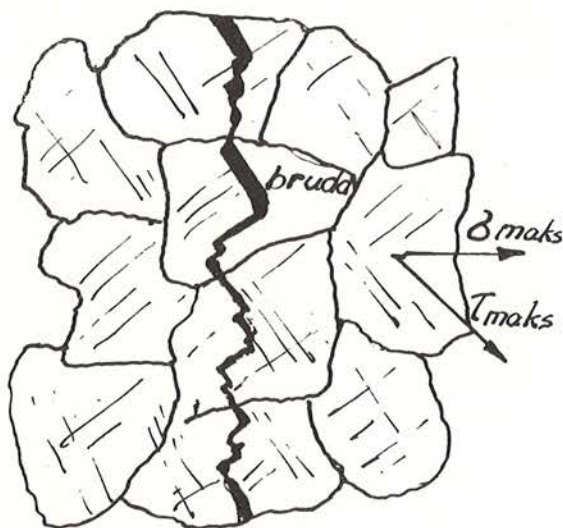


Fig. 1 a.

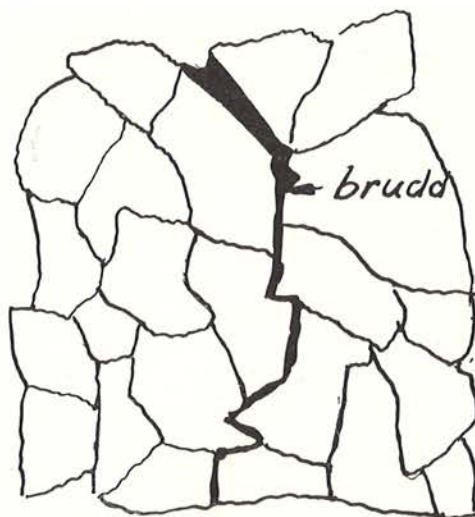


Fig. 1 b.

ner. Bruddanvisningene er dels av metallurgisk, dels av valseteknisk art, men kan også være et resultat av uheldig maskinell bearbeiding, varmebehandling eller skader under montasje og transport.

Faktorer som med rimelig nominell utmattingspåkjenning ofte fører til brudd, kan grupperes slik:

1. *Materialfeil* som porer, slagginnslutninger, skadelige seigringer, overlappinger under valsing m. m.
2. *Overflatesår* som herdesprekker eller skader ved slag, riping eller grov bearbeiding. Korrosjon på deler med en større vekselpåkjenning øker også i høy grad faren for brudd.
3. *Uheldig ytre form* med dårlig kraftlinjeoverføring og dermed spenningskonsentrasjoner. For eksempel kilespor, borer, vinkelhjørner eller avtrappinger med små hulkileradier.
4. *Store flatetrykk* i tillegg til andre spenninger slik som ved påkrymping eller påpressing av brystinger og nav på aksler. En spesiell form for utmattning på grunn av store flatetrykk har vi i den såkalte «pitting» på oljesmurte tannhjul. (Rene, blanke og harde tannflanker —  $H > 400$  kg/mm<sup>2</sup> — sammen med tykkeste mulig olje er botemidlene.)
5. Rest- og varmespenninger kan også ha ytterst uheldig virkning.

En bruddanalyse går ut på å bestemme bruddets årsakssammenheng. Dette arbeid er en spesialitet, som krever kostbart laboratorieutstyr. Men dynamiske brudd har ofte en karakteristisk form — sett med bare øyne — som henger nøye sammen med den måte bruddet starter og forplanter seg på. Har en derfor lært å tyde tegnene, kan en uten ekstra utstyr i mange tilfelle skaffe seg gode holdepunkter





Fig. 2.

om bruddets årsak og om de spenninger som opprinnelig har virket.

I det følgende skal kort omtales noen karakteristiske bruddformer som forhåpentlig vil gi en viss innføring i stoffet. Brudd på grunn av roterende bøyeutmatting i seige materialer synes å være det mest vanlige. Da disse brudd dessuten byr på en rekke variasjoner, skal de omtales først og vies størst oppmerksomhet.

Fig. 2 viser en form som er vanlig ved bøyeutmatting av stål. Bruddflaten består av 2 helt ulike soner. En relativt glatt — av og til nesten blank — transkrySTALLINSK flate som her utgjør det meste av akseltverrsnittet, og som er det egentlige utmattingsbrudd. Dessuten sees en linseformet mer kornet og interkrySTALLINSK sone som pilene peker mot. Dette er restbruddet som skjer momentant uten merkbar plastisk deformasjon.

Den førstnevnte, glatte sone har i dette tilfelle tydelige «frontlinjer» (Rastlinien, beach marks). Disse linjer representerer ulike stadier av bruddfronten og viser ofte ganske tydelig hvor bruddet startet. Forplantingsretningen er da som pilene viser. Undersøker en startstedet, finner en kanskje en feil som er synlig med bare øye, men slett ikke alltid. I dette tilfelle tyder alt på at kilesporet med sine skarpe hjørner er direkte årsak til bruddet.

Når en bruddflate — som i dette tilfelle — viser at bruddet har startet i bare et «punkt», kan en normalt gå ut fra at spenningen andre steder i akselens mest påkjente partier (langs omkretsen) ikke har overskredet materialets vekselstyrke i vesentlig

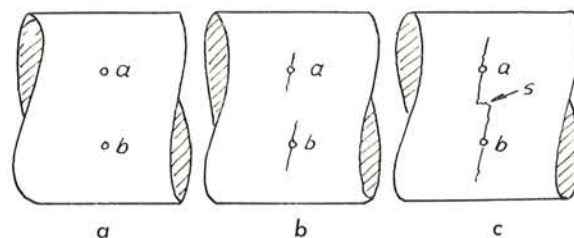


Fig. 3.

grad. I motsatt fall ville nemlig bruddet ha startet flere steder samtidig, noe bruddflaten ville kunne gitt beskjed om.

Fig. 3 viser et tilfelle med to startsteder. Det er en aksel utsatt vesentlig for bøyepåkjening og med 2 borer a og b. Slike borer gir sterke kjervvirkninger og bør selvfølgelig mest mulig unngås. Spenningstoppene ved eggen av boringene gjør at materialet her blir påkjent ut over det som tåles, mens spenningene overalt ellers er rimelige. Det begynner da å utvikle seg riss ved de to borer uavhengig av hverandre som vist i fig. 3 b. Rissenes skråstilling henger sammen med rotasjonen som alltid følges av en viss vridepåkjenning. Før eller senere vil de to riss brenke over i hverandre og lage et «sperremerke» S (ratchet mark, ripple mark) som ofte er lett synlig i den endelige bruddflate. I andre tilfelle kan primærrissene utvikle seg noenlunde loddrett på akselens senterlinje, men i forskjellig plan (f. eks. ved ytre strekk-trykk-påkjenning). De brenker likevel etter hvert over i hverandre på tilsvarende måte.

Fig. 4 viser resultatet av et laboratorieforsøk med en rotormodell. Sperremerkene står alltid loddrett frontlinjene og peker altså i bruddets forplantningsretning.

Det hender jo — som i dette tilfelle — at brudd med 2 eller flere startsteder og sperremerker kan føres tilbake til materialfeil og/eller spenningskon-

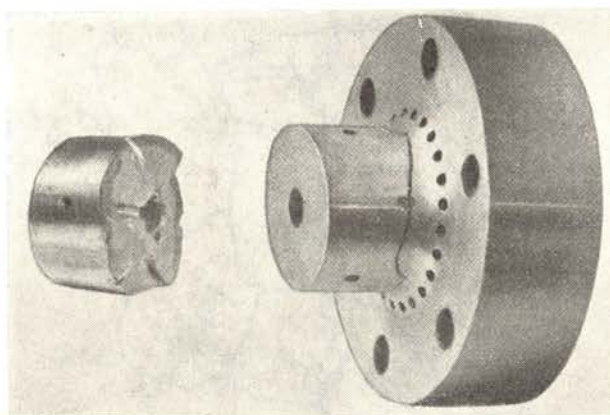


Fig. 4.





Fig. 5.

sentrasjoner. Men viser et brudd mange sperremerker, er det et nokså sikkert tegn på at spennin-gene er for store for vedkommende materiale og overflatetilstand. Det betyr nemlig at det på en rekke steder er et misforhold mellom påkjenning og motstandsevne. De mange primærriss brekker over i hverandre og danner hovedbruddet. Et typisk eksempel er gjengitt i fig. 5. Fig. 6 viser tydelige frontlinjer og noen sperremerker i området ved A. Bruddet synes å ha startet på flere steder i dette området. Det kan f. eks. skyldes korrosjon eller andre skader av mer lokal art, noe akselens overflate kanskje kunne gitt beskjed om. Bruddflaten viser for øvrig at det ikke er særlig store spenninger som har ført til brudd i dette tilfelle.

Spennings innflytelse på bruddets form kan best belyses ved hjelp av fig. 7. Figuren viser resul-tatet av laboratorieforsøk med to ulikt avtrappede aksler [2]. Begge akseltypene ble kjørt til brudd

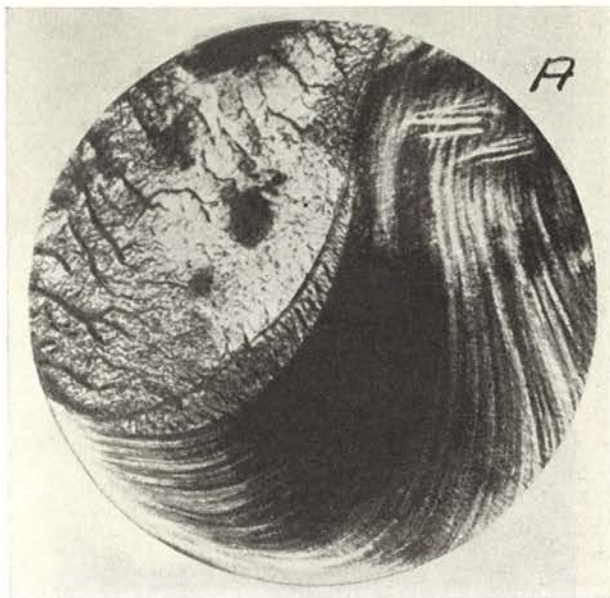


Fig. 6.

med stor og liten bøyebelastning i et fast plan. Fi-guren dekker stort sett det som tidligere er omtalt, men viser dessuten restbruddets plasing avhengig av påkjenningen.

Ved moderate spenninger vil restbruddet grense til akselens overflate som i fig. 7 a. Det vil ikke ligge rett overfor startstedet, men være forskjøvet noe mot rotasjonsretningen. Fig. 7 c viser hvordan front-linjene krummes på grunn av spenningskonsen-trasjonen langs akselens overflate. Bruddet forse-res raskere fram i de ytre partier som en slags «knipetangsmanøver». Det ellipseformede restbrudd når da heller ikke ut til akselens overflate. En vil legge merke til at ved sterk spenningskonsentrasjon er sperremerkene korte og ofte mindre tydelige. Noe av det samme har en i fig. 5, men ikke i samme grad. Fig. 7 b og 7 d viser hvordan høye nominelle spenninger bevirker sentralt og sirkelformet rest-brudd. Brudd av denne type betyr at vedkommende

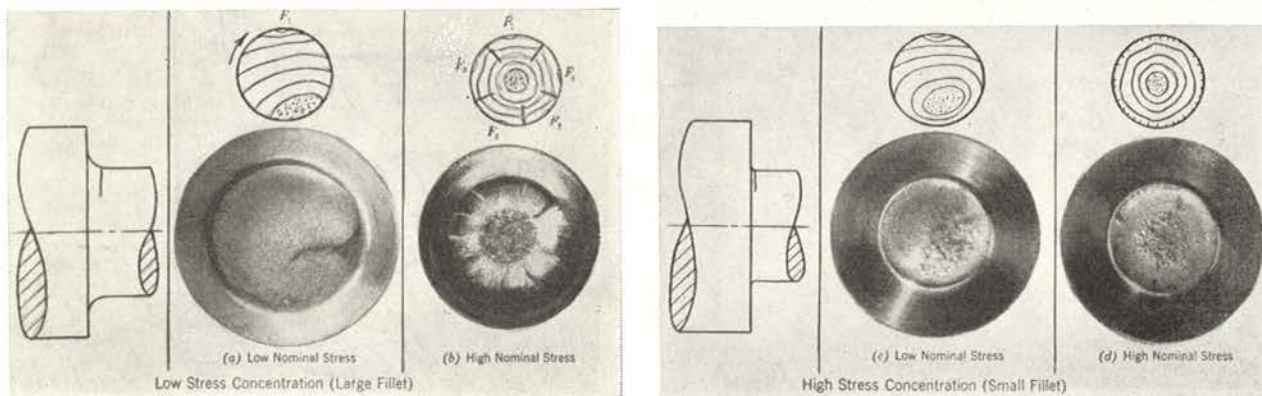


Fig. 7.





Fig. 8.

maskindelen er håpløst underdimensjonert, og forekommer nok sjelden i drift.

Restbruddets form og plassering synes i det hele tatt å gi gode holdepunkter for størrelsen av de nominelle spenninger som har virket ved bøyeutmatting. Faglitteraturen [2] byr til og med på grafiske framstillinger hvor den nominelle spenning kan bestemmes avhengig av restbruddets eksentrisitet og bøyeutmattingsstyrken for akselmaterialet.

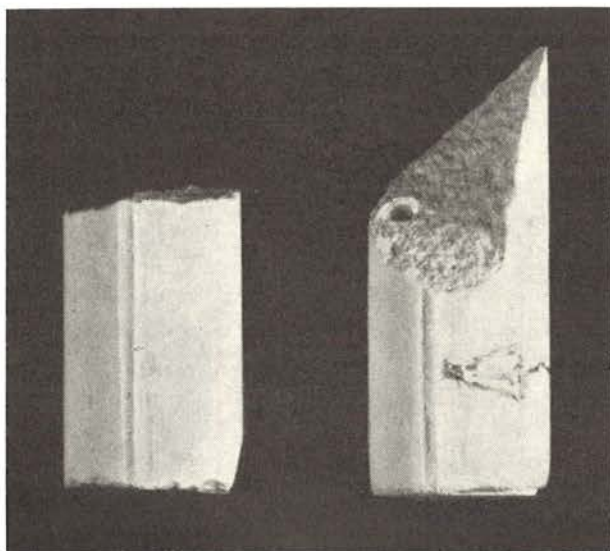


Fig. 9 a.

Det vil føre for langt å gå inn på mer spesielle bruddtyper. Her skal bare nevnes at bøyeutmattingsbrudd i veivakslar normalt er «skinkebrudd» som vist i fig. 8. Bruddflaten er her utstyrt med både frontlinjer og sperremerker. En ser at bruddet har startet ved overgangen til veivtappen og forplantet seg som pilene viser.

De brudd som er omtalt ovenfor, er rene bøyeutmattingsbrudd, i seige materialer. Svært mange deler er imidlertid påkjente av kombinert bøyning og vridning. Det er ikke alltid lett ved beregning å avgjøre hvilken påkjenning er farligst i et gitt tilfelle. Men et eventuelt brudd vil ofte kunne gi verdifulle opplysninger.

Som tidligere nevnt vil et utmattingsbrudd — selv i seige materialer — ha en tendens til å forplante seg loddrett de maksimale normalspenninger. Dette skyldes den stadige forandring av spenningsstilstanden langs bruddfronten og den dermed følgende lokale kalddeformasjon og sprøhet. I typisk sprøe materialer — som f. eks. støpejern — ligger bruddflaten alltid loddrett de maksimale normalspenninger. Alle utmattingsbrudd skulle derfor stort sett få samme hovedform som et tilsvarende statisk brudd i sprøtt materiale, noe som tallrike forsøk bekrefter.

Fig. 9 a viser statiske brudd i vanlig skolekritt, ren strekkpåkjenning til venstre og vridepåkjenning til høyre. Spenningsstilstanden ved vridning er vist i fig. 9 b.

En krummet, skråliggende bruddflate er normalt et tegn på at vridespenningen har vært den dominerende også ved utmattingsbrudd. Fig. 10 viser et typisk sådant.

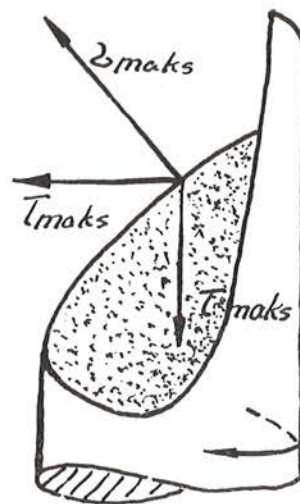


Fig. 9 b.



Men det er grunn til ikke å trekke noen forhastet slutning der en har med betydelig vridning å gjøre idet følgende forhold kompliserer analysen:

1. Bruddflaten *kan* særlig ved bløte materialer og stor påkjenning [2, 7] gå i retning av de maksimale skjærspenninger. — Altså aksielt eller tangentielt.
2. Tangentielt vil også bruddet kunne gå på grunn av spenningskonsentrasjon forårsaket av konstruksjonsdelens ytre form. Fig. 11 viser et typisk veivakselbrudd, der vrideutmattingspåkjenningen har vært den dominerende. Bruddet følger hulkileovergangen temmelig lenge, noe som

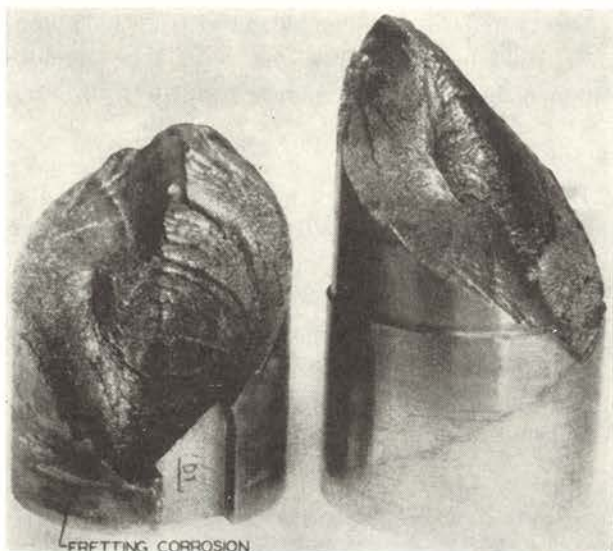


Fig. 10.

lett kan misforstås. Men i dette tilfelle er det andre ting som leder en på rett spor. Bøyebruddet berører — som tidligere nevnt — normalt ikke veivtappen eller dens tenkte forlengelse i veivskinken.

3. Biaksiale restspenninger i en aksels overflate forandrer bruddbildet totalt. Brudd i en blanktrukken komprimert aksel f. eks. kan se ut som et typisk vridebrudd, selv om den ytre påkjenning var «ren» bøying.

Fig. 12 gjengir et brudd i hardt materiale under sterk belastning. Bruddet forekom i en bærefjær tilhørende en av Statsbanenes elektriske motorvogner. En relativt liten sirkelformet primærsoner ses tydelig. Bruddet skyldtes valsefeil.

Brudd på grunn av torsjonsutmattning skal ikke omtales nærmere her. De starter, forplanter seg og fullføres stort sett etter samme skjema som bøyeutmattingsbruddene.



Fig. 11.

Det samme kan sies om brudd forårsaket av utmattende strekk-trykk-påkjenning. Denne form for påkjenning virker i praksis ofte nokså støtvis og slagaktig. En bruker da gjerne uttrykket «slagutmattning». Fig. 13 viser brudd i 3 pressluftdrevne meisler. Alle 3 bruddene forekom i løpet av en halv time for samme mann under avmeisling av sveisegrad ved Statsbanenes skinnesmie, Alnabru. Bruddstedet var overgangen til den sylindriske nakken som vist i fig. 14. Overgangen var nokså tilfeldig utformet med ulike hulkileradier i de tre tilfellene. Overflaten hadde enkelte stygge riper etter dreiestålet. Brudd a hadde best hulkileovergang. Bruddflaten viser også at spenningene har vært moderate, og alt tyder på at et overflatesår ved a er bruddets egentlige årsak. I tilfelle b var hulkilen dårlig og meisel merket c hadde en tilsynelatende helt skarp overgang (sml. fig. 7 d). Det store antall sperre-

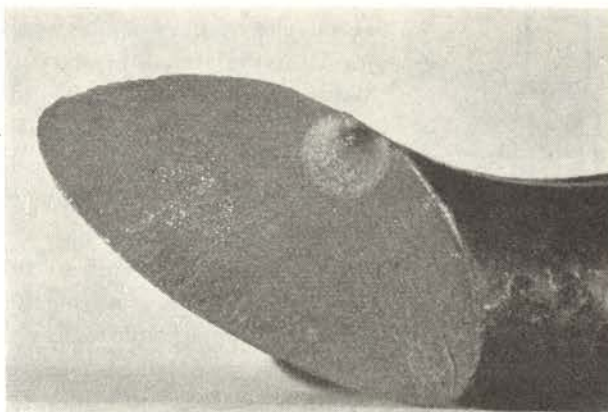


Fig. 12.



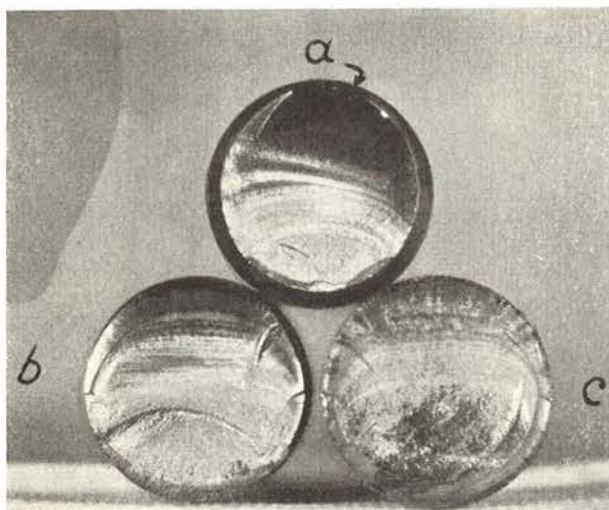


Fig. 13.

merker viser at bruddet har startet på en rekke steder langs omkretsen. Med en slik hulradius er det intet håp om å unngå brudd. Så vidt hardt materiale som dette (antagelig Stavanger Staals SWP 20) er for øvrig meget kjervømfintlig og krever derfor særlig gode overganger og blank overflate.

De såkalte «rivebrudd» har vært meget omtalt i den senere tid — særlig i forbindelse med mange alvorlige brudd i helsveiste skipsskrog. Disse brudd kan opptre under såvel statisk som dynamisk belastning. Det er ikke så sjelden en støter på dynamiske rivebrudd, og som oftest er det vel en trykkbeholder (dampkjel) som har eksplodert. Disse brudd starter også lokalt på steder der påkjenningen overstiger motstandsevnen. Tverrkontraksjon finner ikke sted i vesentlig grad, og bruddflatene blir derfor krystallinske som ved statisk brudd i sprø materialer. Spenningstilstanden er ofte toakset (trykkbeholdere), noe som også bidrar til å gi bruddet dets sprø karakter.

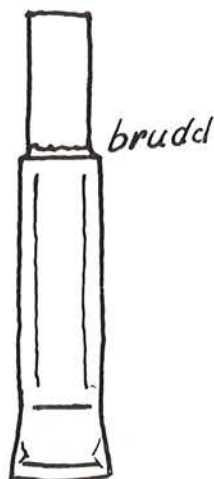


Fig. 14.

Fig. 15 viser et karakteristisk, men noe uvanlig rivebrudd. Det er en elektrisk avsmeltesveiset jernbaneskinne som er slått av ved ordinær fallprøve. Bruddflaten har noen lett synlige V-formede striper, de såkalte «sildebeinsmerker» (herringbone marks). Disse peker alltid i retning av startstedet som derfor kan lokaliseres og studeres for eventuelt å finne bruddets årsak.

La oss se litt nærmere på hvordan rivebruddet forplanter seg og stripene blir til.

Brudd i en vanlig strekkstav åpner seg alltid først nær sentrum. Her hindres nemlig tverrkontraksjonen av det utenforliggende materialet, og bruddet får derfor lett en sprø karakter i primærsonen, se fig. 16. Fig. 17 viser videre hvordan skinnebruddet i fig. 15 forplanter seg. Når belastningen øker, begynner bruddet å utvikle seg fra startstedet oppover steget og utover flensen til venstre, men på grunn av hindret tverrkontraksjon forseres bruddfronten lengst fram nær de respektive midtlinjer. Bruddfronten blir nærmest parabelformet som antydnet på figuren. De ulike frontpartier forplanter seg ofte i noe forskjellig plan og retning, men brekker over i hverandre og lager «sperremerker» som i dette tilfelle utgjør det karakteristiske hakemønster. «Sildebeinsmerkene» må bare ikke blandes sammen med eventuelle parabelformede frontlinjer.

*Avslutning.*

Det er ikke mulig i en artikkel som denne å gi noen fyldig og uttømmende behandling av forekommende bruddformer. De valgte eksempler er «skoleeksempler» delvis hentet fra faglitteraturen, og som tidligere nevnt beregnet på å gi en viss orientering i et på mange måter interessant stoff.

Mange driftsbrudd er dessverre ikke så tydelige. Ved brudd av noen betydning bør vel derfor rege-

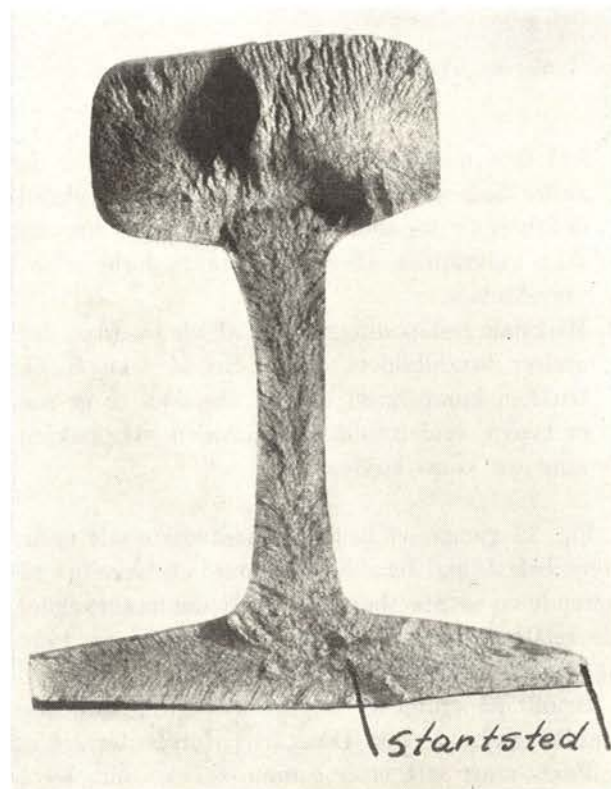


Fig. 15.



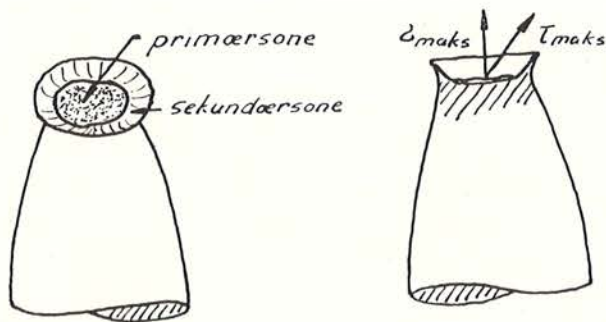


Fig. 16.

len være at bruddet — med bruddflatene mest mulig hele og rene — sendes til materialprøveanstalt for analyse. Det er f. eks. sjelden nok å få bestemt bruddets startsted. En vil også gjerne vite *hvorfor* bruddet startet akkurat der. Et sikkert svar på det krever ofte metallurgisk innsikt, dessuten tilstrekkelig erfaring på området og de rette hjelpemidler for oppgaver av denne art.

## Litteratur.

- [1] E. Siebel: Handbuch der Werkstoffprüfung (1940).
- [2] M. Hetényi: Handbook of Experimental Stress Analysis (1950).
- [3] Davis, Truxell, Wiskocil: Testing and Inspection of Engineering Materials (1946).

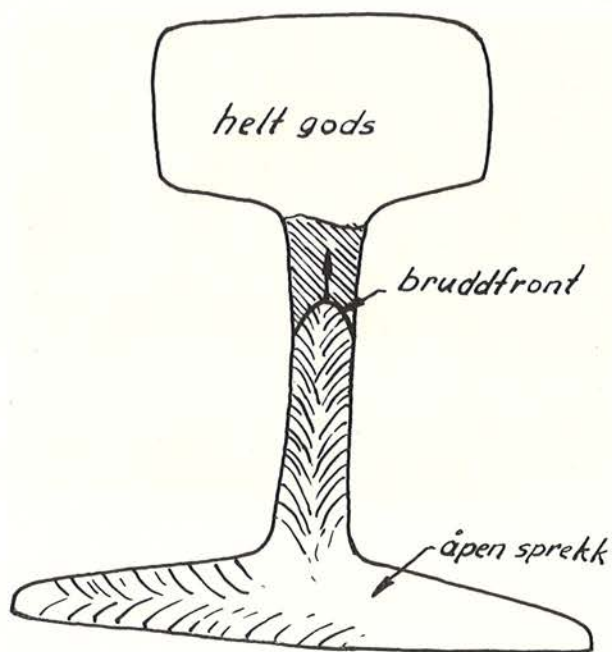


Fig. 17.

- [4] The Failure of Metals by Fatigue: Proceedings of a symposium held in the University of Melbourne Dec. 2nd-6th 1946 (1947).
- [5] Otto Schwarz: Die technischen Werkstoffe (1932).
- [6] M. ten Bosch: Berechnung der Maschinenelemente (1951).
- [7] R. Cazaud: Fatigue of Metals (1953).

## MODERNISERING AV 2. KLASSES PERSONVOGNER

Av avdelingsingeniør E. Waage

DK 625.23.004.67(481)=396

Som kjent har NSB endel eldre vogner som langt fra fyller de krav en reisende i dag må kunne stille til det transportmiddel og den klasse som velges. Særlig er dette tilfelle med en stor del av de eldre 2. klasses midtgangsvogner som nyttes i fjerntogene. De er mørke og triste, virker trykkende på grunn av lavt tak med takoppbygg og er lite komfortable i forhold til de nye og mer moderne 3. klasses vogner. Denne forskjell er så påtagelig at reisende som har betalt 2. klasses billett, meget ofte foretrekker å reise på 3. klasse.

Bergen distrikt disponerte bl. a. 2 stk. eldre Bøvogner type 3 nr. 989 og 990 for togene 609/610 på Bergensbanen, og fikk i oppdrag å modernisere disse vognene i forbindelse med hovedpuss.

I samarbeid med Hovedstyret ble man stående ved at følgende arbeider burde utføres:

Vognen deles i to like store (tidligere tre) avdelinger, henholdsvis for røkere og ikke-røkere. Skilleveggen ble utført med glass i de øvre felter for å

få bedre romvirkning, og med pendeldør. Det gamle taket med takoppbygg ble fjernet, og buet tak etter nyere konstruksjonsprofil oppsatt. Vinduene, som er brede utsiktvinduer, 1800 mm og 1200 mm, ble bibeholdt. Veggene i passasjer-avdelingene er finert med hollandsk alm med stående ådring i øvre felter og liggende ådring under vinduene, og lakkert med Banta plast-lakk. Mahogni dører og lister er gitt en litt mørkere tone enn veggene, og alt er mattert ved sliping. Nedslagsbordene ble forandret og belagt med rød Golvflex D 6 på platen. Fotografierne fig. 1 og 2 vil gi et inntrykk av den nye innredning.

Toalettrommene ble sløyfet, og istedet ble oppsatt bagasjehyller. Her ble taket for plattform og bagasjerom utført med samme tak-krumning. Veggene ble kledd med brun Jaspé linoleum og dørene for lysskapene utført i teak, innrammet av teaklister i naturfargen. Sideutgangsdørene som tidligere slo innover, ble forandret slik at de nå slår utover. Veggene i W. C. ble kledd med hvit Fibo-panel nr. 10



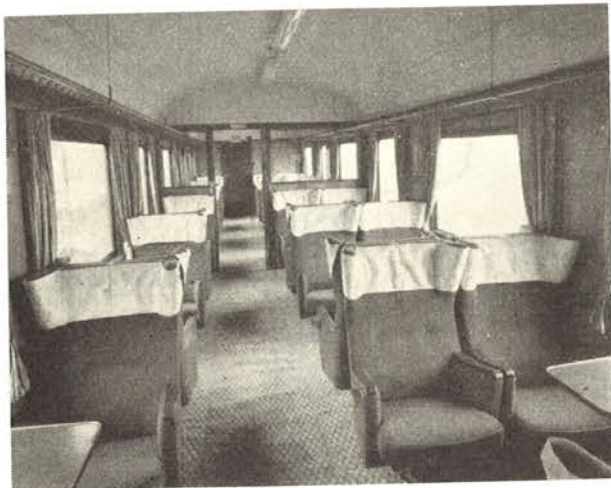


Fig. 1.

(brennlakkert huntonitplate) lagt i plastlister for om mulig å komme bort fra slitasje-flekker og avvaskede partier.

Lysinstallasjonen ble modernisert, idet man i hver avdeling la opp 3 stk Philips lysstoffrør type PL/OT med reaktansspoler for 100 Hertz. Skjermer og endestykker er gjort av riflet opal perspex plast. Det ble benyttet normale 40 W 220 V gulhvite lysrør. I lysskapet ble montert en Bosch omformer for 32 V likestrøm/vekselstrøm 100 per. 2 x 22 V, og 2 stk. transformatorer 22/220 V 300 VA samt 2 stk. kondensatorer à 6 m F. Det ble brukt en spesialkoblet lysfordelingstavle og vanlig maskintavle. Til bruk om dagen ble montert 6 stk. 40 watt glødelamper i hver avdeling med fotocellebryter av vanlig konstruksjon. Varsellamper for W.C. ble plassert på begge endevegger ved utgangsdøren. Vognene ble dessuten utstyrt med høyttaleranlegg med 1 stk. Tannoy ET 120 høyttaler på endevæggen i hver avdeling.

Det ble montert Vapor dampoppvarming i kapsler langs sideveggene, og vognene fikk samtidig utstyr for elektrisk oppvarming. Ovnene i passasjeravdelingene ble plassert mellom stolene.

Stolene er for øvrig den mest bemerkelsesverdige nyhet i vognene, idet de er utført som enkeltstående, faste lenestoler med høy rygg og ørelapper. De er konstruert og forarbeidet ved A/S Norsk Boligindustri i Elverum, og er trukket med stoff som for 2. klasse bestemt. De har fått en tiltalende form og er meget behagelige å sitte i.

For ventilasjon ble anbrakt 4 stk. Flettner ventilatorer nr. 32 med tallerkenventil for regulering. Alle beslag er forkromet. Hele gulvet er belagt med gulvteppe i lyse farger, og avfallskurver er anbrakt mellom stolryggene.

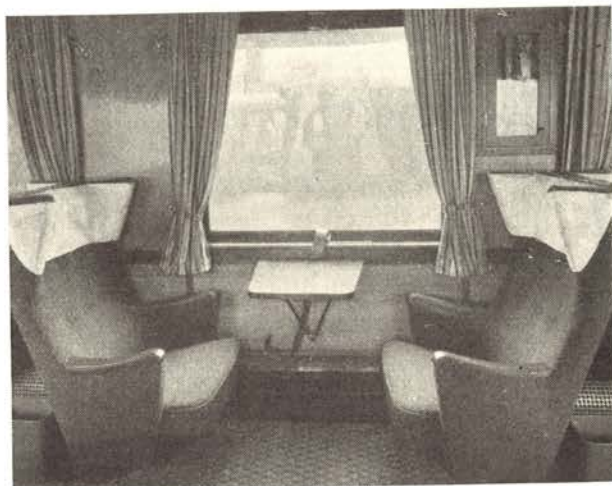


Fig. 2.

Utvendig er vognens utseende uforandret, bortsett fra det nye taket. I boggiene er det montert Jaeger rullelagre.

Resultatet er blitt vogner som er både komfortable å reise i og ellers lyse og behagelige, og som Statsbanene kan være bekjent av å by frem som beste klasse til de reisende på landets største turistbane. Moderniseringen vil bli fortsatt.

### Rettelse

I direktør Grønningsæters artikkel «Utviklingen av det rullende materiell» i forrige nummer av Tekn. Medd. har det dessverre sneket seg inn etpar trykkfeil som redaksjonskomiteen vil be både forfatter og lesere om unnskyldning for. På side 71, spalte 1, linje 10 nedenfra står at lok.type 49, Dovregubben, har en største ytelse på drivhjulene på «over 2100 HK». Dette skal være «over 2500 HK».

På side 72, spalte 2, linje 6 nedenfra står om de elektriske malmtogslok. på Ofofbanen at største hastighet «for boggityper» var 60 km/time. Her skulle stått «for begge typer».

På side 75, spalte 2, linje 8—9 vil trykkfeilsdjevlen ha de elektriske ekspressstog til å gå «i 18 promille stigtrinn» med 80 km/time. Togsettene foretrekker imidlertid å gå «i 18 promille stigning».

På side 78, spalte 1, mellom linjene 15 og 16 nedenfra, bør for fullstendighets skyld innskytes en passus, slik at det kommer til å lyde: «. . . med ytelse (ved sløyfing av forkammeret) 600 HK for de først ombygde, men for de senere ombygde motorer igjen øket til 650 HK.»

På side 81, spalte 2, linje 11 nedenfra står at sovevognene ble utført med «høyst hvelvet tak». Dette skal selvfølgelig være «høyt hvelvet tak».



KIRSTES BOKTRYKKERI, OSLO