

DEN SVENSKA
STATSBANEELEKTRIFIERINGEN
OCH DESS BETYDELSE FÖR
TRANSPORTEKONOMIEN

av

Överingenjören i Kungl. Järnvägsstyrelsen

TH. THELANDER

Den svenska
statsbaneelektrifieringen och dess betydelse
för transportekonomin

av

Överingenjören i Kungl. Järnvägsstyrelsen

TH. THELANDER

Statens Järnvägars Tryckeri
Tomtebodavägen
1950

Den svenska statsbaneelektrifieringen är i vissa avseenden egenartad. De tekniska lösningarna ha syftat till anordningar, passande i ett land med stora avstånd, varierande befolkningstäthet, ojämnt fördelade krafttillgångar och olikartade transportuppgifter. Resultatet har blivit ett system, kännetecknat av stor elasticitet. Det låter sig villigt anpassas efter olikartade förhållanden. Med detsamma upprätthållas lika väl tunga malm- och godstransporter över vida distanser som närtrafik omkring storstäderna och snabbförbindelser mellan dem. Klimatets inverkan är praktiskt taget eliminerad. Den elektriska bandriften fungerar lika säkert norr om polcirkeln som i syd- och mellansveriges tempererade klimat. Det ekonomiska utbytet av den elektriska driftformen är gott och har undantagslöst utfallit gynnsammare än förhandsberäkningarna utvisat.

KRAFTFÖRSÖRJNINGEN

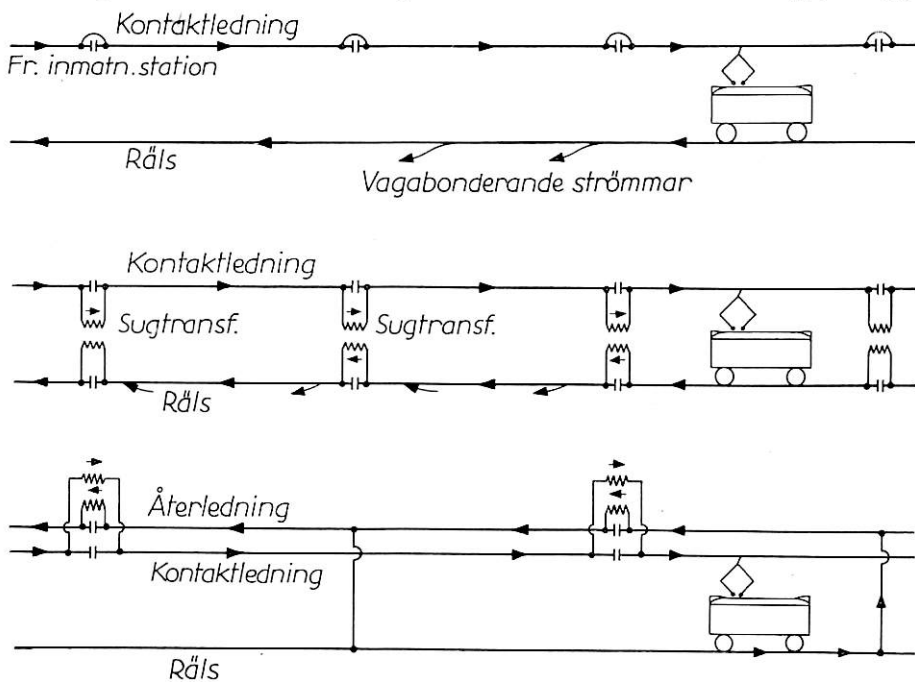
Det svenska elektrifieringssystemets elasticitet har vunnits först och främst genom valet av strömart. Det med hög kontaktledningsspänning, ca 16 000 volt, arbetande enfasssystemet medgiver stora matningsavstånd och skänker en värdefull rörelsefrihet.

Till en början var man av den uppfattningen, att rörelsefriheten borde utnyttjas försiktigt. Genom att förlägga matningspunkterna tätt — på ca 30 km avstånd från varandra — och genom att sektionera kontaktledningsnätet mellan dem räknade man med att erhålla en sådan strömfördelning, att bandriften icke skulle verka störande på närbelägna telefon- och telegrafförbindelser. Detta blev emellertid ändock fallet. Särskilt vid jordslutningar uppstodo avsevärda induktionsstörningar. Det i Sverige säreget höga jordmotståndet förvärrade dessa störningar. Störningar uppstodo även till följd av influens.

På grund av dessa förhållanden igångsattes i början av 1920-talet intensiva forskningar. Det framgick av dem, att induktionsstörningarna kunde bemästras, om kontaktledningen försågs med sugtransformatorer,

och att en kombination av sugtransformatorer och återledning medförde en så fullständig kompensation av induktionsstörningarna, att det för deras skull icke längre förelåg minsta anledning att begränsa matningsavstånden. Denna fördel visade sig snart vara så stor, att den väl uppvägs de ökade kostnader, som sugtransformatorerna och återledningen drogo med sig.

Influensstörningarna, som aldrig voro allvarliga, försvunno, när man övergick till att förlägga de utmed banan framdragna svagströmsledningarna i jordkablar. Då denna metod under svenska förhållanden visat sig ekonomiskt fördelaktig, så snart antalet telefonledningspar upp-

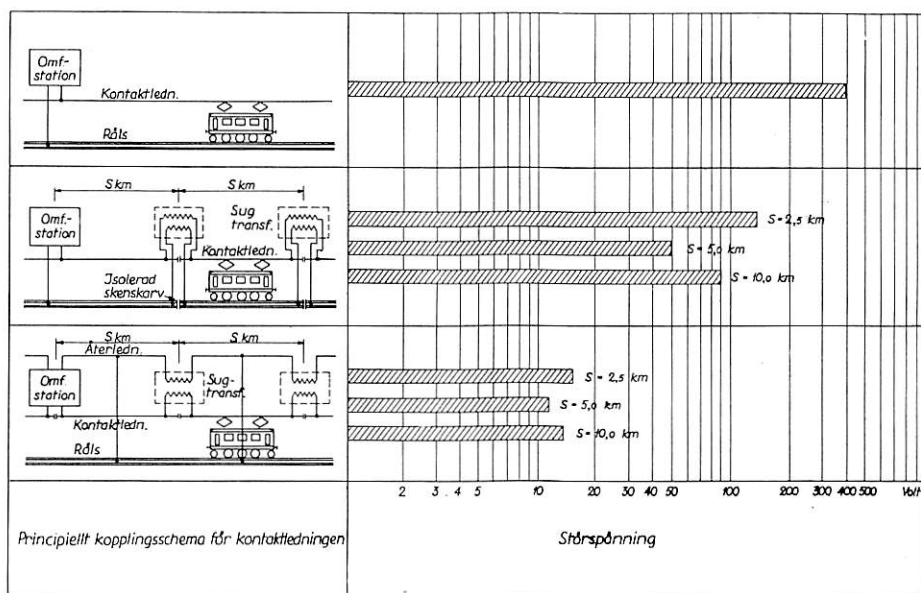


Kraftöverföringssystemets successiva utveckling.

går till eller överstiger 9 à 10, och då ledningsbehovet för järnvägsdriften i allmänhet är långt större än så, innebär förkabligen sällan någon ekonomisk belastning för elektrifieringen.

Att svagströmsledningarna kunna förkablas till så låg kostnad, att kablarna bli ekonomiskt berättigade redan vid så litet ledningsantal som det nyssnämnda, beror till stor del på den fullgoda kompensationen av induktionsstörningarna. Deras upphävande gör det nämligen möjligt att placera svagströmskablarna i banvallen, varav följer, att förläggningen kan ske maskinellt och att alla markkostnader bortfalla.

På 1920-talet, medan störningsproblemet ännu var olöst, uttalades från många håll, särskilt inom teletekniskt intresserade kretsar, tvivel



Uppmätta inducerade störspänningar mot jord i volt i statsbanornas invid spåret nedlagda telefonkabel på en 35 km lång provsträcka vid olika koppling av dess kontaktledningssystem och vid en ström av 300 A och en frekvens av $16\frac{2}{3}$ p/s i kontaktledningen. På längre sträckor bruka induktionsspänningarna för systemet med sugtransformatorer och återledning hålla sig omkring 0,05 V per 100 Akm.

på enfassystemets framtid. Man menade, att endast likströmsdriften kunde skänka den störningsfrihet, varav de teletekniska förbindelserna voro beroende. Numera är uppfattningen helt förändrad. Den vid en svensk privatbana förekommande likströmsdriften har vållat korrosionsskador på telefon- och telegrafkablarna, som ingivit teleteknikerna allvarliga betänkligheter och gjort dem till livliga förespråkare för enfassystemet.

Störningsproblemet, som en gång var ett allvarligt hot mot enfasdriften i Sverige, fann alltså en lösning, som i såväl tekniskt som ekonomiskt avseende befrämjade användningen av denna driftform. Genom omformdriften skulle dess fördelar bli än mera framträdande.

Ursprungligen tänkte man sig, att Sveriges Statsbanor skulle bygga egna kraftverk för generering av enfasström, vilken genom särskilda kraftledningar skulle distribueras till understationer utmed banan. Den första statsbaneelektrifieringen, omfattande den 433 km långa linjen Luleå—Riksgränsen, genomfördes också enligt denna metod.

Senare bedrivna undersökningar visade, att det för landet i dess helhet var ekonomiskt ogynnsamt att inrätta två skilda kraftförsörjnings-

system, ett enfasigt för bandriften och ett trefasigt för andra ändamål. Ett enhetligt system, vilket i beaktande av bandriftens relativt måttliga kraftbehov borde utföras trefasigt, befanns avgjort vara att föredraga. Så tillkom omformardriften med motorgeneratorer, primärt anslutna till det allmänna kraftnätet, sekundärt till järnvägens kontaktledningar.

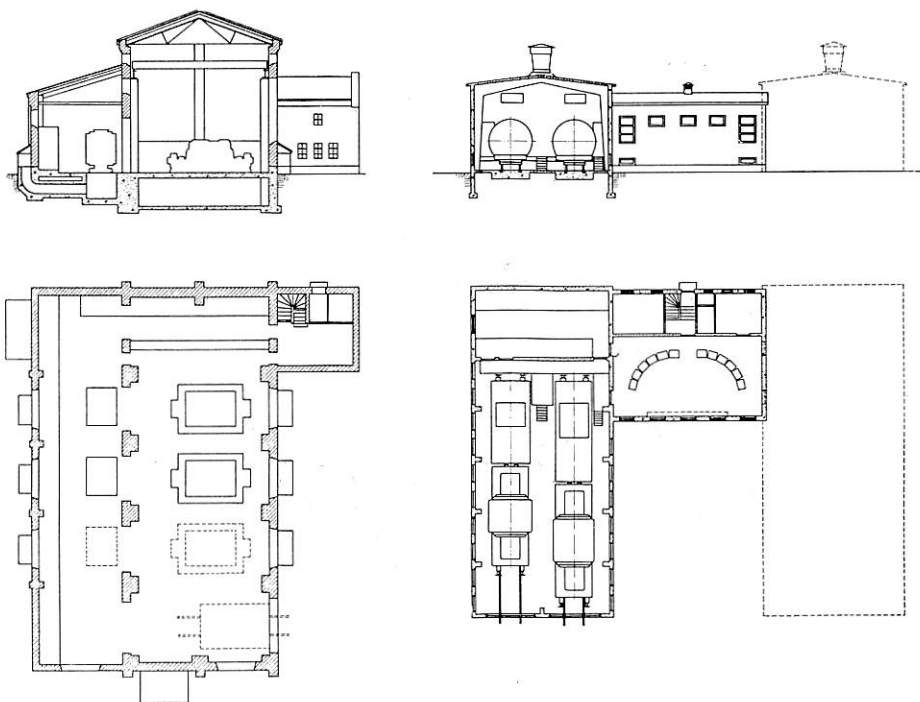
Omformardriften leder icke blott till ett enhetligt, väl utnyttjat kraftförsörjningssystem. Den medför många andra fördelar. En av dem består däruti, att enfasspänningen i inmatningspunkterna på kontaktledningsnätet kan hållas konstant, oberoende av belastningen. Det blir härigenom möjligt att ytterligare öka de avsevärda matningsavstånd, som uppnås, tack vare enfassystemets höga spänning och störningskompensationen. Matningsavstånden i Sverige ha på så sätt kunnat utsträckas till i medeltal 100, maximalt 160 km på huvudlinjerna, och antalet omformarstationer har starkt begränsats. Ekonomien har gynnsamt påverkats härav.

Ännu större besparingar ha vunnits därigenom, att de stora matningsavstånden tillåtit, att omformarstationerna i allmänhet kunnat förläggas till orter, där trefaskraft funnits tillgänglig. Kraftledningsbyggnad för bandriftens skull har till följd härav förekommit mycket sparsamt. I de fall, då den icke kunnat undvikas, har den, tack vare trefasströmmens mångsidiga användbarhet, i regel blivit till lika stor eller större nytta för det allmänna som för järnvägarna. Deras elektrifiering har alltså ingått som ett naturligt led i landets kraftförsörjning.

Omformardriften begränsar på ett värdefullt sätt kortslutningspåkänningarna på enfassystemet och utnyttjas med fördel för spänningsreglering på trefasnätet. Överföringsförmågan och verkningsgraden hos detta nät ökas på så sätt avsevärt. I Sverige har detta förhållande blivit särskilt uppmärksammat under krigsåren. Anspråken på kraftförsörjningen och byggnadssvårigheterna stegrades under dem så hastigt, att kraftöverföringssystemets kapacitet tidvis skulle ha varit otillräcklig, om den icke hade ökats med tillhjälp av bandriftens, över hela landet utspridda, såsom spänningsregulatorer utnyttjade synkronomformare. Dessas samlade, kontinuerligt uttagbara effekt på trefassidan uppgår för närvarande till 465 MVA.

Ett lands krafttillgångar tillvaratagas bäst, om samdrift etableras mellan kraftverken. I Sverige äro numera alla kraftverk av betydelse förbundna med varandra. Härav följer, att omformare, anslutna till trefasnätet, kunna bringas i synkronism såväl på trefas- som enfassidan. Den svenska bandriften arbetar enligt denna princip. Spänningsfallet och energiförlusterna på kontaktledningsnätet ha härigenom minskats.

Paralleldriften nedsätter icke driftsäkerheten. Selektiva strömbrytare sörja för uppdelning av ledningsnätet vid inträdande störningar. Inom områden med särskilt känslig drift ordnas dessutom fjärrstyrning av

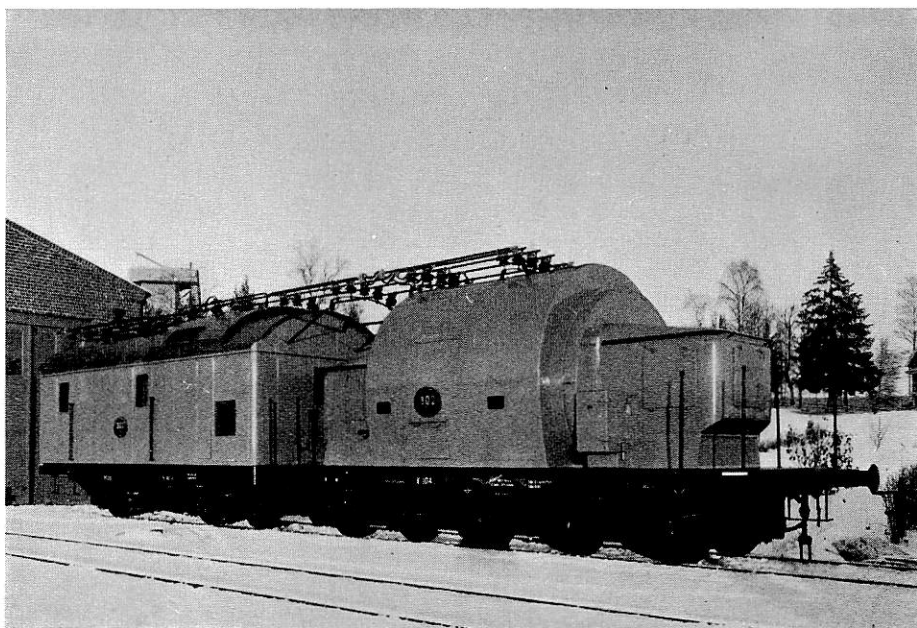


Omformarstationer av äldsta och nyare utförande.

de avskiljare, medelst vilka felsökning och felbegränsning brukar företagas.

Omformarna för bandriften utfördes ursprungligen såsom fast uppställda aggregat. För dessas montage och demontage fordrades rikligt golvutrymme samt traverser med stor lyftkraft och betydande lyfthöjd. Omformarnas ventilation framtvingade rymliga, till källarplanet förlagda ventilationstrummor. Byggnaderna blevo på så sätt både voluminösa och dyrbara.

På 1930-talet infördes mobila omformare. Därmed bortföll behovet av traverser och ventilationskanaler i omformarstationerna. Dessa blevo till formatet helt oansenliga. Invid och i omedelbar anslutning till en byggnadsdel, innehållande kontrollrum, förråd och expedition för stationsmästaren, ordnas numera allt efter behov en eller två hallar för det rörliga maskineriet. I byggnadstekniskt avseende uppnås alltså två fördelar. Dels minskas byggnadernas omfång, dels kunna utbyggnader för framtida behov uppskjutas, tills de bliva erforderliga. Både det ena och det andra leder till avsevärda besparingar. Dessa ökas ytterligare, därigenom att mobila maskiner minska behovet av reserver och tillåta, att underhållsarbetena på omformarna centraliseras och rationaliseras.



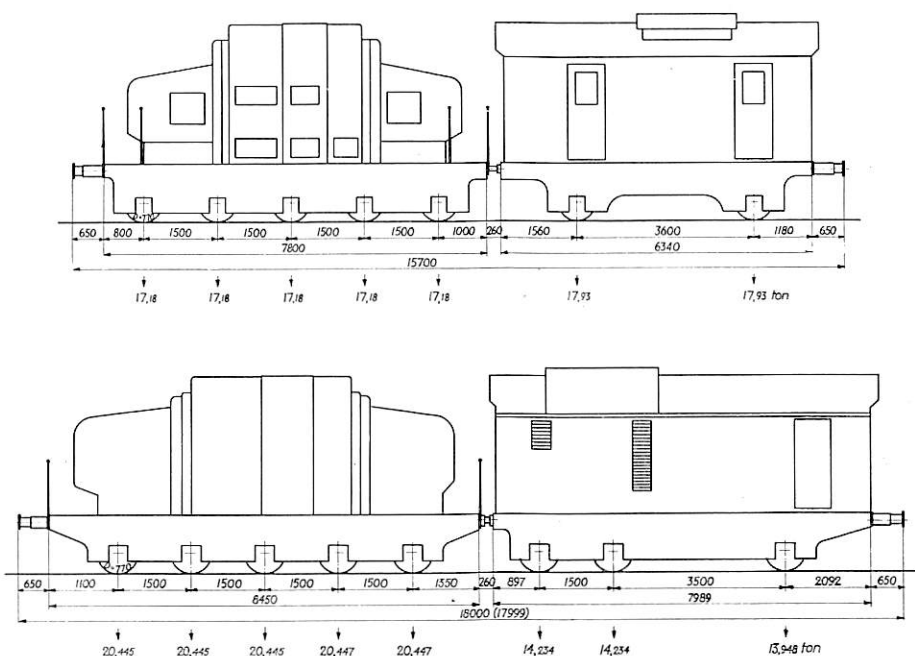
Mobilt omformaraggregat av större typ.

Med omformarnas mobila utförande har alltså vunnits stora fördelar. Sammantagna uppväga dessa mer än väl den kostnadsökning, som utföringsformen dragit med sig.

Såväl de fast uppställda som de först tillkomna mobila omformarna utfördes för en nominell effekt på enfassidan av 2.400 kVA. Villkoret att den nominella effekten skulle kunna överskridas med 35 % under 60 min., 80 % under 15 min. och 120 % under 5 min., ledde emellertid till mycket rikligt dimensionerade maskiner. Kontinuerligt kan pr aggregat i verkligheten uttagas inemot 3.000 kVA.

Av den rörliga omformartypen tillkom senare en maskin med en märk-effekt på enfassidan av 4.000 kVA och med något större överbelastningsförmåga än de äldre maskinernas. Maskinkostnaden per kVA minskades härigenom så avsevärt, att den av kriget vållade kostnadsstegringen kunde helt elimineras. Med den större effekten följde också förbättrad verkningsgrad. Den uppgår numera till 92 % vid fullbelastning och $\cos \varphi = 0,8$ på generatorsidan. Årsmedelverkningsgraden för samtliga i drift utnyttjade omformare brukar hålla sig vid 83 å 84 %. En beräkning visar, att den kan höjas till ca 86 %, om endast omformare av den nyare typen användas.

Genom kombination av små och stora aggregat och genom att förse omformarstationerna först med en, sedan med två uppställningshallar

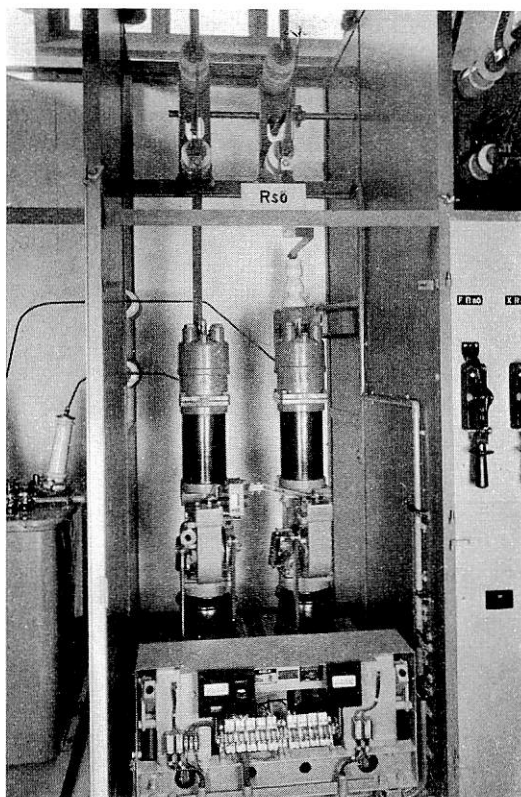


Jämförelse mellan mobila omformaraggregat av mindre och större typ, 2.400 resp. 4.000 kVA märkeffekt.

kan stationseffekten i steg om ca 3.000 kVA godtyckligt varieras inom gränserna 3.000—24.000 kVA. Större elasticitet är icke behövlig, ty erfarenheten visar, att ett effektbehov, överstigande den övre gränsen, bör tillgodoses genom en ny omformarstation, inskjuten mellan befintliga sådana.

Varje mobil motorgenerator förses med en tillhörande instrument- och transformatorvagn, innehållande utrustning, dels för start och spänningsreglering, dels för upptransformering av generatorspänningen till 16.000 volt. Generatoren utföres för ett periodtal av $16\frac{2}{3}$. Motorsidan ordnas för inmatning av 50-periodig trefasström vid 6.300 volts spänning. I denna form fullgöras energileveranserna till statsbanan.

Omformarna utföres alltså för att på uppställningsplatsen anslutas till samlingsskenesystem, ett primärt, trefasigt för 6.300 volt, ett sekundärt, enfasisgt för 16.000 volt. Omformarstationernas fasta elektriska utrustning anpassas härefter. Enfasströmmen utmatas från stationerna genom i dem uppställda automatiska linjebrytare. Dessa utföres numera såsom oljefattiga kontraktionsbrytare. Automatiken är så ordnad, att brytaren automatiskt verkställer 3 provinkopplingar inom 5, 30 och 180 sekunder efter inträdd överströmsutlösning.



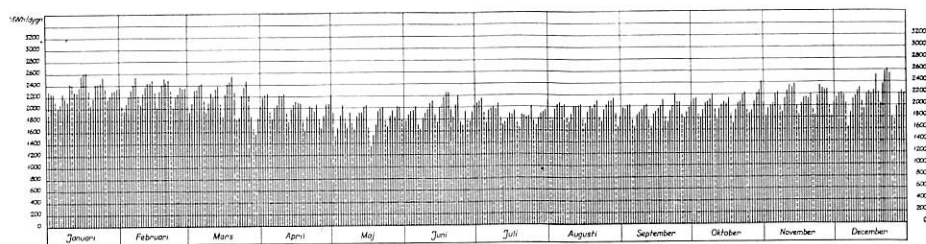
*Oljefattig linjebrytare för
16 kV, 83,2 MVA.*

Omformarna arbeta i stationerna stående på sina hjul, alltså avfjädrade i förhållande till underlaget. Detta utgöres av grova räler, anbragta på en underbädd av armerad betong. Maskinfundament i vedertagen betydelse saknas sålunda. Till följd av detta arrangemang går det mycket snabbt att vid behov lösgöra eller insätta en omformare.

Omformarstationerna övervakas lokalt, i regel av personal, stationerad vid dem. Vissa fjärrstyrda stationer skola tillkomma. Den lokala övervakningen av sådana stationer begränsas till systematiska inspektioner.

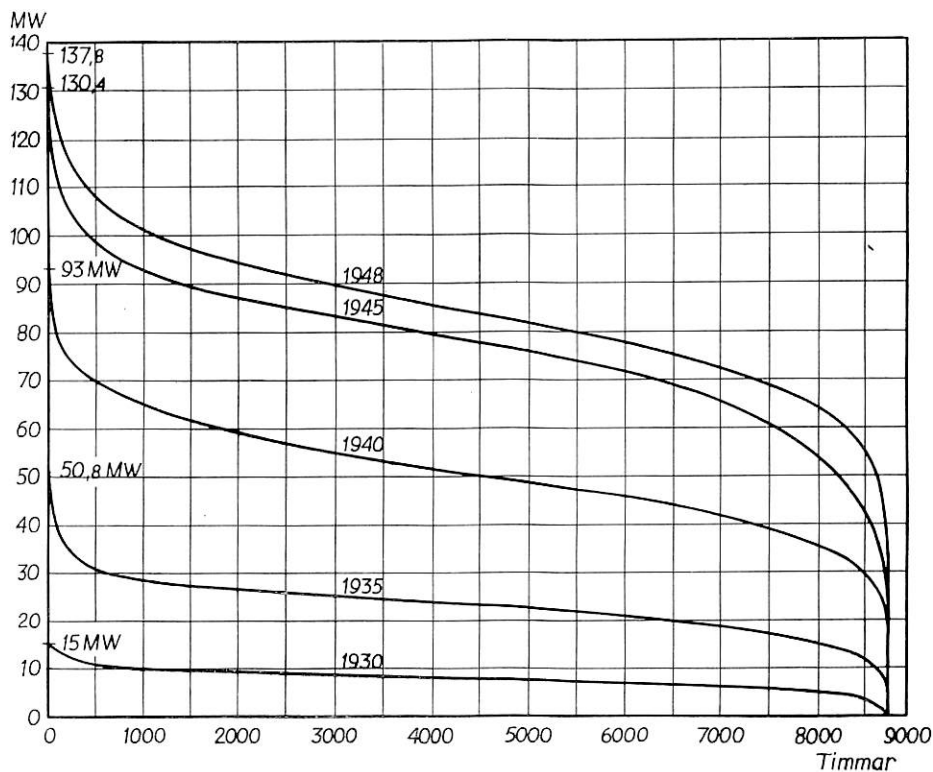
Belastningen i samtliga stationer följes centralt. Detta sker med tillhjälp av ett fjärrmätverk, arbetande med impulser överförda via statsbanornas telefonkablar till en central mätutrustning. I denna registreras trefasbelastningen dels i kWh, dels i uttagen energi i medeltal per kvartimme, den s. k. kvarttimmemedeffecten. Slutligen registreras det antal fall, i vilka den nämnda kvarttimmemedeffecten överskrider vissa värden, så att varaktighetskurvor kunna upprättas.

Ett studium av belastningsvariationerna bekräftar det välkända förhållandet, att en i tid och rum utbredd bandrift medför en mycket god



Statens Vattenfallsverks kraftleverans under år 1948 till Statens Järnvägar söder om Boden.

kraftutnyttjning. Utnyttjningstiden, hänförd till gällande debiteringsförfarande, för den i anspråk tagna trefaseffekten uppgår för Statens vattenfallsverks kraftleverans till statsbanorna söder om Boden, motsvarande ca 70 % av den elektriska bandriftens totala kraftbehov, till i runt tal 5.900 timmar. När belastningen är som störst, håller sig kvarttimme-medelvärdet för nämnda leverans vid för närvarande ca 140.000 kW. Maximalvärdena uppträda i regel vid jul och midsommar, då trafiken kulminerar, men då industribelastningen är låg.



Varaktighetskurvor för den del av Statens Järnvägars energiförbrukning för bandriften söder om Boden, som blivit tillgodosedd av Statens Vattenfallsverk.

Statsbanornas kraftuttagning sammanlagrar sig över huvud taget mycket väl med övrig kraftkonsumtion. De dygns- och veckovariationer, som känneteckna denna, återfinnas icke vid banorna, och dessa framstå i motsats till industrien såsom stora kraftavnämare under helgerna. Statsbanornas kraftbehov kan därför tillgodoses med betydligt mindre insats av maskineffekt i kraftverken än den, som skulle ha erfordrats, om kraftgenereringen för bandriften varit fristående. En grov uppskattning visar, att besparingen, i kronor räknad, är av samma storleksordning som kostnaden för omformarna.

Den förvärvade insikten om den enhetliga kraftgenereringens och sammanlagringens värde blev en väsentligt bidragande orsak till genomförd systemomläggning på Malmbanan. På denna, ursprungligen för direktgenerering av enfaskraft inrättade linje, är numera den södra delen, sträckan Gällivare—Luleå, omställd till omformardrift. Motsvarande ombyggnad emotses för det norra linjeavsnittet. Omformardriftens fullständiga genomförande vid Sveriges statsbanor är alltså endast en tidsfråga.

När banornas energikonsumtion inordnas i den allmänna kraftförsörjningen, bör den fördelaktiga sammanlagringen gynnsamt påverka kraftpriset. Detta är ock fallet i Sverige.

För en betydande del av statsbanornas kraftkonsumtion gäller för närvarande en taxa, som infördes redan på 1920-talet. Den har genom sin utformning och långa giltighetstid haft stor betydelse och tilldragit sig uppmärksamhet.

Taxan förutsätter årligen verkställda abonnemang, varigenom konsumtionen fördelas på botten- och överkraft. För bottenkraften, betraktad såsom genererad i vattenkraftverk, utgår endast effektagift, för överkraften såväl effekt- som energiavgift. Effektagiften för överkraften debiteras med ledning av de högsta kvarttimmesbelastningarna under året, varvid belastningsspets, som infallit under industriens lågbelastningstid, reduceras med visst belopp. Energiavgiften för överkraften, som betraktas vara ånggenererad, korrigeras med ledning av kolpriset.

Utöver den nu nämnda debiteringen tillkommer en fast, av kraftuttagningens storlek oberoende årsavgift samt vissa indextillägg på kompletteringsleveranser, som kontraherats under senare år.

En taxa av denna typ ställer stora anspråk på konsumentens förmåga att ställa prognoser och att anpassa det årliga abonnemanget efter dem, men den ger honom å andra sidan möjlighet att påverka det resulterande kilowattimmepriset, så att dess tendens blir fallande vid ökad och utjämnad kraftuttagning.

Några siffror, belysande detta förhållande, återgivas i det följande. De gälla den del av kraftbehovet, som blivit tillgodosett av Statens Vattenfallsverk och utnyttjas på linjerna söder om Boden.

Kraftleveranser och erlagda kraftavgifter under åren 1939—48 för den del av Statens Järnvägars bandrift söder om Boden, som blivit tillgodosedd av Statens Vattenfallsverk.			
År	Kraftuttagning		Resulte- rande pris i öre/kWh
	Milj. kWh	Debiterat värde på maximal kvartimme- medeleffekt, kW	
1939	401,9	78.775	2,05
1940	450,2	82.375	2,07
1941	540,6	97.450	2,09
1942	599,1	101.100	1,89
1943	617,3	105.000	1,88
1944	664,3	112.625	1,82
1945	692,4	122.900	1,87
1946	762,6	127.400	1,89
1947	768,3	130.700	1,97
1948	749,1	131.000	1,99

Tabellen visar, att den allmänna, av kriget vållade prisstegringen endast obetydligt påverkat det resulterande kraftpriset. De mera anmärkningsvärda prisfluktuationerna för åren 1939—41 hade sin grund i den abnorma trafikutvecklingen, som ledde till för lågt satta abonnemang.

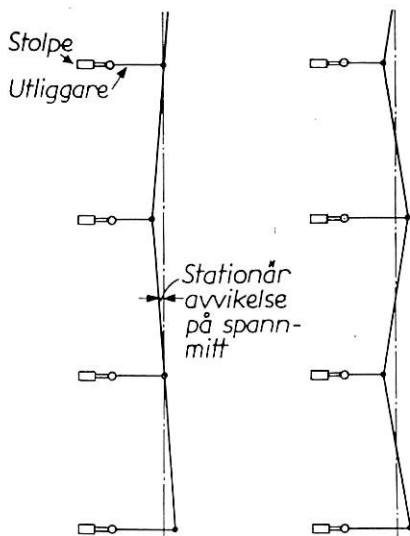
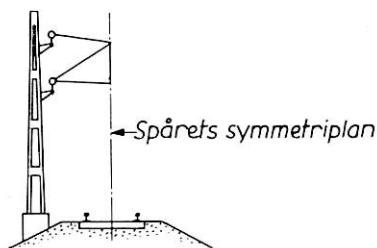
När den förut omtalade taxan på sin tid utformades, hade man, åtminstone på kraftproducenthåll, den föreställningen, att konsumenten skulle kunna utjämna belastningsspetsarna genom lämplig justering av tågtidtabellen. Man räknade med, att de relativt stora kostnaderna för toppkraften skulle hålla intresset för dylika åtgärder levande. Det visade sig emellertid snart, att kraftuttagningen icke kunde bli på något sätt normerande för tidtabellen och tågföringen. Men den åtrådda utjämningen kom ändock till stånd. Detta berodde på elektrodriftens förmåga att uppamma tät trafik, på banelektrifieringens expansion samt slutligen, och icke minst, på järnvägstrafikens ovan berörda, i belastningsavseende särpräglade karaktär. I den mån taxebyggnaden haft trafikdirigerande syfte, har den alltså förlorat sitt berättigande. Det i realiteten nära nog konstanta medelpriset pr kWh är kriterium på en stabilisering, som öppnat väg för enklare avräkningsformer.

De siffror, som här angivits för en del av statsbanornas kraftkonsumtion, gälla i stort sett för denna i dess helhet. Medelpriset för samtliga inköp av trefaskraft har under tioårsperioden 1939—48 varierat mellan 1,87 och 2,11 öre per kWh. Totalkostnaden för kraften har de senaste åren hållit sig omkring 22 milj. kr. per år.

KONTAKTLEDNINGSNÄTET

När Sveriges statsbanor år 1910 upptogo arbetet på sin första permanenta elektrifiering, vilken förlades till den 129 km långa linjen Kiruna—Riksgränsen, hade redan fem år tidigare praktiska försök börjat bedrivas. I avseende på kontaktledningen hade härvid framkommit vissa principer. Man hade funnit, att kontakttråden borde uppbäras av en långsgående bärlina, att temperaturvariationerna bäst kompenseras, om ledningssystemet utfördes helt viktsavspänt, samt att ledningen borde uppläggas på vridbara utliggare och isoleras medelst stödisolatorer.

Kontaktledningen Kiruna—Riksgränsen utfördes enligt dessa principer. De blevo också grundläggande för den fortsatta utbyggnaden. Denna ledde emellertid fram till ett antal konstruktiva varianter. Det har på så sätt blivit möjligt att lämpa ledningens utförande efter olika klimat- och driftförhållanden och att draga nytta av förbättrade arbetsmetoder och vunnen erfarenhet.

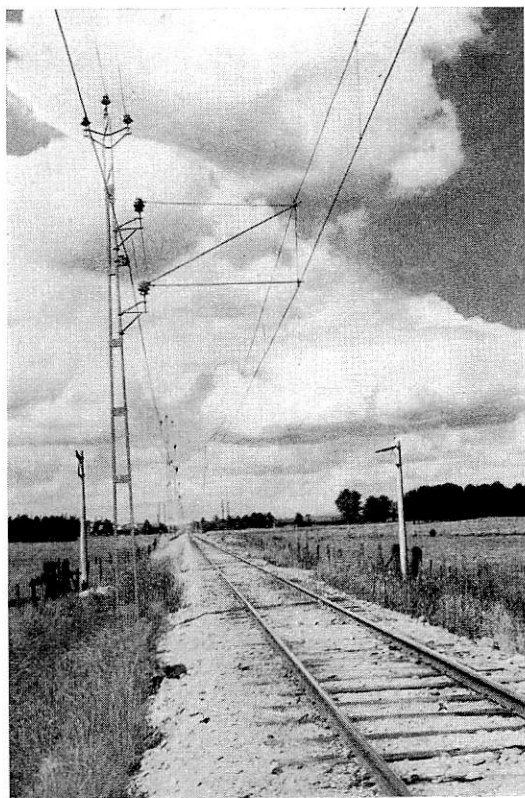


Kontaktledningens förläggning enligt hel- resp. halvzickzackprincip.

Halvzickzack-system

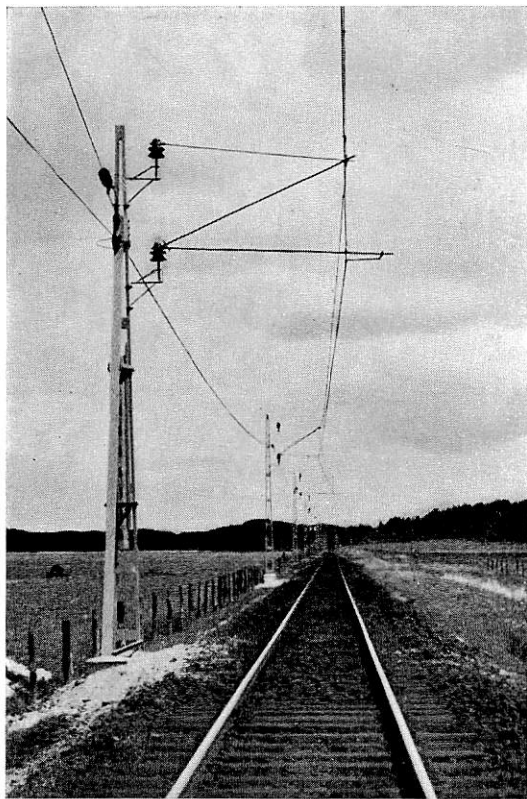
Helzickzack-system

Kontaktledningsutliggare utan tillsatsrör.



Kontaktledningen vid Sveriges statsbanor utföres numera med tre standardspännvidder om 50, 60 och 70 m. De nämnda talen äro maximivärden och minskas alltså efter behov i kurvor och på bangårdar, där spårsystemets utformning bestämmer trådföringen. Den kortaste spännvidden tillämpas i kust- och bergstrakter med svåra vindförhållanden. Den till 60 m begränsade maximispännvidden är mest förekommande och får endast överskridas under särskilda, i det följande berörda betingelser, varvid 70-m-gränsen betecknar ett absolut maximum.

Kontakttråden upplägges på vanligt sätt i zick-zack över spåret och följes alltid av bärlinan. Zick-zack-föringen uttages i allmänhet på sådant sätt, att ledningen i upphängningspunkterna omväxlande förlägges mitt över spåret, omväxlande förskjutes 400 mm åt ena eller andra sidan om dess symmetriplan. På spannmitt uppstår härigenom normalt en trådavvikelse om 200 mm, vilken kan ökas av vindbelastningen. Detta är givetvis en olägenhet, men den uppväges i allmänhet av fördelar, som metoden skänker. Möjligheten att från ett mittläge vid *en* stolpe



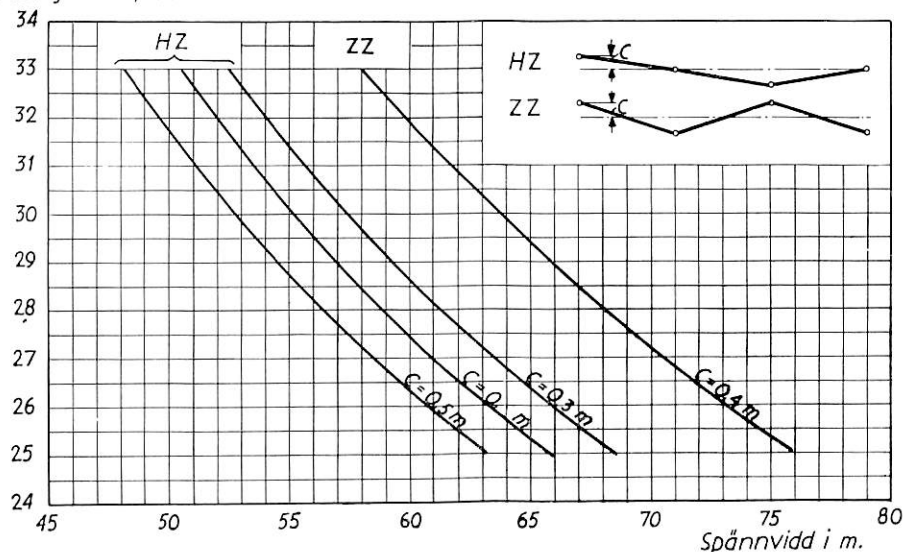
Kontaktledningsutliggare med tillsatsrör.

övergå till *godtyckligt* sidoläge i den nästa, underlättar i hög grad ledningssystemets anpassning efter lokala förhållanden.

Kontaktledningsutliggaren utgör en känslig punkt i systemet. Dess med kontakttråden förbundna horisontalrör ökar trådens massa och gör den obenägen att ge efter för strömvatgarnas upptryck. Ledningen blir med andra ord icke likformigt elastisk. Härav vållas ojämnt slitage och försämrad ekonomi. Kostnadsökningen, som till övervägande del drabbar ledningsnätet, kan hållas tillbaka, om kontakttråden upplägges med svag, mot spannmitt paraboliskt tilltagande underhängning.

Då en viss underhängning har idealisk verkan endast vid en bestämd tåghastighet och för en strömvatgare av bestämd typ, är metoden icke alltid tillfredsställande. På linjer, där tåghastigheterna äro starkt varierande, och där fordon med olikartade strömvatgare äro rikligen förekommande, böra mera fulländade ledningskonstruktioner tillgripas. Av denna anledning har utliggaren med tillsatsrör tillkommit.

Maximal vind-
hastighet i m/sek.

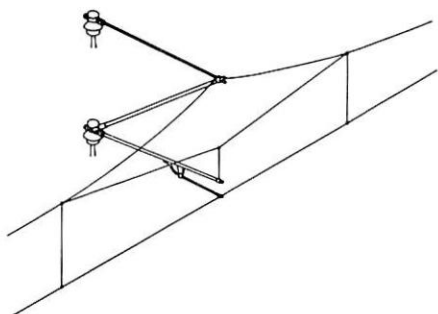


Relationen mellan vindhastighet och tillåten maximispännvidd vid olika principer för ledningsförläggningen.

Tillsatsröret minskar den med kontakttråden i upphängningspunkterna förenade massan och eliminerar de mest framträdande diskontinuiteterna i ledningens elasticitet. För att röret skall komma till sin rätt, bör det givas sådan placering, att ledningens zick-zack-föring framkallar en dragpåkänning i detsamma. I motsatt fall uppstå nedåtriktade kraftkomposanter, som störa strömvattningen. Där tillsatsrör användas, bör därför ledningens zick-zack-föring ändras, så att den i upphängningspunkterna omväxlande förlägges på ena och andra sidan om spårets symmetriplan. Härav följer en ofta besvärande bundenhet. Spännvidderna måste »gå jämnt upp» mellan punkter, i vilka ledningens läge av en eller annan anledning är låst. Men man vinner emellertid den fördelen, att ledningen mitt på spannet blir belägen mitt över spåret. Den blir till följd härav relativt okänslig för vindpåverkan. Maximispännvidden kan med andra ord ökas, utan att ledningens driftsäkerhet nedsättes. På detta sätt har 70-m-spännvidden tillkommit.

Tillsatsröret kombineras understundom med Y-upphängning. För att denna skall göra avsedd verkan, förses tillsatsröret med en »låsled». Röret förblir på så sätt fritt eftergivande för strömvattnarens upptryck, men tvingas att följa utliggarens undre horisontalrör, när detta lyftes.

Detta sker, när strömvtagaren nalkas utliggaren och via Y-upphängningen påverkar denna. Tillsatsrörets vertikallrörelse utsträcker alltså över en längre tidsrymd, och dess massa verkar i gynnsamma fall än mindre störande.



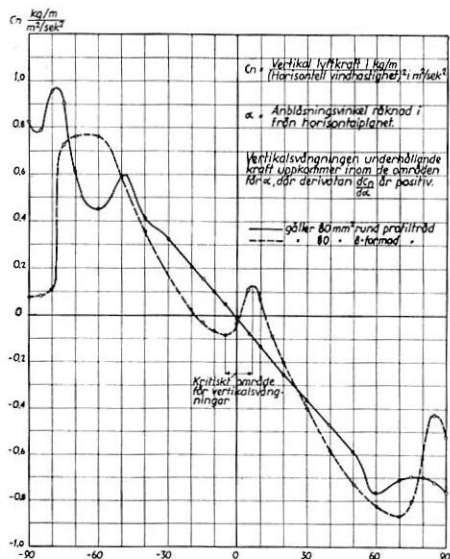
Kombination av Y-upphängning och tillsatsrör med ladsled.

För en lugn strömvtagning är det av största betydelse, att kontaktledningen icke försättes i vibration av vinden. Detta inträffar ibland och visar sig då i allmänhet ha sin grund i luftströmmar, infallande ungefärligen vinkelrätt emot ledningens längdriktning och avvikande ur horisontalplanet. Deras uppkomst gynnas av särskilda terrängformationer och deras verkan förstärkes, om kontakttråden är ogynnsamt utformad och upphängd. Svängningarna uppträda uteslutande vid hård vind och skilja sig härigenom från svängningar på vanliga kraftledningar.

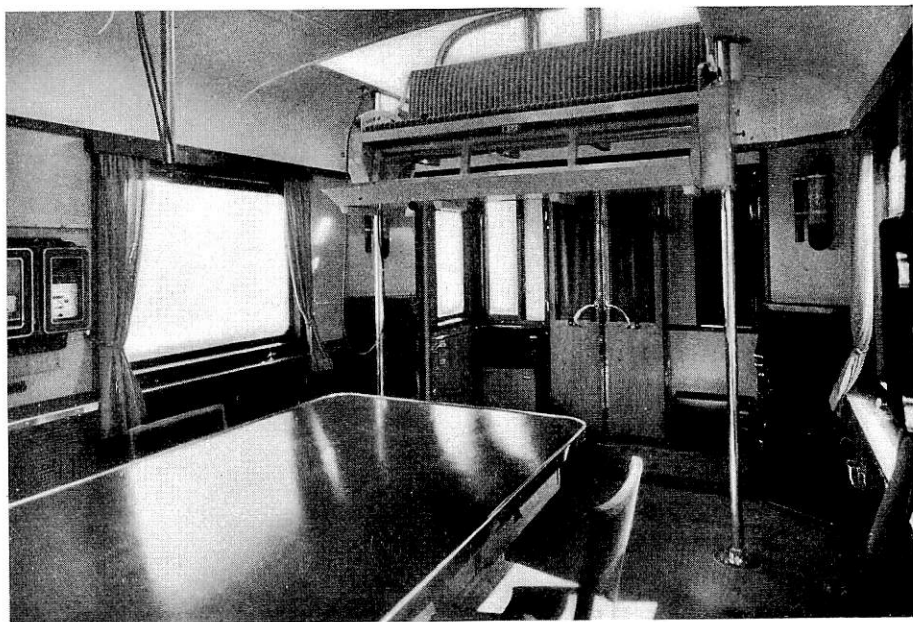
Vindtunnelförsök ha visat, att runda, urslitsade kontakttrådar äro mera stabila än sådana med 8-formad eller elliptisk sektion samt att vindens avvikelser ur horisontalplanet utövar ett säreget inflytande. För vissa vinkelvärden på denna avvikelser, olika för olika trådtyper, försättes dessa i svängningar, som oavslått tilltaga, även om vindtrycket förblir

konstant. Trådtyper, som i nytt eller förslitet skick uppvisa dylika instabilitetsområden för luftströmmar i eller obetydligt avvikande ur horisontalplanet, böra givetvis undvikas.

Teoretiska överläggningar, bekräftade av praktiska iakttagelser,



Diagram, utvisande hur en luftström, riktad vinkelrätt emot horisontellt uppspända kontakttrådar, kan utsätta dessa för vertikala kraftkomponenter (C_n), vilkas storlek varierar med luftströmmens avvikelser (α) ur horisontalplanet.

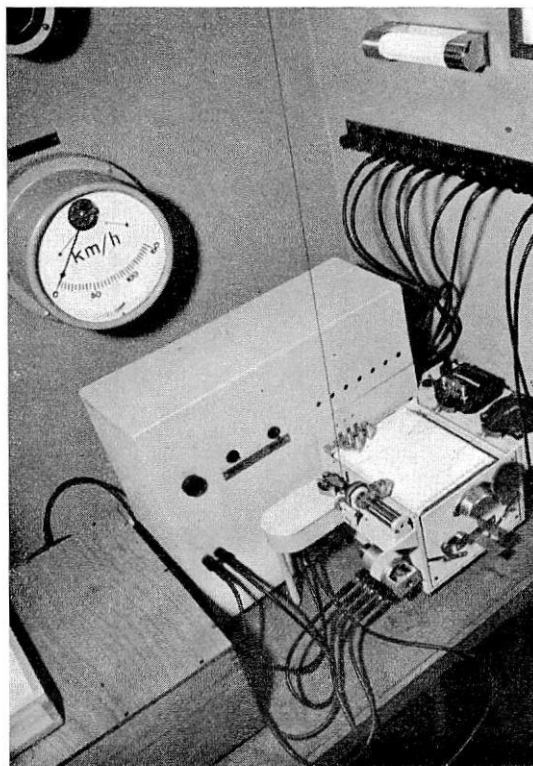


Mätvagn för kontaktledningsundersökningar, interiör från mättrummet. Hiss till observationshytten i fonden.

ha vidare givit vid handen, att bärtrådarnas placering har stor betydelse för ledningens stabilitet. Bärtrådsindelningen bör vara oregelbunden och så beskaffad, att den mellan bärtrådarna frisvävande kontakttråden icke kan råka i sådana vibrationer, att ur dem genom synkronism eller interferens uppbyggas fortlöpande vågrörelser. Ur dessa rön ha framvuxit speciella konstruktionsvillkor.

Strömvagnsproblemets stora betydelse för driftsäkerheten och ekonomin har föranlett Sveriges statsbanor att nedlägga ett intensivt arbete på studium av detsamma. För ändamålet har på senare år tillkommit en särskild, i vissa avseenden unik mätvagn.

Det mest utmärkande för denna vagn är instrumentutrustningen, som bl. a. medger kontinuerlig registrering av accelerationerna i vertikalrörelsen hos olika strömvagnare vid gång under ledningar av variabelt utförande och tillstånd. Såväl utvecklingsarbetet som den fortlöpande kontrollen och ekonomin gagnas i hög grad härav. Sedan expresseståg börjat framföras, har vagnen visat sig vara nära nog omistlig, enär det den förutan icke hade varit möjligt att till rimlig kostnad hålla ledningsnätet tillräckligt väl intrimmat.



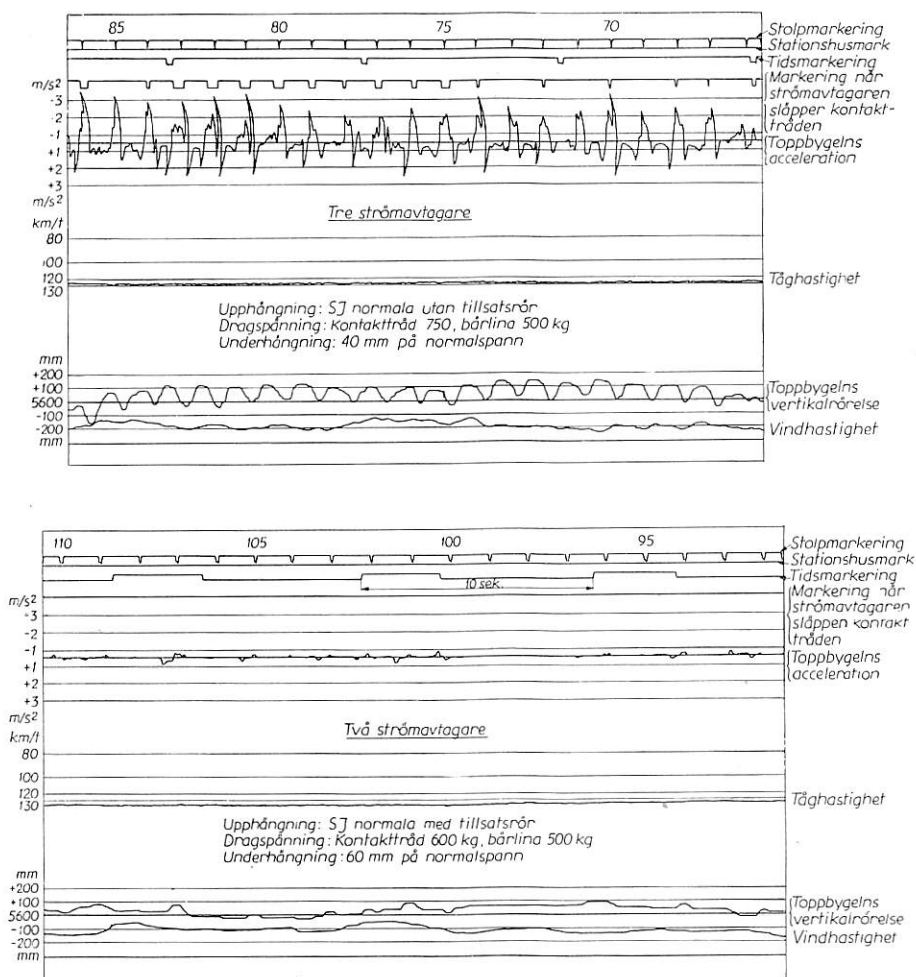
Mätvagn för kontaktledningsundersökningar, instrument för registrering av strömlagningen.

Kontaktledningssystemet är standardiserat. Konstruktionerna äro utförda i statsbanornas egen regi. Bindande patent förekomma icke. Alla detaljer upphandlas fritt under konkurrensmässiga förhållanden. Prisutvecklingen har härigenom varit fördelaktig. Ekonomien har ytterligare gagnats av byggnadsmetoderna. Entreprenader ha i allmänhet undvikits. På en bana, där arbetsoperationerna bero av trafiken, bli störningstillfällena många. En utomstående företagare måste taga hänsyn härtill och tillförsäkra sig ersättningar för förlorad arbetstid, som kunna bli mycket betungande för beställaren. Denne har däremot alla trumf på hand, när han själv påtager sig ledningsbyggnaden. Trafik- och arbetståg kunna smidigt inpassas i tidtabellen, och de förstnämnda driva automatiskt upp arbetstakten för operationer, som icke godtyckligt låta sig avbrytas.

Såsom exempel härpå må nämnas, att utdragningen av kontakttråd och bärlina på en sektion av ca 1.200 m längd numera genomföres på kortare tid än en timme. Metoder och redskap, som möjliggöra dylika prestationer, ha vuxit fram och tagit form till stor del såsom följd av tidtabellsmässiga krav.

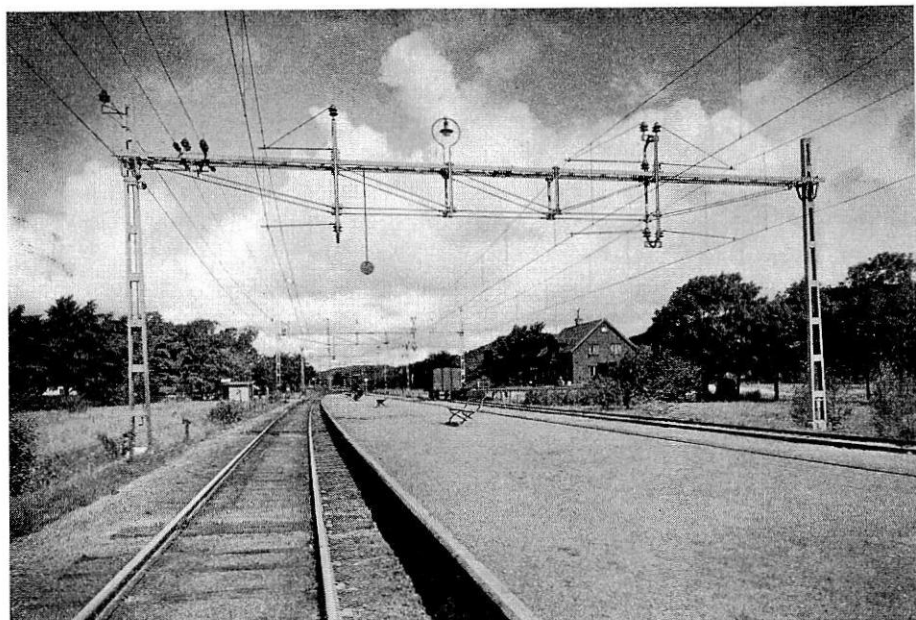
Ledningsbyggnadens ekonomi beror helt naturligt icke blott av rationaliseringsåtgärder inom järnvägsföretaget. Industriens medverkan är lika betydelsefull. Bakom varje detalj ligger en utvecklingshistoria, i vilken fabrikationen spelat en framträdande roll. Ifråga om stolpar och liknande konstruktioner är detta förhållande särskilt påfallande.

Stolptypen har undan för undan förenklats och anpassats efter övergången från nitade till svetsade produkter. Eftersom transportkostna-

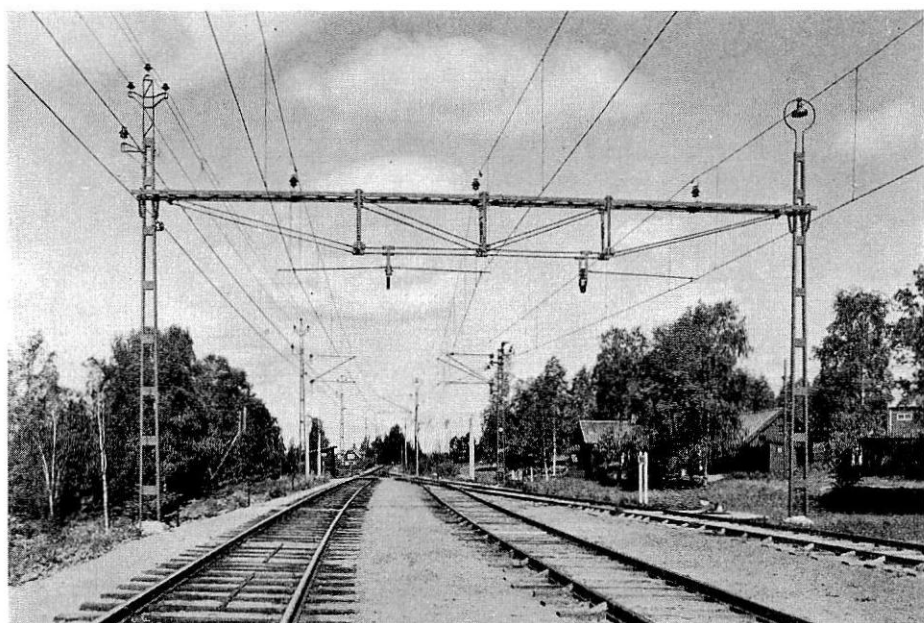


Exempel på registreringsdiagram.

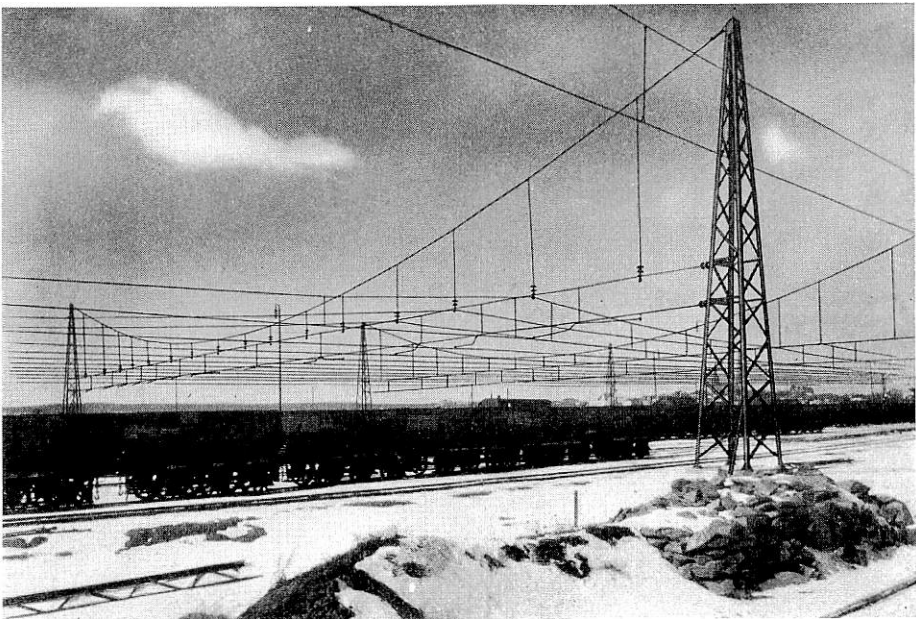
derna för järnkonstruktioner äro dryga, uppstodo avsevärda besparingar, när stolparnas hopsättning kunde förläggas till samma järnverk, i vilket profiljärnet framställdes. Förkrigspriset på färdiga stolpar sjönk på så sätt från 25 à 30 till 18 à 19 kr. per 100 kg. En annan, på längre



Fackverksbrygga av normalutförande med utliggare för bärlina och kontakttråd.



Fackverksbrygga av normalutförande med trissor för bärlinans upphängning och utliggare för kontakttråden.



Bärkabelkonstruktion för stora spännvidder.

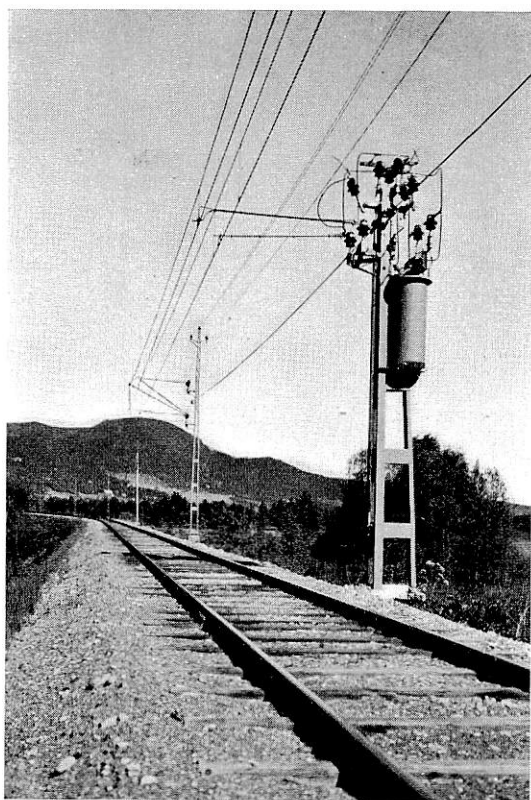
sikt verkande ekonomisk fördel, har vunnits genom varmgalvanisering. Det har däremot icke visat sig ekonomiskt berättigat att under hittillsvarande svenska betingelser införa betongstolpar för att på så sätt undgå kostnader för korrosionsskydd.

Över bangårdarnas spårssystem uppbäras kontaktledningarna av fackverksbryggor, när spännvidderna icke överstiga 36 m. Vid större spännvidder tillgripas bärkabelkonstruktioner, men de äro sparsamt förekommande. Orsaken härtill är den, att fackverksbryggan är gynnsam med hänsyn till montage- och underhållsarbetet. Vid måttliga spännvidder brukar den också ställa sig ekonomiskt fördelaktig i jämförelse med alla de kostnader, som uppstå, om bärkablar användas och förankras i stolpar, vilka, såsom ofta är fallet, av utrymmesskäl icke låta sig stagas.

Återledningen och sugtransformatorerna ha givetvis påverkat kontaktledningens utförande. Kopparåtgången har blivit större, stolparna grövre och sektionspunkterna i vissa fall mera komplicerade.

Kontaktledningen, som utföres av koppar, vanligen med en area av 130 kvmm fördelad med 80 kvmm på kontakttråden, 50 kvmm på bärlinan, motsvaras av en återledning med samma ledningsförmåga. Återledningen utföres i regel av koppar, men helaluminiumlina har även undantagsvis kommit till användning.

De på linjen använda stolparna sammansätts av profiljärn UNP 10—16. Typfördelningen bestämmes av kurvförhållandena. Medelvikten



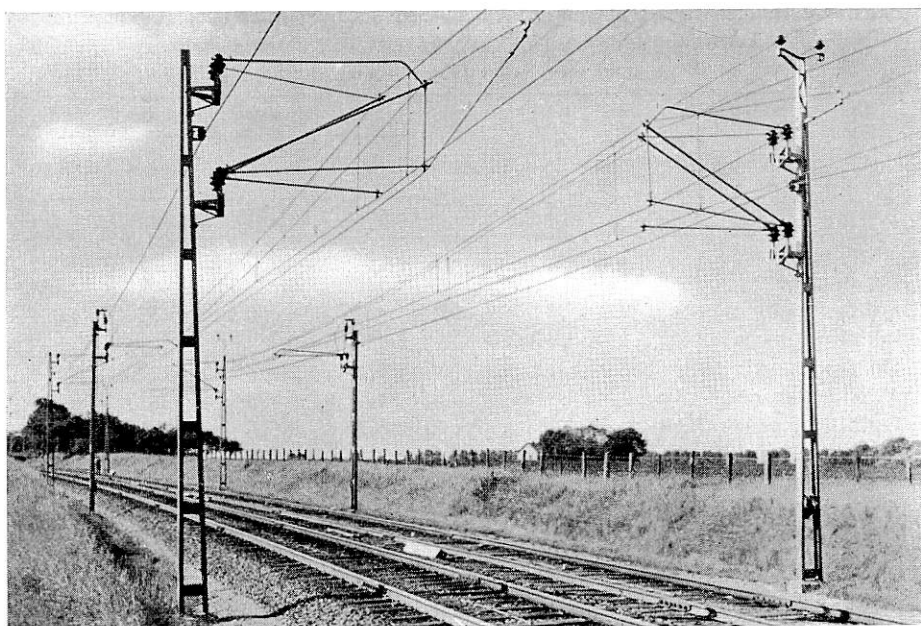
Sektionspunkt med sugtransformator.

brukar hålla sig omkring 300 kg pr stolpe. Bangårdsstolpar, som uppbära ledningsbryggor, äro tyngre. Typer med en vikt intill ca 1 ton förekomma. Järndimensionerna variera mellan UNP 14 och UNP 20.

I varannan sektionspunkt ordnas omväxlande sugtransformator och jordning av återledningen. Halva antalet sektionspunkter utföres alltså endast med avskiljare för själva kontaktledningen. Eftersom avståndet mellan varandra närbelägna sektionspunkter brukar hålla sig omkring 1.200 å 1.300 m, blir avståndet mellan sugtransformatorerna ca 5 km. En fördubbling av detta avstånd medför ingen olägenhet. Den normala transformatoruppsättningen innehåller alltså en betryggande reserv.

Förutom kontakt- och återledningarna upplägges vanligen på kontaktledningsstolparna en hjälpkraftledning, varigenom vid 10 eller 20 kV spänning överföres 50-periodig energi för belysning, motordrift och liknande ändamål. Hjälpkraftledningen medför så stora fördelar, att den i allmänhet icke utgör en ekonomisk belastning för banelektrifieringen.

De rationella byggnadsmetoderna, standardiseringen och systemet ha lett till låga kostnader för ledningsanläggningarna. Före kriget stannade



Sektionspunkt utan sugtransformator.

utgifterna i regel vid ca 11.000 kr. pr km linjespår, ca 15.000 kr. pr km bangårdsspår. Numera ha dessa kostnader på grund av allmän prisstegring gott och väl fördubblats.

Svenska statsbanornas kontaktledningsnät omfattar en spårlängd av i runt tal 8.800 km, varemot svarar en linjelängd av 5.892 km. Ett program för fortsatt utbyggnad har utarbetats. Det omfattar bandelar med en total längd av 1.244 km. Vissa förberedande arbeten i anslutning till detta program ha påbörjats.

Den elektrifierade huvudlinjen från Riksgränsen i norr över Stockholm till Trelleborg i söder har en längd av 2.171 km. I beaktande av den enhetliga driftformen är den i sitt slag enastående.

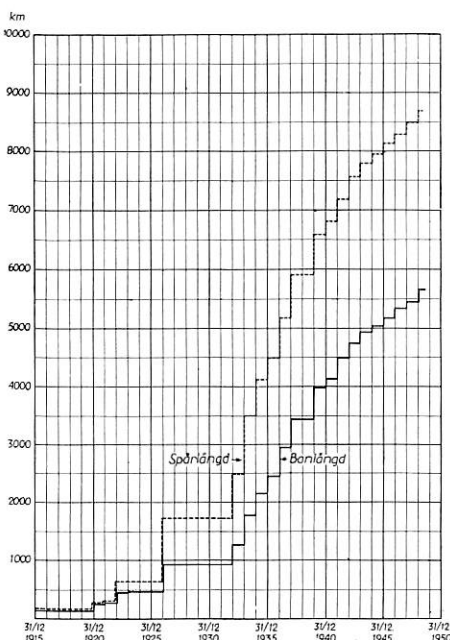


Diagram utvisande det svenska elektrifierade bannätets längd vid slutet av åren 1915—48.

Tablå, utvisande kostnaderna för kontakt- och hjälpkraftledningar före och efter den senaste krigsperioden.				
Kostnadsrubrik	Kostnad i kronor			
	pr km bangårds-spår		pr km linjespår	
	år 1936	år 1948	år 1936	år 1948
Fundament	1.545	2.930	1.462	2.780
Stolpar och strävor	1.404	4.880	1.187	4.090
Ledningsbryggor	1.987	5.730	—	—
Utliggaranordningar	1.075	2.240	1.127	2.350
Avspänningsanordningar	427	1.398	232	759
Ledningar, anskaffning	2.078	4.125	2.621	5.200
» , montage	714	968	421	571
Jordkablar, nedläggning och montage ..	1.597	2.110	405	535
Sugtransformatorer	—	—	360	1.450
Linjefrånskiljare och jordslutare	516	1.131	292	640
Skyddsanordningar vid vägar	330	1.008	446	1.361
Målning	479	151*)	484	153*)
Hjälpkraftledningar**)	1.608	4.360	1.121	3.035
Jordlösen och skadeersättningar, förbe- redande undersökningar och förråds- kostnader	248	589	248	589
Arbetets ledning och förvaltning	533	966	533	966
Arbetsstyrkans anskaffning och vård ..	161	832	161	832
Summa	14.702	33.418	11.100	25.311

*) Huvudparten av järndetaljerna varmförzinkade.

**) Hjälpkraftledningarna, som överföra 50-periodig energi, utfördes år 1936 för enfas-distribution, år 1948 för trefasdistribution.

DRAGKRAFTEN

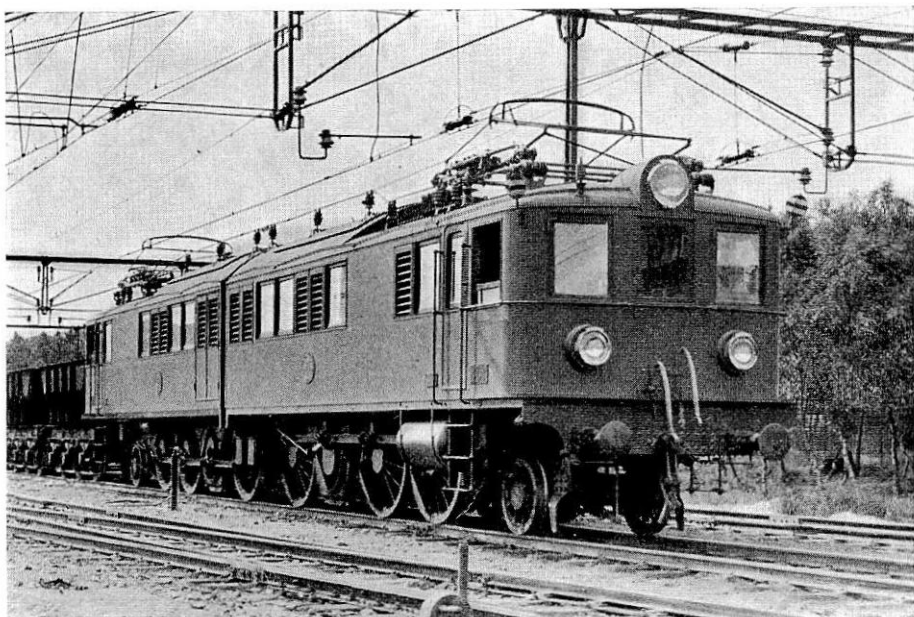
Den elektriska bandriftens tekniska och ekonomiska möjligheter bero av kraftförsörjningssystemet men också av dragkraften. Är denna icke lämpad efter föreliggande uppgifter, kunna kraftanläggningarna icke komma till sin rätt och vice versa.

Inom ett vidsträckt järnvägsnät rymmas traktionsuppgifter av mångahanda slag. Uppgifterna låta sig i allmänhet icke så avgränsas, att för var och en av dem kan användas en speciell loktyp. Härav framkommer det välkända kravet på loktyper, användbara för varierande uppgifter inom vissa gränser. Dessa få icke göras för vida, ty pretentionerna på loken pressa i så fall fram alltför dyrbara konstruktioner, men de få icke heller göras för trånga, ty loken bli då illa utnyttjade.

Omsatt i praktiken leder detta resonemang till sådan kategoriuppdelning av föreliggande transportuppgifter, att för varje kategori kan skapas en ekonomisk loktyp, d. v. s. en loktyp, vars utnyttjning står i rimlig relation till dess kostnad. Härav följer, att en loktyp aldrig kan rätt värderas utan att bedömas i relation till sin miljö.

Miljöbegreppet blir i detta sammanhang vittomfattande. I detsamma inbegripas icke blott sådana transportuppgifterna utmärkande faktorer som tågvikt och hastighet. Terrängförhållandena och tågplanens uppbyggnad ha också mycket att säga. Såsom exempel härpå kan anföras, att en småkuperad terräng, som medger, att tågens levande kraft väl utnyttjas, och som begränsar lokens maximala kraftutveckling till korta tidsintervaller, möjliggör en längre driven ekonomisering med lokeffekten, än ett bergland med långa, branta stigningar, och att en tågplan med relativt fåtaliga i tid och rum ojämnt fördelade tunga arbetsuppgifter av ekonomiska skäl verkar återhållande på anskaffningen av extremt kraftiga lok till förmån för mindre maskinenheter möjliga att anskaffa i stora serier och ordnade för att vid behov köras multipelkopplade.

Trafikarbetet på de elektrifierade svenska statsbanelinjerna uträttas för närvarande till övervägande del (95 %) med lok, betecknade litt Of, D, H, F och M. Dessa loks tekniska data framgå av tabellen på sid. 31.



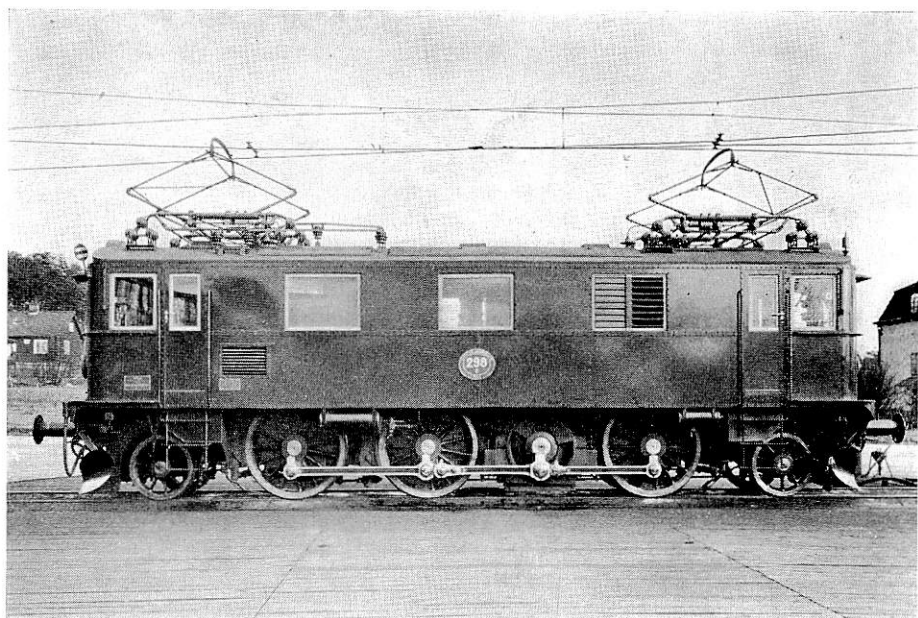
Elektrolok litt Of.

Loket litt D förekommer i två varianter med en timeffekt av 1.660 och 2.000 hkr. Den förstnämnda är äldst och omfattar 74 % av hela antalet D-lok. Loket har två motorer. Dessa äro genom kuggghjul förbundna med en gemensam blindaxel, från vilken kraften medelst horisontella koppelstänger överföres till drivhjulen. Kuggväxeln anpassas normalt för en största hastighet av 75 eller 100 km pr timme. En utväxling till 120 km/tim. förekommer även. Loket användes i både godståg och personförande tåg.

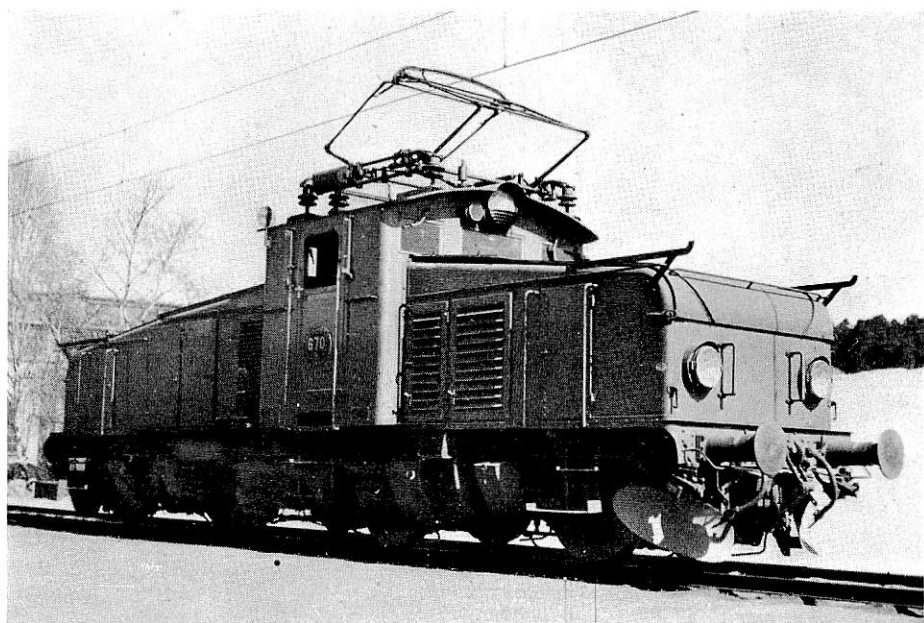
Loket litt Of är ett dubbellokomotiv, i princip uppbyggt på samma sätt som D-loket. Det användes för malmtransporter och undantagsvis för andra tunga godstransporter.

Loket litt H är i motsats till de båda förutnämnda loktyperna ett boggie-lok. Det förekommer i flera varianter. De flesta av dem äro försedda med tasslagermotorer. Loket utfördes till en början med mycket lågt axeltryck, 12,7 ton. Den största tillåtna hastigheten begränsades då till 70 km/tim. Effekten var 1.600 hkr. Sedan har axeltrycket successivt stegrats till ca 16 ton, hastigheten till 80, undantagsvis 90 km/tim., och effekten till 1.760 hkr. Loket, som lämpar sig väl för enbemanning, användes i lokalgodståg samt för liknande uppgifter.

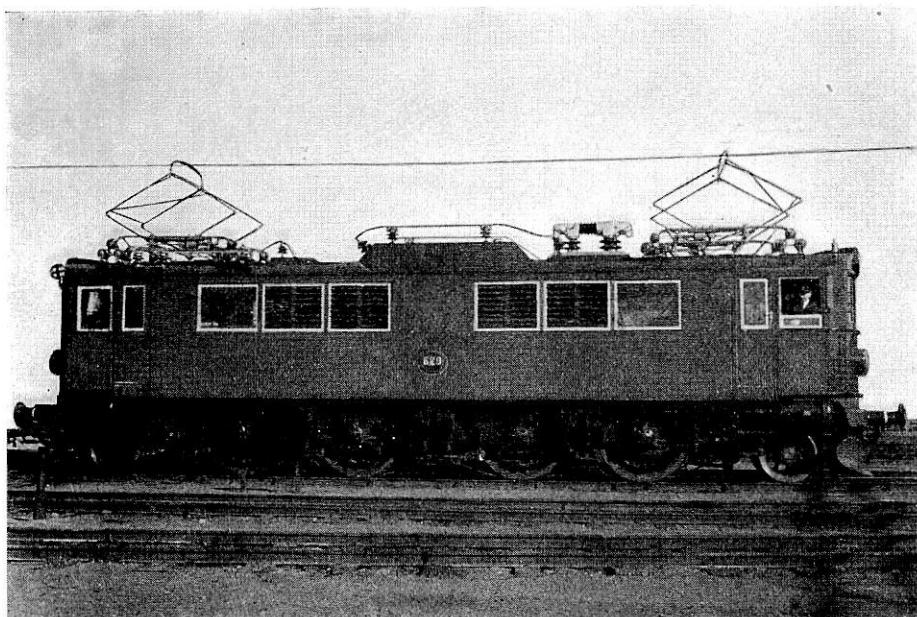
Loket litt F är avsett för tunga snälltåg och användes uteslutande i sådan tjänst. Det är ett ramverkslok med kraftöverföring genom hål-



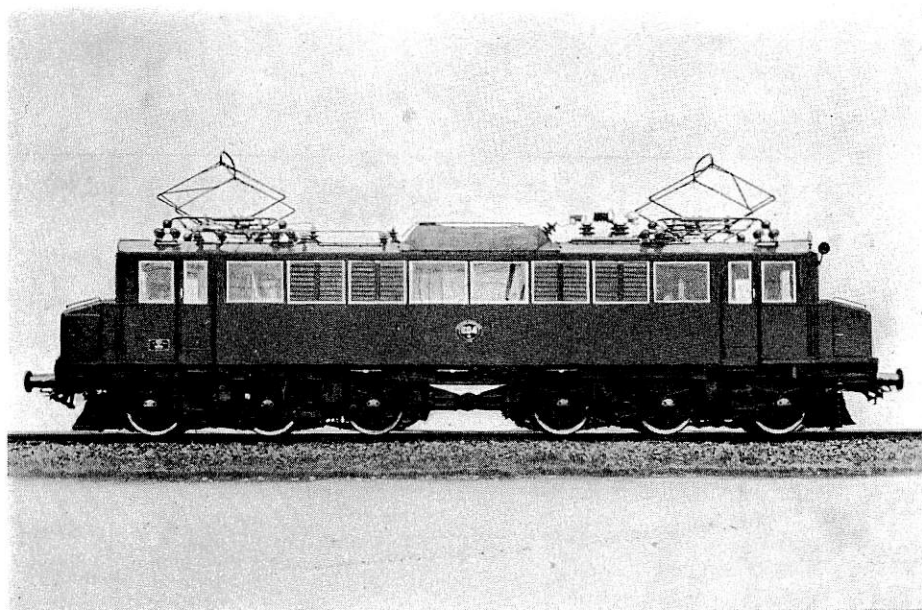
Elektrolok litt D.



Elektrolok litt H.



Elektrolok litt F.



Elektrolok litt M.

Elektrolokens tekniska data					
Rubrik	Loktyp				
	Of	D	H	F	M
Axelanordning	1'C+C1'	1'C1'	Bo'Bo'	1'Do1'	Co'Co'
Timeffekt, hkr	2.800	1660-2000	1600-1760	3.500	3.600
Totalvikt, ton	134	80	51-64	102	102
Adhensionsvikt, ton	105	51	51-64	69	102
Största axeltryck, ton	17,5	17,0	12,7-16,5	17,3	17,0
Största hastighet, km/tim.	60	75-100	70-80	135	80
Loken levererade under åren..	1922-29	1925-43	1936-	1942-	1944-45
Medelålder, år	25	15	7,5	4	5

axlar, system Kleinow. Fjädringen åstadkommes på vissa lok med fjädrar, på andra med gummibuffertar (»Silent blocks»).

Loket litt M tillkom, när statsbanean elektrifieringen utsträcktes till att omfatta linjen Långsele—Boden, där banan icke tillåter högre hastighet än 80 km/tim., där stigningarna äro stora och trafiken tung. Loket användes på denna linje för såväl person- som godståg. Det är en boggiemaskin med hålaxlar och elastisk kraftöverföring med silent blocks. En ursprungligen försökt fjäderanordning har övergivits.

De nu nämnda lokens prestanda redovisas något mera ingående i nedanstående tabell, vilken också innehåller vissa ekonomiska uppgifter.

Tabellen visar, att loket litt D dominerar såväl i antal som i andel i det utträttade trafikarbetet. Fastän loktypen användes i både långsamtgående och snabba tåg, uppvisar den ett högt kilometertal pr enhet och år. För den kraftigare varianten, som år 1937 kom upp i ett medeltal av 204.800 km pr lok, har dock F-lokets tillkomst betytt en successiv reduktion av kilometertalet. År 1946 stannade det vid 175.340 km pr lok.

I relation till antalet enheter ombesörjer malmtågsloket litt Of en betydande del av trafikarbetet. Det uppnår, trots låg hastighet, beaktansvärda kilometertal pr år. Loket är alltså, i likhet med D-loket, insatt i en tjänst, där det kan utnyttjas väl.

Det sistnämnda gäller även F- och M-loken, vilka uträtta en respektabel del av trafikarbetet och uppvisa vackra kilometertal pr lok och år.

I motsats härtill äro H-lokets kilometertal blygsamma och dess andel i trafikarbetet obetydlig, om den ställes i relation till antalet lok. Detta är en naturlig följd av den tjänst, för vilken H-loken äro avsedda, och i vilken de till övervägande del utnyttjas.

Det är vanskligt att ekonomiskt jämföra lok av skilda typer, ty så snart de insättas på olikartade arbetsuppgifter, gå bedömningsgrunderna isär. Av här omtalade lok torde endast de för tung trafik och måttlig

Elektrolokens prestationer och ekonomi					
Rubrik	Loktyp				
	Of	D	H	F	M
1. Prestationer.					
Andel i procent av medelantalet elektrolök i linjetjänst under år 1947	4,2	63,7	17,5	3,0	3,4
Andel i procent av det med elektrolök under år 1947 uträttade trafikarbetet, mätt i bruttoton-km	9,5	67,7	4,1	7,0	7,0
Medeltal km per lok under år 1947	116.000	146.000	78.000	238.000	166.000
Framförd medeltågvikt i ton per lok under år 1947	962	358	169	459	601
Medeltågvikt i ton år 1947 per hkr lokeffekt	0,34	0,20	0,10	0,13	0,17
2. Ekonomi.					
Sannolikt dagspris i relation till kostnaden för lok litt M	85	52	45	79	100
Årlig kostnad för ränta och avskrivning, hänförd till sannolikt dagspris och 1947 års trafikförhållanden:					
a) i öre per lokkm	39	19	31	18	33
b) » » » 1.000 bruttotonkm	41	54	185	39	54
Kostnad för underhåll under år 1947					
a) i öre per lokkm	35	14	15	18	23
b) » » » 1.000 bruttotonkm	36	39	90	40	39
Summa årskostnader enligt ovan					
a) i öre per lokkm	74	33	46	36	56
b) » » » 1.000 bruttotonkm	77	93	275	79	93

hastighet inrättade typerna Of och M samt de snabbblöpande D- och F-maskinerna vara inbördes någorlunda jämförbara. Ställer man dem emot varandra, såsom skett i tabellen här ovan, finner man, att de i ekonomiskt avseende icke uppvisa alltför stora skiljaktigheter. Det måste dock beaktas, att medelåldern för Of- och D-maskinerna är hög, medan M- och F-loken äro så nya, att underhållskostnaderna för dem ännu icke stabiliserats. Beträffande de båda sistnämnda typerna ge därför de anförda siffrorna icke säkert utslag på längre sikt. Det bör också hållas i minnet, att lokens utnyttjning spelar en stor roll. Den i Of- och D-maskinerna relativt måttliga kapitalinsatsen gör dem visserligen något mera oberoende av en perfekt utnyttjning än de särskilt dyrbara M- och F-loken, men det behövs ändock icke stora förändringar i tjänstgöringen för att ekonomin skall röna stark påverkan därav. Såsom exempel härpå må anföras den förut omtalade överflyttningen av arbetsuppgifter från D- till F-loken, vilken haft till följd, att de senares goda ekonomi delvis vunnits på de förras bekostnad.

I avseende på banan ha Of-, D- och F-lokomotiven icke medfört några svårigheter. De ha städse farit skonsamt fram. I motsats härtill uppstod ett avsevärt räls slitage, när M-loken sattes i tjänst. Medelst räls-smörjning kunde dock denna olägenhet undanröjas.

H-maskinen är särpräglad. Dess kostnader måste på grund av tjänstgöringens art bli höga, om de hänföras till lokkilometertal eller transporterad godsmängd.

De årligen redovisade underhållskostnaderna för H-loket ha hittills varit mycket variabla. Nyleveranser ha då och då pressat ned dem, medan typdifferentieringen inverkat ogynnsamt. I ekonomiskt avseende har man också haft kännning av svårigheter, som bruka uppstå, då man inom en snäv kostnadsram eftersträvar att få fram en effektiv Bo'Bo'-maskin med måttligt axeltryck. Läget är ännu för labilt för att låta sig slutgiltigt bedömas.

Sammanfattar man de nu relaterade erfarenheterna, finner man, att ramverksloken på det hela taget utfallit mera tillfredsställande än boggieloken och att det ekonomiska utbytet av Of- och D-loken varit gott. Beträktade ur internationell synvinkel kunna dessa resultat måhända väcka förvåning, men de torde låta sig förklaras ur de i Sverige föreliggande terrängförhållandena och transportuppgifterna, för vilka de nämnda loken ägnat sig väl. De ha också erbjudit vissa generella fördelar, vilka må kortfattat beröras.

Ser man helt allmänt på elektrolokproblemet, har man anledning att konstatera, att förutsättningarna vid likströms- och enfasdrift äro helt artsbildade. Likströmsdriften kräver lok med många motorer, om hastigheten och effekten skola kunna regleras någorlunda förlustfritt. Vid



Snabbmotorvagnståg litt Xoa5.

enfasdrift har motorantalet ingen betydelse för regleringen. Det är däremot vid denna driftform värdefullt, om effekten kan koncentreras till få motorer, ty kommuteringen fordrar mångpoliga maskiner, vilka ha benägenhet att bli ömtåliga och dyrbara pr hästkraft räknat, om effekten uppdelas på många små enheter.

Om ett elektrolok med stor effekt skall kunna arbeta med få motorer, måste detsamma förses med koppelstänger. Detta brukar betraktas som en olägenhet. Undviker man de anordningar, som i Tyskland betecknas »Schrägstangen», kan man emellertid åstadkomma ett koppelstångssystem med fullt tillfredsställande statisk och dynamisk utbalansering och med i övrigt fördelaktiga driftegenskaper.

Koppelstängerna medföra en perfekt hopkoppling av drivhjulen. Deras adhesion kan på så sätt fullständigt utnyttjas.

Försök, som blivit utförda med ramverkslok med fyra drivaxlar, ha visat, att man under fullt jämförbara förhållanden och för lok med samma axelanordning kan vid gott väglag räkna med 12—15 % större dragkraft vid koppelstångs- än vid direktdrift. Differensen torde ha benägenhet att växa vid slirigt väglag, då det ofta är särskilt angeläget, att traktionsförmågan väl tillvaratages.

Vid direktdrift blir den för tillfället minst belastade drivaxeln och det lägsta momentanvärdet av de drivna hjulparens variabla friktionskoefficient bestämmande för lokets slirningsgräns. Vid koppelstångsdrift



Snabbmotorvagnståg litt Xoa5, interiör.

bestämmas den däremot av summan av de kopplade axlarnas tryck och av medelvärdet av friktionskoefficienterna.

Det fordras i regel inga särskilda åtgärder för att under gång hålla summan av drivaxlarnas tryck konstant. Variationer i belastningen på de enskilda axlarna kunna däremot icke undvikas. Vill man vid direkt-drift undgå olägenheterna härav, tillkomma komplicerande anordningar för utjämning av axeltrycket. Behovet av sådana anordningar är särskilt framträdande på boggilok. Gjorda iakttagelser tyda på, att direktdrivna boggilok utan axeltrycksutjämning utnyttja adhesionsvikten så mycket sämre än koppelstångsdrivna ramverkslok, att skillnaden redan vid gott väglag håller sig vid ca 20 %.

Med koppelstängerna följa enkla och billiga mekaniska anordningar. Den elektriska utrustningen kan koncentreras och utformas som en enhet med fasta förbindelser för kraft, kyl Luft och olja. Allt detta sam-verkar till att göra loket effektivt, robust, okänsligt för överbelastningar, lätt att underhålla samt billigt i anskaffning och drift. Det förmenas stundom, att koppelstängerna utgöra ett ömtåligt konstruktionselement, som kan vålla driftstörningar. Några allvarliga sådana ha emellertid icke förekommit i Sverige, där dock koppelstångslok nu använts i mer än 30 år under utomordentligt hårda driftförhållanden.

Direkt-drift öppnar, till skillnad emot koppelstångsdrift naturliga vägar till konstruktion av boggilok. Det brukar framhållas, att sådana lok

äro särskilt lämpliga för gång i kurvor, där de anses åverka rälerna mycket skonsamt. Detta kan emellertid vara en sanning med modifikation. Det är väl känt, att Co'Co'-lok i många fall utsatt banan för hårda påfrestningar, om de drivits upp i hastighet över 60 km/tim. Det blev också denna loktyp, som i Sverige gav signal till en förut umbärlig rälssmörjning. Vad Bo'Bo'-typen beträffar, ha de svenska erfarenheterna bekräftat, att det är svårt att inom en snäv kostnadsram åstadkomma en sådan maskin med goda gångegenskaper, lågt axeltryck och riklig effekt. Detta sammanhänger bl. a. med det förhållandet, att enfasmotorn på grund av sin byggnad och sitt låga borsttryck icke lämpar sig för axelupphängning vid hög hastighet.

Det är mot bakgrunden av nu tecknade förhållanden, som de svenska statsbanornas hittills förda lokpolitik bör betraktas. Hur den kan komma att gestalta sig i framtiden, låter sig knappast förutsägas. Några densamma påverkande förhållanden tilldraga sig dock uppmärksamhet.

Sveriges statsbanor ha på huvudlinjerna en överbyggnad, som begränsar axeltrycket till 17 ton. På de linjer, som hädanefter stå i tur att elektrifieras, är överbyggnaden i allmänhet icke inrättad för högre axeltryck än 15 ton. De lok, som anskaffas i samband med kommande elektrifieringar, böra anpassas härefter, ty kostnaderna för banförstärkning bli eljest orimliga. Men loken få i sig själva icke bli så dyrbara, att vad som vinnes på ett konto går förlorat på ett annat.

Då det framtida elektrifieringsprogrammet omfattar bandelar med betydande längd och med en trafik, som kan väntas komma att växa, är det vidare angeläget, att anspråken på hastighet och effekt sättas relativt högt.

Behovet av lätta, billiga, snabba, effektiva och helst även smidigt anpassningsbara lok börjar alltså att träda i förgrunden.

Förhållandet är icke unikt. Liknande krav ha utomlands påverkat sentida lokkonstruktioner. Dessa kunna därför tänkas komma att tjäna som förebilder, men andra lösningar med rötter i den specifikt svenska erfarenheten anmäla sig också.

På enfasmotorområdet har utvecklingen nu kommit så långt, att man i ett 1'CI'-lok kan inbygga en motoreffekt av 2.500 å 3.000 hkr utan att lokvikten behöver överstiga 75 ton. Ett sådant lok kan alltså balanseras för 5×15 tons axeltryck. I den mån trafiken växer och banan förbättras, blir det möjligt att överföra en större del av lokvikten på drivaxlarna och att låta loket komma till sin fulla rätt.

Ett sådant lok bleve mycket användbart. Genom val av olika utväxlingsförhållanden mellan motorer och hjul kunde loket anpassas för både låga och höga hastigheter, men den rikliga effekten medgäve, att en och samma utväxling kunde tjänstgöra inom ett mycket stort belast-

ningsområde. Utväxlat för en maximihastighet av 100 km/tim., bleve loket t. ex. lika väl användbart för godståg som för snälltåg. Vid en adhesionsvikt av 3×15 ton kunde det i så fall på linjer med den i Sverige vanliga maximistigningen, 10 ‰, och vid en effekt av 2.500 hkr framföra en vagnvikt av 700 ton i snälltåg, 850 ton i godståg. Ökades adhesionsvikten till 3×17 ton, steg vagnvikten för godstågen till 900—1.000 ton. I snälltågen kunde maximihastigheten i så fall fullt uttagas, medan den i godstågen finge begränsas till ca 70 km/tim. Vid utväxling till högre hastighet bleve vagnvikterna lägre, men man vore då ute på ett användningsområde, där särskilt tunga tåg knappast äro motiverade. Ville man använda multipelkopplade enheter, såsom amerikanarna göra i sin dieseldrift, bleve å andra sidan lokets utnyttjningsområde praktiskt taget obegränsat. Av erfarenhet vet man, att ett sådant lok finge goda gångegenskaper, att det bleve relativt billigt i inköp och att det i underhållsavseende skulle medföra måttliga kostnader. Järnvägsstyrelsen har tagit vara på dessa möjligheter genom att i slutet av år 1949 beställa en serie sådana maskiner.

Det kan i detta sammanhang vara av intresse att bringa i erinran, att Pennsylvania Railroad genom konstruktionen av sitt senaste ångturbinlok visat, att koppelstänger, anordnade enligt i Sverige vanlig metod, mycket väl kunna komma ifråga vid hastigheter upp till 160 km/tim. Erfarenheterna av det svenska D-loket, som utan svårigheter drivits upp i en hastighet av 125 km/tim. och som vid ett enstaka provtillfälle varit uppe i 162 km/tim., jäva icke denna slutsats.

Samtidigt med inköpet av de ovannämnda D-loken beställde järnvägsstyrelsen provlok av förbättrad M-typ. En gynnsam utveckling av även denna loktyp väntas härigenom sköla uppnås.

Utvecklingen på dragkraftens område är i Sverige icke enbart inriktad på nya loktyper. Den omsluter även motorvagnar, bland vilka de svenska statsbanornas expresstågsätt framstå såsom goda exponenter för vad som på senare år kunnat åstadkommas. Tågsätten bestå normalt av tre kortkopplade vagnar. Transformatorutrustningen är lokaliserad till mittvagnen, motorutrustningen till de båda andra. Kraftöverföringen sker via ett speciellt hålaxelsystem, utarbetat av ASEA. Effekten är 1.360 hkr, maximihastigheten 135 km/tim. Varje tågsätt tager 178 passagerare. Tågen utnyttjas vanligen på distanser intill en längd av ca 450 km. De äro därför icke utrustade med komplett restaurangavdelning, men förfriskningar och enkla anrättningar kunna tillhandhållas från ett pentry.

Såsom ett komplement till motorvagnar av normal typ och expresstågsätten har på sistone framkommit en elektriskt driven rälsbuss, som väntas få god användning på svagt trafikerade bandelar. Den tager endast 48 sittande och 45 stående passagerare men är i gengäld lätt och billig.

ELEKTRODRIFTENS FÖRDELAR OCH EKONOMI

Elektrodriftens fördelar bero som bekant på den elektriska traktionsmotorns goda egenskaper och på den gynnsamma relationen mellan effekt och vikt, som utmärker elektroloket. Seriemotorn förlämnar snabb acceleration och stor dragkraft. Den pr hästkraft måttliga vikten begränsar på ett lyckligt sätt den effekt, som måste uppoffras, för att loket självt skall kunna taga sig upp för stigningarna.

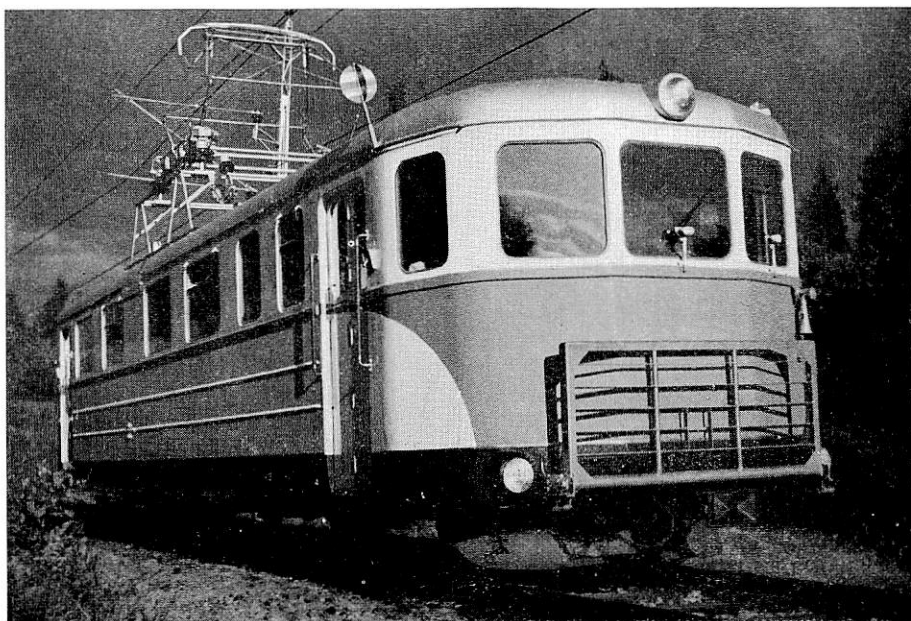
Elektroloket är i nu nämnda avseenden ång- och dieselloket klart överlägset. Tidtabellen för en elektrifierad järnväg bör därför vara gynnsam. Detta bekräftas av erfarenheten, icke minst vid de svenska statsbanorna, för vilka några, genom övergång från ång- till eldrift uppnådda tidsvinster ha redovisats i nedanstående tablå.

Elektrodriftens kostnader äro till stor del fasta. När en bana blivit elektrifierad, kan det därför löna sig att genom en utvidgad tågplan uppsuga även små trafiktillskott. Även i detta avseende intager den elektriska driftformen en särställning.

Elektrodriften skapar alltså förutsättningar för både snabba och tätta förbindelser. Härav följer, att den höjer banornas konkurrenskraft och förbättrar de allmänna livsvillkoren. De indirekta vinster, som sålunda tillföras samhället, äro ofta betydande. Medvetandet om detta har i Sverige varit en kraftig drivfjäder för elektrifieringen. Den är nu så omfattande, att mer än 80 % av det av statsbanorna uträttade, i vagnaxelkm uppmätta trafikarbetet utföres med elektrisk kraft. Räknas i tonkm, ökas eldriftens andel i trafikarbetet till ca 85 %.

För elektrifieringens fortgång har det valda systemets elasticitet stor betydelse. Med sjunkande anspråk låta sig anläggningskostnaderna begränsas, så att den elektriska driftformen med gott ekonomiskt utbyte kan föras allt längre ut mot järnvägsnätets perifera delar. I detta hänseende återstår ännu mycket att göra. Av den totala linjelängden äro 60 % alltså oelektrifierade.

Ångloket är en maskin, som arbetar med dålig bränsleekonomi. Förlusterna bli särskilt stora, när ångloket sättes i tjänst med starkt varierande kraftbehov och långa avställningsperioder. Relationen mellan



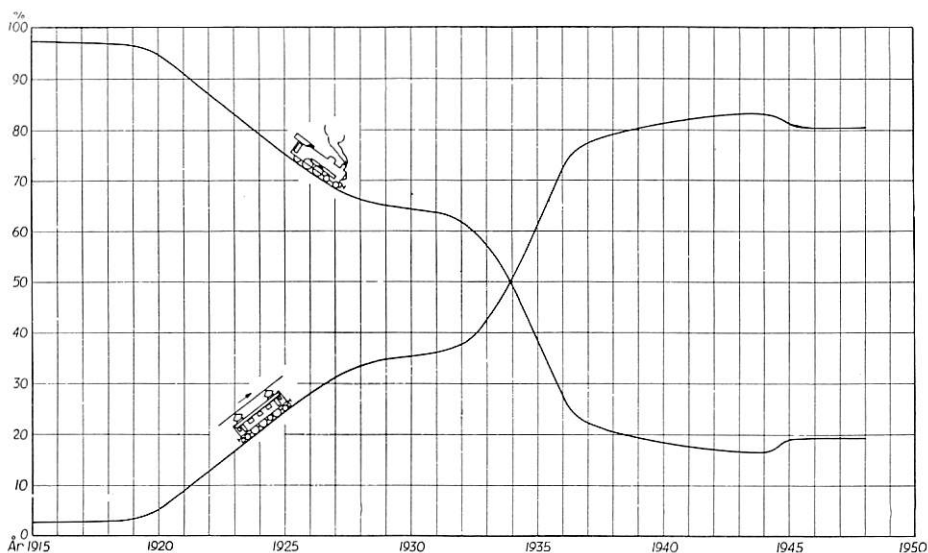
Elektrisk rälsbuss.

bränsleförbrukningen vid ångdrift och förbrukningen av elektrisk energi vid eldrift visar sig därför vara ytterst variabel. I allmänhet vinnes pr uppoffrad kilowattimme en allt större bränslebesparing ju längre eldriften föres ut mot linjer med svag och ojämnh trafikbelastning.

Eftersom övergången från ång- till eldrift undantagslöst leder till ökad medelhastighet, kan man icke bestämma eldriftens kolekvivalent på en viss linje genom att direkt jämföra den pr tonkm uppmätta kolkonsumtionen före linjens elektrifiering med den efter densamma uppkommande specifika kraftförbrukningen. Ångdriften skulle sluka långt större kolkvantiteter än de normalt förekommande, om den lät sig infogas i en elektrisk tidtabell. Ekvivalenstal, framkomna genom på antytt sätt gjorda direkta jämförelser, fordra med andra ord en hastighetskorrektion för att bli rättvisande.

Verkställda beräkningar visa, att kolekvivalenten för de hittills genomförda elektrifieringarna vid Sveriges statsbanor utan hastighetskorrektion hållit sig mellan 1,3 och 1,7 kg kol pr kWh trefaskraft. Införes en försiktigt bedömd korrektionsfaktor, håller sig medelvärdet omkring siffran 2.

De ännu ångdrivna linjerna uppvisa en relativt hög specifik kolförbrukning. För dem närmar sig den kalkylationsmässigt åtkomliga medel-ekvivalenten siffran 3.



Elektro- resp. ångdriftens procentuella andel i det totala, i vagnaxelkm uppmätta trafikarbetet vid Statens Järnvägar under åren 1915—1948. Genom inkorporation av privata, ångdrivna järnvägar har elektrodriftens andel i trafikarbetet inom Statens Järnvägar på senare år minskat, fastän elektrifieringen gått framåt.

Med utgångspunkt från dessa ekvivalenter finner man, att statsbanornas nuvarande energiförbrukning för bandriften — 1.100 milj. kWh pr år — innebär en årlig kolbesparing av storleksordningen 2,2 milj. ton, och att den nu förekommande ångdriften, vilken konsumerar ca 0,5 milj. ton kol per år, skulle kunna omställas till eldrift med en årlig energiförbrukning av endast 170 milj. kWh. Det framgår vidare, att elektrodriften i beaktande av det aktuella konsumtionspriset på kol och elektrisk energi (ca 70 kr. pr ton resp. ca 2 öre pr kWh), medför en årlig besparing på drivmedelskontot av storleksordningen 120 milj. kr., medan samma konto skulle avlastas med ytterligare ca 30 milj. kr., om de nu ångdrivna linjerna vore elektrifierade. I relation till statsbanornas totala inkomst- och utgiftstat, vilken pr år räknat balanserar vid ett belopp av omkring 700 milj. kr., rör det sig alltså om högst avsevärda besparingar.

Banelektrifieringen medför icke endast besparingar på drivmedelskontot. Andra tillkomma. Övergången från ång- till eldrift leder till minskat personalbehov, lägre underhållskostnader samt förbättrad utnyttjning av anläggningar och materiel. Tagas alla sådana faktorer med i räkningen, visar det sig, att eldriften enbart under de senaste krigsåren

Några exempel på inträdda förändringar i rese- och transporttiderna på Statens Järnvägar under åren 1920—1948.

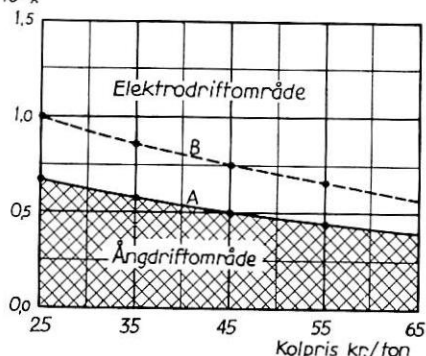
Sträcka	Längd km	Elektrifieringen genomförd		Kortaste tid i timmar och minuter för befordran av									
		första delsträcka år	fullstän- digt år	Passagerare år					Fraktgods i vagnslaster år				
				1920	1930	1938	1940	1948	1920	1930	1938	1940	1948
Stockholm—Göteborg	458	1926	1926	845	604	603	619	450	2500	1230	1000	1000	1000
» —Malmö	599	1932	1933	1180	917	758	805	745	3330	2600	1430	1430	1530
» —Karlstad	329	1926	1937	659	508	443	453	455	3700	1500	1030	1030	1100
» —Östersund	586	1934	1939	1243	1105	845	822	732	3830	3800	1530	1430	1500
Stockholm—Luleå { via Krylbo	1180	1934	1942	2925	2355	1931	2021	—	8300	6500	3800	3530	3000
» » Gävle	1141	1934	1942	—	—	—	—	1650	—	—	—	—	—
Göteborg—Västerås	389	1926	1947	1122	815	638	759	636	4000	2600	2130	2130	1500
» —Malmö	299	1934	1936	558	528	433	442	444	1830	1200	730	730	730
Malmö—Luleå	1779	1933	1942	4950	3535	2621	2654	2525	10200	9400	4830	4430	4430

Anm. Den stora trafikökningen under senare år har i vissa fall framtvingat tågmöten, vilka förlängt rese- och transporttiderna, oaktat tåghastigheterna blivit höjda. Ökat antal varmgångsinspektioner ha för godstågen verkat ytterligare försenande. Tidsvinsterna för den långväga persontrafiken ha i genomsnitt blivit större än vad ovan visats, enär tillgången på snälltåg genom elektrifieringen kunnat göras avsevärt rikligare.

(1939—45) sänkte driftomkostnaderna för statsbanorna med minst 881 milj. kr. Jämförd med den totala elektrifieringskostnaden, som då uppgick till 460 milj. kr., var kostnadsreduktionen högst anmärkningsvärd. Den betydde likväl långt mindre än det faktum, att elektrodriften under de åren räddade landet undan en allmänt förlamande transportkris.

En fullständig bild av elektrodriftens ekonomi erhålles först om elektrifieringens verkningar på såväl inkomst- som utgiftsidan bli klarlagda och ställda i relation till kapitalinsatsen. Men inkomstsidan låter sig svårigen analyseras. Eldriften förbättrar förbindelserna, stimulerar trafiken och inverkar därför alltid gynnsamt på järnvägsföretagets inkomster. Då dessa även bero av taxepolitiken och andra, eldriften helt ovidkommande förhållanden, tvingas man emellertid till att i allmänhet

Brutto tonkm.
pr. bankm. och år
 $10^6 \times$



Diagram, angivande värden på trafikbelastning och kolpris vid vilka kostnaderna för ång- och elektrodrift beräknats bli lika höga.

Kurva A gäller för likvärdig ång- och eldrift.

Kurva B gäller, när eldriften även belastas med kostnader, som förorsakas av en vid övergång från ång- till eldrift vanlig, men av driftformen oberoende standardhöjning.

låta driftkostnadsbesparingarna bli liktydiga med den *beräknliga* avkastningen på elektrifieringskapitalet. Det säger sig självt, att sålunda upplagda räntabilitetskalkyler innehålla en vid säkerhetsmarginal.

Driftkostnadsbesparingarna framkomma såsom skillnaden i omkostnader för olika driftformer. Under svenska förhållanden ligger det närmast till hands att jämföra ång- och eldrift, när den förstnämnda är förhärskande på icke elektrifierade linjer. På grund av omständigheter, som i det följande skola beröras, ha emellertid dylika jämförelser en viss generell giltighet.

Jämförelser mellan ångdrift och eldrift bli haltande, om de icke baseras på anordningar med likvärdig kapacitet. När en bana elektrifieras, tages detta ofta till motiv för en allmän upprustning av spåröverbyggnad, bangårdar, signal- och telefonanläggningar etc. Denna standardhöjning är driftformen ovidkommande, ty den vore minst lika välbehövlig, om ångdriften bibehölls och utbyggdes till eldriftens kapacitet. Man har därför anledning att icke inräkna kostnaderna för sådan standard-

höjning i det kapital — det egentliga elektrifieringskapitalet — som bör förräntas av de vid jämförelse mellan bestående ångdrift och planerad eldrift framkommande driftkostnadsbesparingarna.

När övergången från ång- till eldrift icke medför större besparingar än att de nått och jämnt förränta det egentliga elektrifieringskapitalet, äro ång- och eldriften, enligt här förda resonemang, att betrakta såsom ekonomiskt likvärdiga. Paritetspunkten beror av elektrifieringskostnaden, transportvolymen och kolpriset. Är den förstnämnda variabeln given, bli de båda senare utslagsgivande. Detta åskådliggöres i omstående diagram, vilket gäller för elektrifieringar utförda enligt nutida svensk standard. Den till grund för diagrammet gällande elektrifieringskostnaden har framkommit som medelvärde av de verkligen uppkomna kostnaderna, omräknade till ett kostnadsindex av 210 (index = 100 år 1914).

Diagrammet innehåller som synes två kurvor, den ena (A) förutsätter, att driftkostnadsbesparingarna skola förränta endast det egentliga elektrifieringskapitalet, den andra (B) förutsätter analog förräntning av *alla* kostnader, som bruka uppstå i samband med en banelektrifiering. Ur kurva A kan utläsas, att ångdriften i allmänhet icke är ekonomiskt berättigad på linjer med en trafikbelastning överstigande 500.000 bruttotonkm pr bankm och år, när konsumtionspriset på kol uppgår till eller överstiger 45 kr. pr ton. Samma kurva visar, att en sänkning av kolpriset till 25 kr. pr ton höjer den kritiska belastningsgränsen till ca 650.000 bruttotonkm pr bankm och år. Kurvan B innebär en oegentlighet, men den är icke helt utan intresse, då den ger uttryck för en förr vanlig, numera övergiven bedömningsmetod.

Eftersom medeltrafikbelastningen på de svenska statsbanornas nu ångdrivna linjer enligt 1947 års statistik utgjorde 563.000 bruttotonkm pr bankm och år och det aktuella konsumtionspriset på lokomotivstenkol för närvarande håller sig omkring 70 kr. pr ton, visar den grafiska framställningen, att det bör vara ekonomiskt möjligt att utsträcka elektrifieringen av Sveriges statsbanor över hela nätet. En uppfattning om denna möjlighet kan emellertid vinnas också på annat sätt.

Kostnaden för den normaliserade svenska statsbancelektrifieringen har hittills i medeltal uppgått till 80.500 kr. pr bankm. I denna summa äro inräknade *alla* utgifter, som uppkommit i samband med elektrifieringen, sålunda såväl egentliga elektrifieringskostnader som kostnader för allmän standardhöjning. Hur totalkostnaderna och kostnaderna pr spår- och bankm fördelat sig på olika rubriker framgår av följande sammanställning.

Sammanställningen omfattar den 25-årsperiod, under vilken elektrifieringen genomförts enligt nu gällande grundprinciper. I geografiskt av-

Kostnader för samtliga svenska statsbaneelektrifieringar under åren 1923-1947			
Rubrik	totalt i 1000-tal kronor	per	
		bankm i kronor	spårkm i kronor
Ändrings- och upprustningsarbeten:			
Bana, broar, diverse byggnader samt belysningsanläggningar	25.758	6.008	3.887
Järnvägens telefonanläggningar	38.026	8.870	5.739
Telegrafverkets telefonanläggningar ..	26.237	6.120	3.960
Säkerhetsanläggningar	6.272	1.463	947
Nyanläggningar:			
Omformarstationer jämte tillhörande byggnader m. m.	35.082	8.183	5.295
Kontaktledningsanläggningar	89.200	20.807	13.461
Tägvärmeanläggningar, fasta och i vagnar	7.926	1.849	1.196
Hjälpkraftledningar	8.158	1.903	1.231
Arbetsledning, förberedande undersök- ningar samt arbetsstyrkans sociala omvårdnad	6.107	1.425	922
Rullande materiel:			
Elektrolok och motorvagnar m. m.	102.584	23.929	15.482
Summa:	345.350	80.557	52.120

seende betyder detta, att linjer belägna norr om Boden blivit uteslutna. Spårutbyggnader och andra av växande trafik föranledda kompletteringar ha ävenledes lämnats ur räkningen. Sammanställningen upptager alltså endast verkliga nyanläggningskostnader.

Prisfluktuationer ha gjort, att elektrifieringskostnaden pr bankilometer företett stora avvikelser ifrån det ovan angivna medelvärdet. Såsom exempel härpå må anföras, att kostnaden för den under gynnsam konjunktur (åren 1935—1937) genomförda elektrifieringen Laxå—Charlottenberg stannade vid 62.400 kr. pr bankm, medan kostnaden uppgick till icke mindre än 180.400 kr. pr bankm för linjen Stockholm—Västerås—Köping, vars elektrifiering inföll under extrem dyrtid (1945—1947). Härvid är dock att märka, dels att trafikbelastningen utgjorde 1,6 milj. bruttoton pr bankm och år för den sistnämnda bandelen men endast 1,1 milj. för den förstnämnda, dels att spåröverbyggnaden samt telefon- och signalanläggningarna blevo föremål för en långt mera omfattande upprustning på Västerås- än på Laxålinjen. Elektrifieringskostnaden på-

Elektrifieringskostnader för linjerna Laxå—Charlottenberg och Stockholm—Västerås—Köping		
Rubrik	Linjen Laxå— Charlottenberg	Linjen Stock- holm—Västerås —Köping
Byggnadsår	1935—37	1945—47
Elektrifierad banlängd, km	206	143
Elektrifierad spårlängd, km	313	217
Trafiktäthet¹⁾		
trafiktågkm per bankm och år	6.200	10.200
bruttotonkm per bankm och år	1.075.000	1.600.000
Kostnader i 1000-tal kronor		
A. Ändring och upprustning av:		
bana, broar, diverse byggnader samt belysnings- anläggningar	855	3.128
järnvägens telefonanläggningar	1.251	4.442
telegrafverkets telefonledningar	895	1.400
säkerhetsanläggningar	216	676
Summa	3.217	9.646
B. Nyanläggningar:		
omformarstationer jämte tillhörande byggnader m. m.	1.134	2.503
kontaktledningsanläggningar	3.077	5.321
tågvärmeanläggningar, fasta och i vagnar	83	314
hjälpkraftledning	375	696
arbetsledning, förberedande undersökningar samt arbetsstyrkans sociala omvårdnad	224	464
Summa	4.893	9.298
C. Rullande materiel:		
elektrolok och motorvagnar		
Summa	4.752	6.859
Total kostnad (A+B+C) i 1000-tal kronor	12.862	25.803
Medelvärden av kostnader i kronor för hela elektrifieringen		
per bankm	62.400	180.400
per spårkm	41.100	118.900
kontaktledningsanläggningen		
per bankm	14.900	37.200
per spårkm	9.800	24.500
omformarstationer jämte tillhörande byggnader m. m.		
per 1.000.000 bruttotonkm per år	5.100	10.900
elektrolok, motorvagnar m. m.		
per 1.000 trafiktågkm per år	3.700	4.700

¹⁾ Dessa uppgifter hänföra sig till de år, vilkas trafiktäthet legat till grund för dimensionering av anläggningarna, 1933 resp. 1938; anläggningskostnaderna svara däremot mot prisläget under resp. byggnadsår.

verkas alltså icke blott av variationer i prisläget utan också av linjernas struktur. Det nu sagda förtydligas av tablån på föregående sida.

Till följd av penningvärdets fall ha kostnaderna för elektrifieringen på senare år haft benägenhet att stiga. Stegringen har emellertid till viss del kompenserats, ty elektrifieringen har i växande omfattning kommit att gripa över linjer med litet spårinnehåll pr bankm och med måttliga anspråk på driftanordningarna. I tilltagande antal fall ha också ny-elektrifieringarna kunnat draga nytta av tidigare utförda omformarstationer.

Dessa kostnadsreducerande faktorer skulle göra sig än mer gällande, om elektrifieringen utvidgades till att omfatta samtliga nu ångdrivna statsbanelinjer. Kostnaderna för en sådan utbyggnad borde därför bli förhållandevis låga. Vid nuvarande prisnivå (index 265) är det sannolikt, att de i medeltal skulle bli av storleksordningen 120.000 kr. pr bankm. Totalkostnaden för utbyggnaden skulle alltså hålla sig omkring 950 milj. kr. Den egentliga elektrifieringskostnaden bleve givetvis avsevärt lägre.

Några ur 1947 års driftstatistik hämtade och härledda uppgifter, belysande vissa påräkneliga besparingar genom fullföljd elektrifiering av Sveriges statsbanor.			
År 1947 uträttat trafikarbete:			
Med ånglok	4.126 milj. bruttotonkm		
Med elektrolok	23.295 »	»	»
Kostnaderna, omfattande personal, driv- och smörjmedel samt underhåll, utgjorde:			
För ångdriften	78,98 milj. kronor		
För elektrodriften	58,82 »	»	»
	Summa	137,80 milj. kronor	
Pr bruttotonkm uppgingo kostnaderna till:			
För ångdriften	1,91 öre		
För elektrodriften	0,25 »		
Om ångdriften varit ersatt med elektrodrift till ovan angiven kostnad, hade årskostnaden varit:			
För ångdriften	$4.126 \cdot 0,25 \cdot 10^4 =$	10,4 milj. kronor	
För elektrodriften oförändrad	58,8 »	»	»
	Summa	69,2 milj. kronor	
Den årliga besparingen			
	$137,8 - 69,2 =$	68,6 milj. kronor	

Mot denna investering skulle komma att stå besparingar på driftomkostnadskontot till ett värde av omkring 68 milj. kr. Förräntningen borde alltså bli god.

Hur de nämnda besparingarna kunna bedömas framgår i huvudsak av förestående tablå.

Det må anmärkas, att de i tablån upptagna kostnaderna för ångdriften ogynnsamt påverkas av den befintliga materielens höga medelålder. Härav kunde möjligen väckas misstanken, att en jämförelse, baserad på en modern ånglokpark, skulle ge helt annat utslag än det ovan redovisade. Detta är emellertid uteslutet. De genom förbättrad ångdrift uppnåeliga rationaliseringsvinster äro nämligen små i förhållande till de totala bränsle- och personalkostnaderna, vartill kommer, att förbättringarna skulle draga med sig avsevärda investeringar, med ty åtföljande ökade kapitaltjänstkostnader.

De nu avhandlade ekonomiska överbägandena rörande den svenska statsbaneelektrifieringens framtidsmöjligheter innebära, att räntabilitetskalkylerna baseras på medelvärden för ett stort bankomplex, inom vilket finnas linjer, som kunna bära elektrifieringskostnaderna mer eller mindre väl. De rikliga överskotten på linjer med stor trafik antagas härvid böra täcka underskotten på svagt trafikerade linjer. En på denna förutsättning grundad fullständig banelektrifiering skulle kunna förenas med en samhällspolitik, som har till syfte att utjämna motsättningar och som i banelektrifieringen ser ett av allmännyttan betingat företag.

Järnvägsekonomiskt får elektrifieringsproblemet i viss mån en annan karaktär. Den enhetliga driftformen medför stora fördelar och bör därför eftersträvas, men det kan vara diskutabelt, om den har sådant värde, att den ger berättigande åt elektrifieringar, vilka medföra en låg förräntning av elektrifieringskapitalet. Järnvägsekonomin talar därför för ett urval av i första hand de mest bärkraftiga elektrifieringsobjekten och för deras inordnande i en av avkastningens storlek bestämd ordningsföljd.

För den svenska statsbaneelektrifieringen har järnvägsekonomin hittills varit vägledande, men den har i regel låtit sig väl förenas med samhälleliga intressen. Detta förhållande torde komma att bestå under avsevärd tid framåt, ty inom statsbanenätet finnas ännu många bandelar, vilkas elektrifiering ter sig lika angelägen för berörda bygder som för statsbaneföretaget. En del av dem äro upptagna i järnvägsstyrelsens ovannämnda, närmast aktuella program för den fortsatta banelektrifieringen.

Elektrifiering är icke den enda genomgripande tekniska rationaliseringsåtgärd, som i våra dagar kan komma ifråga på ångdrivna järnvägslinjer. En av dem, övergången till dieseldrift, har på senare år blivit

mycket uppmärksammas och brukar ibland betraktas som ett alternativ till banelektrifieringen. I Sverige är den det knappast. Den rikliga tillgången på vattenkraft, de otillräckliga kolfyndigheterna och de obefintliga oljekällorna göra, att övergången till elektrisk drift är att anse som en i Sverige naturlig rationaliseringsåtgärd. Men även under andra betingelser kan en banelektrifiering vara välbetänkt.

Dieselloket utnyttjar bränslet långt bättre än ångloket. Det medför drifttekniska fördelar, som gjort det uppskattat. Men med elektroloket kan dieselloket icke mäta sig. Då det dessutom, på grund av sin komplicerade byggnad, icke alltid kan framgångsrikt upptaga ekonomisk konkurrens med ångloket, vilket verifieras av amerikanska erfarenheter, blir övergången från ång- till dieseldrift problematisk, även i länder, där naturtillgångarna göra valet av driftform mera fritt än i Sverige. De bedömningsgrunder och resultat, som här blivit redovisade, får därför, såsom ovan omnämnts, en viss generell giltighet.

Sammanfattningsvis må till sist framhållas, att banelektrifieringen givit Sverige goda kommunikationer och ett värdefullt oberoende, att den förbättrat handelsbalansen, att den sänkt transportkostnaderna och stärkt statsbanornas ekonomi samt att den gjort det möjligt för dem, att på ett i stort sett tillfredsställande sätt tillgodose oavlatligt växande anspråk. Banelektrifieringen har därför blivit en mäktig hävstång till det svenska framåtskridandet. Av allt att döma äro dess möjligheter ännu icke på långt när uttömda.

Stockholm den 19 maj 1950.

TH. THELANDER