SVERIGES ENSKILDA JÄRNVÄGARS INGENIÖRSFÖRBUND
MEDDELANDE N:o 147. 1934.

Protokoll vid Sveriges Enskilda Järnvägars Ingeniörsförbunds ordinarie årsmöte den 30 och 31 juli 1934.

Måndagen den 30 juli.

Kl. 10,10 sammanträde å "Den Norske Ingeniørforenings" lokaler i Oslo, för behandling av å föredragningslistan upptagna ärenden.

Närvarande: 38 medlemmar.

§ 1.

Styrelsens ordförande, trafikchefen K. A. Pallin, hälsade de närvarande, påpekande att det var första gången förbundet avhöll något sammanträde på utländsk botten.

Trafikchefen Pallin hälsade särskilt de ledamöter av "Den Norske Ingeniørforening" som tillstädeskommit till mötet, samt frambar förbundets tack för att sammanträdeslokaler ställts till förbundets förfogande.

§ 2.

Utsågs trafikchefen Pallin att leda dagens förhandlingar, och baningeniör Nyström att föra protokollet.

§ 3.

Valdes herrar Santén och Swartling att jämte ordföranden justera dagens protokoll.

§ 4.

Föredrogos styrelse- och revisionsberättelserna för år 1933, och beviljade mötet styrelsen och räkenskapsföraren ansvarsfrihet för nämnda års räkenskaper.

§ 5.

Antecknades till protokollet, att å distriktssammanträden samma dag till ledamöter i styrelsen för år 1935 utsetts:

för södra distriktet: herrar T. Forsberg (distriktsordförande) och H. Tornborg.

för västra distriktet: herrar G. Lundberg (distriktsordförande) och E. Billvall.

för östra distriktet: herrar J. Lindholm (distriktsordförande) och C. Henning (den senare efter herr C. Carlsson, som undanbett sig omval).

§ 6.

Valdes av mötet:

till ledamöter av styrelsen för åren 1935 och 1936: herrar Hj. Lundqvist och — efter herr V. Ahlberg, som lämnat aktiv järnvägstjänst — Y. Hjortzberg.

till styrelsesuppleanter för år 1935: herrar L. Granfeldt och G. Nyström.

till revisorer för år 1934: herrar E. Östlund och A. Frisk.

till revisorssuppleant för år 1934: herr P. Swartling.

till representanter vid Svenska Järnvägsföreningens sammanträden under år 1935: herrar L. Granfeldt, J. Lindholm, Y. Simonsson och R. Bengtzon.

till rapportörer: herrar J. Larberg och P. Swartling.

§ 7.

I samband med valen frambar ordföranden till herrar V. Ahlberg och C. Carlsson, vilka nu lämnat förbundets styrelse, dess tack för mångårigt, intresserat arbete.

§ 8.

På tillstyrkan av styrelsen invaldes:

till ledamot av förbundet:

Maskiningeniören vid Malmö—Simrishamns m. fl. järnvägar R. Keller.

till korresponderande ledamot:

Överingeniören vid Allmänna Svenska Elektriska Aktiebolagets i Västerås banavdelning G. Wijkborn.

§ 9.

Upptogs till behandling den sedan sista extra mötet bordlagda frågan om stadgeändring, avseende nedsättning av årsavgifterna, varvid på styrelsens förslag beslöts att årsavgiften för år 1935 skulle utgöra:

för ledamöterna ..... 10 kronor.
för de korresponderande ledamöter, vilka efter avgång ur aktiv järnvägstjänst överförts till sådan ledamot ..... 5 kronor.
för övriga korresponderande ledamöter ..... 10 kronor.

§ 10.

Dagens första föredrag hölls av Sekreteraren i Norges Industriforbund Kristen Friis, som i ett med skioptikonbilder belyst anförande redogjorde för "Aluminium såsom material i järnvägsvagnar och omnibussar". (Bil. 1).

§ 11.

Höll Maskininspektøren vid Norges Statsbaner Magnus Moe ett likaledes med skioptikonbilder belyst föredrag om "Svetsning vid tillverkning av gods- och personvagnar". (Bil. 2).

§ 12.

Ordföranden avtackade de båda föredragshållarna för de synnerligen intressanta och lärorika föredragen, påpekande att såväl användningen av aluminium i den rullande materielen som ock svetsningstekniken ej tillnärmelsevis utvecklats så snabbt eller ännu vunnit samma spridning och användning i Sverige som i Norge.

§ 13.

Rapportörernas berättelser, tillställda medlemmarna som meddelande n:o 144 (banavdelningen) och n:o 145 (maskinavdelningen) upptogos till behandling.

Då berättelserna så sent kommit medlemmarna tillhanda beslöts, att med tack till rapportörerna bordlägga desamma, för att vid ett kommande möte upptagas till behandling.

§ 14.

Då intet vidare förekom avtackade ordföranden de närvarande för visat intresse, samt förklarade sammanträdet avslutat.

Härefter intogs gemensam lunch i Norsk Ingeniørsforenings restaurant, varefter medlemmarna i av Oslo Sporveier till förfogande ställda, av aluminium tillverkade automobilomnibussar avreste till Skabo Jernbanevognfabrik, där tillverkningen demonstrerades av Direktør Birger Mørk.

Senare intogs gemensam middag å restaurant KONGEN, Frognerkilen, varvid förbundet som sina gäster sågo Sekreteraren i Norges Industriforbund, Ingeniør Kristen Friis, Direktøren i Norsk Aluminium Company Johan Mürer, Generalsekreteraren i Den Norske Ingeniørsforening Bjarne Bassøe, Direktøren vid Skabo Jernbanevognfabrik Birger Mørk, Maskininspektøren vid Norges Statsbaner Magnus Moe samt Øveringeniøren vid Oslo Sporveier J. de R. Kielland. Under middagen hyllades ytterligare dagens föredragshållare, samt de som medverkat till och möjliggjort mötets avhållande i Norge.

Tisdagen den 31 juli.

De flesta av mötesdeltagarna avreste kl. 8,00 i automobiler till Rjukan. Vid framkomsten dit blevo färddeltagarna av Norsk Hydro-Elektrisk Kvælstofaktieselskab inviterade till lunch, varunder Direktøren Arne Enger, samt Ingeniørerna Lars Broch, Reider Blom och N. Hveem presiderade. Under ovannämnda herrars ledning besågos därefter Norsk Hydros storartade vattentekniska anläggningar vid Rjukan.

Vid protokollet
Göran Nyström.
Justerat:

K. A. Pallin. *Per Swartling.* *Emil Santén.*

Bil. 1.

Aluminium såsom material i järnvägsvagnar och omnibussar

av ingenjören Kristen Friis.

Aluminiumindustriens utvikling er et av de moderne eventyr som må henrykke og forbause, selv om man i denne teknikkens tid har vennet sig til å ta selv de mest revolusjonerende fremskritt med ro, selv om man går ut fra som givet at allt er mulig.

Mens andre metaller som kobber, bly og tinn har været benyttet i et par tusen år, og jern har været nyttiggjort i flere hundrede år, er den fabrikkmessige fremstilling av aluminium efter den nuværende elektrolysemetode bare 48 år gammel.

Men disse 48 år har bragt oss over i en ny tidsalder.

Vårt samfund har nu, efter å ha gjennemgått kobberalderen og jernalderen, gått over i det lette metalls tidsalder, aluminiumalderen.

Fra å være en raritet som kostet 4—500 kroner pr. kg. en raritet som kun fandt anvendelse til smykker i konkurranse med gull, er det idag et metall som anvendes på alle områder. Valset ut i nogen hundredels millimeters tykkelse benyttes det som "Sölvpapir", millioner av husmödre benytter det daglig i kjökkenet som kjökkentöi. Aeroplan-, automobil- og jernbaneverksteder benytter det fra tolv tusendel millimeter tykk foil som isolasjon, till bærende bjelker i alle slags profiler, og brobygningsingeniörene har benyttet det som brodekke med bjelker opbygget optil 1 meters dybde.

Det sier sig selv at et metall som kun veier ⅓ av hvad stål veier, og som allikevel kan leveres i en styrke som vanlig konstruksjonsstål, ca. 41 kg/mm², måtte få en enorm anvendelse.

Med dette metall har i virkeligheten en ny verden åpnet sig for konstruktörene, de har kunnet slå inn på nye baner som har revolusjonert vårt trafikkvesen.

Man kan trygt si at vår tids aeroplan og luftskibsindustri er basert på anvendelsen av aluminium, at busstrafikken har nådd sin utvikling på grunn av dette metall, og at jernbanevesenet gjennem anvendelsen av aluminium vil opnå en regenerasjon som for jernbaneselskapene vil bety at de på en mer tilfredsstillende måte vil kunne opta konkurransen med bussene.

Hvor interessant det enn kunde være så tillater desværre ikke tiden mig å gå nærmere inn på fremstillingen av aluminium eller behandle i detaljer de forskjellige legeringer og deres forskjellige styrkeforhold med derav fölgende forskjellige anvendelseområder, men får innskrenke mig til å nevne disse ting efterhvert, og i store trekk.

Den aluminiumlegering som i transportvesenet har fått den största anvendelse, er en legering som inneholder ca. 4,5 % Cu, ca. ½ % Mg og ca. ½ % Mn. Vår betegnelse på denne legering er 17ST, almindeligvis kaldes en legering som denne for Duralumin.

I vanlig handelskvalitet leveres den med bruddstyrke på ca. 41 kg/mm² — strekkgrense 25 kg/mm² og en forlengelse i 5 cm. på ca. 20 %. Med firdobbelt sikkerhet får man da en tilladelig belastning på 13,4 kg/mm², hvilket er det samme som for vanlig konstruksjonsstål.

Vekten er omtrent ⅓ av stålets og elasticitetsmodullen er også omtrent ⅓ av stålet, eller 7500 kg.

Det vil altså si at med helt like konstruksjoner, veier aluminiumbjelker ⅓ av stålbjelker og har 3 ganger så stor nedböining. Når man tar hensyn till denne lave elasticitetsmodul, og ikke forsöker på å erstatte del for del med aluminium, vil denne, som jeg senere skal komme inn på, by på visse fordeler.

Sammenligner vi en stålbjelke av 70 kgs. stål og aluminiumbjelke av 17ST legering, begge bjelker med samme bredde, men med varierende dybde, vil aluminiumbjelken måtte ha 1,44 ganger större dybde for å opnå stålbjelkens stivhet, men vil da kun veie 51 % av stålbjelken og være 1,21 ganger så sterk. Gjöres aluminiumbjelken så stor at den er like tung som stålbjelken, vil den, aluminiumbjelken, være 7,5 ganger så stiv og 4,6 ganger så sterk som stålbjelken.

Tar vi for sammenligning bjelker av samme geometriske tversnitt for eks. kvadratisk, vil for bjelker med samme stivhet aluminiumbjelken bare veie 61,4 % av stålbjelken, og dens styrke vil være 1,32 ganger så stor.

Fig. 1.

Det konstruksjonsavdelingen specielt vil legge merke til med aluminium er dets lette vekt, det driftsavdelingen vil legge merke til er det billige vedlikehold, ingen korrodering, og det trafikkbestyrelsen vil legge merke til er det sikkerhetsmoment aluminium byr.

Hvorledes man vil utnytte den opnådde vektbesparelse, er selvfölgelig avhengig av hvad man finner mest formålstjenlig:

Enten: å öke kapasiteten så totalvekten blir som för,

Eller: å redusere driftutgiftene ved lettere materiell og beholde den gamle kapasitet.

Man opnår:

Mindre kraft- og brændselsforbruk.
Hurtigere kjörsel.
Större akselerasjon.
Större retardasjon.
Större hastighet på stigninger.
Mindre vedlikehold av rullende materiell og skinnegang og banelegeme.

Vi skal da först se litt på de forskjellige slags busser fra forskjellige kanter av verden.

Her i Oslo har A/S Oslo Sporveier utnyttet vektreduksjonen til å öke kapaciteten med 26 sitteplasser.

Denne vogn hvorav Oslo Sporveier nu har 50 stk. i drift, karakteriseres ved at hele bussens rammeverk er konstruert som en enhet uten noget chassis eller egen underramme. Diagonalkreftene optas av vognkassens selvbærende vegger, utfört i aluminium.

Denne konstruksjon muliggjorde en vektbesparelse på 20 %, som ved senere forbedringer endnu er öket noget (2000 kgs. vektreduksjon).

Driftsutgiftene blev derved redusert med 2000 kroner pr. år, hvortil kommer en inntektsökning på mindst det samme belöp på grunn av den ökede akselerasjonsevne med derav följgende öket marsjfart uten nogen tilsvarende ökning av maksimalhastigheten.

Jeg vil ikke undlate å nevne at direktör Samuelsen ved Oslo Sporveier og konstruktören direktör Ihlen ved Strömmens Verksted, bygget disse vogner på trods av gamle fordommer, på trods av fagkyndig frarådning.

Bussen har vist sig å være en såvel ökonomisk som teksnisk success og nu bygges der vel neppe en buss i Norge uten at den bygges i aluminium.

Fig. 2 viser en aluminiumbuss i Rom, Italien. 88 sitteplaser, 2,5 tonn aluminium bragte vekten ned med 33 %.

A/S Oslo Sporveier har nu forespörsel ute på 6 store motorvogner for eventuell bygning i aluminium. Disse vogner skal kunne ta 80 passagerer, og er anslått til å veie ca. 18—20 tonn i stål.

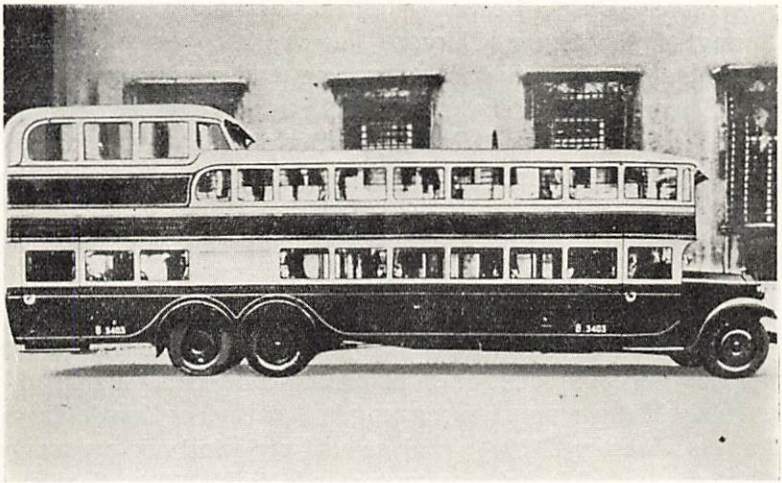

Fig. 2.

Kan man her ved anvendelse av ca. 1500 kg. aluminium redusere vognvektene med 3 tonn, vil man bare i strömbesparelse efter Kr. 0,20 pr. kg. pr. år, opnå en reduksjon på driftsbudgettet på Kr. 600.— pr. vogn pr. år. Regnes alle driftsutgifter vil man komme op i en besparelse på ca. 1500 kr/år.

Merutgiften ved anvendelsen av aluminium vil belöpe sig til ca. 5—6000 kroner pr. vogn.

Amortiseres denne merutgift ved bygningen, gjennem 20 år, efter en rentefot av 6 % får man en nettobesparelse av noget over 1000 kr. pr. vogn pr. år.

$$\frac{8{,}72}{100} \times 5000 = \text{Kr. } 436.— . \quad 1500 - 436 = \text{Kr. } 1064.— .$$

Tar man så videre i betraktning at der for lettere vogner trenges mindre smöreolje, at hjul og skinner blir mindre slitt, og at skrapverdien av aluminium er adskillig höiere enn for stål, ca. kr. 1.— pr. kg. blir besparelsen endnu större.

Kan man så regne med en amortisasjonstid av 30 eller 40 år, og en rentefot av 4 eller 5 %, blir besparelsen atter betydelig forhöiet ved anvendelsen av aluminiumvogner.

Som en vesentlig teknisk kjennegjerning fremgår det av forsök og av statistikk, at energiforbruket synker i samme forhold som vekten.

Zürich, Basel, Neapel, Sheffield, Birmingham, Cleveland, Springfield, Pittsburg, Chicago, New York og en rekke andre byer hele verden over har nu sporvogner i aluminium.

Således har for eks. Montreal Tramway Limited, 80 vogner, Departement Street Railways i Detroit 130 vogner, Brooklyn & Queens Transportation Corporation 100 o. s. v. Vektbesparelsen varierer fra 3,2 % til 41,3 %.

Når vi ser på jernbanevesenet, vil man kunne skjelne mellem 3 forskjellig slags trafikk, som allikevel griper inn i hinanden, jeg mener forstadsbaner, lokalbaner og fjerntog.

Forstadsbanene til de store byer i Amerika har for en stor del benyttet vektreduksjonen til ökning av farten. Man hadde en tilstrekkelig stor passagermengde å ta av, og kunde farten for eks. ökes med 10 % med samme strömforbruk og samme antal vogner, vilde det si at man kunde frakte 10 % flere passagerer. Dette har den fordel for de kjörende at kjöreleiligheten blir hyppigere og kjöretiden mellem to punkter på banenettet blir forkortet, så publikum foretrekker banen fremfor buss.

I Amerika har man i praksis eksperimentert med fartspröver av aluminiumvogner og stålvogner. Et eksempel derfra vil klarlegge betydningen av lette vogner, når farten må ökes:

		Aluminiumvogn	Stålvogn med samme motor HK.	Stålvogn med samme hastighet.
Passagerne	kg.	3000	3000	3000
Vognkasse	»	9850	13450	13450
Boggier	»	7850	9650	10650
Motor elek. ut.	»	5900	5900	7700
Total vekt:	»	26600	32000	34800
Motorydelse HK.		400	400	525
Gj.snitsfart km/t.		60	50	60

Stålvogner med samme motorstyrke veier 5,4 t. mer og kommer bare op i 50 km/t. mot aluminiumvognens 60 km/t. For å få den tyngre stålvogn op i samme fart må den ha 30 % större motor (fra 400 til 525 HK) og veier da 8,2 tonn eller 31 % mere enn aluminiumvognen.

Dette eksempel viser at ikke bare den direkte vektbesparelse på grunn av aluminium i vognkassen, men også den indirekte vektbesparelse i boggiene og den elektriske utrustning, for hvis utförelse ikke alltid aluminium kan anvendes, er av betydning.

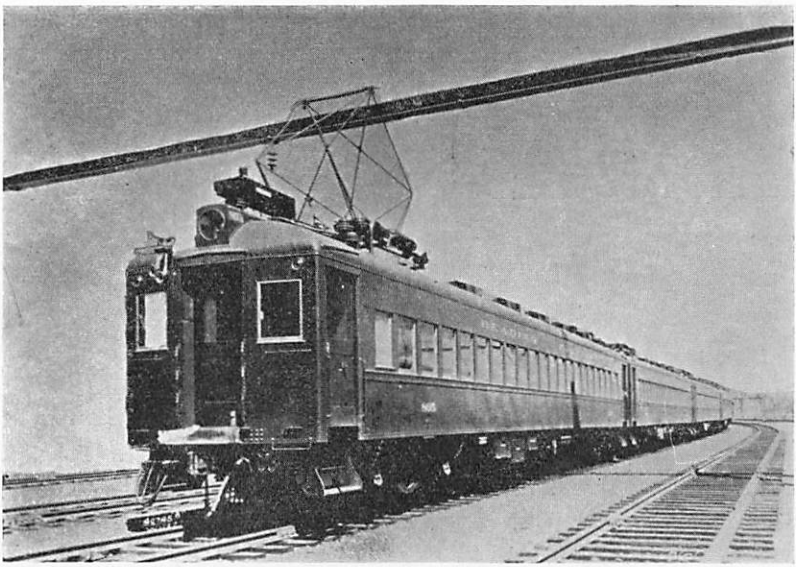

Fig. 3.

Eller man kan med et færre antal vogner opretholde det samme antal vognkilometer som tidligere med et större antal tyngre vogner. Hvis den lettere aluminiumvogn tilbakelegger strekningen på 10 % kortere tid, vil det si at man kan nöie sig med 10 vogner hvor man för trengte 11.

Ved å anskaffe 10 vogner istedetfor 11, sparer man også driftsutgiftene på den overflödiggjorte vogn, vognpersonalet for eks.

Tendensen hele verden over går imidlertid nu i retning av å kjöre mange, korte, lette tog, istedetfor få, lange og tunge. Det er derfor av den största betydning at man får vogner med en hurtig akselerasjon og hurtig retardasjon, og jeg er opmerksom på at de private jernbaner i Sverige er helt på det rene med dette forhold, at i ethvert fald for de kortere og efterhvert også for de lengere distanser, er bensin- og dieselmotordrevne vogner den vei man må slå inn på.

I Amerika hvor aluminiseringen av det rullende materiell har foregått jevnt og sikkert i de siste 10 år, finnes der nu flere tusen sporvogner, forstadsbaner og undergrundsbaner, hvori der i större og mindre utstrekning er benyttet aluminium. Således har undergrundsbanen i New York benyttet aluminium i de siste 800 vogner de lot bygge.

Fig. 3 viser hurtiggående forstadsbaner i New York, hvori aluminium er benyttet.

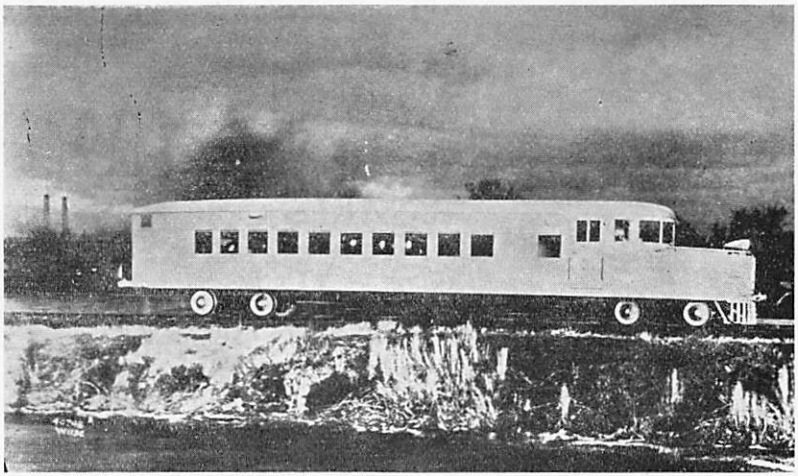

Fig. 4.

De franske statsbaner lot i årene 1930—31 bygge 300 tilhengervogner hvori 1500 kg. aluminium i hver vogn remplaserte 3,7 tonn stål og jern, en vektreduksjon på 2200 kg. på hver vogn, eller ialt 660 tonn dödvekt eliminert. Senere har de

bygget 80 vogner til, hvor 2840 kg. aluminium erstattet 6 tonn stål, en vektbesparelse pr. vogn av 3,2 tonn.

På lokalstrekningene hvor skinnebussene i de senere år har gjort sig sterkt gjeldende har franskmennene bygget vogner som med en vekt av 10—11 tonn har sitteplats for 55—60 passagerer.

Fig. 4 viser skinnebuss i Amerika, for trafikk av hovedlinjer. Den kan opnå en hastighet av 140 km. i timen, veier 13,6 tonn og har plass til 42 passagerer.

I Norge har Norges Statsbaner i samarbeide med Strömmens Verksted bygget 4 motorboggivogner, hvori aluminium er benyttet, *fig. 5*.

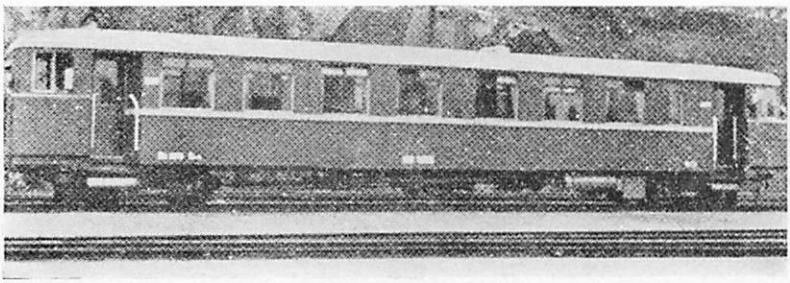

Fig. 5.

Disse vogner som kjörer på Jæderbanen ved Stavanger, har mere enn opfyllt de forventninger man hadde til dem.

De er utfört efter en hel ny konstruksjon, idet vognkassen er bygget uten selvstendig understilling. Aluminium er anvendt for vognkassekonstruksjonen. Undergurten i vognkassens sidevegger utgjöres således at en duraluminvinkel 120 × 120 × 13 mm. Stendere samt horisontalforbindelser under vinduene er også vesentlig utfört av duralumin. Den utvendige kledning er ¾ hård, 1,25 mm. tykk aluminiumplate. Kledningsplaten optar diagonalkreftene, derfor er platene klinket til det bærende lettmetallskelett med små koppede duraluminnagler.

Disse vogner har en lengde over endestykkene av 17,5 m. og veier 19 tonn. Ved denne konstruksjon blev der spart 8 tonn dödvekt.

Efter de driftsresultater som nu foreligger, er bensinforbruket ca. 1,0 liter pr motorvogn km. eller ca. 0,13 l. pr. akselkilometer. Nettovekten pr. sitteplass er ca. 340 kg. og motorstyrken er ca. 12,6 HK pr tonn. Der kjöres rutemessig i gjennemsnitt for uken pr. dag ca. 1200 motorvogn km. (Disse oplysninger skyldes inspektör Erling Haavis artikkel i "Meddelelser fra Norges Statsbaner nr. 3. 1933").

Ved en nylig, av svenske jernbaneingeniörer, foretatt farts- og bremsepröve med disse vogner, opnådde man på 10 ‰ stigning, fullstendig avbremsning på 15 sek., på 10 ‰ fald bruktes 21 sek. Der trengtes på 10 ‰ stigning 70 sek. for å komme op i 60 km. fart.

Det kan i denne forbindelse være værde å legge merke til at Norges Statsbaner i disse dage har bestilt 4 store tilhengervogner i hvilke blir anvendt ca. 4 tonn aluminium pr. vogn.

I enkelte tilfeller har jernbaneselskapene mött den vanskelighet at man ikke har kunnet öke vognenes antal, eller foröke deres lengde, eller forkorte kjöretiden, idet trafikktettheten på banenettet allerede hadde nådd maksimum. Og dog var der passagerer man gjerne vilde ta med, hvis man bare kunde skaffe plass. Istedetfor å la disse passagerer gå over til konkurrerende buss-selskaper, har man löst problemet ved simpelt hen å bygge vognene i to etasjer.

Ved anvendelse av aluminium i disse vogner er ikke dödvekten forstörret, mens derimot kapasiteten er ganske betraktelig öket.

Fig. 6 viser en amerikansk 2-etasjes vogn.

4,9 tonn aluminium har i disse vogner erstattet 13,5 tonn stål, en reduksjon av dödvekten på 8,6 tonn på hver vogn.

Et vogntog på 10 sådanne aluminiumvogner transporterer 2040 passagerer, mens man tidligere med 9 vogner transporterte 1508 passagerer. Den 10de vognen betöd et tillegg i togvekten av 25 tonn, men ved den utförte konstruksjon i aluminium har man derved skaffet plass till 500 flere passagerer.

Alle beslag og innredningsdetaljer som tidligere var utfört i messing, er i disse vogner erstattet med aluminiumdeler.

De fordeler man opnår ved en aluminisering av forstads- og lokalbaner, gjör sig naturligvis i endnu langt större grad gjeldende for fjerntogenes tungtrafikk. I Sverige og Norge med kupert terreng og vanskelige kurveforhold, er det ganske innlysende at lette vogner er av endnu större betydning enn de fleste andre steder i verden.

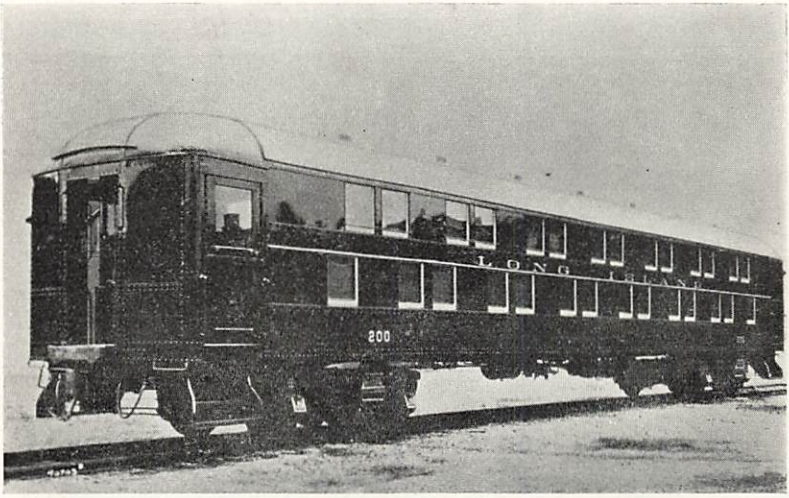

Fig. 6.

For en tysk, sveiset stålvogn stiller vektfordelingen sig således:

Underbygning	4,6 tonn	9,4 tonn
Vognkasse	4,8 »	
Trekk- stötanordning	1,15 »	
Boggi	6,67 »	
Hjulsatser	4,6 »	
Dampopvarmning	0,53 »	
Belysning	0,95 »	
Innredning	10,6 »	
tilsammen	33,9 tonn.	

Hvis man her aluminiserer underbygning og vognkasse vil ca. 4,4 tonn aluminium erstatte 9,4 tonn stål. Bare på disse 2 poster en vektreduksjon på 5 tonn. På innredningen vil også flere tonn kunne spares, ved anvendelse av aluminium.

Jeg vil her fremheve at innredningsdetaljer i messing og bronzelegeringer som er meget dyre og löper op i et ganske betraktelig belöp kan utföres adskillig billigere i aluminium.

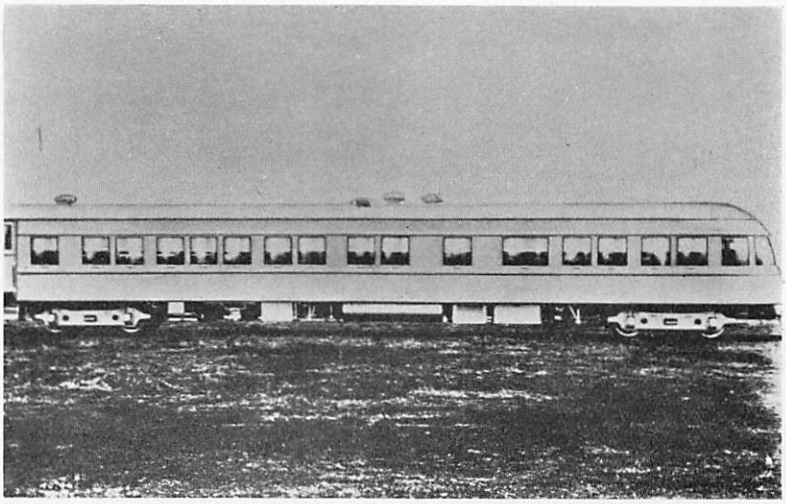

Fig. 7.

Hvis man så tar skrittet helt ut og anvender aluminium hvor det overhodet kan anvendes, bör man komme op i en vektreduksjon på 8—10 tonn.

De glimrende erfaringer som de forskjellige amerikanske jernbaneselskaper hadde med sine aluminiserte vogner, förte til at det store amerikanske jernbanevognselskap Pullman Incorporated, som i de siste 10 år har bygget hundreder av aluminiumvogner for andre selskaper, ifjor bygget 2 store vogner for sig selv.

Fig. 7: Exteriör av Pullman vogn.

Denne vogn som er 24 meter lang, veier 33,5 tonn, hvilket betöd en vektreduksjon på ca. 50 %.

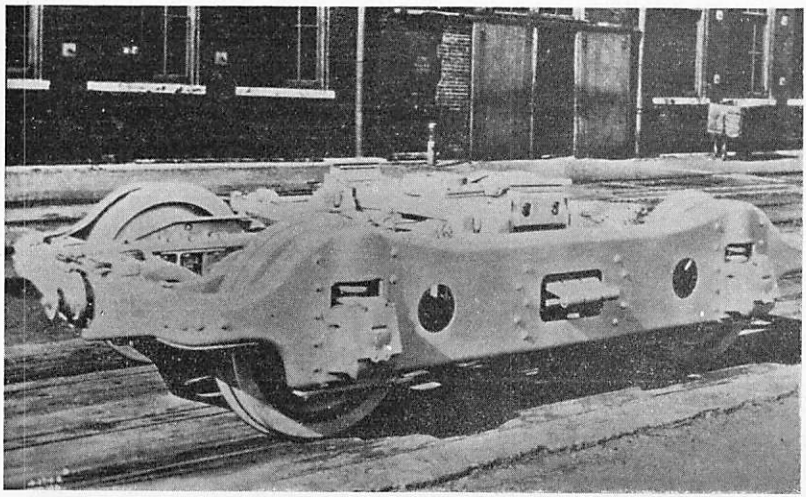

Fig. 8.

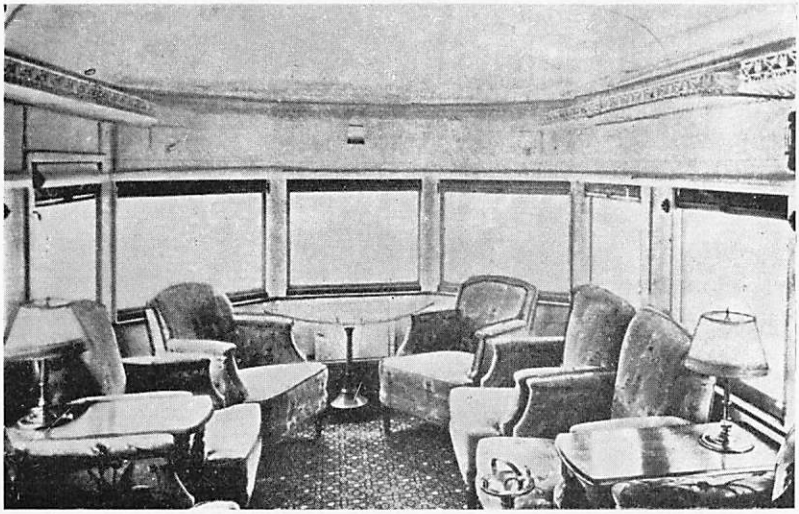

Fig. 9.

Fig. 8: Boggi av aluminium.

Man kan muligens være tilböielig til å mene at dette re-

sultat, en vognvekt på 33,5 tonn, ikke er så overveldende, men man får da huske på at disse "tunge" lettmetallsvogner er bygget for en fart som vi ikke på langt nær har her hjemme, og bygget med krav til komfort som vi ikke kjenner til på våre baner.

Fig. 9: Utsiktsvogn med aluminiuminnredning.

Disse vogner er da heller ikke det siste amerikaneren har utført på området.

For the Union Pacific har Pullman-selskapet bygget et "articulated train", et strömlinjeformet tog, bestående av 3 vogner.

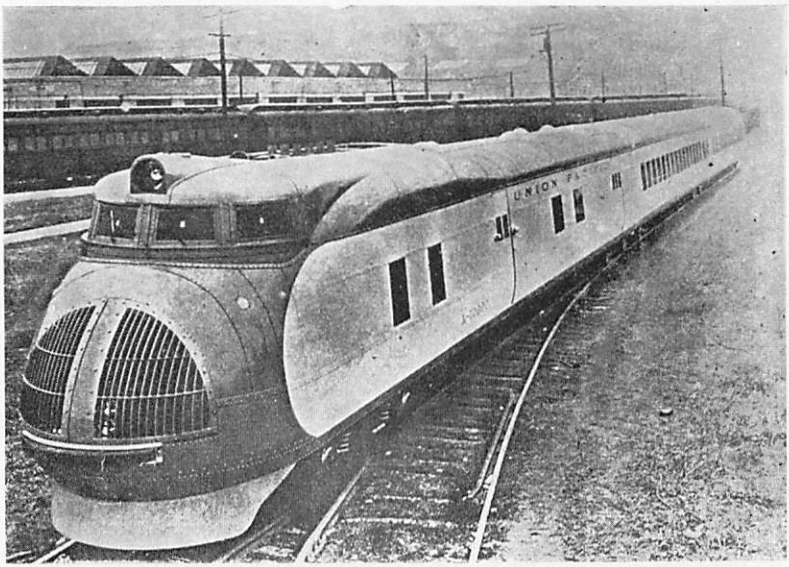

Fig. 10.

Fig. 10: Exteriör av U. P.'s tog.

Hele togets lengde er ca. 62 meter, og totalvekten er ca. 83 tonn, fordelt med ca. 40 tonn på vognkassene, ca. 19 tonn på de 4 boggier og ca. 24 tonn på den 600 HK. råoljemotor med 425 kw. generator.

Der er anvendt ca. 10 tonn aluminium i hver vogn, ialt ca. 30 tonn aluminium.

Vognene er bygget rörformet, *fig. 11.*

Der bygges nu et tog med 6 vogner og et med 9 vogner. Dette togs gjennemsnitsfart er 145 km/t. og under gunstige omstendigheter kan farten bringes op i 177 km/t.

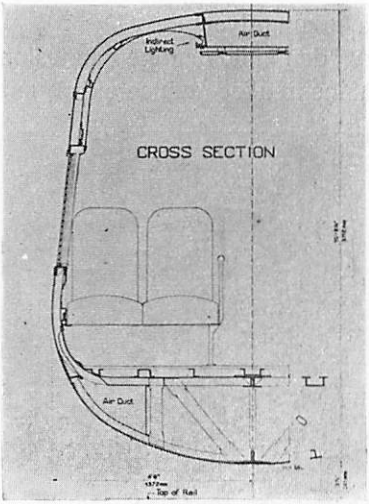

Fig. 11.

Til sammenligning med dette tog vil jeg vise et billede av en kuriositet fra 1905, *fig. 12.*

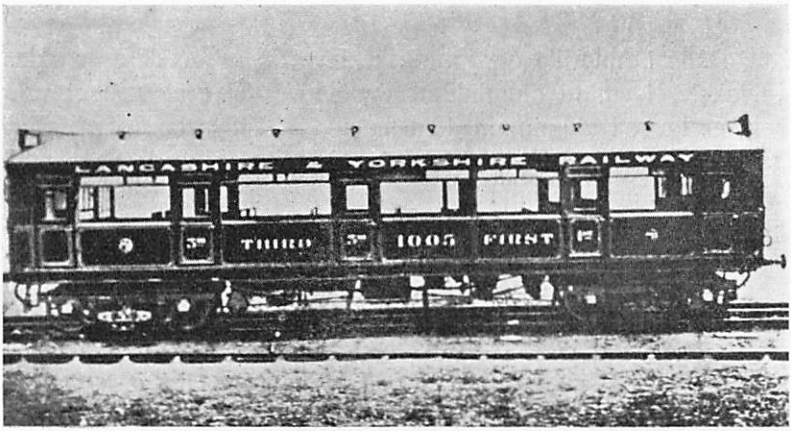

Fig. 12.

Dette er en vogn fra Lancashire jernbanen i England, og er sannsynligvis en av de förste jernbanevogner hvori aluminium er benyttet. Selvfölgelig er det ikke benyttet i nogen större utstrekning, men kun til beslag, innredningsdetaljer etc.

Når man så har bragt tilhengervognens vekt ned, er næste skritt å ta fatt på lokomotivet.

På grunn av den nödvendige adhesjonsvekt kan man naturligvis ikke uinnskrenket redusere lokomotivvekten.

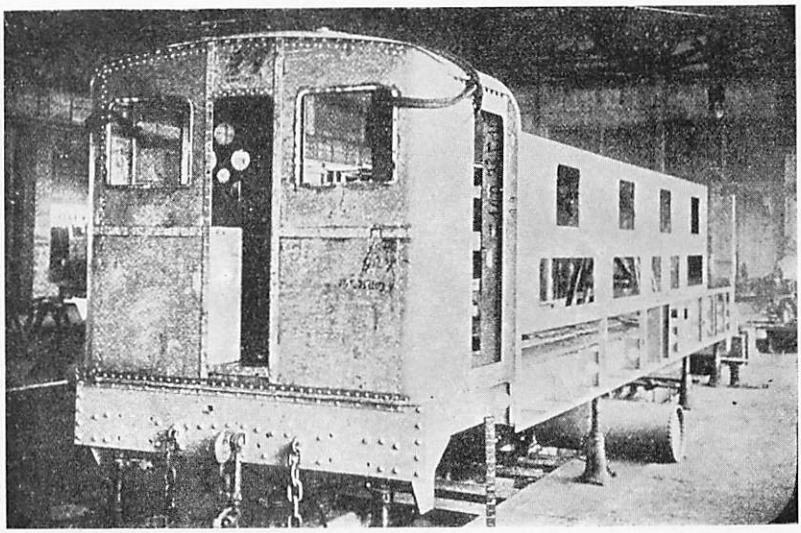

Fig. 13.

Både i Amerika og Frankrike lavet man for flere år siden veivaksler i smidd aluminium. Av andre deler av ufjeret vekt som er lavet i aluminium, kan nevnes at i Tyskland og Italien har man benyttet lettmetall, fortrinsvis smidd duralumin til hjulcentrer og i Frankrike og Schweiz har man fremstillet akselbokser i aluminium.

Hvor elektrisiteten benyttes som drivkraft kan man særlig redusere lokomotivvekten.

Fig. 13: Elektrisk lokomotiv for jernbane i Algier.

Billedet viser aluminiumkledningen av et franskbygget elektrisk lokomotiv for jernbane i Algier. Ca. 1,5 tonn aluminium erstattet med ca. 4 tonn stål.

I et annet tilfelle ombygget man 25 lokomotiver ved å erstatte dörer og en del andre detaljer med aluminium, og opnådde meget lett en reduksjon på ca. 800 kg. pr. lokomotiv, ialt ca. 20 tonn dödvekt eliminert.

Det viser sig altså at konstruktören ved en gjennemfört utnyttelse av aluminium vil kunne redusere sine vognvekter optil 50 %.

Ser man så kun på den ökonomiske side av saken, blir det et simpelt regnestykke om det lönner sig å aluminisere vognene.

Vi har allarede set at det lönner sig for sporveiene, og fra Tyskland opgir man omtrent det samme tal for elektriske jernbaner R. MK. 500.— pr. år spart pr. tonn spart i vekt. (Efter dagens kurs blir dette riktignog Kr. 675.—).

Regner man at man for 1 tonn aluminium må betale Kr. 4000.— mer enn for det konstruktivt tilsvarende stål, og amortiserer man så gjennem 20 år efter 6 % får man:

$\frac{8,72}{100} \times 4000 =$ ca. Kr. 350.— pr. tonn eller Kr. 0,35 pr. kg. som må innspares ved formindskede driftsutgifter.

Hvor aluminiumvognen benyttes sammen med trævogn og stålvogner er det vanskelig å få nogen nöiaktig oversikt over de direkte besparelser som kan henföres till de lette vogner, idet banelegeme, broer, signalsystemer etc. må være anlagt for de tyngste vogner.

Men har man som sagt först en driftskalkyle, som viser hvad utgiftene er pr. kilo, er regnestykket ganske enkelt.

Vedlikeholdsutgiftene på aluminiumvognene, har nemlig vist sig å være mindre enn for trævogner, og er i hvert fald ikke större enn for stålvogner. Bare tenk på det faktum at aluminium ikke korrederer, og tenk så vedlikeholdsutgiftene på stål på grunn av rust.

De Schweiziske Statsbaner har, i likhet med Oslo Sporveisbusser, beholdt aluminiumfarvene og sparer derved ca. Kr. 1300.— pr. vogn for hver gang de skulde været malt. Hvor ofte det sker er jo avhengig av hvor godt banen vedlikeholder sit materiell, men selv med en forholdsvis liten vognpark blir det jo et ganske betraktelig innspart belöp år om annet.

Jag skal også få lov å gi Dem et eksempel fra Amerika, hvor Chicago og North Western, for bygning av 120 vogner, anvendte 192800 kg. aluminium, og således innsparte en vekt av 310000 kg. Merprisen for disse vogner var 310000 kg. $\times$ 2,65 kr/kg. = Kr. 822000.—.

De anvendte lokomotivers trekk-kraft andrar til ca. 9000 kg. og tillater en trekklast av 452000 kg. 10 stålvogner veier imidlertid 484000 kg. således at der til deres bevegelse kreves en trekk-kraft av $9000 \times \frac{484}{452} = 9640$ kg. Lokomotivene for stålvognene vilde således bli ca. 9 $\times$ 640 = 5760 kg. tyngre, og de nödvendige 15 lokomotiver (inkl. 3 reservelokomotiver) vilde således koste 86400 kg. $\times$ kr. 2,60 = Kr. 224000.— mere.

Anskaffelsen av aluminiumvogner vilde således resultere i en merutgift av:

Kr. 822000.— — 224000.— = Kr. 598000.—. Ved 20 års levetid og 6 % forrentning utgjör dette *Kr. 52000.*— pr. år.

Merutgiftene ved de höiere anskaffelsesomkostninger vil imidlertid opveies av driftsbesparelsene, hvilket vil sees av följende: Utgiftene pr. tonnkilometer kan settes til Kr. 0,006. Hvis togene tilbakelegger 80000 km. pr. år, så vil der ved anvendelse av aluminiumvogner og deres lettere lokomotiver kjöres (310 + 86,4) t. $\times$ 80000 km. = 31712000 t/km. mindre, hvilket betyr en årlig besparelse av

0,006 $\times$ 31712000 = Kr. 189000.—.

De samlede besparelser efter fradrag av forrentning og amortisasjon av de större anskaffelseomkostninger utgjör da:

Kr. 189000.— — 52000.— = *Kr. 137.000.*

eller Kr. 1150.— pr. vogn.

Der er jo imidlertid også en annen side enn den ökonomiske som må tas i betraktning når man bygger jernbanevogner. Det er sikkerhetsmomentet.

Ved den store jernbaneulykke i Frankrike i december ifjor, blev det tog som var sammensatt av trævogner helt smadret, mens toget sammensatt av stålvogner forblev nogenlunde uantastet. En trium for stålvogner vil man kanske si, de holdt.

Ganske riktig, de holdt. Kaster man av all kraft en sten mot en vindusrute, er det ruten som går istykker og ikke stenen.

Men hvordan vilde det være gått hvis begge tog hadde bestått av stålvogner? Begge tog vilde da sannsynligvis bli kastet av sporet og istedetfor som tilfellet var at ulykken blev begrenset til det ene tog, vilde den gått utover begge.

Hvis nu ståltoget hadde været et aluminiumtog, hvad vilde da ha skedd?

Aluminiumtoget vilde ha veiet kanske sine hundrede tonn mindre. Og det hundrede tonn lettere tog vilde meget lettere være bremset ned. (Hvor man benytter ståltog har man måttet forlenge bremselengden fra 750 m. helt optil 1250 m.).

Det vil altså si at allarede för sammanstötet finner sted, er ulykken begrenset.

Når så togene stöter sammen, vil aluminiumtoget ikke opföre sig som en biljardkule, men vil på grunn av den lave elastisitetskoefficient delta i tilintetgjörelsen av bevegelsekreftene. Aluminiumtoget vil absorbere sjokket, og ikke forplante dette gjennem toget. Der vil på en kort strekning bli en större destruksjon enn ved stålvogner, men ulykkens omfang blir begrenset.

Chefsingeniör Parke ved Pullman Mfg. Corp. uttaler i "Official Proceedings of the New York Railroad Club" mai 1933, at aluminiumets evne til å absorbere sjokk, på grunn av den lave elastisitetsmodul, gjör at aluminium endog kan være bedre enn stål. Videre gjör han opmerksom på at han med de to store Pullmanvogner i aluminium har opnådd "Relatively less deflection than previously obtained with steel cars".

Forsök anstillet av de tyske riksbaner, Reichsbahnoberrat Dr. ing. G. Wagner, Berlin, og av det franske selskap "Entreprises Industrielles Charentaises" bekræfter Pullmannselskapets erfaringer med hensyn til aluminiumets nedböining.

At aluminiumets evne til å absorbere sjokk ikke bare er teori, vil dette billede vise.

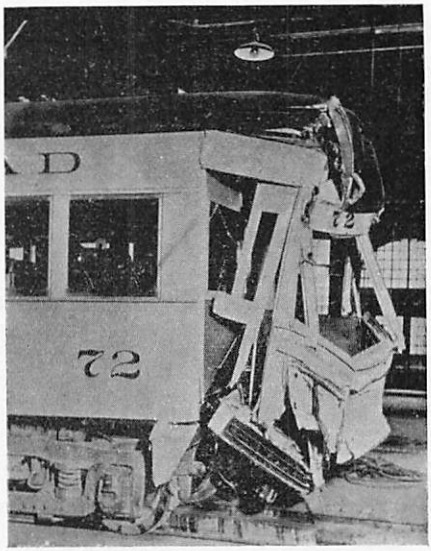

Fig. 14: Sammenstöt av aluminiumtog.

Denne vogn stötte med 50 km. fart mot en annen, uten at annen skade skedde enn at vestibylene blev ödelagt. Ikke et vindu blev knust, og ikke en passager kom tilskade.

Som man ser, har endene av vognene absorbert sjokket, deltatt i tilintetgjörelsen av bevegelsekreftene og har ikke forplantet sjokket gjennem vognen.

Konklusjonen må nödvendigvis bli at mens stålvogner er et direkte faremoment, er aluminiumvognen et sikkerhetsmoment.

Når så vognkonstruktören gir sig ikast med konstruksjonen av aluminiumvognen, står han i virkeligheten overfor gamle kjente problemer. Han kjenner de forskjellige legeringers styrketal, benytter de sterke herdede legeringer hvor der er påkjenning, og benytter de svakere hvor der ikke er nogen påkjenning.

I virkeligheten har han et lettere problem å löse enn når han konstruerer en stålvogn. Da må han tilpasse konstruksjonen til de standardprofiler av bjelker som finnes, mens han når han konstruerer en aluminiumvogn, kan la sin fantasie löpe,

og bare forlange at leverandören leverer de underligste profiler han kan önske sig.

Aluminiumprofilene fremstilles nemlig ikke bare ved valsning, men fordi aluminium er et sådant taknemlig materiale å arbeide med, kan det varmpresses, med letthet trekkes ut i de forskjelligste profiler.

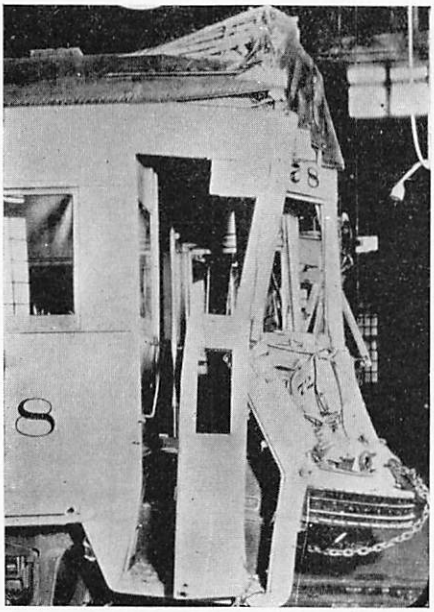

Fig. 15: Annen vogn fra sammanstötet.

Hvor for eks. de buede takplater skal festes til de vertikale vegger, kan man få et profil som *fig. 16* viser:

Det forenkler konstruksjonen og letter montörens arbeide, det er en lett sak å klinke forbindelse til hinanden.

Disse omtalte pressprofiler kan leveres i tversnitt hvis maksimale dimensjoner ligger innenfor en cirkel av 254 mm. diameter. De tillater en vidtgående tilpasning av profiltversnittet til vognformen, og er utformet således at tilslutningen av andre deler til vognribbene gjöres lettere. De fremstilles således at man opnår den nödvendige profilform uten sammen-

klinkning av 2 eller flere småprofiler, og tillater tilknytning uten befestigelsesvinkler, lasker og kneplater.

Ved anvendelse av disse pressprofiler, lar det sig gjöre å fremstille betydelig motstandsdyktige profiler med samme tversnitt, og disse profiler har desuten den fordel at de letter sammenbygningen og gjör den billigere.

De herdede legeringer bör nemlig, hvor det er tale om påkjenning, klinkes og icke sveises. Sveises de, taper de på grunn av opvarmningen en del av sin styrke. Man kan herde igjen efter sveisningen, men det krever store glödeovner og fordyrer arbeidet så iethvert fald for 17ST legeringen (Duralumin) er det kun tilrådelig å klinke.

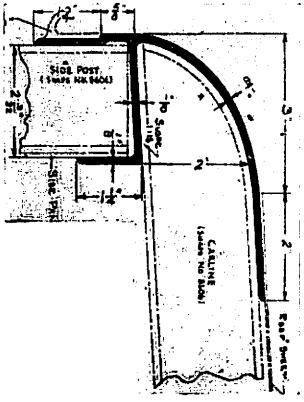

Fig. 16.

17 ST legeringen kan böies kold.

Er imidlertid profilene for store for koldböining, kan de uten skade opvarmes til ca. 200° C og böies der. Man må imidlertid ikke holde dem for lenge på denne temperatur.

Eller man kan opvarme det til 500° C, med påfölgende dypning. Hvis man har anledning til det kan man lave sig en stålform og böie det opvarmede profil i denne, hvorved man undgår vandavkjölingen, og således får utfört 2 operasjoner i ett.

17 ST profiler og plater kan nagles koldt med nagler av samme legering. Man kan imidlertid også her opvarme naglene, og så nagle straks efter at naglene er vannavkjölet. Denne legering har den merkelige egenskap at den ved selvherdning opnår sin fulde styrke ca. 4 dager efter avkjölingen.

Hvis den ytre vognbekledning ikke er beregnet på optagelse av krefter, kan plater av den ikke herdede legering 3 S benyttes. Disse plater fremstilles i forskjellige hårdhetsgrader, som avhenger av hvor meget formning de skal tåle. I 1/1 hård utförelse har denne legering som inneholder 1¼ % Mn. en brudstyrke på 20,4 kg/mm².

Hvor den ytre bekledning, særlig sideveggene, er beregnet på optagelse av krefter, benytter man en hårdere legering 4 S, som i tillegg til 3 S legeringens 1¼ % Mn. også inneholder 1 % Mg. Denne legering kan opnå en styrke på 29—30 kg/mm².

Det franske jernbaneselskap Chemin de Fer du Nord, bygger nu et strömlinjeformet tog, hvor der er benyttet helsveisede aluminiumlegeringer.

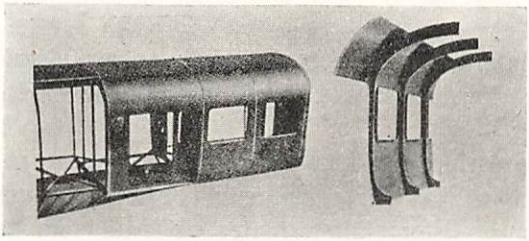

Fig. 17 viser en model av sveisemetode.

Særlige forholdsregler ved anvendelse av aluminiumplater på stål- eller treribber er ikke nödvendig, med undtagelse av en isolasjon for eks. bitumen strök, eller aluminiummaling, -strök på aluminiumdelene, mönjeströk på ståldelene og aluminiummaling på tredelene.

At man bruker isolasjon mellem deler av forskjellige kjemisk sammensetning skulde ikke behöve å skremme nogen fra å bruke aluminium, idet man jo alltid allikevel bruker for eks. rustbeskyttelsesmidler på jern, stål og tre.

Bil. 2.

Elektrisk lysbuesveising ved rullende materiell ved Norges statsbaner

av ingeniør Magnus Moe.

Den elektriske lysbuesveising blev lenge av de fleste ingeniører betraktet med adskillig skepsis og med god grunn. Fra først av blev som sveiseelektroder benyttet almindelig jerntråd, hvor lysbuen var ubeskyttet mot luftens påvirkning under smeltingen. Resultatet var *porøs* og *uren* sveis med litet tilfredsstillende materialkarakteristikk. Forholdet blev *noe* bedret fra den tid der blev fremstillet sveiseelektroder av specialmateriale. Men først efter at man på grunnlag av den svenske ingeniør Kjellbergs patent fikk de *dekkede* sveiseelektroder, hvor det smeltede metall såvel i lysbuen som på arbeidsstykket blev beskyttet med et egnet slagglag, blev resultatene stadig bedre. Man kan nu fremstille sveisesømmer av tett, homogent gods med materialkarakteristikk som står på høide med materialet i selve arbeidsstykket.

Man må selvfølgelig være opmerksom på at den elektriske lysbuesveising ikke er sveising i dette ords oprindelige mening. Materialet i en sveisesøm uten påfølgende mekanisk bearbeidelse er efter sin natur nærmest å betrakte som et stålstøpegods. Det sier sig selv at sveising av materiale, hvis styrkekarakteristikk beror på en særlig varmebehandling, vil medføre at materialet ved sveisestedet i gunstigste fall vill bli "normalisert" og altså få endret den materialkarakteristikk som er opnådd ved varmebehandlingen. I slike tilfeller må sveisesømmen underkastes en efterfølgende varmebehandling. Men dette byr ofte på vanskeligheter.

Ved Norges Statsbaner har den elektriske lysbuesveising vært anvendt i en årrekke ved reparasjonsverkstedene til utbedring av mindre påkjente deler og først og fremst til påsveising av gods til erstatning for slitasje.

Efterhvert som utviklingen av bedre og bedre sveiseelektroder skred frem og efter at man ved prøvesveisinger med dek-

17 ST profiler og plater kan nagles koldt med nagler av samme legering. Man kan imidlertid også her opvarme naglene, og så nagle straks efter at naglene er vannavkjölet. Denne legering har den merkelige egenskap at den ved selvherdning opnår sin fulde styrke ca. 4 dager efter avkjölingen.

Hvis den ytre vognbekledning ikke er beregnet på optagelse av krefter, kan plater av den ikke herdede legering 3 S benyttes. Disse plater fremstilles i forskjellige hårdhetsgrader, som avhenger av hvor meget formning de skal tåle. I 1/1 hård utförelse har denne legering som inneholder 1¼ % Mn. en brudstyrke på 20,4 kg/mm².

Hvor den ytre bekledning, særlig sideveggene, er beregnet på optagelse av krefter, benytter man en hårdere legering 4 S, som i tillegg til 3 S legeringens 1¼ % Mn. også inneholder 1 % Mg. Denne legering kan opnå en styrke på 29—30 kg/mm².

Det franske jernbaneselskap Chemin de Fer du Nord, bygger nu et strömlinjeformet tog, hvor der er benyttet helsveisede aluminiumlegeringer.

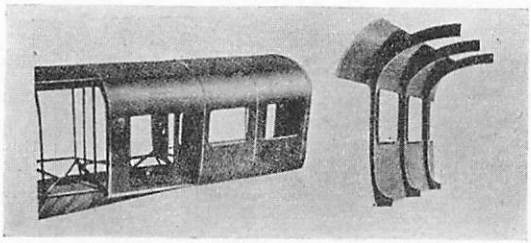

Fig. 17 viser en model av sveisemetode.

Særlige forholdsregler ved anvendelse av aluminiumplater på stål- eller treribber er ikke nödvendig, med undtagelse av en isolasjon for eks. bitumen strök, eller aluminiummaling, -strök på aluminiumdelene, mönjeström på ståldelene og aluminiummaling på tredelene.

At man bruker isolasjon mellem deler av forskjellige kjemisk sammensetning skulde ikke behöve å skremme nogen fra å bruke aluminium, idet man jo alltid allikevel bruker for eks. rustbeskyttelsesmidler på jern, stål og tre.

Der er heller ingen grunn til å være engstelig for å benytte aluminium i forbindelse med stål, for eks. aluminiumkledning på stålskelett, fordi om elastisitetskoefficienten og varmeutvidelseskoefficientene er forskjellige. Når konstruksjonene er utfört riktig, medförer dette ingen vanskeligheter, og når det kommer til stykket, så er det dog et problem som daglig löses innen de forskjelligste grener av industrien.

Hvis man erstatter stålplater med aluminiumplater av samme tykkelse, vil man kansje få vanskeligheter, idet bekledningens relative stivhet overfor ribbene bare blir tredjeparten av hvad den var. Det er imidlertid uriktig å fordömme materialet av den grunn. Feilen ligger tvertom hos konstruktören som velger ribbene for sterke og bekledningen for svak.

Til indre bekledning egner aluminium sig fortreffelig. Aluminium har en meget stor varmeisolerende evne, holder vognen varm i kolde vintermåneder og kjölig i de varme sommermåneder. I en sovevogn vil den gi passagererene en större komfort enn treinnredning, ingen knirken i treverket til å holde en våken halve natten og i tilfelle av ulykke ingen fluvende tresplinter.

Som materiale anvendes almindeligvis ren aluminium eller 3 S. Platene kan simpelthen skrues på ribbene med aluminium skruer.

I denne forbindelse kan jag nevne at man nu ved elektrolytisk oxydasjon kan farve aluminium, således at man til innredning kan få lister skilter, plater og hvad som helst ellers, farvet som man önsker. Dette farvebelegg er ved processen blit en integrerende del av aluminiumet, gir en overordentlig hård sliteflate, og slites selv ikke av. Man kan for eks. få en mahognyfarve som står til kupeens innredning forövrig.

Til ribber og understell kommer hovedsagelig de herdede legeringer 17 ST og 51 SW i betraktning.

51 SW er en legering som inneholder 1 % Si og 0.6 % Mg og opnår en maksimum bruddstyrke på ca. 24,6 kg/mm², med en forlengelse av 24 % over 5 cm. Den er den aluminiumlegering som opnår den største forlengelse.

Alle de konstruksjonsdeler, som kun har en ubetydelig utformning, fremstilles av den mekanisk sterke legering 17 ST. Hvis der forekommer stenk utformning anvendes legeringen 51 SW for eks. til böiede deler. Også pressprofiler av de mest kompliserte tversnitt blir utfört af denne legering.

De til bygning av understellet nödvendige konstruksjonsprofiler som utelukkende forbindes med hinanden ved hjelp av klinking, kan leveres i lengder optil 26 meter. De störste fremstillede U-profiler har en höide av 304,8 m/m, så de fleste konstruksjonsproblemer kan löses av disse.

Skulde det være nödvendig, kan profilene bygges op til gurter av en höide på 1 m. som for eks. blev gjort ved reparasjonen av Smithfield Street Bridge i Pittsburgh.

De siste konstruksjonsdelene som kan utföres i aluminium er boggiene. For å forhindre at vognens stabilitet blir dårlig, må de höiere liggende deler aluminiseres för de dypere liggende dele.

Tiden tillater ikke mere, og jeg må desværre slutte.

Nu som Sverige fra hösten av får sin egen aluminiumindustri, vil den nasjonal-ökonomiske betydning av aluminiseringen av den rullende materiell bli en faktor av den störste betydning.

Bil. 2.

Elektrisk lysbuesveising ved rullende materiell ved Norges statsbaner

av ingeniør Magnus Moe.

Den elektriske lysbuesveising blev lenge av de fleste ingeniører betraktet med adskillig skepsis og med god grunn. Fra først av blev som sveiseelektroder benyttet almindelig jerntråd, hvor lysbuen var ubeskyttet mot luftens påvirkning under smeltingen. Resultatet var *porøs* og *uren* sveis med litet tilfredsstillende materialkarakteristikk. Forholdet blev *noe* bedret fra den tid der blev fremstillet sveiseelektroder av specialmateriale. Men først efter at man på grunnlag av den svenske ingeniør Kjellbergs patent fikk de *dekkede* sveiseelektroder, hvor det smeltede metall såvel i lysbuen som på arbeidsstykket blev beskyttet med et egnet slagglag, blev resultatene stadig bedre. Man kan nu fremstille sveisesømmer av tett, homogent gods med materialkarakteristikk som står på høide med materialet i selve arbeidsstykket.

Man må selvfølgelig være opmerksom på at den elektriske lysbuesveising ikke er sveising i dette ords oprindelige mening. Materialet i en sveisesøm uten påfølgende mekanisk bearbeidelse er efter sin natur nærmest å betrakte som et stålstøpegods. Det sier sig selv at sveising av materiale, hvis styrkekarakteristikk beror på en særlig varmebehandling, vil medføre at materialet ved sveisestedet i gunstigste fall vill bli "normalisert" og altså få endret den materialkarakteristikk som er opnådd ved varmebehandlingen. I slike tilfeller må sveisesømmen underkastes en efterfølgende varmebehandling. Men dette byr ofte på vanskeligheter.

Ved Norges Statsbaner har den elektriske lysbuesveising vært anvendt i en årrekke ved reparasjonsverkstedene til utbedring av mindre påkjente deler og først og fremst til påsveising av gods til erstatning for slitasje.

Efterhvert som utviklingen av bedre og bedre sveiseelektroder skred frem og efter at man ved prøvesveisinger med dek-

kede elektroder hadde konstatert at det med sådanne elektroder var mulig å sikre sig en tett, homogen og pålitelig sveisesøm, har tilliten til elektrosveisingen blitt stadig større og man gikk i 1931 til å anvende elektrisk sveising i stedet for klinkning av:

Innvendige lokomotivfyrkasser av stål.

Acetylensveising av kobberfyrkasser har vært anvendt ved Norges Statsbaner i en årrekke og jeg skal ikke nærmere beskjeftige mig med dette i denne forbinnelse. Ved Norges Statsbaner anvendes imidlertid i stor utstrekning innvendige fyrkasser av stål. Da vi i Norge gjennemgående har et godt kjelvann, har vi i det store og hele hatt gode erfaringer med stålfyrkasser. Vanskeligheter med kjelrørlekkasje er helt ophørt efter at man gikk over til å sveise kjelrørene (elektrisk) til rørplaten i fyrkassen.

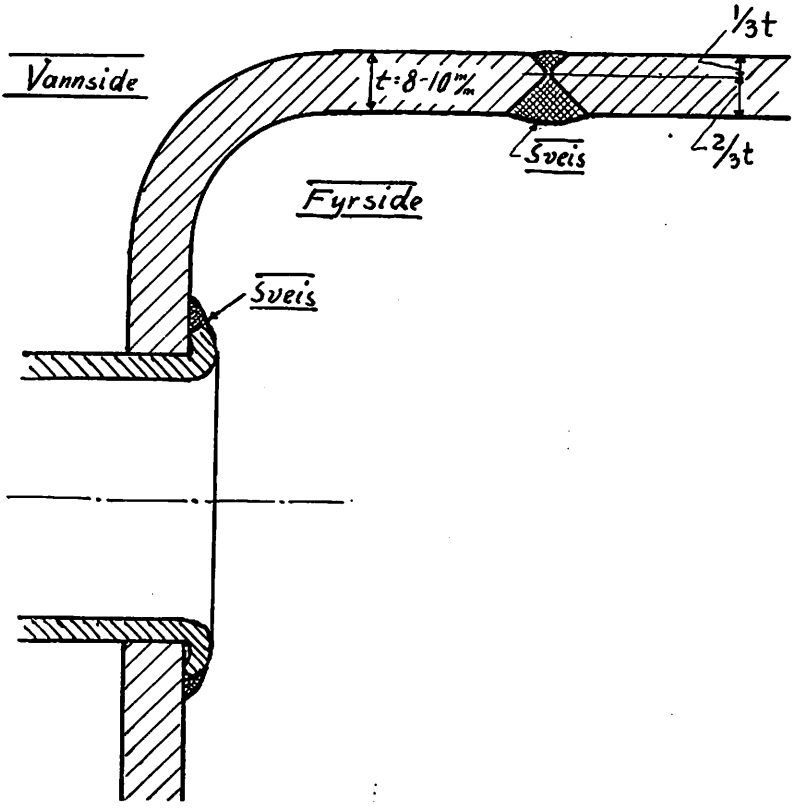

Fig. 1.

Sammenskjøtningen av kappeplaten med endeplatene utføres ved buttsveis med en noget skjev x-fuge, *fig. 1.* Den først anvendte fremgangsmåte var følgende:

Der blev brukt forholdsvis lav strømstyrke (ca. 120 Amp.) tynne sveiseelektroder (3 m/m) og liten sveisehastighet (ca. 5 m. pr. time) og forholdsvis stor larvebredde (ca. 15 m/m) idet elektrodeføringen foregikk under sidependling. For å undgå for stenk opheting og fortrekking av platene, blev der brukt såkalt "pilgrimssveis" d. v. s. man sveiser et kortere stykke svarende til en eller flere hele elektroder, hopper over et tilsvarende stykke, sveiser igjen et like stort stykke o. s. v., og så etter tur fylles de opståtte luker. For å fjerne mulige varmespenninger, har man koldhamret sveisen (dog meget lett).

En sveiset stålfyrkasse som utføres på denne måte vil bli en ubetydelighet billigere enn den tilsvarende kasse i klinket utførelse, samtidig som der spares vekt.

Men den største fordel ved de sveisede kasser er imidlertid at man undgår den store fortykkelse av godset som er uundgålig ved overlappklinkingen og dermed tendensen til avbrenning av platekantene. Vi regner derfor med mindre reparasjoner og lengere levetid for de sveisede enn for de klinkede fyrkasser.

Siden den første sveisede stålfyrkasse blev satt i drift i 1931, har man til dato ikke hatt noen ulemper med disse. Der er hittil anvendt Arcos Stabilend sveiseelektroder, da man hittil ikke har funnet noen annen elektrode som gir en bedre og tettere sveis. Der har ikke under prøvetrykket vist sig en eneste pore eller sprekk.

Den nevnte koldhamring av sveisesømmene tar naturligvis tid og fordyrer sveisearbeidet og er heller ikke ønskelig sett fra materialteknisk synspunkt, i det den kan tenkes å begunstige utviklingen av tretthetsbrudd. Det har derfor vært arbeidet med å komme derhen at denne koldhamring kunde undgås og disse forsøk er nu kronet med held. Målet er nådd ved anvendelse av større strømstyrke (180 à 200 Amp.) og tykkere elektroder (4 m/m) samtidig som sveisehastigheten er øket til ca. 20 m. pr. time mens bredden av sveiselarven er minsket til

ca. 8 m/m. Elektroden blir ikke lenger ført pendlende på tvers, men rettlinjet langs sveisefugen. Der anvendes foreløbig fremdeles "pilgrimssveis", men dog med lengere sammenhengende søm. Ved denne hurtigere elektrodeføring minskes opvarmningen av nabomaterialet så betydelig at enhver koldhamring av sveisesømmen blir unødvendig. Ved de senest sveisede stålfyrkasser er denne metode anvendt med godt resultat. Samtidig som man får en bedre sveis, bringes arbeidsutgiftene betydelig ned.

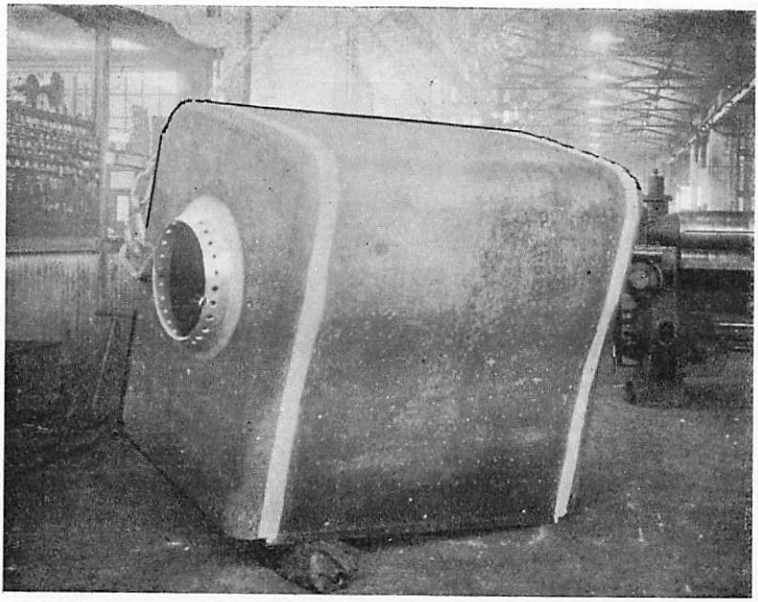

Fig. 2.

Fig. 2 viser en ferdigsveiset fyrkasse av stål.

Sveisesømmene bestrykes på den ene side med kridtvelling og når denne er tørret, på den annen side med petroleum og kassen hensettes gjerne natten over. Enhver gjennemgående pore vil da vise sig ved gjennemslag i kridtlaget, og sveisen på vedkommende sted kan utbedres.

I alt er nu ved Norges Statsbaner 19 stk. stålfyrkasser sammenbygget ved sveising uten at der som nevnt hittill har vist sig ulemper av noen art under driften, selv med så høje arbeidstrykk som 16 atm.

Når jeg har beskjeftiget mig såvidt meget med elektrosveising av lokomotivfyrkasser av stål, skjønt fyrkasser av stål kanskje er mindre aktuelle i Sverige, er grunnen den at jeg kunde tenke mig at nettop denne sveising av stålfyrkasser for kjeltrykk optil 16—17atmosfærer overtrykk også kunde være av almindelig interesse som et første skridt mot mere utstrakt anvendelse av sveising ved lokomotivkjeler.

Som ett annet eksempel på anvendelse av elektrosveising ved våre jernbaneverkstäder kan nevnes:

Isbeholdere for kjølevogner (amerikansk system).

Her er et tilfelle hvor man foruten å spare vekt også har opnådd en ganske stor utgiftsbesparelse. For en vogn (med 8 stk. beholdere) utgjør besparelsen inklusive driftsprocenter ca. 700 kroner sammenlignet med den tidligere anvendte klinkede utførelse.

Ved anvendelse av sveising vinnes flere fordeler fremfor nagle- og skrueforbindelser, nemlig bl. a.:

vektbesparelse som følge av at lasker, hjørnevinkler, knuteplater o. l. for det meste bortfaller og i det hele

bedre materialutnyttelse da man undgår tversnittsvekkelse ved naglehuller som ved nagle- og skrueforbindelser gjør det nødvendig å overdimensjonere konstruksjonsdelene tilsvarende.

Videre vil som regel opnåes en *gunstigere overføring av anstrengelsene.* Ekscentrisk belastning i konstruksjonsleddene og ugunstige tversnittsoverganger med derav følgende skårvirkninger kan lettere undgåes.

Man får et videre felt for utvikling av de *hensiktsmessigste konstruksjoner* og står friere i valget av tversnittsprofiler idet man ikke lenger er bundet av hensynet til anbringelse av nagler eller skruer. Sveiseteknikkens utvikling har allerede ført til anvendelse av en rekke nye konstruksjonsprofiler.

Sveisede konstruksjoner er også *lettere å beskytte mot rust,* ikke alene ved at de er lettere å male men også av den grunn at man lettere undgår inntrengen av fuktighet i fuger og hulrum. Dette gjelder særlig ved anvendelse av lukkede kassekonstruksjoner som ofte bare er mulige ved sveiset utførelse.

I mange tillfeller vil ogsaa *lavere anskaffelseomkostninger* kunne opnåes.

En fordel som også fortjener å nevnes er *mindre støi under arbeidet.*

Det var i erkjennelsen av disse fordeler og kanskje særlig de muligheter for vektsbesparelser som elektrosveisingen innebærer att man ved Norges Statsbaner for vel 3 år siden bestemte sig for å la sveise en serie på *10 åpne godsvogner* — platformvogner med rørstaker (sammen med en leveranse på 30 vogner av samme type i klinket utførelse).

Allerede ved disse første sveisede vogner hos oss, la man an på å opnå de vektsbesparelser som lot sig gjennemføre uten en altfor radikal forandring av konstruksjonens hovedtrekk. Sidelangbjelker og endebjelker er utført av kanaljern av samme profil som ved klinkede understillinger for å kunne beholde visse standarddeler som f. eks. de pressete bæreknekter.

Men man har sløifet lasker, hjørnevinkler og knuteplater. En undtagelse er gjort for knuteplatene i hovedhjørnene. Disse er beholdt av hensyn til langbjelkene, men platene har man utformet lettere, de tidligere anvendte mellemlegg har man således sløifet.

Tverbjelkenes forbindelse til sidelangbjelkene er utført med 1-søm (uten vinkeljern eller lignende). Det samme er tilfellet med forbindelsen av de langs- og diagonaltgående bjelker till endebjelkene.

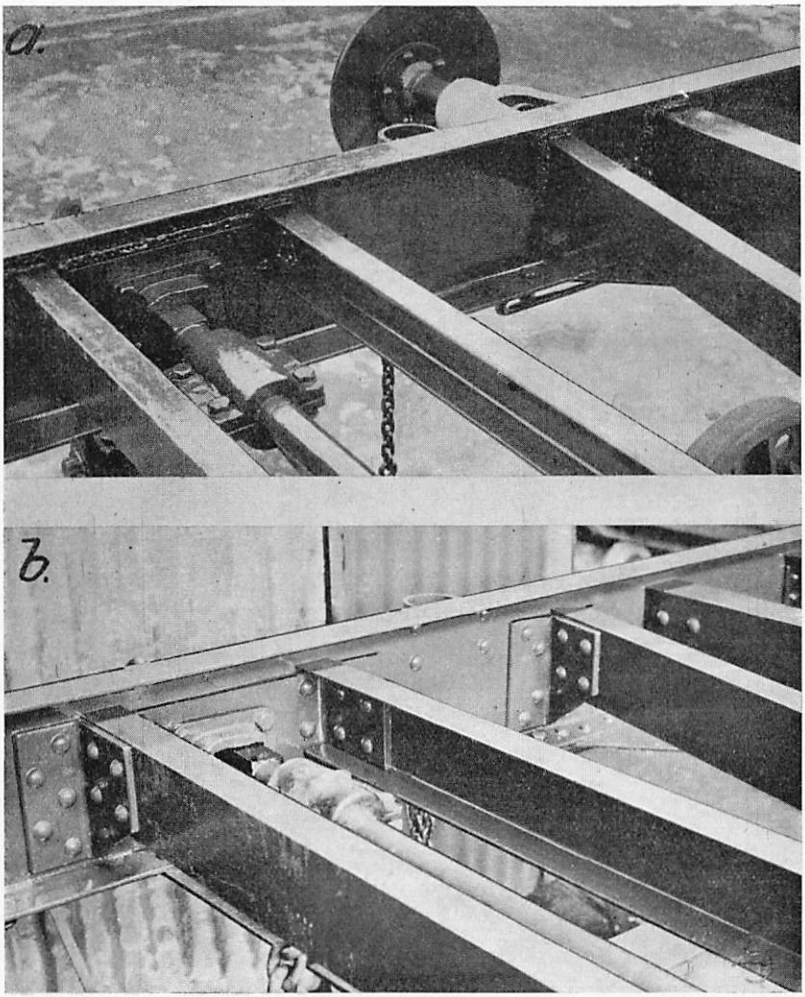

Fig. 3 a og b.

Fig. 3 a og b viser forbindelsene til endebjelken, henholdsvis for sveiset og klinket understell.

Som man vil ha lagt merke til, er det ved sveisede konstruksjoner av denne art vanskelig å undgå å få sveisesømmer anbragt på *tvers* av bærende bjelker. Dette vil vel de fleste

konstruktører ha visse betenkeligheter ved da det menes at grunnmaterialet i bjelken vil bli skadet av sveisesømmen, men foretatte undersøkelser har imidlertid vist at den forandring som skjer med grunnmaterialet ved sveisestedet, nærmest er en *normaliserende utglødning*. Ved riktig utført lysbuesveising vil ingen *forbrenning* av materialet finne sted. Men utglødningen vil naturligvis ved valsede materialer gi en liten nedsettelse av brudd- og strekkgrense og en tilsvarende øking av forlengelsen.

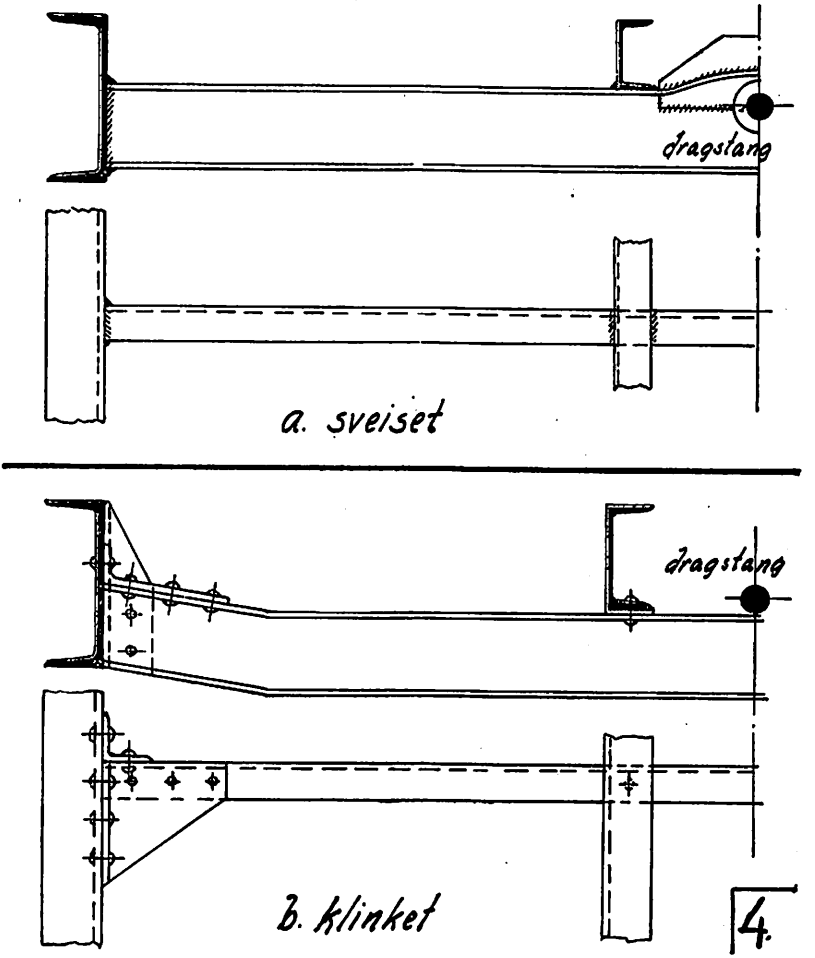

Fig. 4 a og b.

Sålenge det gjeller bløtt stål, som St. 37 vil forandringen ikke bli stor. Vi har dog såvidt mulig undgått å anvende tversgående sveisesømmer over de mest anstrengte partier, særlig på strekksiden.

Ved den *klinkede* utførelse var det nødvendig — for å skaffe plass for den gjennemgående dragstang — å gi tverbjelkene en nedbøining på midten. Da videre de midterste langbjelker av hensyn til plankegulvet bør ligge med oversiden i plan med sidelangbjelkenes overside, fik man av rene distansehensyn midtlangbjelkene overdimensjonert.

Den sveisede utførelse, *Fig. 4 a,* gir her et eksempel på den større frihet i den konstruktive utformning som sveisingen gir. Bøining av tverbjelkene er her helt undgått. Den nødvendige plass for dragstangen er tilveiebragt ved at den øvre flens i tverbjelkene er bortskåret (autogent) på partiet mellem midtlangbjelkene og erstattet med et bøiet, innsveiset flattjern samtidig som det manglende materiale i "steget" er erstattet med en innsveiset plate. Man har på denne måte også opnådd å kunne anvende midtlangbjelker av mere vel avpasset dimensjon, tverbjelkene kan kappes på forhånd till riktig lengde, mens disse ved den klinkede utførelse først må for-kappes, så varmes og bøies på to steder og så endelig renkappes for endene.

Ved gjennemarbeidelsen av konstruksjonsdetaljene, har man i stor utstrekning benyttet anledningen til å erstatte deler som før var smidde med sammensveisede plate- og profiljern, likeledes har man, i stor utstrekning, erstattet stålstøpegods med sammensveisede valsematerialer. Föruten å spare vekt, er på denne måte opnådd billigere konstruksjoner. Stålstøpegods vil gjerne hos oss falle dyrt og tildels gi tunge konstruksjoner. Stålstøpegods er heller ikke alltid lett å kontrollere, hverken med hensyn till godsets tetthet eller tillfredsstillende utglødning.

Fig. 5 a og *b* viser avstagningen av sidelangbjelkene henholdsvis ved sveiset og klinket understell. Man ser her hvorledes bjelkene ved klinket utførelse blir gjennemhullet og svekket vid naglene. Vektbesparelsen ved den sveisede utførelse springer med en gang i øinene.

Ved befestigelse av beslag til understillingen, er også i størst mulig utstrekning anvendt sveising naar det ikke gjelder deler som av montasjehensyn må være løsbare.

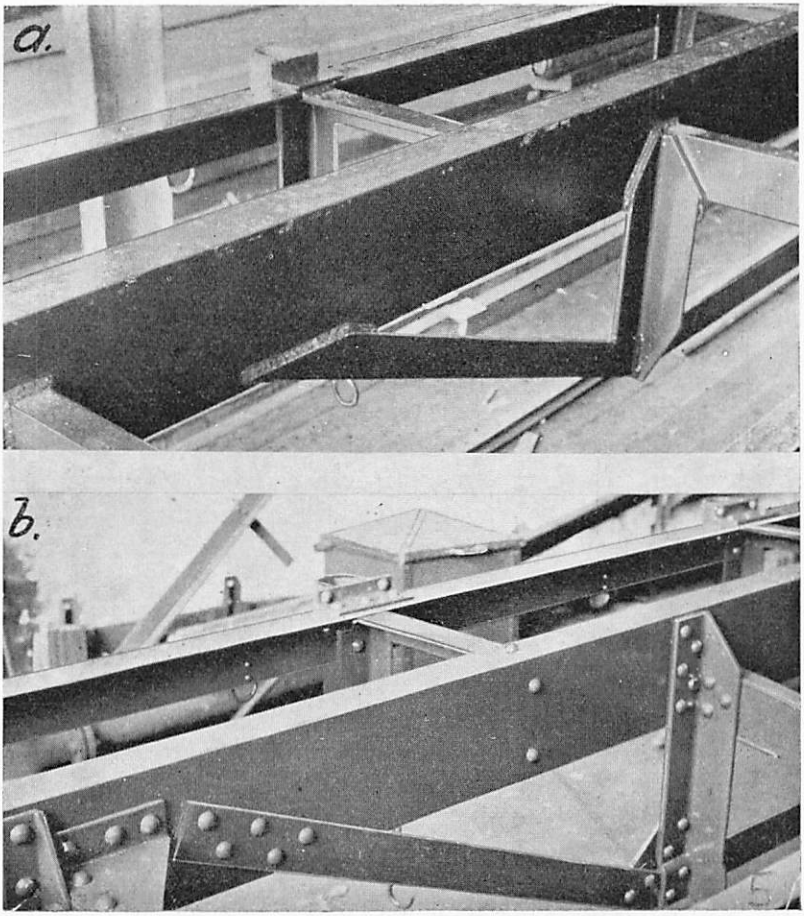

Fig. 5 a og b.

Av detaljer ved vognene forøvrig, skal jeg nevne akselkasseføringene. Disse er utført av flensede plater med påklinkede føringslister.

Skjønt vi her ikke i større utstrekning har benyttet oss av den anledning vi har til å anvende lettere *profiler* på bjelker m. v. som sveisingen skulde gjøre berettiget, og de sveisede understillinger derfor må forutsettes å ha større styrke enn de klinkede, har veiningen av vognene efter de 2 utførelser gitt som resultat en besparelse i vekt ved den sveisede utførelse på gjennemsnittlig mellem 4 og 500 kg. pr. vogn. Lengden av vognkassen er 10 meter. Her er å merke at man ved disse første sveisede vogner har anvendt større sveisesømtversnitt enn der egentlig skulde være nødvendig. Man har ved beregningene av sveisesømmene i det vesentlige fulgt de tyske regler. Ved de elektroder som hos oss er benyttet gir sikkert disse beregninger større sveisesømdimensjoner enn nødvendig. De tyske beregningsregler gjør nemlig ingen forskjell på blanke og dekkede elektroder.

Foruten de hittil omtalte 10 sveisete 2 akslede vogner som er levert fra A/S Skabo Jernbanevognfabrik, er der fra samme fabrik ytterligere levert 20 sveisede vogner av samme type, likesom der av samme vogntype også er levert 10 vogner fra en annen fabrikk (Glommens Verksted i Fredrikstad) — ialt således 40 vogner av denne type.

Videre skal nevnes en serie på 25 åpne boggigodsvogner (likeså plattformvogner med rørstaker), bygget ved Strømmens Verksted. Leveringen av disse vogner er avsluttet i 1933. Vognene er særlig bestemt for transport av langt tømmer (til stolper og master). Lengden over endebjelkene er 16 m. Disse vogner er også beregnet på å kunne bære full last koncentrert på et kort stykke ved vognmidten og sidelangbjelkene er derfor ganske kraftig avstaget (med hoved- og bistag).

Fig. 6 viser den ferdigsveisede understilling. Å angi den vektsbesparelse som er opnådd ved sveising av disse vogner er vanskelig, da denne vogntype ikke er bygget i klinket utførelse. De ferdige vogners vekt varierer mellem 17,8 og 18 tonn og

lasteevnen er 40 tonn, et resultat som vi finner ganske tilfredsstillende i betraktning av vognenes store lengde.

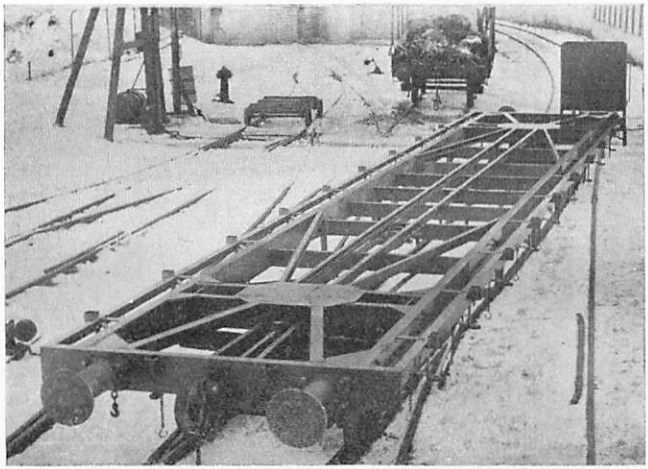

Fig. 6.

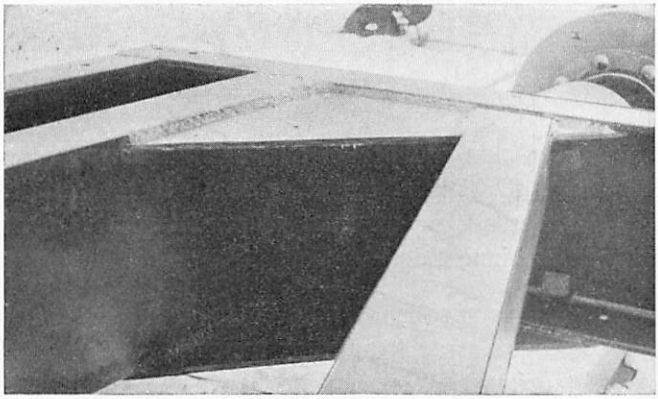

Fig. 7.

I *fig. 7* sees et av hovedhjørnene. Knuteplater er her bibeholdt fra vanlig klinket konstruksjon, dog med de vektsbesparelser som sløifning av den nødvendige overlappning som klinkingen medfører. Tilslutningen av langbjelkene til endebjelkene

er som ved de først omtalte vogner utført uten forkrymping. Tilpassingen er utført ved bortskæring (autogent) av den del av flensene som dekkes av flensene på endebjelken. Som man ser gjør sveisingen det mulig å få understillingens overside praktisk talt helt glatt og plan. Tidsspillende utsparinger i gulvplankene for knuteplater og naglehoder undgås.

Diagonal-bjelken er utskåret for knuteplaten og sveiset til både knuteplate og endebjelke.

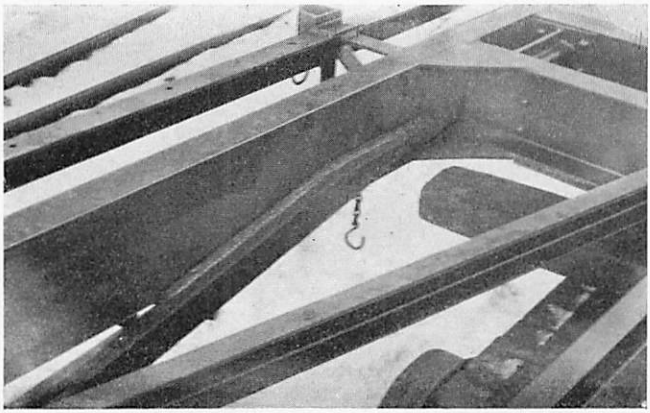

Fig. 8.

I *fig. 8* ser man endepartiet av sidelangbjelkens hovedstag og dettes feste til bjelken, staget er som det sees, utført med rektangulært tversnitt og uttynnet på partiet som är sveiset til sidelangbjelkens innerside.

Fig. 9 viser stagsøilen for hovedstaget og endepartiet av bistaget, som også er av kvadratisk tversnitt.

Skjønt sidelangbjelkene ved den anvendte stagning er understøttet på 3 steder mellem boggiene, var det nødvendig å forsterke bjelkene (kanaljern nr. 30) med et flattjern som blev anbragt under nedre flens på et lengere stykke av midtpartiet. Dette flattjern er sveiset til bjelkene ved 1-søm langs begge sider og for endene. Ved de første understillinger blev sveisesømmene utført med full styrke på hele lengden, men det viste

sig da nødvendig å foreta efterhamring av sveisen for å få bort varmespenninger og fortrekking av bjelken. På de senere understillinger blev derfor full styrke av sveisesømmen langs

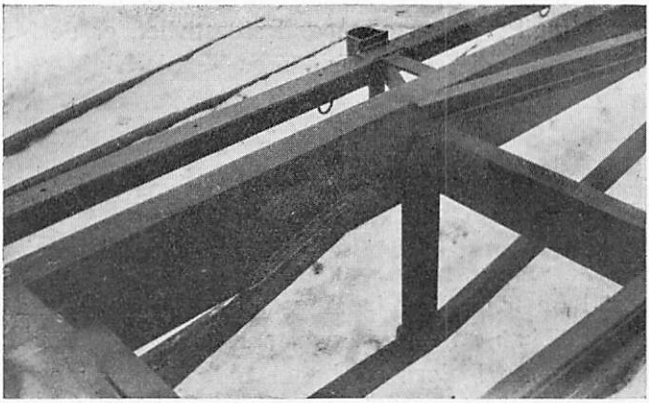

Fig. 9.

sidene bare anvendt på ca. ½ m. fra hver ende av forsterkningsjernet, forøvrig anvendtes bare en svak dekksøm og derved ophørte de nevnte fortrekkinger.

Ved utformningen av detaljene er fulgt de samme prinsipper som ved de først omtalte 2-akslede vogner.

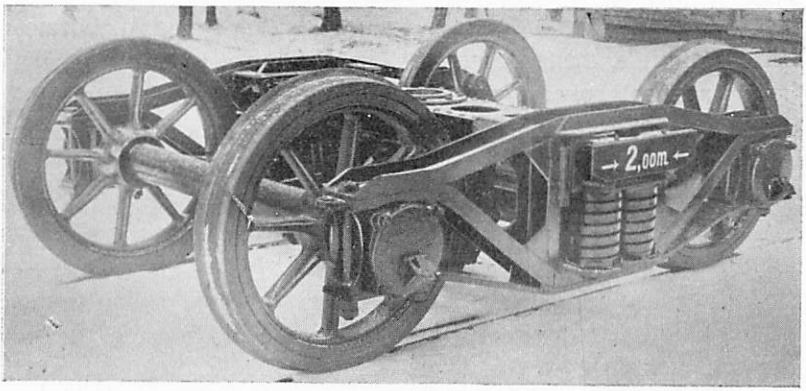

Fig. 10.

Fig. 10 viser den ferdige boggi som også er sveiset — en undtagelse danner bolstret, hvor man fant at det var lite å vinne ved sveiset utførelse.

Boggien er i prinsippet en vanlig "Diamond truck". For med minst mulig vekt å opnå god sidestivhet, er de 2 hovedbånd i hver vange utført av kanaljern. Tverforbindelsen mellem vangene er utført mest mulig elastisk. Som en særegenhet skal nevnes at boggien er utført med sidebæring på rullesektorer som hviler på kryssskniver på boggibolstret rett over fjærsatsene. Bolstret får derfor ingen bøiningspåkjenning i vertikal retning og får bare til opgave å opta horisontalkrefter fra bremsing m. v. Av samme grunn får hovedtverbjelkene i understillingen bare ubetydelig bøiningsanstrengelse i vertikalretningen. Herved kan naturligvis vekt spares.

Et utmerket hjelpemiddel ved tildannelse av sveisefuger og tilpassing av delene til hverandre, har man i den *autogene skjæring*.

Det har vært ansett som en given sak at materialet langs kanten hvor autogenskjæring er foretatt, nødvendigvis måtte bli skadet. Man har derfor tidligere vært meget omhyggelig med efterpå å skjære kanten ren ved høvling eller på annen måte. Nyere undersøkelser har imidlertid godtgjort at forandringer i materialet ved autogen skjæring ikke kan spores dypere enn 2 mm. fra kanten. Av denne dybde er det innerste lag med tykkelse varierende fra litt under $^1/_2$ til 1 $^3/_4$ mm. normalisert materiale, mens dernest et lag på bare $^1/_5$ til vel $^1/_2$ mm. består av noe grovere korn. Det oksyderte eller forbrente skikt er neppe målbart og kan i almindelighet fjernes bare med en ståltrådbørste.

Fjernelse i optil 10 mm. tykkelse av materiale langs en skjærekant som det tidligere gjerne har vært forlangt, må derfor ansees ganske overflødig. Hvor det gjelder tildannelse av sveisefuger ved hjelp av skjærebrenner, har vi derfor ansett enhver efterbearbeidelse av kanten med spåndannende verktøi for helt overflødig og nytteløs.

Dernest skal omtales en leveranse på

2 stkr. bunntømningsvogner for kulltransport, se fig. 11.

Disse blev for ca. ½ år siden avlevert fra Eidsfoss Verk. Vognene er boggivogner for ca. 40 tonns last og er særlig beregnet på å besørge kullforsyningen av en cellulosefabrik som har gått til anlegg av kullsilo avpasset for anvendelse av disse

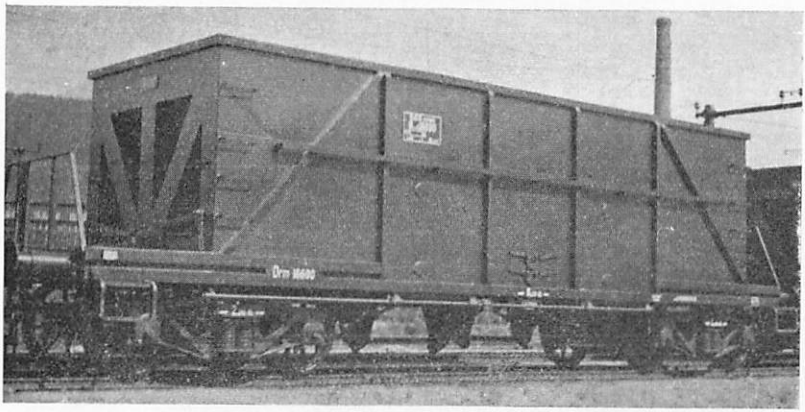

Fig. 11.

vogner. Typen er forøvrig å betrakte som en eksperimentaltype — med sikte på å danne grunnlaget for en normaltype av bunntømningsvogn for kull.

Boggiene er av samme utførelse som for de før omtalte 25 langtømmervogner.

Man har ved konstruksjonen av disse vogner lagt an på å utnytte de muligheter sveisingen byr for opnåelse av minst mulig vekt. Således er vognkassens vegger og bunn utnyttet som bærende konstruksjoner og vognene har ingen særskilt understilling. Sidevegger og bunnparti er også utnyttet for optagelse av bufferstøt og bremsekrefter. Over- og undergurt i vognkassens sidevegger er utført av kanaljern med ryggen ut og flensene inn mot platen, således at gurtene danner lukkede kasseprofiler. De spanter som er nødvendige for avstivning av plateveggene er utført av vinkeljern eller flensede plater med den ene flenskant (eggen) mot platen og den flens som er

parallell med platen, frittstående. Herved opnåes best mulig utnyttelse av materialet — størst mulig motstandsmoment mot bøining. Vognene har 4 bunnluker — 2 for tømning til hver side. Vognbunnen er derfor dannet av 4 tversgående skråplater, hvorav de 2 midtre danner en tversgående midtrygg. Langsefter er bunnpartiet opdelt ved en langsgående midtrygg som er fortsatt utenfor endeskråplatene og forbundet til tverbjelkene ved boggicentrene. Vogngulvet får således form som taket på en korsbygd kirke. Ved denne utformning opnåes både en meget stiv bunnkonstruksjon og en gunstig overføring av vekten til boggiene.

Fremgangsmåten ved vognenes opbygning har vært følgende:

Hver sidevegg med tilhørende gurter og spanter, likeså endeveggene, sammensveises hver for sig. Likeså bunnpartiets forskjellige deler, som så sammanbygges. Derefter bringes først sideveggene og derefter endeveggene på plass og forbindes med bunnpartiet og innbyrdes.

Fig. 12 viser disse vogner sett skrå ovenfra.

De forskjellige detaljer som dragfjærlås, bunnluker med beslag er også i stor utstrekning utført ved sammensveising av plater og valseprofiler. Lukehengsler og lagre for stengeaksler er for det allermeste sveiset til vognkassen. Det har herunder ikke vist sig større vanskeligheter med å få tilstrekkelig nøiaktig montasje og lett bevegelige luker og stengeaksler.

Vekten av den komplette vogn er 19,0 tonn, lengden av vognkassen 11,5 m.

Det er innlysende at elektrodevalget ved rullende jernbanemateriell må være preget av høi kvalitetsstandard, dels på grunn av de utpregede dynamiske påkjenninger som materiellet er utsatt for og dels på grunn av at reparasjonene ofte må foregå i smivarme, hvor rødskjøre sveisesømmer selvsagt ikke må forekomme. Derfor er kravet til smibarhet av sveisematerialet særlig i forgrunnen, destomer som denne egenskap ifølge de senere forskningsresultater også skal være et kriterium på stor utmatningsevne hos materialet, og muligens også på større motstand mot korrosjon, idet smibarheten skulde betinge renere

materiale. Man fant derfor å måtte bli stående ved en kvalitetsstandard av elektroder, som med heldig resultat av Statsbanene allerede var i bruk ved sveising av stål-fyrkasser, en kvalitet som Statsbanene hadde erfaring for holdt såvel kvali-

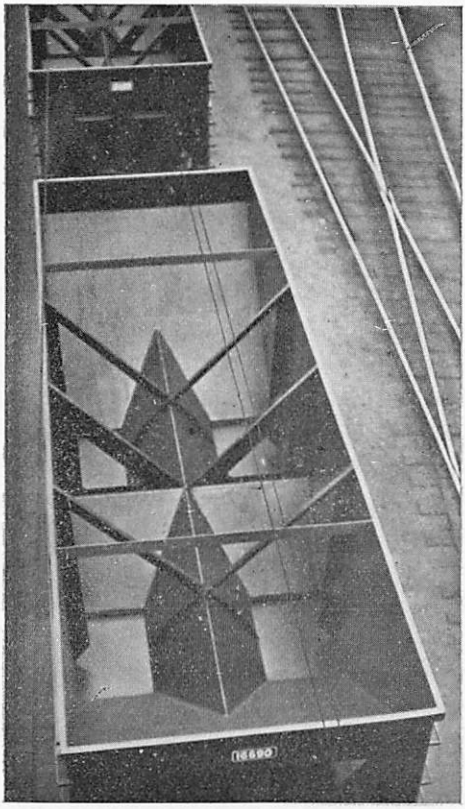

Fig. 12.

tetsmålet som ensartetheten. Ved bedømmelsen her har i tillegg vært medvirkende, at slagmanøvreringen ikke måtte være så brysom at man lett risikerte slagginnleiringer i sveisen samtidig som elektroden kunde tåle høie strømstyrker, således at rasjonelt sveisearbeide med store sveisehastigheter og minst mulig varmespenninger i konstruksjonsleddene var mulig og

sannsynligheten for overheting av overgangssonen var redusert til et minimum. Man fant derfor — som en rent *foreløbig* ordning — at elektrodevalget ikke burde overlates til vognfabrikantene, destomer som forskrifter og klasifiseringer på dette område er meget mangelfulle.

Ved de senest kontraherte vogner har man dog overlatt til *vognfabrikantene* å velge elektrodekval. for de sveiseforbindelser som er mindre anstrengt, her er også blanke kvalitetselektroder tillatt anvendt, men riktignog ikke alltid funnet å gi de billigste sveisearbeider.

Norges Statsbaner er selvsagt klar over det uholdbare i at der forordnes et bestemt fabrikat av elektroder. Man arbeider derfor mot det mål, at sveiseelektroder ikke skal behandles anderledes enn andre materialer, m. a. o. at vognfabrikanten av jernbanen får opgitt de betingelser som elektrodene skal opfylle og fabrikanten ellers står fritt i valg av elektrodefabrikat.

For å få visshet for at vognfabrikkens sveisere er sin opgave voksen, må de med visse mellemrum utføre prøver, mest sammensveisete flattjern, som bøies over dor, således at man opnår deformasjon i selve sveisen. Forøvrig blir sveisearbeidet nøie besiktiget av jernbanens kontrollører. De feil som da finnes er oftest slagginnleiringer, som gir sig tilkjenne ved et karakteristisk utseende av sømmens overflate. Sjeldnere feil er dårlig heft, som oftest skyldes for lav strømstyrke eller for lang bue. Ved anvendelse av store strømstyrker blir også sannsynligheten for slagginnleiringer og heftfeil betraktelig redusert. Der blir forøvrig tatt stikkprøver ved innboring, utfresning eller opmeisling tvers på sveisesømmene. Andre kontrollmidler, som røntgenstråler, elektrisk eller magnetisk motstand, stetoskop o. l. er hittil ikke benyttet ved disse sveisearbeider og vilde forøvrig heller ikke være særlig hensiktsmessige ved disse spesielle arbeider med relativt få buttsømmer, men alt overveiende l sømmer. Men selvsagt vilde det være ønskelig å få sikre kontrollmidler og vi håper her på at nyheter på dette område ikke vil la lenge vente på sig.

Av våre hittil sveisede vogner har ennu ingen løpet mere enn ca. 1½ år og vi har derfor svært lite av driftserfaringer

her. At der hittil ikke har vist sig noen ulemper, kan der naturligvis ikke trekkes bestemte slutninger av. Særlige forsøk med prøvebelastninger er ikke foretatt, da dette neppe vil være av noen særlig verdi, hvis man da ikke vilde gå til tilsiktet destruksjon.

Foruten de hittil nevnte 67 stk. vogner er en leveranse på ytterligere 70 stk. godsvogner litra G i sveiset utførelse fordelt mellem "Skabo", "Strømmen" og "Eidsfoss".

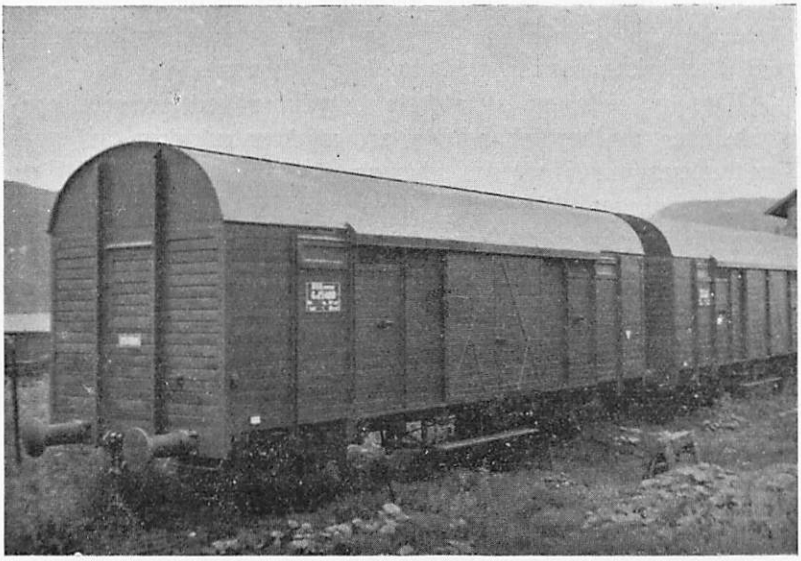

Fig. 13.

Fig. 13. Her sees en vogn av sistnevnte type. Understillingen for disse sveisete vogner er nøiaktig som for de tidligere omtalte T-vogner. Taket består av 1,5 m/m tykk jernplate, som ved sveisenest er festet til takbuene. Disse består av vinkeljern med "eggen" mot platen (for opnåelse av størst mulige stivhet). Takbueendene er sveiset til 2 langsgående vinkeljern.

I tillegg til de hittil nevnte 137 stk. sveisete vogner er nylig en leveranse på 100 stk. litra T-vogner fordelt mellem "Strømmen" og "Skabo". Disse vogner skal utføres efter de

samme tegninger som de først omtalte litra T-vogner, men med reduserte tversnitt i sveisesømmene.

Angående *personvogner* er ved "Skabo" bestilt *4 stk.* lette boggivogner, hvor såvel boggier som understillinger er helsveist. Videre har "Strømmen" under forarbeidelse *3 stk.* elektriske motorvogner med helsveisete boggier og understillinger. Endelig er under levering fordelt på "Strømmen" och "Skabo" fabrikker *3 stk. stål-personvogner.* Her er i likhet med de før omtalte kullvogner veggene utformet som bærende konstruksjoner m. a. o. vognen har ingen særskilt understilling. Arbeidet med disse siste vogner er ennu ikke påbegynt.

Det er selvsagt av største betydning ved sveisete konstruksjoner av heromhandlede art at konstruktøren anlegger sine sveisesømmer således at man får minimum av kast og varmespenninger. Særlig er denne opgave for konstruktøren temmelig vanskelig her hvor det gjelder tynne plater i forbindelse med spanter o. l. I den hensikt å lette konstruktøren i disse spørsmal, er der ved jernbaneverkstedet i Drammen blitt forarbeidet en del av vegg- og takkonstruksjonene for disse stålvogner. Når tynne plater får sveisesømmer langs kantene, er det meget vanskelig å undgå at platen buler sig ut. De midler man her kan anvende for å råde bot på dette, er bl. a. å anvende følgende verktøi: Den bulede plate presses med tvinger e. l. mellem to stive plater, hvorav den ene er forsynt med regelmessig fordelte huller. Derpå gær man over hele det bulede parti med en autogenflamme, som efterhvert stikkes inn i omtalte hull og opvarmer her platen lokalt til rødglødhete.

Angående *lokomotiver* har Norges Statsbaner under utførelse 3 stk. større hurtigtogslokomotiver ved a/s Thunes verksted. Her er en stor del av tidligere klinkete forbindelser erstattet med sveisete.

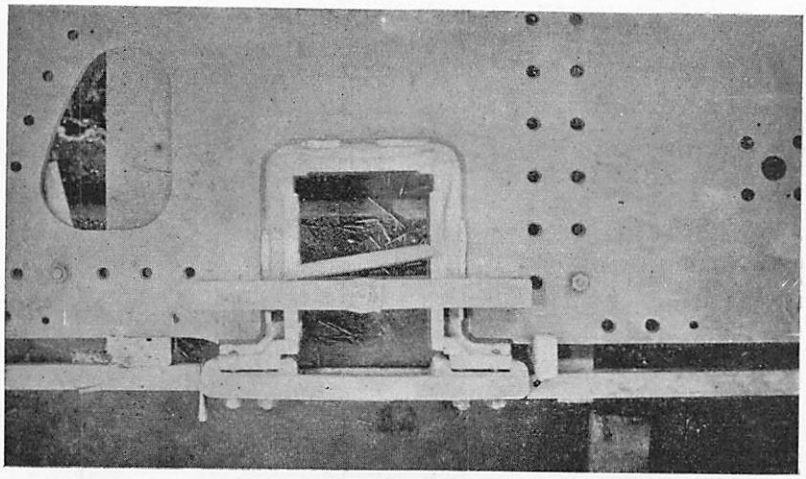

Fig. 14.

Fig. 14 viser akselkasseforingen, som er innsveiset med buttsøm i rammeplaten.

Norges Statsbaner har naturligvis ikke gått til anskaffelse av sveisede vogner uten på forhånd å ha drøftet spørsmålet om vognenes vedlikehold. Den nye byggemåte krever selvfølgelig også andre arbeidsmetoder for vedlikeholdet, særlig når det gjelder utbedring av deformerte eller brukne deler som følge av uhell eller voldsom behandling.

For de sveisede vogner har man imidlertid her igjen et utmerket hjelpmiddel i den autogene skjæring, og vi regner med at lysbuesveisingen også ved reparasjoner vil bringe lettelser — bortsett fra at de sveisede vogner skulde ha større motstandsdyktighet mot deformasjoner enn de klinkede.

KARLSHAMN 1934
A.-B. E. G. JOHANSSONS BOKTRYCKERI