

*Protokoll vid Sveriges Enskilda  
Järnvägars Ingeniörsförbunds extra  
möte i Stockholm den 24 april 1937.*

Kl. 11.00 sammanträde å Restaurant Gillet för behandling av å föredragningslistan upptagna ärenden.

Närvarande: 60 medlemmar.

Som styrelsens ordförande, verkst. direktören Y. Simonsson, var förhindrad att närvara vid sammanträdet, förklarade vice ordföranden, maskiningenjör J. Lindholm, mötet öppnat och hälsade de närvarande välkomna.

§ 1.

Utsågs maskiningenjör Lindholm att leda dagens förhandlingar.

§ 2.

Valdes herrar Hårdstedt och Larsen att jämte ordföranden justera dagens protokoll.

§ 3.

Meddelade ordföranden, att styrelsen inom sig valt:  
till ordförande herr Simonsson,  
,, vice ordförande herr Lindholm,  
,, sekreterare herr Bengtzon,  
,, arbetsutskott förutom sekreteraren herrar Lindholm, Forsberg, Granfeldt och Swartling.

§ 4.

Valdes av mötet:  
till ledamot av förbundet:  
Maskiningenjören vid Östergötlands smalspåriga järnvägar  
Y. K. Blomstrand;  
till korresponderande ledamöter:  
Överingenjören vid Wagonfabriken, Arlov, V. Sundström,  
och Konsulterande ingenjören J. Körner, Stockholm.

## § 5.

Följde så nedanstående föredrag:

"Några ord om modernt luftvärnsartilleri" av kapten *Sölve Svedberg*, bil. 1.

"Gassvetsning för pålägg och skarvning av räler" av direktör *E. A. Eskilson*, bil. 2.

"Thermitsvetsning och dess användning vid framställning av långräler" av baningenjör *Håkan Insulander*, bil. 3.

"Olika typer av vägsignalanläggningar å eller invid bangårdar" av ingenjör *G. Pervall*, bil. 4.

"Rullande materiel från NOHAB till den Transiranska järnvägen" av överingenjören *Bengt Sjölin*, bil. 5.

"Värmespanningar i samband med svetsning" av ingenjör *Sture Lundgren*, bil. 6.

Efter föredragen, som illustrerades av talrika ljusbilder, följde livliga diskussioner.

Sedan ordföranden avtackat föredragshållarne, förklarades mötet avslutat.

---

Kl. 18.00 intogs gemensam middag å Restaurant Gillet.  
Stockholm som ovan  
*R. Bengtson.*

Justerat:

*Johannes Lindholm.*

*Hans Larsen.*

*Axel Hårdstedt.*

## Några ord om modernt luftvärnsartilleri,

*av kapten S. Svedberg, Bofors.*

Flygvapnets tillkomst och snabba utveckling under världskriget har i synnerligen hög grad omskapat och verkat revolutionerande på all krigföring och många auktoriteter hava i sitt bedömande gått så långt att de ansett, att tillkomsten av detta vapen skulle omöjliggöra användandet av övriga militära maktmedel och förhindra alla vidare krig, enär dessa hädanefter skulle bli allt för fruktansvärda. Fullt så lyckligt torde emellertid saken icke ställa sig, ty som bekant lär krigshistorien, att för varje nytt vapen, som upptäckes, ha snart nog motmedel, som åtminstone i viss mån neutraliserat verkan av de nyuppfunna förstörelseredskapen, uppstått. Sammalunda är förhållandet med flygvapnet. Även mot detta vapen ha motmedel uppfunnits och särskilt under de senaste åren ha dessa motmedel utvecklats i än snabbare takt än förbättringarna inom flygmaskintekniken, varför man för ögonblicket torde kunna påstå, att det är möjligt att väl försvara sig mot anfall från luften under förutsättning, att man äger en utarbetad luftförsvarsorganisation, tillräckligt med luftförsvarsmedel samt personal utbildad för skötandet av denna materiel. Motmedlet mot flygangrepp utgöres av luftvärnsartilleri varav två principiellt skilda typer förekomma, nämligen dels dylik av grövre kaliber ordnad för fast uppställning (fig. 1) eller rörlig (fig. 2), dels finkalibriga (20—40 mm.) automatkanoner, även dessa såväl fasta (fig. 3) som rörliga (fig. 4).

De fordringar man f. n. ställer på en pjäs av den först nämnda typen äro följande:

1. Elevation 80—90°.
2. Sidriktfält 360°.
3. Stor eldhastighet och elduthållighet.
4. Stor räckvidd såväl horisontalt som vertikalt.
5. Utgångshastighet 800—1,000 m/sek.
6. Lätt transportabel samt lätt att bringa i eldställning.
7. Hög eldberedskap.

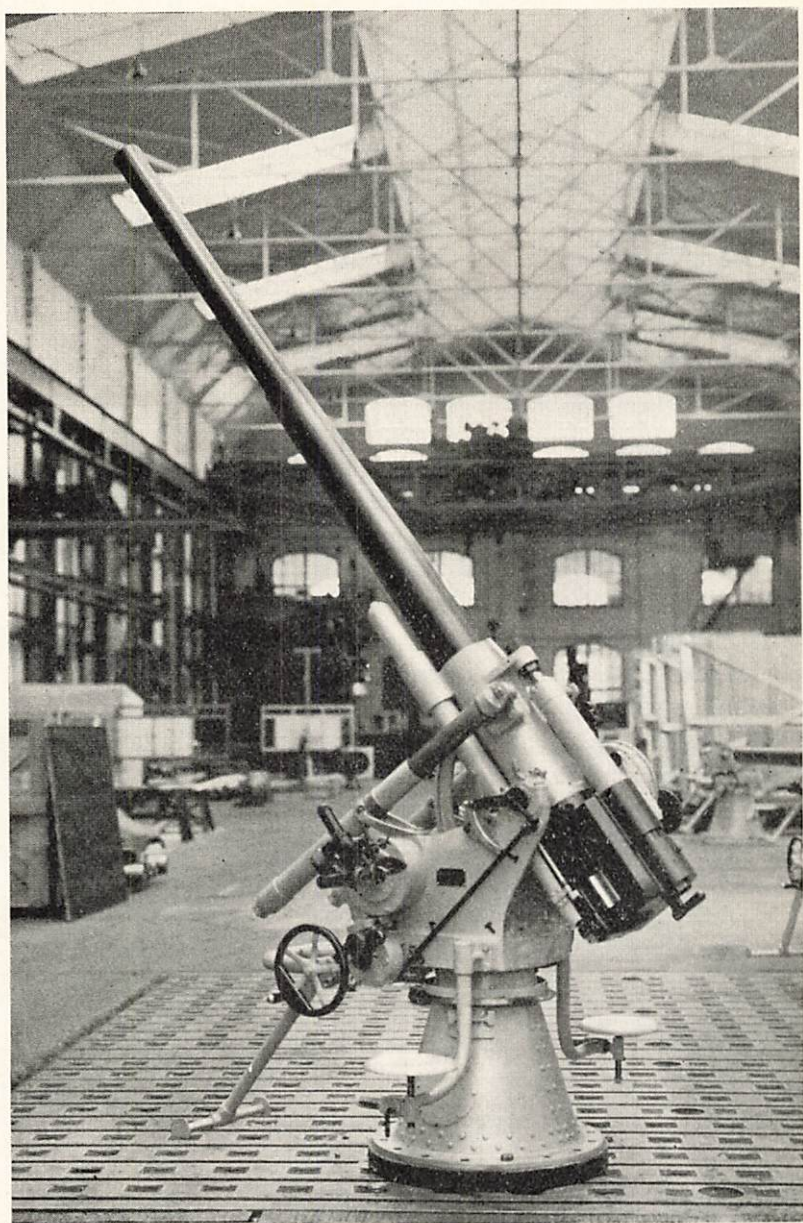


Fig. 1. 75 mm. marinluftkanon.

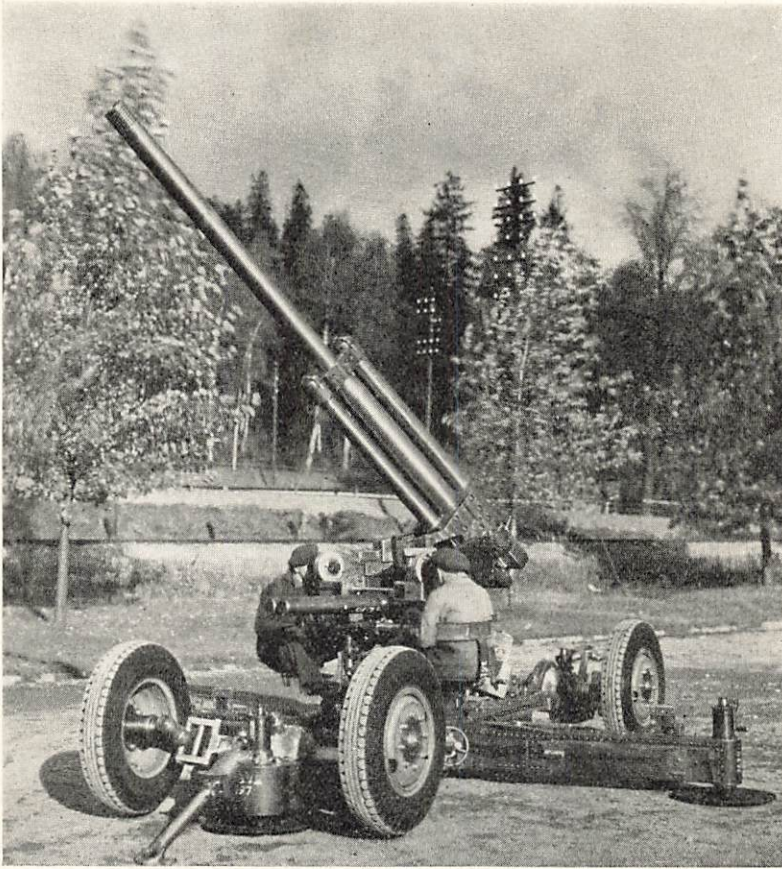
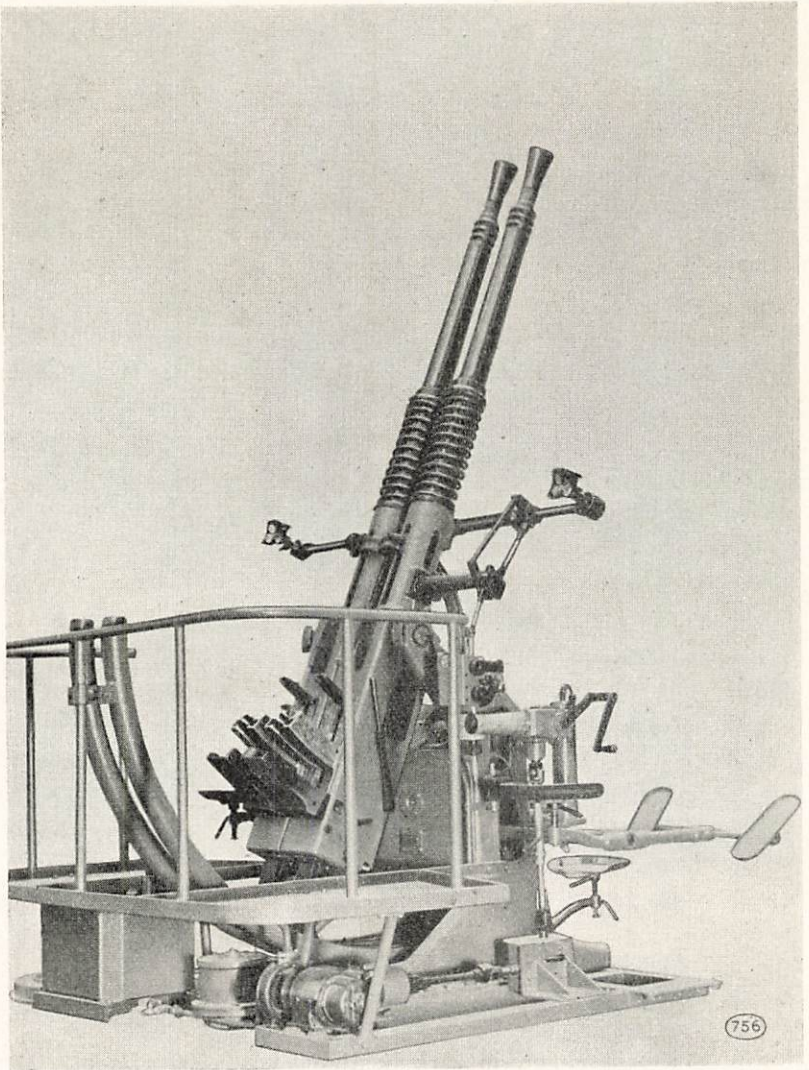


Fig. 2. 75 mm. fältluftkanon i 4-hjulslavett.

För ammunition tillkommer:

1. Projektilformen gynnsammast möjlig.
2. Stor sprängladdning.
3. Sprängstyckenas utgångshastighet c:a 1,000 m/sek.
4. Antal sprängstycken över 10 gram vid
 

75 mm. projektil	minst	150.
105   "       "       "		220.
5. Enhetspatron bör kunna användas.
6. Tidröret skall vara lätt att tempera.



*Fig. 3. 40 mm. automatkanon i dubbellavettage.*

7. Rörspridningen skall vara liten.

För utförande av skjutningar äro ett flertal hjälpinstrument erforderliga. De viktigaste av dessa äro:



*Fig. 4. 40 mm. fältautomatkanon.*

fartmätare,  
kursvinkelmätare,  
avståndsmätare,  
centralinstrument,

vartill vid skjutning i mörker eller dimma tillkommer  
lyssnarapparater och  
strålkastare.

Med kursvinkelmätaren uppmätes maskinens flygriktning i  
förhållande till den skjutande pjäsen.

Med fartmätaren bestämmes planets hastighet.

Med avståndsmätaren fastställes flygarens avstånd eller höjd från pjäsen och i

centralinstrumentet (fig. 5) uträknas alla de data som skall givas åt pjäsen för att denna skall kunna inriktas och avfyras så, att flygare och granat träffas i en och samma punkt i luften.

Strängt taget är uttrycket att flygare och projektil skola träffas i samma punkt felaktigt, ty vid skjutning med en pjäs av nu ifrågavarande typ, eftersträvas ej direkt träff i flygplanet av hela projektilen. Projektilen är i stället konstruerad så, att densamma i sig innesluter en sprängladdning, som tack vare en särskild tidsinställning i projektilens spets bringar projektilen till krevad på det avstånd och den höjd från pjäsen, som flygaren beräknas ha då projektilen når upp till honom. Projektilen kommer härvid att springa i småbitar (fig. 6) — större eller mindre — och dessa bitar sprida sig vid en 75 mm. granat inom en volym till formen lik en cylinder med ett skaft, där cylinderns diameter är ungefär 100 m., dess höjd 20 m. och skaftets diameter 20 m. och längd 100 m.

Därest en del av flygmaskinen kommer att ligga inom nu sagd volym och träffas av ett någorlunda ordinärt sprängstycke, åstadkommer detta sprängstycke fullgod verkan å maskindelen.

Man kan nu fråga sig, vilken sannolikhet förefinnes att erhålla en träff i en viss del av en flygmaskin, gående på t. ex. 4,000 m. höjd. Tyvärr finnes inga exakta siffror härom, men utgår man ifrån — såsom vid markskjutning — att träffsannolikheten i krig är  $1/5$  av den i fredstid, finner man att det erfordras 40—50 skott. Detta kan onekligen förefalla mycket, men om det tages i betraktande att eldhastigheten pr pjäs uppgår till 25 skott per min. betyder detta, att, om den skjutande enheten utgöres av ett batteri om 4 pjäser, tidsintervallen för erhållande av en träff uppgår till endast 24 sek.

Ovan sagd pjästyp är framför allt användbar mot mål gående på höga höjder och rörande sig i något så när konstanta banor. Om däremot flygaren från ögonblick till ögonblick ändrar såväl kurs som fart och höjd, förefinnes vissa svårigheter att vid





Fig. 5. Eldledningsinstrument typ "Gamma-Juhász".

eldledningsinstrumentet och pjäserna följa förändringarna. Särskilt gäller detta ju lägre flygarens höjd är.

Den moderna bombflygaren t. ex. utkämpar sin strid så, att han redan vid startplatsen stiger till avsevärd höjd och på denna höjd tillryggalägger sträckan mellan startplats och mål. Väl framkommen till anfallsobjektet störtar han mer eller mindre lodrätt, dock sällan mer än  $80^\circ$ , mot målet och fäller på lämplig höjd sina medförda bomber, stiger igen för att återvända till utgångspunkten. Under störtningens perioden uppnår maskinen mycket stor hastighet — 150—200 m/sek. är icke särskilt märkvärdigt. Det är då självklart, att de enklaste metoder måste tillgripas för att under de få sekunder, som stå till buds, försöka träffa den anfallande. Omständiga mätningar hinnas knappast med, utan automatiseringen måste istället drivas till sin yttersta spets.

Ett medel till bekämpning av en störtbombflygare eller en annan flygare, som anfaller på låg höjd, förefinnes i de s. k. au-

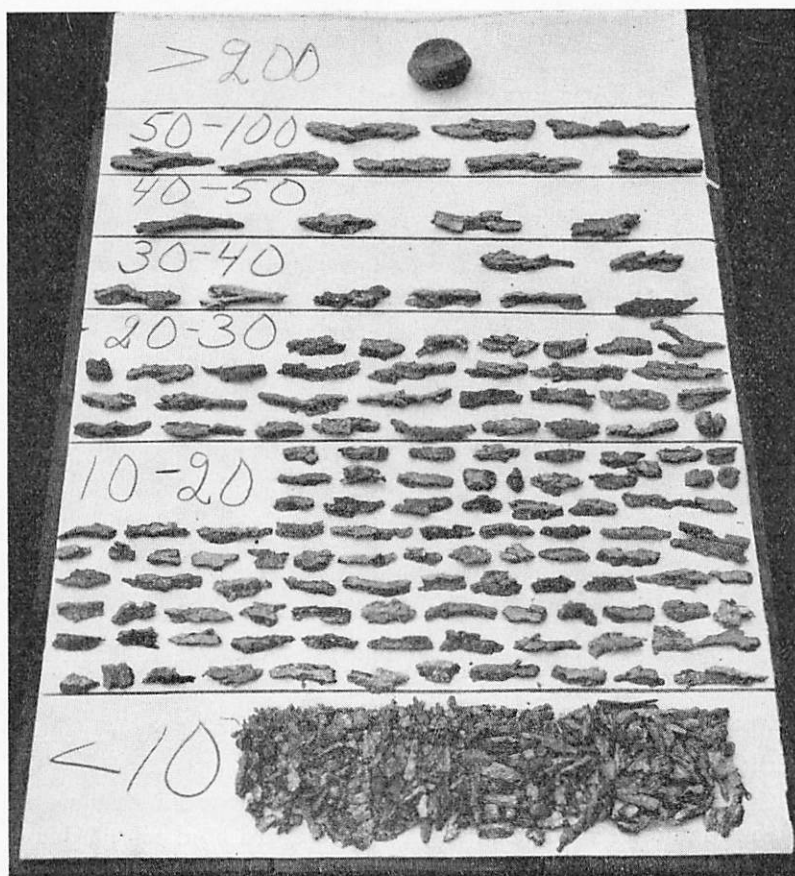


Fig. 6. Sprängstycken av 75 mm. spränggranat.

tomatkanonerna. Dessa kanoner hava som regel en kaliber av 25 eller 40 mm. och med desamma kunna i oavbruten följd skjutas 180 resp. 120 skott/min. Riktningen sker direkt mot målet, varvid den för pjäsens inriktning nödvändiga höjd-, sid- och fartinställningen sker på en förenklad räkneapparat fäst å pjäsen. Direkt träff i flygplanet eftersträvas.

För underlättande av riktningen äro projektilerna försedda med s. k. spårljussats, d. v. s. vid projektilens gång i luften synes efter densamma en lysande strimma. Tack vare denna lysande

strimma, eller snarare punkt, kan man lätt iakttaga projektilens väg — såväl vid dager som i mörker — och med stöd härav göra de höjd- och sidvinkeländringar å pjäsen, vilka erfordras för att få projektilen att träffa målet. I spetsen av projektilen sitter en tändanordning av så känslig beskaffenhet, att densamma bringar sprängladdningen i granaten till ögonblicklig detonation så snart spetsen berör den tunnaste flygplansduk.

Då projektilens sprängning är beroende på direkt anslag av tändröret med ty åtföljande tändning av sprängladdningen, skulle följaktligen en dylik projektil, som ej träffade sitt mål i luften, bringas till detonation först vid anslag i marken. Detta innebure en stor risk för allt levande väsen inom den rayon, där nedslagen ske. För att förminska denna risk är därför denna typ av projektiler konstruerad så, att lyssats och sprängladdning stå i förbindelse med varandra genom ett litet hål vid satsernas inre beröringsytor. Därest projektilen icke bringas till detonation i luften på grund av anslag av granaten, kommer en låga från lyssatsen att i det ögonblick denna nästan förbränts, att antända sprängladdningen och därigenom åstadkomma sprängning av projektilen.

Liksom vid föregående pjäs kan den frågan uppställas: vilken träffsannolikhet förefinnes vid nu beskriven typ av automatkanoner? Göres samma antagande som vid 75 mm luftvärnskanon, d. v. s. träffsannolikheten i krigstid är  $\frac{1}{5}$  av den i fredstid, finner man att på en flyghöjd av 1,000—2,000 m., man med en 25 mm automatkanon erhåller 3 och med 40 mm kanon 2 träffar i de centrala delarna av ett flygplan under 10 sekunders skjutning, vilket med andra ord sagt motsvarar en träff pr 10 avgivna skott.

Störtbombflygningen har således ingalunda minskat försvarsmöjligheten.

## Gassvetsning för pålägg och skarvning av räler,

*av direktören vid Aga E. A. Eskilson.*

Enligt tillgängliga uppgifter synes gas- såväl som bågsvetsning först kommit i större användning för pålägg å rälsmaterial i U. S. A. En där nyligen gjord förfrågan om bruket därav har bevarats av 24 järnvägar varav 12 använda uteslutande gassvetsning, 2 uteslutande bågsvetsning och 10 båda metoderna. I Europa har Agas polska bolag först börjat med gassvetsning för pålägg å korsningar vid polska statsbanorna och sedan goda erfarenheter där vunnits även utfört liknande reparationer vid tyska statsbanorna, där likaledes goda resultat erhållits.

Om man betänker, att acetylen framställes av kalciumkarbid, som i sin ordning framställes medelst elektriska ugnar och att syrgas tages ur luften mestadels medelst maskineri drivet med elektrisk kraftöverföring, så kan man ju säga, att båda de för gassvetsning använda gaserna framställas elektriskt och att därför gassvetsningen är en medelbar elektrisk svetsning, under det att i bågsvetsning elektriciteten kommer till omedelbar användning. När man sålunda från att hava energien i form av elektrisk ström först gör gaser för att sedan svetsa med dessa, så går man ju en stor omväg. Det är givetvis icke av okunnighet om detta förhållande som gassvetsningen alltjämt får större och större användning, likaväl som bågsvetsningen, utan det måste finnas vissa fördelar som svetslågan besitter, som göra att den kan hävda sin ställning med framgång.

Av dessa fördelar vill jag här inskränka mig till att omnämna ett par, som för rälssvetsning äro av särskilt intresse.

Lågans heta reducerande gaser verka som skydd omkring den smälta metallen, sålunda förhindrande att denna skadas genom t. ex. oxidation och kväveupptagning o. d., som skulle skada svetsen, till skillnad från andra svetsmetoder som nödvändiggöra användande av slaggbildande ämnen, som efter stelmandet

måste borttagas, eller användande av särskild skyddsgas såsom t. ex. väte i arcatsvetsningen.

Lågans temperatur är lämplig för att förhindra alltför svåra krympspänningar i den färdiga svetsen.

För att försvara detta påstående vill jag hänvisa till min avhandling om "krympningar och krympspänningar vid smältsvetsning". Jag har däri uppdelat krympningarna efter deras verkan på plåtkanten i sex elementarfall, bild 1.

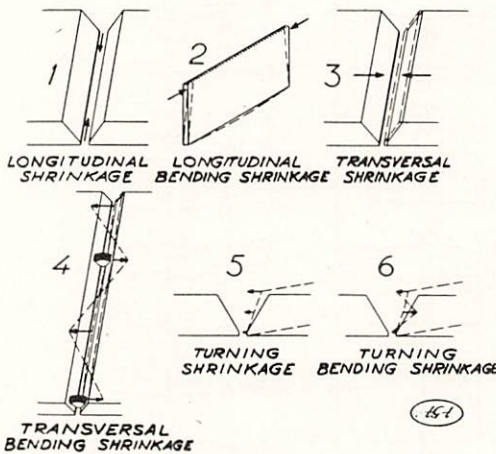


Bild 1.

### 1. Längskrympning.

Den krympning, som sker i fogkantens längdriktning eller längs svetsen.

### 2. Längsböjkrympning.

Den böjningsverkan, som en längskrympning förorsakar.

### 3. Tvärskrympning.

Den krympning som sker i fogkantens tvärriktning eller tvärs svetsen.

### 4. Tvärsböjkrympning.

Den böjningsverkan som en längs svetsen ojämnt fördelad tvärskrympning förorsakar å fogkanten.

### 5. Vridkrympning.

Den vridningsverkan som en i svetsens djupriktning ojämnt fördelad tvärskrumpning förorsakar å fogkanten.

### 6. Vridböjkrampning.

Den vridnings- och böjningsverkan som en i svetsens djupriktning ojämnt fördelad tvärskrumpning förorsakar å fogkanten.

För påläggsvetsning är det särskilt fallet 2, längsböjkrampning, som är betydande.

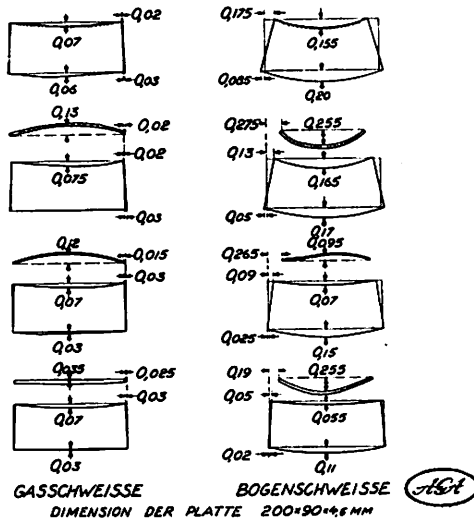


Bild 2.

Den böjningsverkan, som en längschrumpning förorsakar, har blivit kallad längsböjkrampning.

För att kunna uppmäta denna böjande verkan å materialet hava prov utförts på plåtbitar  $200 \times 90 \times 4,5$  mm., bild 2, å vilkas ena längskant en svetssträng pålagts på ett prov medelst gassvets och på ett annat likadant prov medelst bågsvets, varvid så noggrant som möjligt samma materialmängd pålagts i båda fallen. Svetssträngarna slutade ca. 15 mm. från vardera änden för att möjliggöra kontroll av plåtarnas bredd före och efter svetsningen. Plåtarna voro före svetsningen noggrant ritsade och ritsarnas rätthet mättes före och efter svetsningen.

Dessutom mättes plåtarnas längd med mikrometer samt nedre kantens räthet med passbitar före och efter svetsningen. Kanterna voro för ändamålet noggrant finslipade. Under svetsningen var vid bågsvetsprovet en vinkelböjd kopparplåt placerad på vardera sidan om svetsen för att förhindra det smälta materialets borttrinnande.

Grundmaterial: Handelsjärn 0,10 % C.

Svetstråd: GV-2 Ø 4. Åtgång 106 mm.

Elektrod: Agil svartblå Ø 4. Åtgång 106 mm.

Brännare: 225 lit./tim.

Strömstyrka: 140 amp.

Antal strängar: 1 st.

Svetstid g a s: Förvärmning 27 sek., svetsning 250,3 sek.

b å g e: 23,3 sek.

På bilden visas överst med grova linjer plåtarnas utseende efter svetsningen och med findragna linjer deras utseende före svetsningen, det gassvetsade provet till vänster och det bågsvetsade till höger. För att klart åskådliggöra krympningarna, äro dessa förstorade 100-faldigt å figuren. Andra och tredje figuren uppifrån visa resultatet efter bortfräsning och friläggning av svetssträngen. Figurerna där nedanför visa resultatet efter lossfräsning av först en strimla 2,5 mm. bred och sedan en strimla 5 mm. bred. Dessa strimlor tillhöra alltså grundmaterialet närmast svetsen.

Man ser, att en avsevärt större längskrympning framkommit i bågsvetsen än i gassvetsen efter svetsningen, nämligen 0,35 mm. för bågsvetsen och 0,04 mm. för gassvetsen. Denna längskrympning minskas å bågsvetsen alltefter som svetsen och underliggande material bortskaffas. Dock är den fortfarande efter tredje bortfräsningen avsevärt större än gassvetsens längskrympning.

Längskrympningen har dessutom, såsom väntat var, krökt plåten så att bågens pilhöjd å övre kanten är 0,155 mm. å bågsvetsprovet och 0,07 å gassvetsprovet samt å nedre kanten 0,20 mm. å bågsvetsprovet och 0,06 mm. å gassvetsprovet.

Till följd av krökningen har nedre kanten erhållit en sträck-

påkänning och förlängts nära tre gånger så mycket på det bågsvetsade provet som på det gassvetsade. Alltefter som svetsen och underliggande material bortfrästs och spänningen till följd av längskrympningen minskats, rätar plåten ut sig, och efter avskalningen av första strimlan har gassvetsprovet i nedre kanten mistat sin förlängning. Detsamma är i det närmaste fallet först efter lossfräsningen av andra strimlan på bågsvetsprovet.

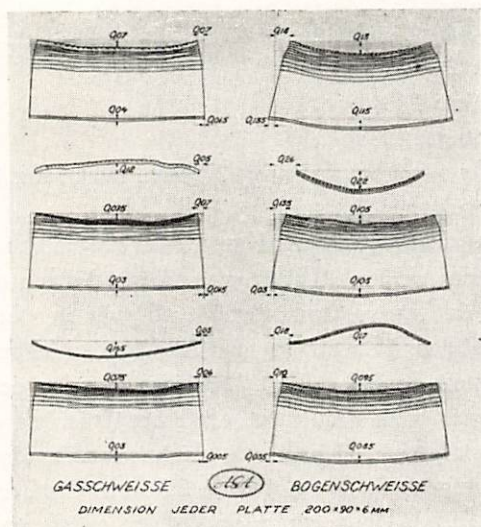


Bild 3.

Den lösskurna svetssträngen har dubbelt så stor krökning på det bågsvetsade provet som på det gassvetsade. Den har krympt högst avsevärt på bågsvetsprovet men förlängt sig något litet på gassvetsprovet.

För att om möjligt studera förloppet inuti plåten gjordes prov å  $200 \times 90 \times 6$  mm. plåt, bild 3, där ett antal ritsar gjorts före svetsningen, nämligen 11 st. horisontalritsar på 2,5 och 5 mm. inbördes avstånd samt 11 st. vertikala ritsar. Svetsningen etc. tillgick för övrigt som vid föregående prov.

Grundmaterial: Handelsjärn 0,10 % C.

Svetstråd: GV-2 Ø 4. Åtgång 147 mm.



Elektrod: Agil svartblå  $\varnothing$  4. Åtgång 147 mm.

Brännare: 225 lit./tim.

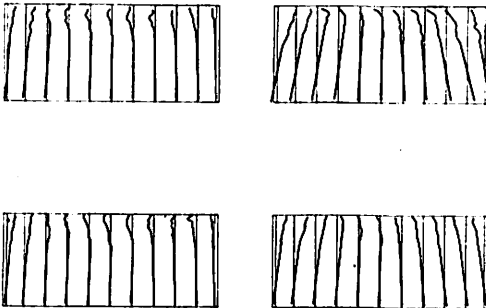
Strömstyrka: 440 amp.

Antal strängar: 1 st.

Svetstid, g a s: Förvärmning 36 sek. + svetsn. 332 sek.

b å g e: 34 sek.

Bilden visar horisontalritsarnas och kanternas förändringar



GASSCHWEISSE                      BOGENSCHWEISSE  
 DIMENSION JEDER PLATTE 200\*90\*6 MM 

Bild 4.

med grovt dragna linjer. Ritsarnas läge före svetsningen är angivet med findragna linjer liksom på föregående bild, och krympningarna såväl som krökningarna äro förstörade 100-faldigt. Å dessa prov har endast bortskurits svetssträngen och därefter en strimla av 2,5 mm. bredd.

Krympningens karaktär är i detta fall likartad med föregående prov och storleksordningen också ungefär densamma. Enda skillnaden erbjuder den losskurna strimlan på gassvetsprovet, som i detta fall böjt sig i motsatt riktning vid losskärningen. Såsom synes är å det gassvetsade provet mellersta tredjedelen någorlunda rät men med ändarna uppåtstigande. Svetsens mitt visar till och med en benägenhet att kröka sig uppåt. Bågsvetsen däremot följer mera en jämn cirkelbåge. Även inuti plåten har en del ojämna krympningar förekommit.

En intressant företeelse är krökningen på plåtarnas ändkanter, som synes särskilt framträdande på det bågsvetsade provet. Det visar alltså, att svetsen och en del underliggande material kymper mest. På gassvetsprovet kommer detta mindre till synes. Krökningen av ändytorna är där nästan försvunnen efter avfräsningen av svetsen och första strimlan. Gassvetssträngen har i detta prov krympt efter losskärningen till skillnad från det förra provet, där den förlängt sig.

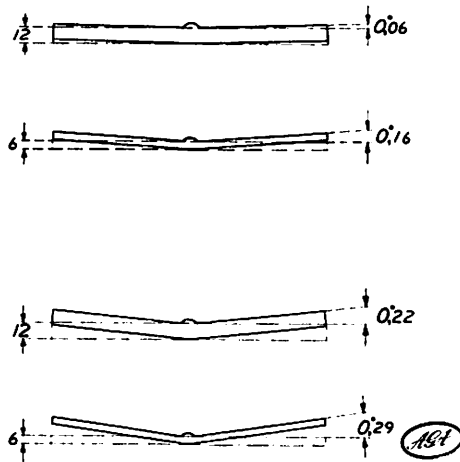


Bild 5.

I likhet med föregående prov äro krympningsmåttan genomgående avsevärt mycket större å det bågsvetsade provet än å det gassvetsade.

På bild 4 åskådliggöres de vertikala ritsarnas lägeförändring å de nyss visade plåtarna, till vänster för det gassvetsade provet och till höger för det bågsvetsade. De övre figurerna visa ritsarnas läge efter svetsningen och de nedre figurerna ritsarnas läge efter svetssträngarnas bortfräsning. Man finner därav, att de vertikala ritsarna erhållit en dragning mot plåtarnas mitt i övre kanten, visande denna kants förkortning och från plåtarnas mitt i undre kanten, visande denna kants förlängning. Samtliga dessa lägeförändringar äro avsevärt större å bågsvetsprovet än å gassvetsprovet.

Avsikten med de gjorda proven å längsböjkrämpningen var även att åskådliggöra, huru påläggsvetsningen inverkar på materialet, och de nu beskrivna proven hava ådagalagt dessa påläggsvetsens verkningar i materialet i svetssträngens längdriktning. För att lämna ett begrepp om påläggsvetsens verkningar å materialet i tvärriktningen mot svetssträngen hava prov utförts med slipade, plana plåtbitar av dimensionerna  $200 \times 48 \times 6$  resp.  $12 \text{ mm.}$ , bild 5, å vilka svetssträngar av samma

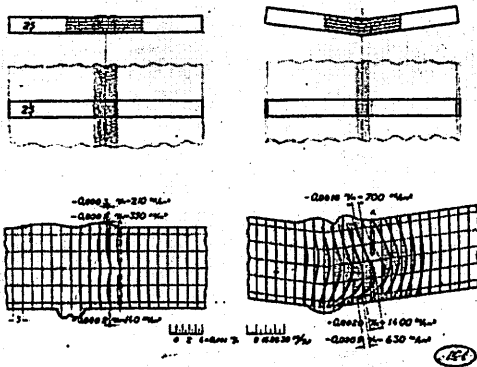


Bild 6.

vikt och tråddiameter utlagts tvärs över plåten, dels med gassvets de två övre figurerna och dels med bågsvets de två nedre. Därvid har det visat sig, såsom framgår av bilden, att påläggsvetsen åstadkommit en krökning av det 6 mm. tjocka plåtprovet  $2 \times 0,29^\circ$  å det bågsvetsade provet och  $2 \times 0,16^\circ$  å det gassvetsade provet. Det 12 mm. tjocka provet har erhållit en krökning av  $2 \times 0,22^\circ$  å det bågsvetsade provet och  $2 \times 0,06^\circ$  å det gassvetsade provet, således i båda fallen avsevärt större krämpningsverkan förorsakad av bågsvetsen än av gassvetsen.

I alla de visade proven äro grundmaterialstyckena av relativt klena dimensioner, naturligtvis avsiktligt så tilltagna för att krämpningsverkningarna skulle bliva stora och därigenom lät-

tare att mäta. Om grundmaterialdimensionerna äro större, så bliva visserligen krympmåten mindre men spänningarna så mycket större.

Det nu visade åskådliggör den enskilda svetssträngens krympverkan på små provstycken, men en svets, särskilt en påläggssvets, uppbygges ju mestadels medelst ett antal strängar vid bågsvets, och frågan är, hur det då ställer sig. Även detta fall framgår av de försök som i förut nämnda avhandling be-

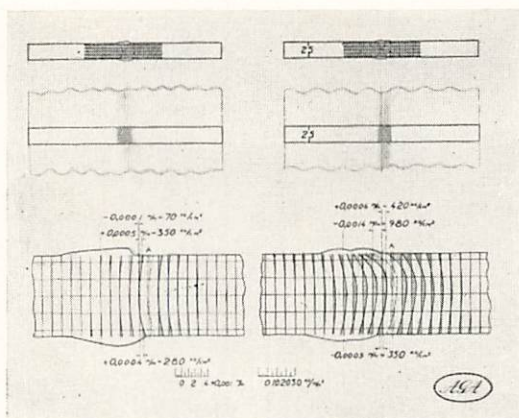


Bild 7.

skrivs, i detta fall under elementarfallen vridkrympning och vridböjkrympning. Jag inskränker mig här till att visa två jämförande prov:

Ett med V-fog, gassvets till vänster och till höger bågsvets, båda i 25 mm. plåt, bild 6. Gassvetsen är lagd i två strängar, varvid botten svetsen svetsats högst 50 mm. före toppsvetsen, så att materialet i båda strängarna samtidigt hölls vid högtemperatur. Bågsvetsen utfördes i strängar.

Verkan av vridböjkrympningen visas därigenom att ett spår uppskurits nära svetsen på en stav 25 mm. bred, utskuren tvärs över provstycket. De föregående krympspänningarna förändrade materialets form, och dessa förändringar uppmättes med ytterligt förfinad mätteknik, som medgav en tolerans av 0,0001

m/m på en mätlängd av 3 m/m. Kurvorna visa spänningarna: på ömse sidor om nollinjerna markeras sträckspänning med vertikala linjer och tryckspänning med horisontala linjer. Man finner, att vid bågsvetsen betydande sträckspänningar funnits i ytpartierna och motsvarande tryckspänningar i plåtarnas mittpartier i det bågsvetsade provet, under det att i det gassvetsade provet endast obetydliga spänningar kunnat avläsas.

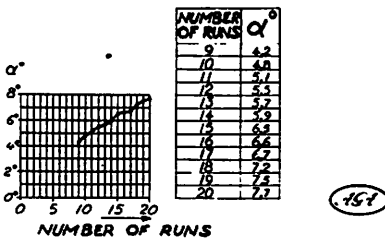
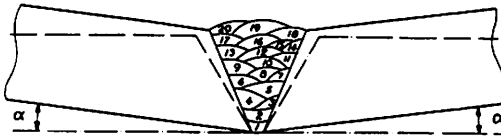


Bild 8.

Innan vi lämna denna svets, bör vi lägga märke till övre bilden, som för gassvetsen är nästan rak men för bågsvetsen visar en vinkel. Detta är resultatet av vridkrympningen, vartill vi strax skola återkomma.

Bild 7 visar motsvarande prov svetsade i X-fog. Förhållandet är där enahanda vid bågsvetsen: sträckspänningar i materialets yttre skikt och tryckspänningar i mittpartiet. Vid gassvetsen däremot tryckspänningar i materialets yttre skikt och sträckspänningar i mittpartiet, dock av avsevärt mindre dimensioner.

Vi återkomma nu till verkan av vridkrympningen, som yppar sig i en vridande verkan på fogkanten. Bild 8 visar denna verkan i en 20-strängad bågsvets. Kurvan visar vridningsvinkeln

$a$ -s tilltagande för varje sträng, som pålägges, nästan proportionellt mot strängantalet. Man ser där, hurusom varje ny strängs krympning adderar sig till de föregående strängarnas krympning. Resultatet blev en vridningsvinkel  $\alpha = 7,7^\circ$  Motsvarande vinkel hos den förut visade gassvetsen var  $0,75^\circ$ .

Betydelsen av de inre krympspänningarna framträder först vid stark belastning, således vid höga hjultryck, vilka kunna förorsaka påkänningar, som, adderade till krympspänningarna, förorsaka sprickor och småningom sönderkrossning av det pålagda materialet, vartill jag återkommer.

Därför att jag nu i denna ordning framställt dessa försöksresultat, som visa gassvetsningens större lämplighet för pålaggsvetsning, där krympspänningarna äro av betydelse, så vill jag därmed icke ingiva den föreställningen, att man verkligen gått så tillväga för att skaffa sig vetskap om den i detta fall lämpligaste arbetsmetoden, ty så är ingalunda förhållandet. Att döma av det uppseende i fackkretsar, som min förut nämnda avhandling tycks ha väckt, så har man icke gjort sådana klarläggande undersökningar först utan fastmera ansett som självskrivet, att bågsvetsningen alltid skulle giva de minsta krympspänningarna. Jag har ingen rätt att uttala någon förvåning över en sådan uppfattning, ty det var också min egen ända tills jag genom de i avhandlingen beskrivna försöken med förvåning fann, att den var felaktig.

Man har sålunda först börjat använda bågsvetsning och sedan funnit denna mindre lämplig, alldenstund det pålagda skiktet under inverkan av hjultrycken småningom förstördes. Här om vittnar följande uttalanden:

Utdrag ur

”VERKEHRS-TECHNIK”,

häfte nr. 17 av den 5 september 1936.

Underhållsarbeten på skenor, växlar och korsningar vid  
Krefelds spårvägar.

Av Ing. Alfred Budach, Krefeld.

Författaren redogör för reparation och underhåll med hjälp av svetsning av följande delar:

1. Rälsbrott.
2. Brott på flänsbärande korsningar.
3. Pålägg på flänsbärande växel- och stumkorsningar.
4. Slag i farbanan vid nötta, aluminothermiskt svetsade skarvar.
5. Slitna växeltungor.

Till helt nyligen utfördes samtliga iståndsättningsarbeten med hjälp av elektrisk bågsvetsning.

Reparation av brott ha i allmänhet lämnat ganska tillfredsställande resultat.

Vid påläggning på flänsbärande korsningar med ljusbågs-  
svetsning hände det tyvärr gång på gång att brott uppstod i de påsvetsade styckena. Brotten bli först synliga som hårfina sprickor, men leda ovillkorligen till genomgående brott. Ju flera skikt som påsvetsas, desto större antal brott. Därför bör man börja med påläggsvetsningen i god tid.

Beträffande borttagande av slag i nötta thermit skarvar nämnes att hela den mjuka skarvzonen slipades bort och ersattes medelst ljusbågsvetsning med ett material, i hårdhet närmast likt skenmaterialet självt, varefter ytan hyvlades eller slipades jämn. En tid såg det bra ut, men sedan, efter 1 ½ år, började det tillsatta materialet smulas sönder och ibland lossnade t. o. m. detsamma från grundmaterialet. Fastän intet brott uppstod förorsakade detta, att arbetet fick göras om rätt ofta.

Iståndsättning av nötta växeltungor utfördes aldrig med elektrosvetsning utan tungans upplag avhyvlades och en kraftig stålplatta, motsvarande tungans avnötning, anbringades.

Först genom framställningen av lämpliga tillsatsstålsorter möjliggjordes den autogena skensvetsningen. Enligt min åsikt, säger ing. Budach ligger dess mest väsentliga fördel framför den elektriska svetsningen däri, att materialet uppvärms till fullständig rödvarme samt hålles vid rödvarme under svetsningens gång. (Tydligt menas under omvandlings temp.) Härmed uppnås, att temperaturen fortplantar sig fullständigt jämn genom hela skenan samt att den avtar regelbundet i proportion till avståndet från svetsstället. Tvära spänningsändringar samt krymp-

ningar, sådana som de visa sig vid den elektriska svetsningen, äro vid denna metod icke möjliga. Krympningen försiggår här så småningom samt fördelar sig på en betydlig längd, varigenom även spänningen i varje tvärsektion blir avsevärt mindre. Härigenom nedsättes risken för brott ganska avsevärt. Genom glödningen förbättras på det uppvärmda stället gammalt utmattat skenmaterial. Härtill kommer, att de enstaka påsvetsade svetssträngarna hamras i glödande tillstånd varigenom svetsen erhåller ytterligare en förbättring. Vidare är svetsaren i stånd att själv med ögat mycket noga följa svetsningens gång, vilket i denna utsträckning icke är möjligt vid den elektriska svetsningen.

Alla förut nämnda arbeten ha i Krefeld utförts med gott resultat tack vare gassvetsningen.

Lagning av aluminothermiskt svetsade skarvar, som givit slag i farbanan, tillgår så, att det mjuka fyllnadsgodset skäres ut med skärbrännare till c:a 2 cm. djup, varefter nytt material av lämplig hårdhet isvetsas. Arbetet kan utföras under trafik och av en man.

Otvivelaktigt blir gassvetsningen pr gång dyrare, men på grund av större hållbarhet i längden billigast.

Så långt ing. Budach.

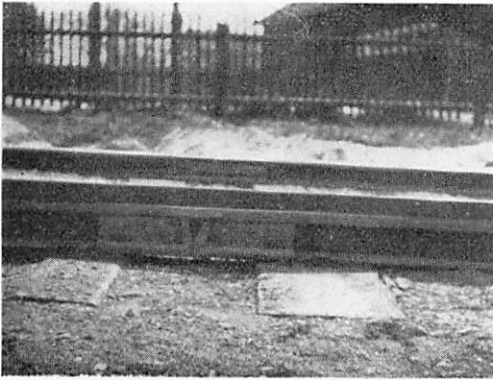
Som av det föregående framgår, avser påläggsvetsningen närmast sådana delar av rälsbeståndet, som i högre grad än kringliggande äro utsatta för avnötning, alltså växelkorsningar, stumkorsningar, rälsändar, tungfästen och sådana fläckar där slirande lokhjul satt märken i rälsen eller blåsor i götet förorsakat fel i farbanan.

Numera användes väl vid all nytillverkning av växelkorsningar gjutna manganstålsinlägg i vingrälerna, ofta kombinerade med spets av samma material och på senare tid med inläggen och spetsen gjutna i ett stycke. Denna sistnämnda typ kan måhända löna sig, där trafikens tyngd och hastighet snarare skulle



skramla sönder en vanlig korsning än slita ut den. I de flesta fall är förhållandet vid svenska järnvägar dock sådant, att korsningar kunna slitas ut och då lönar det sig utomordentligt väl att använda växelkorsningar av vanligt rälsmaterial och underhålla dessa med hjälp av svetsning.

I alla andra nämnda fall, där svetsning kan användas för underhåll är det otvivelaktigt mycket lönande. Likaså naturligtvis för korsningar av äldre typ, där sådana redan finnas.



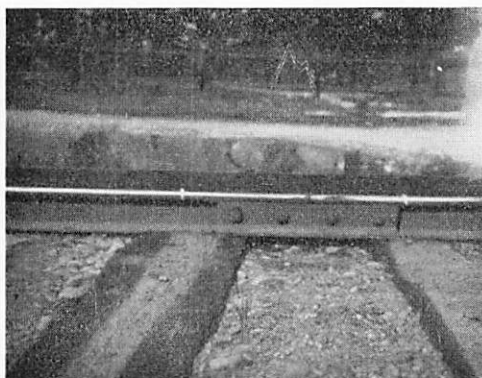
*Bild 9.*

Fullständig påläggsvetsning av en hårt sliten korsning av grov räls kostar Kr. 50:— direktkostnad i järnvägens egen regi, medan en ny korsning i dag kostar ungefär det tiofaldiga. Till dessa kostnader skall jag be att få återkomma.

Att det emellertid är tekniskt möjligt och ekonomiskt lönande torde med all önskvärd tydlighet framgå av att tyska riksbarnornas centralförvaltning i en cirkulärskrivelse av den 25 januari i år beordrat sina bansektionschefer att innan årets slut ha skaffat sig för ändamålet utbildade svetsare och utrustning och att införa gaspåläggssvetsning som standardunderhåll, eftersom gjorda försök utan undantag utfallit väl. Reichsbahns svetsare skola utbildas och godkännas av Beratungsstelle für Autogentechnik. Det går nämligen inte att skicka en svetsare till detta, som inte fått lära sig det speciella i påläggssvetsningsförfa-

randet. Kan han nutida svetsningsmetoder förut, så kan han lära sig påläggsvetsning i bästa fall på 10 dagar. En, som tidigare icke kan svetsa, måste räkna med tre à fyra veckors lärlingskurs dessförinnan.

Jag skall nu i korta drag redogöra för förfarandet. Vi börja med påläggning på rälsändar. Med en minst meterlång stål-linjal uppmättes nedslitningens och nedstukningens utsträckning, bild 9 och 10. Ändpunkterna markeras med kritstreck.



*Bild 10.*

Det område, som skall svetsas på, indelas i c:a 80 mm. långa sektioner. Är skarven tät börjas svetsningen vid nämnda områdes ena ändpunkt och fortgår över skarven till den andra änden. Mitt över skarven hugges sedan med skarpmejsel en c:a 1,5 mm. djup brottanvisning. Finnes däremot en expansionslucka, börjar man vid denna och går åt ömse sidor, gör först en skena klar, och så den andra. Ofta händer det, att rälsmaterial stukats ut i skenans längdriktning, ut i expansionsluckan, bild 11. Detta stukas i så fall med hjälp av en kil tillbaka i varmt tillstånd. Även utefter farkanten undersöker man slitningen. För att erhålla god bindning måste man vid all smältsvetsning hålla grundmaterialet smält i fogytorna. Vid påläggssvetsning å räl kan man vid gassvetsning med s. k. kolande låga få fogytan att börja så att säga svettas

och bringas i smälttillstånd vid lägre temperatur än med normal låga.

Innan nedsmältning av tillsatsmaterialet begynner bör hela räls huvudet vara uppvärmt till en temperatur av c:a  $600^{\circ}$  på en längd av ungefär 5 cm. Genom detta förfarande minskas krympspänningarna mellan det pålagda och det underliggande materialet väsentligt och dessutom förhindras upphärdning av materialet på grund av den långsammare avsvälningen. Vid elektrisk



*Bild 11.*

bågsvetsning börjar nedsmältningen i samma ögonblick ljusbågen tändes, medan rälsen har lufttemperatur. Det pålagda materialet blir då härdat på grund av den snabba värmeavledningen.

Tråd- och brännareföring framgår av bild 12.

Vid gassvetsning lägges först inom en sektion en svetssträng utefter kanten och så långt ner på denna, som avnötningen visar, bild 13. Därefter lägges materialet utanför denna sträng till önskad höjd på en gång.

När en sektion blivit pålagd och är glödande hamras den med vanlig penhammare med många lätta slag i avsikt dels att få rätt höjd på farbanan och dels att få ytan jämn, bild 14. Ev.

överflödigt material smides ut över farkanten. Smidningen fortgår tills temperaturen sjunkit under  $700^{\circ}\text{C}$ ., så att man kan vara säker på, att icke få en kristallförstoring i ytskiktet, men

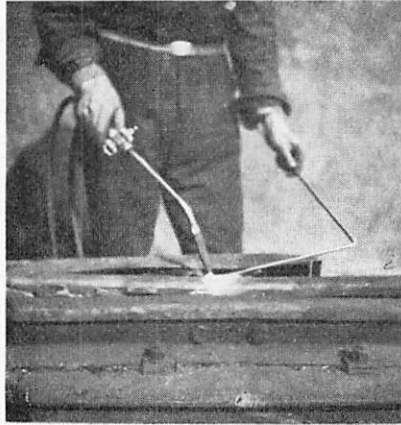


Bild 12.

innan den så färdiga sektionens temperatur sjunkit under  $600^{\circ}$  uppvärms nästa sektion, så att dess utvidgning och den föregående krympning eliminera varandra undan för undan. När

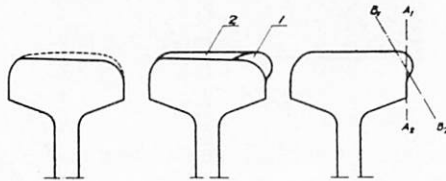


Bild 13.

rälsänden är färdig ha vi således en del överflödigt material på farkanten, vilket med en likaledes fortskridande värmning, som

ej får gå över  $700^{\circ}$  C, mejslas bort med skaftmejsel och slägga med ett vertikalt snitt längs farkanten och med vanlig skarpmejsel och hammare med ett  $45^{\circ}$  snitt, bild 15. Kanten rundas

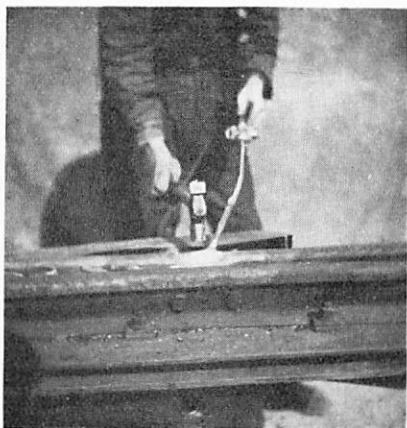


Bild 14.

slutligen med hammare. Till yttermera visso kan farbanan plansätt och kanten rundas med s. k. sänke, men dessa båda saker ha mer estetisk än praktisk betydelse.

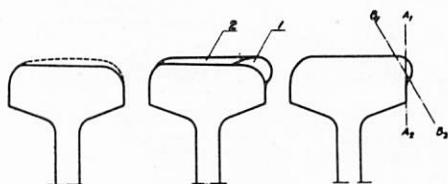
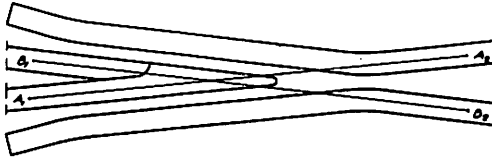


Bild 15.

Att lägga på en korsning är givetvis en smula besvärligare, men när svetsaren väl fått vara med några gånger klarar han sig utan fackkunnig tillsyn.

Utförandet av påläggningen tillgår enligt följande: En två meter lång linjal, bild 16, lägges från punkt  $A_1$ , till punkt  $A_2$ ,

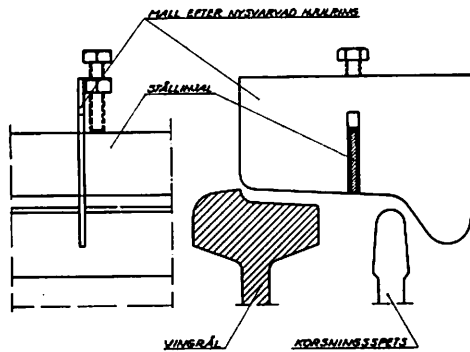
SCHEMATISK BILD AV VÄXELKORSNING



ABT

Bild 16.

(resp.  $B_1$  —  $B_2$ ) på korsningen, således ungefär den väg, som hjulets löpcirkel går. Linjalen ställes på högkant och på linjalen



ABT

Bild 17.

sättes ridande en mall gjord efter nysvarvad hjulring, bild 17. Om höjdregeringskruven ställes så att mallen ligger an vid lin-

jalens ände och sedan mallen föres utefter linjalen får man i varje punkt ett mått på hur mycket material, som skall läggas på. Vill man efter korsningens reparation lägga in nya anslutande skenor, kan man ställa in höjdregeringsskruven därefter.

Det normala utseendet av en korsning, som tillverkats av räls direkt på en bottenplåt, ger ju spets och vingräler i samma höjd, vilket med hänsyn till hjulens konicitet är felaktigt. Detta

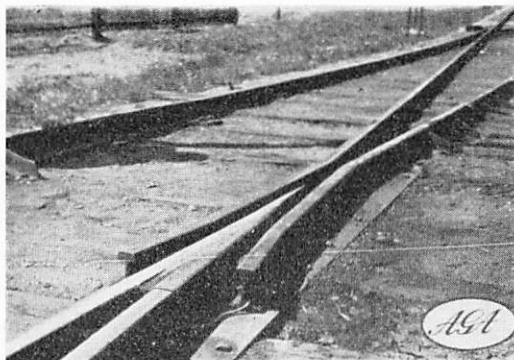


Bild 18.

konstruktionsfel borttages vid påläggssvetsningen därigenom, att vingrälerna ges en extra påläggning c:a 3 mm., vilket framgår av mallens läge.

Liksom vid påläggning av rälsändar indelas det område, som skall påsvetsas i c:a 80 mm. långa sektioner, och värmas sektionerna i tur och ordning medan närmast föregående svalnar. Sedan en vingräl påbörjats bör därför intet uppehåll göras förrän den gjorts fullt färdig.

Med hänsyn till ev. förekommande onormalt slitna hjulringar sänkes korsningsspetsens yttersta ände något lägre än hjulmallen visar.

Bild 18 visar en färdigsvetsad korsning, vars jämna yta uppnåtts utan efterslipning.

Både när det gäller skenändar och korsningar är det givetvis nödvändigt att efter påläggningen se till skarvjärnen, så att inte

bristfälliga skarvjärn, bultar eller fjäderbrickor förorsaka ett förtidigt nedslitande eller nedstukande av den restaurerade delen. Vad överhöjda skarvjärn beträffar har enligt uppgift vid H. H. J. ett försök i mycket stor skala gjorts att utföra överhöjningen genom att draga skarvjärnen kalla under fjäderhammare i den egna verkstaden. Förste byråingenjör Stille gjorde där- efter en hållfasthetsundersökning av skarvjärnen och fann dem vara i fullgott skick. Överhöjningen kostade 33 öre pr skarv- järn inkl. frakt.

Valet av tillsatsmaterial är en vansklig sak och tyvärr finnes ännu ingen svensk tråd, som uppfyller de krav man måste ställa på en sådan tråd. Det gäller ju att få en tråd, som dels är lätt att arbeta med, dels är så seg, att inte bitar slås ur, dels är så hård, att den inte valsas ut och sist men inte minst måste den ha hög slithållbarhet. Trådkostnaden är vid påläggning på korsningar c:a 9 % av totalkostnaden och vid påläggning på rälsändar c:a 3 %. Att då riskera hela resultatet genom att köpa enklare och billigare tråd lönar sig knappast. Vi hoppas dock att under året kunna få fram en svensk tråd, som skall uppfylla de fordringar, vi uppställt, till lägre pris än det nuvarande. Genom AGA kan emellertid en tråd erhållas, som vi kontrollerat och kunna ansvara för.

Den direkta kostnaden i järnvägens egen regi för påläggs- svetsning av en korsning varierar mellan 25 kr. för en obetydligt sliten korsning av klenare räls (c:a 32 kg) och 50:— kr. för en hårt sliten korsning av 43 kg. räls. För påläggning av rälsändar varierar kostnaden också avsevärt med nedslitningens storlek och rälsvikten och håller sig mellan 2 och 8 kronor pr skarv.

Vid inläggning av ny räls användes i Amerika sedan 1931 med god framgång en härdning av rälsändarna med efterföljande anlöpning för att inte härdningseffekten skall bli f ö r stor. Detta härdningsförfarande kostar, när det bedrives i stor skala, ej mer än c:a 40 öre pr skarv och ger, kombinerad med påläggs- svetsning för äldre material enligt de amerikanska baningeniö- rernas beräkningar, en besparing av 30 % på kontot för inköp av rälsmaterial. Då är ändå inte påläggning på korsningar med-



räknat. 1927 till 1930 gjordes en mängd försök med härdning av rälsändar dock alla utan anlöpning och först när anlöpningen kom till användning upphörde avflagnings och sprickbildning. Hårdheten hos materialet höjes vid dylik härdning avsevärt. Tysk räls, som ju förekommer mycket i vårt land, har en hårdhet, som varierar med valsningsåret; gammal räls har ungefär 175° Brinell och nyare räls c:a 210°. Dess hårdhet stegas genom uthärdning till 280° à 310°. Svensk räls av nutida valsning har en ursprungshårdhet på c:a 280° och härddas lätt utan risk för sprickbildning upp till 360° à 370°.

Vid påläggssvetsning är härdningen obehövlig, eftersom det pålagda materialet genom sin sammansättning har en hårdhet, som kan drivas upp till 470° Brinell. Trots att det sålunda finnes ett flertal olika metoder att minska skarvarnas menliga inverkan och kostnaderna för deras underhåll, har det ju alltid varit alla järnvägsmäns önskan att kunna minska antalet skarvar. Långrälsproblemet har två tekniska sidor, nämligen dels frågan om att få en tillförlitlig skarvtyp och dels frågan om att få tillräckligt stabil befästning för att upptaga de sidokrafter, som uppstå, när expansionsluckorna på grund av räls längden inte räcka till. Med befästning menar jag här inte blott rälsens fästande vid sliprarna, utan även sliprarnas stadiga läge i ballasten o. s. v. Denna andra fråga är således av rent banteknisk karaktär och den ger jag mig icke in på; den överlåter jag åt herrarnas baningenjörer att lösa tillsammans eller var i sin stad.

Det har konstaterats såväl i vårt land som utomlands, att Thermitskarven med nuvarande påkänningar i tekniskt avseende lämnar föga övrigt att önska. Tyska riksbanorna ha inofficiellt uppställt vissa fordringar på en svetsad skarv, fordringar, som hittills alla skenskarvskonstruktörer eftersträvat att fylla men ingen lyckats. Icke ens Thermitskarven, som tyska riksbanorna använda själva, och ännu mindre en vanlig skarv med vinkelskarvjärn fylla dessa fordringar. Thermitskarven har emellertid ansetts vara ekonomiskt lönande, där tät trafik kommer, trots att den i tillverkning ställer sig dyr.

Nu har det emellertid lyckats AGA att framställa en skarv,

som visserligen icke heller uppfyller de av tyska riksbannorna uppställda villkoren, vad slagböjningsproven beträffar, men vid hittills gjorda utmattningsprov, vilken provtyp av sakkunskapen mer och mer anses vara den utslagsgivande, har AGA:s skarv visat sig vara Thermit-skarven avsevärt överlägsen. De hittills gjorda proven äro således uteslutande laboratorieprov, men på grund av de goda resultaten anse vi oss ha gjort allt för att göra det antagligt, att AGA-skarven

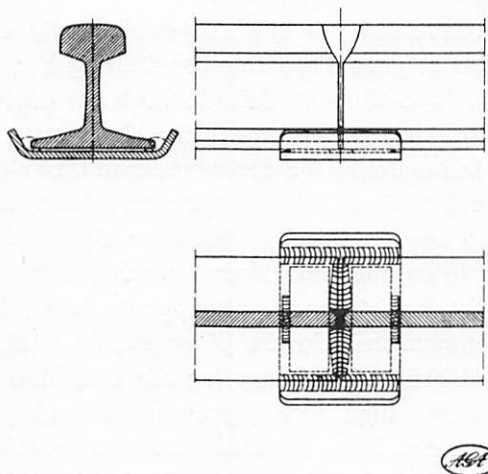


Bild 19.

skall visa sig god i praktiken. Dessutom har den en annan stor fördel, nämligen att den lätt kan utföras av järnvägarnas egna banavdelningar, och då kostar ungefär hälften av vad Thermit-skarven kostar. För klena rälsprofiler går den något över hälften och för tung räls något under hälften i pris. Den svetsas i spår utan rälnas lossnande.

Skarven är enkel till sin konstruktion. Som framgår av bild 19 är hela rälsvärsnittet svetsat och under foten är en 13 cm. lång platta lagd, vars uppvikta kanter svetsas till rälsfoten längs dess kanter. Den här visade skarven är konstruerad för 43,2 kg räls, S. J. modell 1924, närmare bestämt för några för-

söksskarvar, som i år skola svetsas på Grängesbergensbanan. Vidare skola vi svetsa en kilometer på Varberg—Borås—Herrljunga och ett antal skarvar på Göteborgs Spårvägar, såväl på spårvägsträls som på vignolträls på förortslinjerna. Vid våra försök ha vi genom våra förbindelser i Tyskland fått proven utförda vid

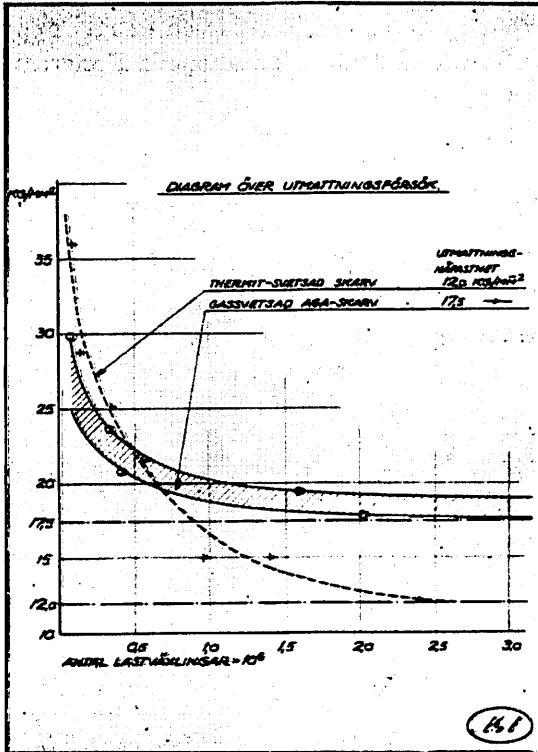


Bild 20.

Staatliches Materialprüfungsamt i Berlin-Dahlem. Tidigare provade gassvetsade skarvar ha med ett enda undantag legat under Thermitskarven ifråga om utmattningshållfasthet, medan AGA:s skarv ligger 30 % över som nämnt.

Vid utmattningsprov, bild 20, utförda med en belastningsfrekvens av 5 lastväxlingar pr sekund och med 65 cm slipersavstånd på tysk 49 kg. räls, har hjultrycket varierat mellan en undre

gräns = 2,000 kg. och en övre, som i sin tur varierat med antalet möjliga lastväxlingar. Det befanns då, att med ett h j u l - t r y c k av 27,250 kg tålde skarven obegränsat antal lastväxlingar. Resultatet ligger c:a 30 % högre än Thermitskarvens motsvarande värden enligt deras egna uppgifter.

Dessa uppgifter om Thermitskarven äro tagna ur Autogene Metallbearbeitung av den 15/1 1936 och enligt uppgifter, lämnade av ing. Tricot på 24:de internationella Kongress der Kleinbahnen, Berlin 1934.

---

Jag har velat fästa uppmärksamheten på de av mig anförda forskningsresultaten i samband med de vid påläggssvetsning uppträdande krympspänningarna för att antyda, att forskningarna på detta område, om de utförts tidigare, kunnat giva anvisningar beträffande den lämpligaste arbetsmetoden. Emellertid, även om forskningarna komma i efterhand, så kunna de vara värdefulla som förklaring till de resultat, som praktiken kommit till, samt bidra till en riktig förståelse av de fenomen, som uppträda, och därigenom giva vägledning vid framtida arbeten.

## Thermitsvetsning och dess användning för framställning av långräler,

*av baningenjör H. Insulander.*

Alltsedan järnvägarnas tillkomst har överbyggnadens stora problem varit skenskarven. Tusentals äro de konstruktörer, som brytt sina hjärnor på problemets lösning, och tusentals äro de s. k. lösningar, som sett dagens ljus.

Det finns två sätt att angripa problemet.

Det obehag, som alla skarvarna tillhopa på en järnvägssträcka åstadkomma, kan betraktas som en produkt av antalet skarvar, och det, om jag så får säga, specifika obehaget hos den enskilda skarven, i detta fall genomsnittsskarven.

Vad man vill minska eller hålla nere är ju nyssnämnda produkt. Om det sker genom att hålla nere skarvantalet eller obehaget av den enskilda skarven, kan vara tämligen likgiltigt, så länge man rör sig inom rimliga gränser; huvudsaken är att det sker ekonomiskt riktigt. Det ekonomiskt riktiga torde väl här som ofta annorstädes vara en medelväg, d. v. s. båda faktorerna, såväl skarvantalet som obehaget av den enskilda skarven minskas, eller med andra ord längre räler och bättre skarvar komma till användning.

Den väg, som av överbyggnadsförbättrarna använts, var till en början i allmänhet förbättrandet av skarven. Det kanske förefaller pessimistiskt att säga det, men jag tror i alla fall att man knappast gör sig skyldig till någon överdrift, om man säger, att något nämnvärt nytt ifråga om rälsskarvkonstruktioner knappast är att förvänta; förbättringar ifråga om underhåll och reparationer, t. ex. påläggsvetsning, härdning m. m. torde väl alltjämt vara att vänta.

Beträffande skenlängderna så kan vid inläggning av nya räler med hänsyn framför allt till transportsvårigheter knappast längre skenor än 30 meter f. n. komma ifråga; i allmänhet ut-

gör nog hos oss 20 meter den övre gränsen. Gäller det att åstadkomma längre rälér och framför allt då det gäller att åstadkomma längre rälér av kortare, måste svetsning tillgripas.

Den äldsta av de användbara svetsmetoder, som hittills framkommit, är Thermitsvetsningen. Den är inte äldst som svetsmetod men väl som rälssvetsmetod. Principen för metoden är denna: man blandar järnoxid i pulverform med aluminiumpulver och bringar blandningen genom uppvärmning till antändning, varvid aluminiumpulvret förbrinner. För förbränningen erforderligt syre tas härvid från järnoxiden, som reduceras till järn.

Således:



järnoxid + aluminium = järn + aluminiumoxid (korund).

Av slutprodukterna finner järnet användning för hoppgjutning av räländarna helt eller delvis. Aluminiumoxiden finner användning som bärare av en del av det vid reaktionen utvecklade värmets, som önskas överfört till rälerna. Reaktionen sker vid en temperatur av cirka 3,000° C.

Å fig. 1 ha schematiskt framställts de olika variationer av thermitsvetsningen, som hittills kommit till användning. Gemensamt för de olika metoderna är att skarven, som skall svetsas, kringbygges med en form av sand och att själva thermitreaktionen sker i en ovan formen anbragt degel. Till en början användes en tippdegel, från vilken den flytande massan av slagg och järn hälles ned i formen. Då slaggen ju flöt ovanpå järnet och alltså före järnet rann ned i formen, kom den att helt omgeskenändarna, varför järnet ej sammanflöt med skenorna. Sedan dessa upphettats av järn och slagg, sammanpressades de, varigenom en stumsvetsning sålunda verkställdes. Av produkterna efter reaktionen tillvaratogs sålunda endast värmets. Metoden, som fordrade stor mängd thermitpulver, ställde sig dyrbar och är numera helt övergiven; den framställes i den översta bilden å fig. 1. Den mellersta bilden i samma fig. återger en annan metod, Schmelzguss-metoden, som alltjämt i vissa fall användes. Här tömmes degeln genom ett hål i botten, varför således

järnet först rinner ned i formen. Satsens storlek är så avpassad, att järnet helt fyller formen, d. v. s. kringflyter rälsändarna, vilka sålunda sammangjutas. Slaggen finner ingen använd-

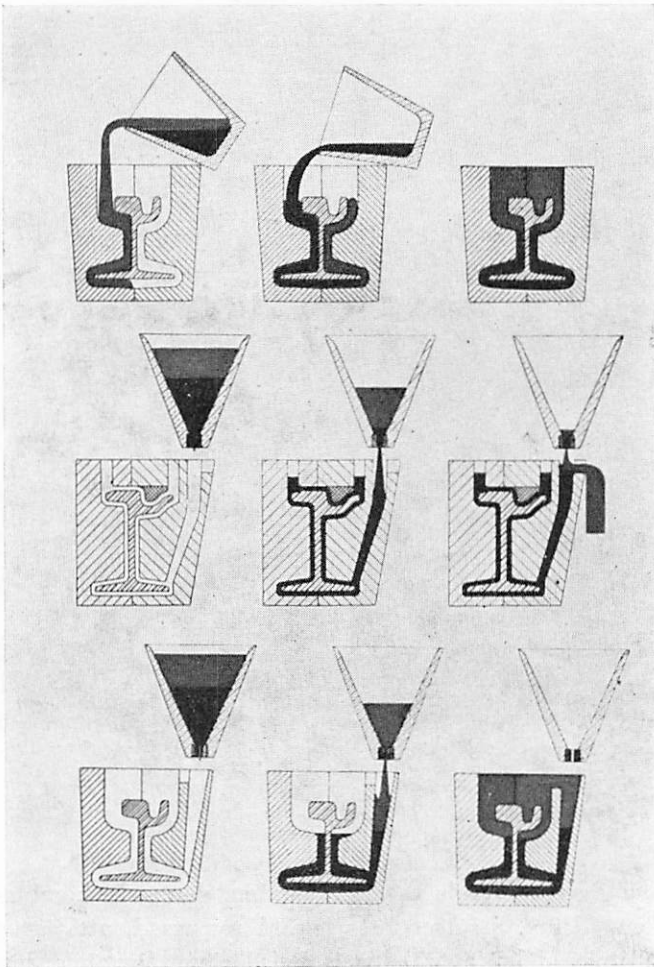
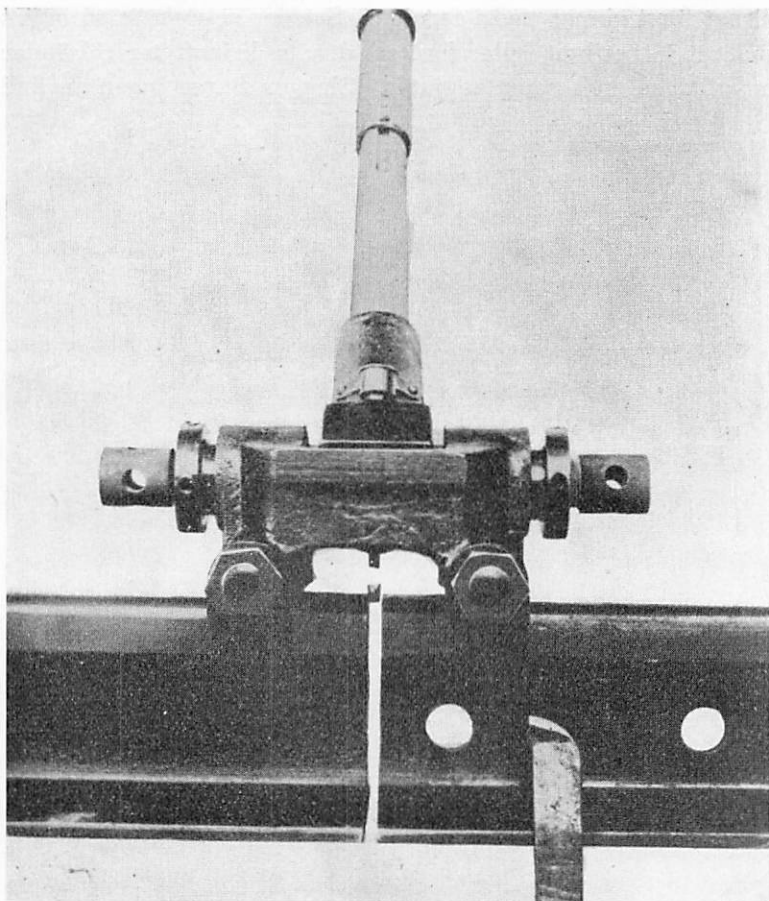


Fig. 1.

ning utan får rinna bort. Även denna metod fordrar stor sats, varför den ställer sig rätt dyrbar.

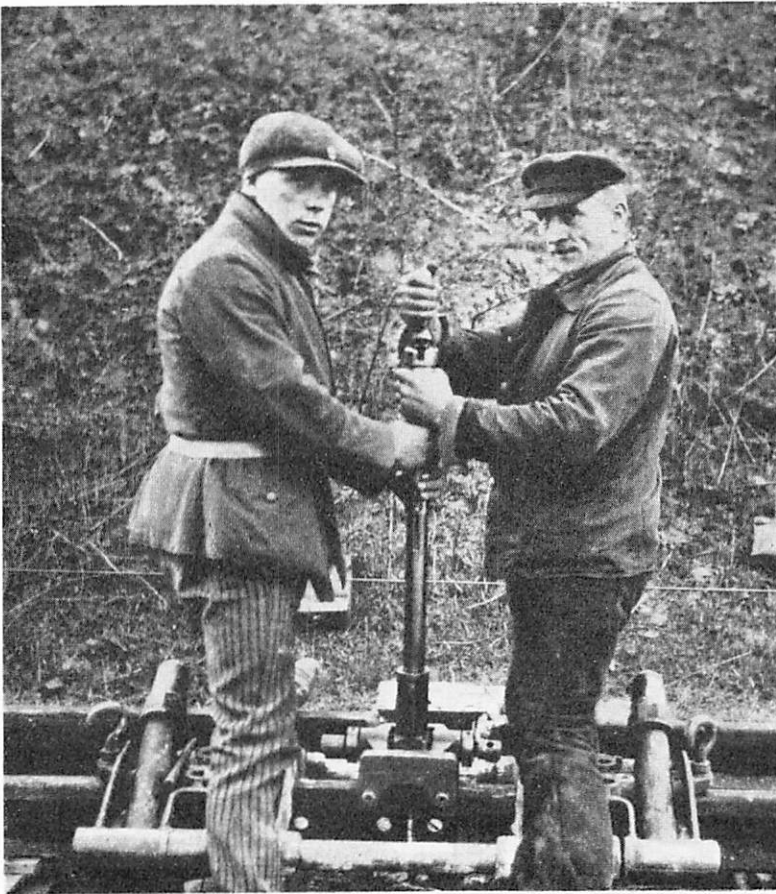
Nederst å fig. 1 framställles den vid svetsning av järnvägs-



*Fig. 2.*

räler vanligen använda thermitmetoden, den s. k. kombinerade metoden. Här är satsens storlek så avpassad, att järnet når upp till övre delen av räslivet; den däröver liggande delen av formen fyller av slagg. Sedan formen fyllts och rälsändarnas nedre delar sålunda sammangjutits, pressas räler mot varandra, varvid en stumsvetsning i huvudet äger rum. I rälsfoten och större delen av livet sker åter svetsningen på samma sätt som vid Schmelzgussmetoden.





*Fig. 3.*

Vid svetsning enligt den kombinerade metoden, då således stumsvetsning i rälshuvudet äger rum, måste de båda rälsändarnas huvuden så bearbetas, att deras ytor bli plana och fullständigt rena. Detta sker med tillhjälp av en s. k. Lücken-hobel, som synes på fig. 2 och 3. Sedan denna bearbetning, som föregåtts av en noggrann uppriktning av räler (fig. 4), skett, anbringas mellan rälshuvudena ett s. k. svetsbleck, som har ungefär samma form som övre hälften av rälsprofilen; det

överskjuter dock denna runt om med ett par mm. Detta bleck åstadkommer att, då rälerna med tillhjälp av den över skarven anbragta klämapparaten sammanpressas, stumsvetsning sker i huvudet utan att något liknande äger rum vid rälsfoten, då ju tack vare svetsblecket ett mellanrum, motsvarande bleckets tjocklek, finnes mellan rälsändarna i nedre hälften av skarven.

Klämapparaten, som synes på fig. 6, 8 och 9, består av två delar förbundna med varandra medelst tvenne grova spindlar. Varje del är försedd med två hakbultar, som gripa om rälshu-



*Fig. 4.*

vudet och fast förenar apparaten med rälsen. Klämapparaten placeras mitt över skarven och fastdrages med två hakbultar i vardera rälsen. Genom att sedan kringvrida muttrarna till spindlarna kunna rälerna närmas till resp. avlägsnas från varandra.

Vid stukningen av skarven för erhållande av stumsvetsning i huvudet förloras cirka 8 m/m. Om man av någon anledning vill göra hopsvetsningen utan längdförlust, inlägges mellan rälshuvudena svetsbleck till en tjocklek av 8 m/m. Om man dessutom vill utfylla en befintlig öppning mellan rälerna, t. ex. vid hopsvetsning av räler i spår, får man fylla ut denna öppning med svetsbleck. Om öppningen överstiger cirka 10 m/m., bru-

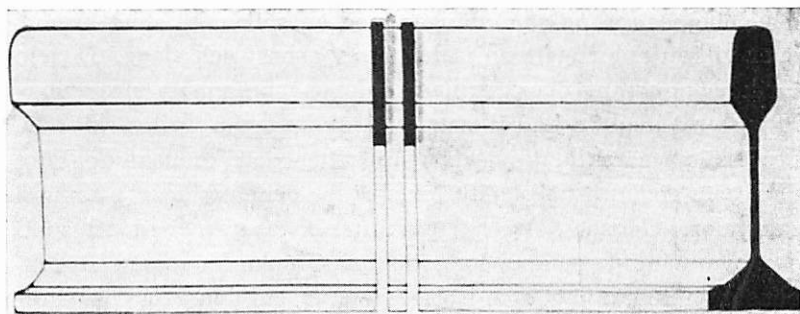


Fig. 5.

kar man utfylla den med två svetsblock och mellan dessa en väl rengjord rälsbit om några millimeters tjocklek. Med de formar och den apparatur, som normalt användas, kan totaltjockleken på dessa mellanlägg få uppgå till 22 m/m. Då cirka 8 m/m. förloras vid stukningen, kan således en öppning på cirka 14 m/m. helt utfyllas. Fig. 5 visar en skarv, som skall svetsas och där mellan rälsändarna insatts två svetsbleck och en kort rälsbit. I detta sammanhang vill jag framhålla, att rälerna måste vara rörliga i förhållande till varandra för att stukningen med klämapparaten skall kunna ske.

Sedan mellanlägget mellan rälsändarna anbragts och fogen mellan svetsbleck och rälsända diktats genom den senares stukning, anbringas formarna (fig. 6). Dessa framställas genom stampning över en modell i formlådor, som kunna användas upprepade gånger.

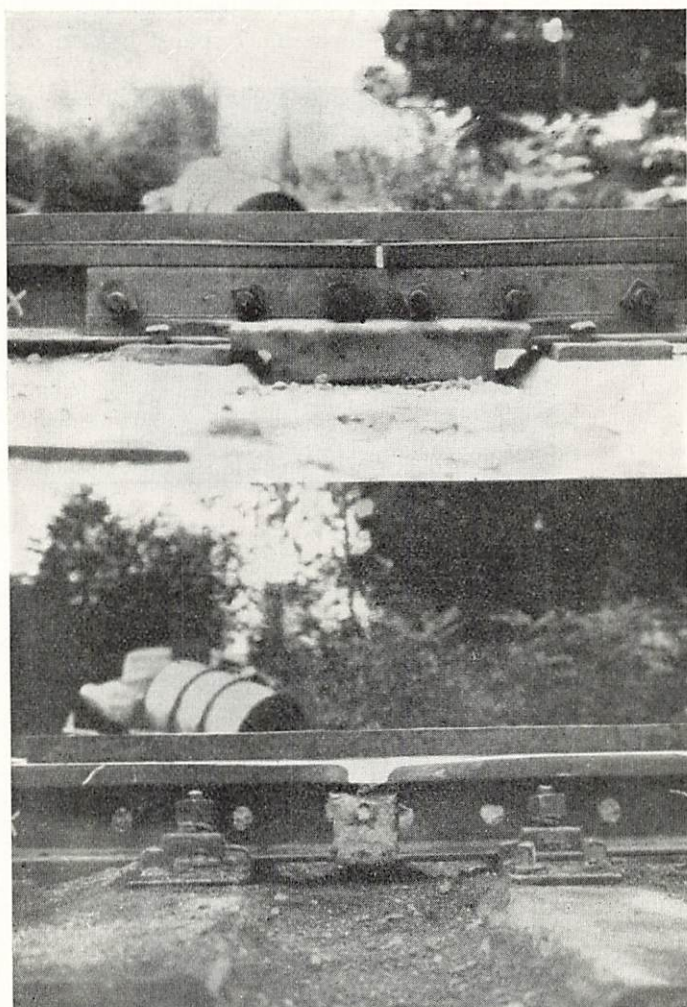
För att göra den värmemängd, som av thermitsatsen skall tillföras skarven, så liten som möjlig, när denna värme är relativt dyr, förvärmer man skarven med tillhjälp av en mycket kraftig blåslampa, som eldas med bensin eller helst benzol. På cirka 10 min. uppvärms skarven till rödvärme. Under tiden detta pågår anbringas på en bult på klämapparaten en gaffel med en ring, i vilken den trattformade degeln placeras. Degeln är invändigt fodrad med tjärmagnesit för att motstå den höga temperaturen vid reaktionen. I utloppet är anbragt en kort rörfor-

med magnesitpropp som stänges med en spik med stort huvud, över vilken anbringats en isolering av asbest och slagg. Degeln inriktas noggrant över formens inloppsöppning, varefter thermitpulvret med önskad tillsats av t. ex. mangan ifylles i degeln. Medelst en särskild tändsats igångsättes den kemiska reaktionen, som sedan av sig själv fortskrider och försiggår på några sekunder. Genast detta skett skjuter svetsaren med ett spett den ovannämnda spiken, som sticker ut nedanför magnesitpropens mynning, upp genom isoleringen, varvid den genast smälter



*Fig. 6.*

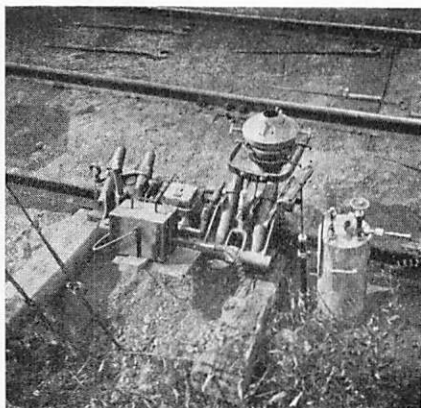
och ger utloppet för järnet och slaggen fritt. Efter cirka  $1\frac{1}{2}$  min. sker stukningen. Klämapparaten kan i regel avlägsnas efter cirka 10 min., varefter formarna rivas. Den grövsta efterbearbetningen av skarven sker omedelbart efter formarnas rivning i glödande tillstånd med skrotmejsel och slägga. Den finare bearbetningen sker senare medelst hyvel eller hyvelmaskin. Vid stukningen bildas en kraftig vulst vid skarven. Denna vulstbildning möjliggör i samband med en noggrann uppriktning av skarven före svetsningen, att även mycket svårt nedslagna skarvar kunna svetsas så, att de efter bearbetningen ge en fullständig plan faryta, se fig. 7, som visar en skarv vid S. W. B. före och efter svetsningen.



*Fig. 7.*

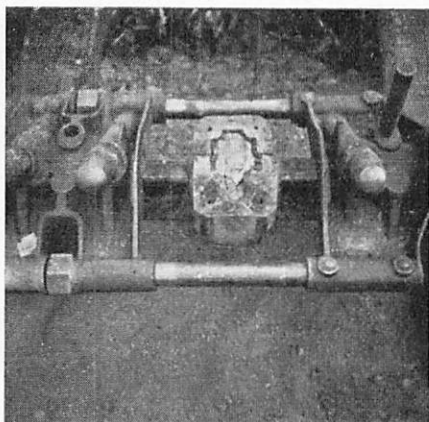
På fig. 8 synes en skarv, som förvärms omedelbart före själva svetsningen. Till höger om klämapparaten synes blåslampans benzolbehållare med luftpump och kopparspiralrör till den på en vid klämapparaten anbragt platta under en skyddskur uppställda förgasaren, från vilken ett munstycke blåser gasen

in i formen. På högra delen av klämapparaten synes degeln, som ännu ej svängts in över formen. I spåret bakom skarven



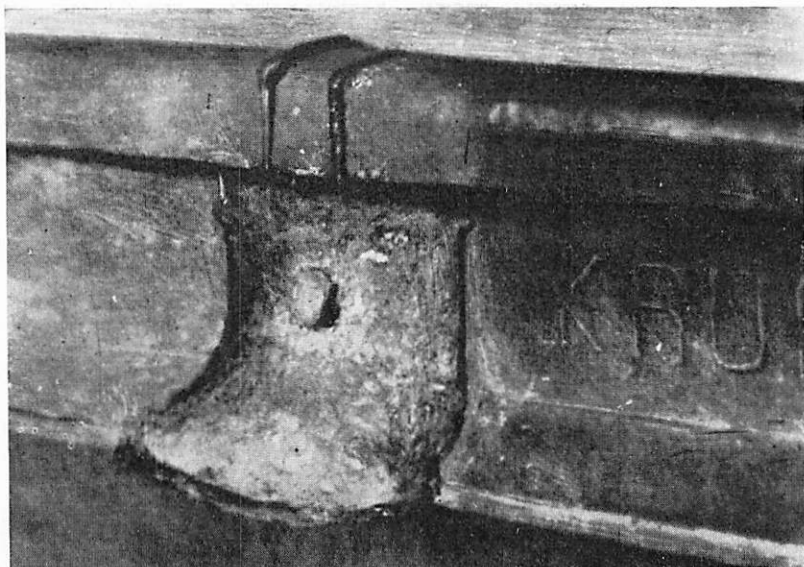
*Fig. 8.*

synas de nycklar till klämapparaten, som användas vid stukningen.



*Fig. 9.*

På fig. 9 synes skarven, sedan svetsningen skett. Formar och klämapparat äro ännu ej borttagna. Slaggen är synlig på formens överyta.



*Fig. 10.*

Fig. 10 visar en skarv, där formar och slag borttagits men där någon bearbetning ännu icke skett. Svetsblecken äro tydligt synliga.

Beträffande användningen av de båda metoderna, den kombinerade och Schmelzguss, kan man säga, att överallt, där så är möjligt, användes den kombinerade metoden. Denna förutsätter emellertid dels att de profiler, som skola svetsas samman, äro tämligen överensstämmande och dels att åtminstone det ena stycket är rörligt, vilket ju erfordras för att kunna utföra stukningen med klämapparaten. I allmänhet äro ju dessa betingelser för handen vid svetsning av järnvägsräls; annorlunda ställer det sig vid svetsning av korsningar, i stensättning nedlagda spårvägsskenor, kranräler, övergångsskarvar etc.

Allmänt kan man säga, att den kombinerade metoden ger ett bättre resultat. Man inför ju i fartytan praktiskt taget intet nytt material och thermitåtgången är mindre. Vid Schmelzguss-svetsning införes i fartytan nytt material, det gjutna s. k. Stahl-Thermit. Detta har icke samma egenskaper som den valsade

rälsen, vilken kan visa sig på så sätt, att slag så småningom uppstå i rälsen vid svetsen. Thermitåtgången är relativt stor vid denna metod, där hela mellanrummet mellan skenorna skall fyllas med järn; slaggen rinner bort till ingen nytta.

Av nedanstående tabell framgår kostnaden för thermitsvetsning av räls om 40 à 45 kg:s vikt.

### KOSTNADSBERÄKNING

för Thermitsvetsning av 100 st. skenskarvar.

April 1937.

#### Material:

Svetsportioner	.....	st. 100 à 12.—	1,200.—
Degelfoder	.....	„ 4 6.50	26.—
Magnesitproppar	.....	„ 30 0.35	10.50
Skarvmejslar	.....	„ 2½ 6.50	16.25
		Summa RM	1,252.75

eller i kronor efter en kurs av 100 RM = 160 kronor 2,004.40

Småmaterialier såsom sand, bensin, kol, olja, filblad etc. 150.—

Materialkostnad 2,154.40

#### Arbete:

Per skarv 5 timmar ..... tim. 500 à 1.— 500.—

#### Oförutsett och diverse

cirka 15 % av förestående ..... 445.60

Summa Kronor 3,100.—

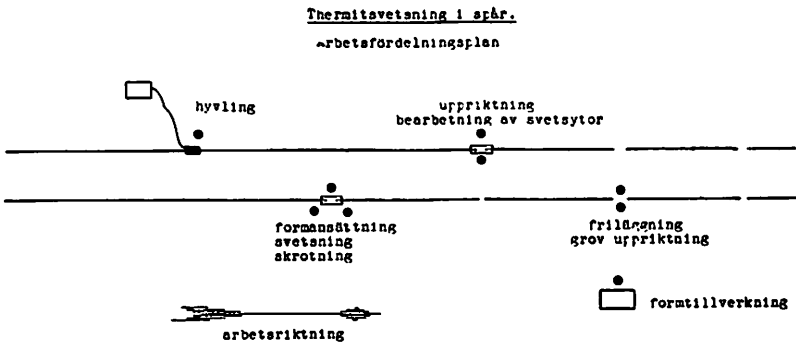
eller per skarv kr. 31.—.

I fig. 11 anges den organisation av svetsningslaget, som i regel kommit till användning i Sverige.

Om vi jämföra thermitsvetsningen med den elektriska stumsvetsningsmetoden, så har thermitmetoden de fördelarna, att den för det första kan användas såväl på verkstaden som ute på linjen, under det att den elektriska stumsvetsningen åtminstone f. n. endast kan ske på verkstaden. Försök pågå att åstadkomma ett på linjen användbart elektriskt stumsvetsningsagg-



regat; A. E. G. lär ha lyckats härmed. Vidare har thermitsvetsningen den fördelen, att den kan utföras utan längdförlust, vilket ju kan ha en viss fördel även på sådana ställen, där elektrisk stumsvetsning kan ifrågakomma, d. v. s. på verkstäder, om man nämligen vill, att den slutliga skenan skall ha en längd, som utgör en hel multipel av en viss standardlängd. Vid den elektriska stumsvetsningen bortbrännas cirka 4 cm., under det att



*Fig. 11.*

man vid thermitsvetsningen kan variera längden på förut angivet sätt genom insättning av olika stora passtycken. En annan fördel, som thermitsvetsningen har framför den elektriska stumsvetsningen är, att man vid den förra svetsar tillsammans svårt nedslagna och tillplattade skarvar och erhåller en plan farbana. I viss mån kan antagligen detta ske även vid stumsvetsningen, ehuru inte i samma grad, då svetsvulsten här är avsevärt mindre. Att man inte gör det, beror väl antagligen på att det icke lönar mödan, då rälsen i alla fall är tagen ur spår. Vid elektrisk stumsvetsning i spår kommer ju saken i ett annat läge. En fördel, som thermitsvetsningen också har framför stumsvetsningen, är, att den kräver relativt litet startkapital, cirka 5.000:— kr.

Å andra sidan har thermitsvetsningen den nackdelen jämförd med den elektriska stumsvetsningen, att den är avsevärt dyrare. B. J. uppger f. n. en kostnad av cirka 7.— kr per skarv inkl. transporter från och till upplag i svetsverkstaden. S. J. uppge 3.50 kr. per skarv för enbart själva svetsningen. Denna kostnad beror ju till stor del på hur stor det dyrbara svetsningsaggregatets sysselsättning är. I varje fall ligger kostnaden långt under kostnaden för thermitsvetsning. En kombination av dessa båda metoder är nog i många fall riktig. Man svetsar således på verkstaden ihop de nya eller begagnade skenor till så stora längder, som transporten tillåter, varefter dessa ute på linjen genom thermitsvetsning hopsvetsas till önskad längd.

Om vi så jämföra thermitsvetsningen med den autogena svetsningen, så har thermitsvetsningen den fördelen, att den icke ställer så stora fordringar på svetsaren. En normal, god karl, som något sysslat med smide, utbildas på cirka 14 dagar till en fullt användbar thermitsvetsare. Jag skulle knappast tro, att så är förhållandet vid den autogena svetsningen. Vidare har thermitsvetsningen den fördelen, att den är prövad och befunnen fullt användbar, vilket väl knappast ännu är förhållandet med den autogena rälsskarvsvetsningen. Vad kostnaderna beträffar, så väntar man sig ju att kostnaden för en autogensvetsad skarv skall stanna vid omkring  $\frac{2}{3}$  av thermitskarvens med nuvarande kurs. Om RM och krona skulle återgå till förhållandet 89—100, skulle metoderna ekonomiskt bli ungefär jämspelta. Beträffande möjligheten till utfyllnad av skarvöppningar äro dessa vid de båda metoderna ungefär desamma. Reparation av en nedsliten skarv sker vid den autogena svetsningen lätt genom påläggsvetsning; efterbearbetningen bör bli va mindre besvärlig vid den autogena svetsningen än vid thermitsvetsningen.

En jämförelse mellan thermitsvetsning och ljusbågesvetsning torde ge ungefär samma resultat som den mellan thermit- och autogen svetsning. Då emellertid flera försök ha gjorts med ljusbågesvetsning än med autogen svetsning men också

flera misslyckanden ha inträffat, gäller även här som värdefulla fördelar hos thermitsvetsningen framför ljusbågesvetsningen, att den är prövad och befunnen tillfredsställande ur hållfasthetssynpunkt samt att den icke ställer så stora fordringar på svetsaren som de andra metoderna.

Ett lysande undantag från de misslyckade elektrosvetsarna utgör Växjöjärnvägarna, där man sedan 1928 utfört cirka 6,500 st. ljusbågesvetsade rälskarvar. Inalles ha 12 brott inträffat, varav dock 10 st. tillhöra ett speciellt rälsparti. Kostnaden för svetsning av 41 kg:s räls från upplag till upplag uppges till 8.50 kr. Rälsbyte och transporter ha gått till 8.— kr., varför det hela ger en kostnad av 16.50 kr./skarv.

Vad den autogena och ljusbågesvetsningsmetoden beträffar, kan man nog utan överdrift säga, att de i viss mån befinna sig "in statu nascendi". Det vore ju emellertid glädjande, om de skulle kunna infria de förhoppningar, man ställer på dem, då bankarlarna väl behöva den hjälp, som här ev. kan bjudas.

Jag vill så övergå till att något tala om thermitsvetsningens användning för framställning av långräler. Då vill jag först uttryckligen framhålla, att framställning av långräler ingalunda är bundet till thermitsvetsningen. Gäller det icke längre räler än att man bekvämt kan svetsa dem på en annan plats än den, där de skola ligga, t. ex. på verkstaden, duger ju varje fullgod svetsningsmetod; måste man däremot svetsa ute på linjen, eventuellt i spåret, bortfaller ju de, om jag så får säga, icke transportabla metoderna, t. ex. den elektriska motståndssvetsningen sådan den nu bedrives.

Skälen till att man börjat använda sig av långräler äro ju att man vill komma ifrån de kostnader och obehag, som häröra från skarvarna. Vissa av dessa kostnader äro ju relativt lätta att beräkna, nämligen anläggningskostnaderna.

Nedan anges kostnaden för en normalskarv vid T. G. O. J. April 1937.

*Kostnad för rälsskarv.*

Räl: S. J. modell 1924.

Skarvjärn: 18,9 kg:s.

2 st. skarvjärn = 37,8 kg. ....	à 0.23	8.69
6 „ skarvbult .....	„ 0.25	1.50
6 „ dubbla fjäderringar .....	„ 0.07	0.42
1 „ underläggsplatta .....		1.58
2 „ syllskruv .....	„ 0.12	0.24
½ „ impr. sliper .....	„ 5.—	2.50
Arbetskostnader inkl. transporter .....		2.—
		Kronor 16.93
Ev. kontaktförbindning .....		1.—
		Kronor 17.93

Underhållskostnaderna däremot äro mycket svåra om inte rent av omöjliga att komma åt. I mars-numret av *Railway Gazette* 1936 omtalas ett uttalande från A. R. E. A. enligt vilket 45 % av arbetena för spårunderhållet skulle åtgå för att hålla skenskarvarna i deras rätta lägen. Om man tolkar detta så, att 45 % av utgifterna på litt. B 7 a och B 7 c skulle härröra från skarvarna, skulle detta för T. G. O. J. vidkommande för de senaste åren ge en kostnad av ungefär 1.50 per skarv och år. Nu vill jag bestämt säga, att man icke utan vidare får utgå ifrån att den generella amerikanska siffran är tillämplig på specialfallet T. G. O. J. Jag har endast tagit med den för att få fram storleksordningen på kostnaden ifråga och storleksordningen tror jag är riktig. I detta sammanhang vill jag nämna, att jag i Tyskland sett järnvägsspår, där man sedan en fyra år tidigare företagen svetsning av samtliga skarvar överhuvudtaget icke utfört något som helst underhållsarbete annat än besprutning mot ogräs. Det var visserligen en smalspårsbana med underläggsplattor, impregnerade sliprar och relativt långsam och lätt trafik, men foreteelsen är ju trots detta ganska imponerande.

En annan fördel av skarvantalets minskning är minskat slitage på den rullande materielen. Att uppskatta denna minsk-

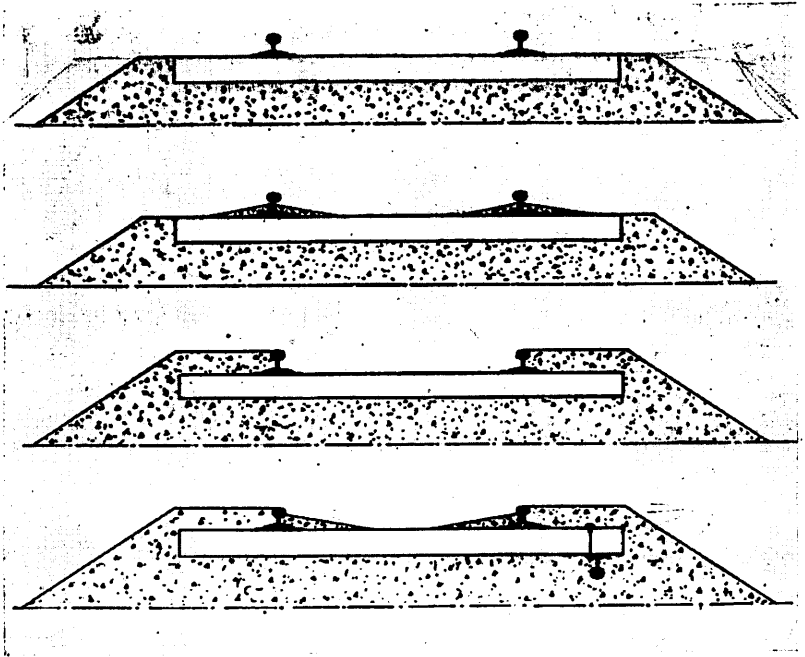
ning i pengar är antagligen ännu svårare än att uppskatta minskningen i kostnaden för banunderhållet.

En tredje fördel, som är direkt omöjlig att uppskatta i pengar och som är av mindre betydelse än de båda föregående, är att resan blir behagligare för tågens passagerare, då skarvantalet minskas.

Vad så de tekniska förutsättningarna för användandet av långräler beträffar, så kan man ju enkelt formulera saken så, att övre gränsen för rärelsens längd bestämmes av överbyggnadens förmåga att med tillräcklig säkerhet upptaga de på grund av rärelsens stora längd uppstående temperaturspänningarna. Hur långt man skall kunna gå med rärelslängderna vid en viss överbyggnad, måste givetvis prövas från fall till fall. Allmänt gäller ju att makadam i detta fall är bättre än grus, att underläggsplattor och i synnerhet Rippen-Platten medge ökade rärelslängder, att litet sliperavstånd medger större rärelslängd o. s. v. Jag skall här icke närmare ingå på dessa saker.

Om en rärelse icke har tillräckligt stort utrymme för att fritt röra sig vid temperaturändringar eller om andra hinder föreligga, blir följden den, att man vid höga temperaturer får tryckspänningar i rärelse och vid låga temperaturer dragspänningar. I en rärelse har man nästan alltid temperaturspänningar även om den inte sitter inspänd mellan två andra rärelser. Friktionen mellan befästningsmedel och rärelse motverkar alltid rörelser och ger, så snart tendens till rörelse finnes, en viss längdändring, d. v. s. spänning. Om en rärelse befinner sig i stigande temperatur, d. v. s. håller på att sträcka på sig, har den, då ju friktionen motverkar längdökningen, alltid en längd, som är mindre än den mot temperaturen svarande. Befinner den sig i sjunkande temperatur, d. v. s. håller på att dra ihop sig, har den på samma sätt alltid en längd, som är större än den mot temperaturen svarande. Detta är ju den enkla förklaringen till att man hos en rärelse med en viss längd vid en viss temperatur kan finna en annan, större längd vid en lägre temperatur.

Även om det sålunda på grund av förekomsten av vissa friktionskrafter kunde förefalla som om rärelserna ej vore utsatta



*Fig. 12.*

för så stora temperaturspänningar som de fysiska lagarna säga, så äro dock de spänningar, som dessa lagar ange, de lägsta förekommande.

Det enda sättet att påverka temperaturspänningarnas storlek är att påverka temperaturen och expansionsmöjligheterna.

De förra kunna påverkas praktiskt taget endast genom intäckning med ballastmaterial e. d. Denna intäckning har även det goda med sig, att den ökar spårets styvhet.

Fig. 12 visar en del olika intäckningar från det ointäckta spåret till det helt intäckta, där endast huvudets över- och insidor äro ointäckta. På den nedersta figuren visas även en s. k. säkring mot sidoförskjutning, bestående av en rälsbit på ungefär en meters längd, som med bultar är fästad på undersidan av två intill varandra liggande sliprar. En sådan säkring ökar i hög grad spårets motståndsförmåga mot sidorörelser.

Expansionsmöjligheterna kunna påverkas genom anordnandet av särskilda utdragsskarvar, som medge stora längdändringar eller genom utbyte av vissa passkenor allt efter årstider. Båda metoderna förekomma ju här i landet vid broar. Vid de mycket långa långrälerna, d. v. s. 200 à 300 m., göra sådana anordningar ingen nytta, då de inre delarna av dessa räler trots allt icke kunna förändra sin längd.

Lika viktigt som det är att hålla nere spänningarnas storlek lika viktigt är det att rätt anpassa förhållandet mellan största drag- och största tryckspänningen. Då den senare anses vara den farligaste, brukar man försöka anordna expansionstabeller, så att tryckspänningen håller sig låg.

Vid en s. k. Kleinbahn i Tyskland mellan Bremen och Thedinghausen svetsades 1935 på prov en km. spår, varvid alla skarvar svetsades och nya skarvar skuros upp mitt på var tredje skena. Dessa voro 12 meter långa, varför de nya långrälerna blevo 36 meter.

Skarvarna reglerades så, att öppningarna voro 0 m/m vid en rälstemperatur av  $+ 45^{\circ}$  C. Största skarvöppning, som konstruktionen tillät  $- 20$  m/m — uppnåddes vid en temperatur av  $- 6^{\circ}$  C. Vid lägre temperaturer utsattes sålunda skarvbultarna för risk att böjas eller ev. avskäras. För att förhindra detta inlades vid rälsändarna rälsvandringsskydd så placerade att, då skarvöppningarna nått en storlek av 20 m/m., vandringsskydden trädde i funktion och överförde dragkraften från rälerna till de fastfrusna sliprarna. Då det i fall som detta är av stor vikt att skarvöppningarna äro de riktiga, inlades även på vanligt sätt rälsvandringsskydd på skenorans mitt.

Det är avsett att innevarande år göra ett liknande försök med spikat spår här i Sverige. Detta är en typ av långräler, den nämligen som har en viss expansionsmöjlighet. Den kan sägas förekomma upp till en längd av 120 m. Den framställes ofta genom hopsvetsning av gamla räler i spåret som t. ex. vid S. W. B. där under förra året på en provsträcka vid Bålsta samtliga skarvar thermitvetsades, varefter nya skarvar upp-

togos mitt på var tredje skena. Härigenom erhöles 45 meter långa räler.

Vid G. B. J. gjordes 1933 i juni thermitsvetsningar i en 300-meterskurva, varvid gamla 12 meters skenor svetsades ihop till 36 meters skenor. I oktober samma år svetsades de sista skarvarna ihop, så att en enda skena på cirka 500 meter erhöles. Rälerna, som äro av modell S. J. 1896, äro helt intäckta på utsidorna. S. k. säkringar mot sidoförskjutningar i form av rälsbitar under sliprarna äro anbragta. Öppna underläggsplattor med sylskruv finnas. Inga olägenheter på grund av den genomgående svetsningen har förmärkts.

Vid T. G. O. J. företogs dels med ledning av erfarenheter från det sistnämnda försöket, dels med ledning av tyska erfarenheter år 1935—36 provsvetsning på en 1 km. lång sträcka strax utanför Oxelösund. I november 1935 utbyttes rälsen på sträckan mot ny räls, som vid sidan av spåret hopsvetsats till 240 meters längder. Fyra par sådana skenor inlades. Mellan de olika spåren och utanför de yttersta inlades 20 meters skenor. Rälutbytet skedde vid en rälstemperatur av  $+ 5^{\circ}$  C., varvid skarvöppningarna gjordes 10 m/m. stora. I ändan av varje 240 meters skenpar inlades 6 par rälsvandringshinder så anbragta, att de vid dragspänningar i rälsen avlastade skarvbultarna. Rälerna voro upplagda på öppna underläggsplattor, fästade med sylskruv men icke försedda med några poppelträ-mellanlägg.

Under tiden november 1935—april 1936 gjordes noggranna mätningar dels på skarvöppningarna, dels på rälernas förflyttning. Härvid konstaterades rälsvandringar på maximalt 37 m/m. En så relativt stor rälsvandring på en så lång skena förklarades av att provsträckan ligger i lutning strax utanför Oxelösunds station, där de tunga malmtågen, som ha en längd av 300 à 400 meter i regel bromsa mycket kraftigt.

I slutet av april 1936 verkställdes en reglering på spårsträckan avseende att skydda spåret för höga tryckspänningar under den kommande sommaren. Detta tillgick så, att de förut nämnda 20-meters skenor i tur och ordning borttogos,



rälsskruven på 240-meters skenorna lossades utom vid mitten på skenan, varefter 240-meters skenan genom bearbetning med rälshammare bragtes att intaga den mot rälstemperaturen svarande längden. Härefter inlades poppelträplattor mellan underläggsplattor och räls, varefter syllskruven fastdrogs för gott. Härefter avkapades 20-meters skenorna till sådana längder, att

Inavtänning av passarna mellan orrliga  
långräler

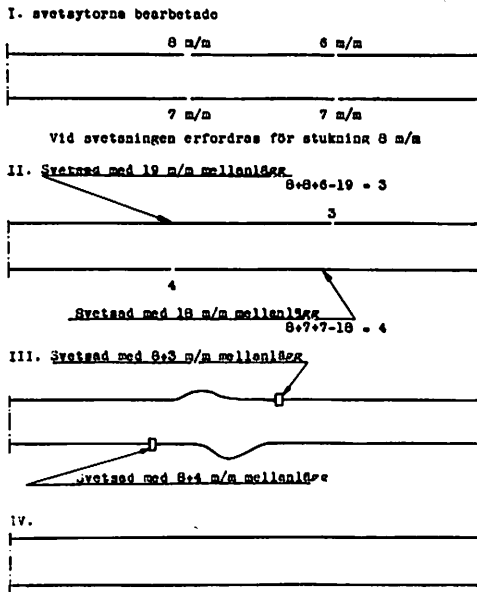


Fig. 13.

cirka 10 m/m. skarvöppningar erhöles, varefter skenorna åter inlades. Spåret intäcktes därefter med grus till full höjd på utsidan av rälerna och till rälshuvudets underkant på insidan. Denna reglering verkställdes vid en rälstemperatur av cirka  $+ 15^{\circ}$  C.; detta när spåret önskades spänningslöst vid denna temperatur. När sedan längre fram under sommaren rälsnatttemperaturer på cirka  $+ 15^{\circ}$  C. erhöles, företogs den slutliga sammansvetsningen av rälsen över provsträckan. Svetsningen av den ena ändan på en 20 meters skena erbjöd givetvis inga svårigheter, under det att svetsningen av den andra däremot

icke utan vidare kunde verkställas, då ju det i detta fall handlade om sammansvetsning av två orörliga räler. Svetsningen verkställdes emellertid så som fig. 13 visar.

Sedan 20-meters skenan frigjorts och den första skarven svetsats, gjordes en "solkurva" på skenan så att den i den återstående skarven svetsbleck till en tjocklek motsvarande den förefintliga skarvöppningen (vid rak skena), ökad med de 8 m/m., som erfordras för stukningen, kunde anbringas. Här efter verkställdes svetsningen, varvid rälen efter avsvälning återtog sitt ursprungliga läge och fastskruvades. Under den tid som gått sedan den slutliga hopsvetsningen, genom vilken en total rärlängd på cirka 1,020 meter erhöles, ha inga obehag utav den stora rärlängden förmärkts.

Huruvida det är ekonomiskt riktigt att använda dessa mycket stora rärlängder, är givetvis alldeles för tidigt att yttra sig om. Samtidigt som de medföra stora fördelar i form av minskat arbete för vidmakthållandet av ett gott spårläge och god gång för tågen, medföra de också en del nackdelar, t. ex. ökade svårigheter vid tillsyn av befästningsmateriel, utbyte av sliprar etc.

Att svetsningen vunnit en kolossal utbredning framgår bl. a. av följande siffror.

I Europa finnas vid statsbanor f. n. cirka 400,000 thermit-svetsade skarvar; vid privatbanor ungefär samma antal. Beträffande de motståndssvetsade skarvarna har jag tyvärr inte kunnat få tag på någon motsvarande siffra; S. J. har emellertid vid sin anläggning i Hallsberg hittills svetsat cirka 50,000 skarvar.

I U. S. A. finnas svetsade sträckor av 60 kg:s vignörlärs i längder på upp till 2,300 meter, som ligga utan intäckning; i Tyskland finnas intäckta genomgående svetsade sträckor på över en km:s längd.

Det ser nästan ut som om bankarlarnes strävanden för älsklings- och sorgebarnet spåret efter många år av relativt långsamt framåtskridande skulle raskare avancera mot målet det skarvbekymmersfria spåret, d. v. s. det relativt skarvfria spåret, långrälen.

## Olika typer av vägsignalanläggningar å eller invid bangårdar,

*av ingenjören i Signalbolaget G. Pervall.*

Vid vägövergångar ute på fria linjen ha automatiska signalanläggningar för varning till vägtrafikanterna länge varit i användning. Vid vägövergångar å eller invid stationer ha väl som regel fällbommar använts för avstängning av vägtrafik, när tåg skall framgå. För manövrering av fällbommarna vare sig dessa äro mekaniskt eller elektriskt ställbara, har personal erfordrats. I järnvägarnas strävanden att nedbringa driftkostnaderna å stationerna, har införts s. k. obehakad körning för vissa tåg. Å en del stationer, där fällbommar finnas, kan den obehakade körningen ej helt utnyttjas, så länge fällbommarna användas och bomvakt erfordras för deras manövrering även när stationen i övrigt kan lämnas obehakad. Det har därför framkommit önskemål att ersätta fällbommarna med automatiska signalanläggningar även vid övergångar å eller invid stationer för att kunna utnyttja den obehakade körningens alla fördelar och hålla driftkostnaderna så låga som möjligt.

Signalbolaget har levererat ett antal anläggningar av ifrågavarande slag. Gemensamt för dessa anläggningar är, att de vid obehakad station skola fungera helt automatiskt och att de vid växlingsrörelser å stationen skola i minsta möjliga mån hindra vägtrafiken utan eftersättande av säkerheten.

Bild 1 visar schematiskt en bangård och en strax utanför densamma korsande väg med ljussignaler. Spårledningarna för vägsignalanläggningen, markerade med fyllda spår, gå genom bangården. För att vid uppehåll av tåg i riktning höger till vänster och växlingsrörelser ej onödigtvis igångsätta vägsignalerna, är spårledningen genom bangården delbar, så att delen närmast stationen kan fränkopplas. Fordon, som befinner sig å den fränkopplade spårledningsdelen, inverkar således ej på signalerna vid övergången.

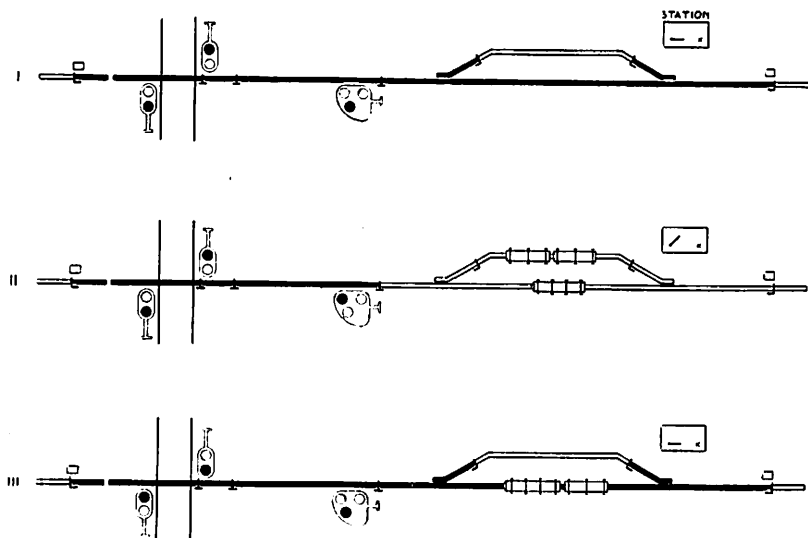


Bild 1.

Isärkoppling av spårledningsdelarna sker medelst en omkastare uppsatt i expeditionen. Invid omkastaren är en kontrollampa placerad, så att tågklareraren, som sköter omkastaren, kan se om spårledningen är hopkopplad eller ej.

För att göra det möjligt för föraren att kontrollera om spårledningen är hopkopplad eller ej, har vid gränsen mellan spårledningens båda delar uppsatts en dvärgsignal, som, när de båda spårledningsdelarna äro hopkopplade, visar kör och vid isärkopplad spårledning visar varsamhet. Visar dvärgsignalen kör kan föraren passera med tillåten högsta hastighet, för vilken spårledningens totala längd är avpassad. Visar dvärgsignalen däremot varsamhet, anger detta för föraren att den längst från vägen belägna spårledningsdelen är urkopplad, vilket för med sig att varningssignal under lagstadgad tid ej kan erhållas från vägsignalerna, om tåget framgår med oförminskad hastighet. Föraren har således att reducera hastigheten, så att tiden från det tåget inkommit på spårledningsdelen närmast övergången och till dess övergången uppnås blir 30 sek. Varningssignalerna träda nämligen i funktion så snart tåget inkommit på spårled-

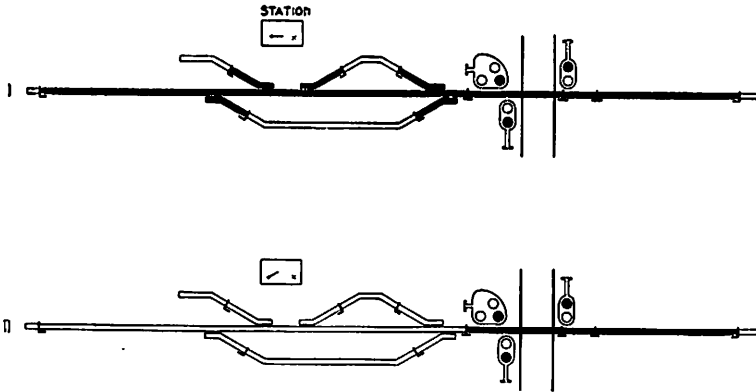


Bild 2.

ningsdelen närmast vägövergången. För att tåghastigheten ej skall behöva reduceras allt för mycket, bör den ifrågavarande spårledningens längd givetvis ej vara alltför liten.

Bild 2 visar en liknande anläggning som föregående, men där står dvärgsignalen så gott som omedelbart framför vägövergången, varför någon varningstid att tala om ej erhålles, efter det tåget inkommit på spårledningsdelen mellan dvärgsignalen och vägen. Dvärgsignalen har i denna anläggningen fått ett annat ändamål än i den föregående i det den ej direkt anger om de båda spårledningsdelarna äro hopkopplade, utan visar normalt varsamhet oberoende av hopkopplingen för att övergå till kör efter det varningssignalerna visat rött i 30 sek. Normalt äro de båda spårledningsdelarna hopkopplade. Vid tåg från vänster till höger, omkopplas varningssignalerna, när tåget inkommer på spårledningens yttersta ände. Skall tåget göra uppehåll å stationen fränkopplas den vänstra spårledningsdelen och varningssignalerna förändras icke till stopp, när tåget inkommer på denna del. Växling kan företagas fram till dvärgen, utan att varningssignalerna förändras. När tåget skall avgå hopkopplas spårledningsdelarna av tågklareren minst 30 sek. före avgångstiden. Efter det att signalerna visat rött sken i 30 sek. omkopplas dvärgen till kör och föraren har då kvitto på att föreskriven signal lämnats mot landsvägen, innan tåget pas-

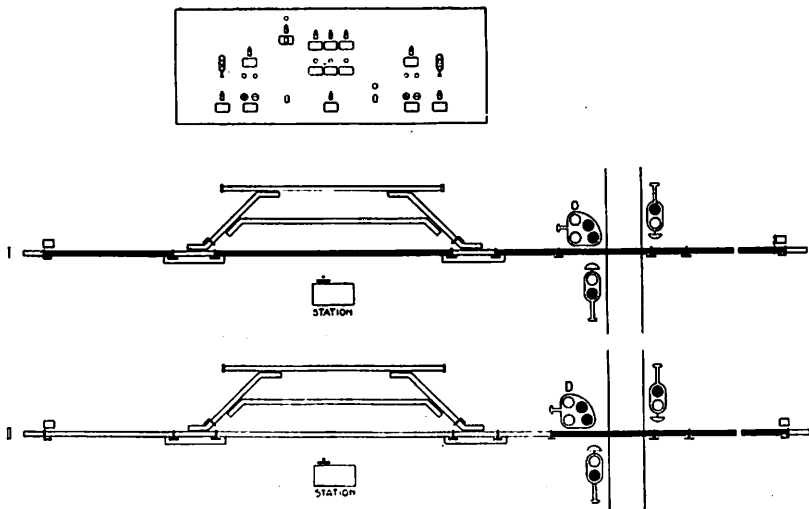


Bild 3.

serar. Skulle det vid växlingsrörelser visa sig vara nödvändigt att passera dvärgen i varsamhetsställning, omkopplas varningssignalerna till rött omedelbart efter det fordon inkommit å spårledningsdelen mellan dvärgen och vägen. Skall vägen överfaras innan de 30 sekunderna gått, får givetvis erforderlig försiktighet iakttagas.

Signalanläggningen enligt bild 3 ligger invid en station med elektriskt knappställverk. Huvudprincipen är densamma som vid föregående anläggningar med delad spårledning. Till ställverksanläggningen hörande spårledningar för växelspärning i de centralt ställbara växlarna, vilka ligga inom den ena spårledningsdelen, förbikopplas och ingå således ej i vägsignalanläggningen.

Dvärgsignalen D visar normalt stopp. När tåget inkommer på en av de yttersta spårledningarna, omkopplas varningssignalerna till rött och dvärgsignalen till varsamhet. Varsamhetssignalen kvarstår till dess att signalerna mot vägen visat stopp i 30 sek., varefter dvärgen intar körställning.

Omkastaren med tillhörande kontrollampa för hopkoppling

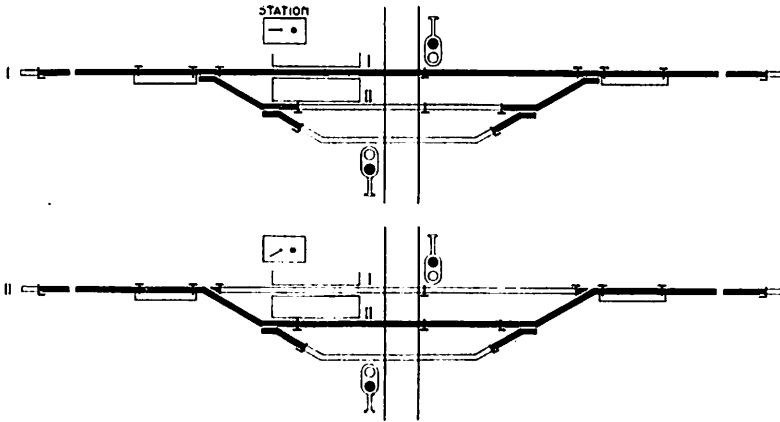


Bild 4.

av spårledningsdelarna har inmonterats å knappställverket, av vilket en skiss visas.

I anläggningen enligt bild 4 korsar landsvägen stationens spårområde invid stationshuset. Spåren I och II äro tågspår, varför varningssignalerna skola träda i funktion för tåg å vilket som helst av de nämnda spåren och även vid tågmöte å stationen. Medelst växelkontakter anslutna till skiljeväxlarna inkopplas det ena eller andra plattformsspåret. Stationen är försedd med mek. ställverksanläggning och de centralt ställbara skiljeväxlarna med elektr. växelspärrear. Till dem hörande kort spårledning framför varje växel ingår i spårledningssystemet för vägsignalanläggningen för att få kontinuitet i anläggningens funktion även vid trafik med rälsbussar.

I denna anläggning, bild 5, ingå anordningar vid tre vägövergångar. Endast spår I är försett med spårledningar. Övergångarna ligga så nära varandra att mellanliggande spårledningar bliva gemensamma. Vid tåg från vänster omkopplas varningssignalerna vid övergångar a och b samtidigt som tåget inkommer på den yttersta spårledningen och signalerna vid övergång c, när tågets första hjulpar inkommer på spårledningen mellan a och b. Varningssignalerna upphöra allt efter det tåget passerat resp. övergång. Vid längre tåguppehåll och växling

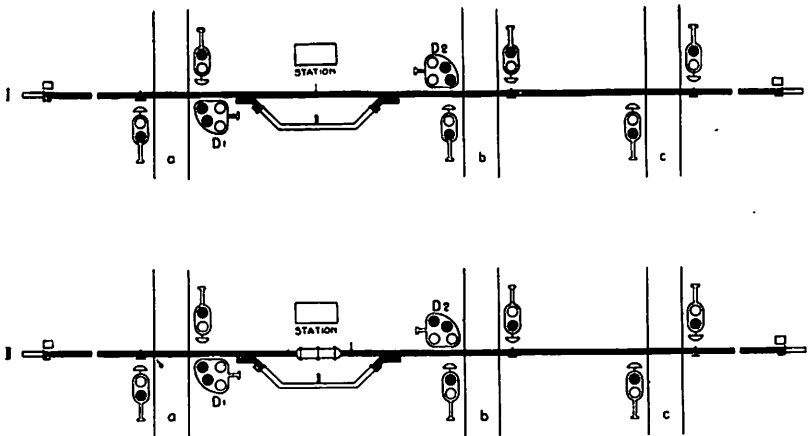


Bild 5.

urkopplas spårledningen mellan a och b medelst en omkastare vid stationshuset. En intill omkastaren placerad kontrollampa anger om urkoppling har gjorts eller ej. För att förhindra, att varningssignal gives vid övergång, som tåget redan passerat, när inkoppling av spårledningsdelen ånyo sker, har använts tidströmställare, en för vardera tågriktningen. Medelst dessa tidströmställare förhindras givande av varningssignaler vid övergångar bakom tåget under c:a 4 min. vilken tid är tillräcklig för att det avgående tåget skall hava hunnit lämna spårledningarna. Efter det nämnda tid gått fungerar anläggningen åter helt automatiskt för nästa tåg. Utfartsdvärgarna  $D_1$  och  $D_2$ , visa normalt stopp för att omställas till kör efter det tillhörande varningssignaler vid övergångarna visat stopp i 30 sek. Vid förut angiven inkoppling av tidströmställaren ställes den bakom tåget varande dvärgen på stopp.

Såsom redan framhållits äro samtliga nämnda typer av anläggningar så utförda, att de kunna användas å stationer där obehåkad körning förekommer. Till sist en anläggningstyp som kommit till användning vid station där bevakning ständigt finnes.

Bild 6 visar spårsystemet i den del av stationen, där övergången är belägen. Längden av spårledningen mellan övergången



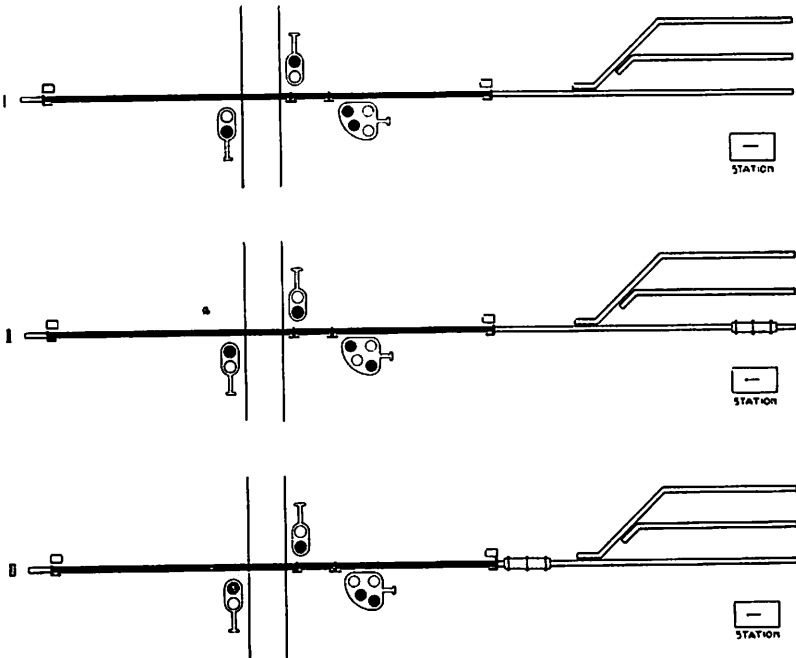


Bild 6.

gen och stationen har begränsats så, att varningssignalerna vid växlingsrörelser å stationen ej onödigtvis skola inkopplas. Som kontrollsignal mot föraren har en dvärgsignal anordnats. Dvärgsignalen visar normalt stopp. Vid utgående tåg omkopplas varningssignalerna av tågklararen medelst en tryckknapp, uppsatt invid ställverket å plattformen. Härvid omställas dvär-gen till att visa varsamhet. När varningssignalerna vid vägen visat stopp i 30 sek. omställas dvär-gen till kör. Det utgående tåget övertar tryckknappens funktion när det inkommer på spårledningen och anläggningen fungerar därefter helt automa-tiskt. För ingående tåg fungerar anläggningen helt automa-tiskt och dvärgsignalen kvarstår i stopp för denna körriktning.

I de nämnda anläggningarna har såsom kontrollsignal mot tåget angivits dvärgsignal. Det är givetvis intet som hindrar att använda färgljussignal.

Detta var några få exempel på anläggningstyper. Variationer förekomma, enär anläggningen givetvis skall anpassas efter de lokala förhållandena för att uppfylla de önskemål, som trafiken fordrar. I regel torde emellertid några svårigheter att uppfylla dessa önskemål ej förefinnas.

## Rullande materiel från NOHAB till den Transiranska järnvägen

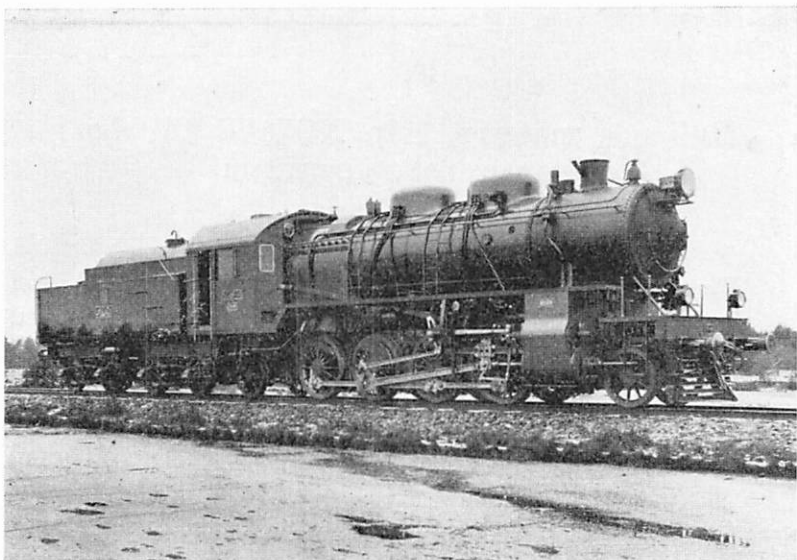
*av överingenjören Bengt Sjölin.*

När frågan om anskaffning av rullande materiel till Iran på allvar aktualiserades hade Iranska Kompaniet arbetat med sin inköpsorganisation i 4 år och naturligtvis under denna tid på bästa sätt sökt förbereda kommande leveranser. Genom samarbete mellan Iranska Kompaniet och från Nohab utsända representanter kommo i december 1934 förhandlingar till stånd i en särskild regeringskommission, som hade i uppdrag att granska de av Nohab framlagda förslagen. Dessa förhandlingar resulterade den 30 januari 1935 i den stora beställningen hos Nohab på c:a 5.5 millioner kronor och möjliggjordes uteslutande genom varubytesavtalet mellan Iranska regeringen och Iranska Kompaniet.

I sammanhang kanske kan nämnas, att på grund av nya handelspolitiska omständigheter ifrågavarande avtal icke förnyats i sin gamla form utan ersatts med ett nytt, varvid samtidigt rörelsen övertagits av ett nytt bolag, Irano-Swedish Company Ltd., däri Kooperativa Förbundet, Bofors och Nohab äro delägare.

Beställningen omfattade följande rullande materiel:

- 12 st. lokomotiv
- 2 st. dieselektriska motorvagnar
- 1 st. roterande snöplog
- 1 st. vingsnöplog
- 1 st. kranvagn
- 20 st. rälsvagnar
- 120 st. ballastvagnar
- 2 st. vattentankvagnar
- 60 st. lågsidiga godsvagnar



*Bild 1.*

7 st. personvagnar, därav en salongsvagn för ministrar och deputerade samt en inspektionsvagn för järnvägsbefälet.

Förut hade under år 1934 enligt ett specialkontrakt levererats en salongsvagn för H. M. Shahan.

### **Lokomotiven.**

Vi hade ursprungligen tänkt oss att B. J. 2-8-0 kopplade 3-cyl. lok litt. M3s skulle bli lämplig, men det visade sig under regeringskommissionens arbete att de iranska ingenjörerna i denna hade en ganska bestämd ängslan för ett så högt skenstryck som 18 ton. Och detta ehuru vi påvisade att banöverbyggnaden mycket väl tålde ett dylikt skenstryck. Mer än 15 ton ville vederbörande inte ha, och det var endast att rätta sig därefter och göra upp ett nytt lokförslag. Men då ångpannan inte gärna kunde minskas och sålunda inte heller totalvikten måste loket förses med ytterligare ett hjulpar varigenom resultatet blev en 2-8-2 kopplad loktyp, bild 1. I förbigående kan jag

nämna, att den nya tekniska ledningen vid Iranska järnvägen förutsätter att nya lok skola ha ett skentryck pr axel av 17 à 18 ton, såsom vi från början föreslogo. Vi voro emellertid så förutseende att vi i de yttre fjäderbalanserna anordnade två olika hål för balansbulten. Det ena läget svarande mot 15 tons skentryck, det andra mot 16,25. Längre vågade vi vid den tidpunkten inte gå. Då dragkraften är 15 ton räknad efter den vanliga

formeln  $\frac{1,5 \cdot 0,65 p d^2 l}{D}$  är det tydligt att en adhesionsvikt av

60 ton är bra litet vid ogynnsamma väderleksförhållanden, varför en ökning av adhesionsvikten till 65 ton naturligtvis var

välkommen. Adhensionskoefficienten blir då  $\frac{1}{4,33}$  eller decimalbråk 0,23, vilket värde för 3-cyl. lok måste anses vara bra.

Som jämförelse kan nämnas, att B. J. M3s har  $\frac{1}{4,47}$  och N. H.

J. 4-8-0 kopplade lok  $\frac{1}{4,27}$

Det är nu snart 25 år sedan Nohab utförde sina första 3-cylinderlok. Det var för övrigt på intiativ från Trafikaktiebolaget Grängesberg-Oxelösunds Jvgr. Jag förmodar det var Maskindirektör Johnson, som var primus motor. I England hade då redan 3-cylinderlok kommit till användning men knappast i Tyskland tror jag. Sedan den tiden har Nohab gjort ett flertal 3-cylindriga loktyper. Utom förut nämnda en 0-8-0 kopplad typ med tender och en 0-8-2 kopplad tanklokstyp till T. G. O. J. samt 2-8-2 kopplad tanklokstyp till N. B. J. Samma typ har för övrigt även N. O. J.

De första 3-cylinderloken hade maskineriet ordnat så, att de yttre cylindrarna och den inre arbetade på var sin drivaxel. På senare loktyper driver alla cylindrarna på samma axel. På Nohabloken ha vi redan från första loket haft särskild slidrörelse för var och en cylinder. Tyskarna hade däremot kombinerat den inre cylinderns slidrörelse med den ena yttre cylinderns rörelse, vilket måste betecknas som en stor nackdel på grund av den ganska betydande dödgång som uppkommer i

alla de länkar som erfordrades för kombinationen. Jag undrar också om det icke var de dåliga erfarenheterna därav som gjorde att tyskarna vid enhetslokens skapande frångick 3-cylinder-systemet och nöjde sig med 2 cylindrar. Numera synes dock tyskarna återigen börja med 3-cyl. Vid London North-Eastern Railway finnes icke mindre än över 700 st. 3-cyl. lok. Fördelarna med 3-cylinderlok med tvillingverkan har hos oss här i Sverige alltid varit uppenbar.

Här återgivas tangentialkraftsdiagram, som ger en god bild av förhållandet i detta avseende mellan 2-, 3- och 4-cylindriga lok, bild 2.

Av diagrammen synes huru relativt jämn dragkraften är för 3-cylinderlok runt ett hjulvarv och huru överraskande liten fördel jag i detta avseende vinner med 4-cylinderanordning. Jämförelsen gäller lok med tvillingssystem sålunda icke compound ens på 4-cyl. loken.

Vi se av denna bild huru tangentialkraften växlar för de olika cylinderanordningarna, dels vid 20 % fyllning och dels vid 76,5 % fyllning. Att denna ojämna fyllning valts beror på att jag utgått från en viss bestämd loktyp med denna maximifyllning. Jag har också undersökt 50 % fyllning, men för att icke göra det för vidlyftigt har jag här uteslutit dessa diagram. Av diagrammen framgår genast vilken stor fördel 3-cylinderanordningen erbjuder framför 2- och 4-cylinderanordningen. Den streckade ytan representerar olikformighetsgraden. Vid 20 % fyllning är olikformighetsgraden vid 2-, 3- och 4-cylinderanordning resp. 0,978, 0,205 och 0,767.

Vid 76,5 % fyllning blir den resp. 0,524, 0,226, 0,322.

Medeltalet av olikformighetsgraden för alla tre undersökta fyllningar blir för 2-, 3- och 4-cyl. lok resp. 0,629, 0,234 och 0,402.

Man kan också uttrycka saken på ett annat sätt som för oss lokmän måhända är mera påtagligt, nämligen i förhållandet mellan maximidragkraft och medeldragkraft. Om man för ett turbinlokomotiv med sitt fullständigt jämnt vridande moment runt hjulvarvet sätter detta förhållande till 1 skulle det för 2,

# TANGENTIALKRAFTSDIAGRAM FÖR 2-3- OCH 4-CYL. LÖK MED TVILLINGSYSTEM.

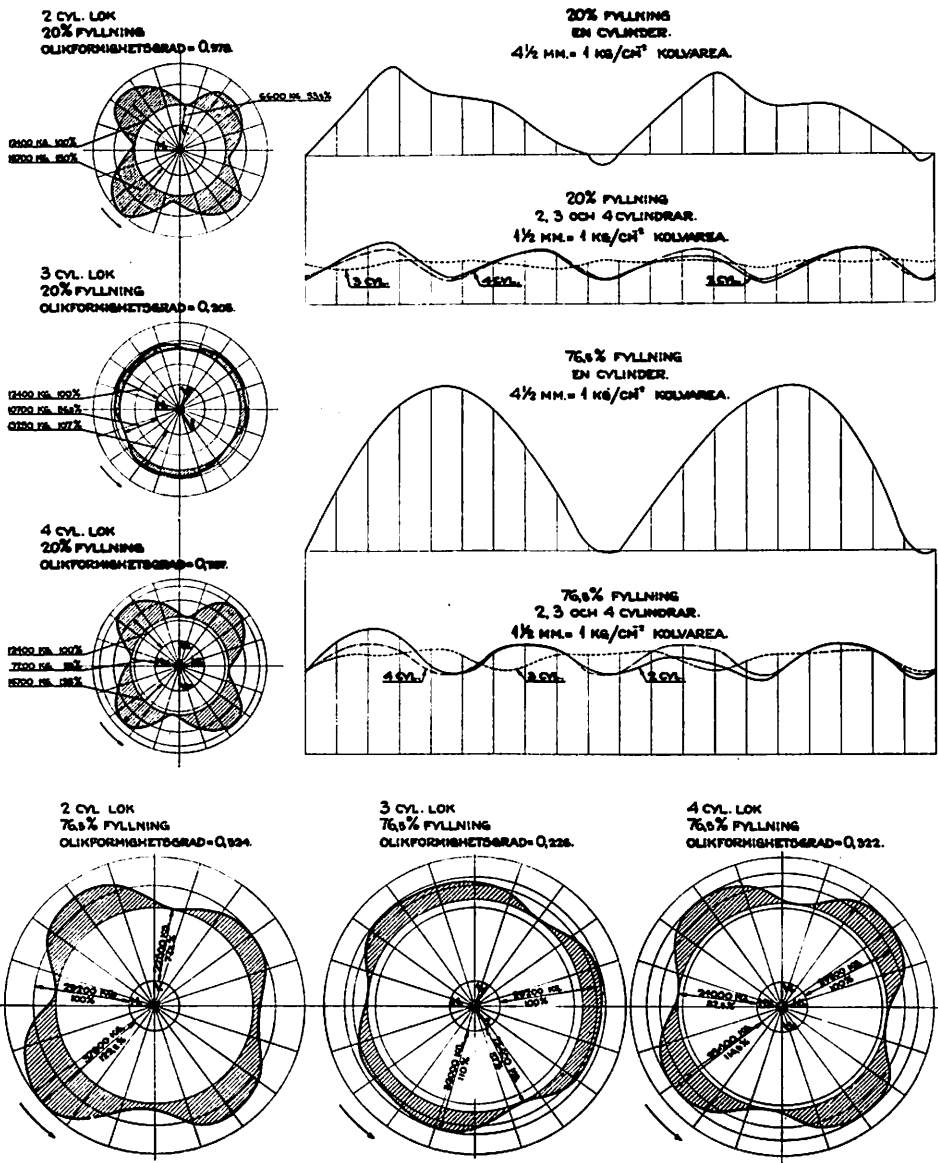


Bild 2.

3- och 4-cyl. lok med tvillingverkan bli resp. c:a 1,30, 1,10 och 1,20. Detta innebär att om man utgår från en adhesionskoefficient vid 2-cylindriga lok av 0,21 d. v. s.  $\frac{1}{4,8}$  skulle koefficienten för 3-cylindriga lok kunna vara  $0,25 = \frac{1}{4}$ , för 4-cylindriga lok  $0,227 = \frac{1}{4,4}$  och för turbinlok  $0,275 = \frac{1}{3,6}$ . Det betyder alltså att för samma adhesionsvikt å ett visst lok kan man utnyttja c:a 20 % större dragkraft med 3-cyl. lok än med 2-cyl. lok och 10 % större än med 4-cyl. lok. Turbinloket är i sin tur det 3-cyl. loket överlägset med c:a 10 %. Självklart är att dessa siffror variera något med den cylinderfyllning man kör med mest. Men de ge ändå en ganska god bild av förhållandena.

En annan fördel som 3-cyl. loken erbjuder framför de 2-cyl. loken är med avseende på de horisontala lagergångstrycken, ehuru i detta fall 4-cylinderloken äro delvis bättre.

Av följande tabell framgår de horisontala lagergångstryckens storlek approximativt i medeltal för olika antal kopplade axlar och cylinderlägen.

Antal kopplade axlar = n.

	n=1	n=2	n=3	n=4	n=5	n=6
2-cyl. inv.	0,38 P	0,54 P	0,59 P	0,62 P	0,64 P	0,65 P
2-cyl. utv.	0,72 P	0,39 P	0,28 P	0,28 P	0,19 P	0,17 P
3-cyl.	0,48 P (0,72 P <sub>1</sub> )	0,22 P (0,38 P <sub>1</sub> )	0,20 P (0,30 P <sub>1</sub> )	0,19 P (0,29 P <sub>1</sub> )	0,18 P (0,27 P <sub>1</sub> )	0,17 P (0,26 P <sub>1</sub> )
4-cyl.	0,22 P (0,44 P <sub>2</sub> )	0,14 P (0,28 P <sub>2</sub> )	0,17 P (0,34 P <sub>2</sub> )	0,20 P (0,40 P <sub>2</sub> )	0,21 P (0,44 P <sub>2</sub> )	0,24 P (0,48 P <sub>2</sub> )

P=kolvkraft pr cyl. för 2-cyl. lok, P<sub>1</sub>=för 3-cyl., P<sub>2</sub>=för 4-cyl.

Med här relaterade omständigheter som utgångspunkt kan man sammanfatta 3-cyl. anordningens fördelar framför 2-cyl. anordn. sålunda:

- 1) Bättre igångsättningsmöjlighet. Döda punkter existera egentligen inte.



- 2) Jämnare kraftfördelning under hjulvarvet och därför bättre utnyttning av adhesionsvikten, så att dragkraften kan ökas med upptill 20 % för samma adhesionsvikt.
- 3) De uppdelade kolvkrafterna reducera vertikalkomponenterna från dessa krafter på drivhjulen, vilka vid tvåcylinderanordning, särskilt om vevstakarna äro korta, kunna vara ganska stora.
- 4) Uppdelningen av kolvkrafterna skonar banan.
- 5) De horisontala lagergångstrycken bli betydligt mindre.
- 6) Lugnare gång tack vare de uppdelade kolvkrafterna. Särskilt på 2-cyl. lok med utv. cylindrar blir gången ofta mycket orolig och därigenom även mycket påfrestande för banan.
- 7) Tack vare den lugnare gången sparas också hjulflänsarna och tiden mellan hjulringssvarvningen blir längre.
- 8) På grund av de relativt små horisontala lagergångstrycken blir slitaget av loket betydligt mindre. Vid T. G. O. J. är underhållskostnaderna c:a 40 % lägre än å 2-cyl. vätånglok med inv. cylindrar.
- 9) Blästern är jämnare, varigenom ångpannan ej blir utsatt för samma hårda forcering.
- 10) Eldfaran är mindre på grund av att blästern är jämnare och ångstötarna ej så kraftiga.
- 11) Inga olägenheter betr. skötseln på grund av 3 olika maskinerier. Tiden för iordningställande för tågtjänst är lika för 2- och 3-cyl. lok (vid såväl T. G. O. J. som N. B. J.).

Vårt förslag att utföra de iranska loken som 3-cylinderlok blev föremål för en ingående behandling i den tillsatta kommissionen, varvid de här anförda synpunkterna framfördes och det beslutades, att godkänna Nohabs förslag.

Och sålunda framgick som resultat av förhandlingarna den 2-8-2 kopplade 3-cylindriga lokomotivtyp som jag nu skall berätta litet närmare om.

Lokomotivens konstruktion ansluter sig mycket nära till Nohabs senaste loktyper av denna storleksordning.

Huvuddimensionerna äro följande:

Dragkraft	$1,5 \cdot 0,65 P d^2 l$	Z kg.	15000
	D		
Cylindrar antal			3
„ diam.		d mm.	500
„ slag		l „	660
Rostyta		R m. <sup>2</sup>	4,1
Eldyta av eldstad eldberörd		He „	15,5
„ „ tuber		Ht „	149,5
„ „ total		H „	165,0
Överhettningssyta		Ö „	51
Ängtryck		p kg./cm. <sup>2</sup>	12,5
Tuber stora, antal			28
„ „ diam.		mm.	133/125
„ små antal			148
„ „ diam.		mm.	51/45,5
Överhettningsrör		„	38/31
Vattenrum i pannan		m. <sup>3</sup>	6,8
Drivhjulsdiameter		D mm.	1350
Ledare i löphjuls & tenderhjulsdiam.		„	1000
Hjulbas av lok fast = av koppl. hjul		„	4950
„ „ „ total		„	9900
„ tender total		„	5800
„ lok & tender total		„	17650
Total längd över buffers		„	20785
Lok adhesionsvikt		G kg.	65000
„ tjänstevikt		„	87700
„ materialvikt		„	80400
Tender tjänstevikt		„	52000
„ materialvikt		„	22500
„ vattenförråd		„	22500
„ bränsleförråd		„	7000
Lok och tender tjänstevikt		„	139700
„ „ „ materialvikt		„	102900
Största hastighet		km./t.	70

Loket är som förut nämnts 2-8-2 kopplat och försett med 4-axlig tender.

De initierade se genast av bilden att loket påminner mycket om de nyaste 3-cylinderloken för T. G. O. J. och B. J. för vilka B. J. lok litt H3s kan betraktas som urtypen.

Loken äro byggda med oljeeldningsanordning, ehuru de även inrättats så att de kunna eldas med kol. Vi ha sålunda medlevererat asklåda, roster o. d. för koleldning, och tendern är byggd på vanligt sätt med kolrum i vilket en särskild oljebehållare placerats.

Ehuru Iran har gott om brännolja användes dock inte denna vid nordlinjen, då oljan i så fall på grund av de långa transporterna från södra Iran skulle bli alltför dyr, utan för denna del av järnvägen köpes oljan från Ryssland. I norra Iran finnes däremot kol, men det användes inte för dessa nyare lok. Rostytan är emellertid dimensionerad för eventuell användning av detta kol som har ett värmevärde av c:a 5500 kal.

Nohab har tidigare utfört en del oljeeldade lok och hade sålunda en del erfarenheter när vi projekterade denna anläggning. När man emellertid inte känner brännoljans kvalitet måste man räkna med en del efterjusteringar på platsen, men glädjande nog funktionerade anläggningen mycket tillfredsställande och gav vid normal belastning så gott som rökfri förbränning.

Brännarna äro till antalet två och placerade bredvid varandra nedtill vid eldstadsframgaveln. De äro så inställda att oljan blåses mot eldstadens botten något framför bakgaveln och något snett åt sidorna.

Förbränningens förlopp kan observeras genom det titthål som är anbragt i eldstadsluckan. Titthålet är täckt av tvenne svängluckor av vilka den ena är försedd med glimmerfönster.

Brännarna äro av amerikansk konstruktion med oljemunstycket placerat ovanför ångutloppet. Detta senare har formen av en smal springa, vilken är justerbar. Oljan ledes till brännarna genom en för båda gemensam rörledning med självtryck från oljecisternen på tendern. På denna ledning sitter regleringskranen som oljetillförseln till brännare regleras med. Kra-

nen inställes med ett handtag som följer en tandad regleringskvadrant placerad vid eldarens plats.

Ångan till brännare för oljeatomiseringen ledes genom skilda ledningar för de båda brännarna, vardera ledningen försedd med sin regleringsventil.

Oljecisternen på tendern är invändigt försedd med en värmeslinga av kopparrör så att oljan vid behov kan hållas tillräckligt lättflytande. För samma ändamål är å oljeledningen till brännaren placerad en oljeförvärmare. Ångtillförseln till dessa uppvärmningsorgan regleras genom var sin ångventil. Dessa ventiler liksom även ångventilerna för brännarna äro monterade å ett särskilt ventilställ på pannans bakgavel vid eldarens sida. På detta ställ är också hjälpblästerventilen placerad. Ventilstället erhåller torr ånga från det egentliga ventilstället där en avstängningsventil är placerad för ångledning till oljeeldningsventilernas ställ.

Vid röskåpet är insatt en trevägskran å ångledningen till hjälpblästern för att vid lokets uppeldning kunna ansluta en ångledning till den från annat lok eller varigenom ånga tillföres såväl hjälpblästern som oljebrännare och om så behöves även uppvärmningsanordningarna för oljan.

För lufttillförseln äro luftintag försedda med luckor anordnade i eldstaden. Samtliga luckor manövreras från eldarens plats.

För att skydda eldstadsplåtarna mot den intensiva hettan samt för att accumulera värmen, då brännarna äro frånslagna, är eldstaden inv. beklädd med eldfast tegel över hela bottenplåten samt å sidorna till en höjd av c:a 500 mm.

Ångpannan är teleskopisk med en största invändig diam av 1670 mm. och en längd mellan tubplåtarna av 4600 mm. Den är konstruerad för ett tryck av 13 kg./cm.<sup>2</sup>, ehuru som arbetstryck endast användes 12,5 kg./cm.<sup>2</sup>. Den invändiga eldstaden är av koppar med en längd av 3000 mm. och bredd av 1380 mm. inv. Den relativt stora rostyten 4,1 m<sup>2</sup> motiveras av det lågvärdiga kolbränslet. Eldstadsbakgaveln är lutande. Stagningen är utförd på vanligt sätt, men balkstagen äro ersatta av

5 rader takstag med kulled. Utom med vanlig ångdom är pannan även försedd med slamavskiljare av tysk konstruktion, en synnerligen välbetänkt åtgärd med hänsyn till det ovanligt dåliga matarevattnet. Injektorerna äro 2 stycken av Friedmanns typ.

Matareventilerna äro av tysk standard. I övrigt är armburen av svensk standard: Richardsons 100 mm. säkerhetsventiler och Nordlings glasrörsställ av Nohabs tillverkning. Rikligt med tvättluckor och rensluckor. Överhettaren är som vanligt av Schmidts system. Röskåpet har ganska stora dimensioner med spetsig röskåpslucka.

Ångpannan som ligger på en höjd av 2900 mm. vilar fram till på innercylindern och är vid eldstaden uppburen vid såväl framgaveln som bakgaveln.

Maskineriet följer i allt väsentligt gängse konstruktionsprinciper. För att få vevstakar, excenterstakar och slidstänger av lämplig längd, har det tredje koppelhjulet valts som drivhjul. Det andra koppelhjulparets axel har därvid måst utföras krökt i V-form för att den inre cylindern ej skulle komma i för stor lutning. Dess lutning har också kunnat begränsas till 1:12,36 med cyl. medellinje höjd 120 mm. över drivhjulscentrum. De yttre cylindrarna ligga horisontalt men 60 mm. över koppelhjulens centrumlinje. Slidrörelsen är av Heussingers system med excenterskiva för den inre slidrörelsen. Omkastning sker för hand med skruv. Den är placerad på höger sida.

Cylindrarna äro försedda med säkerhetsventiler å cylinderlocken samt överströmningsventiler av system Winthertur å slidskåpen. Dubbla luftventiler äro dessutom anordnade å ånglådan.

Vevaxeln är utförd med snedarmar. Drivhjulens lagerboxar äro utförda av fosforbrons. Ledare- och löphjulens av stålgiutgods med lagerskålar av fosforbrons. Friedmanns smörjpump med två kamrar för resp. cylinderolja och vanlig smörjolja och med 24 st. smörjställen är uppsatt för smörjning av cylindrar och axellager ävensom gejder.

Vevstakar, koppelstänger och tvärhuvud äro försedda med Ståhlheims smörjkoppslock.

Ramverket är av vanlig konstruktion med stålgjutna stavramar och ramstag även av stålgjutgods. Avståndet mellan de kopplade hjulen är 1650 mm. alltså 300 mm. mera än hjuldiametern, vilket innebär, att ett rikligt mått erhålles för placering av bromsblock. Den fasta hjulbasen är ganska betydlig, nämligen 4950 mm., som för övrigt återfinnes på lok till såväl T. G. O. J. som H. N. J. men mellanhjulens flänsar äro avsvarvade 8 mm. (axel III & IV). Ledarehjulparet är anordnat som stjärtboggie med en sidoförskjutning av  $\pm 70$  mm. och löphjulet som radialaxel av system Adam med en sidoförskjutning av  $\pm 52$  mm. Det visade sig vid provkörningarna i Iran att gången i kurvor var för detta lok bättre än för lok av Garratt-typ, vilka som bekant äro särskilt tillkomna för att erhålla en god gång i kurvor.

Fjäderanordningen är grupperad i två system med tre hjulpar i varje system.

Sandmanövreringen sker med tryckluft. Förarehytten är sluten med rikliga ventilationsanordningar bl. a. dubbelt tak för luftcirkulation.

Tendern av B. J. konstruktion, ehuru något modifierad med hänsyn till oljecisternen varjämte boggierna även äro av en modifierad konstruktion och för övrigt identiskt lika de boggier som använts å rälsvagnarna, som av Nohab levererats till Iran.

Bromsanordningen utgöres å själva loket av ångbroms som verkar å alla kopplade hjul samt å tendern av handbroms och tryckluftbroms. Tryckluftbromsen är av Knorrs system. Utom dessa friktionsbromsar är loket även försett med mottrycksbroms av system Riggerbach.

Mottrycksbromsen verkar å lokomotivets samtliga kopplade hjul genom att lägga om slidrörelsen för motsatt körriktning, varigenom maskinen får arbeta som luftkompressor. Den användes vid gång i starka lutningar för att hålla tågets hastighet inom rimliga gränser, men lämpar sig ej för tågets fast-

bromsning. För att förhindra att rökgaser från rökskåpet inkommer i cylindrarna, när dessa arbeta som kompressorer avstänges blästerröret genom en växelventil som samtidigt öppnar väg för frisk luft. Växelventilen manövreras med ånga från förareplatsen. Genom samma manöver stänges även cylindrarnas tryckutjämningsventiler. Den i cylindrarna komprimerade luften utsläppes genom en reglerventil genom vars inställning bromsverkan regleras.

För att kompressionstemperaturen i cylindrarna ej skall bli för hög, insprutas ångpannevatten i cylindrarna genom en å panngaveln vid förareplatsen sittande reglerbar ventil. Temperaturen och trycket i cylindrarna avläses å de härför avsedda instrumenten vid förareplatsen och bromsningen regleras så att trycket ej överstiger 6 kg./cm.<sup>2</sup> och temperaturen ej 300 ° C.

Betr. lokens utförande skall ytterligare endast nämnas, att de äro utrustade med elektrisk belysning, system Pyle, hastighetsmätare system Deuta samt ångringklocka.

#### Lokens kapacitet och provkörning.

Vid beställning av loken hade föreskrivits, att loktypen skulle kunna framföra ett tåg med en vagnvikt av 400 ton i stigning 15 ‰ med en hastighet av 30 km./t. I den större stigningen på 28 ‰ skulle samma tåg framföras av lok av Garratt-typ, som skulle inköpas från England.

Den första provkörningen företogs som vanligt på Nohabs egen järnväg mest för att köra in loket och se att allt fungerar som det skall. Med det första loket företogs dessutom en provkörning till Norge för att få prova loket i största möjliga stigning. I Tistedalsbacken mellan Halden och Kornsjö förekommer en lång stigning på ca. 25 ‰ incl. kurvotstånd. I denna stigning ägde provkörningen rum, varvid en hastighet av 25 km. uppnåddes med en vagnvikt av 340 ton. Detta innebär, att den beräknade hastigheten överskreds med icke mindre än 25 %. Vid samma tillfälle drogs ett tågsätt med 137,6 tons vagnvikt uppför en stigning på 12,5 ‰ med 76 km./t. vilket även betyder en överprestation på ca. 25 %.

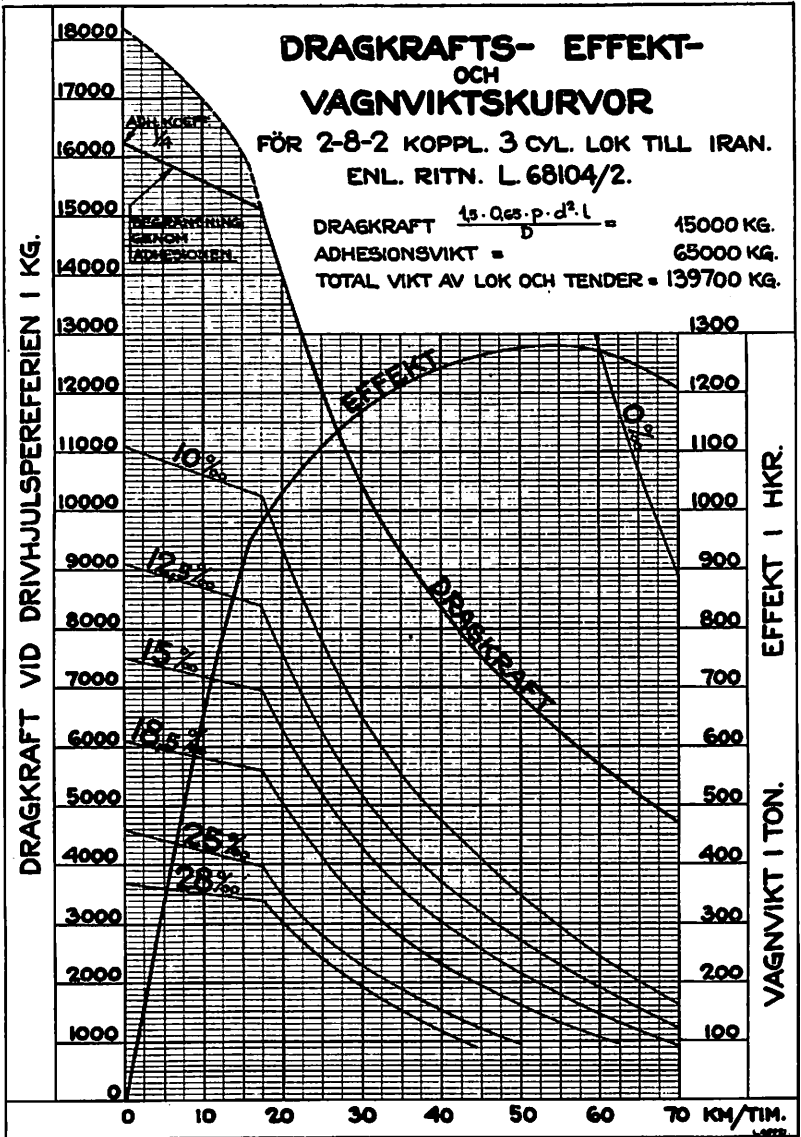


Bild 3.



I den stora stigningen fick tåget stanna och loket därefter åter sätta igång tåget, vilket skedde med gott resultat, trots slirig väderlek och trots att förhållandet mellan dragkraft och adhesionsvikt endast var  $\frac{1}{4}$ .

Vi hade därigenom fått ett utmärkt provningsresultat och kunde med fullt förtroende överlämna loken för slutlig provkörning i Iran. Där fingo loken först gå några turer i det s. k. posttåget innan en mera krävande provkörning företogs. Men först efter ett särskilt generalprov som företogs av en för ändamålet tillsatt kommission, och vari jag representerade Nohab, blevo loken definitivt godkända.

Det var i början av december 1936 detta prov företogs under ledning av järnvägens tekniska chef polacken professor Szettzott. Övriga medlemmar i provningskommissionen voro chefen för Nordlinjen dansken direktör Park samt verkstadsingenjören vid järnvägsverkstäderna i Bender-Chah, engelsmannen Major.

Som förut nämnts voro Nohab-loken avsedda för den mindre rampen, men eftersom Garratt-loken ej voro levererade, när järnvägen över den stora rampen öppnades för trafik, måste Nohabloken användas även där, ehuru vagnvikten då naturligtvis fick minskas till ungefär hälften mot vagnvikten i den mindre rampen, allt i enlighet med det dragkraftsdiagram, som vi bifogat lokspekifikationen, bild 3.

Den 5 dec. avgick provtåget med 400 ton vagnvikt från stationen Sari. Tåget framfördes i stigning  $15 \text{ } \frac{0}{100}$  med en hastighet av 36,5 km./t. i stället för enligt programmet med 30 km./t., alltså ca. 21 % större hastighet än utlovat.

För den större rampen  $28 \text{ } \frac{0}{100}$  som förekommer i följd på en bansträcka av 67 km., alltså nära nog avståndet mellan Göteborg och Trollhättan med en höjdskillnad av 1550 m. framfördes en vagnvikt av 200 ton med hastighet enl. diagrammet.

Det var särskilt två omständigheter, som gjorde provkörningen så krävande, dels det synnerligen dåliga matarevattnet och dels den för sandning mycket olämpliga sanden.

Vattnet var dels mycket hårt och dels mycket lerhaltigt.

Matarevattnet verkade faktiskt som en ganska tjock lervälling, vilket på helt kort tid fullständigt slammat igen domen, så att knappast något vatten kunde leta sig in i pannan och inne i pannan var också fullt med lerslamm.

Sanden som stod till buds vid min ankomst till Iran var också mycket olämplig för sitt ändamål. Den bestod till stor del av lera och kalksten, varför den mera verkade smörjmedel än friktionsmedel. Verklig kvartssand visade sig mycket svår att uppbringa, men efter åtskilliga ansträngningar gick det att få fram något så när lämplig sand, ehuru den ingalunda kan jämföras med den sand vi äro vana vid.

Det är tydligt, att mycket hänger på sanden, när så betydande stigningar förekomma i så stor utsträckning utan egentligt avbrott och med en massa tunnlar, där fukt besvärar ganska betydligt.

Provkörningen klarades emellertid med mycket gott resultat utan egentlig slirning. Tåget stoppades också i 28 ‰ stigningen så att vi fingo pröva lokets igångsättningsmöjligheter i denna stora stigning, och det blev en utomordentligt förnämlig start. Därigenom bevisades också 3-cylindersystemets förnämliga egenskaper i synnerhet i belysning av det försök som Garrattloket gjorde i samma stigning men gick bet på. Det fick nämligen halvera sitt tåg trots att det icke var på mer än 300 ton.

### **Specialvagnar.**

Roterande snöplog, vingsnöplog, kranvagn och tankvagnar äro av gängse svenska typer.

### **Godsvagnar.**

De levererade godsvagnarna äro av fyra olika huvudtyper nämligen:

- 2-axlig täckt godsvagn,
- 2-axlig lågsidig godsvagn,
- 2-axlig ballastvagn,
- 4-axlig rälsvagn.

Samtliga 60 st. täckta godsvagnar voro bromsvagnar med

Godsvagnarnas huvuddata äro följande:

Vagnstyp	Hjulbas	Längd över buffert	Vagnvikt	Last- kapacitet max.	Golvnya	Lastrum
	mm.	mm.	kg.	ton	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>
2-axl. täckt vagn m. handbroms	4500	9800	11050	17,5	21,47	46,15
2-axl. tankvagn m. broms .....	4500	9800	12600	20	—	20
2-axl. lågs. vagn utan broms ...	4500	9100	7850	17,5	21,61	10,8
” ” ” med broms ...	4500	9800	9800	17,5	21,61	10,8
” ballastvagn utan broms...	4500	9100	10400	17,5	—	11,5
” ” med broms...	4500	9100	11725	17,5	—	11,5
4-axl. rälsvagn ” ”	10400	15600	21000	35	36,09	—

handbroms, men icke med tryckluftbroms. Övriga 2-axliga vagnstyper utfördes såväl utan som med broms. Bromsvagnarna utrustades med såväl handbroms som tryckluftbroms av system Hikgl, ävensom med bromsregulator.

Alla rälsvagnarna äro försedda med handbroms, tryckluftbroms system Hikgl samt bromsregulator.

Vagnarna äro icke på något sätt säregna mer än möjligen ballastvagnarna, som torde kunna betecknas som Nohabs originalkonstruktion, ehuru den naturligtvis i princip ansluter sig till gängse konstruktioner.

Samtliga 2-axliga vagnar ha samma hjulbas, 4,5 meter.

Detta gäller även ballastvagnen, men vagnskorgen är väsentligt kortare för att ej få för stor last. Det ansågs nämligen lämpligt att även denna vagnstyp fick samma dimensioner av underredet, då det antogs, att vagnskorgarna skulle vara slut, när ballastarbetena vid järnvägen slutförts och vagnarna då borde kunna ombyggas till ordinära godsvagnar.

Den spekulationen torde emellertid icke komma att slå in. Vagnarna äro nämligen synnerligen gediget konstruerade med hela botten i vagnskorgen av plåt och endast sidor och gavlar av trä. Dessutom hade jag tillfälle att se att ballastvagnarna i

stor utsträckning användes för bettransporter och hörde, att vederbörande voro särdeles förtjusta i denna vagnstyp.

Vagnsdetaljerna ansluta sig i stor utsträckning till tysk standard. Hjuldiametern är 1000 mm. Rälsvagnarna äro av tysk typ i likhet med förut av Nohab levererade rälsvagnarna till Turkiet, men boggierna äro av svensk diamondtyp med 1000 mm. hjul. Boggiehjulbasen är 1900 mm. och avståndet mellan boggicentra 8500. Samtliga godsvagnar ha liksom loken hyls-buffertar.

### **Personvagnar.**

Samtliga personvagnar äro utförda som stålvagnar. De egentliga personvagnarna som boggivagnar och en mindre inspektionsvagn som 2-axlig länkaxelvagn.

Bland de första bör främst nämnas den salongsvagn till Hans Majestät Schahen som levererades redan sommaren 1934. Vidare den salongsvagn för ministrar och deputerade, vilken kallas Pullmanvagn därför att den utom en salong endast innehåller sovkupéer.

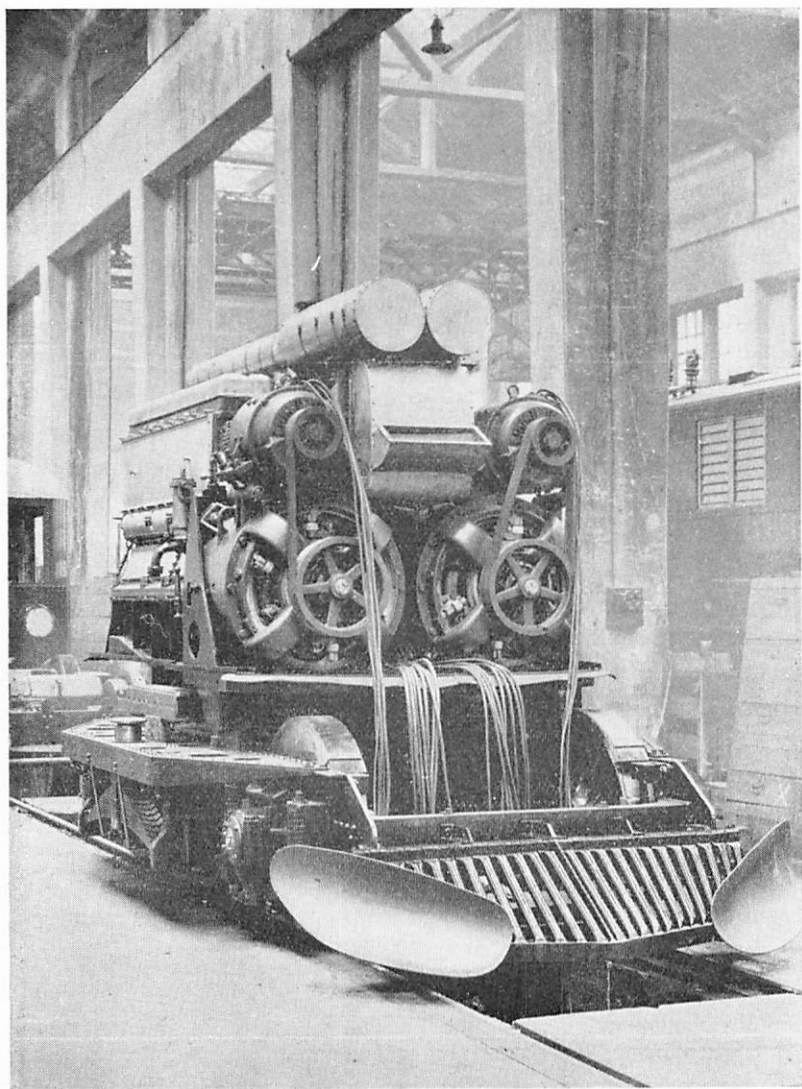
Shahens vagn har förut beskrivits i förbundets rapport-häfte.

Av de övriga 5 boggievagnarna äro två 3-klassvagnar med endast två stora kupéer och tre 1 och 2 kl. komb. personvagnar med 2 st. 1 kl. kupéer med 8 sittplatser och 5 st. 2 kl. kupéer med 30 sittplatser.

Pullmanvagnen är inredd med en stor salong med konselj-bord och 11 st. fåtöljer samt en soffa. En mera inventiös sovkupé för ministerpresidenten och 4 st. vanliga dubbla sovkupéer.

All inredning är utförd enligt Svenska Statsbanornas bestämmelser i samtliga vagnar.

De båda salongsvagnarna ha en total längd över buffers av 21000 mm. och de 7 ordinära personvagnarna en längd av 19000 mm. Vagnarna äro byggda för transitoprofil med 2870 mm. bredd. Boggierna ha en hjulbas av 3000 mm. och äro utförda av B. J. nya typ.



*Bild 4.*

De olika vagnarna ha följande vikter:

Schahens salongsvagn .....	46800 kg.
Pullmanvagnen .....	45000 „
II klass vagnen .....	40300 „
III „ „ .....	38200 „

**Inspektionsvagnen** har en hjulbas av 6,5 meter och en längd över buffers av 12,3 m. Den är inredd med ett större arbetsrum samt två sovkupéer med vardera två bäddar. I arbetsrummet finnes även två bäddar, så att inalles finns det 6 st. liggplatser av II kl. karaktär, vartill kommer ytterligare 2 st. för tjänstepersonal. Vidare finnas kök och toilett.

**Motorvagnarna** äro utförda som boggiévagnar med en längd av 21 m. över bufferterna. Den ena boggien uppbär de på en gemensam ram monterade två dieselgeneratoraggregaten, bild 4, och har med hänsyn till axeltrycket måst utföras treaxlig. I den andra boggien, som är tvåaxlig, äro banmotorerna monterade, bild 5. Vagnens totala vikt är ca. 76 ton.

Vagnen har i bägge ändar förarehytt, vardera utrustad med de för startning och drift av dieselmotorerna och körning av vagnen erforderliga manöver- och kontrollorganen. För dieselgeneratoraggregaten är avdelat ett maskinrum, som medelst dörrar står i direkt förbindelse med närmast liggande förarehytt. På andra sidan maskinrummet är inrett ett resgodsrum. Närmast resgodsrummet följer på vagnens ena sida en tjänstekupé med två över varandra placerade liggplatser i vagnens längdriktning. Bredvid tjänstekupén finns ett toaletterum. Resterande del av vagnen upptages av passagerarekupén, inredd som 3:dje klass med 49 sittplatser. Passagerarekupén skiljs från tjänstekupén och toaletterummet genom en instigningsvestibul.

Vid dimensioneringen av maskineriet måste hänsyn tagas till de speciellt svåra driftförhållandena på den Transiranska järnvägen. Stigningarna äro långa och skarpa, den svåraste har en längd av 67 km. med en medelstigning av ca. 28 ‰. Då härtill kommer, att man under sommarmånaderna måste räkna

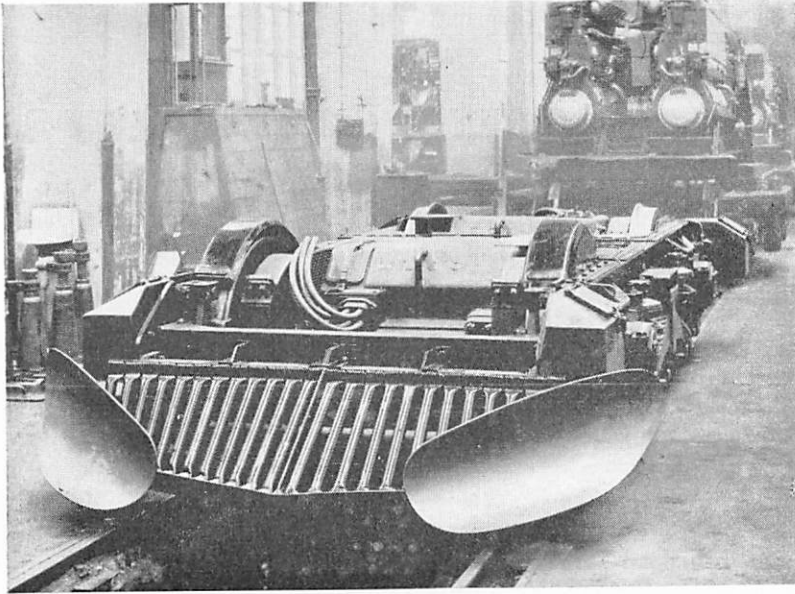


Bild 5.

med en lufttemperatur på 55—60° C på de lägre belägna sträckorna och 40° C på 2100 m. ö. h. har det blivit nödvändigt att dimensionera maskineriet avsevärt rikligare än vad fallet skulle blivit för sådana terräng- och klimatförhållanden som råda exempelvis i Sverige. För att kunna framföra en tågsvikt av 165 ton med den begärda hastigheten 26 km./h. i ovannämnda stigning måste sålunda dieselmotorerna på 2100 m. ö. h. utveckla sammanlagt 660 hk., vilket betyder, att deras dimensioner motsvara en effekt av ca. 800 hk. vid havsytan. Kylarna för dieselmotorerna bli helt naturligt också stora vid så hög omgivningstemperatur, vilket även gäller hela det elektriska maskineriet.

Några värden på vagnens dragkraftegenskaper kan anföras:

Maximal dragkraft vid start upp till 15	
km./h. ....	8000 kg.
Kontinuerlig dragkraft .....	5250 „

Hastighet vid denna dragkraft .....	26 km./h
Maximal hastighet .....	70 „
Dragkraft vid denna hastighet .....	1750 kg.

Den maskinella utrustningen i vagnen består i huvudsak av:

Drivmaskineri, omfattande tvenne dieselmotorer med direktkopplade generatorer, som mata var sin banmotor.

Hjälpmaskineri omfattande matare samt motorer för drift av kompressor, fläktar och belysningsomformare.

Manöver- och kontrollutrustning.

Batteri.

De bredvid varandra uppställda dieselmotorerna äro av Burmeister & Wains typ DM 815 VL-25, 2-takt, 8-cylindriga, vardera utvecklande kontinuerligt 330 hk. vid 1100 r/m å 2100 m. ö. h. den högst belägna sträckan av banan. Dieselmotorernas regulatorer äro anordnade så, att de medelst elektropneumatiskt manövrerade ventiler omställas för ett lägre dieselmotorvarvtal 800 r/m, vilket användes då man icke behöver taga ut full effekt av motorerna, eller för 450 r/m, tomgångsvarvtal, vilket användes då enbart batteriladdning, men ingen körning av vagnen, önskas.

Till vardera dieselmotorn är direktkopplad en generator, som medelst texropetransmission driver den på generatormonterade mataren. Varje generator matar sin banmotor. Generatorns magnetiseringsström erhålles från motsvarande matare, som dessutom lämnar ström för batteriladdning och belysning, samt drift av hjälpmaskineri.

Banmotorerna, såsom nämnts matade från var sin generator, äro axelupphängda som för spårvagnar, kapslade och anordnade för forcerad kylning från separat fläktaggregat. De driva var sin axel medelst dubbelsidiga kuggväxlar med snedskurna kuggar. Kuggringarna äro monterade direkt på de här för särskilt utbildade hjulcentra.

Det elektriska maskineriet, helt levererat av Asea, arbetar enligt system Asea-Åkerman med regulatormotor, vilket system bl. a. kännetecknas av att föraren inom ramen för diesel-



motorernas maximalt tillåtna belastning kan inställa effekten efter det föreliggande behovet, oberoende av tågets hastighet samt att han på sista kontrollerläget automatiskt erhåller full effekt, likaledes oberoende av tågets hastighet. Vidare karakteriseras systemet av att dieselmotorernas regulatorer äro försedda med en mekanisk anordning för begränsning av bränsleinsprutningen, varigenom förhindras, att dieselmotorerna kunna överbelastas, huru än föraren manövrerar kontrollern.

Dieselmotorerna startas medelst generatorerna, som för startning inkopplas på batteriet och då arbeta som seriemotorer. Inkopplingen sker medelst startkopplare från vilkendera förarehytten som helst. Sedan dieselmotorerna uppstartats, gå de med sitt tomgångsvarvtal 450 r/m och batteriladdning äger rum. Då kontrollern föres till läge 1 sätter vagnen igång och dieselmotorerna gå upp i sitt första arbetsvarvtal, 800 r/m, på vilket de arbeta t. o. m. läge 5. Vid reglering från läge 1 till 5 kopplas stegvis motstånd ur generatorns magnetiseringskrets och generatorspänningen stiger för varje steg, varigenom också den uttagna effekten ökar. Då kontrollern föres till läge 6 gå dieselmotorerna upp i sitt högsta arbetsvarvtal 1100 r/m och däremot svarande effektökning erhålles. Å läge 7 inkopplas regulatormotorerna s. k. elasticitetslindning och full effekt erhålles automatiskt, oberoende av tågets hastighet. Föraren behöver sålunda icke på kontrollinstrument eller dylika övervaka, att han tar ut full effekt ej heller behöver han vara orolig för att maskineriet skall överbelastas.

De för manövrering erforderliga kontaktorer och reläerna äro sammanförda i ett apparatskåp, placerat i resgodsrummet. Skåpet är försett med dörrar på frontväggen och ena gaveln, så att samtliga apparater äro lätt tillgängliga för översyn och revision.

I taket och sträckande sig över konduktörsrum och toaletterum, resgodsrum och delvis maskinrum, ligga kylarna för dieselmotorerna. Kylarna ha tre fläktaggregat à 43000 m<sup>3</sup> luft pr timme, drivna av elektriska motorer. De två fläktarna äro kopplade en till vardera mataren så att fläktaggregatet sätter

igång samtidigt med respektive dieselmotor. Det tredje fläkt-aggregatet, gemensamt för bägge dieselmotorerna, inkopplas när kylvattentemperaturen uppnår ett visst värde.

För bromsning, sandning, vissling och manövrering av en del av de större kontaktorerna jämte fram- och backkopplaren användes tryckluft, som erhålles dels från dieselmotorerna direkt drivna kompressorer med en kapacitet av ca. 1280 liter fri luft per minut och dels från ett elektromotordrivet kompressor-aggregat på 1250 l/min. slagvolym, 8 atö, upphängt under vagnsgolvet.

Från en motorgenerator 1,5 kW. ävenledes upphängd under vagnen, erhålles elektrisk energi med konstant spänning för belysning och manöverström.

För ventilering av banmotorerna finnes ett fläktaggregat uppställt i en avbalkning i resgodsrummet. Körning av vagnen är icke möjligt med mindre än att kontaktorn till fläktmotorn är inslagen.

Batteriet, som användes för startning av dieselmotorerna, och vid stillastående maskineri för drift av kompressor, för belysning m. m. är på 140 Ah, 110 volt, normal urladdnings-spänning och består av 90 celler. Det är monterat i väl ventilerade lådor, upphängda under vagnen.

Vagnarna äro anordnade för multipelkoppling så att bägge vagnarna hopkopplade kunna köras från en och samma förarhytt. Dieselmotorerna startas från den ena vagnen, men körningen, d. v. s. effektregeringen, sandning, etc. för bägge vagnarna skötes från en förarehytt på samma sätt som om vagnen gick ensam.

Anordningar till skydd för maskineriet äro införda så att dieselmotorerna stanna vid för lågt vatten- eller smörjoljetryck eller för hög vattentemperatur, kraften slås ifrån vid för hög ström på banmotorerna, minskas vid inträffande slirning och i alla dessa fall erhåller föraren ljussignal. Föraren måste under körning hålla ett s. k. dödmansgrepphandtag på kontrollerveven nedtryckt; släpper han detta, slås drivkraften ifrån och efter viss tid (0—15 sek.) träder nödbromsen i funktion.

Vagnen har elektrisk belysning och i passagerarekupén finnes två takfläktar.

Uppvärmningen sker medelst en kokseldad värmepanna, upphängd under vagnsgolvet.

## Värmespänningar i samband med svetsning

*av ingenjören vid ESAB Sture Lundgren.*

Vid diskussioner om sätt och former för utförande av svetsade konstruktioner framföres ofta den anmärkningen, att huru bra och fördelaktig svetsningen än är så finns dock kvar en nackdel — svetsspänningarna. Farhågorna härför äro i de flesta fall onödigt överdrivna och det kan därför vara av intresse att i någon mån klarlägga de förhållanden vartill hänsyn måste tagas vid bedömandet av hithörande frågor.

Överhuvudtaget existerar inget material eller någon konstruktion utan spänningar. Antingen finnas sådana inbyggda i materialet eller konstruktionen som en följd av tillverkningssättet redan från tillblivelsen eller också sörjer den funktion konstruktionen har att fylla för att sådana sedermera komma till.

Så gott som allt material som framställes med hjälp av värmebehandling måste ofrånkomligt bland andra egenskaper även ha den, att spänningar av något slag finnas tillstädes. Även kallbearbetat material har som följd av bearbetningen spänningar kvarvarande. Som exempel härpå kunna vi ta en komprimerad axel hos vilken de yttre materialskikten genom bearbetningen sammanklämts, varigenom spänningar s. a. s. inympats i materialet. Upptages ett kilspår på en sådan axel kastar den sig i regel, därför att de spänningar som finnas inbyggda på kilspårets plats försvinna vid spårets framställning men de diametralt motsatta generatrisernas tryckspänningar finnas kvar utan någon motsvarighet mitt emot. Dessa tryckspänningar få sålunda en kraftövervikt och denna resulterar i kastning. I föreliggande exempel ha spänningarna visserligen icke uppkommit på samma sätt som vid svetsning eller annan värmebehandling men få samma verkan som följd.

De i plåt och fasonjárn genom tillverkningssättet införda spänningarna kunna vid svetsningen som en följd av uppvärm-

ningen utlösas och eventuellt medföra kastningar men i regel bereder detta förhållande inga särskilda svårigheter praktiskt taget. Vida besvärligare äro de nya spänningar som äro en direkt följd av den uppvärmning och avkyllning vilken undantagslöst är förbunden med svetsningsförfarandet.

Inpassas noggrannt i kallt tillstånd en stångformad kropp mellan de motstående ytorna på kropparna a och b, fig. 1, vilka sinsemellan antagas orubbliga och stången därefter uppvärms såsom antydes i fig., strävar materialet att utvidga sig i alla riktningar. I längdled kan detta icke ske varför stången stukas och tvärsnittet växer vid uppvärmningsstället. Under avkyllningen krymper materialet i alla riktningar och efter kallnandet är stången sålunda kortare än förut. Hade stången varit infäst i kropparna a och b skulle resultatet blivit uppkomsten av dragspänningar i stångriktningen mellan a och b. Om stången haft en relativt klen tvärsektion kunde uppvärmningen resulterat i en krökning som följd av stukningen och därefter liksom i föregående fall i en efterföljande förkortning resp. dragning mellan a och b.

Vi ta som ett annat exempel en platta, fig. 2, i vars mitt ett koncentrerat parti upphettas till smältning. Då det uppvärmda partiet uppsträvar att utvidga sig i alla riktningar, sålunda även i plattans plan men detta senare på grund av plattans styvhet ej kan ske, kommer det varma materialet att utvidgas huvudsakligast åt det håll minsta motståndet möter, sålunda vinkelrätt mot plattans huvudplan. Följden blir en utbuktning. Då materialet åter får svalna har man som resultat ett stjärnformigt eller om plattan är relativt tjock ett mer eller mindre utbildat sfäriskt-radiellt system av dragpåkänningar.

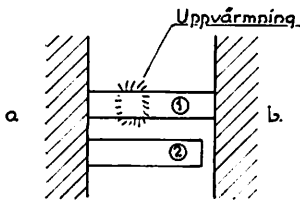
I ordinärt material såsom mjukt stål o. d. skulle de utvidgnings- och krympspänningar som exemplifierats i det föregående, ehuru ganska betydande, icke bereda några större praktiska svårigheter, vilket dock lätt kan bli fallet vid material med liten sträckhållfasthet såsom t. ex. tackjärn där man får räkna med stora möjligheter för materialbrott. Under uppvärmningsperioden ligger sannolikheten härför mestadels i nå-

got parti utanför uppvärmnings- eller svetsstället, medan under och efter avkylningsperioden materialbrott lika lätt kan uppträda även vid platsen för den största uppvärmningen beroende på arbetsstyckets utformning.

Helvalsade balkar med tjocka flänsar och i förhållande därtill relativt tunnå liv ha ofta så stora spänningar kvarsittande efter nedkylningen att dessa i värde gå upp till och även överskrida materialets sträckgräns. Ett för ögat synligt bevis härpå äro de avflagringsfigurer som ofta äro tillfinnandes på balkar vid övergången mellan liv och fläns. I koncentrisk halv-cirklar med medelpunkten i hålkälen har glödskalet lossnat på livytan som en följd av materialets kallflytning. Aldrig torde emellertid detta förhållande orsakat något överdrivet intresse hos vare sig konstruktörer eller kontrollerande organ i samband med valsade balkars användning i t. ex. husbyggnader, ramar till järnvägsvagnar eller andra liknande konstruktioner. Även om i svetsade balkar krympspänningar i värde liggande i närheten av materialets sträckgräns kunna uppträda förefinnes ingen anledning att fästa större vikt vid dessa än vid motsvarande spänningar hos valsade sektioner.

Vid skärning med syrgaslåga från ändan i livet på valsade balkar gör man ibland den erfarenheten att balken plötsligt och med stor kraft kan spricka längs hela livet. Den utlösande orsaken s. a. s. är uppvärmningen och därmed sammanhängande utvidgning vid snittstället, fig. 4. Hade balken från början varit spänningsfri skulle materialet haft tillräcklig motståndsförmåga mot utvidgningspåkänningarna och sprickan skulle i varje fall ej fortsatt längs livet utan stoppat någonstans där krafterna kommit i jämvikt.

Då balken kallnade efter valsningen kom livet till sina slutliga rymdmått tidigare än den tjocka flänsen. Den måste finna sig i att stelna med sina intill livet liggande partier inlåsta på en större längd än som skulle varit fallet om dessa partier så att säga ej varit fastklistrade vid livet. I flänsen sitter sålunda en hämmad kraft i längdriktningen som hålles i tukt av motsvarande krafter i angränsande livpartier och motstående fläns.



- ① Före och under uppvärmn.  
② Efter avkylning.

Fig. 1

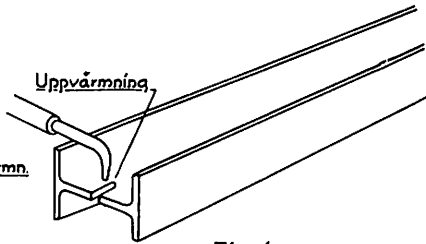


Fig. 4

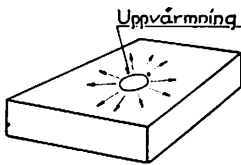


Fig. 2

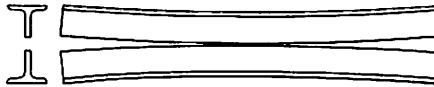


Fig. 5



En rundjärnsbits formförändring,  
på grund av upprepade uppvärm-  
ningar och avkylningar

Fig. 3

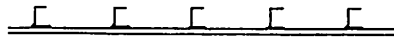
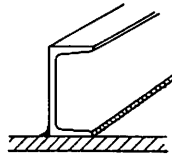


Fig. 6

Gör man nu en brottanvisning på ett eller annat sätt, t. ex. som sagt med skärbrännare, få krympkrafterna i flänsen tillfälle att utlösas och livet spricker. De båda bitarna få efter sprickans uppkomst det utseende som fig. 5 i överdriven form visar.

En svetsad balk kommer i spänningshänseende att visa helt andra egenskaper än en valsad. Om man på flänsprofilens näskant (balktyp se fig. 28) lägger en svetssträng eller på någon

större längd t. ex. med gasbrännare upphettar näskanten till god värme kommer flänsprofilen, om den är fri att kunna deformerar, att efter avkylningen ta den form som visas i fig. Om livkanten behandlats på samma sätt skulle även den om kastning i livplanet icke ägde rum förhålla sig på motsvarande sätt ehuru i mindre grad. Det är tydligt att en hopsvetsning av liv och flänsprofiler icke kommer att ändra de olika delarnas strävan till kastning men den homogena balkprofilens motståndsförmåga förhindrar kastningens uppträdande. Som en följd därav sitta i balkens mitt huvudsakligen utåtriktade dragkrafter och mot ändarna tryckkrafter i balkens livriktning, tvärs balken. Teoretiskt sett skulle det eventuellt finnas möjlighet till en våldsam uppslitning av livet om man med skärbrännare gjorde en brottanvisning i balkens mitt, förutsatt dock att livhalvorna icke äro styvare än att en kantkastning i brottlinjen kan äga rum som följd av spänningarna i svetsen och svetsen omgivande partier.

En varmvalsad axel har som följd av kallandet betydande krympspänningar i sina inre lager. Avkylningen sker ju nödvändigtvis utifrån de yttre partierna vilka tidigare än de inre uppnå sitt slutgiltiga kalla tillstånd. Följden blir att de innersta partierna tvingas att stelna på en större längd och större diam. än som skulle varit fallet om de fritt kunde följa krympkrafterna. Resultatet blir kvarvarande krympspänningar (dragsp.) vilkas verkningar bli störst i materialets längdriktning. Bortsvarvas i kallt tillstånd de yttre materiallagren befrias det därinnanför liggande materialet från krympningsmotståndet och kärnans längd och diam. minskas allteftersom ytterlagren borttagas. Den krympning som under avkylningen förhindrades får sål. nu tillfälle att inträda.

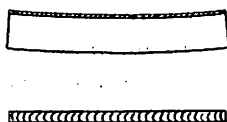
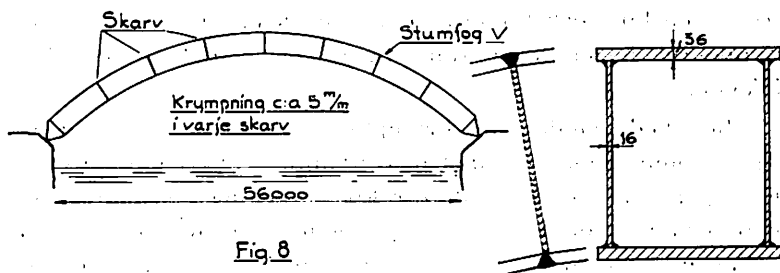
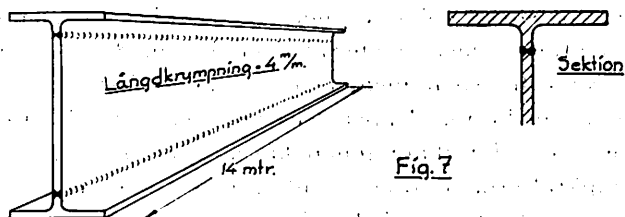
En rundjärnsbit med större längd än diameter kommer efter upprepade värmningar till rödvärme och efterföljande avkylningar att minska i längd och öka i tjocklek. Efter några hundratal dylika behandlingar ser biten ut som fig. 3 åskådliggör. Då biten avkyles stelnar först de yttersta partierna och få sin slutform tidigare än de inre delarna. Dessa få sålunda



kallna på större volym än normalt, fastklistrade som de äro vid mera ytligt beläget material. Den hämmade krympningen resulterar i dragspänningar med förmåga till största verkan i bitens längdriktning. Uppvärmes biten på nytt bli ytterpartierna degiga och formbara innan kärnan nått samma tillstånd och krympkrafterna utlösas, resulterande i kompression av ytterpartierna. Fortsättes behandlingen med värme och avkylning tillräckligt antal ggr. skulle biten så småningom antaga sin slutform — en kula och kulan är den enda kropp som ej kommer att undergå någon formförändring under ovan beskrivna förhållanden.

Vid bedömandet av krympkrafternas storlek och deras följd kommer man ej långt med hjälp av enbart teori. Det är visserligen enkelt nog att uträkna t. ex. den förlängning en jämnt och helt uppvärmd kropp kommer att undergå genom uppvärmningen, likaså vilken krympning kroppen får vidkännas vid kallandet från en temperatur till en annan, då man känner ifrågavarande materials utvidgningskoefficient. Men därifrån och till att tillförlitligt beräkna motsvarande måttförändringar då det gäller en svetssträng är en lång och osäker väg. Det är icke endast materialet från de nedsmälta elektroderna som sedan strängen lagts, kommer att delta i spelet om krafterna. Vid värmeförseln till fogkanterna, sak samma på vilket sätt detta sker, utvidgas kantmaterialet och i regel mest åt fogmitten till. Fogkanterna flyttas mot varandra och denna fogkantförflyttning måste naturligtvis vid arbetsstyckets nedkylning resultera i medverkan vid spänningarnas uppkomst. Fogkantförflyttningen minskar fogens i kallt tillstånd ursprungliga bredd och därmed även volymen, och tydligen måste man räkna med den följden därav att mindre mängd svetsmaterial än som beräknats motsvara kall fogöppning kommer att åtgå för fyllandet av densamma under svetsningen. Undersökningar i detta hänseende visa att den nedsmälta elektrodvolymen kan ligga 10—25 % under den ursprungliga fogvolymen.

Krympningarnas måttvärden variera ganska betydligt beroende på uppvärmningens omfattning, svetsningshastigheten



och på de olika konstruktionsdelarnas möjlighet att giva efter för krympkrafterna. Som praktiska värden kan anföras att en V-svets krymper:

- i 2" material 3—4—5 mm.
- i 1/2" „ 1,3—1,8 mm.
- i 3/8" „ 1,0—1,5 mm.

Från praktiken kan dessutom anföras följande värden:

Vid en plan fartygsbotten av 8 mm. plåt, fig. 6, fastsvetsades bottenstockarna medelst dubbelsidiga hålkälssträngar. Strängarna bilda sålunda ej någon skarv mellan några plåtkanter utan ligga i ena plåtytan. Varje sträng medförde en krympning av 0,5 mm. tvärs svetssträngen.

Balkar av den typ fig. 7 visar och c:a 14 met. långa krympte 4 mm. på längden genom svetsningen.

Bågarna till Pålsundsbron i Stockholm, vilkas utseende framgår av fig. 8, krympte c:a 5 mm i varje svets skarv. Materialet i över- och underfläsarna var 36 mm och i båda live 16 mm.

Av ovanstående framgår att krympningarna kunna uppnå relativt höga värden och följaktligen föreligga möjligheter till därav betingade avsevärda spänningar vilka icke helt kunna ignoreras. Ett ingående studium av villkoren för spänningarnas uppkomst såväl som av deras natur ger emellertid möjligheter till deras praktiska bemästrande och t. o. m. i vissa fall en nyttig användning av dem.

Vid konstruktioner där styvheten ej varit tillräcklig för att utan deformation motstå spänningarna, kastar sig konstruktionen och en spänningsutjämning sker därigenom till en viss grad. I vissa arbeten där fordran på måttnoggrannheten i utförandet ej är av större vikt kan man tillåta en sådan kastning, i andra däremot såsom vid en boggie till en järnvägsvagn, ett maskinstativ, de cylindriska delarna till pannor och tryckkärl o. dyl. går fordran på noggrannhet i mått och formgivning före och spänningarna få tillåtas taga högre värden, naturligtvis dock ej utan kontroll på huru stora de bli.

Ett noggrant förhandsbedömande av spänningsfrågorna är av största värde för ernåendet av ett gott arbetsresultat och en väl genomtänkt planering av svetsningsarbetet kan bespara tillverkaren av komplicerade arbeten många besvikelser och obehag. Vid mera komplicerade arbeten kan det dock trots alla försiktighetsåtgärder under och efter svetsningsarbetet visa sig att överraskningar icke äro helt uteslutna med avseende på

kastningar och spänningar. Det praktiska utförandet ger den säkraste anvisningen och är det frågan om en konstruktion, som kommer att utföras i åtminstone några exemplar kommer man som regel efter färdigsvetsningen av det första exemplaret, eller möjligen ett par, till insikt om var man har svårigheter att vänta och hur man skall kunna undgå dem.

Betr. det inom svetsningstekniken huvudsakligast förekommande materialet järn eller stål kan det vara av värde att notera att hållfastheten vid c:a 1100 gr. C icke är större än c:a 2—3 kg/mm<sup>2</sup> varför nedkylningen från smältpunkten till nämnda temperatur ej kan anses medföra några krympspänningar att tala om. Krympningen sker, med andra ord, i början relativt motståndslöst för att först vid under 1100—1000 gr. C börja medföra spänningar att praktiskt räkna med.

Ur intressesynpunkt kunna spänningsfrågorna hänföras till två kardinalfall:

1:o. De fall då spänningarna icke ha annan betydelse än i den mån kastningar bli följden av dem.

2:o. De fall där spänningarna kunna uppnå så höga värden, att konstruktionens ursprungshållfasthet därigenom äventyras eller att de i form av tillsatsspänningar (initialsp.) förorsaka en nedsättning i konstruktionens förmåga att motstå avsedda påkänningar.

Som i det föregående framhållits kan man anse att en kastning i viss mån är liktydig med spänningsutjämning. Kastningar äro ju emellertid sällan eller aldrig önskvärda och i praktiken betyder hänsynen härtill mången gång svårlösta problem. Betraktelsegrunderna äro dock enkla och har man dessa klara för sig underlättas i hög grad problemens lösning. Populärt uttryckt kan man säga att ju närmare en svets ligger med avseende på en profils tyngdpunktslinje desto mindre benägenhet till kastning blir följden. Samma gäller krympkraftresultanten för flera svetsar. Tag som exempel en rak bit plattjärn, fig. 9 a, och lägg en svetssträng mitt på ena sidan. Efter strängens nedkylning tar biten den form som fig. 9 b åskådliggör. Lägga vi nu en lika kraftig sträng på motsatta sidans mitt upphäves största delen av

kastningen, biten uträtas, men ej fullständigt emedan den efter första strängpåläggningen. blev styvare än den var i sitt ursprungliga tillstånd. Hade däremot båda strängarna lagts samtidigt i samma riktning och med samma värmetillförsel skulle biten såväl under svetsningen som därefter förblivit rak och plan (se fig. 10). Kastningen efter första strängen är naturligtvis en följd av krympningen i. e. förkortningen hos strängen och närmast därintill liggande grundmaterial.

Även strängen n:r 2 verkar krympande (förkortande) och resultatet måste tydligen bli att biten efter svetsningen är kortare än innan densamma. Bemärk krympningen hos de i det föregående omnämnda balkarna. I detta sammanhang bör uppmärksammas att krympkrafternas verkan är beroende av proportionen mellan den egentliga svetszonens sektion och den sektion hos arbetsstycket som deltagar i motståndet mot krympningen. En klen sträng på ett grovt gods kan naturligtvis ej utöva samma verkan som en förhållandevis grov sträng på ett klenare gods.

Hade vi lagt en sträng på plattjärnets kant i stället för på sidan skulle kastningen visserligen blivit mindre ehuru krympkrafterna varit jämförelsevis lika stora, beroende på bitens större styvhet på högkant, fig. 11.

En V-svets, fig. 12 a, krymper tydligen mera i V-ets öppna ända än vid roten beroende på den olika bredden av smält material på dessa ställen och en kastning enl. fig. 12 b måste inträda om materialet på båda sidor svetsen har frihet att sinsemellan röra sig. Är båda sidornas material förhindrat att följa med i svetsens krympning blir resultatet visserligen ingen kastning men i viss grad spänningar i biten med största verkningsförmåga i V-ets breda del. En X-fog (eller K-fog) förhåller sig härvidlag avvikande på sådant sätt att krympkrafterna ligga mera symmetriskt placerade med avseende på sektionens symmetrilinje.

Om två fullkomligt lika profiler svetsas samman såsom antydes i fig. 13 har man tydligt nog ingen anledning att förvänta märkbar kastning i den färdiga nya profilen. Ursprungsprofilerna ha båda två precis samma benägenhet till kastning men åt mot-

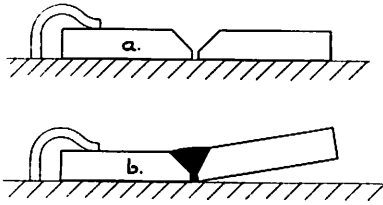


Fig. 12



a - före svetsning.  
b - efter  
c - utgångsläge för erhållande  
av rak bit.

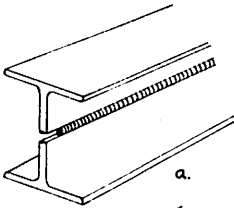


Fig. 13

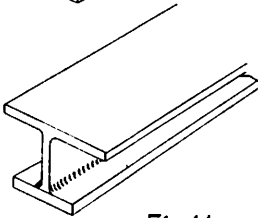
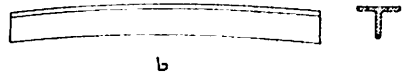


Fig. 14

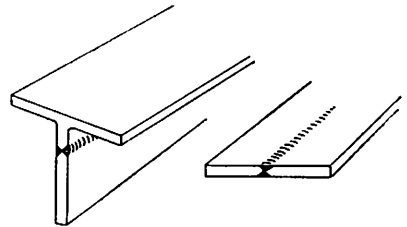


Fig. 15

satta håll varför kastningen måste utebli. Om de var för sig hade uppvärmts på livkanterna skulle de efter nedsvälning haft formen enl. fig. 13 b.

Större risker för kastning visar sektionen enl. fig. 14. Sektioner enl. fig. 15 ha däremot icke stor möjlighet att kasta sig då materialet på båda sidor svetsen har var för sig ungefär lika möjligheter att motverka krympkrafterna.

Om en profil sådan som visas i fig. 16 skall framställas med hjälp av svetsning måste man vid bitarnas uppläggning och hopnästning innan den egentliga svetsningen tar sin början taga hänsyn till att den först nedlagda strängen kommer att betydligt förändra flänsens vinkel mot livet. Förhållandet är analogt med vad som tidigare anförts beträffande V-svets. Flänsen

måste sålunda, innan svetsningen tar sin början inta en från den rätta vinkeln mot livet avvikande ställning. Den första strängen har den största inverkan på vinkeländringen då ju intet material än så länge existerar i svetsfogens andra spår och flänsen sålunda utan något som helst yttre motstånd följer med i den första strängens krympning. (Överdrivet kraftiga näst på motsidan verka dock i någon mån återhållande.)

Då strängen nr 2 lägges i fogens andra sida har den vid krympningen att möta motståndet från den först nedlagda strängen och därför blir flänsens vinkeländring icke nu på långt när så stor som i första fallet. Beroende på svetsningssättet, om en eller flera strängar läggas för att fylla spårerna, om arbetsstycket vändes mellan varje sträng m. fl. omständigheter, varierar vinkeländringen och motsvarande hänsyn får tagas till detta förhållande vid bitarnas hopnästning och svetsning.

Skall en profil enligt fig. 17 a framställas kommer den om inga särskilda åtgärder vidtagas däremot att efter svetsningen se ut som fig. 17 b visar. För att förebygga en sådan kastning av flänsen kan man med hjälp av anordningar enl. fig. 17 c eller liknande böja flänsen i motsatt riktning mot krympbøjningen. Genom svetssträngens värmeinverkan förintas först i viss mån de spänningar som genom böjningen påtvingats flänsmaterialet och dessa spänningar ersätts sedan av de genom krympningen i motsatt riktning uppkommande.

Osymetriska profiler ha större benägenhet till kastning och vridning än symetriska och i ett fall som t. ex. enl. fig. 18 kommer vinkeljärnet att både krökas och vridas. Ramar för olika ändamål framställas ofta av profiljärn. Ett mycket vanligt sätt att framställa ramarna på är att utstansa ett rätvinkligt parti vid platsen för hörnkrökningen i den del av profilen som skall krökas, fig. 19. Efter bockningen hopsvetsas utstansningens båda kanter och för att hålla vinkeländringen så liten som möjligt bör man börja svetsningen i inre hörnet vid a. Arbetsstycket är då kallt och det nedlagda svetsmaterialet stelnar snabbt och s. a. s. låser vinkeln. En fortsatt svetsning mot b medför ingen vidare vinkeländring då såväl hörnet a som det bockade materialet i

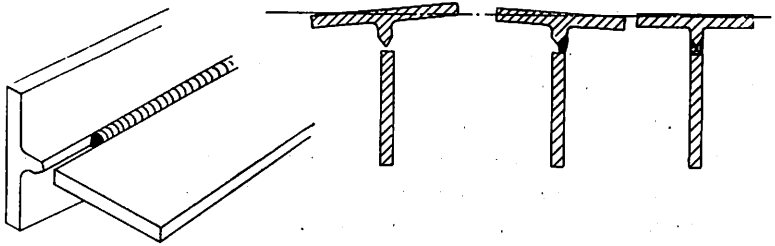


Fig. 16

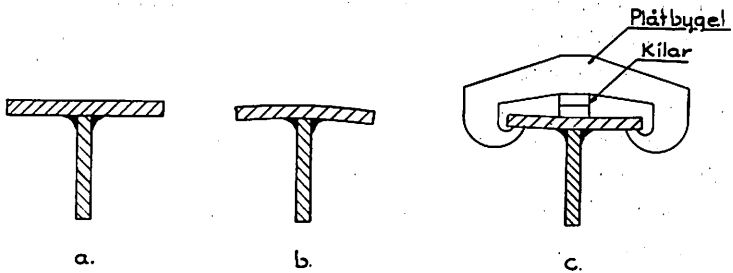


Fig. 17

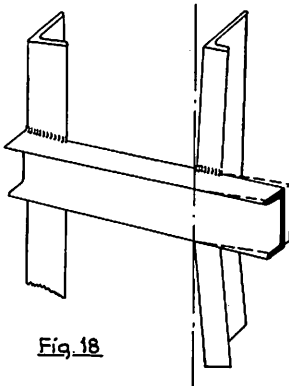


Fig. 18

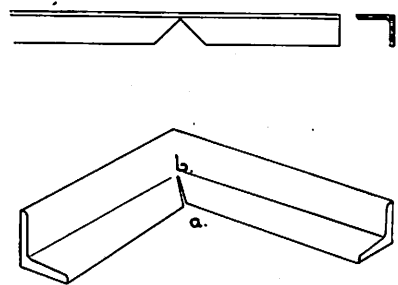


Fig. 19

hörnet b icke kommer upp i någon avsevärd temperatur med materialstukningar och efterföljande krympningar som följd. Om svetsningen skett motsatt väg skulle hörnet a antaga en betydligt högre temperatur än i första fallet och event. även bliva överhettat då värmeavledningsförmågan vid kanterna är relativt liten och slutresultatet skulle blivit motsvarande starkare krympning och kastning.



Mot kastningar och krympningar kan man naturligtvis använda samma slags krafter som förorsaka dem. Genom att inympa krympspänningar på lämpliga ställen i en konstruktion kan man motverka eller upphäva genom svetsningen uppkomna kastningar resp. krympningar. Lämpligen sker detta med hjälp av gasbrännare eller kolljusbåge såvida icke svetsning på ifrågasvarande ställen kommer ifråga. Sträckning av materialet i arbetsstycket på lämpliga ställen kan ävenledes vara ett gott hjälpmedel i många fall. Mot kastningar och bucklingar hos större plana ytor kan även rekommenderas temporär fasthäftning av förstagande profiler som efter arbetets färdigställande åter avlägsnas.

Tag t. ex. en cirkelrund plan plåt och lägg en svetssträng runt omkretsen. Genom materialets och strängens krympning blir omkretsen mindre och som följd därav även diametern mindre. Är plåten relativt tunn har den inget annat val än att buckla sig för de hoptryckande krafterna. Om svetsen och underliggande kantmaterial sträcker genom hamring skall plåten åter bliva plan och samma resultat kan väntas om plåten på lämpliga ställen i de inre partierna blir uppvärmd till så hög temperatur att materialet vid uppvärmningsställena därigenom komprimeras (stukas) och således vid avkylningen krympkrafter uppveckas som sträcka plåten plan. En kupad botten är bättre att använda, villigare som den är att följa efter krympkrafterna.

Ett exempel på kastning som följd av osymetrisk svetsning på en profil med symetrisk sektion åskådliggöres i fig. 20. Strängarna a:s och b:s krympkraftresultant ligger utanför balkens centrumlinje och balken kommer att kasta sig såsom antytt med prickade konturlinjer. Kastningen kan förhindras antingen genom att låta knutplåten täcka hela flänsbredden varigenom man får svetsarna a och b på var sin flänskant eller genom att innan svetsningen fjädra balken åt motsatt håll mot den beräknade kastningen. Enklast är dock det förstnämnda sättet och det extra plåtmaterial som därvid kommer att åtgå

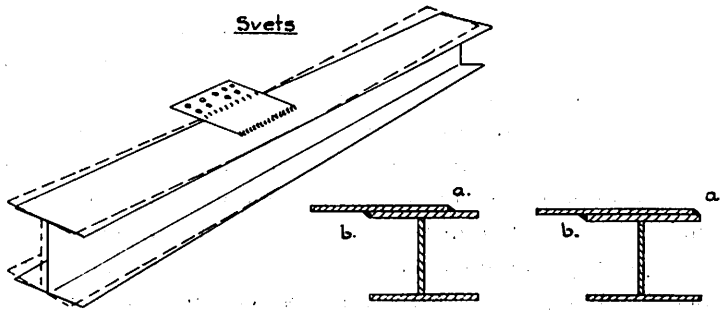


Fig. 20

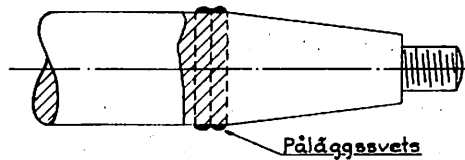
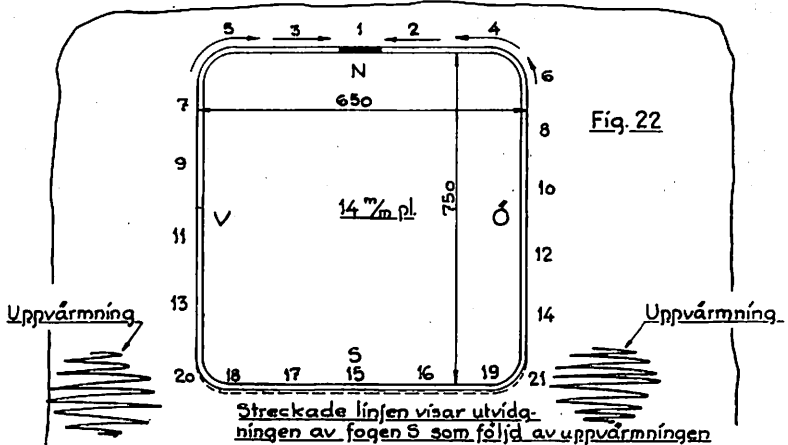


Fig. 21



betyder i varje fall mindre än besväret med en eventuell efterriktning av balken.

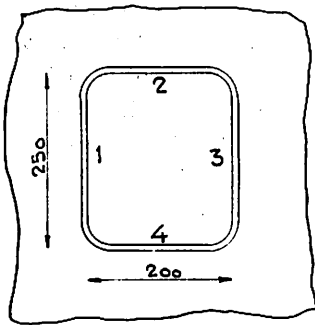
Inom reparationstekniken förekommer ofta påläggning av svetsmaterial som ersättning för korroderade eller förslitna partier. Är pålägget grovt relativt arbetsstyckets materialse-

tion bli krympkrafterna av betydelse och åtgärder måste vidtagas för att hålla dem tillbaka. På en propelleraxel t. ex. kan en sträng lagd såsom fig. 21 visar, förorsaka axelbrott om inga särskilda försiktighetsåtgärder vidtagas. Strängens krympning medför en kraftig hopsnörning av axelmaterialet liggande under och närmast intill svetsen och denna hopsnörning, eventuellt samverkande med metallurgiska följder av upphettningen, verkar som en brottanvisning. Glödning av axeln efter svetsningen är fördelaktig men bästa sättet är att uppvärma axeln innan svetsningen som sker medan axeln är varm samt att hamra svetsen under kallandet.

Omfattande påläggningar på pann- och kokaremantlar förorsaka lätt en otillåten formförändring om icke hamring eller purning av svetsen och en försiktig framgång med arbetet iakttages.

Vid insvetsning av lappar i pannor och kokare måste man räkna med relativt höga krympspänningsvärden. Pannor äro styva konstruktioner som på många ställen icke alls eller i mycket liten utsträckning kunna ge efter för de krympkrafter som en vårdslös svetsning släpper lösa.

Låt oss ta som exempel insättning av en större lapp i en flamugnsgavel. Fig. 22 visar dimensionerna och ordningsföljden mellan de nedlagda svetssträngarna. Lappen nästes på sin plats och i mitten på sid. N lägges första strängen ca. 100 mm. lång. Nästen böra vara lätta så att man under svetsningens första skede har möjlighet att se åt vilket håll lappen vill pendla — åt V eller Ö. Visar lappen en benägenhet att pendla åt Ö kan man lätt genom lämplig dimensionering av strängavsnitten 3 eller 5 korrigera felet. Sedan sidan N är svetsad fortsätter arbetet växelvis på sidorna V och Ö. Man går härvid varsamt och relativt sakta fram så att värmen har möjlighet att fördelas i pannstommen. Då avsnitten 13 och 14 äro svetsade företages en uppvärmning av pannmaterialet i områdena kring hörnen SÖ och SV upptill lämpligen 150—200 grader. Härigenom vidgas sprickan eller fogen i S-kanten och svetssträngen nedlägges under det hörnpartierna äro varma. Hörnområdena och sträng-



Svetsa sål. t.ex. 1. lät kallna

•	2	•
•	3	•
•	4.	

Fig. 23

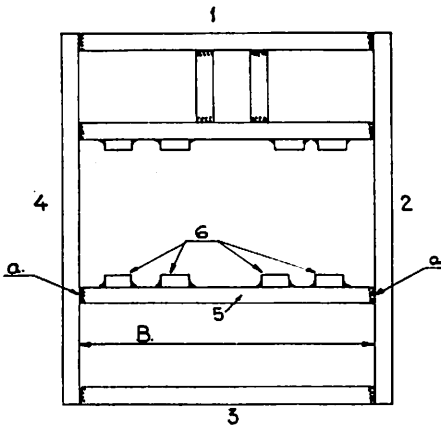
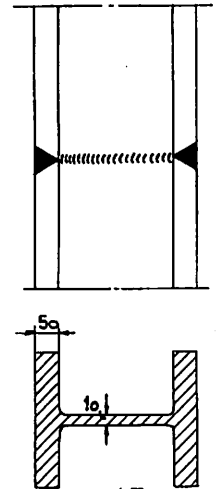


Fig. 24



Flånskrumpning c:a  $4 \frac{7}{m}$   
 Livkrumpning c:a  $1 \frac{7}{m}$

Fig. 25

en avkylas samtidigt, krympa samtidigt i samma riktning och som följd därav utfalla krympspänningarna med relativt små värden. Naturligtvis kan ifrågavarande lapp insvetsas även efter annat schema än som visats. Ordningen N-V-S-Ö går

också och därvid kan även hörnuppvärmningen komma till användning, event. i samtliga hörn.

En mindre lapp som i fig. 23 med dimensionerna säg  $200 \times 250$  mm. svetsas lämpligen sålunda: Först sidan 1, därefter sid. 2. Lappen får nu kallna och sidan 3 svetsas. Sedan 3 kallnat svetsas 4. Även här kan man använda uppvärmning av materialet utanför lappen. Hade man svetsat lappens hela omkrets i en följd skulle resultatet blivit onödigt höga krympspänningar medförande risk för material- eller svetsbrott. Det är tydligt att om t. ex. strängarna 1 och 4 kallna samtidigt krympspänningarna bli betydligt större än om den ena av ifrågavarande strängar svetsas och kallnar innan svetsningen påbörjas på den andra.

Fig. 24 visar en ram av profiljärn på vars tvärsträvor fastsvetsats diverse klackar och vårtor. Om ramen svetsas i ordningen: hörnen först mellan 1-2-3-4, sedan fogarna a, a och därefter kälsvetsarna för klackarna 6 skulle följden bli att måttet B efter svetsningen blivit avsevärt kortare än innan svetsningens början. Med hänsyn till att ramen bör utfalla fri från kastningar och icke önskvärda måttavvikelser fastsvetsar man klackarna 6 på balken 5 innan denna inpassas i ramen. Man har då möjlighet att måttjustera längden och lägger till densamma så mycket som beräknas krympa i svetsarna a, a.

Särskild uppmärksamhet bör fästas vid sådana fall där profiler med starkt varierande sektionsareor skola stumsvetsas mot varandra. Om t. ex. två profiler vars genomskärning fig. 25 visar skola stumsvetsas mot varandra (ända mot ända) måste man ta i betraktande att en svets i det tjocka flänsmaterialet krymper 3—4 ggr. så mycket som en svets i det tunnare livet. Stora spänningsskillnader i svetsens olika delar bli följden om icke förebyggande åtgärder vidtagas.

Refererande till vad som anförts i det föregående är det tydligt att delen a i fig. 26 innan den svetsas till delen b lämpligen ges en god uppvärmning varigenom de efter hopsvetsningen kvarvarande krympspänningarna i svetsarna och närliggande material tvingas ned på låga värden.

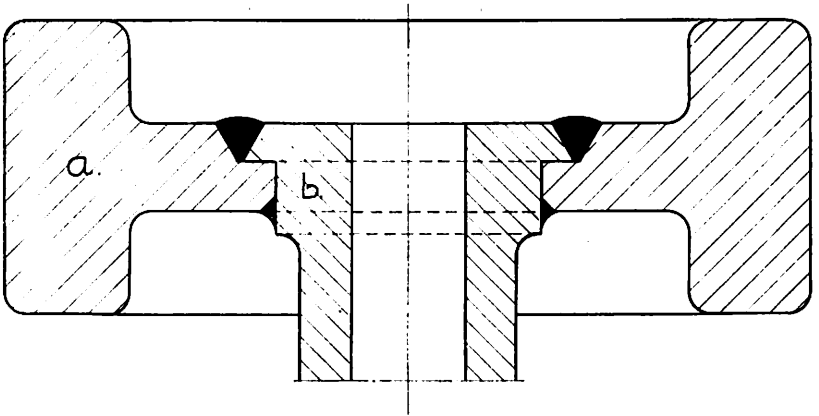


Fig. 26

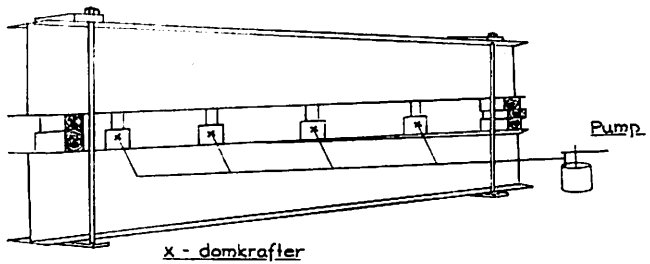


Fig. 27

Hur mycket spänningar det än finns i svetsade konstruktioner bevisar i alla fall den praktiska erfarenheten att dessa mycket bättre tåla osedvanliga påkänningar än nitade konstruktioner.

Som exempel härpå kan nämnas att vid en explosion i förliga tanken på oljetransportfartyget Soya III under det fartyget låg på slip i Stockholm, lösslets tankens akterskott från däck och bordläggning. Skottet var svetsat till spantvinklarna medan dessa voro nitade till bordläggningen. Svetsarna höllo men spanten revos från bordläggningen.

Vid en svår explosion i rörsystemet vid en amerikansk bensinrackinganläggning visade besiktningen efter olyckan att alla svetsskarvar i rörsystemet utan undantag voro oskadade medan så gott som alla brott skedde i gängade eller bultade förbindningar.

En helsvetsad tilledningstub för en kraftstation i "the middle west" med 8 fots diam. och med en längd av ca. 2 km. utgör ett annat övertygande exempel. Till följd av ett brott i stationens kanaler stängdes dammluckorna i övre ändan och det genom tubens hastiga tömning uppstående vacuum förorsakade att tuben på långa sträckor föll samman som en tom brandslang. Efter reparation i stationen fylldes tuben och återtog sin cylindriska form utan att en enda läcka uppstått på hela sträckan. Att en nitad tub icke utan skador skulle motstått påfrestningen är säkert.

Det helsvetsade fartyget Fullaghar som på sin tid såldes från Europa till USA råkade på leveransturen vid en grundstötning få en 20 mtr lång buckla i botten, upptill en meter djup. Fartyget förblev emellertid tätt och vid dockning kunde bucklan borttagas med hjälp av domkrafter inifrån. En del spant måste förnyas men ingen reparation behövde vidtagas betr. svetsarna. Hur en nitad botten skulle sett ut efter grundstötningen står klart för varje fackman.

En nitskarv med sin hållfasthet på 50—80 % relativt plåtmaterialiets motsvarar en milt sagt usel svets. En 100 %-ig svets är ingen omöjlighet. Vi måste emellertid med alla medel söka komma fram till någon tillfredsställande metod att kontrollera kvalitén hos en svets, ty det är förståeligt att ansvariga korporationer och personer som ha hand om kontrollen av t. ex. kokare, pannor o. a. tryckkärl ännu så länge hellre se nitskarvar med vilka de hittills så gott som uteslutande umgått än svetsskarvar som huru bra de än se ut och i verkligheten kunna vara ändock kunna misstänkas för gömda fel och svagheter.

En spänningsfri svetsad konstruktion vore naturligtvis idealet. Oavsett storleken hos de efter svetsningen kvarvarande spänningarna är det önskvärt att i möjligaste mån minska dem.

Olika metoder härför kunna ifrågakomma, såsom värmebehandling eller mekanisk påverkan.

Värmebehandling av hela arbetsstycket efter svetsning genom upphettning till normaliseringstemperatur kan ifrågakomma endast i ett fåtal fall och då uteslutande på mindre arbetsstycken. Denna metod är av praktiska skäl otänkbar för sådana konstruktioner som fartyg, husbyggen o. d. Mindre men invecklade konstruktioner utsätts dock för risken att "sätta sig" under behandlingen och med fog kan den frågan ställas om icke i många fall efter avsvälningen nya krympspänningar, kanske lika stora som förefunnos innan behandlingen, skulle kunna uppkomma på nytt. I praktiken har därför metoden liten eller ingen betydelse.

Ett annat sätt är värmebehandling av hela arbetsstycket efter svetsning genom upphettning till ca. 600—625 gr. C. (spänningsglödning) och hållande av denna temperatur under en tid av enl. amerik. praxis 1½ timma per 1" godstjocklek eller nästan detsamma som praxis här ca. 40 min./cm. godstjocklek. Schuster rekommenderar snabb kylning. Även partiell uppvärmning av vissa ställen på en konstruktion kan ifrågakomma i spänningsutjämnande syfte. Dessvärre måste man därvid taga tillbörlig hänsyn till att nya spänningar kunna uppstå efter att ett sådant ställe lokalglödats eller värmts och med hänsyn därtill bör värmebehandlingen helst ske i samband med sträckhamring.

Ett annat sätt återigen är applikation av yttre belastningar, så höga att sträckgränsen överskrides och en kvarvarande formförändring inträder på de ställen i konstruktionen där spänningar med höga värden äro inbyggda. Orunda rör och behållare får man på detta sätt riktade samtidigt. Metoden bör naturligtvis brukas med urskiljning, men i stort sett är den riktig och god och man kan lugna sitt eventuellt ansatta samvete med hänvisning till vad som anses tillåtligt vid förberedelser för tillverkning av pannor, fartyg, cisterner o. l. Många detaljer till sådana konstruktioner riktas eller formas genom kallbearbetning med att helt enkelt utsätts för så stora påkännin-



gar att materialets sträckgräns överskrides på de ställen där formgivningen avses företagen. Så sker dagligdags vid formgivning av t. ex. sargar för ångpannor, behållare etc., knäckning av fartygsplåtar, bockning av balkar, fasonjärn m. m. I alla dessa fall tvekar man ej att trots den påfrestning materialet varit utsatt för, tillåta samma beräknade påkänningar som om materialet varit helt opåverkat i formgivningsavseende. Förhållandet anses av alla praktiker helt enkelt naturligt och det ligger då osökt nära till hands att avfärda bekymren för svetsspänningarna lite lättfärdigt och kanske anse att man helt enkelt kan låta dem sköta sig själva. Detta är naturligtvis icke helt riktigt men att överdriva deras betydelse är ej heller nödvändigt.

Spänningsutjämning genom yttre belastning kan lämpligen ske i samband med belastningsprov. Som ex. kan omtalas provning av svetsade balkar. Balkarna uppläggas lämpligen parvis som fig. 27 visar. Mellan balkarna placeras hydrauliska domkrafter matade från en pump P. Efterhand som belastningen ökar genom pumpningen visar manometern i början ett stadigt stigande tryck. Då man kommit upp i ett ryck som motsvarar en materialpåfrestning av exempelvis  $1500 \text{ kg/cm}^2$  avstannar måhända tryckökningen trots fortsatt pumpning. Orsaken är att materialflytning inträtt på något eller några ställen i balkarna. Äro balkarna tillverkade av ett material med t. ex.  $2500 \text{ kg/cm}^2$  sträckgräns har på de under sträckning varande ställena en initialspänning på ca.  $1000 \text{ kg/cm}^2$  varit förhanden. Efterhand som spänningarna genom flytningen jämnfördelas börjar manometern åter visa stegrad tryck och i aktuella fall har man fortsatt till exempelvis  $2200 \text{ kg/cm}^2$  utan att bristningar eller skador av något slag uppstått som resultat av behandlingen. Likartad behandling kan användas även för tryckbehållare av olika slag.

Hamring under eller efter svetsningen, förståndigt använd är ett bra hjälpmedel. Vid t. ex. påläggssvetsning på axlar, pannor och kokare och särskilt på sådana arbetsstycken som på grund av form eller storlek icke kunna tänkas bli glödgade

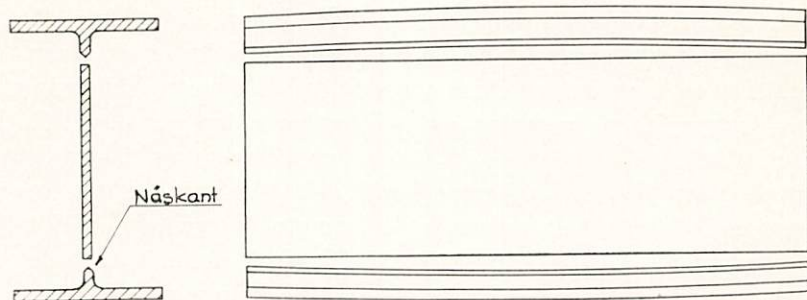


Fig. 28

eller på annat sätt spänningsutjämnade och som på grund av sin utformning kanske ändra form i avsevärd grad under inverkan av krympkrafterna är hamring under svetsningen att rekommendera. Naturligtvis måste man förutsätta att massan i arbetsstycket (dess dimensioner) tillåter en sådan behandling. Det måste finnas s. a. s. svar på hammarslagen, annars kan det hända att man genom hamring gör större skada än nytta. Hamring kan även anses vara nyttig i det hänseendet att t. ex. ett pålägg på en axel e. d. blir tätare och homogenera därigenom att materialet sammansmides varmt.

Och så till sist den enklaste och billigaste metoden, nämligen att låta spänningarna som insvetsats vara i fred och låta dem utjämnas under de påkänningar som en konstruktion blir utsatt för i tjänsten. Om man exempelvis vid insättningen och fastnitningen av en plåt i slaget på ett fartyg, denna på grund av mindre noggrann formgivning måste tvingas eller våldsamt fjädras för att få dikt anliggning och man efter en tid får anledning åter avlägsna densamma skall man ofta finna att plåten perfekt smyger intill sina anliggningsytor utan fjädring. Spänningarna vid insättningen ha dödats eller utjämnats till följd av, förutom slagen vid nitningen, de påkänningar plåten utsatts för under fartygets arbete i sjön. Metoden passar väl ej i alla

fall men en stor del tillåter den. Särskilt konstruktioner där man kan räkna med långa materialdistanser utanför svetsen eller mellan infästningarna och där svetsen gjorts överstark passa för denna metod.

Tar man tillbörlig hänsyn till de synpunkter i frågan som framförts i det föregående bör man ej behöva bli utsatt för särskilda svårigheter vid svetsning av ordinära material av typer upptill St. 44, möjligen St. 48. Ovanför den gränsen får man ofta taga särskild hänsyn till de metallurgiska förändringar som medfölja svetsningsförfarandet, ehuru även därvid krympspänningarna måste räknas med och mången gång med än större försiktighet än vid mera normala material.

I det komplex av frågor som ha betydelse i samband med svetsning måste frågan om spänningar anses som en av de allra viktigaste, allvarligt talat därför, att huru skickliga våra metallurger och röntgenografer m. fl. än äro så betyder konstruktören, verkstadschefen och icke minst svetsaren som praktiskt skall utföra arbetet en hel del för möjligheten att få fram ett svetsarbete som kan kallas fullgott.

Röntgenförfarandet i all ära men metoden är i alla fall ett post mortem-förfarande, analogt med läkarens konstaterande att patienten är död eller i bättre fall att han är sjuk och säkert är att hur goda elektroder våra metallurger än kunna framställa så kan den personliga faktorn i bedömandet av spänningar ej undvaras ty begreppet "misslyckade svetsningar" hör oftast samman med förekomsten av en sprucken svets eller bekräftar riktigheten av uttrycket "svetsen höll men biten brast".

Kan man bemästra spänningarna är det möjligt att göra en god svets med en någorlunda brukbar elektrod, kan man det ej blir det möjligen en dålig svets trots bruket av en högklassig elektrod.



KARLSHAMN 1938

A.-B. E. G. JOHANSSONS BOKTRYCKERI