

STATENS JÄRNVÄGAR

BANÖVERBYGGNAD

HANDLEDNING FÖR BANA VDELNINGENS
UNDERVISNINGSKURSER

*På uppdrag av Kungl. Järnvägsstyrelsen
utarbetad av*

THORSTEN PRAMBERG

Byrådirektör hos Kungl. Järnvägsstyrelsen

November 1948

Wey

Victor Pettersons Bokindustriaktiebolag
Stockholm 1949

INNEHÅLL

I. Inledning.

	Sid.
Angående särtryck m. m. berörande banöverbyggnaden	7
A. Några begrepp	7
B. Några uppgifter beträffande rullande materiel	8
C. Banöverbyggnadens uppgift	9
D. Krafter, som påverka banöverbyggnaden	9
a) Lodräta krafter	9
b) Vågräta krafter	10
c) Resonansfenomen	11
d) Vissa förhållanden av betydelse beträffande tågens inverkan på banöverbyggnaden	11
e) Dynamiska påkänningar	12
E. Inre spänningar	12
F. Fordringar på en god banöverbyggnad	13

II. Spårets geometriska form.

A. Lutningskurvor	13
B. Spårvidd, spårviddsökning	16
C. Kurvor	17
a) Cirkulär kurva	17
b) Övergångskurva	17
D. Fjärdegradsparabler som övergångskurvor	19
E. Rälsförhöjning i kurva	19
a) Varför erfordras rälsförhöjning	19
b) Teoretisk rälsförhöjning	20
c) Praktisk rälsförhöjning	20
d) Regler för bestämmande av praktisk rälsförhöjning	21
e) Förhållandet mellan praktisk och teoretisk rälsförhöjning	22
f) Toleranser	23
g) Rälsförhöjningsramper	23
h) Ingen rälsförhöjning å raklinje	25
j) Rälsförhöjningsramp längre än övergångskurva	25
k) Huru rälsförhöjning anordnas	26
l) Korsande ramper	26
m) Rälsförhöjning i kurvor med flera radier och i kurvföljder	28
n) Rälsförhöjning i spår å bangårdar	29
F. Justering av kurvor	29
a) Nalenzska evolventmetoden	29
b) Vissa synpunkter beträffande justering och omläggning av kurvor	31
c) Justering av spårets höjdläge	31
d) Utsättning av det nya spår läget, baxning	32
e) Kurvkort	32
G. Tågs hastighet med hänsyn till banan	32
a) Tågs hastighet vid gång å raklinje	32
b) Tågs hastighet vid gång i kurva	33
c) Samband mellan tåghastighet, rälsförhöjning och minsta längd å övergångskurva	33

d) Tågs hastighet i lutningar	35
e) Säkerhet mot vältning i kurva	35
H. Undersökningsvagnar för kontroll av spårläget	36
a) Mätvagnar	36
b) Hallades apparat	36

III. Banöverbyggnadens konstruktiva utbildning.

A. Inledning	39
B. Olika spåröverbyggnadstyper	40
a) Spåröverbyggnad med rälsspik	40
b) Spåröverbyggnad med rälsskruv	40
c) Spåröverbyggnad med skilda befästningar	42
d) Spåröverbyggnad med fjäderspik	45
e) Förhållanden och anordningar vid fjäderspiksbefästning	46
C. Rälsskarvproblemet	49
a) Inledning	49
b) Understödd skarv	50
c) Svävande skarv	50
d) Treslipersskarv	51
e) Dubbelslipersskarv	51
f) Jämförelse mellan treslipers- och dubbelslipersskarv	53
g) Övriga skarvkonstruktioner	53
D. Räler med tillbehör	54
a) Räler	54
b) Rälsbrott och orsaker därtill	56
c) Utvidgningsavstånd mellan rälers ändar i rälsskarvar	57
d) Rälslängd	58
e) Rälsskarvjärn	60
f) Rälsskarvbultar, rälsfjädderingar	61
g) Rälsspik	63
h) Rälsskruv	63
i) Fjäderspik	64
j) Underläggsplattor	64
k) Rälsvandringshinder	67
E. Sliprar	69
a) Olika slags sliprar	69
b) Sliprarnas uppgift	70
c) Virkets beskaffenhet	70
d) Dimensioner	70
e) Besiktning m. m. av levererade sliprar	71
f) Stapling och distribution av sliprar	71
g) Impregnering av sliprar	71
h) Sliprarnas livslängd	73
i) Sliprar på broar och viadukter	74
F. Spårväxlar	74
a) Allmänna benämningar och beteckningar	74
b) Tunganordningar	76
c) Enkelspetsade korsningar	81
d) Dubbelspetsade korsningar	82
e) Korsningar med rörlig vingräl	83
f) Moträler	84
g) Spårväxelställ, dragstänger, förbindelsestänger samt växellås	84
h) Märkning av tunganordningar och korsningar	86
G. Kurvor med liten radie	88
H. Stoppbockar	88
I. Ballast	89
a) Ballastens uppgift, fordringar på en god ballast	89
b) Grusballast	90
c) Makadamballast	91

IV. Spår- och underhållsarbeten.

A. Spårarbeten	92
a) Utläggning av nytt spår med vanlig spikbefästning	92
b) Dubbelspikning och klotsning	95
c) Utläggning av nytt spår med fjäderspiksbefästning	95
d) Ballasteringsarbeten	96
e) Förtätning av banvall och ballast	99
f) Rälsutbyte	101
g) Växelläggning	104
B. Svetsningsarbeten	107
a) Elektrisk motståndssvetsning	107
b) Elektrisk bågsvetsning	108
c) Gassvetsning	108
1. Rälsskarvsvetsning	109
2. Påsvetsning på spårväxelkorsningar	109
3. Påsvetsning på växeltungor	110
4. Påsvetsning och uppsmidning av rälsändar	110
d) Thermitsvetsning	110
e) Svetsning av övergångsräler	111
f) Rälsbrott å svetsade rälsskarvar	111
C. Underhållsarbeten	111
a) Riktning och lyft av spår	111
b) Uppkilning av spår	119
c) Justering av rälsskarvar	119
d) Uppmätning och kontroll av spår läget	121
e) Rälsvandring	122
f) Räler	123
g) Spårväxlar	125
h) Sliprar	125
i) Ballast	127
k) Olika system för bedrivande av underhållsarbeten	128
l) Plan för bedrivande av underhållsarbeten	129

I. Inledning.

I det av järnvägsstyrelsen utgivna särtryck nr 239 "Föreskrifter rörande byggnad och underhåll av bana och bangårdar" beröra följande delar banöverbyggnaden.

A2. Normalsektioner för fria rummet m. m. samt lastprofiler

B. Broar (beträffande brosliprar)

F. Banöverbyggnaden

G. Tavlor och märken.

I säkerhetsordningen, § 69, återfinnas vissa bestämmelser angående tågs hastighet i kurvor och lutningar samt i växlar.

Vid studiet av ämnet "Banöverbyggnad" förutsättes därjämte tillgång till:

1. särtryck nr 31 a Förteckning över förrådseffekter vid SJ. Del I
2. särtryck nr 219, Banförordning
3. särtryck nr 206, Bestämmelser rörande impregnering av virke vid statens järnvägar
4. "Något om Hallades apparat och vid spårundersökning med densamma erhållna Hallade-diagram", utgiven av bantekniska byråns spåravdelning
5. "Standardritningar å spårväxlar med tillbehör", utgiven av spåravdelningen
6. Thorsten Pramberg: "Handbok för utstakning av kurvor enligt Nalenzska evolvent-metoden", utgiven av Kungl. Järnvägsstyrelsen, samt "Evolventmetoden" av samme författare, utgiven som särtryck ur tidskriften Statsbaneingenjören, nr 2, 1944 (för dem, som närmare vilja studera kurvjusteringsproblemet)
7. följande av järnvägsstyrelsens förrådsbyrå utgivna *bestämmelser för tillverkning och leverans av*:

räler	form	Fbr	nr	47	
valsade rälsskarvjärn	"	"	"	47	B
rälsskarvbultar med muttrar	"	"	"	47	F
rälsspik	"	"	"	47	G
fjäderspik	"	"	"	47	H
korsningsspetsar av manganstål	"	"	"	47	K
underläggsplattor	"	"	"	47	Q
rälsskruvar	"	"	"	47	R
växeltungämnar	"	nr		277	e

normalbestämmelser för leverans av:

sliprar	"	"	681	B
bjälkar, brosliprar och sparrar av furu	"	"	681	C

8. rapport över rälsbrott bl. " 209 E.

A. Några begrepp.

Man skiljer mellan banans över- och underbyggnad.

Banöverbyggnaden omfattar ballast, sliprar, räler, underläggsplattor samt befästningsmedel (se bild 1).

Banunderbyggnaden omfattar allt, som erfordras för överbyggnadens uppbärande, alltså själva bankroppen med bankar, skärningar, broar, trummor m. m.

Tidigare har begreppet spåröverbyggnaden varit liktydigt med vad som enligt ovanstående menas med ordet banöverbyggnaden. Med *spåröverbyggnaden* avses nu sliprar samt räler och växlar med tillbehör, utlagda och sammanfogade med iakttagande av den fastställda spårvidden. I samma betydelse talar man även om spåret.

Med ett *rälsspann* menar man två räler med sliprar, underläggsplattor och befästningsmedel, hopmonterade till ett helt. Skarvar man ihop en följd av rälsspann med rälsskarvjärn och rälsskarvbultar, erhålles spåröverbyggnaden.

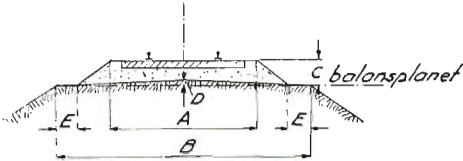


Bild 1.

- I bild 1 är A = ballastens krönbredd
- B = banvallens krönbredd
- C = ballastens djup
- D = banvallens bombering
- E = banketter.

Bankrönet (banvallskrönet) utgör banunderbyggnadens överyta.

B. Några uppgifter beträffande rullande materiel.

För bedömande av frågan, huru den rullande materielen påverkar spåret, erfordras någon kännedom beträffande hjul och axlar. Några viktiga måttuppgifter framgå av bild 2 och följande tabell.

	Spårvidd		
	1 435 mm	1 067 mm	891 mm
Invändiga avståndet mellan en axels hjulringar, måttet A	1 360	998	828
största avvikelse	±3	± 3	± 3
Höjden av hjulflänsen (mätes från den cylinder, som bestämmes av hjulets löpcirkel), måttet B	> 25	> 24	> 22
vid största nedslitning av löpytan	< 36	< 34	< 32
Tjockleken av hjulfläns (mätes 10 mm utanför den cylinder, som bestämmes av löpcirkeln) måttet C	> 20	> 20	> 18
Löpcirkelns avstånd från axelns mitt, måttet D	750	560	470
Avståndet mellan de punkter å de båda flänsarnas hålkälar, vilka vid hjulparets sidoförskjutning träffa rälshuvudernas inre avrundning (mätt parallellt med axeln 10 mm utanför den cylinder, som bestämmes av löpcirkelarna) måttet E	minst 1 410	1 042	866
högst	1 425	1 061	888
Hjulrings bredd, måttet F	minst 130	115	105
högst	150	130	125
Hjulrings tjocklek, mätt i löpcirkel för lok och tender	> 30	> 25	> 25
” ” ” ” ” ” vagn	> 25	> 20	> 20

Bild 2 a visar sektion av en hjulring (normalspår). Av bilden framgår, att hjulringarna ha konisk form, vilken tillkommit med hänsyn till fordonens gång i kurvor. Det yttre hjulet måste, på grund av att yttersträngen är längre än innersträngen, löpa längre väg än det inre hjulet. Men då båda hjulen ha samma varvtal, skulle, om löpringarna¹ vore lika stora, endera eller kanske båda hjulen slira. Hjulringarnas konicitet har till ändamål att motverka denna

¹ Med löpring menas här beröringsytan mellan hjulring och rälshuvud.

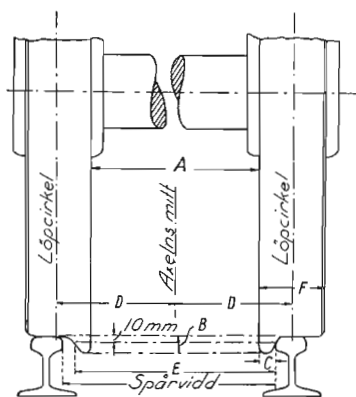


Bild 2.

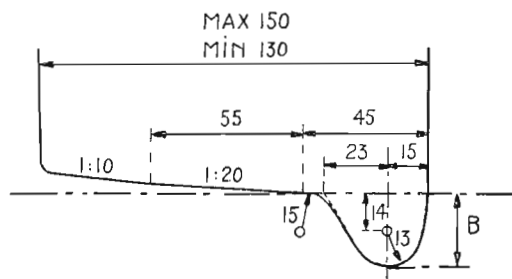


Bild 2 a.

slirning. Då ett fordon vid färd i kurva i regel ligger an mot yttersträngen, får yttre hjulet större löpring än inre hjulet. Att fullt få bort slirningen är givetvis icke möjligt, enär skillnaden i längd mellan ytter- och innersträng i en kurva är beroende av kurvans radie och sålunda ej konstant. Vid gång å rakspår strävar tyngdkraften på grund av hjulringarnas konicitet att inställa fordonen så, att löpringarna bli lika långa.

Vid nysvarvade hjul är i Sverige hjulringens lutning 1 : 20, även för hjul å smalspårsbanorna. (Utomlands förekommer även mindre lutning, exempelvis 1 : 37,5 i U. S. A.). För att få slitningen å rälerna om möjligt mitt på rälshuvudet, erhålla rälerna å sliprarna en lutning inåt av 1 : 20. Statens järnvägars underläggsplattor äro dock så konstruerade, att rälens lutning blir 1 : 30. Härvid har hänsyn tagits till att hjulringarna slitas under trafikens åverkan, vilket har till följd, att en sliten hjulrings lutning är svagare, än då den var nysvarvad.

C. Banöverbyggnadens uppgift.

Banöverbyggnaden har följande uppgifter:

1. att i egenskap av farbana uppbära och styra fordonen vid deras gång, för vilket ändamål den har att upptaga de från den rullande materielen kommande lodräta och vågräta krafterna samt att överföra dessa å banunderbyggnaden;
2. att möjliggöra, att den rullande materielen erhåller en lugn och elastisk gång, och att motståndet mot fordonens framförande blir så litet som möjligt.

Jämfört med förhållandena å en landsväg har en järnvägs farbana stora möjligheter att upptaga tunga laster, att på grund av små beröringsytor mellan hjulring och räl bjuda framförandet ringa motstånd och att låta kraftöverföringen ske mera elastiskt. En landsvägs farbana, särskilt om den är av betong, stensatt eller asfalterad, är vida stummare.

D. Krafter, som påverka banöverbyggnaden.

De krafter, som påverka spåret, äro framförallt att hänföra till den rullande materielens inverkan, antingen denna befinner sig i vila eller är i rörelse. Därutöver har man, särskilt beträffande rälerna, att räkna med krafter, som uppstå på grund av temperaturvariationer. Här skall i korthet redogöras för de viktigaste av dessa krafter.

a) Lodräta krafter.

Hjulen utöva å rälerna lodräta krafter, som äro föranledda av den rullande materielens och den på denna framförda lastens vikt.

För statens järnvägars olika linjer föreskriver järnvägsstyrelsen vilka axeltryck, som kunna tillåtas, dels med avseende på banöverbyggnaden, dels beträffande broarnas bärformåga. Å huvudlinjerna tillåtes i regel 18 tons axeltryck. Axeltrycken å de tyngsta loken uppgå till 18 ton.

Rälerna överföra krafterna å sliprarna. I regel kan man räkna med att 5 å 7 sliprar samarbeta för detta ändamål. Ju styvare, alltså i regel ju tyngre rälen är, desto flera sliprar medverka, vilket är i hög grad önskvärt. I ett spår av god beskaffenhet bör denna kraftöverföring ske elastiskt. Vid krafternas påverkan skall spåret fjädra för att, sedan belastningen försvunnit, gå tillbaka i sitt ursprungliga läge utan några permanenta formförändringar. *Man vill ej ha några rubbningar i spårläget.* Vad ballasten beträffar kan man, då denna utgöres av grus och ej är frusen, räkna med en fjädrande nedböjning av c:a 5 mm. I ballast av makadam är fjädringen mindre, c:a 2 å 3 mm. Är grusballasten frusen, erhålles ett nästan stumt spårläge. Spårets fjädring kan ytterligare ökas någon mm, beroende på att även sliprarna sammantryckas vid belastning.

b) *Vågräta krafter.*

Dessa äro av två slag, dels krafter vinkelräta mot spårets riktning, *sidokrafter*, dels parallella med spårets riktning, *längsgående krafter*.

Sidokrafterna äro särskilt framträdande i kurvorna. Här utövar yttersträngen ett sidotryck å hjulflänsarna, varigenom dessa tvingas att följa kurvan.

Detta tryck förorsakas av att tåget på grund av trögheten strävar att gå rakt fram. Det fordras därför en kraft för att tvinga tåget att i stället följa kurvan. Den kraft, med vilken tåget trycker mot yttersträngen, plägar kallas *centrifugalkraft*. För att motverka denna kraft anordnas i kurvor s. k. rälsförhöjning. I allmänhet är den rälsförhöjning, varmed en kurva utrustas, mindre än den teoretiskt skulle vara för den i kurvan tillåtna maximihastigheten. Under förutsättning att man kör med full hastighet, har man därför, även om kurvan ligger oklanderligt, ett visst tryck mot yttersträngen, den s. k. centrifugalkraften. Denna krafts storlek är beroende av såväl spårets krökningsradie som av rälsförhöjningens storlek i varje punkt av kurvan. Vid ojämnt spårläge äro varken rälsförhöjning eller spårets krökning konstanta. Centrifugalkraften kommer därför också att variera. Dessa fel kunna ibland bli mycket stora och förorsaka dels svåra störningar i den rullande materielens gång, dels stora påkänningar på spåret. Det kan därvid hända, att resultanten av sidokrafterna blir riktad inåt kurvan,¹ så att det i stället för yttersträngen blir innersträngen, som får en stöt. Även i kurva kunna fordonen därför slänga från den ena rälssträngen till den andra. Dessa variabla sidokrafter ge lodräta komponenter, vilka kunna öka eller minska inverkan av fordonens vikt. Om rälernas överkanter i båda strängarna ligga lika högt, uppdelar sig belastningen på en axel så, att hälften kommer på vardera hjulet. Ligger den ena rälssträngen å en raklinje högre än den andra, får den lägre liggande rälssträngen större belastning än den högre liggande. I en kurva blir det så, att om trycket ligger mot yttersträngen, får denna uppta mer än hälften av axeltrycket. Ligger trycket mot innersträngen, blir förhållandet det motsatta. Detta förklarar, att långsamtgående godståg många gånger hårt åverka innersträngen.

För att tvinga ett fordon att följa spåret i en kurva är det ej nog med att övervinna centrifugalkraften. Varje fordon måste dessutom vridas kring en lodrät axel. Det härför erforderliga trycket mot hjulflänsarna åstadkommes av ytterrälen. Vid gång i kurva med för stor rälsförhöjning borde fordonen, på grund av att de ligga på ett lutande plan, glida ner mot innersträngen. På grund av att det erfordras en kraft för att vrida fordonen, kommer i regel åtminstone den främsta axelns ytterhjul att ligga an mot yttersträngen.

De längsgående krafterna ha i huvudsak följande orsaker.

Varje drivaxel på ett lokomotiv eller en motorvagn söker att förflytta rälerna i en riktning motsatt tågets färdriktning. Hjulen hos vagnar, som dragas, söka däremot att förflytta rälen i färdriktningen. De krafter, som åstadkomma detta, äro motsatt riktade mot de krafter,

¹ I fysiken plägar man använda ordet *centripetalkraft* för en mot medelpunkten riktad kraft.

som de drivande hjulen åstadkomma. Skulle dessa krafter bli lika stora, upphäva de varandras inverkan, så att ingen rälsvandring uppstår. Då ett tåg bromsar, söker även loket förflytta rälerna i tågets färdriktning. Samtliga längsgående krafter få samma riktning, vilket är orsaken till den stora rälsvandring, som ofta uppträder på bromssträckor. Dylik rälsvandring kan mycket väl försiggå uppför en stigning.

Längsgående krafter i rälerna kunna även uppstå på grund av temperaturvariationer. Denna fråga kommer att närmare behandlas i samband med problemet angående den lämpligaste räls längden.

Vid för kraftig inbromsning kan det hända, att hjulen slira. Vid dylika tillfällen uppstå ofta slag i hjulen, hjulringarna erhålla s. k. bromsplattor. Fordon med dylika skadade hjulringar utöva vid gång en hamrande inverkan på rälerna och kunna bli anledning till rälsbrott.

c) *Resonansfenomenet.*

Om två musikinstrument, som äro stämde i samma ton, uppställas i grannskapet av varandra, och det ena bringas att vibrera, börjar även det andra att ljuda, d. v. s. kommer i svängning. Man kallar fenomenet resonans. På liknande sätt kunna många kroppar försättas i vibration genom yttre impulser. Men på samma sätt som resonansfenomen vid musikinstrument endast kan uppstå, om de äro likstämda, är det möjligt att försätta en kropp i svängning endast om impulserna äro av sådant slag, att deras rytm svarar mot kroppens egen rytm.

Detta fenomen kan understundom vara av stor betydelse för de krafter, som påverka spåret. En vagnskorg, som är upphängd på ett par boggier eller vagnsaxlar medelst fjädrar, kan råka i svängning. Råkar vagnskorgen i svängning, beror det på, att resonans uppstår mellan impulserna från spåret och den i fjädrar upphängda vagnskorgen. En vagn, som råkar i svängning, går som man säger illa i spår. För att få en vagn att gå bra i spår, måste man ordna så, att den kritiska hastigheten, då vagnen kan komma i svängning, antingen är mycket låg, så att svängningarna bli obetydliga, eller också är så hög, att vagnen aldrig råkar ut för resonansfenomen. Detta kan åstadkommas genom att ändra vagnskorgens fjäderupphängning.

Det är givet, att en vagn, som svänger på detta sätt vid hög hastighet, förorsakar ökade påkänningar i spåret.

d) *Vissa förhållanden av betydelse beträffande tågens inverkan på banöverbyggnaden.*

Under varje hjul i ett tåg erhåller rälen en nedböjning och i följd härav uppstår en höjning av rälen mellan hjulen. Rälen blir vågformad, en hel serie vågberg och vågdalar uppstår. När tåget sätter sig i rörelse, kommer även detta system av vågor i rörelse. Varje punkt på rälen kommer att omväxlande röra sig upp och ner. Rälen kommer på så sätt att utöva en uppdragande kraft på de befästningsmedel (rälsspik, rälsskruv, fjäderspik), som hålla samman räler och sliprar. Denna omständighet är orsaken till, att man ofta måste gå och slå ner den vanliga rälsspiken. Dennas huvud ligger sällan an mot rälsfoten. Ligga sliprarna ojämnt stoppade, så att den ena ligger fastare än den andra, föranledes även härigenom — och tack vare rälernas styvhet — att ytterligare kraft uppstår, som vill dra upp spikarna.

På grund av nötning kan det lätt hända, att icke alla hjulen i ett tåg äro exakt runda. Även om dylika ojämnheter äro ganska små, uppstå, ju högre tåghastigheten är, allt kraftigare slag å rälshuvudet. Såsom förut framhållits, är detta särskilt kännbart vid slag i hjulen.

Svårigheter föreligga att fullt utbalansera massorna i ett loks koppelstänger. På grund härav omväxlande ökas och minskas belastningen på rälerna för varje varv ett hjul gör,

och desto mer ju högre tåghastigheten är. Fenomenet är en följd av den centrifugalkraft, som uppstår, då massorna ej äro fullt utbalanserade.

Följden av alla dessa tryckvariationer blir, att spårets olika delar, om de ej äro fast förbundna med varandra, i vissa moment vilja skiljas åt. *Av stor vikt är det därför att ha ett befästningsmedel, som effektivt och fjädrande kan hålla samman sliprar och räler.* Eljest uppstå snart slitage och skadegörelse. Räler och underläggsplattor äta lättare ner sig i sliprarna på grund av den hamrande inverkan, som blir följden av att mellanrum finnas mellan räl, underläggsplatta och sliper. Sliprarna i sin tur komma att ligga och arbeta upp och ner i ballasten, varvid rörelser uppstå mellan de olika kornen i denna. Genom dylik söndermalning blir ballasten så småningom förstörd, vilket resulterar i att sättningar i spårläget lättare kunna uppstå. Och så snart sättningarna börjat, ökas de i regel snabbt. Denna skadegörelse är särskilt märkbar i skarvarna. Sliprarna komma så småningom att ligga i tråg av söndermald ballast, som är ogenomtränglig för vatten. Det kan stå vatten och skvalpa i dessa tråg, då tåg går över, även om ballasten under tråget är fullt vattengenomsläpplig.

Då lok och vagnar löpa i ett spår, följa de ej exakt spårets mittlinje, beroende på dels det spelrum, som finnes mellan rälshuvud och hjulflänsar (se bild 2), dels att de båda rälshuvudernas överkanter (kallas *rälsöverkant*, förkortat till r. ö. k.) sällan ligga exakt på samma höjd. Varje fordon icke endast rullar framåt i färdriktningen, det utför även härvid upprepade vridande rörelser kring en lodrät axel, varigenom den s. k. *snörbandsrörelsen* uppstår. Härigenom uppstå ökade tryck på rälerarna, vilka tryck givetvis stiga, då tåghastigheten ökas. I kurvorna inställa sig fordonen ofta så, att det ena främre hjulet ligger an mot yttersträngen, under det att ett bakre hjul ligger an mot innersträngen. Även innersträngen får på så sätt ett visst ökat sidotryck.

e) *Dynamiska påkänningar.*

I den föregående framställningen har det flerfaldiga gånger framhållits, hurusom en del av de krafter, som påverka spåret, äro beroende av tågets hastighet. Dessa krafter ökas med stigande tåghastighet. De påkänningar, som dessa krafter förorsaka i spåret, kallas *dynamiska påkänningar*. *Dessa krafter stiga med kvadraten på hastigheten*, d. v. s. om hastigheten fördubblas, fyrdubblas krafterna och om hastigheten blir 3 gånger så stor, bli krafterna 9 gånger så stora o. s. v.

En hastighetsökning från 90 till 100 km/tim föranleder, att dessa krafter ökas i förhållandet $90^2 : 100^2$ eller $8\,100 : 10\,000$, vilket betyder, att de ökas med c:a 25 %.

Vid en hastighetsökning från 90 till 120 km/tim erhålles en ökning av c:a 75 %.

E. *Inre spänningar.*

Alla i det föregående omnämnda krafter måste banöverbyggnaden upptaga och överföra å underbyggnaden. Detta arbete förorsakar, att spänningar uppstå i spårets olika delar. Huru stora dessa spänningar kunna bli, är av värde att känna till för att rätt kunna dimensionera spårets olika delar. Dessa frågor ha varit föremål för ingående teoretiska undersökningar. Det har dock visat sig mycket svårt att på teoretisk väg beräkna de i spårets olika delar uppträdande spänningarna. Åtskilliga försök ha även gjorts att på experimentell väg lösa problemet. Även om dessa undersökningar ej lett till fullt klarläggande av problemet, ha de dock varit av stort värde. De ha fört till utarbetandet av vissa riktlinjer, som de olika järnvägsförvaltningarna använda sig av vid dimensionering av spårets olika delar och för fastställande av vilka axeltryck och hastigheter, som man kan tillåta.

F. Fordringar på en god banöverbyggnad.

På en god banöverbyggnad kan man uppställa följande fordringar.

1. Spårläget måste vara gott. Särskilt stora fordringar måste ställas på en bana, som skall befaras med hög hastighet, i vilket fall det är av största betydelse, att de båda rälssträngarnas inbördes höjdläge är så exakt som möjligt, och att kurvor och övergångskurvor med rälsförhöjningsramper ligga bra.
2. Materialet i rälerna måste vara sådant, att slitage och skadegörelse på grund av den rullande materielens åverkan bli så små som möjligt.
3. Rälerna måste ha erforderlig genomskärningsarea, d. v. s. vara tillräckligt tunga, för att tåla inverkan av på dem angripande krafter.
4. Dessa krafter måste på lämpligt sätt överföras från rälerna till sliprarna.
5. Sliprarna måste vara av god beskaffenhet och så dimensionerade, att de förmå överföra krafterna från rälerna till ballasten och så, att trycket på ballasten ej blir för stort.
6. Ballasten måste ha tillräcklig tjocklek, så att trycket från sliprarna blir likformigt fördelat på bankrönet.
7. Ballasten måste vara vattengenomsläpplig samt besitta tillräcklig elasticitet.
8. Bankroppen bör vara av icke tjälskjutande jordart, i annat fall bör ballastdjupet (inkl. eventuell underballast) vara tillräckligt för att hindra tjälen att gå ned i bankroppen.
9. Banöverbyggnadens alla delar böra vara så förbundna med varandra, att då ett tåg passerar, glapprum icke uppstå mellan spårets olika delar och att endast elastiska förändringar, men inga permanenta rubbningar eller sättningar, uppträda. Råler och sliprar böra vara så fast förbundna med varandra, att de bilda en styv ram och på så sätt samverka vid upptagande av krafter. Härigenom minskas risken för rubbningar i spårläget, vilka bl. a. kunna ge upphov till s. k. solkurvor.
10. Spåret bör vara elastiskt eftergivligt och ej erhålla permanenta sättningar, då tåg passerar. Ett stumt spårläge förorsakar ofta kraftigt slitage, varjämte tågets gång känns mindre behaglig.
11. Banöverbyggnadens konstruktion och standard skola vara sådana, att underhållet kan ordnas ekonomiskt. Man strävar efter, att de sammanlagda årliga kostnaderna av amortering och ränta å det nedlagda kapitalet samt av underhållet bli så låga som möjligt. Bygger eller iordningsställer man en bana så klen som möjligt, bli de totala årskostnaderna på grund av höga underhållskostnader och reparationskostnader höga. Håller man däremot en onödigt hög standard, bli årskostnaderna trots låga underhållskostnader höga på grund av dryga ränte- och amorteringskostnader. Det gäller därför att utan slöseri hålla banan uppe i en god standard. Då kan man också räkna med bästa möjliga ekonomi.

II. Spårets geometriska form.

A. Lutningskurvor.

Mellan sträckor med olika lutningsförhållanden uppkomma brytpunkter. Ju större vinkel dessa lutningar bilda med varandra, desto märkbarare blir, då tåg passera, övergången mellan dessa, såvida man ej lägger in en lutningskurva av erforderlig längd. Lutningskurvorna ha cirkulär form.

Ju större tågs hastighet är, desto mjukare måste övergången vara, desto större radie måste lutningskurvan ha. För hastigheter upp till 90 km/tim föreskrives lutningskurvor med radier upp till 10 000 m. Banor, som skola befaras med tåg, som gå med 120 km hastighet, böra förses med lutningskurvor med minst 15 000 m radie. Närmare redogörelse för lutningskurvornas beräkning återfinnes i str nr 239, del F.

Vid en banas byggnad måste man taga hänsyn till lutningskurvorna, enär dessa inverka på terrasseringsarbetena. Några svårigheter att få in dylika kurvor av erforderlig längd föreligger i regel ej i detta fall.

Helt annorlunda ställer sig problemet vid anordnandet av lutningskurvor å trafikerad bana, där dylika saknas eller ha otillfredsställande längd. Problemet blir aktuellt i samband med större underhålls- och kompletteringsarbeten, såsom rälsutbyten, dräneringsarbeten, komplettering av ballasten m. m.

Det första man har att göra är att avväga banan (i regel avväger man rälsöverkant) och upprita en profil. Längdskalan kan lämpligen vara 1 : 1 000 och höjdskaan 1 : 10. Sedan gäller det att bestämma och rita in det justerade spårets höjdläge. Man har härvid att se till, att ballastdjupet överallt blir tillfredsställande (nödvändigt att därför i samband med avvägningen uppmäta befintligt ballastdjup och göra anteckningar om ballastens beskaffenhet), att bankroppens effektiva dränering blir på bästa och mest ekonomiska sätt möjliggjord och att den största tillåtna lutningen på ingen punkt blir överskriden (observera att enl. säkerhetsordningens bestämmelse i § 69 skall lutningen räknas som en medellutning på 1 000 meters längd).

Vid inläggandet av de olika lutningarna och horisontalplanen på profilritningen inträffar det ofta, att man har vissa punkter, som bestämma varje lutnings läge. Så snart två punkter äro givna, är en rät linjes läge fullt bestämd. Beräkningen av lutningarnas storlek samt skärningspunkten (brytpunkten) mellan två lutningar kan lätt ske med hjälp av de å bild 3 lämnade formlerna.

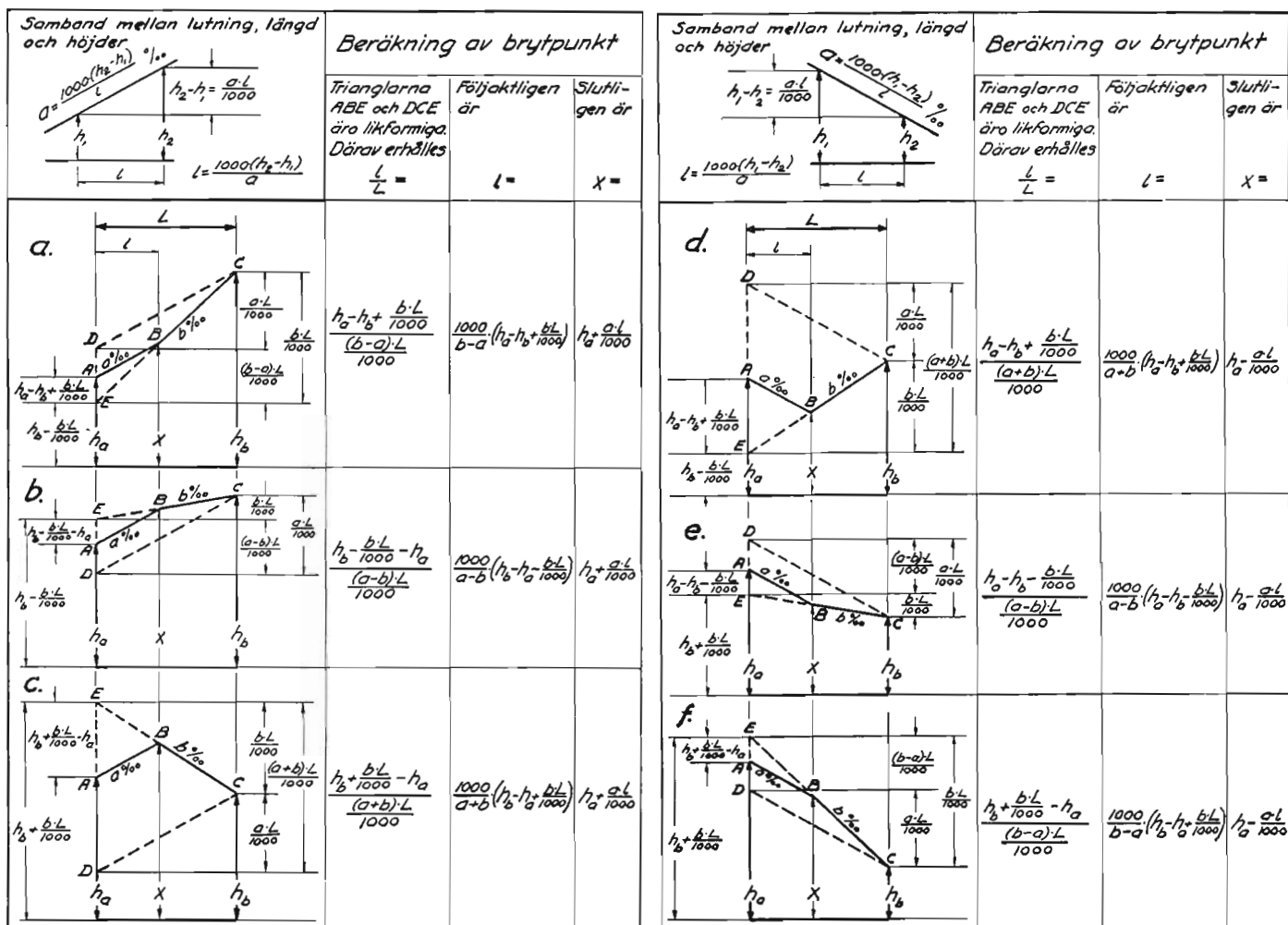
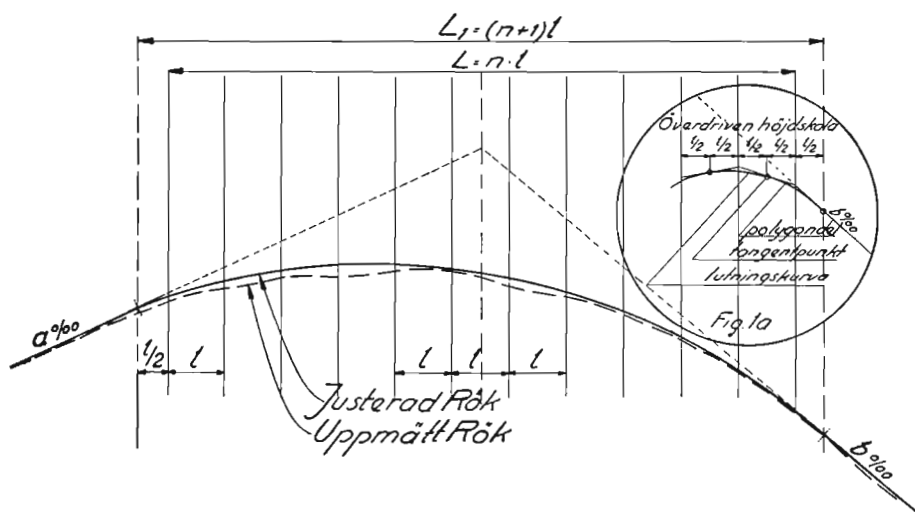


Bild 3.

Inläggning av lutningskurva av önskad längd stöter på särskilda svårigheter, i den händelse de båda lutningarna gå åt motsatta håll och brytpunkten är den högsta punkten, såsom visas å bild 3 c. Endera av lutningarna a eller b kan vara 0 (horisontalplan). En ökning av övergångskurvas längd i dylik brytpunkt medför sänkning av spårets höjdläge. För att ej få för ringa ballastdjup, kan det bli erforderligt att även sänka bankrönet. Då dylika brytpunkter så gott som undantagslöst ligga i skärningar, bli kostnaderna härför ofta höga. Kan man i stället höglyfta de båda lutningarna utan att få för starka stigningar, ökas möjligheterna att få in längre lutningskurva.

I de fall då en brytpunkt är belägen på sätt, som åskådliggöres å bild 3 a, d och e, är en ökning av lutningskurvas längd lättare att åstadkomma, enär det önskade resultatet i dessa fall kan nås genom att lyfta spåret endast i lutningskurvan.

Den ovannämnda profilen över r. ö. k. är nu till god hjälp för att bestämma, huru lång lutningskurva, som rimligtvis kan inläggas. Man försöker med en längd, som svarar mot längden å den avrundning, som finnes å profilen mellan de båda lutningarna (bild 4). Om



denna avrundnings längd är L_1 och de båda lutningarnas lutningstal äro $a ‰$ och $b ‰$, kan radien beräknas ur formeln

$$R = \frac{1\,000\,L_1}{a \pm b}$$

i vilken $+$ tecknet användes, då de båda lutningarna luta åt motsatta håll, $-$ tecknet, då de luta åt samma håll.

Skulle det nu visa sig, att värdet å R blir för litet, undersöker man möjligheterna av att lägga in en lutningskurva av längden

$$L_1 = \frac{R(a \pm b)}{1\,000}$$

då R ges ett värde, som kan godtagas. Det kan då visa sig nödvändigt att, såsom ovan antytts, höglyfta de båda lutningarna.

Sedan det justerade spårets höjdläge fastställts, utmärkes detsamma på längs spåret utsatta pålar.

Särskild uppmärksamhet fordrar det fall, då lutningskurva kommer att helt eller delvis sammanfalla med en rälsförhöjningsramp. Denna senare blir då böjd. För att kunna ge rampen dess rätta form blir det nödvändigt att förutom rampens början och slut även utsätta

erforderligt antal brytpunkter i denna. Dessa böra markeras med kraftiga pålar, på vilka de båda rälssträngarnas höjdlägen angivits.

I ämnet "mätninglära" genomgås närmare beräkning och utsättning av lutningskurvor.

B. Spårvidd, spårviddsökning.

Med spårvidd menas avståndet mellan rälnas innerkanter, mätt 14 mm under rälsöverkant.

Normalspåriga kallas järnvägar med spårvidden 1 435 mm i rakspår eller i engelska mått $4' 8\frac{1}{2}"$. Järnvägar med större spårvidd än 1 435 mm kallas *bredspåriga*, med mindre spårvidd *smalspåriga*. Spårvidden $4' 8\frac{1}{2}"$ eller normalspårvidden fastställdes genom en parlamentsakt år 1846 såsom gällande för Englands och Skottlands huvudbanor. Den, som först byggde banor med denna spårvidd, var George Stephenson. Tack vare att i järnvägarnas begynnelse så gott som alla lokomotiv till kontinenten levererades från Stephensons lokomotivverkstäder i Newcastle, blev normalspårvidden allmänt införd i ett flertal europeiska länder. På en kongress i Bern år 1886 blev 1 435 mm spårvidd fastställd såsom normalspårvidd.

Vid SJ förekomma banor med tre olika spårvidder, dels normalspårvidden 1 435 mm, dels de båda spårvidderna 1 067 och 891 mm. Vid några få enskilda järnvägar förekomma även spårvidderna 1 093, 802 och 600 mm.

På rak bana är spelrummet mellan hjulflänsarna och rälnas farkanter vid ny materiel (se bild 2)

10 mm för spårvidd 1 435 mm	
8 " " " 1 067 "	
5 " " " 891 "	

Spårviddsökning erfordras i vissa fall för att fordon med flera än två axlar (exempelvis lok) skola kunna passera genom en kurva, utan att mellanaxlarnas hjul pressa ut rälna.

Under tidigare år har man i regel använt sig av ganska stor spårviddsökning. Tack vare ändrat byggnadssätt kunna nu i trafik varande lok gå i ganska skarpa kurvor utan spårviddsökning. *I kurvor med större radie än 350 m på normalspåriga bandelar och 300 m på smalspåriga bandelar erfordras ingen spårviddsökning. Spårviddens ökning verkställles genom flyttning av innersträngen i hela den cirkulära kurvan samt utjämnas i övergångskurvorna.*

Förut har framhållits, att fordonen i kurvor ofta inställa sig så, att det ena främre hjulet ligger an mot yttersträngen, under det att ett bakre hjul ligger an mot innersträngen. Det är

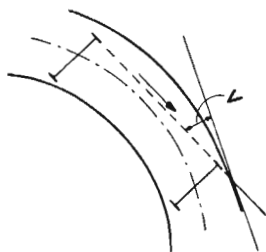


Bild 5.

uppenbart, att ju större spårviddsökningen är i en kurva, desto större möjlighet föreligger för fordonen att ställa sig snett i spåret (se bild 5). Den vinkel ν , som hjulet bildar med rälen,

ökas i samma mån spårviddsökningen blir större. Ju större denna ansatsvinkel är, desto mer nöter hjulflänsen å räls huvudets innersida, och desto större kraft erfordras för att draga fordonen. *Man bör därför använda minsta möjliga spårviddsökning.*

Närmare bestämmelser angående spårviddsökningen återfinnas i särtryck nr 239, del F.

C. Kurvor.

a) *Cirkulär kurva.* Den egentliga kurvan har cirkulär form. I övergången mellan denna och raklinje eller mellan kurvdelar med olika radier anordnas övergångskurva på sätt, som närmare redogöres för här nedan.

En cirkulär kurva har konstant radie, dess krökning är lika stor i varje punkt. Vid gång i kurva måste varje fordon vrida sig en viss vinkel per tidsenhet kring en lodrät axel. Vid konstant hastighet blir denna vinkel per tidsenhet konstant, om kurvan har cirkulär form. Cirkeln är den enklaste kroklinjen och därför den lämpligaste för praktiskt bruk. Rälsförhöjningen i en dylik kurva blir överallt densamma, likaså spårviddsökningen, då sådan erfordras. Av alla kurvor blir den cirkulära den lättaste att anordna och underhålla.

Ju skarpare en kurva är, d. v. s. ju mindre dess radie är, desto mindre tåghastighet kan tillåtas. Uppgift å de tåghastigheter, som nu tillåtas i kurvor med olika radier, återfinnas i säkerhetsordningens § 69, mom 2 b. Frågan angående hastighet i kurvor behandlas närmare å sid. 33.

I ämnet "mätninglära" lämnas närmare redogörelse för huru man går till väga vid *utsättning av nya kurvor* av cirkulär form, försedda med övergångskurvor. Vid *justering av kurvor* skall den Nalenzska evolventmetoden användas (se str nr 239, del F).

b) *Övergångskurva.* Då ett fordon går i en cirkulär kurva, är det, såsom ovan framhållits, dels påverkat av centrifugalkraften, dels utsatt för en kontinuerlig vridande rörelse kring en lodrät axel. Båda dessa faktorer äro beroende av kurvans radie (och även av tågets hastighet).

För att en stöt ej skall uppstå, då tåg passerar i övergången mellan raklinje och cirkulär kurva, anordnas här övergångskurva. Denna skall möjliggöra en mjuk övergång mellan raklinje och cirkulär kurva. För den skull skall dess krökningsradie, då den tangerar raklinjen, vara oändligt stor (se nedan) och, då den tangerar den cirkulära kurvan, vara lika stor som denna kurvas radie. Då såväl centrifugalkraften som vridningshastigheten ökas med stigande tåghastighet, fordras att banor, som skola befaras med hög hastighet, förses med särskilt långa övergångskurvor. Behovet av övergångskurvas längd måste för varje fall provas med avseende på tåghastigheten.

Olika slags kroklinjer ha kommit till användning som övergångskurvor. Den *kubiska parabeln* är den vanligast förekommande. Vid svenska järnvägar användes uteslutande denna övergångskurvetyp.

Dess utseende framgår av bild 6. Övergångskurvan ED tangerar raklinjen EF i punkten E

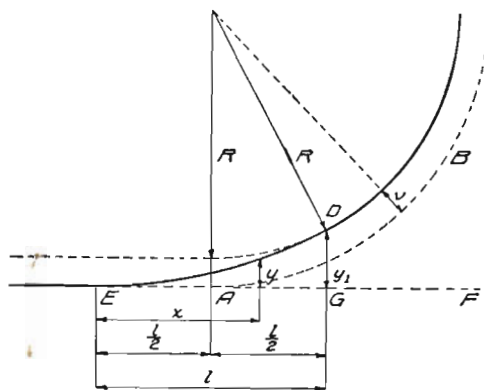


Bild 6.

och den cirkulära kurvan med radien R i punkten D . I punkten E är övergångskurvan praktiskt taget en raklinje, man säger att dess krökningsradie är oändligt stor. Denna minskas sedan allt mer ju längre man kommer in i övergångskurvan för att i punkten D , där övergångskurvan tangerar den cirkulära kurvan, få krökningsradien R . Den streckade linjen AB anger den ursprungliga cirkulära kurvan, vilken tangerar raklinjen EF i punkten A . För att kunna inlägga en övergångskurva är det sålunda nödvändigt att parallellförskjuta den cirkulära kurvan måttet v inåt. Av bilden framgår, att övergångskurvans tangentpunkter erhållas genom att avsätta övergångskurvans halva längd på ömse sidor om punkten A .

En del kurvor äro sammansatta av *kurvdelar med olika radier*. Av samma skäl, som ovan anförts för behovet av övergångskurva mellan raklinje och cirkulär kurva, måste övergångskurva även anordnas mellan två kurvdelar med olika radier, såvida ej skillnaden mellan de båda radierna är obetydlig. Mellan raklinje och kurva kan det även hända, att man ej anordnar någon övergångskurva. Detta är fallet, då kurvans radie är mycket stor.

I särtryck nr 239, del F återfinnas bestämmelser för anordnande av övergångskurvor, dels vid utstakning av nya kurvor, dels vid justering av kurvor. För att bestämma erforderlig längd å en övergångskurva utgår man från ett tal n , som anger huru många gånger övergångskurvans längd är större än rälsförhöjningen. Detta tal måste vara större, ju högre maximihastigheten i kurvan i fråga är. För enklare linjer med en maximihastighet upp till 60 km/tim kan man nöja sig med $n = 600$ för att vid banor med 120 km hastighet gå upp till värden å n mellan 1 500 å 2 500 och däröver. Som allmän regel gäller, att man försöker få in så långa övergångskurvor som möjligt. Desto mjukare övergång erhålles. I tabellerna III och IV i str nr 239, del F äro de vanligaste värdena å talet n sammanställda. Sedan man bestämt sig för ett värde på n och tagit reda på, huru stor rälsförhöjningen skall vara, multipliceras dessa båda tal, varvid övergångskurvans längd erhålles. Antag t. ex. att i en kurva å normalspårig bana med en radie av 600 m skall vid *justering* inläggas en övergångskurva, som svarar mot 90 km hastighet. Enligt bestämmelsen i avd. II, *Justering av kurvor*, bör för 80—90 km hastighet eftersträvas övergångskurva nr 4. Enligt tabell III erhålles för 90 km (elektrifierad linje) $n = 1\,400$. Enligt tabell VIII är rälsförhöjningen 110 mm eller 0,11 m. Vi få då följande övergångskurvlängd $l = 0,11 \times 1\,400 = 154$ m.

Gäller det däremot att inlägga *övergångskurva vid nystakning av kurva*, förfares på följande sätt. På grundval av värdena på n och Fh bestämmes först en *preliminär* längd på övergångskurvan. I ovan valda exempel blir denna preliminära längd $= 154$ m. Därefter multipliceras kurvradien med övergångskurvlängden, alltså $R \times l = 600 \times 154 = 92\,400$. I tabell III se vi, att för kurva nr 4 är $R \times l = 90\,000$ och för kurva nr 5 är $R \times l = 120\,000$. Det värde på $R \times l$, som vi räknade ut, ligger obetydligt över värdet 90 000, varför vi kunna välja kurva nr 4. Vi få då enligt tabell II övergångskurvans längd $l = 150$ m. Hade i stället valts kurva nr 5, hade vi fått $l = 200$ m. Denna kurva bör dock väljas, om så kan ske utan större extra kostnader.

De övergångskurvlängder, som erhållas på ovan anført sätt, äro önskelängder. Det är ej alltid möjligt att få in sådana längder, på grund av att den cirkulära kurvans sidoförskjutning kan bli för stor. (Måttet v erhålles ur tabell II). I tabell V lämnas uppgifter å övergångskurvlängder, som ej böra underskridas.

Det händer ibland, att en kurva ej kan förses med en rälsförhöjning, som gäller för maximihastigheten. I sådant fall blir behovet av övergångskurvor än större på grund av att den del av centrifugalkraften, som ej motverkas av rälsförhöjningen, ökas. I dylika fall skall man välja ett värde på n , som minst uppgår till i tabell VI angivna värden. Tänka vi oss, att i en kurva med $R = 600$ m, i vilken maximihastigheten är 90 km/tim, rälsförhöjningen

endast anordnats för 70 km hastighet, d. v. s. $F_h = 75$ mm, erhålles ur tabell VI talet $n = 1\,900$. Övergångskurvans längd blir då

$$l = n \times F_h = 1\,900 \times 0,075 = 143 \text{ m.}$$

Beträffande *smalspåriga järnvägar* är föreskrivet, att övergångskurvorna vid samma radier och samma hastighet skola vara lika långa som för normalspåriga banor. Talet n blir i detta fall större såsom framgår av tabell IV.

D. Fjärdegradsparabler som övergångskurvor.

Användas, såsom i Sverige är fallet, tredjegradsparabler som övergångskurvor, och sammanfalla därjämte övergångskurva och rälsförhöjningsramp, blir rampens lutning rätlinjig (se bild 14). Under förutsättning att ramplutningen ej är för brant och tågens hastigheter ej äro mycket höga, visar erfarenheten, att dylik ramp är tillfredsställande och att en tredjegradsparell därför motsvarar de krav, man kan ställa på en övergångskurva.

Å linjer, som befaras med mycket stora hastigheter, användas vid tyska riksbanorna ramper av den typ, som framgår av bild 7. I stället för att utspetsa rälsförhöjningen efter den räta linjen BD får rampen formen av två andragradsparell AC och CE. Tillhörande övergångs-

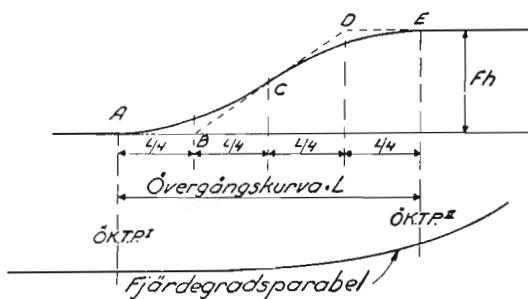


Bild 7.

kurva får formen av en fjärdegradsparell, vars längd givetvis sammanfaller med längden av rampen ACE. Övergångarna mellan raklinje och övergångskurva och mellan övergångskurva och cirkulär kurva bli härigenom synnerligen mjuka.

Rampens lutning är störst i dess mittpunkt C. Såsom framgår av figuren är en vanlig rätlinjig ramp med samma lutning endast hälften så lång.

E. Rälsförhöjning i kurva.

a) Varför erfordras rälsförhöjning?

Under förutsättning att spårläget är felfritt, är ett tåg, så länge det går å raklinje, i huvudsak endast utsatt för tyngdkraftens påverkan (bild 8) samt den i tågets längdriktning verkande dragkraften. Så snart tåget kommer in i kurva, tillkommer centrifugalkraften. Är spåret i

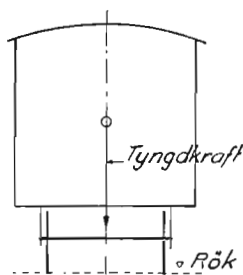


Bild 8.

kurvan ej försett med rälsförhöjning (bild 9), kommer tyngdkraften och centrifugalkraften att sammansätta sig till en mot kurvans yttersträng mer eller mindre snett riktad resultant. Härigenom blir yttersträngen hårdare belastad än innersträngen, varjämte färden för de

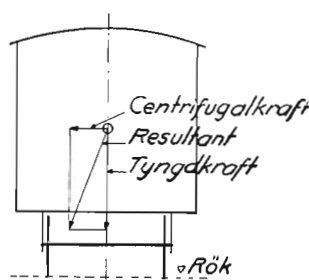


Bild 9.

resande känns obehaglig. För att motverka dessa nackdelar förses kurvan med *rälsförhöjning*, d. v. s. *yttresträngen lägges högre än innersträngen*.

b) Teoretisk rälsförhöjning.

Att bestämma den rätta rälsförhöjningen i en kurva är ett ganska komplicerat problem. Centrifugalkraften är nämligen beroende av tågets hastighet och ökas med denna. Med hänsyn till de tåg, som befara en kurva med den största tillåtna hastigheten, borde man helst anordna en så stor rälsförhöjning, att centrifugalkraften helt motverkas. Dylik rälsförhöjning i en kurva kallas den *teoretiska rälsförhöjningen*. Såsom framgår av bild 10 skulle i dylikt fall resultanten

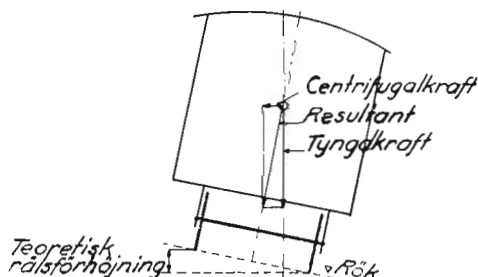


Bild 10.

av tyngdkraften och centrifugalkraften bilda rät vinkel med det plan, som bestämmes av de båda rälssträngarnas överkanter. De båda rälssträngarna finge då samma belastning, och de resande hade ingen känning av centrifugalkraften. Den enda märkbara sidokraften blir då den, som erfordras för att vrida fordonet kring en vertikal axel så mycket, att det följer kurvan.

c) Praktisk rälsförhöjning.

I regel är det dock ej lämpligt att förse spåret med den teoretiska rälsförhöjningen. Så snart ett tåg passerade kurvan med en hastighet lägre än den maximala, skulle på grund av att centrifugalkraften minskas, resultanten få ett läge, som framgår av bild 11. Den skulle komma att gå snett ned mot innersträngen, så att denna bleve mer belastad än yttersträngen.

Oftast är det så, att icke endast hastigt gående snäll- och persontåg skola framföras utan även en del tåg, framför allt godståg, med avsevärt lägre hastighet. Skulle kurvan vara försedd med den teoretiska rälsförhöjningen, skulle innersträngen i regel bli så hårt belastad, att den bleve betydligt tidigare utsliten än yttersträngen. Erfarenheten har också visat, att särskilt i spår utan underläggsplattor innersträngen har benägenhet att välta utåt. På särskilt

hårt belastade godstågslinjer har man därför stora svårigheter att få innersträngen att stå. En annan faktor, som även begränsar användandet av allt för stor rälsförhöjning är den, att om t. ex. ett snälltåg måste stanna i en kurva å linjen, får rälsförhöjningen ej vara så stor, att på grund av fordonens starka lutning obehag eller svårigheter skulle uppstå för de resande.

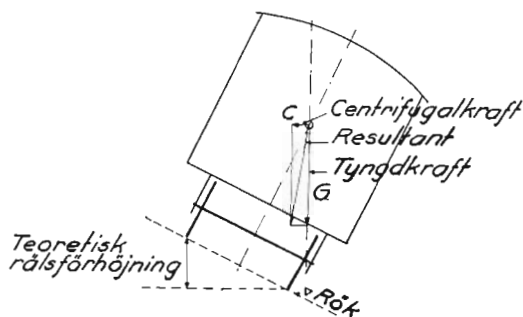


Bild 11.

I Sverige har hittills ej använts större rälsförhöjning än 120 mm å normalspårsbanorna. I utlandet förekommer större rälsförhöjning. Tyska riksbanorna t. ex. äro uppe i 150 mm, vilket betyder, att vagnarna luta 1 : 10, och man anser, att rälsförhöjning utöver detta mått ej är lämplig. Än större mått kunna dock tänkas, under förutsättning att *alla* tåg gå med maximalhastigheten och att man ytterst sällan behöver räkna med, att ett tåg stannar i en dylik kurva. Detta kan särskilt vara fallet å banor i närheten av stora städer, där endast lokaltåg av samma typ framföras.

För att ej få ett allt för dyrbart spårunderhåll är man därför tvungen att i regel förse kurvorna med mindre rälsförhöjning än den teoretiska. Den rälsförhöjning, som verkligen kommer till användning i en kurva, kallas *den praktiska rälsförhöjningen*.

d) *Regler för bestämmande av praktisk rälsförhöjning.*

Bestämmelser för den praktiska rälsförhöjningen återfinnas i kapitlet angående "Rälsförhöjning" i str nr 239, del F.

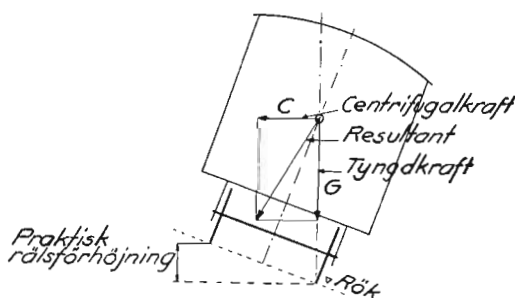


Bild 12.

I en kurva, försedd med den praktiska rälsförhöjningen, kommer centrifugalkraft och tyngdkraft, då tåg passerar med maximihastighet, att sammansätta sig på sätt som framgår av bild 12. Resultanten kommer att gå snett mot yttersträngen och föranleder, att denna får större belastning än innersträngen. Man strävar efter att förse varje kurva med en så stor praktisk rälsförhöjning, att yttersträngens merbelastning under inverkan av de hastiga tågen blir lika stor som innersträngens, då kurvan passeras av de långsamt gående tågen. De båda rälssträngarnas förslitning bör med andra ord hålla jämna steg.

Av vad ovan sagts framgår sålunda, att det är de långsamt gående tågen, som föranleda,

att den teoretiska rälsförhöjningen i regel ej kan användas. På olika linjer kan trafiken vara olika beskaffad. Å en linje kan de hastigt gående tågens antal vara litet, under det att godstågen äro både många och tunga (t. ex. riksgränsbanan), å en annan linje kan snälltågs- trafiken vara mera dominerande (t. ex. linjerna Stockholm—Göteborg och Stockholm—Malmö). I förra fallet måste rälsförhöjningen vara mindre än i senare fallet. Härav följer; att man ej kan gå schablonmässigt fram vid bestämmande av rälsförhöjningen i en kurva. De i särtryck nr 239, del F intagna tabellerna VIII, IX och X äro ej avsedda att lämna exakt uppgift å rälsförhöjningen i en kurva med viss radie och för en viss hastighet. Tabellernas värden motsvara vissa normalfall, varför ökning eller minskning bör verkställas, om så visar sig erforderligt. För den skull är det föreskrivet, att banpersonalen skall särskilt uppmärksamma, om den ena rälssträngen i en kurva blir hårdare belastad än den andra, vilket förhållande anger, att befintlig rälsförhöjning är för stor eller för liten. *Med stöd av dylika iakttagelser bör man med utgående från tabellernas värden göra erforderliga jämkningar, så att ett sådant värde å rälsförhöjningen erhålles, att de båda rälssträngarna bli i det närmaste lika hårt belastade.*

Vid uppgörande av tabellerna har hänsyn tagits till, att en kurva befares såväl av hastigt gående tåg som av långsammare godståg. Vid rälsförhöjningens bestämmande skall man därför utgå från *den oftast använda största tåghastigheten* i kurvan och ej från någon medelhastighet. I många fall gå tågen med den för bansträckan tillåtna största hastigheten och då användes denna.

Värden å rälsförhöjningen för kurvradier, som ej återfinnas i tabellerna, uträknas genom proportionering. Ojämna värden avrundas till tal, som sluta på 5 eller 0.

Vid ångdrift måste man, såväl vad beträffar snälltåg som godståg, räkna med lägre medelhastighet än vid elektrisk drift. De elektriska loken ha nämligen större förmåga än ångloken att i stigningar framföra tågen utan hastighetsminskning. Vid de större tåghastigheterna blir skillnaden mellan eldrift och ångdrift så avsevärd, att det blir nödvändigt att på elektrifierade linjer i regel anordna något större rälsförhöjning än å icke elektrifierade linjer, såsom närmare framgår av tabell VIII i str nr 239, del F.

Vid bestämmande av rälsförhöjningen i en kurva, som skall justeras, kan man även ha god nytta av att mäta upp den befintliga rälsförhöjningen i kurvan. Man vet, huru spåret har stått sig under trafikens påverkan och kan därav draga slutsatser angående den lämpligaste rälsförhöjningen.

e) *Förhållandet mellan praktisk och teoretisk rälsförhöjning.*

För de lägsta hastigheterna 40 km/tim och därunder överensstämma de praktiska rälsförhöjningarna enligt tabellerna med de teoretiska. Vid så låga hastigheter framföras nämligen såväl snälltåg som godståg med ungefär samma hastighet. Ju större hastighet man har att räkna med, desto större måste skillnaden bli mellan de praktiska och teoretiska rälsförhöjningarna. Några exempel härpå visas å bild 13.

De teoretiska rälsförhöjningarna kunna beräknas ur följande formler:

$$1\ 435\ \text{mm spårvidd}\ F_{h_{\text{teor.}}} = 11,8 \frac{V^2}{R}\ \text{mm}$$

$$1\ 067\ \text{''}\ \text{''}\ F_{h_{\text{teor.}}} = 8,8 \frac{V^2}{R}\ \text{mm}$$

$$891\ \text{''}\ \text{''}\ F_{h_{\text{teor.}}} = 7,4 \frac{V^2}{R}\ \text{mm}$$

då V = tågets hastighet i km/tim
och R = kurvans radie i meter.

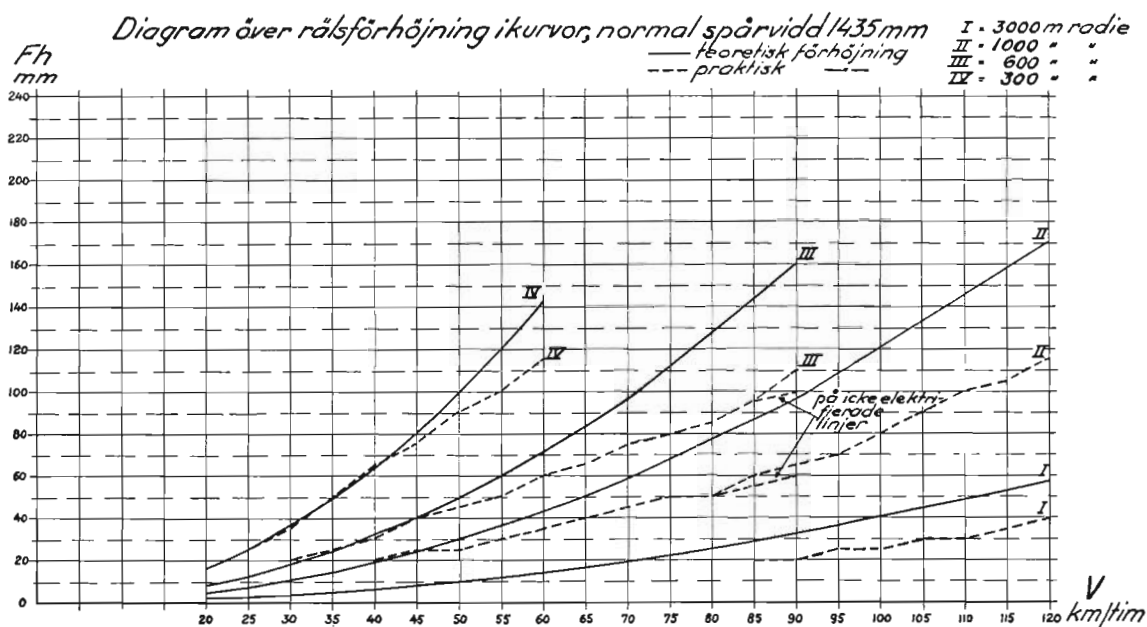


Bild 13.

De praktiska rälsförhöjningarna beräknas vid SJ ur formeln:

$$F_{h_{\text{prakt.}}} = K \cdot \frac{V^2}{R}, \text{ där } K = \text{en konstant.}$$

Vid 1 435 mm spårvidd sättes denna konstant $K = 11,8$ för hastigheter upp till 40 km/tim och $= 8,0$ för hastigheter över 80 km/tim å elektrifierade linjer. För hastigheter mellan 40 och 80 km/tim varierar konstanten mellan 11,8 och 8,0.

Vid övriga spårvidder gälla andra värden på konstanten.

f) *Toleranser.*

För spår, som skola befaras med stora hastigheter, är det nödvändigt, att rälsförhöjningen anordnas med största möjliga noggrannhet. Även små ojämnheter på några få millimeter äro kännbara. Under trafikens inverkan ökas felen. Fel i rälsförhöjningen av intill 10 mm avvikelse från det fastställda värdet kan tillåtas för linjer med en maximal hastighet av 90 km/tim, under förutsättning att inga tvära övergångar förekomma. För linjer med större hastighet än 90 km/tim kan tillåtas en största avvikelse av 7 mm. För stor och för liten rälsförhöjning får icke förefinnas i omedelbar följd. Som allmän regel kan sägas, att det viktigaste är, att rälsförhöjningen är så jämn som möjligt. *Det är variationerna, såväl vad beträffar rälsförhöjning som spårets krökning, som ge upphov till orolig tågång.*

g) *Rälsförhöjningsramp.*

I den cirkulära kurvan skall rälsförhöjningen uppgå till det fastställda värdet. Den skall utspetsas i övergångskurvorna, så att de båda rälssträngarna å raklinjen ligga på samma höjd; man säger, att rälsförhöjningen å raklinjen skall vara 0. Utspetsningen sker efter en rät linje. Den spårdel, å vilken rälsförhöjningen utspetsas, kallas *rälsförhöjningsramp*, (se bild 14 a). *Övergångskurva och rälsförhöjningsramp skola sammanfalla.* Är så fallet, kommer en bild av den del av centrifugalkraften, som ej motverkas av rälsförhöjningen, vilket värde i fortsättningen betecknas med C_{Δ} , att få det utseende, som framgår av bild 14 b. I övergångskurvan kommer kraften i fråga att jämnt tillväxa. Den är 0 i tangentpunkten mellan raklinje och övergångskurva samt får sitt fulla värde C_{Δ} i tangentpunkten mellan övergångskurva och cirkulär kurva.

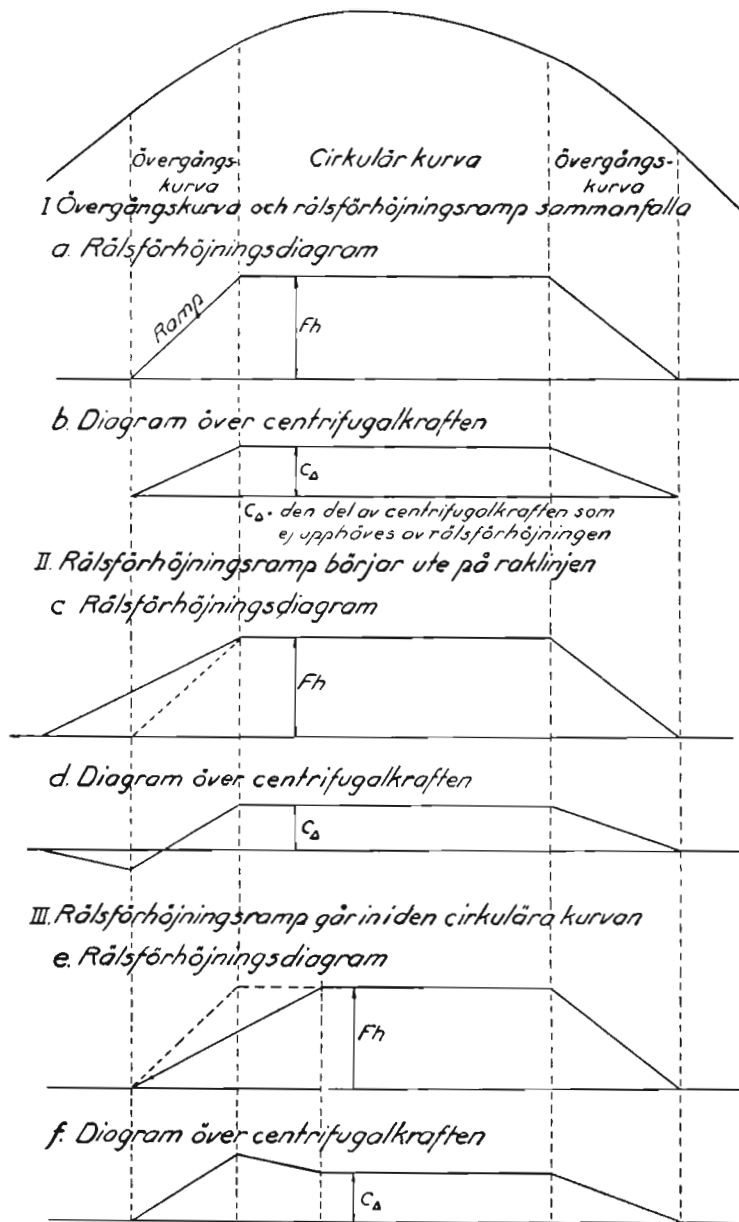


Bild 14.

Vid gång i kurva är, såsom framgår av bild 12, tåget påverkat dels av den egna vikten G , dels av centrifugalkraften C .

Använder man sig av följande beteckningar:

G = vikten i kg

g = tyngdkraftens acceleration = $9,81 \text{ m/sek}^2$

v = hastigheten i m/sek

V = " i km/tim

R = kurvans radie i m

C = centrifugalkraften i kgf (kilogramkraft),

$$\text{så är } C = \frac{G}{g} \cdot \frac{v^2}{R} = \frac{G}{g} \cdot \frac{V^2}{12,96 R} \dots\dots\dots (1)$$

Är kurvan försedd med rälsförhöjning, blir den del av centrifugalkraften, som ej uppväges av rälsförhöjningen

$$C_{\Delta} = \frac{G}{g} \left(\frac{V^2}{12,96 R} - \frac{h}{102 \text{ s}} \right) \dots\dots\dots (2)$$

då h = kurvans rälsförhöjning i mm och

s = avståndet mellan hjulens löpcirklar i m.

I formel (2) brukar man sätta

$$\frac{V^2}{12,96 R} - \frac{h}{102 s} = p_{\Delta} \dots\dots\dots (3)$$

Denna kvantitet p_{Δ} , som i m/sek² anger accelerationen, bör ej uppgå till mer än 0,4 m/sek², om färden genom en kurva skall vara utan obehag för de resande. De tabellenliga värdena på rälsförhöjningen äro så höga, att p_{Δ} aldrig överstiger värdet 0,4. I undantagsfall kan man sätta $p_{\Delta} = 0,6-0,8$. De maximihastigheter, som enligt tabellerna XII, XIV och XVI i str nr 239, del F kunna tillåtas i en kurva, äro beräknade för dessa högre värden på p_{Δ} .

Värdena på s och 102 s , svarande mot de olika spårvidderna i formlerna (2) och (3), erhållas ur följande tabell.

Spårvidd mm	s m	102 s	7,85 s
1 435	1,5	153	11,8
1 067	1,12	114	8,8
891	0,94	96	7,4

Är en kurva försedd med teoretisk rälsförhöjning, är $p_{\Delta} = 0$. Ur formel (3) erhålles då

$$\frac{V^2}{12,96 R} = \frac{h}{102 s} \text{ eller } h_{\text{teor.}} = \frac{102 s}{12,96} \cdot \frac{V^2}{R} = 7,85 s \cdot \frac{V^2}{R}$$

Jämför härmed formlerna på sid. 22. Värdena å 7,85 s äro ävenledes införda i tabellen.

b) Ingen rälsförhöjning å raklinje.

Det är av största vikt, att ingen rälsförhöjning finnes å raklinje. Skulle rälsförhöjningsrampen börja ett stycke ute på raklinjen, som framgår av bild 14 c, skulle bilden av C_{Δ} få det utseende, som bild 14 d utvisar. Ute på raklinjen skulle tåget glida ner mot innersträngen för att, strax efter det att tangentspunkten mellan raklinje och övergångskurva passerats, gå mot yttersträngen. Allt efter som krökningsradien i övergångskurvan minskas, ökas den del av centrifugalkraften, som ej motverkas av rälsförhöjningen. Den kraft, som påverkar tåget, tvingar detta att först glida ner mot innersträngen för att, sedan kraften ändrat riktning, få tåget att allt hårdare ligga mot yttersträngen. I det ögonblick kraften ändrar riktning och tåget går från innersträngen mot yttersträngen, erhålles en kännbar "släng" i tåget. En bidragande orsak till uppkomsten av denna släng utgör det förhållandet, att avståndet mellan hjulflänsarnas hålkälar är c:a 10 mm mindre än spårvidden.

j) Rälsförhöjningsramp längre än övergångskurva.

Det händer ibland, att på grund av att erforderligt lång övergångskurva ej kan inläggas (en helengelsk växel ligger t. ex. strax i kurvingången), man vill hjälpa upp ingången i kurvan genom att anordna en rälsförhöjningsramp av normal längd, alltså längre än övergångskurvan. Såsom bild 14 e utvisar, låter man rampen som vanligt börja i tangentspunkten mellan raklinje och övergångskurva men i stället gå in i den cirkulära kurvan. Diagrammet över C_{Δ} får då det utseende, som bild 14 f utvisar. I tangentspunkten mellan övergångskurva och cirkulär kurva erhålles ett värde å C_{Δ} större än det normala. Centrifugalkraften är dock

hela tiden riktad åt samma håll med påföljd, att tåget ligger mot yttersträngen och ej kommer att slänga från den ena till den andra rälssträngen.

Vid övergång mellan två kurvor med olika radier lägges rampens överskjutande del i den skarpare krökta kurvan.

k) *Huru rälsförhöjning anordnas.*

Rälsförhöjning i en kurva anordnas i regel genom att *höja yttersträngen*, under det att innersträngen får ligga i oförändrat höjdläge (bild 15 a). Tågets tyngdpunkt kommer att höja sig vid färd genom kurvan och följa en linje, parallell med den streckade linjen i bild 15 a. Tyngdpunktens höjning, då tåg passerar övergångskurvan från raklinjen till den cirku-

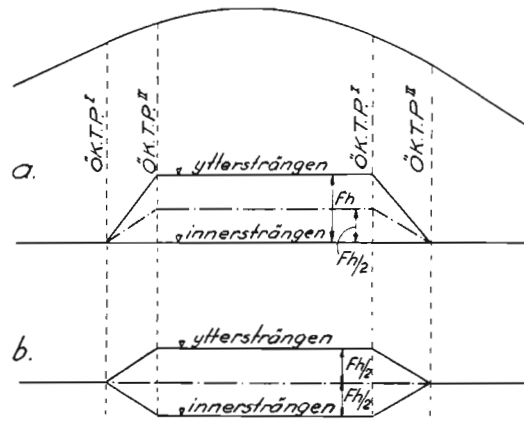


Bild 15.

lära kurvan, uppgår sålunda till ett mått lika stort som halva rälsförhöjningen. Under förutsättning att rälsförhöjningsramperna äro tillräckligt långa, är denna höjning och sänkning av tågets tyngdpunkt föga märkbar.

Några utländska järnvägsförvaltningar anordna rälsförhöjning i kurvan på så sätt, att innersträngen sänkes lika mycket som yttersträngen höjes (bild 15 b). Någon höjning av tågets tyngdpunkt äger ej rum, vilket bidrager att ge tåget en lugn gång. Denna metod för rälsförhöjningens anordnande förutsätter, att hänsyn toges vid banvallens byggande, så att erforderligt ballastdjup även erhålles under innersträngen.

l) *Korsande ramper.*

Vid anordnande av rälsförhöjning i S-kurvor (kurvor åt olika håll) anordnas i övergången mellan de båda kurvorna s. k. korsande ramper (bild 16 och 17).

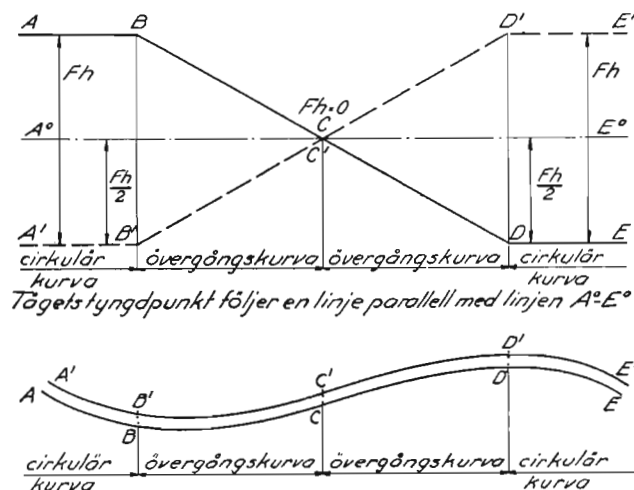


Bild 16.

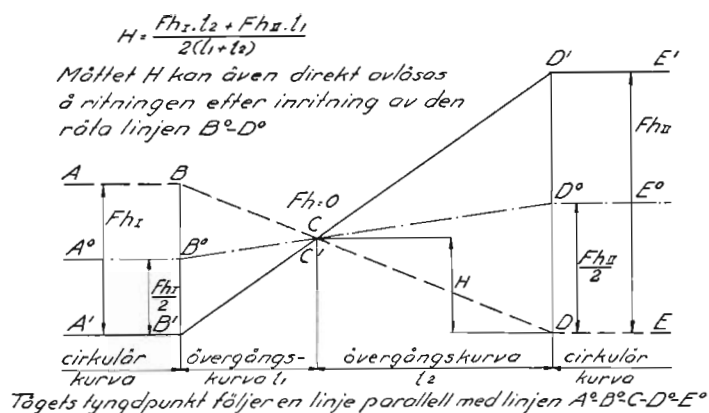


Bild 17.

Nu för tiden söker man om möjligt att, i den händelse en kortare raklinje finnes mellan de båda kurvorna i en S-kurva, få bort denna genom att göra övergångskurvorna så långa, att deras yttersta tangentpunkter sammanfalla (bild 16). Raklinjen övergår till att endast bli en punkt.

I övergångskurva är ett fordon på grund av rälsförhöjningens förändring i rälsförhöjnings-rampen utsatt för en vridande rörelse kring en längsgående axel, vilken rörelse avbrytes, så snart fordonet kommer ut på raklinjen. Då två övergångskurvor gå ihop i en S-kurva, sker denna vridning i båda övergångskurvorna åt samma håll, utan att något avbrott i rörelsen uppstår vid övergången från den ena övergångskurvan till den andra. Ha de båda ramperna samma lutning (detta är liktydigt med att talet n , som anger, huru många gånger övergångskurvans längd är större än rälsförhöjningen i den cirkulära kurvan, är detsamma i båda övergångskurvorna), sker vridningen lika hastigt i båda övergångskurvorna. Ha de båda kurvorna olika radier, bestämmer man de båda övergångskurvornas längder så, att talet n i dem båda blir detsamma.

Utjämningen av rälsförhöjningarna i de båda kurvorna sker nu på så sätt, att om båda kurvorna ha samma rälsförhöjning (bild 16), yttersträngen sänkes lika mycket som innersträngen höjes, så att i tangentpunkten mellan de båda övergångskurvorna de båda rälssträngarna komma i samma höjdläge. Vid olika rälsförhöjning i de båda kurvorna går man tillväga på sätt, som visas i bild 17.

Tågets tyngdpunkt följer i båda fallen en linje, parallell med linjen A°—E°.

Skulle det ej vara möjligt att helt få bort den mellanliggande raklinjen, kan rälsförhöjningen i övergången anordnas i enlighet med bild 18. Huru långt man kan gå i dylika fall är en kostnadsfråga. En höglyft av såväl raklinje som övergångskurva erfordras.

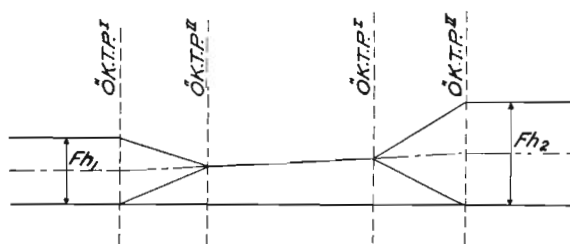


Bild 18.

Erfarenheten har visat, att tågens gång i på detta sätt anordnade ramper är mycket god, under förutsättning givetvis att spårläget i sig självt är gott, och att övergångskurvorna ej äro för korta.

m) Rälsförhöjning i kurvor med flera radier och i kurvföljder.

Som allmän regel gäller, att rälsförhöjningen skall i varje punkt av spåret svara mot spårets krökningsradie. Man erhåller nämligen den bästa tåggången, om den del av centrifugalkraften, som ej uppväges av rälsförhöjningen, varierar så litet som möjligt, varav följer, att om spårets krökningsradie förändras, även rälsförhöjningen måste förändras.

För belysande av detta problem kan anföras resultatet av en undersökning, som verkställes i samband med en spårjustering på Sommens bangård (bild 19). Södra ingångsväxeln ligger

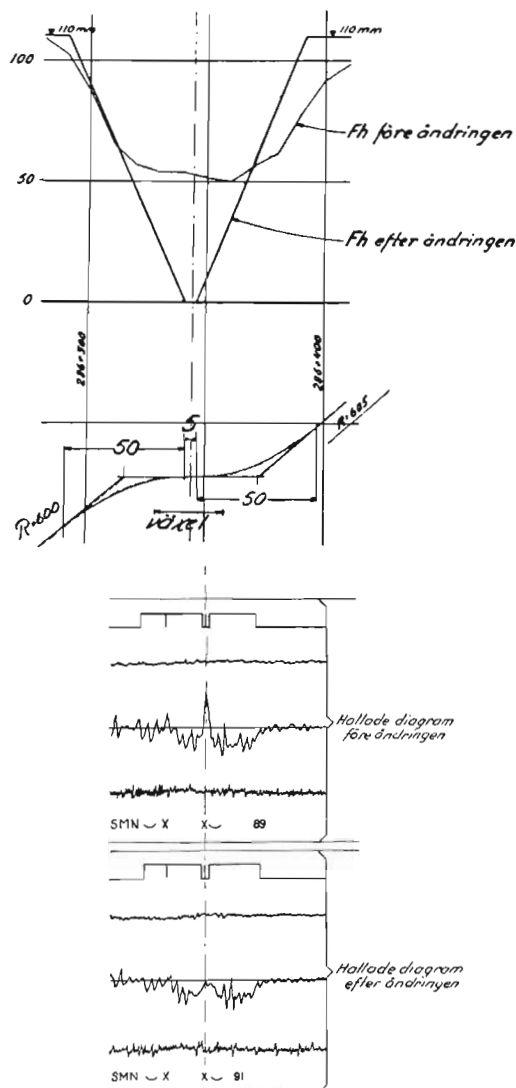


Bild 19.

i en raklinje av endast 5 m längd. Kurvorna å ömse sidor ha radierna 600 och 605 m. Övergångskurvorna äro 50 m långa. Talet n är 450, rälsförhöjningen är 110 mm. Före justeringen fanns det, såsom ritningen utvisar, en rälsförhöjning av något över 50 mm i rakspåret. Vid provkörning med Hallades apparat (se sid. 36) erhöles vid passerandet av raklinjen en sidostöt (se bild 19). Sedan rälsförhöjningen borttagits å raklinjen, försvann sidostöten helt. Stöten uppkom av att tåget vid passerandet av den korta med rälsförhöjning försedda raklinjen gled ned på innersträngen, under det att tåget låg mot yttersträngen i de intilliggande kurvorna, som äro försedda med en rälsförhöjning lägre än den teoretiska. Av intresse är att iakttaga å diagrammet, taget efter rälsförhöjningens borttagande å raklinjen, huru som diagramlinjen i den korta raklinjen praktiskt taget ligger å grundlinjen (å raklinjen är den

teoretiska rälsförhöjningen 0), under det att diagramlinjen anger för låg rälsförhöjning i kurvorna. Centrifugalkraften å raklinjen är 0.

Vill man ha säkerhet för att tåget vid passerandet av raklinjen ej kastas över från yttersträngen mot innersträngen och återigen mot yttersträngen, skulle man kunna *sänka yttersträngen* något och då så mycket, att centrifugalkraften hela tiden förblir konstant. Dylik åtgärd är dock ej så lämplig ur andra synpunkter. Bästa lösningen av problemet är att ersätta hela kurvfoljden med en enda kurva med samma radie eller, om så ej är möjligt på grund av kostnaderna, att i stället för raklinjen lägga in en kurva med minsta möjliga radie.

Exemplet framhäver betydelsen av dels att rälsförhöjningen svarar mot krökningsradien i varje punkt av spåret, dels att de båda rälssträngarna ligga i samma höjd å raklinje.

I en kurva med två olika radier och försedd med övergångskurvor såväl mellan de båda kurvdelarna som mot raklinjerna får rälsförhöjningsdiagrammet det utseende, som visas på bild 20.

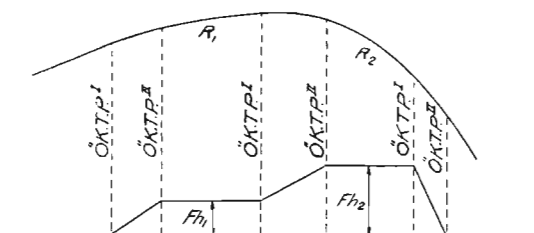


Bild 20.

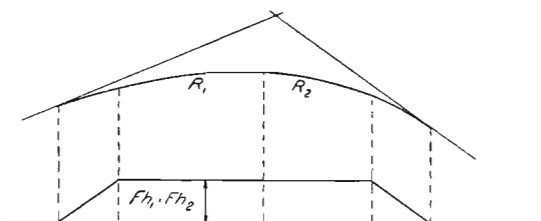


Bild 21.

Skulle skillnaden mellan de olika rälsförhöjningarna, som motsvara resp. radier, ej vara större än att genom sänkning eller höjning med 5 à 10 mm, samma värde å rälsförhöjningarna skulle kunna erhållas, kan man dock tillåta dylik jämkning, vilken ur spårunderhållssynpunkt är fördelaktig (bild 21).

n) Rälsförhöjning i spår å bangårdar.

Kurvor, som ligga i genomgående tågspår, måste så långt möjligt är förses med såväl rälsförhöjning som övergångskurvor, svarande mot den i dylik kurva oftast använda maximihastigheten. Skulle så ej vara möjligt, bör särskilt prövas, i vad mån hastighetsnedsättning är nödvändig.

Å bangårdars sidospår bör rälsförhöjning i regel endast anordnas i spår, där fordon framförs med större hastighet än 40 km/tim, och där befintliga växelordningar ej lägga hinder i vägen. I bangårdsspår, avsedda för uppställning av järnvägsagnar för lastning eller lossning, är det olämpligt att förse kurvorna med rälsförhöjning, enär ett lutande vagnsgolv försvårar lastningsarbetet. Kurva, som är försedd med spårspärr, får ej heller ligga i rälsförhöjning, enär risk då kan uppstå, att spårspärren ej fungerar effektivt.

F. Justering av kurvor.

a) Nalenzska evolventmetoden.

Vid justering av kurvor användes i regel den s. k. Nalenzska evolventmetoden. Förfaringsättet finnes närmare beskrivet i en av järnvägsstyrelsen utgiven "Handbok för utstakning av kurvor enligt Nalenzska evolventmetoden".

Enligt denna metod utgår man från de i en kurvas yttersträng uppmätta pilhöjderna. En *pilhöjd* erhålles genom att mellan två punkter på den ena strängens innerkant spanna ett snöre samt att i snörets mittpunkt vinkelrätt mot detsamma uppmäta avståndet mellan snöret och rälens innerkant (bild 22).

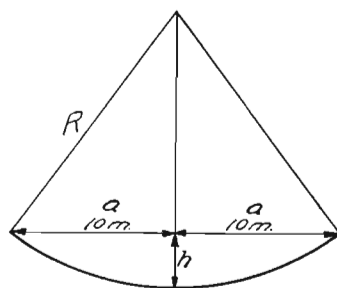


Bild 22.

Då en kurva eller följd av kurvor skall justeras, uppmätas pilhöjderna på vissa regelbundna avstånd och protokollföras. Med hjälp av dessa pilhöjder kan man skaffa sig en bild av den uppmätta kurvan, den s. k. *krökningslinjen* eller *K-linjen*, som uppritas å millimeterpapper (bild 23). Man lägger sedan in en bild av det sökta justerade spårläget, den s. k. *utjämningslinjen* eller *U-linjen*. De sökta spårförskjutningarna erhållas genom att med passaren summera de ytor, som ligga mellan K- och U-linjerna, varvid erhålles *summalinjen* eller *S-linjen*. De vertikala avstånden mellan denna och dess grundlinje, som ofta kan vara sammansatt av en följd av parabler och räta linjer, utgöra i viss skala mått på den sökta spårförskjutningen i varje punkt av kurvan.

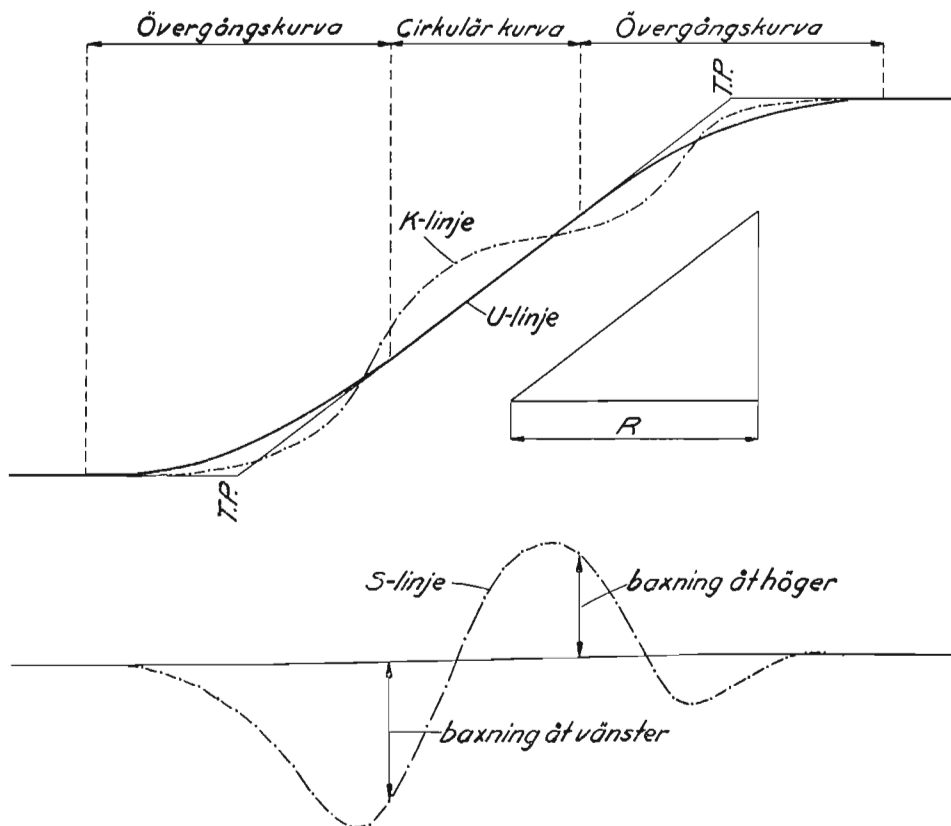


Bild 23.

Under förutsättning att baxningarna ej överstiga vissa mått, är det möjligt att återgiva en kurva, som under trafikens påverkan blivit mer eller mindre oregelbunden, cirkulär form samt förse den med övergångskurvor av önskad längd. Man kan även verkställa större omläggningar såsom t. ex. att ta bort en kort raklinje mellan två kurvor, att ersätta en kurva med flera olika radier med en kurva med en radie, att förändra läget av kurvans tangenter o. s. v. Särskilt vid mera komplicerade fall kan man utarbete flera olika lösningar av problemet och i detalj jämföra dem med varandra.

b) *Vissa synpunkter beträffande justering och omläggning av kurvor.*

De övergångskurvlängder, som voro föreskrivna i tidigare vid SJ gällande bestämmelser, voro mycket korta. Utvecklingen har senare gått mot användandet av allt längre övergångskurvor. Härigenom ha kurvjusteringsproblemen blivit allt mer komplicerade. Den med ökad övergångskurvlängd ökade inflyttningen av den cirkulära kurvan har medfört behovet av stora baxningar, vilka många gånger föranleda stora kostnader.

Gäller det en enstaka kurva, kan den ensidiga spårförflyttningen minskas genom att anordna en kontrakurva på rakspåret vid kurvingången. Dylik kontrakurva skall ha en radie av minst 20 000 m, varvid ingen rälsförhöjning erfordras liksom ej heller någon övergångskurva mot raklinjen. Endast i trängande fall bör man använda dessa kontrakurvor. Deras underhåll och justering bereda vissa svårigheter. Tågets gång genom dylik kurva, naturligtvis försedd med erforderligt långa övergångskurvor, är dock otadlig vid i övrigt gott spårläge.

Ligga flera kurvor tätt, endast åtskilda av kortare raklinjer, kan man vinna stora fördelar genom att vrida eller parallellförflytta dessa senare. Endast i de fall, då raklinjerna äro så långa, att en vridning eller parallellförflyttning skulle vara svår att genomföra, bör man tillgripa metoden med kontrakurva på raklinjen.

Såsom redan framhållits vid behandlingen av frågan angående korsande ramper, söker man få bort en mellan de båda kurvorna i en S-kurva ev. befintlig raklinje. Om de båda kurvorna äro korta, är det givetvis en stor fördel, om man kan lägga om hela S-kurvan med så stora radier, att rälsförhöjning ej erfordras. Även om rälsförhöjning ej erfordras, söker man i alla fall få in så långa övergångskurvor som möjligt.

Ibland påträffar man så korta kurvor, att de vid justering nästan endast skulle bestå av övergångskurvor. Man strävar efter att baxa dylik kurva ensidigt så mycket som möjligt för att erhålla största möjliga radie. Man kan bättra på resultatet genom att därjämte använda metoden med kontrakurva på raklinjen. Kan radien göras så stor, att rälsförhöjning ej erfordras, så dess bättre. Kan man å andra sidan få in övergångskurvor med $n \geq 2\,000$ vid 90 km och $n \geq 3\,000$ vid 120 km hastighet, erfordras ingen cirkulär kurvdel.

Även mellan två åt samma håll riktade kurvor bör ingen raklinje finnas. I första hand söker man ersätta kurvföljden med en kurva med en radie. Skulle detta medföra för dyrbara omläggningar, söker man lägga om så, att man får en kurva med två radier och mellanliggande övergångskurva. I sista hand söker man ersätta raklinjen med en kurvdel, vars radie så mycket som möjligt närmar sig kurvradierna på ömse sidor. Mellan de olika kurvdelarna måste givetvis anordnas erforderliga övergångskurvor.

Det är givetvis ej alltid möjligt att få bort en mellan två kurvor liggande raklinje. Denna får dock ej vara för kort. Även en kurvas cirkulära del får ej vara för kort. Det har nämligen visat sig, att dylika korta raklinjer eller cirkulära kurvor lätt ge upphov till störningar. I str nr 239, del F är det därför föreskrivet, att dylik raklinje eller kurva ej får vara kortare än 20 m och bör vid hastigheter över 80 km/tim uppgå till 0,3 gånger talet för hastigheten, alltså 27 m för 90 och 36 m för 120 km hastighet.

Understundom förekommer, att en i en kurva liggande växel, vägövergång el. dyl. försvårar anordnandet av full rälsförhöjning därstädes. Att med bibehållen kurvradie antingen minska rälsförhöjningen i hela kurvan eller också att endast minska den på vissa platser är ej bra. Man bör därför undersöka möjligheterna för kurvans omläggning så, att i varje punkt av densamma krökningsradie och rälsförhöjning så nära som möjligt svara mot varandra.

c) *Justering av spårets höjdläge.*

I samband med justering av kurvans form i horisontalplanet och av rälsförhöjningen är det av vikt, att även spårets höjdläge beaktas. För den skull är det nödvändigt att i samband

med pilhöjds-mätningen även avväga spåret och då lämpligen innersträngens r. ö. k. samt upprita en profil. Ligger kurvan i en brytpunkt, kan det för att få in erforderligt långa lutningskurvor bli nödvändigt att avväga de anslutande lutningarna helt eller delvis.

d) *Utsättning av det nya spårläget, baxning.*

Justering av kurva bör ske, så snart sådana fel uppstå i spårläget, att tåggången ej är tillfredsställande. En god hjälp vid bedömande av denna fråga har man av de diagram, som erhållas med Hallades apparat.

När kurva uppmäts, bör mätningresultatet snarast möjligt behandlas och det nya spårläget utsättas och spåret baxas. Under tiden mellan pilhöjds-mätningen och utsättningen få inga arbeten, som ändra spårläget, utföras. Det ursprungliga spårläget är den baslinje, från vilken det justerade spårläget skall utsättas.

Det justerade spårets läge utsättes i regel på var 10:e meter. Man använder sig lämpligen av kraftiga träpålar, vilka nedslås så, att de nå föga ovan ballastens överkant, varigenom de — så långt möjligt är — bli skyddade för åverkan. Spårmitten, d. v. s. den linje, som ligger på halva den normala spårvidden från yttersträngens innerkant, markeras genom att i pålens överyta slå ned en spik.

Då så är möjligt, söker man utföra justeringen av spåret med minsta möjliga baxning. Man vinner härvid även den fördelen, att spårets totala längd ej ändras. Vissa delar av spåret skola dock baxas in mot kurvans medelpunkt, andra utåt. De spårdelar, som baxas inåt, bli kortare, de som baxas utåt längre. Vid baxningen är det nödvändigt att taga hänsyn härtill, så att spåret varken kommer att stå i spänning, med påföljd att det strävar att återgå i sitt gamla läge, eller så att skadliga ändringar av rälsskarvöppningarna uppstå. Man måste möjliggöra vissa förskjutningar av rälerna i deras längdriktning, och för den skull lossa på rälsspikar eller skruvar.

I många fall kommer dock det justerade spårläget att erhållas genom ensidig baxning. En allmän reglering av rälsskarvöppningarna, i vissa fall t. o. m. längdändring av inpassarräl kan bli nödvändig.

I samband med utsättningen skola vederbörliga kurvtavlor och kurvmärken utsättas enligt str nr 239, del G, §§ 5 och 11.

e) *Kurvkort.*

För banpersonalen, som har hand om spårets underhåll, är det nödvändigt att ha tillgång till samtliga erforderliga uppgifter för varje kurva. För den skull sammanställas dessa å ett kurvkort. Bestämmelser härom återfinnas i str nr 239, del F.

G. Tågs hastighet med hänsyn till banan.

a) *Tågs hastighet vid gång å raklinje.*

Tågs hastighet å en bana är beroende av den förmåga spåret har att upptaga och till underbyggnaden överföra de krafter, med vilka den rullande materielen påverkar spåret. De faktorer, som härvid inverka, äro tåghastigheten, axeltrycket och spårets konstruktion. Beträffande denna senare räknar man i regel endast med följande faktorer:

g = erforderlig rälsvikt i kg per m,

l = största sliperavstånd från mitt till mitt i cm,

V = största tillåtna hastigheten i km per timme.

Betecknar man största drivhjultrycket å lok i kg med G, föreskriver Banförordningen, att följande formel skall användas för beräkning av sambandet mellan ovannämnda faktorer

$$g = 0,41 \sqrt[3]{\frac{G^2 \cdot l^2}{(1100 - 5V)^2}}$$

b) *Tågs hastighet vid gång i kurva.*

Vid gång i kurva är det i vissa fall ej möjligt att framföra tåg med samma hastighet som å raklinje på grund av de ökade påkänningar på spåret, som bli en följd av att tåget i kurva skall tvingas att följa denna och ej på grund av trögheten fortsätta rakt fram. I säkerhetsordningens § 69 finnes bestämt, vilka maximihastigheter, som äro tillåtna i olika kurvradier. *För att dessa hastigheter skola kunna tillämpas är det nödvändigt, att kurvorna äro försedda med erforderlig rälsförhöjning och övergångskurvor.* Ju kraftigare banöverbyggnad man har, desto större hastighet kan man tillåta i kurva med viss radie. Vissa utländska järnvägsförvaltningar, som ha kraftigare banöverbyggnad än våra svenska järnvägar, tillåta högre hastigheter i kurvor än som medgivas i SJ säkerhetsordning. Så t. ex. tillåta tyska riksbanorna i kurvor, som befaras med specialbyggda snabbtåg (Schnelltriebwagen), hastigheter som kunna beräknas ur formeln $V = 4,5 \sqrt{R}$.

För kurvor, som befaras med vanliga tåg, användes formeln $V = 4,25 \sqrt{R}$.

De tillåtna hastigheterna enligt säkerhetsordningen ligga mellan värdena $V = 3,45 \sqrt{R}$ och $V = 3,75 \sqrt{R}$.

I dessa formler är V = hastigheten i km per timme och R = radien i m.

I nedanstående tabell sammanställas några värden, som beräknats ur ovannämnda formler.

Radie i meter	Hastighet i km/tim enligt		
	Såo	$V = 4,25 \sqrt{R}$	$V = 4,5 \sqrt{R}$
300	60	75	75
600	90	105	110
900	115	130	135
1 000	120	135	140

Givet är, att i samma mån som hastigheten på så sätt ökas i en kurva, måste denna fördes med såväl rälsförhöjning som övergångskurvor, svarande mot den högre hastigheten. Härvid kommer så stor rälsförhöjning som 150 mm till användning.

Använder man fordon med särskilt låga axeltryck, kunna dessa framföras såväl i kurvor som å raklinjer med en hastighet, som är högre än de vanliga tågens, enär de förra trots större hastighet men tack vare lägre axeltryck ej behöva ge spåret några ökade påkänningar. Å våra svenska järnvägar framföras lätta rälsbussar med hastigheter högre än de som gälla för de vanliga tågen. Någon ökning av rälsförhöjningen eller övergångskurvlängden har dock ej ägt rum. Detta har till följd, att på grund av den ökade centrifugalkraften obehaget för de resande ökas vid färd genom kurvorna. Verkningarna härav kunna dock mildras genom att bygga dylika fordon med lågt liggande tyngdpunkt och förse dem med särskilt bekväma sittplatser. Av samma orsak byggas bilar så låga som möjligt. Skarpa kurvor utan "rälsförhöjning" äro ej ovanliga på många landsvägar. Störningar beroende på för korta övergångskurvor och felaktigheter i spårläget, som avsevärt ökas med stigande hastighet, kunna för de resandes del mildras genom väl avfjädrad upphängning av vagnskorgen.

c) *Samband mellan tåghastighet, rälsförhöjning och minsta längd å övergångskurva.*

Såsom redan framhållits, förutsätta de i säkerhetsordningen för olika kurvradier fastställda hastigheterna, att kurvorna äro försedda med erforderliga övergångskurvor samt

rälsförhöjningar. Är så icke fallet, uppkommer frågan vilka hastigheter, som kunna tillåtas.

De mått å rälsförhöjning och övergångskurvlängd, som böra komma till användning enligt bestämmelserna i str nr 239, del F, gälla för vissa hastigheter och äro så beräknade, att man skall kunna erhålla ett gott och ekonomiskt spåräge. Vissa avvikelser äro givetvis möjliga, om så visar sig nödvändigt, men man får då i regel räkna med ett ökat behov av spårjustering. För dylika fall gäller det att fastställa minimifordringarna.

I str nr 239, del F finnas intagna bestämmelser, som reglera dessa frågor. De hastighetsvärden, som erhållas enligt dessa bestämmelser, äro maximivärden, som endast i undantagsfall böra tillämpas. Så länge spåräget är gott, äro dessa hastigheter möjliga, men man måste dock i regel räkna med, att *spåräget ganska snart förändras med ty åtföljande orolig tåg-gång*.

Tre olika fall kunna uppstå:

1. rälsförhöjningen är för liten,
2. övergångskurvan är för kort, under det att rälsförhöjningen är normal,
3. övergångskurvan är för kort och rälsförhöjningen för liten.

Vart och ett av dessa fall kommer nu att genomgås.

1. Rälsförhöjningen är för liten.

Den del av centrifugalkraften, som ej uppväges av rälsförhöjningen, är i detta fall ganska stor, såvida ej hastigheten nedsättes.

Om en kurva ligger i närheten av en station, där alla tåg göra uppehåll, kan det hända, att den i kurvan oftast använda största tåghastigheten är lägre än maximihastigheten å linjen ifråga. Å en 90 km sträcka med normal spårvidd kan sålunda i t. ex. en kurva med $R = 600$ m, som ligger omedelbart utanför en dylik bangård, den oftast använda största tåghastigheten endast uppgå till kanske 55 km/tim. Kurvan bör då förse med rälsförhöjningen 50 mm, svarande mot 55 km hastighet. Nu uppstår den frågan: om man anordnar ett extratåg, som ej skall göra uppehåll å stationen ifråga, med vilken hastighet kan man tillåta, att tåget passerar utan allt för stort obehag för de resande?

Tabell XII i str nr 239, del F, lämnar svar å dylika frågor. I ovanstående exempel får man, att hastigheten i en kurva med $R = 600$ m och $F_h = 50$ mm får högst uppgå till 80 km/tim.

För banor med spårvidderna 1 067 och 891 mm gälla tabellerna XIV och XVI.

Dylika fall med för låg rälsförhöjning kunna även uppstå, då det gäller att bestämma hastigheten i en växelkurva, som endast kan förse med antingen för liten, ingen eller t. o. m. falsk (negativ) rälsförhöjning. I tabellerna XII, XIV och XVI betecknas falsk rälsförhöjning med ett minustecken, t. ex. -50 , -40 o. s. v. *Falsk rälsförhöjning uppstår, då kurvans innersträng lägges högre än yttersträngen.*

2. Övergångskurvan är för kort, under det att rälsförhöjningen är normal.

Att en övergångskurva är för kort, kan bero på vissa lokala hinder. En bro, en korsningsväxel el. dyl. kan ligga i kurvingången och binda spåräget. Antag t. ex. att i en kurva med $R = 600$ m å normalspårig bana rälsförhöjningen är 120 mm och övergångskurvlängden är 50 m. Enligt tabell XIII blir största tillåtna hastigheten i övergångskurvan 70 km/tim.

För banor med spårvidderna 1 067 och 891 mm gälla tabellerna XV och XVII.

3. Övergångskurvan är för kort och rälsförhöjningen för liten.

Inne i kurvan är den del av centrifugalkraften, som ej uppväges av rälsförhöjningen, ganska stor. Det blir erforderligt att genom minskning av hastigheten minska denna kraft,

så att övergången i den korta övergångskurvan mellan raklinjen, där ingen centrifugalkraft påverkar tåget, och kurvan blir tillräckligt mjuk.

I str nr 239, del F, återfinnas diagram nr 1, 2 och 3 gällande för normalspåriga samt smalspåriga banor med 1 067 och 891 mm spårvidd. Dessa diagram äro uppbyggda enligt samma princip. På vart och ett av desamma finnes dels en skara krökta linjer, var och en gällande för en viss kurvradie, dels en skara räta linjer, var och en gällande för en viss rälsförhöjning. De olika hastigheterna äro representerade av en skara lodräta linjer.

Dessa diagram äro så uppbyggda, att det vertikala avståndet i skala 1 : 1 000 mellan linjen för en viss radie och linjen för en viss rälsförhöjning för de olika hastigheterna angiver övergångskurvans minsta längd i meter.

Ex. Antag att vi ha en kurva med $R = 600$ m och en rälsförhöjning av 110 mm. Skall hastigheten vara 90 km/tim, kunna vi genom att mäta upp det vertikala avståndet mellan linjen $R = 600$ m och linje $F_h = 110$ mm å linjen för hastigheter 90 km/tim, vilket blir 49 mm, fastställa, att den erforderliga övergångskurvlängden måste vara minst 49 m.

Utgår man i stället från en viss längd å en övergångskurva till en kurva med en viss radie och en viss rälsförhöjning, erhåller man den tillåtna hastigheten genom att med passaren undersöka, var det vertikala avståndet mellan R -linje och F_h -linje i skala 1 : 1 000 motsvarar övergångskurvans längd. Ex. I en kurva med $R = 500$ m och 40 mm rälsförhöjning är övergångskurvlängden 40 m. Genom undersökning med passaren finner man, att vid den vertikala linjen för 65 km hastighet är avståndet = 40 mm mellan linjerna $R = 500$ m och $F_h = 40$ mm.

Ytterligare exempel på diagrammens användning återfinnas i str nr 239, del F.

Vid behandling av praktiska fall måste man i allmänhet undersöka samtliga tre fallen och ej sätta hastigheten högre än det minsta värde som erhålles. Hastigheten får därjämte ej överstiga, vad som föreskrives i säkerhetsordningen.

Då endast en mindre hastighetsnedsättning skulle behöva ifrågakomma, bör man undersöka, i vad mån spårläget skulle kunna ändras så mycket, att hastighetsnedsättning ej erfordras.

d) Tågs hastighet i lutningar.

De tåghastigheter, som få förekomma vid tågs gång utför olika lutningar, äro fastställda i säkerhetsordningen och säkerhetsreglementet, § 69. De äro bestämda med hänsyn till den bromskraft, med vilken tågen äro utrustade.

e) Säkerhet mot vältning i kurva.

Av den föregående framställningen har det framgått, att tåg vid färd i kurva förutom av den vertikala tyngdkraften G (bild 24) är påverkat av den horisontalt verkande centrifugalkraften C .

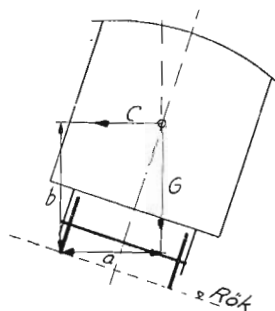


Bild 24.

Risk för vältning skulle kunna uppstå, i den händelse momentet av centrifugalkraften skulle bli lika stort som eller större än momentet av tyngdkraften, alltså

$$C \cdot b \geq G \cdot a$$

Hjultrycket vid innersträngen blir då 0.

Med *säkerhet mot vältnings* menar man det tal, som anger, huru många gånger momentet av tyngdkraften är större än momentet av de vid gång i kurva horisontalt verkande krafterna. Kallar man detta tal n , får man sålunda

$$n \cdot C \cdot b = G \cdot a$$

Denna säkerhet mot vältnings är minst, då man använder sig av minimivärden å rälsförhöjningen. Centrifugalkraften blir då som störst. Ju högre ett fordots tyngdpunkt ligger, desto mindre blir säkerheten. I tabellen härneda lämnas några uppgifter på talet n , uträknade under förutsättning att tyngdpunktens höjd ovan r. ö. k. är 2 m (motsvarar ett ånglok med högt liggande panna) och att spårvidden är 1 435 mm.

Radie m	Rälsförhöjning mm	Hastighet km/tim	Talet n
300	115	60	21,7
	60	60	6,9
	0	50	5,7
600	100	90	9,5
	80	90	7,1
	0	60	7,9
1 000	115	120	10,3
	90	120	7,0
	0	80	6,9

En ganska god säkerhet mot vältnings föreligger sålunda, även då man använder sig av minimivärdena å rälsförhöjningen.

H. Undersökningsvagnar för kontroll av spårläget.

a) Mätvagnar.

När det gäller att närmare taga reda på huru ett spår ligger, är det ej tillfyllest att endast göra mätningar i spåret, då detta är obelastat. Först i belastat tillstånd får man fram det spårläge, som bestämmer tågens gång. Undersökningar av spårläget i belastat tillstånd ha därför under senare år blivit allt vanligare. De verkställas med hjälp av med vissa apparater utrustade mätvagnar. De metoder, som härvid komma till användning, bygga på två olika principer.

Enligt den ena principen utrustar man en vagn med mättningsredskap, med vilkas hjälp man kan göra en verklig uppmätning av spårläget såsom de båda rälssträngarnas inbördes höjdläge, spårvidden, kurvornas krökning, räls skarvarnas höjdläge m. m. Resultaten upptras automatiskt å ett diagrampapper (i regel c:a 4 dm brett). Dessa mätvagnar äro mycket dyra, de äro bland annat utrustade med gyroskop för att få horisontalplan resp. vertikalplan som utgångspunkt för mätningarna. Vid undersökning framföres dylik vagn i extratåg med en hastighet av c:a 50 å 60 km/tim. De mått, som erhållas vid dessa mätningar, äro i viss mån osäkra, vilket till en del beror på vagnens skakningar och ofullkomligheter hos mättningsinstrumenten. Rälsförhöjningen erhålles i skalan 1 : 5 och spårviddsökningen i skalan 1 : 2.

Vagnar av denna typ användas av bl. a. tyska och schweiziska statsbanorna (de senare av typ Amsler) samt en del amerikanska järnvägar (typ Sperry).

b) Hallades apparat.

Enligt den andra metoden verkställer man ingen uppmätning av spåret. Man använder sig nämligen av apparater utrustade med pendlar, vilka under tågets gång registrera alla

rörelser, som den vagn gör, i vilken apparaten är placerad. Den mest kända och använda av dessa är Hallades apparat.

Denna apparat (bild 25) är konstruerad av en ingenjör Hallade, under sin livstid anställd vid Chemin de Fer de l'Est (Ostbanan), Paris. Apparaten består av tre av varandra oberoende pendelsystem. Dessas rörelser överförs medelst hävarmar till ritstift, som på ett löpande papper rita vissa linjer (bild 26).

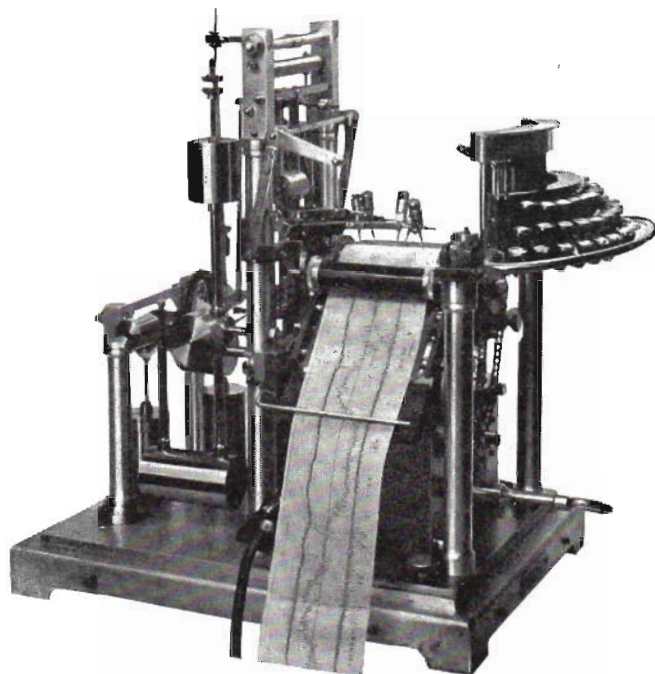


Bild 25.

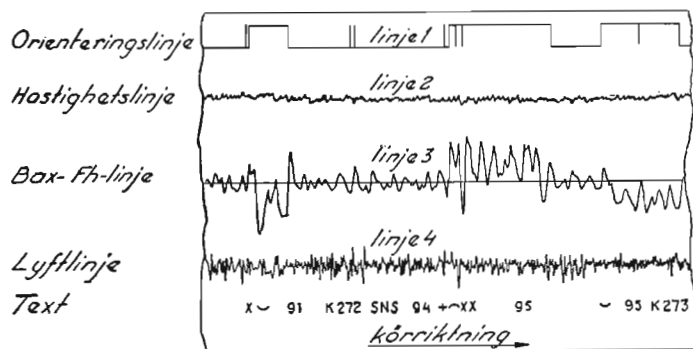


Bild 26.

Om man placerar en Hallade-apparat i en järnvägsvagn, komma de olika pendlarna att sättas i rörelse tack vare de rörelser, som vagnen själv gör. Den första fråga man därför gör sig är den: står vagnens rörelse i sådant förhållande till spårläget, att dessa rörelser kunna ge några tillförlitliga upplysningar om, huru banan ligger? Att så verkligen är fallet har kunnat konstateras genom praktiska försök. Det har visat sig, att om man befar samma spårsträcka upprepade gånger med samma hastighet, får man i minsta detalj igen samma diagram. Variationer i hastigheten ge sig tillkänna som en ökning eller minskning av pendelsvängningarnas utslag, men samma utslag komma igen. Härav framgår, att vagnens rörelser stå i direkt beroende av spårläget. Belägg för att så är fallet, har man även kunnat få genom att i samband med körningarna mäta upp spårläget. Härefter har detta justerats och förnyad körning med Hallades apparat verkställt. Man har på så sätt kunnat fastställa sambandet mellan Hallade-diagrammet och det verkliga spårläget.

Känner man i varje punkt av en kurva dels krökningsradien, vilkens storlek man kan erhålla med hjälp av en pilhöjds-mätning, dels rälsförhöjningen, kan man även beräkna den del av centrifugalkraften, som ej kompenseras av rälsförhöjning. Resultatet av en dylik undersökning framgår av bild 27. Överst å bilden återfinnes linje 3 i Hallade-diagrammet vid passerandet av en kurva (kurvan ligger mellan punkterna a och d). Underst å bilden har uppritats resultaten av uppmätningarna över rälsförhöjning och pilhöjder (de streckade linjerna), varjämte med heldragna linjer angivits, huru stora pilhöjderna och rälsförhöj-

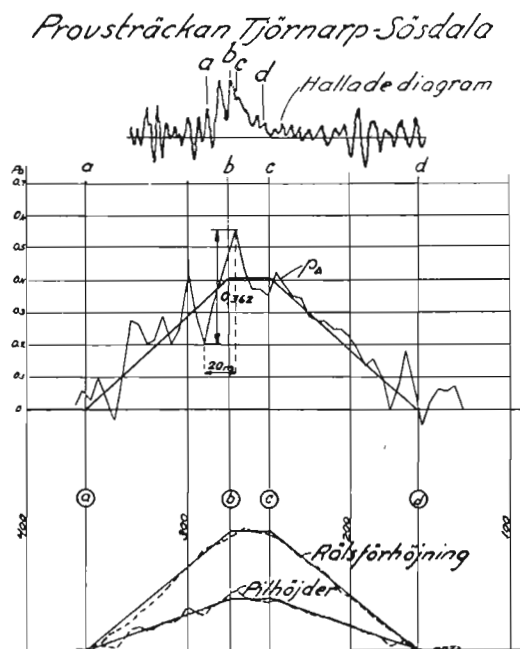


Bild 27.

ningarna skulle vara, om spårläget vore felfritt. Ovan dessa linjer ha grafiskt återgivits de beräknade värdena å centrifugalkraften. Jämföres detta resultat med Hallade-diagrammet finner man, att den senare bilden (diagrammet) endast utgör en förminskad bild av den förra.

Förutsättningen för att vagnens rörelser på sätt som ovan skildrats helt skola avslöja spårläget är, att den vagn man använder har en god gång i spår. För spårundersökningarna är det därför av stor betydelse, att alltid använda samma vagn och att denna underhålls och skötes synnerligen väl. Att vagnen uppfyller dessa fordringar, kontrolleras bäst genom att låta den upprepade gånger gå fram över samma sträcka och noga granska de härvid erhållna diagrammen. Skulle vagnen nämligen vara behäftad med fel, skulle man få störningar i det "rätta" Hallade-diagrammet. Hallades apparat har på dylikt sätt använts i stor omfattning för undersökning av vagnar, som ej ha tillfredsställande gång. Härvid är det ofta fråga om vagnar, som ha egna svängningar vid en viss kritisk hastighet. Undersökningarna verkställas på en viss provsträcka, som man känner. Av förändringarna i Hallade-diagrammet kan man sluta sig till, i vilka avseenden vagnen är behäftad med fel. Att felen sedan äro avhjälpta, kan konstateras vid förnyad körning.

För undersökningarna på de normalspåriga banorna vid SJ har iordningställt en särskild vagn, som uteslutande användes för detta ändamål. Vissa linjer undersökas årligen, medan andra undersökas vart annat upp till vart sjätte år, beroende på de fordringar, som ställas på spårläget i förhållande till trafikens omfattning och tåghastigheten.

De erhållna diagrammen granskas å spåravdelningen. I samband med detta arbete uppsättes på för detta ändamål iordningställd blankett förteckning över anmärkningsvärda

iakttagelser. Vid genomgång av diagrammen betecknas med *a* alla kurvor, som ligga illa, varför justering erfordras snarast möjligt, med *b* alla förut justerade kurvor, som tarva efterjustering, och med *c* kurvor, som tarva justering. Kopior av diagrammen samt den nämnda förteckningen utsändas till linjebefälets kännedom.

En närmare beskrivning av apparatens verkningsätt och huru diagrammen skola tydas, återfinnes i en av bantekniska byrån utgiven broschyr "Något om Hallades apparat och vid spårundersökning med densamma erhållna Hallade-diagram".

III. Banöverbyggnadens konstruktiva utbildning.

A. Inledning.

De räler, som i huvudsak användas på våra dagars järnvägar, äro av tre typer, dels den *dubbelhuvade eller stolrälen* (bild 28), dels *vignolrälen*, uppkallad efter en engelsk ingenjör Vignoles (uttal vinjäll) (bild 29), dels *gaturälen* (bild 30).

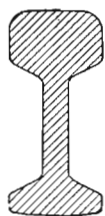


Bild 28.

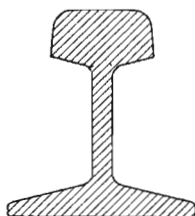


Bild 29.

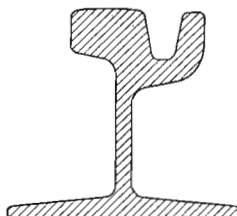


Bild 30.

Man skiljer därför mellan
överbyggnad med stolräler,
överbyggnad med vignolräler,
överbyggnad med gaturäler.

Det förstnämnda överbyggnadssystemet är det äldsta och användes numera huvudsakligen i England, där dock systemet med vignolräler vinner ökad användning. *Stolrälerna* äro i regel dubbelhuvade. De placeras i gjutjärnsstolar, där de fasthållas medelst kilar. Stolarna fästas vid sliprarna med skruvar.

Överbyggnad med *vignolräler* användes vid de flesta järnvägar. Samtliga svenska järnvägar äro belagda med dylika räler. *Gaturäler* förekomma huvudsakligen vid spårvägar, hamnspår o. dyl.

Efter det sätt, på vilket rälerna uppläggas på sliprarna, skiljer man mellan

överbyggnad med tvärsliprar,
överbyggnad med långsliprar,
överbyggnad med särskilda stöd.

Det sistnämnda systemet användes huvudsakligen i tropiska länder.

Långslipperssystemet användes huvudsakligen i gator och i övrigt på platser, där svårigheter föreligga att inlägga tvärsliprar.

Överbyggnad med *tvärsliprar* är den ojämförligt vanligaste. I jämförelse med de övriga överbyggnadstyperna har den i huvudsak följande fördelar.

1. De båda rälssträngarnas rätta läge i förhållande till varandra, såväl vad beträffar deras inbördes höjdläge som avståndet dem emellan, är betydligt lättare att åstadkomma och vidmakthålla under trafikens påverkan.

2. Sliprarnas upplagsyta på ballasten är betydligt större, vilket ökar spårets bärförmåga.
3. Vattenavrinningen från ballasten kan ske obehindrat mellan sliprarna till skillnad mot systemet med långsliprar, vilka senare hindra ytvattnets snara avrinning.

B. Olika spåröverbyggnadstyper.

Då sliprar av trä uteslutande användas vid svenska järnvägar, redogöres här nedan endast för *överbyggnadstyper med träsliprar*.

a) Spåröverbyggnad med rälsspik.

Vid de svenska järnvägarna har rälsspiken hittills varit det ojämförligt vanligast använda medlet för att fästa rälererna vid sliprarna.

Förutom ballasten består överbyggnaden på många linjer endast av sliprar och räler samt rälsspik, vartill komma rälsskarvjärn och skarvbultar i skarvarna.

Under senare år ha framförallt på hårdare belastade linjer inlagts underläggsplattor för att motverka rälerernas nednötning i sliprarna och för att slippa ifrån den skada, som åsamkas sliprarna genom laftning och klotsning.

En utmärkande egenskap hos denna överbyggnadstyp är dess stora enkelhet. Åtminstone för banor med lättare trafik, och där hastigheten och tågtätheten äro jämförelsevis små, och då det gäller att för en mera begränsad kostnad få en tillfredsställande konstruktion, torde man kunna säga, att den enkla överbyggnaden med vanlig rälsspik fyller de krav, som rimligtvis kunna ställas på densamma, även om den givetvis är behäftad med svagheter. Underhållsarbetena kunna utföras med enkla hjälpmedel. Uppkilning av spår, föranledd av uppfrysningar, vilka förekomma i mycket stor omfattning på våra svenska järnvägar, kan ävenledes verkställas på ett enkelt sätt. Justering av spårvidden är även lätt att utföra.

Rälsspikens största svaghet ligger i dess jämförelsevis ringa förmåga att sitta fast i slipern. Under trafikens inverkan drages den, såsom allmänt känt är, ganska snart upp, så att näbben på spikhuvudet ej ligger an mot rälsfoten. Att åter slå in spiken hjälper blott för tillfället. Många anse det därför bättre att ej slå ner spiken utan hellre tillåta några millimeters spelrum mellan rälsfot och rälsspikens näbb. För varje gång spiken rycks upp och åter slås ner, minskas den kraft, som erfordras för att åter draga upp den.

Sammanhållningen mellan räler och sliprar blir på grund härav mindre god. I spår med underläggsplattor komma dessa därför att ofta ligga lösa. Vid den varierande belastning, som uppstår under ett passerande tåg, blir följderna av att räler och sliprar ej äro fast förbundna med varandra, att rälsfot eller underläggsplattor ligga och hamra på sliprarna, varigenom i första hand dessa och därjämte övriga i överbyggnaden ingående delar bli utsatta för skadegörelse, och i andra hand en försämring av spårsläget inträder.

b) Spåröverbyggnad med rälsskruv.

För att få ett befästningsmedel med större förmåga att sitta fast i slipern, började man redan på 1890-talet införa rälsskruven. Den har sedan kommit att i ett flertal länder nästan helt uttränga rälsspiken, särskilt i Europa. I Amerika liksom i Sverige är dock rälsspiken fortfarande betydligt vanligare än rälsskruven.

Rälen lagd direkt å slipern utan underläggsplatta och fäst med rälsskruvar förekommer i en modern överbyggnadskonstruktion, nämligen den franska. Den har även införts i Danmark (bild 31). Endast impregnerade bok- och eksliprar användas. Rälen ligger nedlaftad så djupt i slipern, att rälsfoten får gott stöd i sidled. Räler med bred fot och kraftiga sliprar av hårt träslag äro förutsättningar för denna konstruktions höga kvalitet.

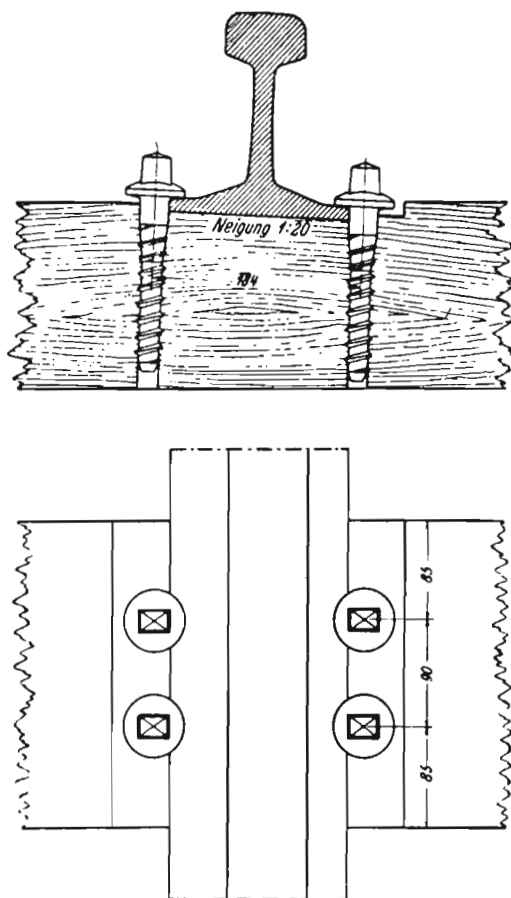


Bild 31.

Vid några svenska järnvägar såsom BJ och TGOJ infördes rälsskruven ganska tidigt i samband med vanliga enkla underläggsplattor. Rälsskruvarna placeras intill rälsfoten på samma sätt som rälsspikarna.

Även om rälsskruven visade sig betydligt bättre än rälsspiken, åtminstone vad beträffar dess förmåga att binda samman räl och sliprar med varandra, uppfyllde den enkla spåröverbyggnadstypen med rälsskruvar och vanliga öppna underläggsplattor ej de fordringar, som en alltmer stigande trafik ställde på överbyggnaden. Med utgående från den nämnda konstruktionen växte en hel rad nya konstruktioner så småningom fram. För att avlasta rälsskruvarna införde man särskilda konstruktionsdelar, som skulle ha till uppgift att sammanhålla räl och underläggsplatta, under det att rälsskruvarnas uppgift skulle begränsas till att fästa underläggsplatta å sliper.

Ett steg i denna utveckling utgör SJ 1916 års spåröverbyggnad (bild 32). Med denna kom rälsskruven för första gången till användning vid SJ. Rälerna ligga på underläggsplattor, försedda med en hake, i vilken rälsfotens ena kant instickes. Den andra kanten fasthålls av en klämplatta, som stöder dels mot rälsfoten, dels mot en stödlister på underläggsplattan. Klämplattan fasthålls med en rälsskruv, som även får hjälpa till med att sammanhålla räl och sliper. På samma sida om rälerna sitta två rälsskruvar, som endast ha till uppgift att fästa underläggsplattan å slipern. Mellan skruvhuvudet och klämplattan sitter en fjäderbricka eller en dubbel fjädderring.

Denna överbyggnadstyp är hämtad från Tyskland (Preussen Form 8 av år 1910). Den har såväl där som i flera andra länder, t. ex. i Danmark, kommit till vidsträckt användning. Vid SJ finnes den endast i c:a 60 km spår (1947).

Erfarenheterna av 1916 års överbyggnad ha ej varit gynnsamma. Den skruv, som går

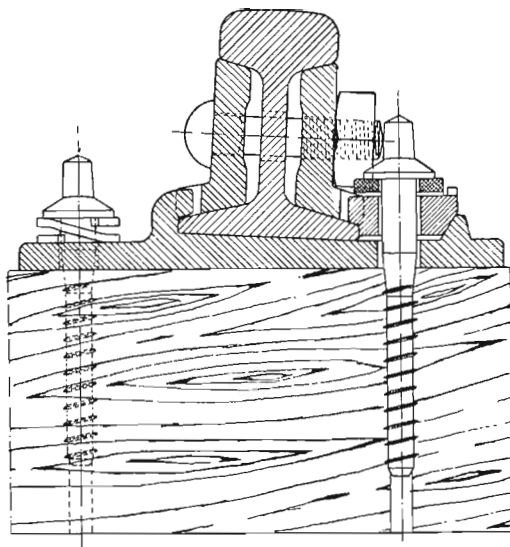


Bild 32.

genom klämplattan, lossnar i regel ganska snart, varefter klämplatta och fjäderbricka skramla, när tåg passerar. Under senare år ha därför de äldre skruvarna i stor omfattning utbytts mot kraftigare skruvar med större gängor, varigenom en viss förbättring erhållits.

c) *Spåröverbyggnad med skilda befästningar.*

Även om 1916 års överbyggnad och liknande konstruktioner betydde ett framsteg i utvecklingen, visade erfarenheten, att man ännu ej kommit till någon tillfredsställande lösning av överbyggnadsproblemet. Eftersom den skruv, som går genom klämplattan, visade sig vara konstruktionens svagaste del, sökte man konstruera en överbyggnadstyp, som uppfyllde den fordran, att räl och underläggsplatta skulle sammanhållas med särskilda konstruktionsdelar, under det att underläggsplatta fastsättes å sliper med spikar eller skruvar, som uteslutande tilldelas denna funktion. En dylik överbyggnad säger man har *skilda befästningar*.

Den mest kända konstruktionen av detta slag är tyska riksbahnornas K-överbyggnad "Reichsbahnoberbau K" (bild 33), även känd under namnen "Rippenplatten-Oberbau" eller "GEO-Oberbau". I Sverige förekommer denna överbyggnad i viss utsträckning på linjen Göteborg—Falun. Varje underläggsplatta är försedd med två ganska höga lister, som stöda rälsfoten. I listerna finnas urtag (bild 34). De ha samma form som huvudena på

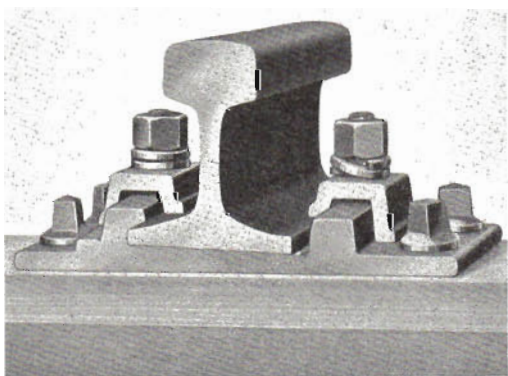


Bild 33.

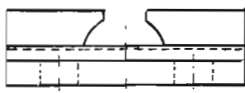


Bild 34.

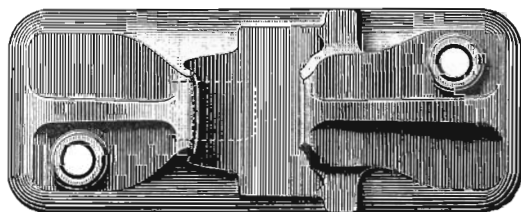
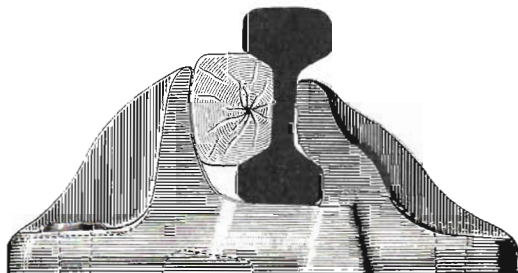
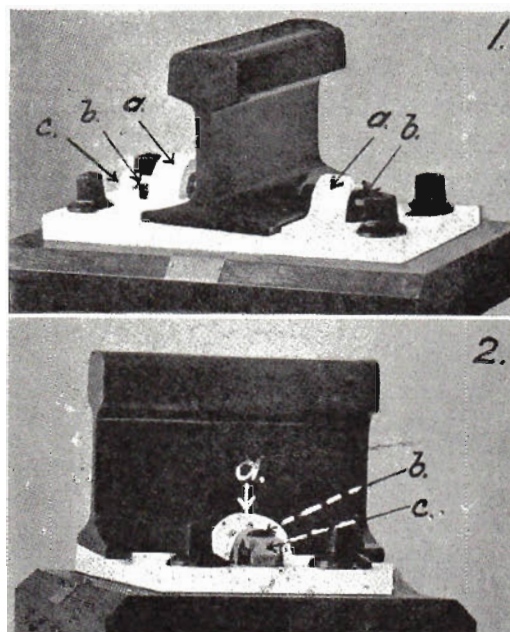
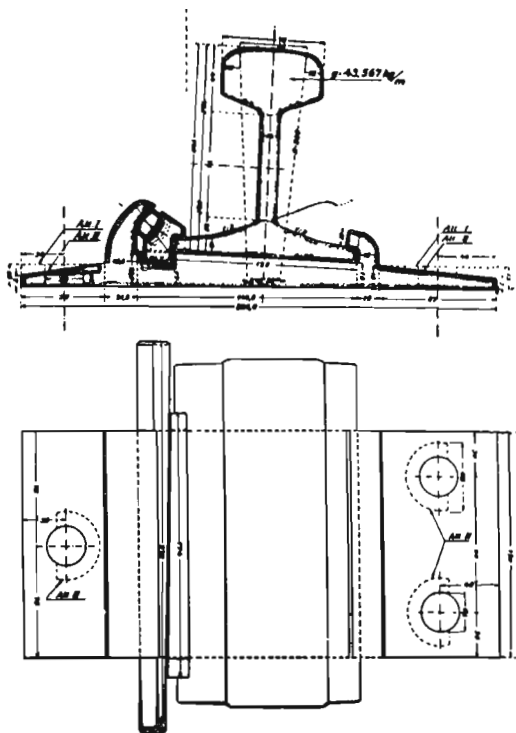


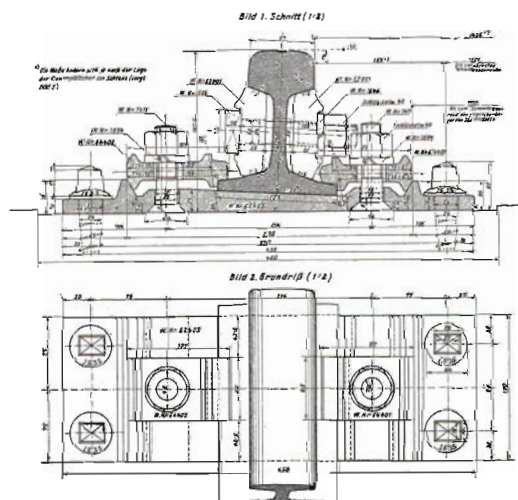
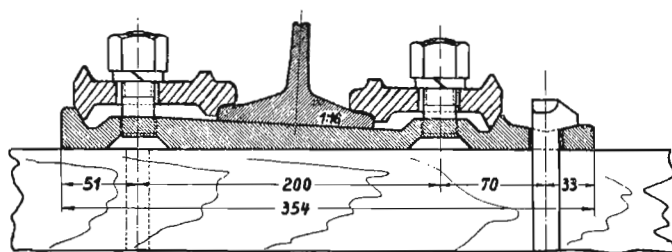
Bild 35.



de skruvar, som fasthålla klämplattorna. Dessa skruvar med klämplattor kunna borttagas, utan att rälsskruvarna, som fasthålla underläggsplattan på slipern, behöva röras. Mellan räl och underläggsplatta ligger en tunn komprimerad och impregnerad poppelplatta.

Inledningsvis berördes *den engelska dubbelhuvade rälen* (bild 35). Den fastkilas i en gjuten stol, vilken med särskilda skruvar fästes å slipern. Det är av särskilt intresse att konstatera, att principen "skilda belysningsdelar" här är fullt tillämplig, och att denna konstruktion är väsentligt äldre än de moderna överbyggnadskonstruktioner, som man i andra länder kommit fram till först efter en längre utvecklingsperiod.

Ytterligare några exempel på överbyggnadskonstruktioner med skilda befästningar, som äro av intresse, kunna nämnas. Vid *Finska Statsbanorna* förekommer den belgiska Ougrée-Mariehaye överbyggnaden (bild 36). Underläggsplattan är försedd med liknande hake som i 1916 års spåröverbyggnad. I stället för klämplatta användas två kilar, vilka stöda mot en ganska hög, något böjd list. *Norska statsbanorna* använda en konstruktion, som visas i bild 37. Den har haft den tyska K-överbyggnaden som förebild. Klämplattan har ersatts med en kil *b*, som stickes in i den uppsmida listen *a* och fasthållles med en vanlig rälsspik *c*. I *Österrike*



infördes redan år 1881 den å bild 38 visade överbyggnaden. Den har sedan vidare utvecklats och fått det utseende, som framgår av bild 39, vilken uppfyller fordringarna på en spåröverbyggnad med skilda befästningar. Så är även fallet med den i bild 40 visade konstruktionen, som är införd vid *holländska statsbanorna*. Underläggsplattan utgöres här av en gjuten stol.

Jämfört med tidigare överbyggnadskonstruktioner innebära dessa överbyggnader med skilda befästningar ur teknisk synpunkt ett stort framsteg. Räl, underläggsplatta och sliper bli betydligt kraftigare förbundna med varandra. Man vinner härigenom, att räler och sliprar komma att tillsammans bilda en *styv* ram. Spåret erhåller en helt annan förmåga att motstå

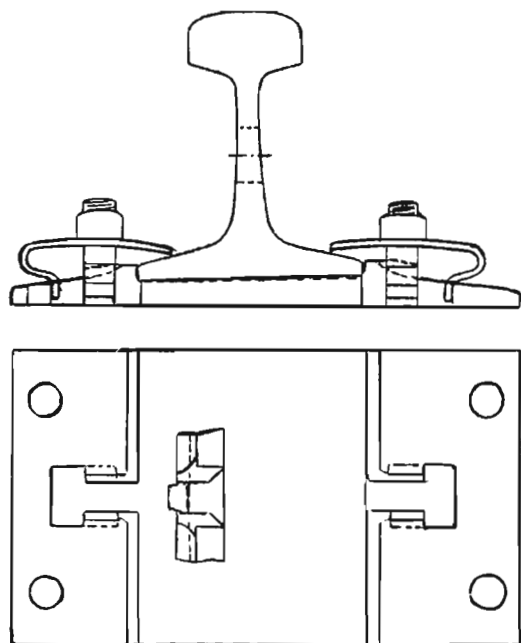


Bild 41.

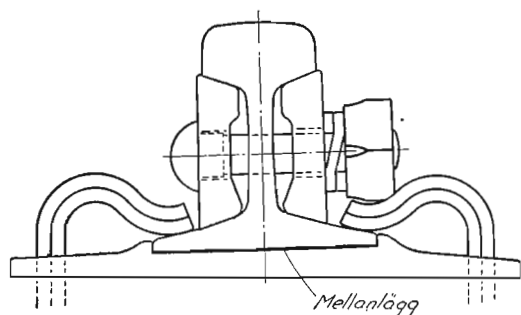


Bild 45.



Bild 42.

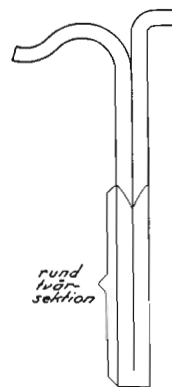


Bild 43.

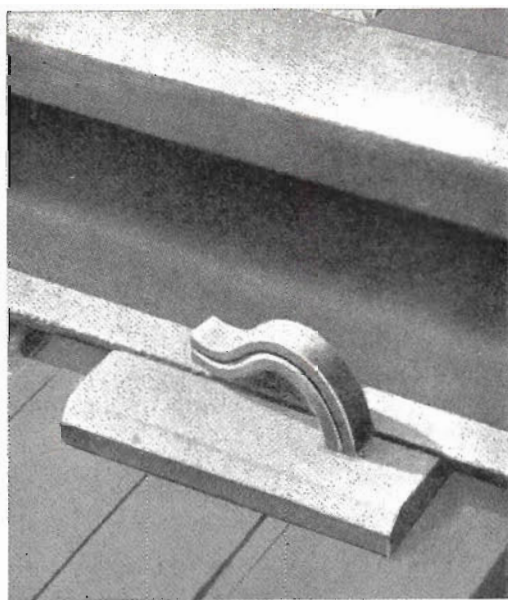


Bild 44.

inverkan av sidokrafter i jämförelse med vad fallet är, då räler och sliprar samarbeta med varandra på ett mera ofullkomligt sätt. Den kraftiga befästningen är även en av förutsättningarna för användning av långa räler, och den är ett medel att kraftigt motverka rälsvandringen. Men dessa fördelar motvägas av väsentligt ökade kostnader och en mera invecklad konstruktion.

Ha fördelarna varit stora, har erfarenheten dock så småningom visat, att ingen av dessa konstruktioner inneburit någon idealisk lösning av överbyggnadsproblemet. För att kunna

förstå den vidare utvecklingen är det av värde att något lära känna de erfarenheter, som gjorts. Här skall därför lämnas en kort redogörelse för K-överbyggnaden i detta avseende.

Vid redogörelsen för de fordringar, man bör ställa på en god banöverbyggnad (sid 13), framhölls, att överbyggnadens alla delar böra vara så förbundna med varandra, att vid kraftöverföringen, då ett tåg passerar, inga glapprum uppstå mellan spårets olika delar, och att endast elastiska formförändringar — men inga permanenta rubbningar eller sättningar — få uppträda. Råler och sliprar böra för den skull vara så förbundna med varandra, att den sammanhållande kraften ej upphör.

De erfarenheter, som vunnits med K-överbyggnaden, bestyrka riktigheten av denna synpunkt. Man har funnit, att de delar, som skola sörja för den elastiska sammanhållningen, utgöra konstruktionens svagaste del. De delar, som äro i någon mån fjädrande, äro endast de båda fjädderringarna ovan klämplattorna samt trä mellanlägget mellan räl och underläggsplatta. I verkligheten bli därför räl och underläggsplatta så stumt förbundna med varandra, att underläggsplattan kommer att tjänstgöra som en förstorad rälsfot. Stötar från tågen komma att ganska oförmedlat påverka de fyra rälsskruvarna, som sammanhålla underläggsplattan och slipern. Följden härav blir, att dessa skruvar lossna så småningom, på grund av att träet intill gängorna blir för hårt ansträngt. Så snart skruvarna ej hålla samman underläggsplatta och sliper, uppstår ett glapprum. Då tåg går över, börjar underläggsplattan att hamra på slipern och äta ner sig i denna. Även om glapprummen från början äro mycket små, blir arbetet på grund av krafternas storlek dock avsevärt, vilket gör, att förstörelsen, när den kommit igång, ganska snabbt utvecklas och åstadkommer skadegörelse å både underläggsplatta och klämplattor med tillbehör. Man har försökt minska dessa nackdelar genom att förse de skruvar, som fasthålla underläggsplattan på slipern, med rälsfjädderringar.

Den ovan skisserade utvecklingen har sålunda allt tydligare framhävt betydelsen av att man i spåröverbyggnaden inför en fjädrande kraft, som kan hålla samman de olika delarna, då tåg passerar, och detta så, att den sammanhållande kraften aldrig upphör utan ständigt är tillräckligt stor för att inga glapprum skola uppstå. Under senare år ha flera nya överbyggnadstyper framkommit, som bygga på denna princip. På bild 41 visas en amerikansk konstruktion, använd vid Delaware and Hudson Railroad. Den har skilda befästningar. I stället för med klämplattor sammanhållas räl och underläggsplatta medelst två fjädrande plåtar. Plattan fästes vid slipern med rälsspik eller rälsskruv.

d) Spåröverbyggnad med fjäderspik.

Under år 1938 anordnades vid svenska statsbanorna ett par kortare provsträckor med en ny spåröverbyggnad, i vilken som befästningsmedel användes fjäderspik (bild 42). Uppfinnaren av denna, Max Rüping, är tidigare känd i Sverige med anledning av den Rüpingska sparmetoden vid impregnering av sliprar. De första försöken med fjäderspik igångsattes vid tyska riksbanoerna år 1934.

Fjäderspiken kan erhållas i flera olika utföranden. Bild 42 visar den typ, som införts vid SJ. Bilderna 43 och 44 visa ett par andra typer, "vridspik" resp. "snedspik". Ett par försök med dessa båda typer ha gjorts vid SJ. De kunna utan vidare ersätta den vanliga rälsspiken, enär de placeras intill rälsfoten.

Den vanliga fjäderspiken kan endast användas i samband med underläggsplattor (bild 45). Dylig platta bör vara försedd med två lister. Vid anordnandet av 1938 års provsträckor, som voro ganska korta, var det ej möjligt att medhinna valsning av nya plattor med dubbla lister. Man använde för den skull den vanliga underläggsplattan med en list, varvid en extra rälsspik fick tjänstgöra i stället för den felande listan (bild 46).

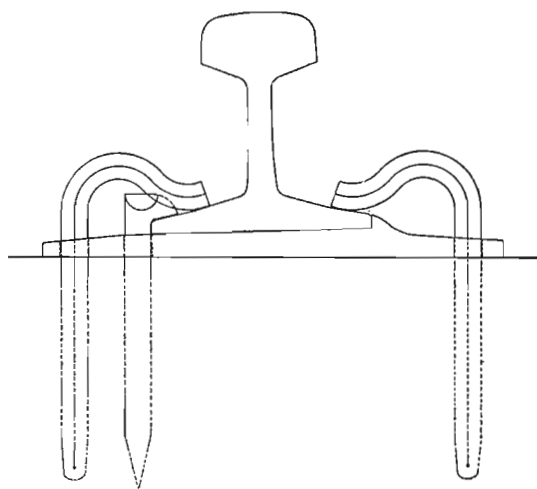


Bild 46.

När det gällde att skaffa en spåröverbyggnadskonstruktion, som bättre än de äldre typerna skulle kunna tillfredsställa de på grund av ökande trafik och planerad hastighetsökning stegrade kraven på ett starkt spår, erbjöd fjäderspiken en hel del av värde. Man fick en möjlighet att för en jämförelsevis liten kostnadsökning erhålla en, så vitt man då kunde bedöma, avsevärd förstärkning av spåröverbyggnaden.

I jämförelse med den vanliga rälsspiken kan man räkna med, att *fjäderspiken medför följande fördelar.*

1. Sliper, underläggsplatta och räl hållas, så länge sliperens kvalitet och spårläget äro tillfredsställande, samman av en fjädrande kraft, vars storlek varierar men ej går ned till noll, då tåg passerar. En normalt inslagen fjäderspik utövar en sammanhållande kraft av c:a 600 kg. Slitage mellan räl, underläggsplatta och sliper blir med anledning härav betydligt reducerat.
2. På grund av den kraftiga sammanhållningen mellan räl och sliper erhåller hela spåröverbyggnaden sådan styvhet, att möjligheten att använda längre räler ställer sig betydligt gynnsammare. Detta betyder minskning av antalet rälsskarvar. Då det är dessa, som tarva det mesta underhållet, och rälsutbytena ofta äro föranledda av de skador rälerna fått i skarvarna, kan användandet av fjäderspik på grund härav beräknas medföra ekonomiska fördelar.
3. I fjäderspiken har man fått ett kraftigt medel mot rälsvandring.
4. Fjäderspiksöverbyggnaden är nära nog lika enkel som överbyggnaden med vanlig rälsspik.

e) Förhållanden och anordningar vid fjäderspiksbefästning.

På varje underläggsplatta finnes plats för fyra fjäderspikar. På de första provsträckorna försågs varje underläggsplatta endast med två fjäderspikar. På grund av senare erfarenheter erhåller varje platta numera tre spikar, och i den mån det visar sig erforderligt kan en fjärde spik anbringas.

Hittills ha inga fjäderspikssträckor försetts med rälsvandringshinder. Av särskilt värde är, att fjäderspiken *motverkar rälsvandring i båda riktningarna*, vilket icke är fallet med vanliga rälsvandringshinder.

Mellan rälsfot och underläggsplatta inlägges en *träfiberplatta* av härdad masonit, vilken helt fyller mellanrummet mellan de båda listerna och är något längre än underläggsplattans bredd. Vid inläggning skall träfiberplattan placeras så, att den sticker lika långt

utanför underläggsplattans båda kanter. Avsikten härmed är tvåfaldig. På grund av att friktionen mellan järn och järn (d. v. s. mellan rälsfot och underläggsplatta) är mindre än mellan järn och fiberplatta, bidrager även träfiberplattan till att bekämpa rälsvandringen. Genom träfiberplattan inför man en fjädrande konstruktionsdel, vilket bidrar till att spåret blir mindre stumt. Det har tidigare visat sig, att rälsbrott uppstå i närheten av en underläggsplattas kant. Det är att räkna med, att risken för dylika brott minskas, då man har ett mjukt mellanlägg mellan rälsfot och underläggsplatta.

Hål för fjäderspiken skola borrar i sliprarna. *Denna borrning bör helst verkställas före sliprarnas impregnering*, så att virket kring hålen blir väl genomdränkt av impregneringsmedlet.

Sker borrningen sedan sliprarna impregnerats, skola borrhålen impregneras med tjärolja eller annat lämpligt impregneringsmedel. Det är av vikt, att detta arbete verkställs så lång tid — i regel några dagar — före islagning av spikarna, att träet hinna ordentligt suga åt sig impregneringsoljan. Skulle borrningen ske i samband med spårets inläggning, verkställs sålunda ingen impregnering av borrhålen.

Ändamålet med denna s. k. *förborrning* av sliprarna är att åstadkomma ett så starkt spikfäste som möjligt. Slår man i en spik i slipern, utan att hål för densamma först borrar, krossar spiken, då den tränger ner i virket, en del träfibrer. Vid förborrningen tar man bort så mycket virke, att vad som finns kvar runt spiken endast komprimeras vid dennas nedslagning. För att få den bästa effekten måste för ett visst träslag spikens genomskärningsarea och håldiametern stå i ett visst förhållande till varandra, vilket måste utrönas genom försök. För fjäderspik med dimensionen 16×16 mm borrar hålen med 15 mm träborr. För ändamålet är *navare bäst*, enär denna skär av träfibrerna. Med andra i handeln förekommande borrar typer åstadkommas hål, vilkas väggar uppvisa mer eller mindre skadade träfibrer.

Borrningen måste verkställas med stor noggrannhet och så, att hålen bli placerade vinkelrätt mot sliperns överyta och på exakt inbördes avstånd, vilket är av särskild betydelse för att kunna erhålla den föreskrivna spårvidden. Å förut borrhålen blir underläggsplattornas inbördes avstånd fastlåst med endast några få millimeters justeringsmån. Det är därför *fördelaktigt att verkställa förborrningen med en maskin*, som borrar samtliga hål på en gång, vilka då alltid komma på exakt samma inbördes avstånd (bild 47).

Har man ej tillgång till dylik maskin vid borrning av sliprar i upplag, bör bormaskin

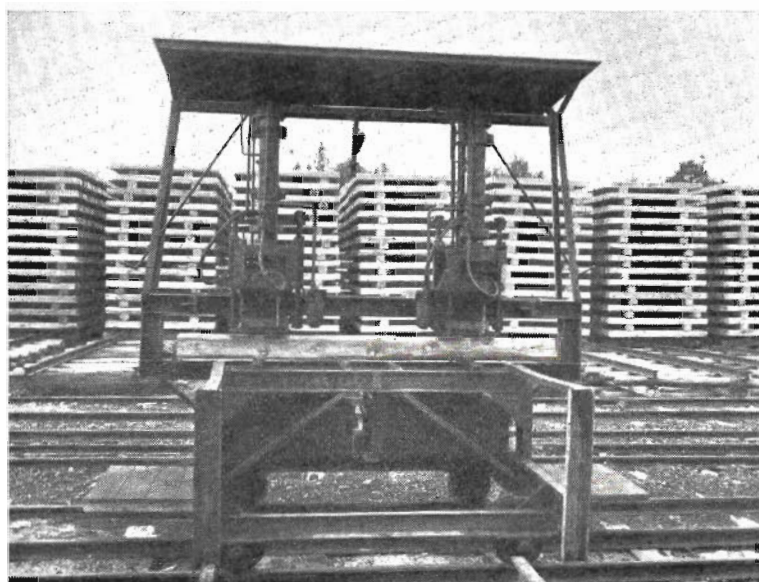
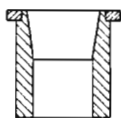
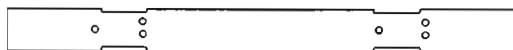


Bild 47.



Bild 48.

placeras i en särskild *borrställning* (bild 48), vilket möjliggör, att borren går ned i slipern vinkelrätt mot sliperns överyta. På slipern lägges en mall (bild 49), som anger borrhålens placering.



*Bussning för hålen
i mallen.*

Bild 49.

Då borrning av sliprar undantagsvis måste ske i spår, bör borraren placera sig på ena sidan om rälen med en fot på vardera sidan om slipern, varigenom han på bästa sätt kan kontrollera, att borren hålles lodrätt. Om borrningen ej sker genom underläggsplattans hål, sedan denna noggrant placerats i sitt rätta läge, bör mall alltid användas.

Vid rälnas fästande fastspikas först den ena rälssträngen. Varje underläggsplatta placeras så, att dess ytterlist kommer att ligga hårt an mot rälsfoten. För ernående härav islås först spikarna på spårets insida samt därefter spikarna på utsidan. Träfiber mellanläggets läge justeras noga i samband med spikningen.

Fjäderspikarna skola slås ned så mycket, att den kraft, varmed var och en av dem håller samman räl och sliper, uppgår till c:a 600 kg. Under förutsättning att fjäderspiken, såväl vad form som material beträffar, uppfyller normala fordringar, och att virket i spikfästet är friskt, erhåller man denna kraft under förutsättning, att *spiken slås ner 10 mm, efter det att spikens näbb nått rälsfoten*. Detta kan lätt kontrolleras med hjälp av en mall (bild 50).

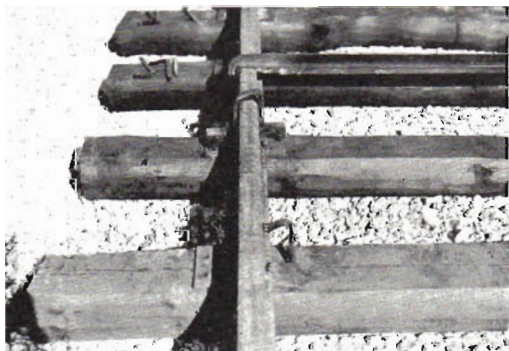


Bild 50.



Bild 51.

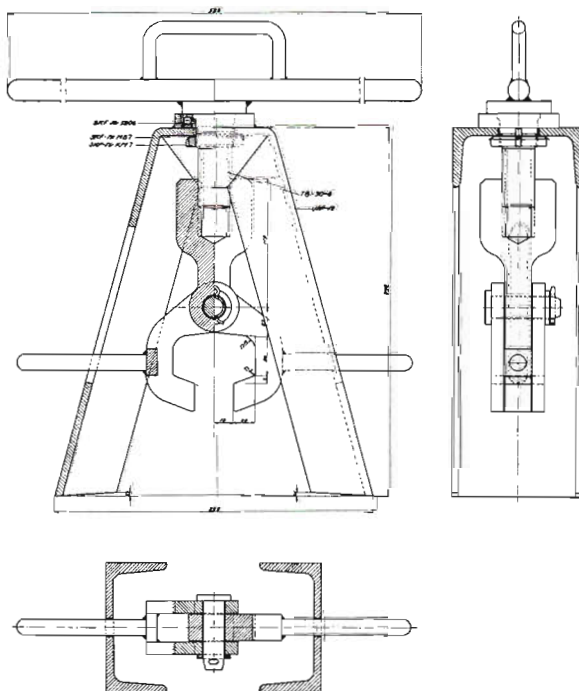


Bild 52.

Sedan den ena rälssträngen fastspikats, upprepas samma förfaringssätt med den andra rälssträngen, varvid med spårsmått noga ses till, att exakt spårvidd erhålles.

För spikens nedslagning användes en hammare med c:a 3 kg vikt, skaftets längd högst 0,8 m.

Uppdragning av i sliper nedslagen fjäderspik kan endast ske med hjälp av en särskild *spikutdragare* (bild 51).

Vid justering eller utbyte av mellanlägg använder man en särskild *lyftapparat* (bild 52). Med denna kan man lyfta rälen så pass mycket, att mellanlägget kan tagas ut.

Eftersom sliperens beskaffenhet är av avgörande betydelse för fjäderspikens effektivitet, måste man räkna med, att sliperarna i ett fjäderspiksspår ej kunna ligga så länge, innan slipersutbyte måste ske, som i ett spår av enklare beskaffenhet. Höjer man nämligen fordringarna på ett spår, måste *samtliga* i spåret ingående delar uppfylla dessa höjda fordringar. Detta förhållande är av särskild betydelse för spår, som befaras med 120 km hastighet eller mer.

C. Rälsskarvproblemet.

a) Inledning.

Rälsskarven har allt sedan järnvägarnas tillkomst varit spårets svagaste punkt och föranlett det mesta spårunderhållet. Rälsskarvproblemet är därför mycket betydelsefullt. Under årens lopp har ett otal försök att lösa problemet gjorts. Endast ett fåtal av dessa äro värda beaktande, under det att den idealiska lösningen ännu ej sett dagen.

Man kan i stort sett skilja mellan tre olika rälsskarvtyper:

den understödda skarven, som kännetecknas av att rälsändarna ligga understödda av en sliper;

den svävande skarven, som kännetecknas av att rälsändarna äro skarvade mellan ett par på ett visst avstånd från varandra liggande skarvsliprar; skarvjärnen äro i regel så långa, att de vila på de båda skarvsliprarna;

skarv med skarvbrygga, varvid skarven i viss mån är frisvävande men försedd med en på skarvsliprarna och under rälsskarven anbragt bärande konstruktion.

Förutom dessa huvudtyper finnas några skarvkonstruktioner, som ej kunna sägas tillhöra någon av dem. Då de ej torde få någon betydelse för svenska förhållanden, komma de ej att behandlas.

Med hänsyn till det sätt, på vilket rälsändarna utformas, skiljer man mellan *rak skarv* (bild 53), *sned skarv* (bild 54) och *bladskarv* (bild 55).



Bild 53.



Bild 54.

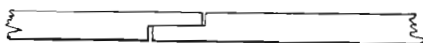


Bild 55.

Den raka skarven är den ojämeförlligt vanligaste och den, som visat de minsta olägenheterna. De båda övriga ha tillkommit med avsikt att mildra rälsskarvöppningarnas skadliga inverkan men ha ej visat sig uppfylla de på dem ställda förväntningarna. Förutom att de äro betydligt dyrare att framställa än den raka skarven, ha de den nackdelen, att materialet efter någon tids användning pressas ut, och större skador lätt uppstå.

b) *Understödd skarv.*

Under de svenska statsbanornas första 15 år, åren 1856—1870, var den understödda skarven den enda förekommande. En sliper var då placerad mitt under de båda sammanstötande rälsändarna. Samma slipersavstånd användes i rakspår utefter hela rälen. I kurva däremot lågo skarvslipern och sliprarna närmast denna något tätare. Rälerna sammanhölls av plana skarvjärn. För att hindra rälsfotens inpressning i skarvslipern fanns mellan slipern och rälen en "bottenplåt". Dessa underläggsplattor voro fullkomligt plana samt försedda med 4 fyrkantiga spikhål.

På grund av att stötar uppstodo vid fordonens passerande över skarven och att dessa förorsakade tillplattning av rälsändarna, övergick man år 1870 till den svävande skarven i syfte att bereda den rullande materielen en mjukare övergång vid skarvarna.

c) *Svävande skarv.*

Med den svävande skarven (bild 56) vann man framförallt, att stötkrafterna, då tåg passerade en skarv, fördelade sig på *två* sliprar i stället för på en — såsom i den understödda skarven —, varvid skarven blev mera elastisk. Det visade sig dock nödvändigt att ge skarvjärnen en mera bärkraftig utformning. Till en början bibehöll man de plana skarvjärnen. Då dessa visade sig vara för svaga, ersatte man först de yttre och senare även de inre med vinkelskarvjärn.

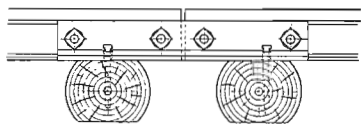


Bild 56.

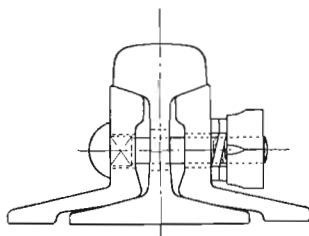


Bild 57.

Dessa vinkelskarvjärn, vilkas utseende framgår av bild 57, äro så utformade, att skarvjärnets horisontala del har en yta, som stöder mot slippers överyta. Skarvjärnen få härigenom den extra uppgiften att utöka skarvens totala upplagsyta mot slipern och hjälpa till med kraftöverföringen, varigenom de även bli utsatta för vridande moment med påföljd, att även skarvbultarna bli utsatta för ökade påkänningar. Vinkelskarvjärnen till den amerikanska 39,7 kg rälen (1920 å. r.) äro dock så konstruerade, att ett mindre spelrum finnes mellan sliper och skarvjärnsfot, under förutsättning att rälen ej är nedäten i slipern. Genom hål i skarvjärnens vinklar sitta rälsspikar, som ha till uppgift att centrera skarvens läge i förhållande till skarvsliprarna. På så sätt bli skarvjärnen även utsatta för krafter i spårets längdriktning.

Rälsskarvjärnens egentliga uppgift är att hålla samman rälsändarna, så att rälshuvudenas farkanter och överytor kunna varaktigt hållas i exakt samma läge, och att, utan att detta läge rubbas, kunna överföra krafterna från den ena rälen till den andra, då tåg passerar. Skarvjärnen borde därför ha samma bärförmåga som rälen. Men så är ej fallet. Då därtill kommer, såsom ovan framhållits, att skarvjärnen i den svävande skarven även bli utsatta för andra påfrestningar, är det ej så underligt, att även den svävande skarven visat sig för svag. Rälsändarna bli nedböjda och utplattade, även skarvjärnen bli nedböckade och slitna, så att de bottna mot rälslivet, skarvsliprarna äta ner sig i ballasten o. s. v.

d) *Treslipersskarv.*

År 1900 anordnades å en kortare sträcka i närheten av Väsby ett prov med treslipersskarven. Den är ursprungligen en amerikansk konstruktion, infördes 1884 vid New York-Central R. R. Den kan sägas vara en variant av den understödda skarven. En sliper ligger

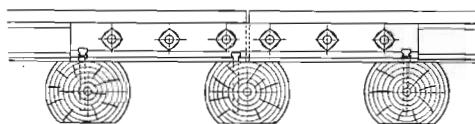


Bild 58.

nämligen under rälsskarvöppningen (bild 58), men skarvjärnen äro så långa, att de vila även å de båda närmaste sliprarna. Man kan därför säga, att skarven uppbäres av tre sliprar.

Det har visat sig, att *treslipersskarven* är *bättre än den svävande skarven*, och å linjer med ej allt för stor och tung trafik har den visat sig ganska lämplig.

e) *Dubbelslipersskarv.*

I dubbelslipersskarven (bild 59), som även den kan sägas utgöra en variant av den understödda skarven, är dennas enkla sliper ersatt med en dubbelsliper. Såsom framgår av bilden, är dubbelslipern sammansatt av två enkla sliprar, sammanhållna av tre skruvbultar.

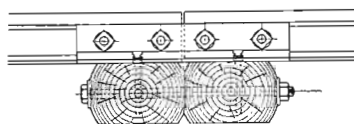


Bild 59.

Dubbelslipersskarven, som tillkom i utlandet redan i början av 1900-talet, kom för första gången till användning vid svenska statsbanorna i 1916 års överbyggnad. Skarvjärnen äro i det närmaste plana. På var och en av de båda sliprarna i dubbelslipern ligger en underläggsplatta.

Under senare år har dubbelslipersskarven uteslutande använts vid utläggning av nya spår med 1924 och 1940 års räler. Formen å vinkelskarvjärn, som användas för 1924 års räler med dubbelslipersskarv och vanlig spikbefästning, framgår av bild 60.

Vid fjäderspiksöverbyggnaden har dubbelslipersskarven uteslutande använts. Till att

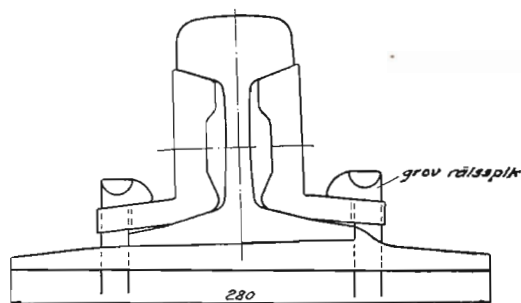


Bild 60.

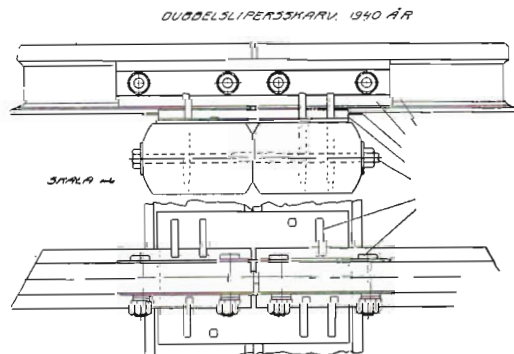


Bild 61.

börja med placerades en vanlig underläggsplatta med dubbla lister å varje sliper. Sedermera har man övergått till att lägga in en stor underläggsplatta, som vilar å båda sliprarna (bild 61) och har samma sektion som den enkla plattan. Mellan räl och underläggsplatta ligger ett *träfibermellanlägg*. Det har visat sig, att denna stora underläggsplatta medfört en väsentlig förbättring av rälsskarven. Skarvjärnen äro plana (bild 62). Rälsskarvbultarna (bild 63), som äro 118 mm långa, äro försedda med fyrkantigt huvud (44×44 mm), som passar in i en 48 mm bred fördjupning i skarvjärnet och där fastlåses, så att bulten ej kan gå runt. På grund av att befästningsmedlet utgöres av fjäderspik, föreligger intet behov av spikar för skarvens centrering såsom fallet är i tidigare överbyggnadskonstruktioner med vinkel-skarvjärn.

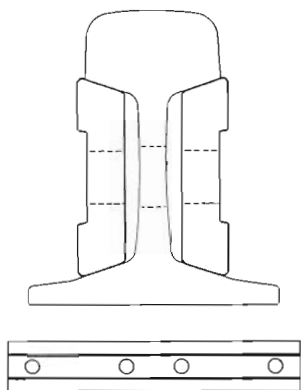


Bild 62.

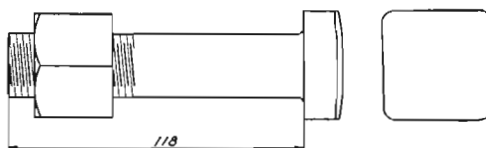


Bild 63.

Jämfört med äldre skarvkonstruktioner kan man säga, att denna skarv besitter flera värdefulla egenskaper. Skarvjärnen ha ej så många olika uppgifter. De skola endast sammanhålla rälsändarna och överföra belastningen från den ena rälen till den andra, då tåg passerar. I denna senare uppgift ha de god hjälp av den med stor underläggsplatta utrustade dubbel-slipern. Fjäderspikarna sammanhålla räl och dubbelsliper samt upptaga och överföra alla i spårets längdriktning gående krafter. Erfarenheten av de praktiska prov, som hittills gjorts med denna skarv, har också visat, att införandet av densamma betyder ett gott steg framåt.

Dubbelslipersskarven har under senare år kommit till vidsträckt användning vid ett flertal utländska järnvägsförvaltningar och utträngt äldre skarvkonstruktioner. Å bild 64 visas rälsskarvens utseende i tyska riksbanornas K-överbyggnad. Även här är dubbelslipern belagd med en stor underläggsplatta.

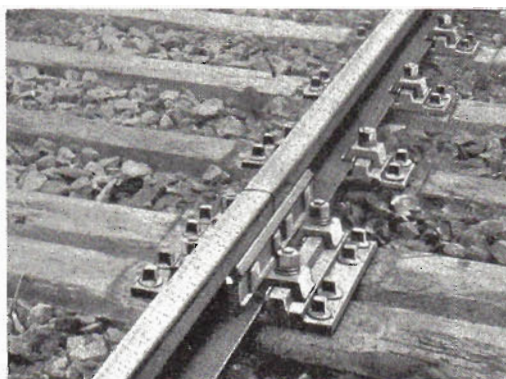


Bild 64.

f) *Jämförelse mellan treslipers- och dubbelslipersskarv.*

Såväl treslipers- som dubbelslipersskarven har visat sig vara avgjort bättre än den svävande skarven. Båda konstruktionerna giva rälsändarna ett gott stöd, under förutsättning dock att de skötas väl, och att såväl sliprar som ballast äro av god beskaffenhet.

Dubbelslipern är något svårare att stoppa än enkelslipern, men skötes stoppningsarbetet rationellt, kan man även få dubbelslipern fullgott understoppad. Treslipersskarven, som endast är understödd av enkla sliprar, bereder ur stoppningssynpunkt ringa svårigheter, vilket torde vara en väsentlig orsak till denna skarvs popularitet på sina håll bland banpersonalen.

De långa skarvjärnen i treslipersskarven ha dock visat en större benägenhet att brista än de kortare skarvjärnen i dubbelslipersskarven.

Vid inläggning av underläggsplattor i skarvarna komma de båda rälsändarna att i en treslipersskarv ligga på en liten enkel underläggsplatta, under det att förhållandet blir väsentligt gynnsammare i en dubbelslipersskarv, där rälsändarna få stöd av en med en stor underläggsplatta utrustad dubbelsliper. Man kan därför säga, att dubbelslipersskarven är bättre ägnad att möta de allt mer framträdande kraven på en god skarv i samband med ökade axeltryck och tåghastighet, medan treslipersskarvens egenskaper i detta avseende måste anses vara mera begränsade.

g) *Övriga skarvkonstruktioner.*

Även om dubbelslipersskarven sålunda i många avseenden måste sägas utgöra en ganska god lösning av rälskarvproblemet, är man dock i allmänhet på det klara med, att densamma ej utgör en slutlig, i alla avseenden fullt tillfredsställande lösning. Vid en del järnvägsförvaltningar pågå därför alltjämt försök med nya skarvkonstruktioner. Man arbetar dels med att förbättra dubbelslipersskarven, dels med skarvar av andra typer. Bland dessa ha en del nykonstruktioner framkommit, i vilka principen hos den svävande skarven tillämpas. För att få bort den svävande skarvens nackdelar har man använt skarvbryggor av olika konstruktion, vilka stödja rälsändarna och vila på skarvsliprarna.

En slags skarvbrygga, som dock ej vilar på skarvsliprarna, påträffar man i Mathéeskarven (bild 65). Bryggan består av ett skruvförband. År 1937 inlades på försök i huvudspår på Knivsta bangård ett 40-tal dylika skarvar.

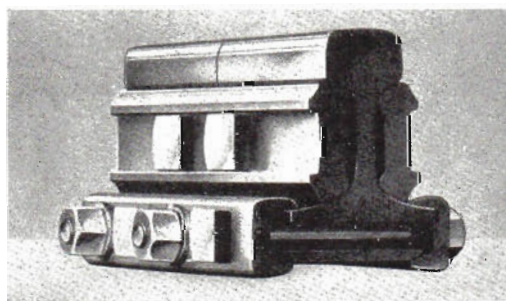


Bild 65.

Inga av dessa nykonstruktioner ha hittills slagit igenom. I regel äro de ganska komplicerade och dyrbara.

D. Råler med tillbehör.

a) Råler.

Förutom de s. k. gaturålererna användas nu för tiden vid våra svenska järnvägar uteslutande vignolråler. Vid anläggandet av några av de äldsta statsbanelinjerna användes å broarna den s. k. Brunel- eller U-rålen (bild 66), men den ersattes snart med vignolrålen. De äldsta rålererna i järnvägarnas historia tillverkades av gjutjärn. Omkring år 1820 började man använda smidesjärn (välljärn).

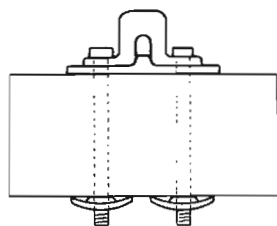


Bild 66.

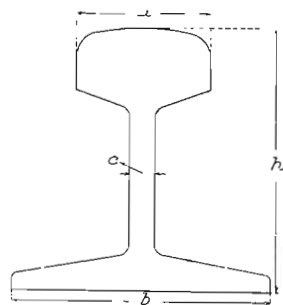


Bild 67.

SJ äldsta rål av 1855 års modell valsades i England av järn. Då det snart visade sig, att järnråler voro föga motståndskraftiga mot nötning, övergick man till de s. k. stålhuade rålererna. En mantel av stål omslöt huvudet på den i övrigt av järn utvalsade rålen. Vid Motala verkstad valsades år 1868 det första partiet stålhuade råler av inhemskt fabrikat, samtidigt med att leverans av engelska råler alltjämt pågick. Då det vid valsningen mötte svårigheter att ernå erforderligt sammanhang mellan de båda materialen, övergick man efter några år till tillverkning av råler helt av stål. Härvid har götstål, tillverkat enligt martin- eller bessemermetoderna förekommit. Från och med år 1928 ha samtliga av Domnarfvets Jernverk tillverkade råler varit av s. k. elektrostål.

För leverans av råler till statens järnvägar gälla "Bestämmelser för tillverkning och leverans av råler", form. Fbr. nr 47.

Materialen i en rål av god kvalitet skall dels vara segt, kunna motstå inverkan av slag och stötar och ej bringas till utmattning på grund av de under tågs passerande ideligen uppträdande tryck- och dragpåkänningarna, dels besitta stor slitstyrka. Det är svårt att uppfylla dessa fordringar samtidigt. Ett mjukt och segt material har föga slitstyrka. Ett hårt och slitstarkt material blir däremot gärna sprött. Problemet angående rälsmaterialens kemiska sammansättning är därför mycket betydelsefullt men ej lättlost. Vissa ämnen såsom svavel och fosfor äro skadliga, då de under vissa förhållanden göra stålet skört. Särskilt är fosfor skadlig vid låg temperatur. Leveransbestämmelserna föreskriva därför en högsta mängd, som får förekomma.

Vissa metaller ge stålet goda egenskaper. Särskilt betydelsefull är *mangan*. Den ökar stålets slitstyrka, utan att det blir skört. Mindre mängder mangan finnas alltid i järnmalm, men för att få erforderlig kvalitet måste extra mangan tillsättas. Elektrostålrålererna tillverkas i två kvaliteter, dels ordinärt elektrostål, dels elektro-manganstål. De senare rålererna ha visat sig något slitstarkare än de ordinära elektrostålrålererna.

En *vignolrål* är sammansatt av huvud (a), fot (b) och liv (c) (bild 67).

I nedanstående tabell återfinnas huvudmåttene å *de viktigaste av de vid SJ använda rälsmodellerna*, vilka äro uppkallade efter det år, då modellen ifråga fastställdes. Under senare år ha i och med förstatligandet av enskilda järnvägar ett flertal nya rälsmodeller tillkommit. Bokstäverna a, b, c och h återfinnas på bild 67.

Rälsmodell	a	b	c	h	vikt pr m	normal längd
	mm	mm	mm	mm	kg	m
1855 års	57	102	16	108	30,87	6,4
1864 »	57	102	16	121	32,35	6,4
1873 »	57	102	13	121	31,23	7,315
1874 »	57	108	13	125	33	7,315 10
1874 » nya	57	108	13	125	34	10
1875 »	56	102	11	108	27,77	7,315
1878 »	56	102	11	108	27,27	7,315
1878 » nya	57	102	11	108	27,8	10
1896 »	69	133	13	133	41,18	10 12 15
1899 »	64	122	13	126,5	34,5	10 15
1916 »	72	110	14	138	41	15
1920 » (amerikansk modell)	60	112,7	13,9	125,4	39,7	10
1924 »	69	133	14	133	43,2	15 20
1940 »	70	133	14	155	50	20
Tyska riksbanoerna, S 49	67	125	14	148	48,9	30
Danska statsbanorna 1929	70	126	13,8	140	45	30
Danska statsbanorna 1939	70	156	16	172	60	30 60
Amerika	76,2 76,2	152,4 172	16,7 17,5	181 203	65 75,2	c:a 12

För jämförelse ha även några utländska rälstyper medtagits.

Av de i tabellen upptagna rälsmodellerna ha 1916 års samt de amerikanska rälerna endast kommit till begränsad användning, medan däremot 1924 års räl inlagts i mycket stor omfattning å SJ viktigaste linjer. Den utgör i stort sett en förstärkning av 1896 års räl.

I och med att frågan uppkom angående en ökning av hastigheten å linjerna Stockholm—Malmö och Stockholm—Göteborg till 120 km/tim, aktualiserades även frågan angående anskaffandet av en tyngre räl än 1924 års. I Europa var en rälsvikt av c:a 50 kg den vanliga sedan en hel del år tillbaka, framför allt å linjer med större hastighet. Med anledning härav tillkom 1940 års räl med en rälsvikt av 50 kg per meter. För att kunna använda samma underläggsplattor som för 1924 års räl, behölls fotbredden 133 mm oförändrad.

Frågan, hur en räl bör vara konstruerad för att i alla avseenden uppfylla rimliga krav, är ganska komplicerad på grund av att ett flertal faktorer inverka. Några av de viktigaste synpunkterna skola här beröras.

Rälshuvudets översida bör vara svagt välvd, varigenom bästa anpassning erhålles mot hjulringarnas form, vilken av ett flertal olika anledningar kan avvika från den fastställda lutningen 1 : 20. Den svagt välvda ytan är även fördelaktig ur valsteknisk synpunkt.

Övergången mellan huvudets överyta och sidoytorna måste utformas så, att den passar hjulringens form. En avrundning med c:a 14 mm radie är den vanliga.

Huvudets sidoytor givas ofta en svag lutning, så att huvudet får en bredare bas. Härigenom ernås något större anliggningsytor för skarvjärnen.

Övergången från huvud till liv och från liv till fot utformas med särskild tanke på att skarvjärnen inspännas mellan huvud och fot. Skarvjärnens anliggningsytor givas en lutning, vanligen mellan 1 : 3 och 1 : 4.

Livet kan utformas med parallella plana eller krökta sidoytor. Ur hållfasthetssynpunkt

skulle livtjockleken på mitten kunna vara mycket liten, men för att få en stabil räl bör livet ej vara för tunt.

Rälsfotens översidor läggas nu för tiden ofta med en brytning, så att lutningen blir mindre mot rälsfotens ytterkanter. Dessa kunna på så sätt erhålla en fördelaktigare tjocklek, varjämte godstjockleken invid livet blir större, utan att rälsfoten får allt för stora dimensioner.

Rälsfotens bredd bestämmes i regel av om spåret skall förses med underläggsplattor eller ej. 1896 och 1924 års rälér konstruerades ursprungligen med tanke på att underläggsplattor ej skulle användas. De ha därför en ganska stor fotbredd. Denna fotbredd har dock använts även för 1940 års räl för att, såsom redan nämnts, samma underläggsplattor skulle kunna användas för de olika rälsmodellerna.

Vid rälernas ändar borras hål för skarvbultarna. För att rälernas rörelser vid temperaturväxlingar skola kunna ske utan åverkan på skarvbultarna, måste hålen hava större diameter än bultarna. Runda hål äro de vanligaste, då de äro lättare att göra än ovala. Dylika användas dock på sina håll i utlandet vid större rälsängder.

b) *Rälsbrott och orsaker därtill.*

Ärligen inträffa en hel del rälsbrott. Vissa år kan antalet stiga ganska avsevärt. Då förekomsten av rälsbrott kan medföra risk för trafiksäkerheten, måste de ägnas en ingående uppmärksamhet. Ett studium av rälsbrotten lämnar även värdefulla upplysningar för bedömning av frågan angående rälsmaterialens rätta sammansättning m. m.

Varje rälsbrott skall rapporteras å en för ändamålet särskilt uppgjord blankett nr 209 E "Rapport över rälsbrott". Dessa rapporter bli föremål för ett ingående studium. Här nedan kommer att i korthet redogöras för de viktigaste orsakerna till rälsbrott.

Några av de viktigaste yttre förhållanden, som inverka på uppkomsten av rälsbrott, äro följande.

1. *Trafikintensiteten.* Under statsbanornas tidigare år var antalet rälsbrott litet men har under de senare årens allt starkare trafik ökat avsevärt; å linjer, där elektrisk drift införts, har ökning av antalet rälsbrott i viss omfattning kunnat konstateras, förorsakad av de ökade påkänningar på banan, som blivit en följd av den inträdda höjningen av medelhastigheten med ty åtföljande kortare gångtider.

2. *Ogynnsamma klimatiska förhållanden.* Rälsbrotten uppträda huvudsakligen under vinter- och vårmånaderna och sammanfalla mestadels med starka köldperioder med hastiga temperaturväxlingar; då temperaturen sjunker under -30°C , blir materialet väsentligt skörare.

3. *Felaktigheter på den rullande materielen.* Det vanligaste felet är s. k. slag på hjulringarna; de uppkomma vid hastig inbromsning, då hjulen stå stilla, eller vid igångsättning, då hjulen frusit fast; det har konstaterats, att en enda vagn med svåra slag å hjulringarna varit orsak till uppkomsten av 100-tals rälsbrott; större delen upptäcktes omedelbart efter det att tåget passerat, men ytterligare en hel del brott tillkommo under de följande månaderna.

4. *Oregelbundet spårläge.* Rälsbrott uppträda oftast, där spåret ligger stumt, t. ex. då det ligger fastfruset i ballasten; å uppkilat spår däremot äro rälsbrott sällsynta på grund av spårets större elasticitet, tack vare de mellan räl och sliper liggande kilarna; vid fastfruset spårläge ligger rälén däremot stum å sliprarna och blir utsatt för de hårda slagen från hjulen, som givetvis öka, ju ojämnare spårläget är.

Orsaken till uppkomsten av ett rälsbrott kan helt eller delvis även tillskrivas rälén själv. Rälsmaterialen kan vara sprött, beroende av för stor kol- eller fosforhalt. Vidare kunna förekomma en del tillverkningsfel på grund av valsblåsor, föroreningar m. m. Vid rälernas

transport och överhuvud taget vid ovarsam behandling kunna uppstå såväl yttre som inre skador, vilka så småningom leda till rälsbrott.

Rälsbrott uppträda i en del fall vid rälsändarna och då ofta vid något av bulthålen. På 1896 och även 1899 års rälser förekommer det ej sällan, att en halvmånformig skära brytes loss ur rälsfoten ovan en sliper, s. k. *fotbrott*. Rälsfoten på dessa båda rälsmodeller är ganska tunn. Senare rälsmodeller ha därför erhållit en kraftigare dimensionerad fot.

Totalbrott upptäckas i regel på grund av det extra slag, som uppstår vid brottet vid färd med dressin. Hinner rälen ej utbytas före ankomsten av nästa tåg, anordnas ett nödförband av två skarvjärn över brottstället, sammanhållna antingen av en skruvtving eller ett tvingjärn med träkil.

I spår liggande rälser kunna vara behäftade med en del felaktigheter, som ej kunna upptäckas med blotta ögat, men som så småningom kunna ge upphov till ett totalt rälsbrott. Med stigande tågshastighet ökas risken för uppkomsten av rälsbrott, vilket föranlett konstruktionen av anordningar, med vilka man kan *upptäcka inre felaktigheter i en räl*. En firma *Sperry* i Förenta Staterna har byggt en *undersökningsvagn*, utrustad med en apparatur för dylikt ändamål. På varje rälssträng släpa två borstar, placerade på ett mindre avstånd från varandra. Genom dessa borstar och rälen släppes en elektrisk ström. Omkring rälen bildas härvid ett magnetiskt fält. Förändras nu i någon punkt rälsens genomskärningsarea på grund av någon inre felaktighet, förändras även det magnetiska fältet. Dessa förändringar uppmätas medelst mycket känsliga spolar, som föras längs rälen. Vagnen framföres med låg hastighet.

c) *Utvidgningsavstånd mellan rälers ändar i rälsskarvar.*

Rälsmaterialet utvidgas vid stigande temperatur och drager sedan ihop sig, då temperaturen sjunker. På grund härav är räslängden ej konstant. Beroende på den temperatur, vid vilken rälerna läggas i spår, anordnas därför större eller mindre öppningar mellan rälsändarna i skarvarna. Bestämmelser härom äro intagna i str nr 239, del F.

Rälsskarvöppningarna dimensionerades från början så, att de skulle helt försvinna först vid den högsta i rälerna förekommande temperaturen. Man ansåg, att det ej var möjligt att hindra rälernas längdändringar. Senare gjorda erfarenheter ha dock visat, att så är möjligt och att skarvöppningarna ej behöva vara så stora, som en teoretisk beräkning, baserad på stålets normala värmeutvidgningskoefficient, skulle fordra. Även vid vanlig befästning med rälsspik har man kunnat konstatera, att rälerna ej utvidga sig så mycket, som de teoretiskt skulle göra. Äro rälerna fästade vid sliprarna med fjäderspik, och sliprarna ligga väl inbäddade i makadamballast, bli skarvöppningarnas förändringar ännu mindre. Vid uppgörande av tabell XI i str nr 239, del F har hänsyn tagits till dessa förhållanden.

Då en räl ligger utlagd på marken och är utsatt för full solbestrålning, är det lätt att konstatera med handen, att den kan bli väsentligt varmare än den omgivande luften. Rälen absorberar värme. Hänsyn måste tagas härtill vid bestämmande av skarvöppningarnas storlek. För den skull bör man använda en *rälstermometer*, vilken består av en vanlig termometer, nedstucken i ett hål i en rälsstump. Denna placeras ute på banan och utsättes under så lång stund för solbestrålning, att den blir lika varm som rälerna. Man kan då avläsa den temperatur, för vilken skarvöppningarnas storlek skall bestämmas. Observeras bör, att solstrålningen är starkast mitt på dagen. På morgonen och på eftermiddagen blir rälernas temperatur ej så hög. Rälstermometern måste avläsas upprepade gånger under dagens lopp.

Då Sverige är ett land med stor utsträckning i norr och söder, kunna temperaturgränserna för beräkning av skarvöppningarna variera en hel del, i sydligaste Sverige mellan gränserna -20° och $+60^{\circ}$, i norra Sverige mellan -40° och $+60^{\circ}$.

Huru mycket en räl *teoretiskt skulle utvidga sig* för 1°, 80° resp. 100° temperaturskillnad, framgår av följande tabell.

Rälslängd meter	Längdförändring i mm vid en temperaturskillnad av		
	1°	80°	100°
10	0,12	9,9	12,3
20	0,25	19,6	24,6
30	0,37	29,4	36,9
45	0,56	44,1	55,3

d) *Rälslängd.*

Normallängderna av de viktigaste SJ rälsmodellerna framgå av tabellen å sid 55.

Det finns flera olika faktorer, som inverka på frågan angående den lämpligaste rälslängden. Enär rälsskarven utgör överbyggnadens känsligaste del och kräver noggrann tillsyn och omsorgsfullt underhåll, och en rälsskarv med alla tillbehör är ganska dyr, föreligger ett stort önskemål, att så långt möjligt är minska antalet skarvar i spåret. De långa rälerna bidraga även till att göra spåret stabilare och underlätta hållandet av ett gott spårläge, inte minst i kurvorna. Men denna strävan stöter på vissa svårigheter. De långa rälerna bli tunga och därför besvärliga och dyra att handskas med såväl vid utläggning av spår som vid utbyte av i spår skadade räl. Rälsskarvöppningarna måste kunna hållas inom vissa gränser. Vid låga temperaturer få de ej bli för stora (högst 20 mm); försvinna de redan vid en temperatur lägre än maximitemperaturen, kan risk för solkurva uppstå.

Såsom ovan redan berörts, har man genom praktiska prov kommit till insikt om, att om spåröverbyggnaden är försedd med kraftiga befästningsdelar, och om sliprarna ligga väl inbäddade i god makadamballast, är det möjligt att i hög grad hindra rälernas längdförändring på grund av temperaturändringar. En tung spåröverbyggnad, försedd med kraftig befästning, så att räl och sliprar tillsammans bilda en styv ram, och liggande i makadamballast, är också väsentligt mindre känslig för solkurvor än en lättare, med vanlig rälsspik försedd spåröverbyggnad. Problemet angående användande av långa räl är sålunda beroende av huru hela banöverbyggnaden är beskaffad.

Vad händer nu, om rälerna *ej* få fritt utvidga eller sammandraga sig? I rälerna uppstå *inre spänningar*. Vid stigande temperatur uppstå tryckspänningar, vid fallande dragspänningar. Dessa krafter kunna bli avsevärda. Den spänning, som uppstår i en räl, då den hindras att förlängas eller förkortas, kan beräknas ur formeln

$$\text{spänningen } s = 27 \cdot t \text{ kgf/cm}^2$$

då temperaturändringen uppgår till t° C.

Är rälens genomskärningsarea A cm², blir hela den kraft, som förorsakas av temperaturändringen

$$\text{kraften } P = 27 \cdot t \cdot A \text{ kgf}$$

Exempel: en räl inlägges i spår vid en rälstemperatur av + 10°. På grund av kraftig befästning kan rälens längd ej ändras. Antages att sommartid erhålles en högsta temperatur i räl av + 50° och vintertid en lägsta temperatur av — 30°, kommer räl att bli utsatt för dels en uppvärmning över + 10° av 40°, dels en avkylning under + 10° av ävenledes 40°. Spänningen i räl blir då i båda fallen

$$s = 27 \cdot 40 = 1\,080 \text{ kgf/cm}^2 \text{ eller } 10,8 \text{ kgf/mm}^2$$

Vintertid erhålles dragspänning, sommartid en lika stor tryckspänning. Antages att räl

är av 1924 års modell med en genomskärningsarea av c:a 56 cm², erhålles vid högsta resp. lägsta temperatur en kraft i rälen av

$$P = 27 \cdot 40 \cdot 56 = 60\,480 \text{ kgf eller c:a } 60,5 \text{ tonkraft.}$$

Som synes kunna de krafter, som uppstå i ett spår på grund av temperaturspänningar, bli avsevärda. Härtill komma givetvis de krafter, som uppstå, då tåg passerar. Även då uppstå såväl drag- som tryckpåkänningar. *Sammanlagda spänningarna* kunna bli så stora, att antingen sommartid solkurvor uppstå på grund av för stora tryckspänningar eller att för stora dragspänningar vintertid föranleda rälsbrott. Inläggning av mycket långa räler är därför ett arbete, som måste noga planeras. Arbetet måste verkställas på så sätt, att varken drag- eller tryckspänningarna någonsin få överskrida tillåtna gränser.

I *Nuolja-tunneln* å linjen Abisko—Björkliden äro rälerna sammansvetsade till en längd av 920 m. Här är problemet givetvis lättare, på grund av att temperaturdifferenserna äro väsentligt mindre än å friliggande bana. Uppmätning av temperaturen i tunneln under mer än 2 års tid har givit till resultat, att man måste räkna med en temperaturskillnad av 30° C i tunnelns mitt (temperaturgränserna — 10° och + 20°). Hopsvetsningen ägde rum vid en temperatur av + 5° å 10°, alltså mitt emellan de yttersta gränserna. Senare ha även rälerna i *Tornehamnstunneln* sammansvetsats, varvid största rälslängden uppgår till 440 m.

På *broar* behöver man ej räkna med högre räls temperatur än den omgivande luftens temperatur, på grund av att luften på alla sidor kommer åt rälerna. Då frånvaron av räls-skarvar är en orsak till att de dynamiska påkänningarna å broöverbyggnaden avsevärt minskas, har man gått in för att *svetsa samman rälerna på broarna*. På längre broar har i brons ena ände inlagts *dilatationsanordning*.

TGOJ har å linjen omedelbart norr om Oxelösunds bangård låtit svetsa samman rälerna till en längd av 1000 m. Denna sträcka ligger å fri bana. Rälernas fot och liv äro inbäddade i grusballasten, så att endast räls huvudet synes. Genom att så långt möjligt är bädda in rälerna vill man skydda dem för större temperaturvariationer och på så sätt hålla spänningarna nere. Rälerna äro fästade vid sliprarna med vanlig räls skruv.

De fördelar långa räler ha att erbjuda i jämförelse med korta räler ha visat sig så stora, att allt större räls längder kommit till användning. Även om svårigheterna äro särskilt stora, då man skaffar sig mycket långa räler genom att hopsvetsa kortare räler i spår, ha dessa mycket långa räler åtminstone under vissa förutsättningar visat sig fördelaktiga. Ett särskilt problem uppstår, då rälsbrott inträffar på en dylik långräl. Vid inläggning i spår har man måst se till, att rälen är fri från spänningar vid en viss medeltemperatur. Uppstår rälsbrott vid lägre temperatur, har man att räkna med att de båda rälsändarna i brottet dras isär. Skulle man svetsa ihop brottet, så att rälsens längd ökades med öppningens storlek, skulle allt för stora tryckspänningar kunna uppstå vid större uppvärmning. Hopsvetsningen måste ske, så att rälsens ursprungliga längd ej ändras. Man kan antingen anlägga nödförband och invänta lämplig tidpunkt för hopsvetsningen, då rälsändarna av sig själva gå ihop, eller genom uppvärmning av viss del av rälerna på ömse sidor om brottet få rälsändarna att gå ihop.

Rälernas *normallängder* ha även ökats under årens lopp. SJ äldsta räler hade en längd av 6,4 m, under det att den nuvarande normallängden uppgår till 20 m. Prov pågå på några ställen med räler av 30 och 40 m längder.

Även i utlandet har räls längden ökats. Sedan ett flertal år tillbaka är 30 m en mycket vanlig standardlängd.

Vid såväl svenska som övriga europeiska järnvägar lägger man *rälsskarvarna mitt för varandra*. I Amerika däremot är det mycket vanligt, att rälsskarven i ena rälssträngen och

rälsnitt i den andra rälssträngen ligga mitt för varandra. Härigenom uppstår den s.k. *förskjutna skarven* eller *sicksackskarven*. Då skarvarna äro nya, beräknas denna anordning giva tågen en jämnare gång, under det att förhållandet blir det motsatta vid slitna skarvar.

I kurvor är innersträngen kortare än yttersträngen. För att så långt möjligt är få rälsskarvarna att ligga mitt för varandra och undvika *skarvsnedhet*, inlägger man i innersträngen kortare räler, s. k. *kurvräler*. Dessa räler äro vanligen 200 mm kortare än den normala rälen. Skarvsnedheten behöver därför aldrig överstiga 100 mm.

Är, uttryckt i meter, kurvans längd L, dess radie R och avståndet från rälsnitt till rälsnitt s, blir längdskillnaden mellan ytter- och innersträng

$$\frac{L \cdot s}{R} \text{ meter}$$

och erforderligt antal kurvräler, om längdskillnaden mellan normal räls längd och kurvrälen längd är a meter

$$\frac{L \cdot s}{a \cdot R} \text{ st}$$

Följande värden å s kunna användas:

spårvidd 1 435 mm	s = 1,5 m
” 1 067 ”	s = 1,12 ”
” 891 ”	s = 0,94 ”

Exempel: Normalspårvidd, L = 367 m, R = 637 m, s = 1,5 m, a = 0,2 m

Antalet kurvräler blir

$$\frac{367 \cdot 1,5}{0,2 \cdot 637} = 4,3$$

alltså 4 kurvräler.

Hade resultatet blivit t. ex. 4,6 borde man lägga in 5 dylika räler.

Vid inläggning av *kurvräler* går man tillväga på följande sätt.

Man fortsätter med normallängden förbi kurvingången, tills skarv i innersträng kommer 100 mm *före* skarv i yttersträng. Då detta mått uppnått, inlägges den första kurvrälen i innersträngen, varigenom skarv i innersträng kommer 100 mm *efter* skarv i yttersträng. Sedan fortsätter man med räler av normallängd, tills skarv i innersträng på nytt kommer 100 mm *före* skarv i yttersträng, då kurvrälen nr 2 inlägges.

e) Rälsskarvjärn.

I kapitlet om rälsskarvproblemet har redan redogjorts för rälsskarvjärnens uppgifter och utveckling.

Bestämmelser angående material, tillverkning m. m. gällande för leveranser till SJ återfinnas i form. Fbr nr 47 B, ”Bestämmelser för tillverkning och leverans av valsade rälsskarvjärn”.

Vid de *äldre skarvjärnsmodellerna* äro de inre och yttre skarvjärnen olika. De yttre skarvjärnen äro försedda med runda hål, de inre med fyrkantiga. Dessa senare hava till ändamål att hindra bulten från att gå runt vid åtdragning av muttern. *Nyare skarvjärnsmodeller* äro i allmänhet försedda med fyrkantiga, pressade hål, varjämte yttre och inre skarvjärnen i regel äro lika. Skarvjärn till 1940 års räler ha dock runda hål. Vinkelskarvjärnen till *rälsskarv till 1924 års räler* med underläggsplatta och vanlig spikbefästning (se bild 60) äro för att möjliggöra användandet av samma plattyp i skarv olika i det avseendet, att ytterskarvjärnen ha urtag för 2 rälsspikar, under det att innerskarvjärnen ha urtag för 4 spikar.

Skarvjärnen skola vara så konstruerade, att de erhålla största möjliga upplagsytor mot rälshuvudets undersida och rälsfotens översida. Mellan skarvjärnen och rälslivet måste däremot finnas mellanrum. *Skarvjärnen få ej "bottna" mot rälslivet.* Detta är förutsättningen för att skarvjärnen, som utgöra ett kombinerat kil- och skruvförband, skola kunna fungera på rätt sätt.

Under trafikens inverkan uppstår slitage på beröringsytorna mellan skarvjärn och räl. Till att börja med kan detta kompenseras med, att man drar åt muttrarna, men så snart skarvjärnen bottna, kunna de ej längre effektivt hålla samman rälsändarna. Skarvjärnen måste utbytas mot andra. För en del år sedan sökte man avhjälpa felet genom att mellan skarvjärn och rälsfot lägga in mellanlägg av plattjärn. Då erfarenheterna av detta förfarings-sätt ej voro gynnsamma, övergick man i stället till att *smida om de äldre skarvjärnen* vid verkstad. Härvid uppvärms hela skarvjärnet och insättes i en press mellan två dynor, varvid godset pressas ut, så att full höjd erhålles. Samtidigt med att det nämnda slitaget uppstår, är det mycket vanligt, att rälsskarvjärnen bli nedbockade, på grund av att hela skarven ligger lågt. I samband med uppsmidningen givas skarvjärnen därför c:a 2 mm överhöjning, så att det sedan skall bli lättare att hålla rälsskarven uppe.

Vid spärläggning med räler, som tidigare legat i spår, är det många gånger ej möjligt att passa ihop rälererna så, att båda rälsändarna i samma skarv ha samma höjd. Då det är av stor betydelse, att de båda rälshuvudernas överkanter noga passa mot varandra, blir det nödvändigt att insätta rälsskarvjärn, omsmidda för räler av olika slitningsgrad. För en del olika rälsmodeller finnas dylika skarvjärn för dels 2—3, dels 4—5 mm skillnad i slitningsgrad.

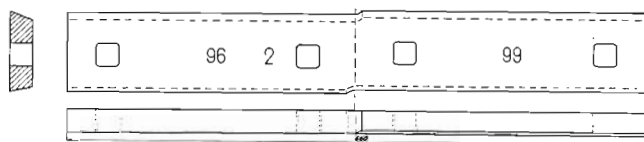


Bild 68.

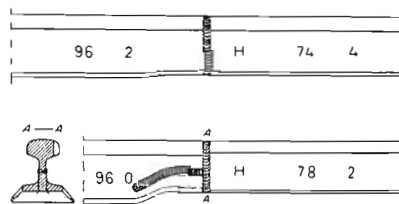


Bild 69.

Sammanbindning av räler av olika modeller kan ske med hjälp av *övergångsskarvjärn* (bild 68). På grund av rälerernas osymmetriska lägen med endast rälshuvudernas översida och farkanter sammanfallande erhåller man fyra olika skarvjärn, d. v. s. en sats bestående av 2 inre och 2 yttre. Om rälerernas huvudbredd är lika, erfordras endast 2 slags skarvjärn. 1 höger och 1 vänster utgöra 1 par. Å dessa pressas eller instämplas med tydliga siffror årtalen för de rälsmodeller skarvjärnen äro avsedda för. Är skillnaden mellan de båda rälererna stor, tillverkas övergångsskarvjärnen av plattjärn. Dessa skarvjärn ha visat sig mindre hållbara. En väsentligt bättre lösning av detta problem har under de senare åren erhållits genom de s. k. *övergångsrälererna* (bild 69).

För sammanbindning av *gjutna korsningar* med räler av vissa modeller finnas även särskilda övergångsskarvjärn.

Vid *elektriska växelspärrar m. m.* förekomma s. k. isolerade räler. En isolerad räl skall i båda ändar vara försedd med *isolerskarvjärn*, vilka möjliggöra inläggande av isolerande mellanlägg mellan rälen å ena sidan och skarvjärn och skarvbult å den andra sidan (bild 70).

f) Rälsskarvbultar, rälsfjäderringar.

Rälsskarvbultarna ha till uppgift att åstadkomma en effektiv inspanning av skarvjärnen i skarven. Bild 71 visar utseendet av de skarvbultar (längd 92 mm), som varit avsedda för 1855, 1875 och 1878 års rälsmodeller, bild 72 de skarvbultar (längd 101 mm), som använts

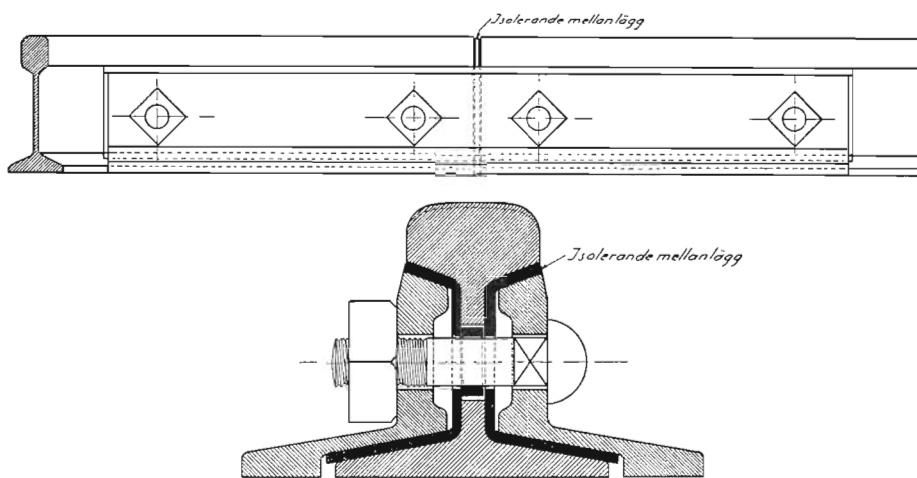


Bild 70.

för övriga rälsmodeller. I och med att man började förse bultarna med rälsfjädderingar, var det nödvändigt att öka bultlängden till 115 mm (bild 73). Även den är försedd med 28 mm hög, fyrkantig mutter.

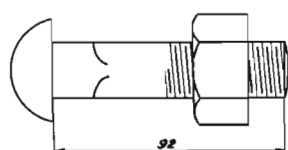


Bild 71.

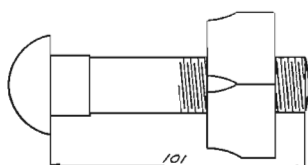


Bild 72.

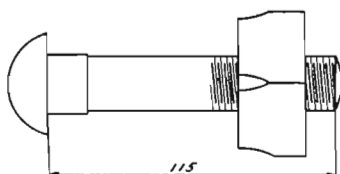


Bild 73.

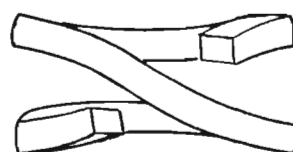


Bild 74.

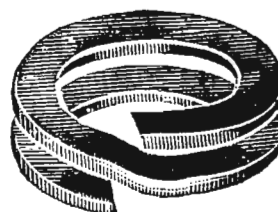


Bild 75.

Rälsskarvbulten till 1940 års spåröverbyggnad har erhållit ett något annat utseende (bild 63). Huvudet är fyrkantigt, så att det passar in i den 48 mm breda försänkningen å räls-skarvjärnet (bild 62). Bultens längd är 118 mm och muttern är 6-kantig.

Bestämmelser angående material, tillverkning m. m., gällande för leveranser till SJ, återfinnas i form. Fbr nr 47 F, "Bestämmelser för tillverkning och leverans av rälsskarv-bultar med muttrar".

Rälsskarvbultarna förses i allt större omfattning med *rälsfjädderingar*, vilka tjänstgöra som *mutterlås*. Av rälsfjädderingar finnas flera olika typer. Vid SJ användes nu uteslutande den dubbla, högspännande fjädderingen (bild 74). Tidigare utfördes den dubbla fjädderingen på sätt, som framgår av bild 75. Genom de extra bockningar, som en fjäddering enligt bild 74 har undergått, blir det svårare att helt sammantrycka den. Efter en normal åtdragning finnes fortfarande en fjädrande kraft, vilken är tillfyllest för att pressa mutterns gängor hårt mot bultens gängor. Muttern hindras härigenom från att lossna. Man får akta sig för att med för stor kraft draga åt muttern, så att fjädderingen helt sammanpressas. Då uteblir den eftersträfvade effekten.

Ingående försök med ett flertal mutterlås ha visat, att det bästa resultatet erhålles med den ovannämnda rälsfjädersringen.

I samband med att skarvbultarna insätts i spår, anoljas gängorna med en blandning av cylinderolja (överhettning) och 5 % gummilösning. Det har visat sig, att även denna åtgärd motverkar, att muttrarna lossna.

g) Rälsspik.

Bland de olika rälstillbehören finns det en detalj, nämligen 1855 års rälsspik, som fortfarande allmänt användes under benämningen *vanlig rälsspik* (bild 76). För rälerens fästande i uppkilat spår användes *lång rälsspik* (bild 77).

Till räler av 1920 års modell (amerikansk) förekommer en spik av amerikansk modell (bild 78).

År 1933 konstruerades den s. k. *grova rälsspiken* (bild 79). Den användes till räler med underläggsplattor (se bild 60).

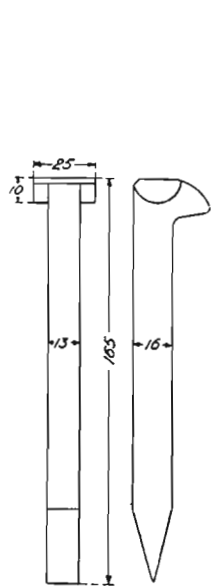


Bild 76.

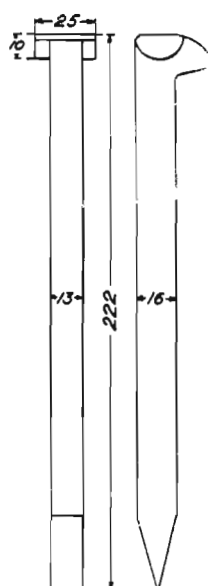


Bild 77.

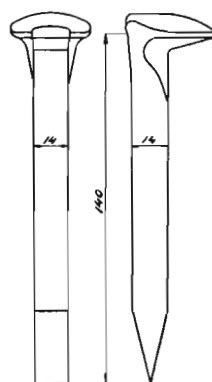


Bild 78.

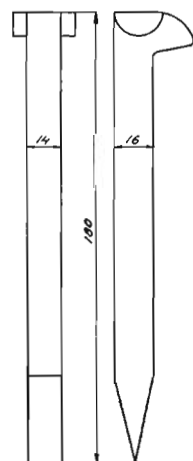


Bild 79.

Bestämmelser angående material, tillverkning m. m., gällande för leveranser till SJ, återfinnas i form. Fbr nr 47 G "Bestämmelser för tillverkning och leverans av rälsspik".

Vid de svenska enskilda järnvägarna förekommer ett stort antal rälsspikar med olika dimensioner. Under senare år har man dock gått in för en standardisering.

Rälsspikens huvud utformas med hänsyn till spikens uppgift att fästa rälsfoten, att spiken skall slås ned i slipern med en hammare, och att den skall kunna dragas upp med en kofot. Skaftets form är av betydelse för spikens häftkraft i slipern. Man har försökt öka denna genom att förse spikarna med skårar, hak, hullingar m. m. utan att dock ha uppnått åsyftad verkan på grund av de skadegörelser å träfibrerna, som uppstå vid dylika spikars nedslagning samt svårigheten att draga upp spikarna vid spårarbeten. Spetsen bör kunna skära av träfibrerna. En nedslagen spik får varken spräcka slipern eller så hårt komprimera träfibrerna, att de krossas. Spikens häftkraft skulle i så fall avsevärt minskas. Denna nackdel är större ju hårdare och tätare träet är.

h) Rälsskruv.

Tack vare gängorna besitter rälsskruven en vida större förmåga än rälsspiken att göra motstånd mot utdragning. Förborring är nödvändig. Borrningen verkställs med 15 mm

navare, då skruvkärnan har 16 mm:s diameter. De i träet inträngande gängorna skola endast skära av och komprimera träfibrerna utan att trasa sönder dem. *Man får aldrig slå på en skruv med en hammare.* Då fördärvas träfibrerna.

Rälsskruven har vid SJ huvudsakligen använts i 1916 års spåröverbyggnad samt i spårväxlar. De ursprungliga klenare rälsskruvarna ha måst ersättas med dylika med kraftigare gängor (bild 80). Skruvens huvud avslutas upptill med en tapp. På de äldre skruvarna är

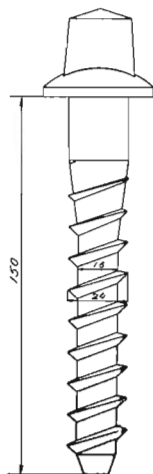


Bild 80.

denna kvadratisk, på de nyare rektangulär, vilken form är att föredraga, enär tappens härigenom åverkas mindre, då skruven åtdrages. Tappens överyta är spetsformig, vilket möjliggör konstaterandet av om skruven till äventyrs islagits med hammare.

Under huvudet har skruvskftet samma diameter som största gängdiametern för att bjuda rälén större motstånd mot sidoförskjutning.

Skrugar enligt bild 80 användas även för fästade av underläggsplattor och plåtar på sliprar i växlar.

Vid förborrning ute i spåret användes *navare med styrhylsa* enligt bild 81, såvida man ej har tillgång till elektrisk bormaskin.

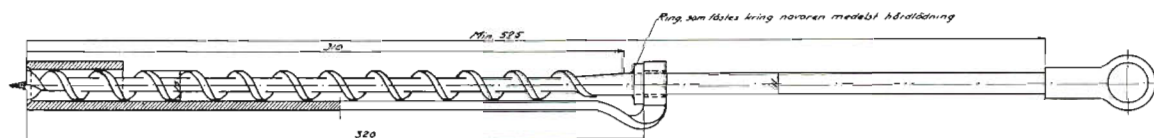


Bild 81.

Bestämmelser angående material, tillverkning m. m. gällande för leveranser till SJ, återfinnas i form. Fbr nr 47 R "Bestämmelser för tillverkning och leverans av rälsskrugar".

i) Fjäderspik.

Den på bild 42 visade fjäderspiken har fastställts som standard vid SJ.

Bestämmelser för tillverkning och leverans av fjäderspik framgå av form. Fbr nr 47 H.

j) Underläggsplattor.

Flera av SJ rälsmodeller äro ursprungligen konstruerade för att användas i spår utan underläggsplattor. Rälsofoten är därför ganska bred, för de tyngsta rälerna 133 mm. Det har dock visat sig, att rälernas nedätning i sliprarna ofta varit betydande och att särskilt inner-

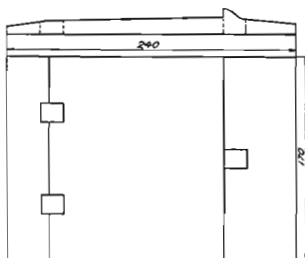


Bild 82.

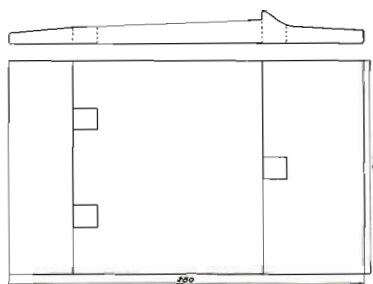


Bild 83.

strängen har benägenhet att välta. I samband med införandet av 1924 års rälsmodell konstruerades därför en till denna och 1896 års rälsmodell passande underläggsplatta (bild 82). Ursprungligen var bredden 160 mm, ökades dock snart till 170 mm för bättre utnyttjande av slipersbredden. Längden var 240 mm. Plattan är försedd med stödlister för rälen endast på utsidan samt med 3 hål för rälsspikar, 2 på insidan och 1 på yttersidan. I vissa fall, särskilt i skarpa kurvor, har det visat sig behövt att anbringa ytterligare 1 à 2 rälsspikar vid plattans ytterkant. Från och med år 1928 ha även för 1899 års rälsmodell plattor med samma valsprofil och med för denna rälsmodell anpassad hålning kommit till användning.

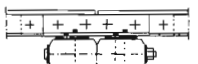
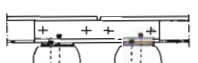
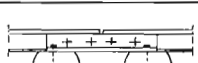
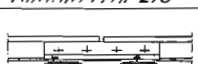
	Skarvanordning	Underläggsplattor	
		vid skarv	inne på rälen
För räler av 1924 års mod. med skarvjärn enl. ritn. litt. Anr 3257.	 Ritn. litt. Anr 3265	 Ritn. litt. Anr 3258	 Ritn. litt. Anr 3258
För räler av 1924 års mod. med skarvjärn enl. ritn. litt. Anr 1973, 1948 o. 1949.	 Ritn. litt. Anr 3306	 Ritn. litt. Anr 3261	
	 Ritn. litt. Anr 3300	 Ritn. litt. Anr 3298	 Ritn. litt. Anr 3258
		 Ritn. litt. Anr 3299	
För räler av 1896 års mod. med skarvjärn enl. ritn. litt. Anr 3284 o. 1425.	 Ritn. litt. Anr 3283	 Ritn. litt. Anr 3261	 Ritn. litt. Anr 3258
För räler av 1899 års mod.	 Ritn. litt. Anr 216	 Ritn. litt. Anr 3274	 Ritn. litt. Anr 3272
För räler av 1878 års mod.	 Ritn. litt. Anr 216		 Ritn. litt. Anr 3279
För räler av 1920 års mod.	 Ritn. litt. Anr 216	 Ritn. litt. Anr 3446	 Ritn. litt. Anr 3447
För räler av 1924 och 1940 å.m.	 Ritn. litt. Anr 3357	 Ritn. litt. Anr 3112 del. 2 st. Anr 3357	 Ritn. litt. Anr 3357

Bild 84.

Efter en del års förlopp visade erfarenheten, att denna underläggsplatta ej var tillfyllest. Även denna åter i regel snart ner sig i sliprarna. Fr. o. m. år 1934 infördes därför en platta med storleken 170×280 mm (bild 83).

Hittills hade underläggsplattor ej inlagts på skarvsliprarna. Fr. o. m. år 1935 gick man även in för denna sak. Icke minst i skarvarna är behovet av underläggsplattor stort. Dessa plattor ha samma valsprofil och storlek som plattan enligt bild 83, men plattornas hålning har måst anpassas efter de skarvtyper, för vilka de avsetts. En sammanställning över dessa plattor samt deras användning återfinnes å bild 84.

Underläggsplattan med hake till 1916 års spåröverbyggnad är av storleken 160×300 mm (bild 32).

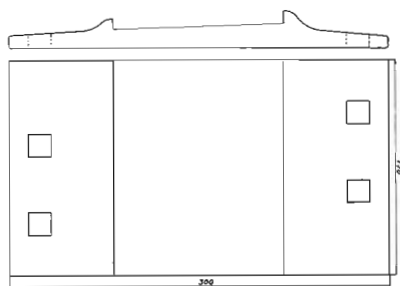


Bild 85.

För fjäderspiksöverbyggnaden har underläggsplattan det utseende, som framgår av bild 85. Plattans storlek är 170×300 mm. Underläggsplattan till dubbelslipersskarven har dimensionen 430×300 mm (bild 86).

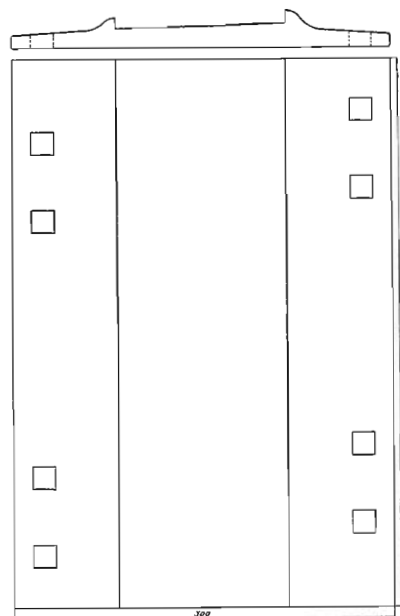


Bild 86.

Underläggsplattornas förnämsta uppgift är att skydda sliprarna, så att nednötningen i träet minskas. Men man vinner även, att spårvidden blir lättare att vidmakthålla, att behovet av klotsning bortfaller och att rärels rätta lutning blir lättare att hålla. Där kilning av spår förekommer, underlättas kilningsarbetet, enär klotsning ej förekommer, och vid slipersutbyte minskas ävenledes arbetet en hel del, om varken räl eller underläggsplattor ha ätit sig ned

i sliprarna. Underläggsplattor, rätt dimensionerade, ha därför flera viktiga uppgifter att fylla. En olägenhet med underläggsplattor är, att friktionen mellan räl och underläggsplatta (järn mot järn) är väsentligt mindre än mellan räl och sliper, vilket i hög grad befrämjar rälsvandringen. Såsom framhållits vid behandlingen av fjäderspiksöverbyggnaden lägger man där en *träfiberplatta* på underläggsplattan. I spåröverbyggnad med vanlig rälsspik som befästningsmedel är detta ej möjligt. Man kan ej få träfiberplattan att ligga stilla.

Bestämmelser angående material, tillverkning m. m., gällande för leveranser till SJ, återfinnas i form. Fbr nr 47 Q "Bestämmelser för tillverkning och leverans av underläggsplattor".

k) *Rälsvandringshinder.*

I inledningen har redogjorts för några av de väsentligaste orsakerna till uppkomsten av rälsvandring. Till förhindrande av rälsvandring förser man spåret med rälsvandringshinder.

Sträckor, som i första hand böra förseas med rälsvandringshinder, äro:

1. bromssträckor in mot bangårdar med växlar;
2. spår framför isolerskarvar;
3. andra sträckor, där rälsvandring kan förväntas, eller där rälerna ha tendens att vandra, särskilt i spår med enkelriktad trafik (dubbelspår).

Såsom redan tidigare framhållits, äro skarvsliprarna i skarvar med vinkelskarvjärn förbundna med rälerna medelst de genom skarvjärnen nedslagna rälsspikarna. Rälssträngarna måste sålunda vid sin vandring draga skarvsliprarna med sig. Att så också sker, kan man mångenstädes konstatera. Skarvsliprarna förflyttas i den riktning rälsvandringen sker, under det att alla de andra sliprarna ligga stilla. Anordningen har sålunda ej visat sig tillfyllest för att förhindra rälernas vandring, varjämte skarvjärnen blivit utsatta för icke önskvärda påkänningar. På sådana sträckor böra rälsvandringshinder anordnas.

Ett effektivt rälsvandringshinder kan man få genom att fästa ett bandjärn eller vinkeljärn dels i rälslivet, dels på vissa sliprar. För den skull måste hål borraras genom rälslivet, vilket man i regel vill undvika. Under årens lopp ha framkommit ett flertal typer av rälsvandringshinder, vilka antingen klämmas eller skruvas fast på rälsfoten.

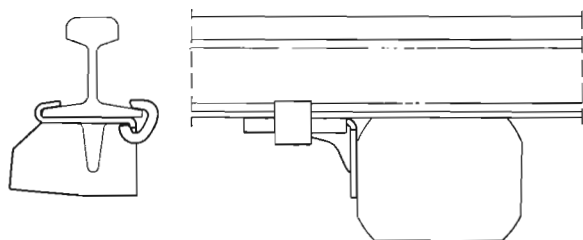


Bild 87.

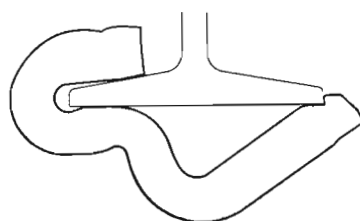


Bild 88.

De vid SJ vanligaste rälsvandringshindren äro dels typ *Neumann* (bild 87), dels typ *Fair V* (bild 88). Under de senaste åren har typ *Fair* uteslutande inköpts. Den har den fördelen, att den sitter mycket fast på rälsfoten. Rälsvandringshindret typ *Neumann* fastkilas å rälsfoten med en låsring. Så småningom bottenar ringen, varvid hindret lossnar. Ringen kan då hopklämmas utan värmning genom att träda den på en dorn och giva den några slag med en kraftig hammare. Gentemot typ *Fair* har typ *Neumann* den fördelen, att anliggningsytan mot sliperens sida är större och att anliggningsytan sker närmare sliperens mitt. Slipern får ej så stor benägenhet att vrida sig (bild 89).

Rälsvandringshindret typ *Mathée* (bild 90) utgör ett exempel på ett hinder, som skruvas fast på rälsfoten. Erfarenheterna av detta hinder äro goda, men det har dock icke kommit till någon vidsträckt användning på grund av att det är en hel del dyrare än t. ex. *Fair*.

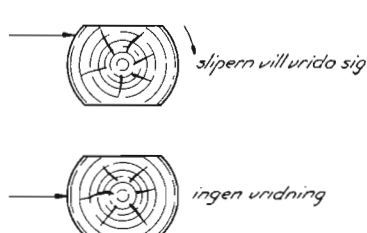


Bild 89.

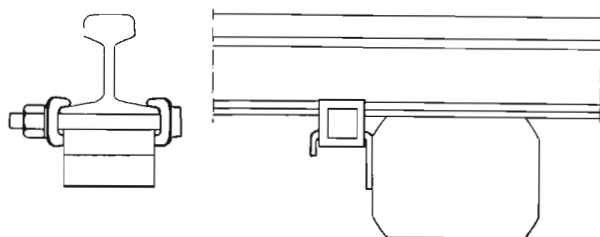


Bild 90.

I regel sammankopplar man den sliper, mot vilken rälsvandringshindren stödja (hindren placeras alltid i par, ett på varje rälssträng), med ytterligare fyra sliprar medelst sammankopplingsjärn (bild 91) för att öka motståndet. På grund av att dessa järn äro placerade på sliprarnas överyta, visar det sig ofta, att sliprarna vrida sig något (bild 92).

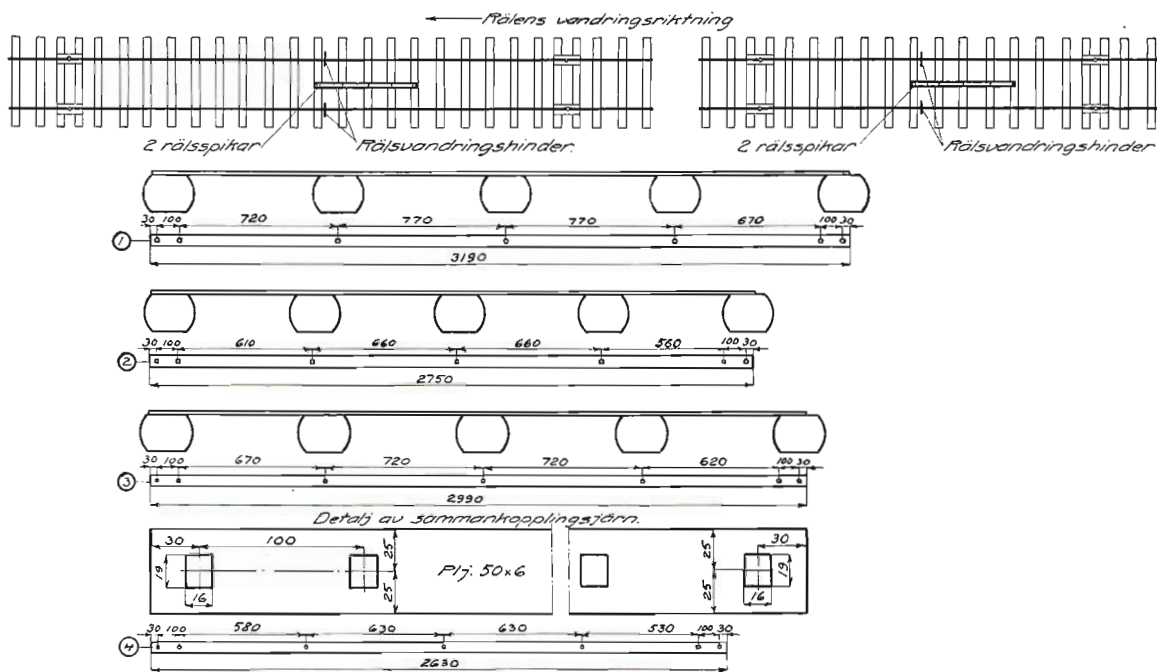


Bild 91.

Rälsvandringen är ofta så kraftig, att det är långt ifrån tillfyllest med endast ett par rälsvandringshinder. Man måste därför ofta anbringa flera par rälsvandringshinder med tillhörande sammankopplingsjärn på varje räls spann, såsom visas å bild 93.



Bild 92.

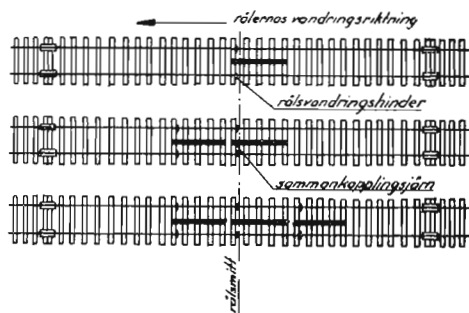


Bild 93.

Före anbringande av rälsvandringshinder böra räler och sliprar regleras, så att normala räls skarvöppningar och slipersavstånd erhållas. Hindren måste vidare väl stödja mot framförliggande sliper. Rälsvandringshinder placeras aldrig mot en skarvsliper.

Vid fastsättning av rälsvandringshindren Neumann och Fair förfäres på följande sätt.

Neumann. Genom kraftiga slag å låsringen med en kort hammare får man denna att kila fast, varvid halva låsvägen bör återstå. Skulle effektiv låsning därvid ej erhållas, vilket kan kontrolleras genom brytning mellan rälsvandringshindret och slipern med spett, kan den önskade låsningen uppnås genom hopklämning av låsringen och den rälsfoten omslutande haken.

Fair. Rälsvandringshindret träs på rälsfoten från spårets *inersida* och drives på rälsfoten genom horisontella slag med räls hammare, tills hacket i hindret griper om rälsfotens yttre kant (bild 94).

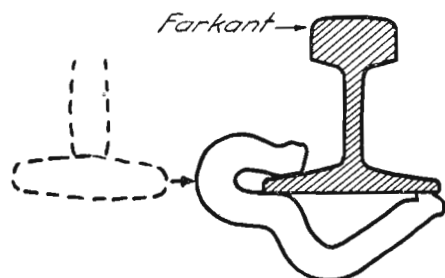


Bild 94.

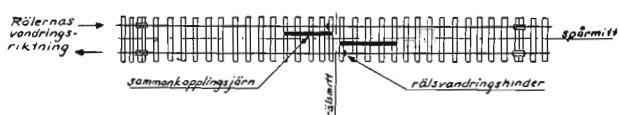


Bild 95.

I kurvor kan det hända, att den ena rälssträngen vandrar mer än den andra. För att undvika att spåret på så sätt drages snett, placeras sammankopplingsjärnen ej i spårets mitt, såsom visas å bild 91 och 93, vilket är det normala, utan närmare den räl, som är mest utsatt för rälsvandring.

Om de båda rälssträngarna vandra åt motsatta håll, skola rälsvandringshindren för de olika riktningarna anbringas mot olika sliprar (bild 95). Sammankopplingsjärnen skola härvid icke placeras i spårmit utan närmare den rälssträng, där samhörande rälsvandringshinder sitta, till undvikande av att sliprarna vrida sig.

Om rälsvandringshinder avlägsnar sig från slipern, bör undersökas om ej rälsvandringen går åt motsatt håll, mot vad man antagit. Skulle så vara fallet, kunna sammankopplingsjärnen sitta kvar, och hindren flyttas till järnens motsatta ände.

Såsom förut nämnts räknar man med att i fjäderspiken ha erhållit ett effektivt medel att förhindra rälsvandring. *Fjäderspiksspår förses därför icke med några rälsvandringshinder.* Skulle den normala fjäderspiksbefästningen med tre spikar icke helt hindra rälsvandringen, kan en fjärde spik insättas.

E. Sliprar.

a) Olika slags sliprar.

Man skiljer mellan sliprar, som ligga i ballast och sliprar på broar och viadukter.

På broar och viadukter förekomma f. n. endast sliprar av trä. Sliprar, som ligga i ballast, kunna vara av trä, järn eller betong.

Vid svenska järnvägar förekomma uteslutande träsliprar. Försök ha gjorts med järn- och betongsliprar. Resultaten ha hittills icke givit anledning till fortsatt användning.

Träsliprarna kunna vara av furu, lärk, bok eller ek. I Sverige användes så gott som uteslutande furusliprar. Sliprar av ek förekomma endast i ringa omfattning. En del försök hava i Sverige gjorts med sliprar av lärk. Dessa hava dock visat sig underlägsna sliprar av furu. Furan är genom sin fasthet lämpligare än granen. Granvirket är därjämte svårare att impregnera. Furan bör vara fullmogen, emedan den då i regel erhåller stor kärna och rikligt med hartser, vilka äro konserverande för träet.

Boksliprar äro mycket vanliga i vissa länder, t.ex. Danmark och Frankrike. På grund av

kärnvedens hårdhet äro boksliprarna mycket goda. Det är dock nödvändigt att impregnera dem, enär virkets varaktighet eljest är mindre god.

b) *Sliprarnas uppgift.*

Sliprarna ha till uppgift att utgöra en säker men på samma gång fjädrande underbädd för rälerna, vilket är av vikt för tågens mjuka gång. Det har visat sig, att träsliprar bättre än järn- och betongsliprar uppfylla denna fordran.

Sliprarna skola mottaga trycket från rälerna och fortplanta och utbreda det till ballasten. Denna uppgift bestämmer sliprarnas form.

Den övre slipersytan skall erbjuda god anliggningsyta för rälsfoten och underläggsplattor. Den undre slipersytan skall vara så stor, att trycket utbreder sig på en tillräckligt stor yta av ballasten. Vid en väl avvägd längd på slipern skall största nedsänkningen för de tyngsta tågen vid sliperns ända vara lika stor som nedsänkningen vid dess mitt. Härav följer, att sliperslängden å hårdare belastade linjer måste vara större än vad som erfordras å linjer med mindre trafik.

Sliprarna böra erbjuda gott fäste för räler och underläggsplattor samt vara lätta att understoppa. I båda dessa avseenden äro träsliprarna fördelaktiga. Beträffande särskilt betongsliprar är rälsfästet ett svårt problem. Stoppning av järnsliprar bereder vissa svårigheter.

c) *Virkets beskaffenhet.*

Sliprarnas varaktighet beror främst på virkets beskaffenhet. Är virket rikligt bemängt med harts och konserverande naturliga oljor, motstår det länge med framgång angrepp av röta och svampar. Har virket däremot lös byggnad och föga kärna samt breda årsringar, ruttnar det snart. Man söker minska dessa olägenheter genom att dels impregnera virket, dels vid upphandling av sliprar tillse, att man — så långt möjligt är — erhåller kärnfulla sliprar med täta årsringar.

De uti träet befintliga växtsafterna bidra till dess förruttnelse. Därför bör virke, som är särskilt utsatt för röta, avverkas under den tid på året, då mängden av växtsafter är ringa, d. v. s. under vintermånaderna, då trädet befinner sig i vila.

Vid sliprarnas leverans böra de uppläggas så, att förefintliga växtsafter i största möjliga omfattning uttorkas före sliprarnas nedläggning. Sliprar, som skola impregneras, kräva minst 3 månaders torktid i väl upplagda torkstaplar före impregneringen.

Tidigare ha sliprar tillverkats av s. k. torrfuror, varmed menas furor, som torkat, medan de stått på rot. Erfarenheten visar emellertid, att dylika sliprar ha en väsentligt kortare livslängd än sliprar av färskt virke, varför de bli mycket oekonomiska att använda.

Då virke flottas, urlakas en del hartser m. m., varigenom träets kvalitet försämras. Man bör föredra sliprar, som tillverkats av oflottat virke. Framför allt böra färdigställda sliprar aldrig läggas i vatten.

Bestämmelser angående virkets beskaffenhet m. m. vid leveranser framgå av form. nr 681 B "Normalbestämmelser för leverans av sliprar".

d) *Dimensioner.*

Sliprarna erhållas ur grova trädstammar. Skrädda (bilade) sliprar ha varit de vanligaste. Under senare år ha sågade sliprar blivit allt vanligare.

I utlandet är den fyrskurna slipern (bild 96) den vanligaste, i Sverige däremot den tvåskurna (se bild 89).



Bild 96.

Vid slipersutbyte är det fördelaktigt, att sliprarna ha samma dimensioner (standard), vilket även är lämpligt för att få ett så homogent spår som möjligt. En smal och en bred sliper ha ej samma bärighet. Fyrskurna standardsliprar äro därför ur teknisk synpunkt fördelaktigare än de tvåskurna. En del onödigt virke från de breda sliprarna kan tillvaratagas för annat ändamål, varjämte åtgången av impregneringsmedel avsevärt minskas.

Man har därför vid SJ numera gått in för inköp i största möjliga utsträckning av fyrsågade sliprar, standardiserade i vissa storlekar, anpassade efter de olika linjernas trafikkapacitet. På grund av rådande virkesknapphet föreligger emellertid viss svårighet att genomföra denna standardisering, som dock är avsedd att efter hand omfatta hela statsbanenätet, varvid sliprarna samtidigt impregneras.

Beträffande sliprarnas dimensioner hänvisas till bestämmelser härom i förenämnda form. nr 681 B.

e) Besiktning m. m. av levererade sliprar.

Före besiktningen uppläggas sliprarna genom leverantörernas försorg sortskilda i torkstaplar, så att de utan ompostning kunna distribueras till resp. användningsplatser. Besiktningsmännen skola äga god virkeskännedom, så att endast kontraktsenliga sliprar mottagas.

De av besiktningsmännen godkända sliprarna skola omedelbart märkas med statens järnvägars märke (stämpelhammare).

De skilda slipersdimensionerna medgiva, att för viss typ i mått hänseende för klena sliprar kunna hänföras till en mindre sliperstyp. Ur kvalitetssynpunkt undermåliga sliprar samt sliprar, som icke hålla för minsta sliperstypen angivna mått, mottagas icke. I undantagsfall kunna emellertid dylika sliprar mottagas till reducerat pris, om de erfordras för speciella ändamål.

Beträffande sliprarnas barkning m. m. hänvisas till bestämmelser härom i förenämnda form. nr 681 B.

f) Stapling och distribution av sliprar.

Det är av mycket stor ekonomisk betydelse, att sliprarna lagras på ändamålsenligt sätt, så att de icke skadas av mögel eller svamp. Upplagsområdena böra vara i görligaste mån fribelägna samt befriade från träavfall, matjord o. d., som befrämja svampbildning. Torkstaplarna böra läggas på tillräcklig höjd över marken, omkring 0,5 m, så att luften får fritt spelrum under staplarna. Sliprarna få icke staplas för tätt. Avståndet mellan sliprarna bör utgöra omkring 1 dm. Staplarna böra icke täckas under torkningen. Å torkstaplar, innehållande torra sliprar, böra däremot de översta slipersvarven omläggas till tak på gängse sätt, därest sliprarna beräknas komma att kvarligga längre tid. Det är därjämte av betydelse, att lagring och distribuering verkställas på sådant sätt, att sliprarna nå användningsplatsen direkt utan onödig ompostning.

Vid uppläggning av impregnerade sliprar skola dessa i motsats till oimpregnerade staplas tätt intill varandra. Å varje stapel angivas antalet, tidpunkt för uppläggningen i stapel och impregneringsmedlets art, om tvekan härom kan föreligga.

För övrigt hänvisas till str nr 206 "Bestämmelser rörande impregnering av virke vid statens järnvägar".

g) Impregnering av sliprar.

Impregnering har till ändamål att öka träets livslängd.

Med impregnering menas, att man under tryck inpressar ett konserverande ämne, som huvudsakligen fördelar sig i hela ytveden — splinten.

Impregnering av sliprar till skydd mot förruttelse ägde rum redan i samband med de

första statsbanornas byggande. Impregneringsmedlet utgjordes huvudsakligen av *kopparvitriollösning*. Denna virkesimpregnering pågick till år 1873.

Först år 1899 satte man på nytt igång med slipersimpregnering, nu med *kreosotolja* som impregneringsmedel.

Kreosotoljan, som framställes ur stenkoltjära, har visat sig vara det bästa, hittills kända konserveringsmedlet för sliprar.

På grund av att kreosotoljan var ganska dyr, har impregnering med *kresolkalcium*, som är betydligt billigare, pågått under åren 1911—1921. Kresolkalcium består huvudsakligen av kresol, som erhålles ur stenkoltjära och kalkmjölk. Försök ha även gjorts med trätjäreprodukter, men har priset lagt hinder i vägen för allmänt användande. Sedan år 1922 fram till det andra världskriget har impregnering huvudsakligen verkställts med kreosotolja. Sedan dess har kreosotolja ej funnits att köpa. Så småningom har impregnering kommit igång med *arseniksalter*, dels Bolidensalt, dels det tyska arseniksaltet "Basilit". Huruvida arsenikimpregnerade sliprar få en livslängd, jämförbar med kreosotoljeimpregnerade, är omöjligt att för närvarande bestämt avgöra.

Även ur nationalekonomisk synpunkt är frågan angående slipersimpregneringen av största betydelse, dels på grund av de numera avsevärt stegrade sliperspriserna, dels på grund av att även ett så skogrikt land som Sverige måste hushålla med sina virkestillgångar. Avsikten är därför att gå in för impregnering av alla sliprar, som läggas in i spår. Detta är dock ej möjligt att genomföra förrän efter en viss övergångsperiod.

För närvarande finnas 2 st. transportabla impregneringsverk, vardera med 2 st. impregneringscylindrar. Det ena togs i bruk år 1911 och det andra år 1941.

Vid vardera verket kan maximalt utföras impregnering av 15 beskickningar per dygn, motsvarande c:a 450 m³ virke.

Impregneringen tillgår i stort sett på följande sätt enligt den s. k. Rüpingska sparmetoden (bild 97). Det å trallvagnar lastade, väl barkade, från bast befriade och lufttorkade virket



Bild 97.

införes i impregneringscylindern, vars lucka därefter tillslutes lufttätt. Impregneringscylindern och den med förvärmad impregneringsolja fyllda behållaren sätts under lufttryck, vilket avpassas allt efter virkets beskaffenhet och torrhetsgrad och kan variera mellan 2 och 4 atm. Under bibehållande av detta lufttryck fylles därefter impregneringscylindern med den förvärmade impregneringsoljan, vars temperatur under sommaren hålles vid c:a 70° C och under den kallare årstiden höjes till c:a 90° C. Efter fullständig fyllning med olja inpressas med tryckpump ytterligare olja, till dess trycket stigit till 8 à 10 atm. Detta tryck bibehålles sedan under minst 30 minuter. Oljan tryckes därpå tillbaka till oljebehållaren, och i impregneringscylindern åstadkommes ett vacuum av c:a 600 mm under minst 30 minuter. Evakueringen avser att ytterligare avlägsna överflödig olja, så att virket på ytan blir möjligast torrt och lättare att hantera.

Ovannämnda förfaringssätt gäller närmast för kreosotoljeimpregnering men gäller även i stort sett för impregnering med arsenik.

Vid kreosotimpregnering tillföres virket 60—70 kg kreosotolja per m³ virke, vilket är fullt tillräckligt för virkets konservering. Vid impregnering med bolidensalt åtgår per m³ virke omkring 300 kg lösning, innehållande c:a 6,0 kg bolidensalt och 4,5 kg zinksulfat.

Beträffande impregnering hänvisas i övrigt till str. nr 206 "Bestämmelser rörande impregnering av virke vid statens järnvägar".

h) Sliprarnas livslängd.

Enligt den teknisk-ekonomiska redogörelsen för banavdelningens verksamhet år 1946 utgjorde

medellivslängden för oimpregnerade sliprar i medeltal för tidsperioden 1914—1946:

i huvudspår i södra Sverige 11,0 år.

medellivslängden för impregnerade sliprar i medeltal för tidsperioden 1917—1946:

i huvudspår, impregnerade med kreosotolja 22,1 år

” ” kresolkalcium 17,2 ”

Man ser härav, att för sliprar, liggande i *huvudspår*, är medellivslängden för de med kreosotolja impregnerade sliprarna c:a 100 % större än för de oimpregnerade och för de kresolkalciumimpregnerade något mindre. På grund av skogsbeståndets hårda beskattning har slipperskvaliteten sedan ett antal år tillbaka försämrats, varför man för framtiden måste räkna med lägre värden för de oimpregnerade sliprarnas livslängd, än vad statistiken angiver. — Arsenikimpregneringens värde kan ännu icke helt fastställas. Vetenskapliga försök hittills (1947) hava lämnat goda resultat, men verkliga värdet kan fastställas, först sedan praktiska försök pågått under tillräckligt lång tid.

För kreosotimpregnerade sliprar kan man, sedan underläggsplattor kommit till mera allmän användning, räkna med en medellivslängd åtskilligt mer än dubbelt så stor som för oimpregnerade sliprar.

Antalet sliprar i spår vid SJ uppgick vid 1946 års slut till

oimpregnerade sliprar	18 885 000 st.
impregnerade ”	5 467 000 ”
summa	24 352 000 ”

Utbytet under år 1946 uppgick till 1 816 000 sliprar.

Med år 1947 gällande inköpspriser uppgår enbart anskaffningskostnaden för nya sliprar per år till omkring 14 miljoner kronor. Varje åtgärd, som kan öka sliprarnas livslängd, är därför av största ekonomiska betydelse

i) *Sliprar på broar och viadukter.*

Å trummor, broar, viadukter o. d. med överbyggnad av stål utgöres den omedelbara underbädden för räler resp. underläggsplattor av sliprar, liggande direkt på stålkonstruktionen. Dessa sliprar utgöres alltid av fyrskurna bjälkar med de dimensioner, som äro föreskrivna i särtryck nr 239, del B. Därjämte hänvisas till form. nr 681 C "Normalbestämmelser för leverans av bjälkar, brosliprar och sparrar av furu till statens järnvägar".

Brosliprar böra vara impregnerade eller tjärstrukna. Tjärstrykningen kan tillgå på följande sätt.

Sedan sliprarna blivit fullkomligt torra, bestrykas de med tunnflytande, renad träolja, som får väl intorka, varefter en ytterligare träoljeanstrykning verkställes. Därpå strykes en gång med god trätjära, och sedan denna torkat, äro sliprarna klara för användning. Det är av stor betydelse, att virket är torrt före bestrykningen. De böra därför hava legat uppstaplade och skyddade under minst ett år.

F. Spårväxlar.

a) *Allmänna benämningar och beteckningar.*

En spårväxel är en spårförbindelse, som möjliggör förflyttning av järnvägsfordon från ett spår till ett annat. Det finns även andra anordningar för detta ändamål, nämligen vändskivor och skjutbord (traverser), men deras användning är väsentligt mera begränsad än en spårväxels.

I regel använder man endast ordet *växel* i stället för spårväxel. Det förekommer i två betydelser, en snävare, avseende endast tunganordningen, och en vidsträcktare, omfattande alla för spårförgreningen erforderliga delar. För att undvika förväxling använder man numera i förra fallet endast ordet *tunganordning* och ej *växel*.

De viktigaste förekommande växeltyperna äro följande.

Enkel växel. Medelst denna kan ett fordon föras från ett spår till ett annat åt höger, *högerväxel* (bild 98) eller åt vänster, *vänsterväxel* (bild 99). Bild 100 återger en *symmetrisk enkel växel*.

Tredelig växel. Denna är en kombination av två enkla växlar, antingen en höger- och en vänsterväxel eller två enkla växlar, som avvika åt samma håll. Bild 101 visar en *tvåsidig symmetrisk*, bild 102 en *tvåsidig osymmetrisk* och bild 103 en *ensidig tredelig växel*.

Slingerväxel erhålles genom att kombinera två enkla höger- eller vänsterväxlar på sätt, som visas å bild 104.

Korsningsväxel. Tvenne varandra korsande spår kunna förbindas antingen medelst en *enkel korsningsväxel* (även kallad halvengelsk växel) (bild 105) eller medelst en *dubbel korsningsväxel* (även kallad helengelsk växel) (bild 106).

Spårkorsning uppstår, när tvenne spår korsa varandra (bilder 107 och 108).

Kryssväxel är en korsförbindelse, som anordnas mellan tvenne bredvid varandra löpande spår (bild 109).

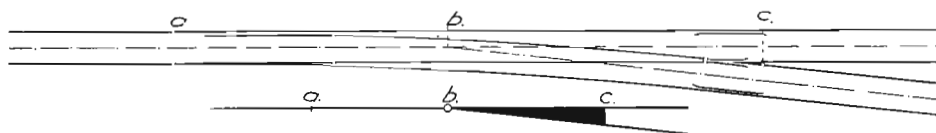


Bild 98. Enkel högerväxel.

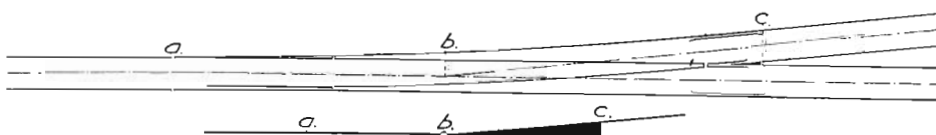


Bild 99. Enkel vänsterväxel.

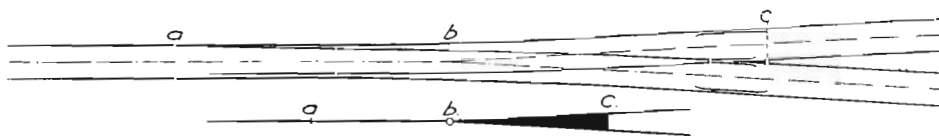


Bild 100. Symmetrisk enkel växel.

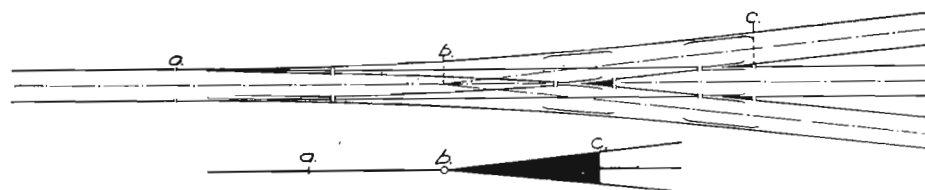


Bild 101. Tvåsidig symmetrisk växel.

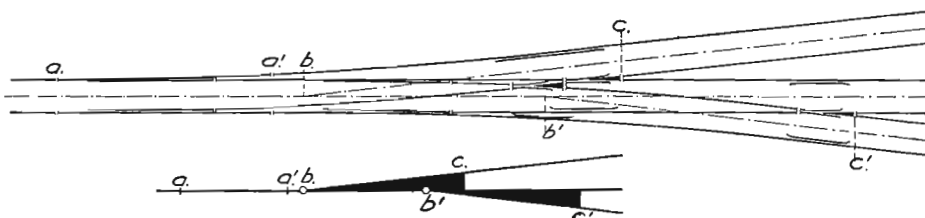


Bild 102. Tvåsidig osymmetrisk växel.

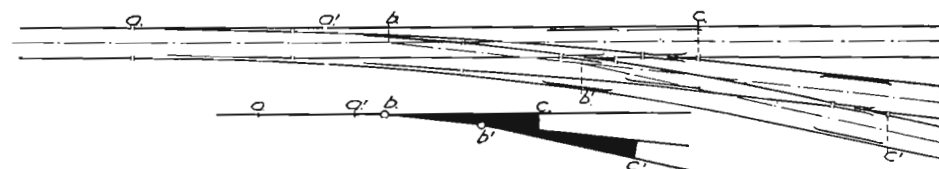


Bild 103. Ensidig tredelig växel.

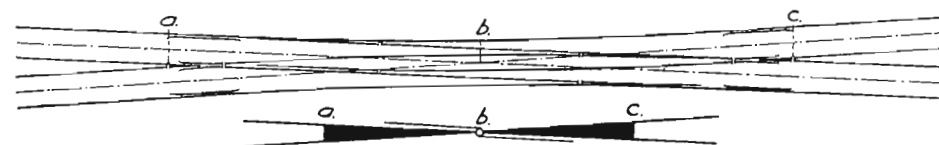


Bild 104. Slingerväxel.

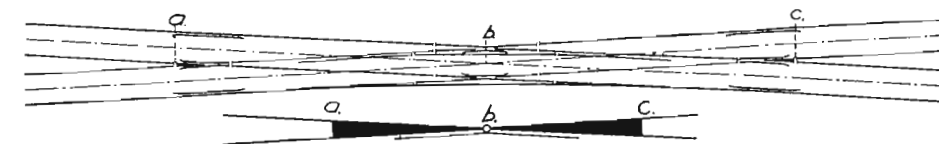


Bild 105. Enkel korsningsväxel.

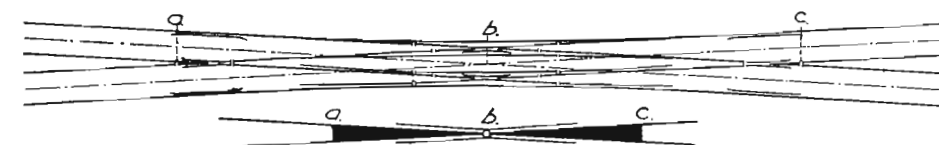


Bild 106. Dubbel korsningsväxel.

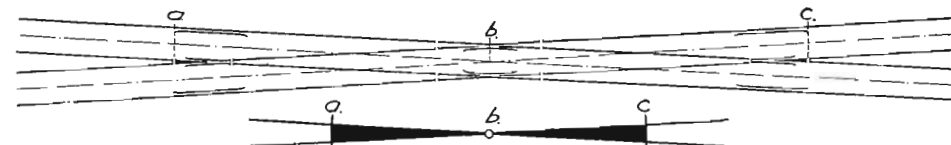


Bild 107. Spårkorsning.

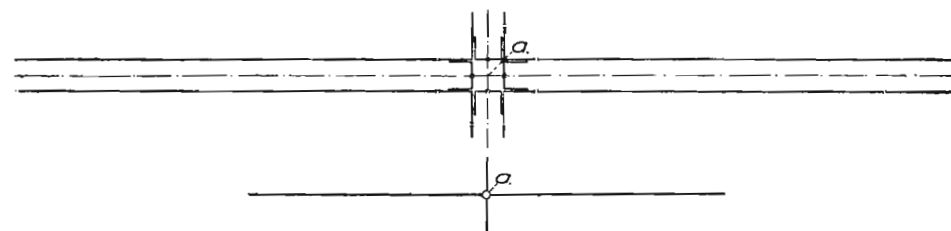


Bild 108. Spårkorsning.

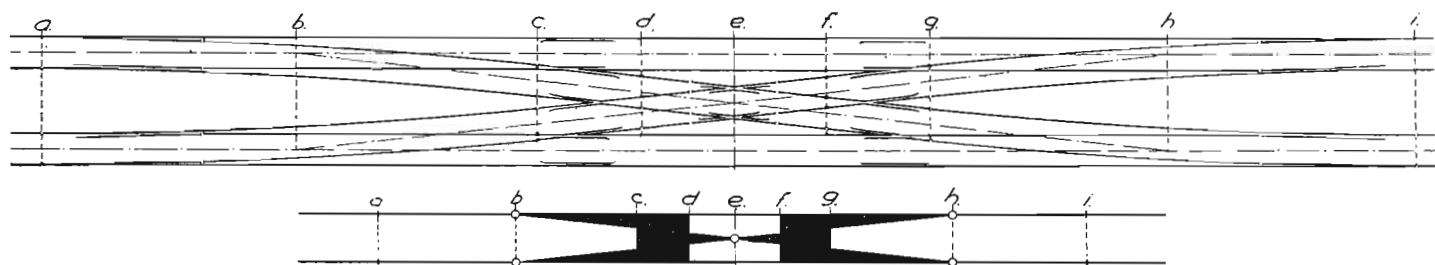


Bild 109. Kryssväxel.

Spårväxlar sammansätts i regel av följande huvuddelar: tunganordningar, enkelspetsade korsningar, dubbelspetsade korsningar, moträler, mellanräler samt växelställ eller annan omlägningsanordning.

Bild 110 återger en enkel högerväxel och under denna en schematisk bild, som användes å bangårdsritningar. Man tänker sig stå vid växelns tungspets, vänd mot korsningen, och skiljer därvid på *främre* och *bakre*, allt efter som en detalj ligger närmare eller längre bort, samt på *höger* och *vänster*.

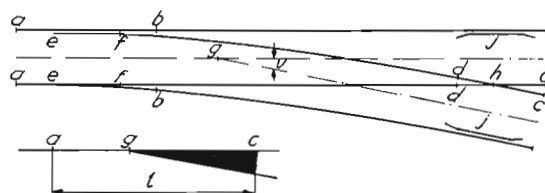


Bild 110. Enkel växel.

Å bilden är

- a—b = de båda stödrälerna = de fasta räler, mot vilka växeltungorna stöda.
- e—f = de båda växeltungorna = de rörliga delar, genom vilkas omläggning åt ena eller andra sidan fordonen kunna föras in på det ena eller andra spåret. Stödräler och tungor utgöra tillsammans tunganordningen.
- d—c = spårväxelkorsningen eller korsningen = den anordning, som möjliggör, att hjulflänsarna obehindrat kunna fortlöpa utes efter rälernas farkanter, där dessa mötas.
- a = främre stödrälsskarv
- b = bakre stödrälsskarv
- c = bakre korsningsskarv
- d = främre korsningsskarv
- e = tungspets
- f = tungrot
- g = matematisk korsningspunkt (m. k. p.)
- h = matematisk korsningsspets (m. k. s.), belägen 0—20 cm — beroende på korsningsvinkeln — framför korsningens verkliga spets.
- j = moträler
- v = växelns korsningsvinkel. Tangenten för $v = 1:8, 1:9, 1:10, 1:12, 1:15$.
- l = växelns längd, d. v. s. avståndet mellan främre stödrälsskarv och bakre korsningsskarv.

b) Tunganordningar.

Den äldsta växelkonstruktionen utgjordes av den s. k. *släpväxeln*. Den bestod i sin enklaste form av ett rälsspänn på samma plats som tunganordningen i en vanlig växel. Spannet är

vridbart kring den skarv, som kan sägas motsvara tungspetsen, och så, att den andra skarven kan kopplas ihop antingen med stamspåret eller sidospåret i växeln.

Nästa steg i utvecklingen är den av R. Stephenson konstruerade växeln med en rörlig och en fast tunga, den s. k. *entungiga växeln*. Ur denna utvecklade sig sedan den vanliga växeln med två lika långa tungor.

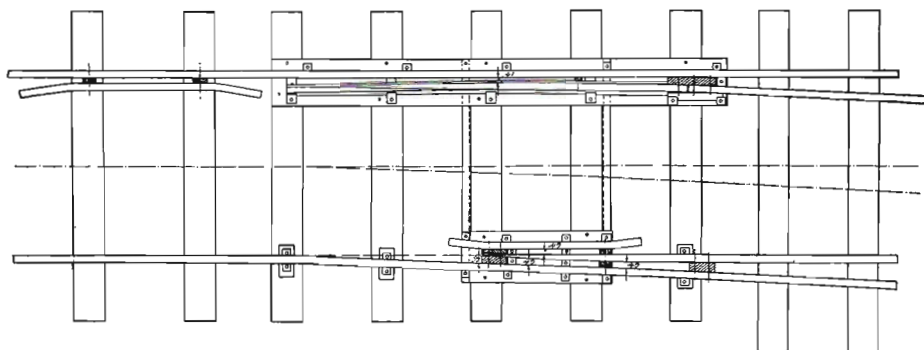


Bild 111. Entungig växel.

I den entungiga växeln (bild 111) ansluter yttersträngen i det avvikande spåret till stamspårets yttersträng med en kort, rörlig tunga, under det att innersträngen i stamspåret slutar med en kort, fast spets och lämnar en flänsränna öppen mot det avvikande spårets innersträng. Då växeln intager läget för stamspår, fungerar växeltungan som moträl och förhindrar hjulflänsarna att komma emellan den fasta tungspetsen och det andra spårets innersträng. Denna växeltyp passar i spår vid godsmagasin m. m., som endast trafikeras med växellok med liten hjulbas. Vid ett godsmagasin i Göteborg ligger en del dylika växlar, radien i kurvspåret är 120 m och korsningsvinkeln 1: 7.

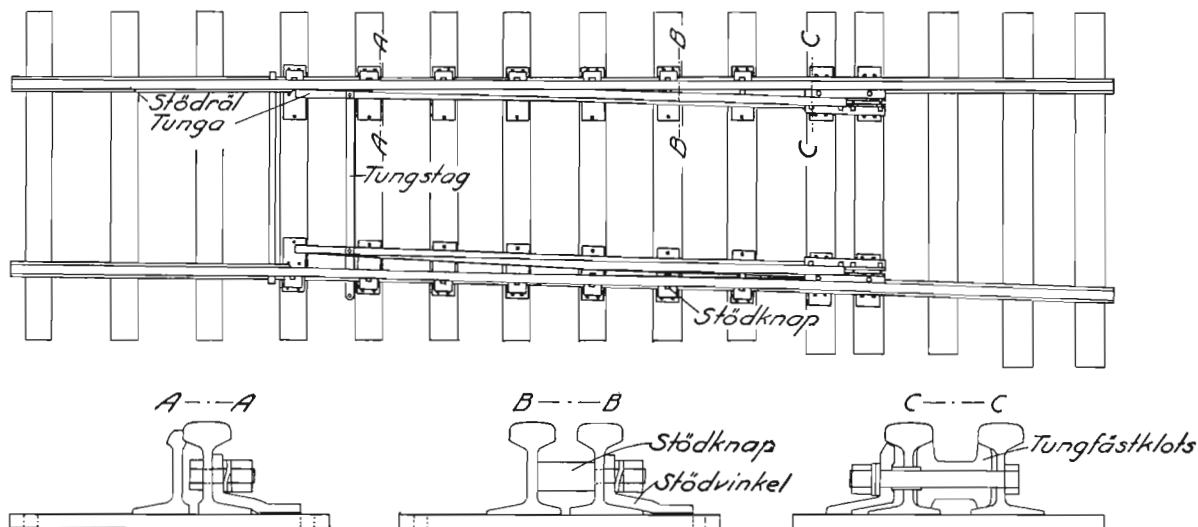


Bild 112. Tunganordning, äldre modell.

Spårväxeltungorna tillverkades ursprungligen av räler, i ena ändan avhyvlade till en spets för anslutning till stödrälen. Därjämte måste stödrälen avhyvlas i foten för att bereda plats för tungan. Till följd härav blir stödrälen försvagad, varför den fästes medelst horisontala, genom dess liv gående skruvar vid stödvinklar, fastnitade vid på sliprarna fästade plåtar. Av bild 112 framgår tunganordningens konstruktion och de olika delarnas benämning.

Växlar med tungor av räl benämns äldre modell och finnas till 1873, 1874 och 1878 års räl med 3,65 m tungor samt till 1899 och 1896 års räl med 4,5 m tungor. Endast de båda senare modellerna nytillverkas. Dessa växlar komma endast till användning i bangårdars sidospår. Växlarna levereras med raka tungor och stödräler. Vid inläggning i spår bockas den ena stödrälen för anpassning till höger- eller vänsterväxel.

Allt efter som trafiken ökades, visade det sig, att dessa äldre växlar ej erbjödo tågen den mjuka gång, som ansågs nödvändig vid färd genom en växel. Ej heller voro de tillräckligt starka för att kunna motstå de ökade påkänningarna. Man övergick därför dels till större tunglängd, dels till förstärkning av själva tungan genom att tillverka den av ett kraftigare ämne av stål. För tillverkning och leverans av *växeltungämnena* gälla bestämmelser enligt form. nr 277 e. Denna nya typ av tunganordningar, som benämnes *ny modell*, började användas år 1891. Under årens lopp ha en del förstärkningar måst vidtagas såsom ändring

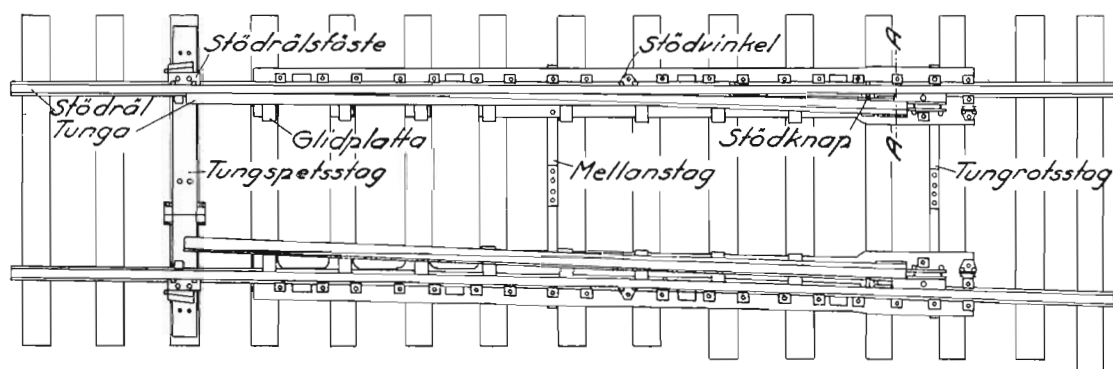


Bild 113. Tunganordning, ny modell.

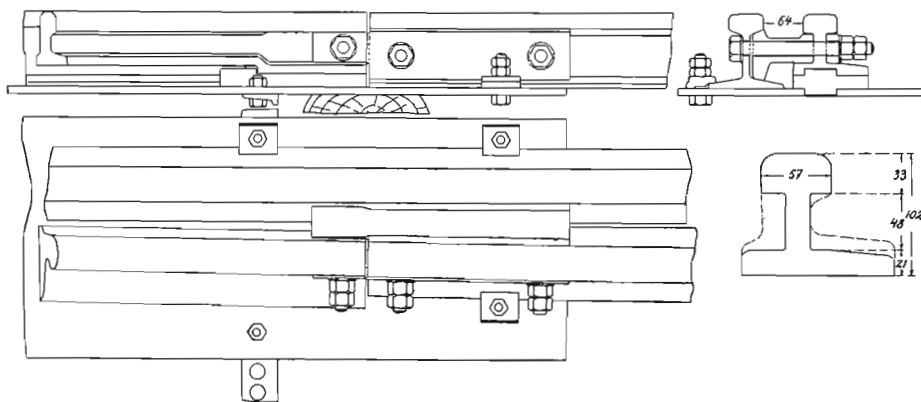


Bild 114. Tungfäste med smidd tungrot.

av klämplattornas form, ökning av bredden på glidplattorna samt kraftigare fästning av desamma på bottenplåten genom effektivare nitning samt svetsning, insättning av stödplattor och stödvinklar vid stödrälernas yttre sida, högre muttrar samt fjädringar för skruvar, varjämte man övergått till sådan uppläggning av stödrälerna på plåten, att rälerna vid växelspetsen kommer mera centralt på denna, varigenom trycket blir jämnare fördelat på sliprarna. Tunga med stödräl vilar på en hel plåt. Då det visat sig, att denna plåt verkar hindrande för snöröjningen, göras numera urtag ur plåten mellan sliprarna. Växlarna levererades tidigare med *hakväxellås*. Man har under senare år övergått till *klykväxellås*, som vid behov påmonteras i samband med inläggningen i spår.

Bild 113 visar en *tunganordning, ny modell*, höger jämte benämning å samtliga delar. Den ena tungan är rak och den andra bågformig enligt följande:

högerväxelns vänstra tunga:	bågformig	} beteckning H. V.
" " stödräl:	rak	
" högra tunga:	rak	} beteckning H. H.
" " stödräl:	bågformig	
vänsterväxelns vänstra tunga:	rak	} beteckning V. V.
" " stödräl:	bågformig	
" högra tunga:	bågformig	} beteckning V. H.
" " stödräl:	rak	

Tungor med tillhörande stödräl levereras med de ovan angivna beteckningarna H. V. o. s. v. instämplade.

Bild 114 visar tungfäste enligt ursprungliga utförandet med smidd tungrot.

De vanliga enkla växlarna av ny modell ha en tunglängd av 5,7 m för växlar till 1874, 1878 och 1899 års räl och 5,9 m för övriga rälsmodeller. Vid gång å den krökta tungan kan ej tillåtas större hastighet än 40 km i timmen. För att möjliggöra gång med större hastighet i det krökta spåret ha därför införts växlar med större kurvradier i den krökta tungans farkant. Dessa växlar äro försedda med långa, *fjädrande tungor*. Tre olika typer sådana växlar finnas: höger och vänster med korsning 1: 15 (radie = 600 m), symmetriska med korsning 1: 12 (radie = 600 m) samt symmetriska med korsning 1: 15 (radie = 1 200 m). Ämnena till dessa tungor ha samma sektion som för övriga växlar. I dessa växlar är tungroten ej vridbar kring en tapp, såsom fallet är med tungan i en vanlig växel. I stället är tungans bakre ände ansluten till efterföljande räl genom en fast förbindning med vanliga skarvjärn. Växelns omläggning underlättas genom att tungornas sektion ett stycke från bakre änden

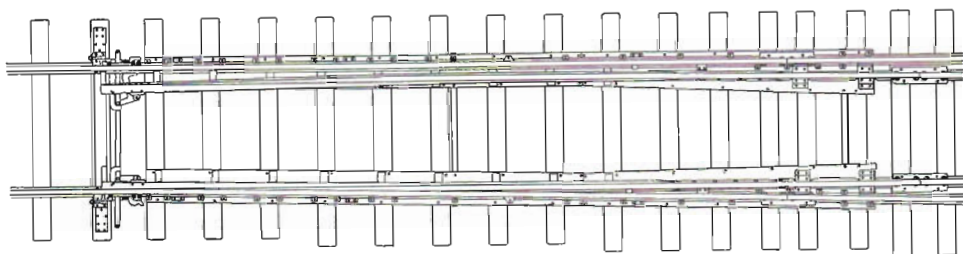


Bild 115. Tunganordning med fjädrande tungor.

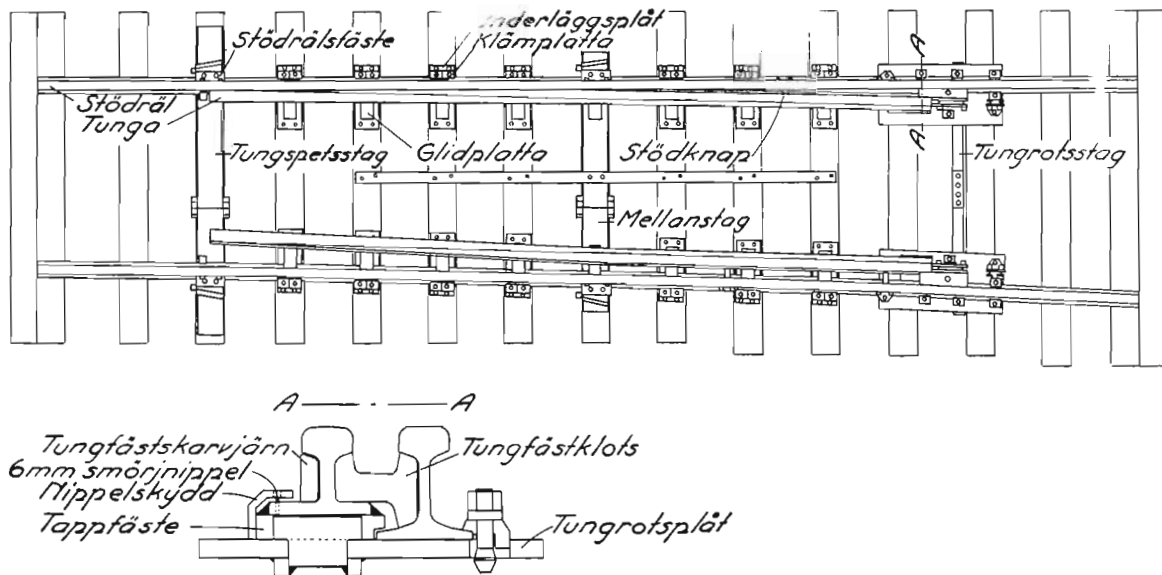


Bild 116. Tunganordning med 5,9 m tungor till räl av 1940 års modell.

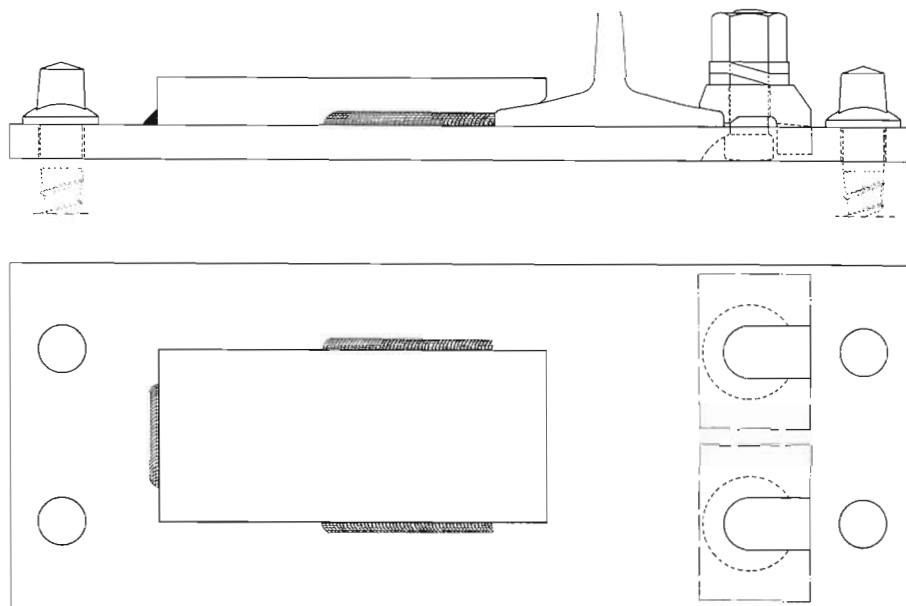


Bild 117.

är förminskad genom en omkring 1 m lång urfräsning. Bild 115 visar en dylik tunganordning med 10 m tungor.

Med den särskilt under senare år ytterligare ökade trafiken och ökningen av tåghastigheten har *behov av kraftigare växelkonstruktioner framträtt*. Bild 116 visar en dylik växel med 5,9 m tungor till räler av 1940 års modell.

De viktigaste egenskaperna hos *denna nya växeltyp* framgå av följande.

Den stora, gemensamma plåten under tunganordningen är ersatt med underläggsplåtar, en på varje sliper, enligt bild 117. Varje plåt fästes på slipern med 4 rälsskruvar. Rälen fasthålls med särskilda klämplattor och skruvar, som kunna utbytas, utan att man behöver rubba rälsskruvarna. Tungroten är utbildad på sätt, som visas å bild 118. Man har svetsat fast en plåt eller sko under tungans fot och i denna berett plats för en tapp med 120 mm diameter (tidigare endast 60 mm). Såväl vid tungspetsen som mitt på tungan finnas kraftiga

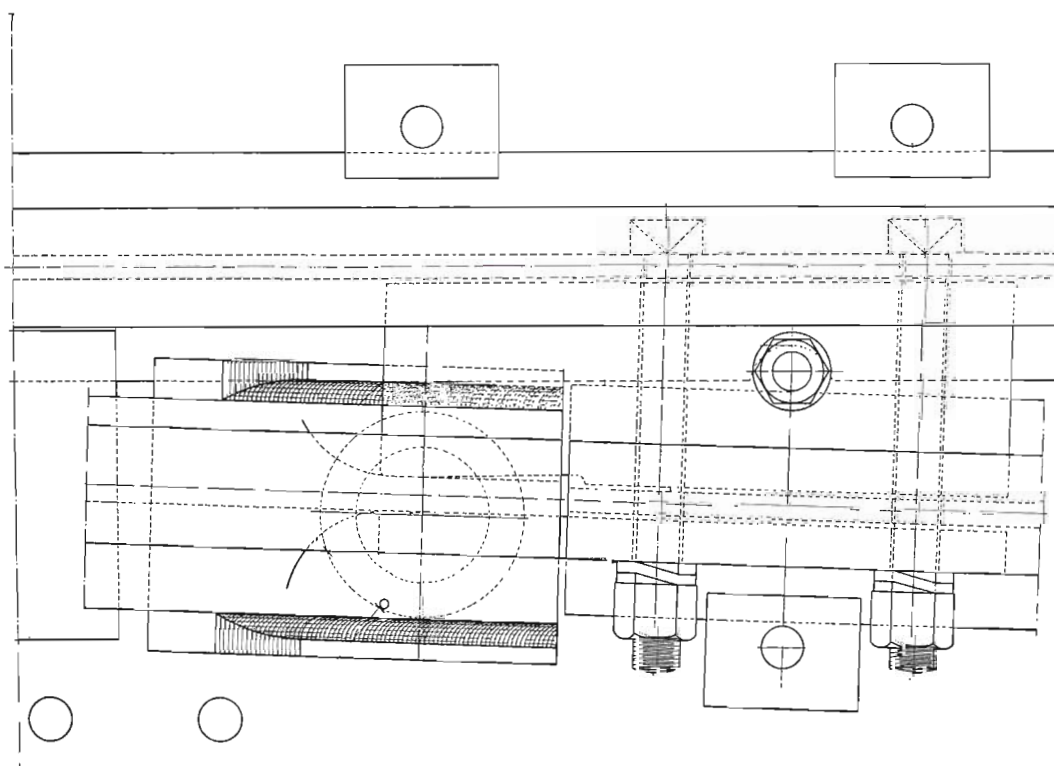


Bild 118.

med skruvkilar försedda justerbara stag (tungspetsstag och mellanstag). Även vid tungroten finnes ett stag. Till skydd mot rälsvandring har å sliprarna anbringats ett sammankopplingsjärn.

Växlar av denna konstruktion med 5,9 m tungor tillverkas till 1924 och 1940 års räl. Även växlar med fjädrande tungor utformas numera enligt ovanstående principer. Tunglängden är 10 m för växlar till 1896 och 1924 års räl samt 12 m för 1940 års.

c) Enkelspetsade korsningar.

Under statsbanornas första skede voro korsningarna tillverkade av räl och försedda med en c:a 600 mm lång stålspets. Korsningsspetsen omslöt av räl, de s. k. *vingrälerna*. Rälerna lågo direkt upplagda på särskilt utvalda, kraftiga sliprar och voro fästade vid dessa med rälspikar. I skarvarna vid korsningens ändar samt under korsningens spets anbringades bottenplåtar.

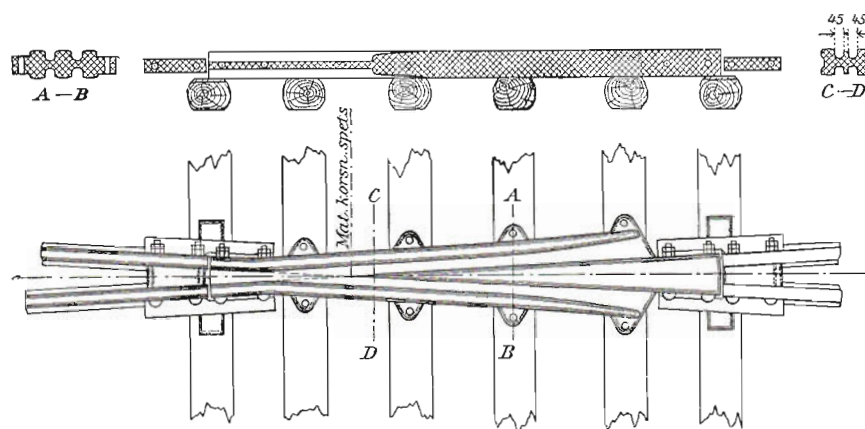


Bild 119. Enkelspetsad korsning av götstål.

Redan år 1864 började man använda gjutna korsningar (bild 119). De användas alltjämt i stor utsträckning, men nytillverkning har ej skett under senare år. Korsningarna äro lika på båda sidor och kunna sålunda vändas, då ena sidan är utsliten. De äro försedda med "öron", genom vilka skruvar eller spikar kunna anbringas för korsningens fästande vid sliprarna. I starkt trafikerade spår har det visat sig lämpligt att upplägga det gjutna korsningsstycket på en plåt.

Samtidigt med de första gjutna korsningarna började man tillverka korsningar helt av räl. Bild 120 visar en dylik korsning samt benämningen av de olika i korsningen ingående delarna.

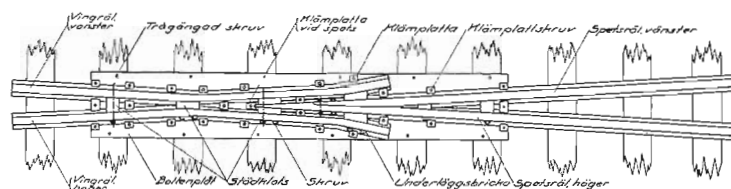
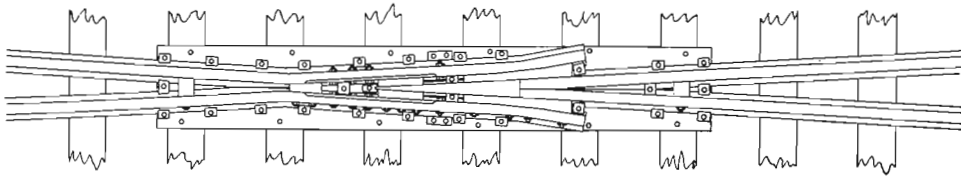


Bild 120. Enkelspetsad korsning av räl.

De i korsningarna ingående *vingrälerna* ha till uppgift dels att säkert leda hjulen in i flänsrännan, dels att jämte spetsen utgöra stöd för hjulringen, innan densamma helt kommer att vila på farrälerna.

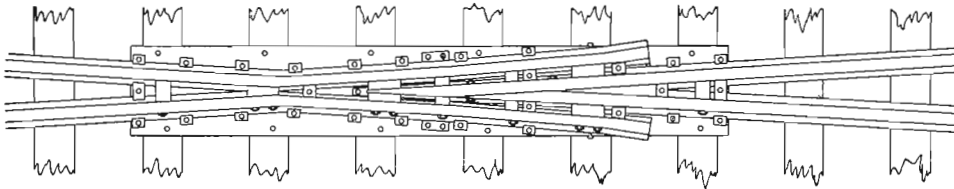
I en korsning är *korsningsspetsen* en känslig punkt. För att förstärka densamma i korsningar av räl tillverkades, såsom ovan nämnts, korsningarna med smidd stålspets. I stället för smidda spetsar har man sedermera använt gjutna spetsar av specialstål med c:a 12 % man-

För att jämväl öka vingrälens hållbarhet ha korsningar försetts med *vingrälslinlägg* av manganstål (bild 122). Dessa inlägg ha medfört stora fördelar. Erfarenheterna ha dock ej i alla avseenden varit gynnsamma. På grund av att svetsningstekniken under senare år utvecklats avsevärt, kan man nu reparera i spår liggande korsningar av räler medelst gas-svetsning. På grund härav användas numera vid nytillverkning av korsningar manganstålsinlägg och spetsar av sådant material endast i ringa omfattning.



I en tvåsidig osymmetrisk tredelig växel ligga tvenne enkelspetsade korsningar intill varandra. Den ena har vinkeln 1: 9, den andra 1: 6,34. Utförandet blir olika, om högerväxel eller vänsterväxel ligger först.

Till spårkorsningar och kryssväxlar användas korsningar med vinkeln 1: 4,44.



d) *Dubbelspetsade korsningar.*

[illegible]

82

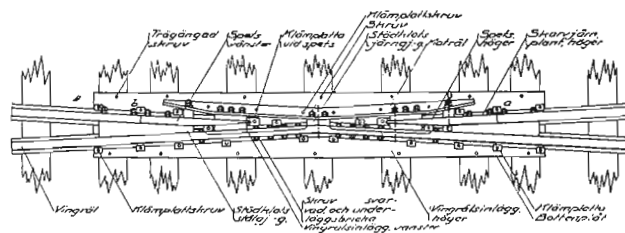


Bild 125. Dubbelspetsad korsning med spetsar och vingrälsinlägg av manganstål.



Bild 126. Dubbelspetsad korsning med spetsar och vingrälsinlägg av manganstål för dubbel korsningsväxel.

Vad ovan anförts beträffande den tekniska utformningen av de enkelspetsade korsningarna gäller även i stort sett för de dubbelspetsade. Dylika finnas även gjutna av stål till en del äldre rälsmodeller.

e) Korsningar med rörlig vingräl.

I växlar med mycket stark trafik i huvudspåret men med ringa trafik i sidospåret, t. ex. i en ute på linjen liggande växel till en grusgrop, kan man för att få bästa möjliga gång för tågen å huvudspåret undvika öppningen i farrälen framför korsningsspetsen genom att använda en korsning med rörlig vingräl (bild 127). Denna hålles ständigt pressad mot korsningsspetsen medelst en spiralfjäder. Vid gång i sidospåret pressar hjulflänsen den rörliga vingrälen åt sidan, så att erforderlig flänsrännan erhålles. Hjulparen erhålla erforderlig styrning genom motstående moträl. Den rörliga vingrälens rörelser begränsas genom ett par styranordningar, vilka förhindra, att vingrälen lyfter sig från bottenplåten, och att den rör sig mer i sidled, än som är erforderligt för att få tillräckligt stor flänsrännan.

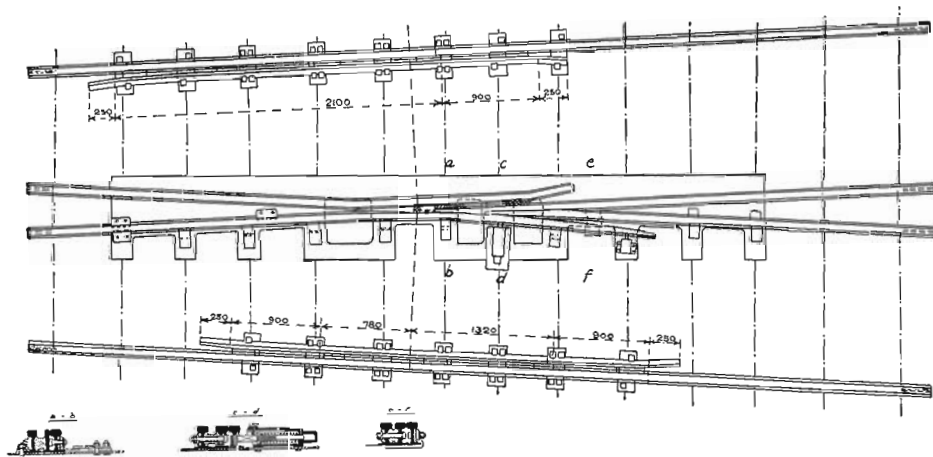


Bild 127. Enkelspetsad korsning med rörlig vingräl.

I utlandet finnas dubbelspetsade korsningar, i vilka korsningsspetsarna ersatts med korta rörliga tungor (bild 128). Även på så sätt kan man komma ifrån öppningen framför korsningsspetsen. Särskilt kan detta vara av betydelse vid små korsningsvinklar.

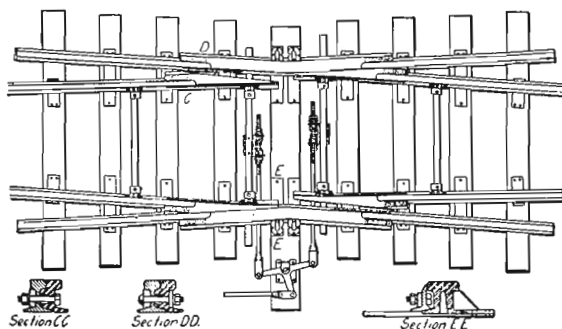


Bild 128. Dubbelspetsad korsning med spetsar, anordnade som korta, rörliga tungor.

f) Moträler.

I vanliga spårväxelkorsningar finnes en öppning mellan vingrälens knä och korsnings-
spetsen. För att hjulen med säkerhet skola kunna passera detta ställe anordnas *moträler*
(bild 129) mitt för korsningen vid de motsatta rälererna. Moträlerna tillverkas i regel av vinkel-
järn, men i mindre starkt trafikerade spår förekomma ännu moträler av räler.

Moträler av vinkeljärn göras något högre än rälen. Särskilt i dubbelspetsade korsningar
är det av värde att använda höga moträler (upp till 40 mm över r. ö. k.).

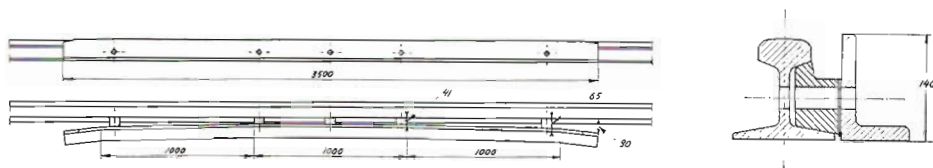


Bild 129. Moträl av vinkeljärn.

g) Spårväxeltäll, dragstänger, förbindelsestänger samt växellås.

För en lokalt omläggbar växel erfordras ett *växeltäll*, som består av stol, hävarm med
axel, hävstång och klot. Växeltäll finnas med eller utan låssegment samt för växlar med
eller utan växellås. Bild 130 visar ett spårväxeltäll med låssegment för växel utan växellås
och bild 131 ett dylikt för växel med växellås. Spårväxeltällen placeras på en plåt, upplagd
på ett par sliprar, såsom framgår av bild 132.

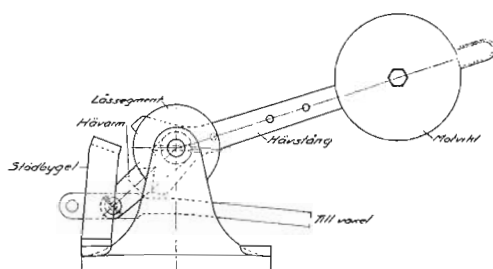


Bild 130. Växeltäll för växel utan växellås.

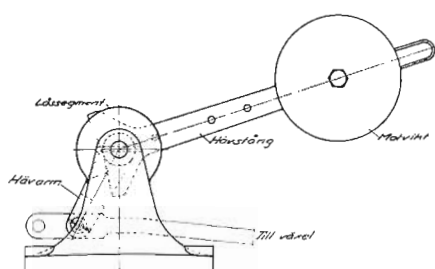


Bild 131. Växeltäll för växel med växellås.

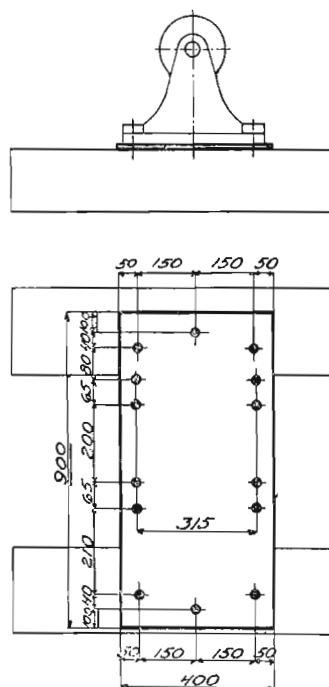


Bild 132.

Huru de olika växeltyperna utrustas med *dragstänger*, *förbindelsestänger* och *tungstag*,
framgår av bilderna 133, 134, 135 och 136.



Bild 133.



Bild 134.



Bild 135.

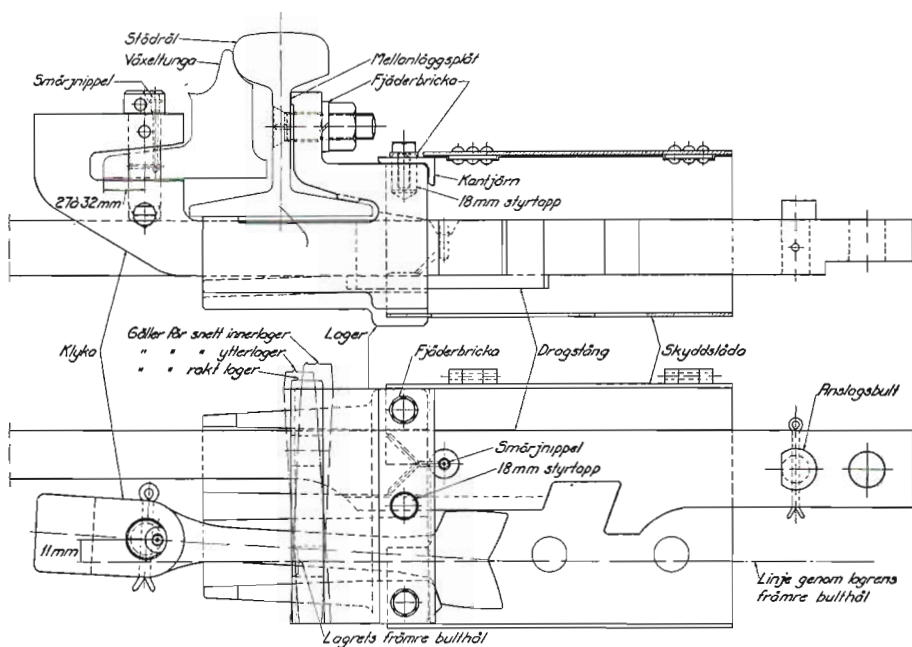


Bild 136.

Som växellås användes från början *länkväxellås* (bild 137) och *hakväxellås* (bild 138). Dessa ha under senare år i stor omfattning ersatts med *klykväxellås* (bild 139). Dylika växellås ha till uppgift att kontrollera, att anliggande växelunga sluter väl till sin stödräl.

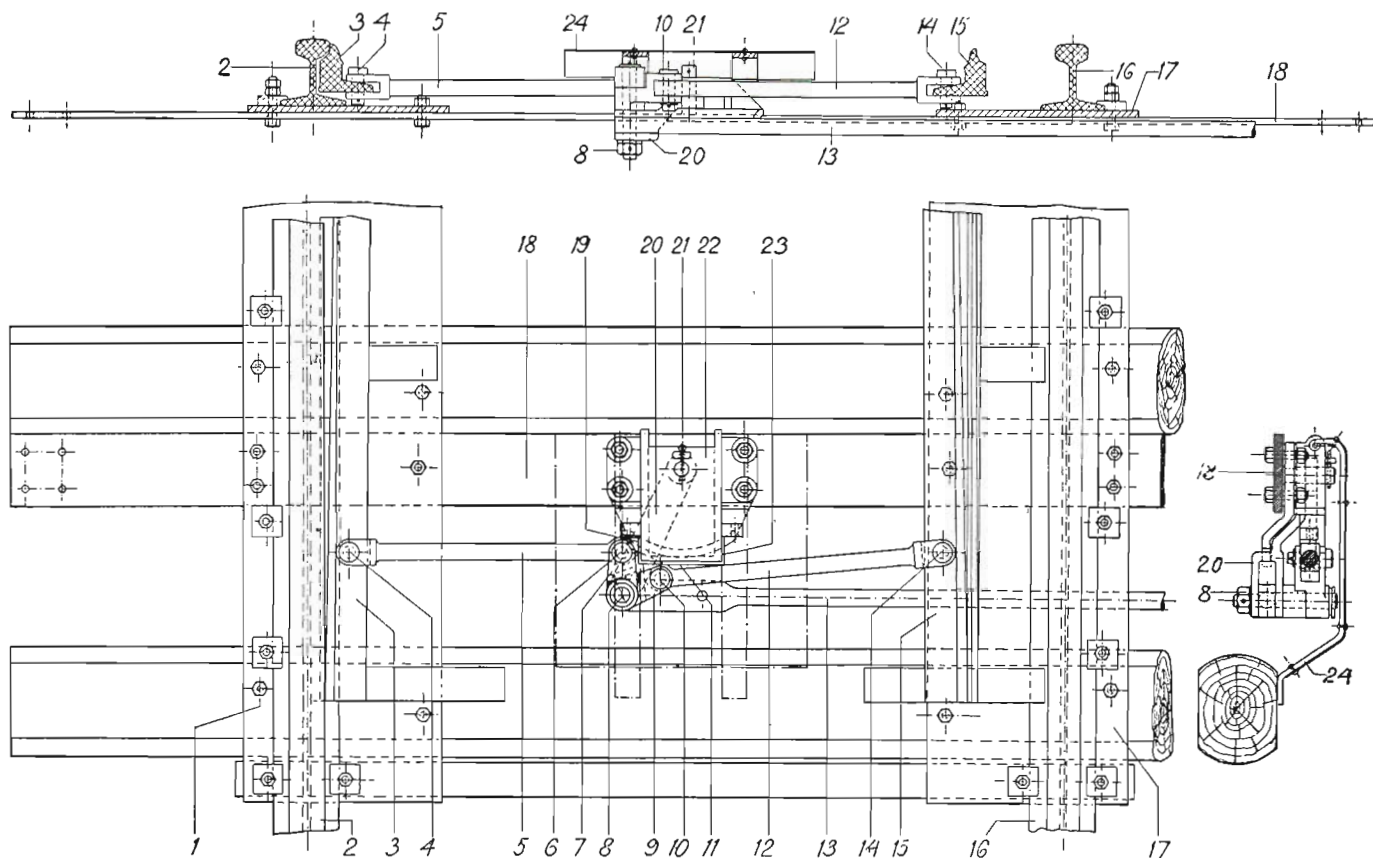


Bild 137. Länkväxellås.

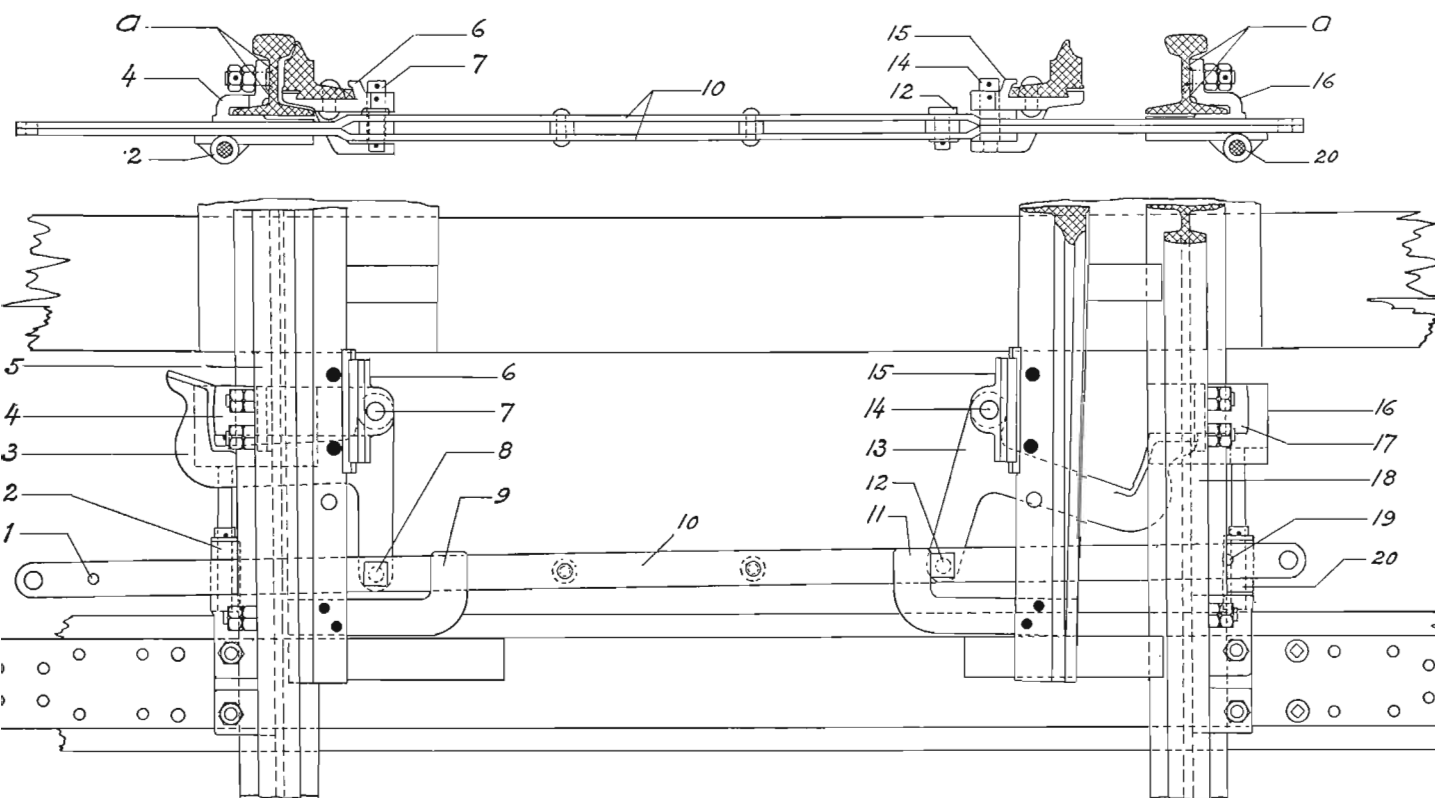


Bild 138. Hakväxellås.

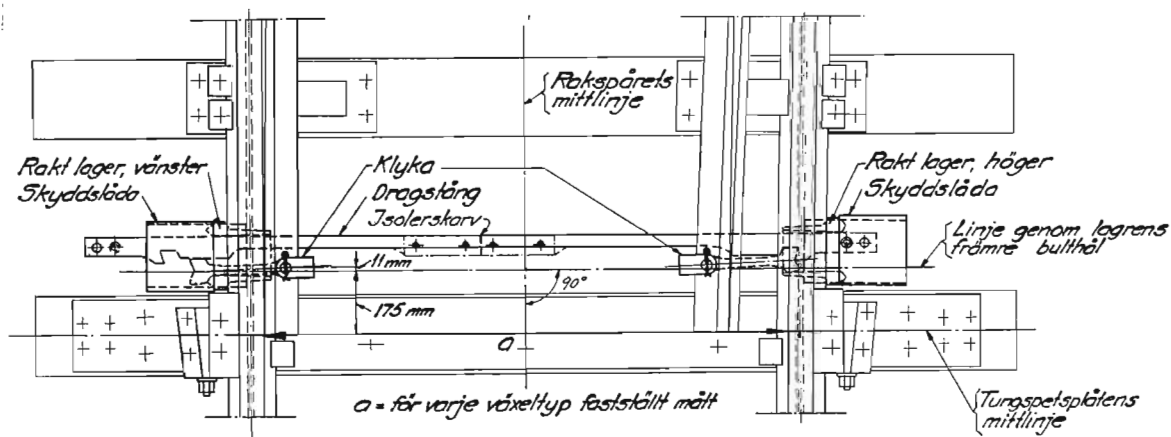
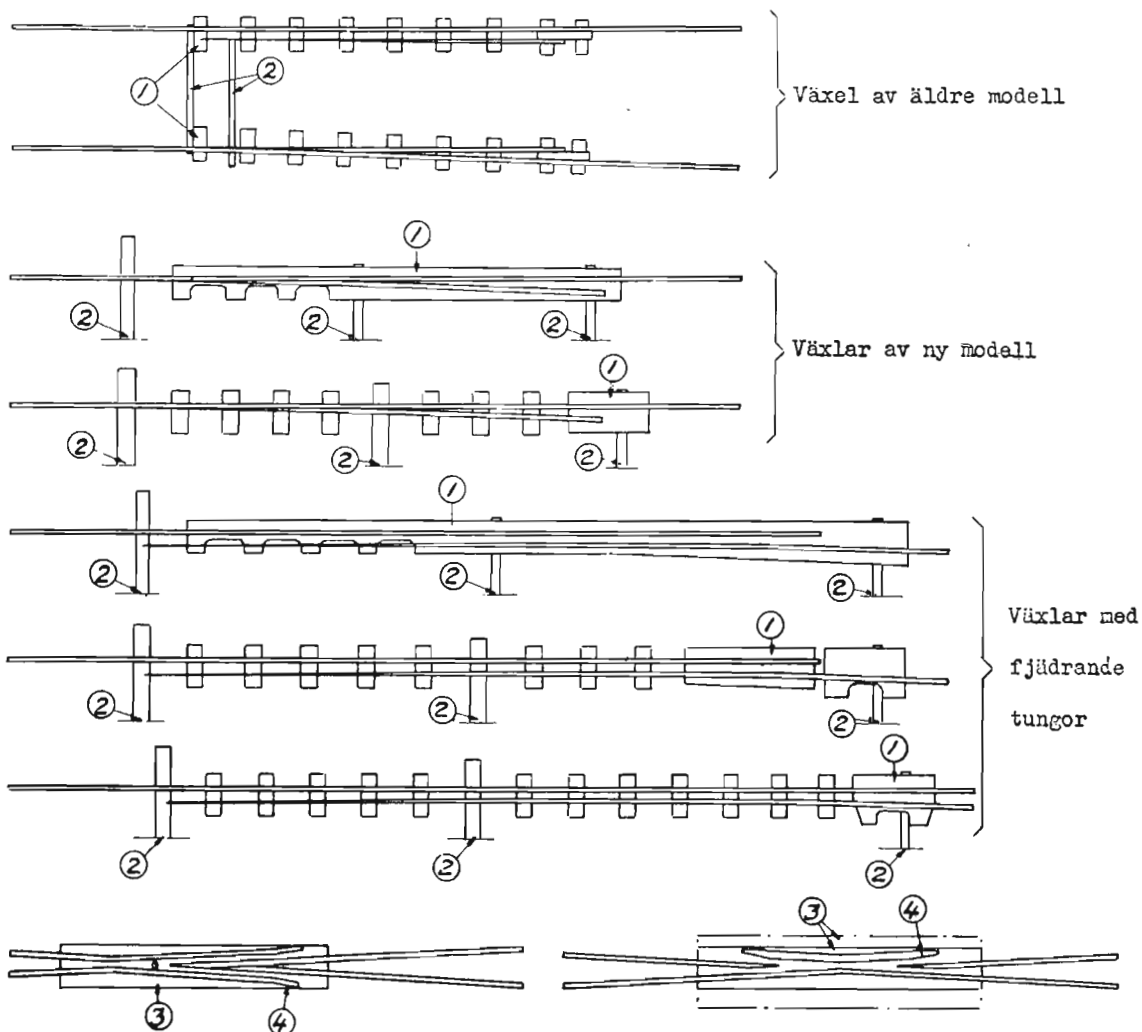


Bild 139. Klykväxellås.

h) Märkning av tunganordningar och korsningar framgår av bild 140.



① Ritningsnummer T.ex. 2880 Tillverkningsnummer 25 Tillverkningsår 1938 Tillverkningsort ÖR (Örebro) Besiktn.-mans sign. G	② Tillverkningsnummer T.ex. 25 Tillverkningsår 1938
③ Tillverkningsår 1938 Korsningsvinkel 1:9 Ritningsnummer 4113 Tillverkningsort ÖR Besiktn.-mans sign. G	④ På rälsliv eller L-järns vertikala del: Rälsmodell 24 Korsningsvinkel 1:9 Ritningsnummer 4113
Båda växelhalvorna märkas	

Korsningsväxlar. Tillverkningsnumren åtföljas alltid av A eller B, vilka beteckna korsningsväxlens respektive ändar.

Tunganordningar: ① utan ritningsnummer

- ② å bottenplåt-, tungrot- och mellanstags mitt samt
å tungspetsstagen: i dubbel k.-växel i vänsterväxlarna
i enkel k.-växel v om H-växeln och h om V-växeln

Enkelspetsade korsningar: ③ och ④

Dubbelspetsade - - : ② å bottenplåtstagens mitt samt ③ och ④ Bottenplåtarna i korsningar, tillhörande kompl. dubbel k.-växel, dessutom märkta med 1A 1938, 2A 1938 osv. mitt för det stag, som märkts med resp. tecken

G. Kurvor med liten radie.

På vissa bangårdar, t. ex. inom industriområden, hamnar o. d., kan det på grund av lokala förhållanden bli nödvändigt att lägga ett spår i kurva med mycket liten radie. Huru långt man kan gå, sammanhänger med den rullande materielens konstruktion, d. v. s. axelavstånd och axlarnas förskjutbarhet i förhållande till varandra. Spårviddsökningen, som är beroende av dessa faktorer, måste ofta bli avsevärd. Vid små kurvradier ned till c:a 40 m är det nödvändigt att genom hela kurvan lägga moträlér, som följa innersträngen, och vilka ha till uppgift att leda hjulflänsarna. Är radien ännu mindre, ned till c:a 30 m, skulle slirningen bli avsevärd, på grund av att yttersträngen blir väsentligt längre än innersträngen och att de båda hjulen i ett hjulpar äro fast förbundna med varandra. Man kan mildra denna nackdel genom att mellan yttersträngen och en parallellt med denna gående räl inlägga ett flänsbärande mellanlägg (bild 141), på vilket man låter ytterhjulets fläns rulla. För en hjuldiameter av 1 m och normal hjulfläns skulle för en radie av 21 m ingen slirning kunna ske.

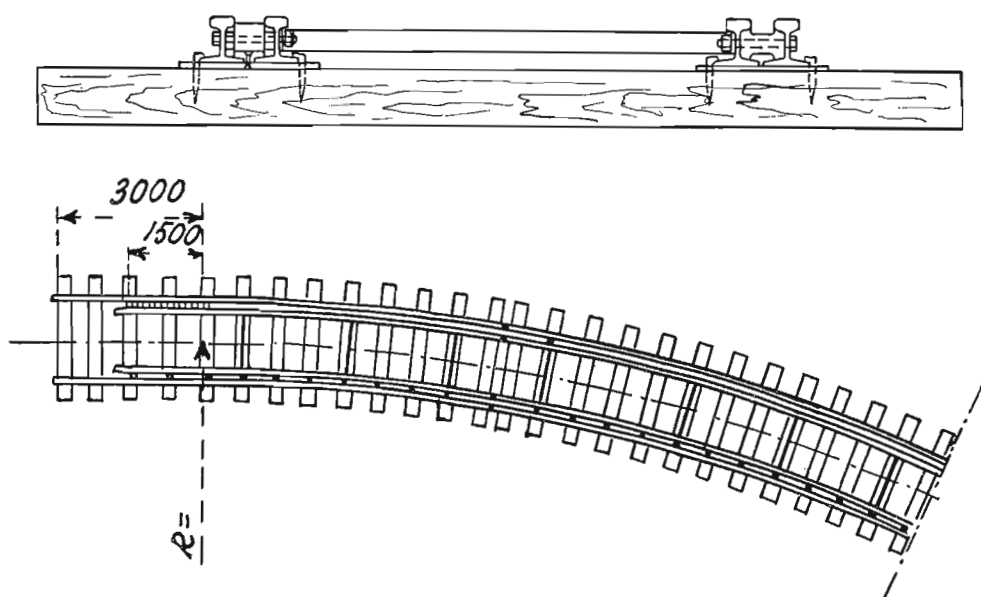


Bild 141.

Allt efter som radien ökar, ökar slirningen. Man måste räkna med att friktionen mellan moträlérerna, vilka i allmänhet utgöres av räler med samma höjd som farrälérerna, och hjulflänsarna är ganska stor och växer, ju skarpare kurvan är krökt. För att underlätta fordonens framförande kan det vara erforderligt att tid efter annan smörja innersidan av moträlérens huvud.

Av praktiska skäl användas radier under 60 m endast i undantagsfall. Erfarenheten har visat, att tillfredsställande resultat kan erhållas utan inlägg i yttersträngen, varvid icke oväsentlig kostnadsbesparing vinnes. Så snart radien är mindre än 100 m, böra dubbla räler användas i kurvans innersträng.

H. Stoppbockar.

Ett stickspår avslutas i regel med en stoppbock. Denna har till uppgift att förhindra fordon att gå längre än spåret räcker. I enklaste fall kan man låta en grushög tjänstgöra som stoppbock. Denna enkla och billiga anordning förutsätter, att man kan avvara härför erforderlig spårlängd. *I regel uppsätter man dock en stoppbock.* Den enklaste och vanligaste typen visas

å bild 142. Den besitter dock obetydlig styrka. Ett billigt och enkelt sätt att öka dess motståndsförmåga är att framför bocken utlägga en grushög om c:a 0,5 m höjd och med en längd

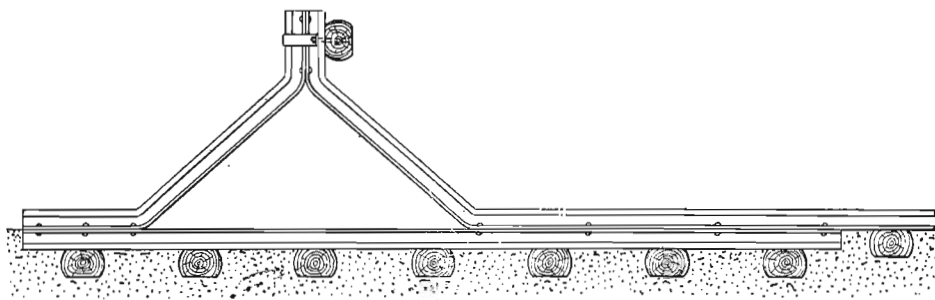


Bild 142.

av 4—5 m. Avspetsning göres mot spåret. Avsikten med grushögen är att något minska hastigheten hos ett mot bocken framrullande fordon, innan det stöter däremot. Vid för stor grushöjd spårar fordonet ur.

En stoppbock får ej vara för stark. Vid en påkörning är det billigare, om stoppbocken går sönder, än om den rullande materielen skadas. Fall föreligga emellertid, då stoppanordningen måste effektivt fungera även med risk för den rullande materielen, t. ex. vid ett mot en personplattform eller mot en husbyggnad riktat spår eller vid änden av ett på en hög bank liggande stickspår. För dylika ändamål måste man använda mycket starka stoppbockar.

Under senare år har konstruerats en del olika stoppbockstyper, som, då de bli påkörda, ge efter men utöva ett allt starkare motstånd, så att tåget till slut bromsas upp, utan att någon större skada behöver uppstå (bild 143). Dessa konstruktioner taga ganska långt spårutrymme i anspråk, ju längre desto större tågets hastighet och tyngd är.

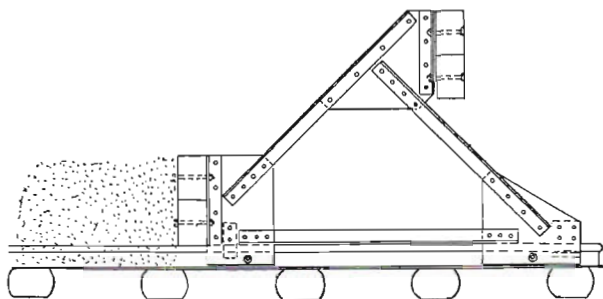


Bild 143.

I. Ballast.

a) Ballastens uppgift, fordringar på en god ballast.

Ballasten har till uppgift att mottaga trycket från sliprarna och överföra detta till banvallen. Det är av vikt, att denna överföring sker mjukt och elastiskt men så, att inga permanenta formförändringar uppstå. Trycköverföringen bör därjämte ske så, att belastningen på banvallen blir så jämn som möjligt. Detta förutsätter, att ballastdjupet är tillräckligt. Är så ej förhållandet, kan det hända, att banvallens övre yta får det utseende, som bild 144 visar. Leran kan till och med tränga upp mellan sliprarna.

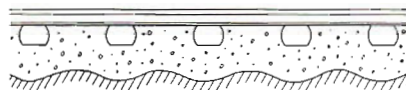


Bild 144.

Ballasten har vidare till uppgift att giva sliprarna ett fast och orubbligt läge i såväl höjd- som sidled och medgiva, att man genom stoppning och baxning av spåröverbyggnaden kan åstadkomma ett perfekt spårläge.

Ballasten skall till sist vara väl genomsläpplig för vatten, så att sliprarna ligga dränerade och så att frostens inverkan på spårläget i möjligaste mån minskas.

På ballastmaterialet kan man ställa följande fordringar:

1. de enstaka partiklarna måste vara möjligast hållfasta och frostbeständiga, materialet bör vara segt och hårt, så att söndermalningen under sliprarna, då tåg passerar, eller krossningen genom slag och stötar vid slipersstoppningsarbetet blir så ringa som möjligt;
2. ballasten bör vara fullt vattengenomsläpplig, d. v. s. ren och fri från jord- och leraktiga beståndsdelar samt från söndermald eller krossad ballast, s. k. förbrukad ballast;
3. största möjliga friktion bör finnas mellan ballastens olika delar och mot sliprarna, vilket är en viktig förutsättning för att vid belastning permanenta rubbningar icke skola uppstå varken i höjd- eller sidled.

Under inverkan av dels tågen, dels slipersstoppnings-, baxnings- m. fl. arbeten i spåret blir ballastmaterialet så småningom förstört. Det sönderkrossade materialet fyller mellanrummen mellan de grövre partiklarna, så att vattengenomsläppligheten till slut helt försvinner. Ett exempel härpå i grusballast visas å bild 145. Så såg ballasten ut under en sliper. Denna låg

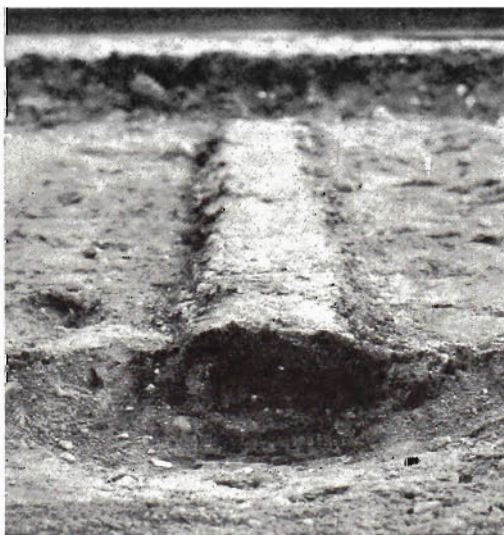


Bild 145.

i ett tråg av söndermald ballast, som ej släppte igenom vatten, vilket skvalpade upp, när tåg passerade. Under tråget fanns grus, som utan vidare släppte igenom vatten. Det visar sig, att det i dylik söndermald ballast möter större svårighet att bibehålla ett gott spårläge än om spåret låge i god ballast. För att kunna hålla spåret i vederbörligt skick måste den förbrukade ballasten borttagas och ersättas med nytt material. Inte minst viktigt är detta, när det gäller makadamballast.

b) Grusballast.

Vid våra svenska järnvägar användes huvudsakligen grus som ballastmaterial. Att så är fallet sammanhänger med att i våra rullstensåsar funnits och allt fortfarande finnas rikliga

förråd av rent och gott ballastgrus. Dylika åsar, t. ex. Brunkebergsåsen, finnas mångenstädes i hela vårt land.

Det bästa materialet utgöres av grovt och stritt, något stenigt grus jämte sand i lämplig sortering. Stenarna böra högst uppgå till en knytnäves storlek. Det är dock endast i viss begränsad utsträckning, som dylikt material finnes att tillgå. Mångenstädes har man intet annat än sand att tillgå. Denna är mindre vattengenomsläpplig än det grova gruset och det är svårt att få spårläget att stå i dylikt finkornigt material. Ju mindre medelkornstorleken i ballasten är, desto sämre låter den sig stoppas under sliprarna. Vid allt för liten kornstorlek behövs det dessutom endast ett kraftigt regn, för att sättningar skola uppstå på grund av rörelser mellan de olika partiklarna. Sand bör därför endast i brist på bättre material användas som ballast.

Ju större mängd finare partiklar ett ballastmaterial innehåller, desto större kan dess fuktighetshalt vara. Ballast, som innehåller en tillräcklig mängd vatten, fryser vintertid samman till en fast iskaka och ger upphov till ett stumt spårläge. Man kan räkna med, att grus eller sandballast alltid fryser ihop på detta sätt.

Det bästa gruset har kommit från bergarterna granit och möjligen gnejs. På vissa ställen förekommer grus, som leder sitt ursprung från kalksten och andra lösare bergarter. Dylikt grus krossas lätt sönder och en ballast, som består av dylikt material, bakar snart ihop sig till en ej vattengenomsläpplig kaka, i vilken ogräs gärna frodas.

För att få en mycket lätt ballast, t. ex. på en över en myr gående banvall, har man i vissa fall använt sig av stenkolsaska. På sina håll förekommer även masugnsslagg som ballast. Dessa material ha ej samma hållfasthetsegenskaper som gruset.

c) *Makadamballast.*

I den mån tågens tyngd och hastighet ökats, har det visat sig allt svårare att å banor med större trafik och försedda med grusballast kunna hålla spåret i ett tillfredsställande läge. Man har därför i dylika fall allt mer gått över till ballast av slagen sten, *makadam*.

En mycket viktig egenskap hos makadamen är, att den är skarpkantig. I naturligt grus och sand äro kornen mer eller mindre runda. De ha lätt att glida om varandra, varigenom uppkomsten av sättningar i ballasten underlättas. I det skarpkantiga materialet kan man lättare få de olika partiklarna att binda varandra.

Makadam indelas, vad kornstorleken beträffar, i två klasser: I och II.

Makadam av klass I erhålles genom sållning medelst två såll, av vilka det grövre har antingen runda hål med 65 mm diameter eller kvadratiska hål med 55 mm sida och det finare antingen runda hål med 30 mm diameter eller kvadratiska hål med 25 mm sida. Den erhållna makadamen skall kunna passera det grövre sållet, men icke det finare. Material, grövre än den ovan angivna övre gränsen och finare än den undre gränsen, få endast ingå i oväsentlig mängd. Olika kornstorlekar skola vara någorlunda jämnt fördelade.

Makadam av klass II erhålles genom sållning medelst två såll, av vilka det grövre har antingen runda hål med 30 mm diameter eller kvadratiska hål med 25 mm sida och det finare antingen runda hål med 15 mm diameter eller kvadratiska hål med 12 mm sida. Den erhållna makadamen skall kunna passera det grövre sållet men icke det finare. Material, finare än den ovan angivna undre gränsen, får endast i oväsentlig mängd ingå i leveransen.

För att få en god makadam är det av stor betydelse, att den tillverkas av bergarter, som äro motståndskraftiga mot inverkan av väder och vind samt frost. Därjämte bör materialet vara så segt som möjligt för att kunna motstå mekanisk åverkan. *Det bästa makadamaterialet utgöres av vissa s. k. grönstenar och graniter.*

I många grusgropar är gruset så stenhaltigt, att det är nödvändigt att avskilja den alltför grova stenen, innan gruset transporteras ut på linjen. Ofta använder man denna sten för makadamtillverkning. För den skull äro en del grusgropar utrustade med makadamkrossanläggning. Makadam, som erhålles av dylik sten, anses på vissa håll vara av något lägre kvalitet än makadam, som erhålles från utsprängt berg, under förutsättning att båda materialen hava samma bergartskvalitet.

I södra Sverige har erhållits makadam av *kvartsit* (från Hardeberga), vilken består av små, kantiga, hopsintrade kvartskorn. Denna makadam är i kvalitet möjligen något underlägsen makadam av bättre granit. Kvartsiten söndersmulas ganska mycket vid krossningen, så att stenarna bli belagda med små dammliknande partiklar i så stor omfattning, att man måste tillgripa vattenspolning av de lastade vagnarna, innan de utköras på linjen. Dylik dammbildning kan mer eller mindre uppstå även vid krossning av andra bergarter. *Det är av värde, att makadamen vid leveransen är så ren som möjligt.*

Oavsett kornstorleken skall makadamen vara skarpkantig och närmelsevis kubformig. Skärviga, flata och långsträckta bitar eller stycken få förekomma till högst $\frac{1}{3}$ av vikten.

Makadam av klass I skall enligt järnvägsstyrelsens bestämmelser i första hand användas på linjer, som skola iordningsställas för 100—120 km hastighet, d. v. s. linjerna Stockholm—Göteborg och Stockholm—Malmö m. fl., makadam av klass II i växlar, i spår där växlingsrörelser förekomma samt å övriga linjer. Man kan även använda makadam av klass II för att komplettera och förstärka grusballast.

Meningarna hos oss gå delvis i sår beträffande lämpligheten av att använda makadam av klass I eller klass II (grov- eller finmakadam). I utlandet har man helt gått in för makadam av klass I å hårt belastade linjer, där man vill åstadkomma ett högklassigt spårläge. Man har gjort den erfarenheten, att när makadamen så småningom krossas sönder, når man en tidpunkt, då ballasten blir så bemängd med fina partiklar, att man ej längre kan åstadkomma och bibehålla ett tillfredsställande spårläge. Man måste då kosta på en dyrbar rening och komplettering av makadamballasten. Man vill därför utgå från en så grov makadam som möjligt, för att den skall få längsta möjliga livstid. Men makadamen får ej vara grövre än att den möjliggör finjustering av spåret i såväl höjd- som sidled. Den grövre makadamen torde även åstadkomma en kraftigare friktion mellan sliprar och ballast, vilket är av betydelse för åstadkommande av ett spår, som skall kunna upptaga de väsentligt ökade påkänningar, som bli en följd av den planerade hastighetsökningen. För personal, som endast är van vid att arbeta med grusballast, föranleder övergången till grov makadamballast ett annat arbets sätt. I makadam av klass II kan man i stort sett använda samma arbetsmetoder som vid arbete i grusballast.

IV. Spår- och underhållsarbeten.

A. Spårarbeten.

a) Utläggning av nytt spår med vanlig spikbefästning.

Vid utläggning av nytt spår å ny banvall är följande tillvägagångssätt det vanligaste.

På den planerade banvallen utläggas först sliprarna. Skall spåret ej vara försett med underläggsplattor, skola sliprarna först laftas, vilket tillgår så, att man med ett särskilt redskap, den s. k. *laftyxan*, (bild 146 a) å sliperns överyta uttager ett snett plan, den s. k. *laften* (bild 146 c) för att giva rälen dess rätta lutning 1:20. Vid laftning av sliprar användes även en *laftmall* (bild 146 b).



Bild 146 a.



Bild 146 b.

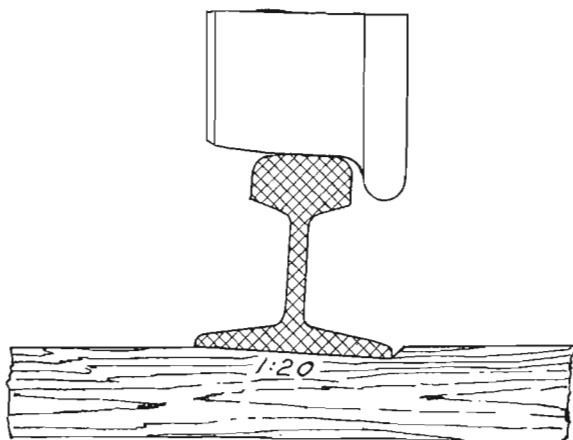


Bild 146 c.

Antalet sliprar samt sliprarnas inbördes avstånd, den s. k. *slipersfördelningen*, för räler av olika längder, framgår av bild 147. Då skarven är den svagaste punkten, är det nödvändigt att lägga sliprarna vid skarven tätare än under övriga delen av rälens, dock ej så nära att en god understoppning av skarvsliprarna förhindras. För att underlätta utläggningen av sliprarna använder man sig ofta av en lång ribba av rälens längd, på vilken sliprarnas mitt utmärks.

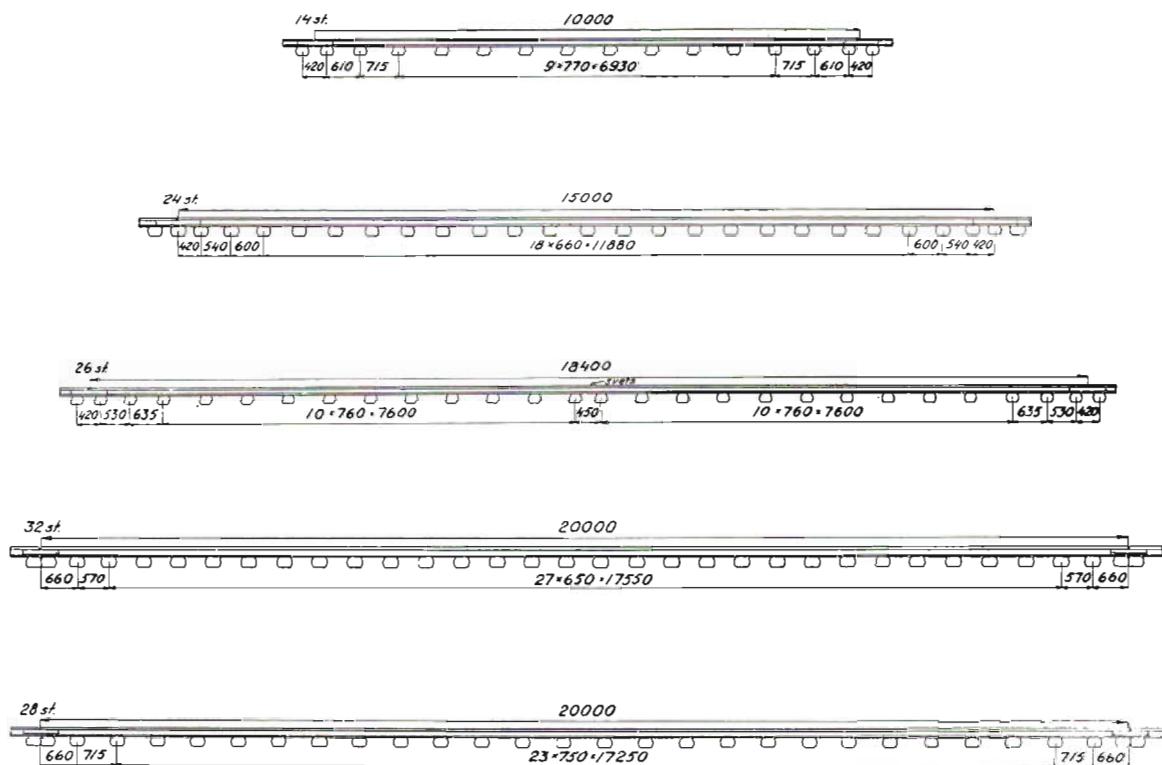


Bild 147.

Fördelningen av sliprarna å broar framgår av de för varje bro uppgjorda ritningarna.

Rälerna, ev. med underläggsplattor, anbringas nu på sliprarna, varvid man ser till, att erforderliga *kurvräler* inläggas i kurvornas innersträng. I och för undvikande av skarv i vägövergång eller dylikt inläggas vid behov räler av annan längd än normallängden, s. k. *passräler*. För att få riktiga rälsskarvöppningar förses skarvöppningarna med *expansionsbleck*,

vilka få kvarsitta, tills ett flertal rälsspann hopskruvats. Skarvbultarna förses med rälsljäder-ringar. Muttrarna få ej dras åt så hårt, att fjäderringarna helt sammantryckas. *Skarvbultarnas gängor inoljas* med en blandning av cylinderolja (överhettning) och 5% gummilösning. Ena rälsträngen spikas först i sitt läge å sliprarna, varefter den andra strängen inriktas på bestämt avstånd medelst *spårmått* (bild 148) och spikas.

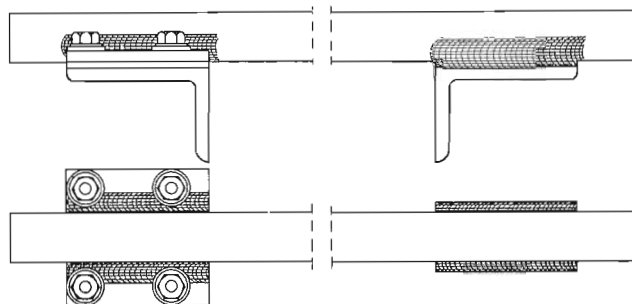


Bild 148.

I kurvor skola rälerna krökas, så att de helt följa kurvans rätta form. Detta kan i allmänhet åstadkommas genom att vid spikningen böja rälerna. Ju längre och lättare rälerna äro, desto lättare går det att, utan att på förhand kröka dem, få dem att följa kurvan. Även rälsmaterialet inverkar, hårda och styva räl äro svårare att få bukt med än mjukare räl. Svårigheterna att spika fast rälerna i deras rätta läge utan att kröka dem yppa sig först i skarvarna genom att vinkelbildningar där uppstå. Kurvan ser kantig ut. Det kan då räcka med att kröka räländarna med tving, vilket även kan ske i spår. I svårare fall, särskilt vid radier under 300 m, måste rälerna före inläggningen vara krökta, vilket bäst sker medelst särskilda *rälskrökningsmaskiner*.

Vid *spikningen* iakttages, att spikarna nedslås såsom *a* å bild 149 angiver. Att placera en spik vid nedslagningen såsom *b* angiver är felaktigt. Spikarna skola dessutom nedslås snett emot varandra (bild 150) för att minska sprickbildning i sliprarna.

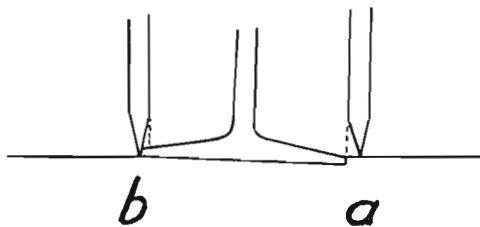


Bild 149.

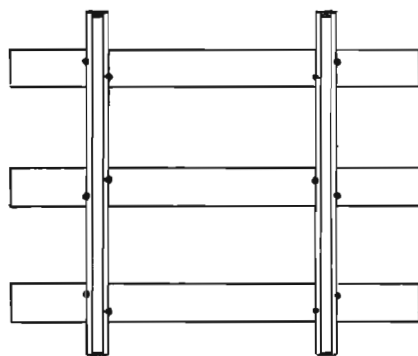


Bild 150.

Sedan spåret spikats färdigt, skall det användas som spår för de *arbetståg*, som transportera ut ballasten. För att så långt möjligt är skydda den nya spårmaterialen, bör man genom pallningar eller partiell ballastning utjämna bankrönets större ojämnheter, så att spårläget blir så jämnt som möjligt. Spåret skall sedan lyftas upp i sin rätta höjd. *Skola arbetståg framgå, innan spåret kommit upp i sitt rätta läge och justerats, måste man se till, att spåret, då tåg framgår, ligger väl understoppat och i tillfredsställande läge, så att materialen ej skadas.*

b) *Dubbelspikning och klotsning.*

Rälen fasthålls i regel vid slipern medelst två spikar. Detta är ej alltid tillfyllest. Vid rälen yttersida å vissa sliprar anbringas stundom ytterligare en rälsspik. Detta förfaringssätt benämnes *dubbelspikning av spåret* och skall utföras enligt bestämmelser, som återfinnas i särtryck nr 239, del F. Åtgärden ifråga har till uppgift att vidmakthålla den föreskrivna spårvidden och motverka rälen pressning utåt.

I spår med underläggsplattor anbringas normalt 1 rälsspik på rälen utsida och 2 på dess insida. I mån av behov nedslås därjämte i skarpare kurvor 1 å 2 rälsspikar vid underläggsplattans ytterkant.

I spår *utan* underläggsplattor förekommer även *klotsning*, varmed förstås anbringandet av klotsar vid rälen yttre sida på vissa sliprar för att motverka rälen kullstjälpning och pressning utåt. Närmare bestämmelser härom återfinnas i särtryck nr 239, del F.

c) *Utläggning av nytt spår med fjäderspiksbefästning.*

I varje underläggsplatta insätts 3 fjäderspikar, i varannan platta 2 spikar på utsidan och 1 spik på insidan av spåret, i varannan platta 1 spik på utsidan och 2 på insidan. Där endast 1 spik slås ned, sker detta i det hål, som ligger närmast sliperns mitt. I de stora skarvplattorna på dubbelsliprarna insätts 6 spikar.

För att underläggsplattorna skola få full bärighet, böra inga sliprar inläggas med mindre bredd å överytan än 170 mm. Därjämte bör sliprarnas bredd i lilländan icke understiga 220 mm. *Om möjligt skola sliprarna vara förborrade och impregnerade.*

Beträffande inläggning av träfiberplatta, förbörning samt spikning av spåret hänvisas till vad som redan anförts på sid. 46. *Sker förbörning i spåret, skola alla borrarspån efter börningen avlägsnas för att ej förorena ballasten.*

Sliper med underläggsplatta hålles vid spikningen upp mot rälen antingen med en liv eller hellre med en särskild *slipershållare* (bild 151), som är arbetsbesparande, såvida icke underlaget är så jämnt, att god anliggning ändå erhålles mellan räl och underläggsplatta.

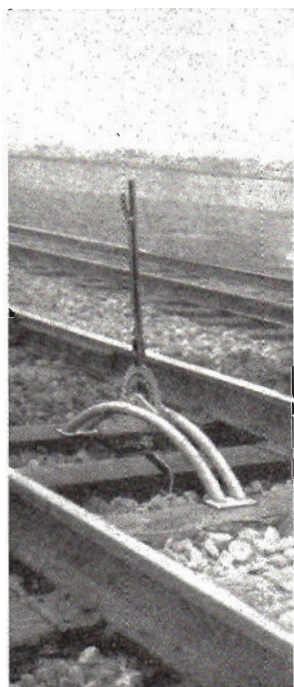


Bild 151.

Med hänsyn till att rälsändarna äro upplagda på gemensam skarvplatta, bör *noga tillses*, att båda räls huvudernas överytor i en skarv komma i jämnhöjd. Undersökning sker bäst med en kort ställinjal, som lägges över skarven, och skall den högre liggande rälsändan avjämnas på lämplig längd helst medelst *slipmaskin*, enär denna är betydligt mer arbetsbesparande än en rälsfil. Arbetet bör verkställas, sedan några tåg gått över spåret. Efter slipningen avfasas räls huvudets kanter, så att den vanliga 1 mm fasen erhålles.

Skulle nedslagning av fjäderspikarna ej kunna ske efter mall, på grund av att fjäderspikar påträffas, som ej ha ritningsenliga mått, förfares på följande sätt. De arbetare, som skola verkställa arbetet, få börja med att slå ner en del provspikar. Varje dylik slås först ned så långt, att näbben når rälsfoten. På skaftet göres ett märke 10 mm ovan underläggsplattans överkant, varefter spiken slås ned dessa 10 mm. Efter ett visst antal provspikar kan man sedan på känn med god säkerhet slå ner spikarna till erforderligt djup. Någon gång emellanåt bör man för kontroll skull slå ned en eller annan provspik.

d) Ballasteringsarbeten.

I grusgropar användes *handlastning* i ganska stor omfattning, antingen direkt i vagnarna eller i skottkärror för vidare transport till vagnarna. På senare år har dock handlastning i ett flertal grustag utbytts mot *lastning med grävmaskin* eller *släpskrapa*, när utlastningen varit av sådan storleksordning, att detta lönat sig.

En rationalisering, som beräknas komma att omfatta de flesta grustagen vid SJ, har satts igång. Bilderna 152 och 153 åskådliggöra, efter vilka principer man går fram. För grusets fram-

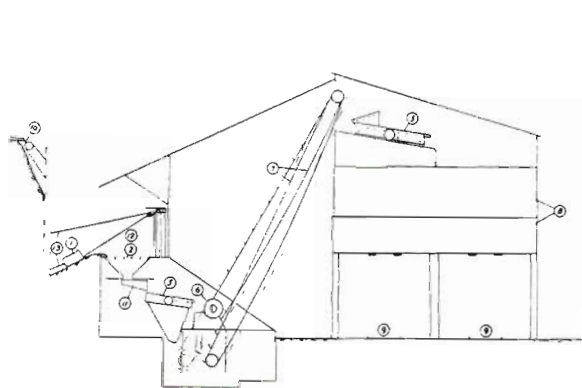


Bild 152.

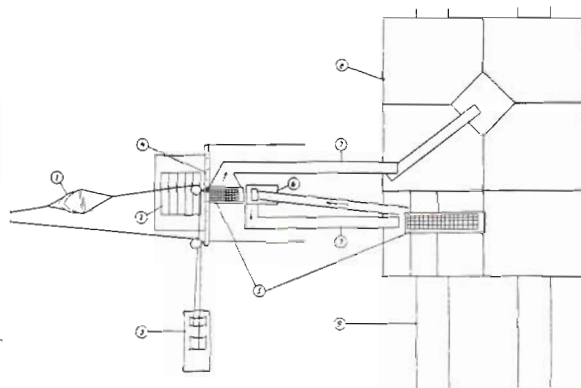


Bild 153.

Kross- och sorteringsanläggning med släpskrapa.

- | | | |
|----------------------|------------------|-----------------------|
| 1. Släpskrapa. | 6. Kross. | 10. Avhåll för block. |
| 2. Tratt med galler. | 7. Elevatorer. | 11. Matarapparat. |
| 3. Spel. | 8. Lastficka. | 12. Draglina. |
| 4. Dragbom. | 9. Järnvägsspår. | 13. Returlina. |
| 5. Vibrationssiktar. | | |

forsling användes en släpskopa. Först sorteras bort all sten, som är så stor, att den ej utan sönderslagning kan gå till en kross. Härefter sorteras ut all sten, som är för stor för att ingå i ballasten. Den krossas till makadam. Är stenhalten i grusmaterialet ringa, får makadamen uppblandas med gruset. Kunna större makadamkvantiteter utvinnas, få grus och makadam på skilda transportband föras upp till särskilda fack i en siloanläggning, från vilken de färdiga produkterna kunna direkt tippas i järnvägsagnar.

De viktigaste fördelarna med denna metod är dels stor personalbesparing, anläggningen kan skötas av några få man, dels att lastning av ett vagnssätt kan verkställas på högst en halvtimme. Lok och vagnar kunna därför utnyttjas väsentligt bättre. Kostnaden per kbm

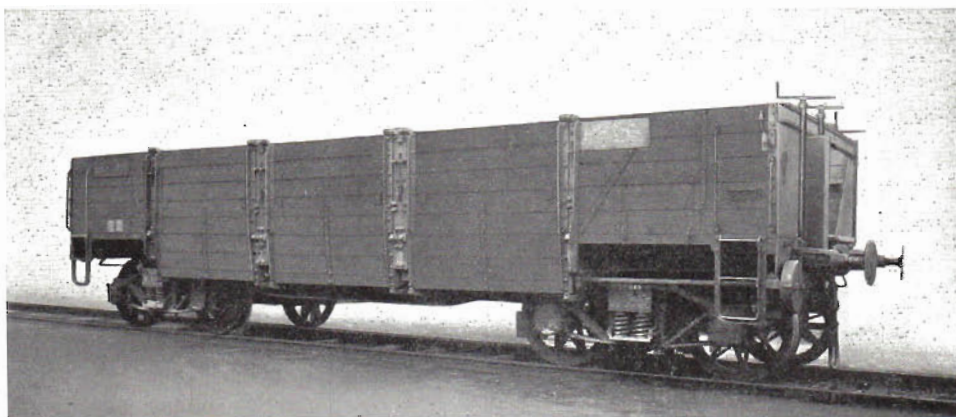


Bild 154.

utlastat ballastmaterial blir i regel ganska mycket lägre, än vad som varit fallet enligt hittills gängse metoder.

För närvarande (år 1948) pågår upphandling av maskiner m. m. för rationalisering av ett 10-tal grustag.

För transporten ha iordningsställts en del utrangerade godsvagnar av äldre typer med högst 12 tons lastförmåga, vilka utrustats med nedfällbara sidolämmar av trä. En del av dessa vagnar äro försedda med luckor i golvet för bottentömning.

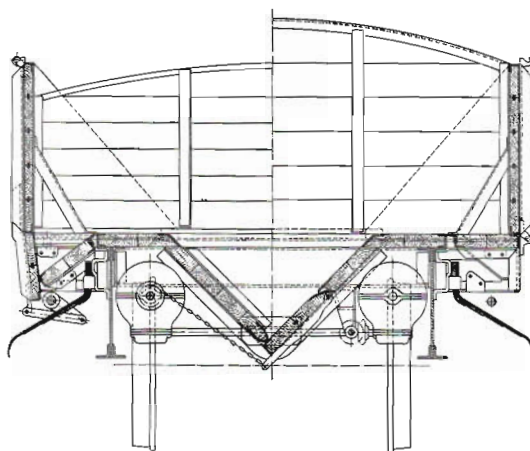


Bild 155.

För att underlätta lossningsarbetet infördes år 1911 3- och 4-axliga *grusvagnar med bottentömning*. De hava från vagnsgaveln medelst rattar och hävstångsutväxling manövrerbara bottenluckor och sidoväggar för att möjliggöra direkt lossning av ballast såväl mellan som utanför rälererna (se bild 154 och 155). Följande data gälla för dessa vagnar:

litt Iaö, 3-axlig, vikt 12,5 ton, lastförmåga 24 ton, rymd 25 kbm.
” Ibö, 4- ” ” 18 ” ” 36 ” ” 28 ”

Under de senaste åren har en ny typ ballastvagnar, litt Q 32, av tysk konstruktion, s. k. Talbotvagnar (bild 156) kommit till användning. De väga 11,7 ton, rymma 12 kbm ballast och äro försedda med såväl bottenluckor som ovanför varandra liggande sidoluckor. Dessa möjliggöra, att man å ett dubbelspår, då vagnarna framgå på det ena spåret, kan tippa ballasten ut emot det andra spåret, vilket är av stor betydelse, t. ex. vid byggandet av nya

dubbelspår. Ballasten blir härvid tippad i en sträng vid sidan om det spår, å vilket vagnarna framförs. Utbredningen av ballasten kan sedan ske med hjälp av en *ballastplog* (bild 157). Denna är försedd med vingar, som manövreras med tryckluft. Vingarna äro ut- och infällbara och kunna dessutom efter behov både höjas och sänkas.

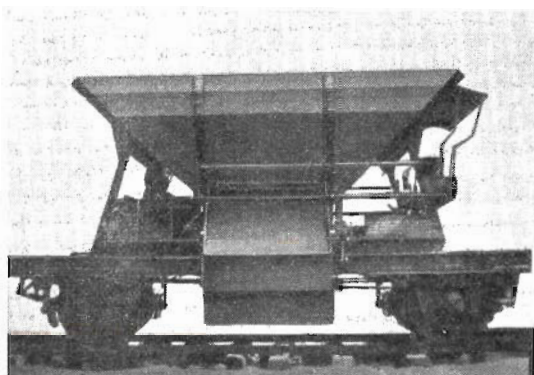


Bild 156.

Vid under senare år bedrivna dubbelspårsbyggnader anordnas ett lager av *underballast*, bestående av grus, slagg, avfall från makadamtillverkning e. d. Tjockleken av detta lager är beroende på den underliggande jordens beskaffenhet. Även dessa massor kunna lämpligen utköras med Talbotvagnar och utbredas med ballastplogen.



Bild 157

För att så snabbt som möjligt och med minsta möjliga arbetskraft kunna lossa ett vagnssätt med ballast, pågår tillverkning (år 1948) av 20 vagnar enligt bild 158, vilka äro försedda med sidotippande, tryckluftsmanövrerade vagnskorgar. För den tippade ballastens jämna fördelning efter banan tillkopplas sist i tåget en maskin, litt. Q 22, enligt bild 159. Bild 160 visar dess verkningssätt. Vid tippning skall man se till, att det alltid finnes tillräckligt med ballast i "lådan". I den mån ballasten behöver kompletteras i spårets mitt, måste i vagnssättet finnas erforderligt antal vagnar med bottentippning. Denna ballast måste utbredas för hand.

Då grusballast skall utbytas mot makadamballast, förfar man i regel så, att den gamla grusballasten ned till slipers underkant skyfflas ut, varefter makadamballasten lägges på den så erhållna ytan och spåret lyftes i makadam. På dubbelspår kan man använda ballastplogen för att ploga bort den gamla ballasten (bild 161). Erforderliga dräneringsarbeten böra även utföras.

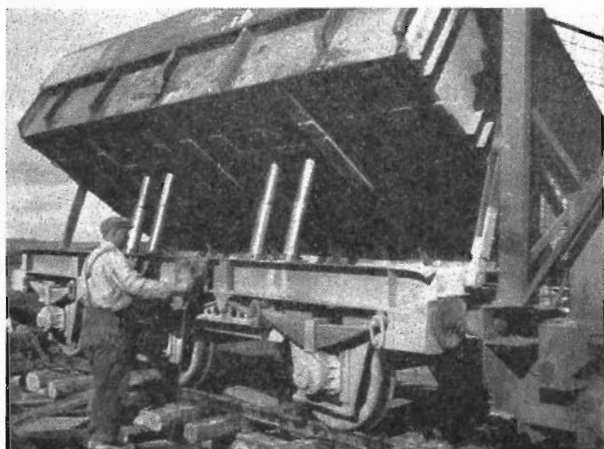


Bild 158.



Bild 159.

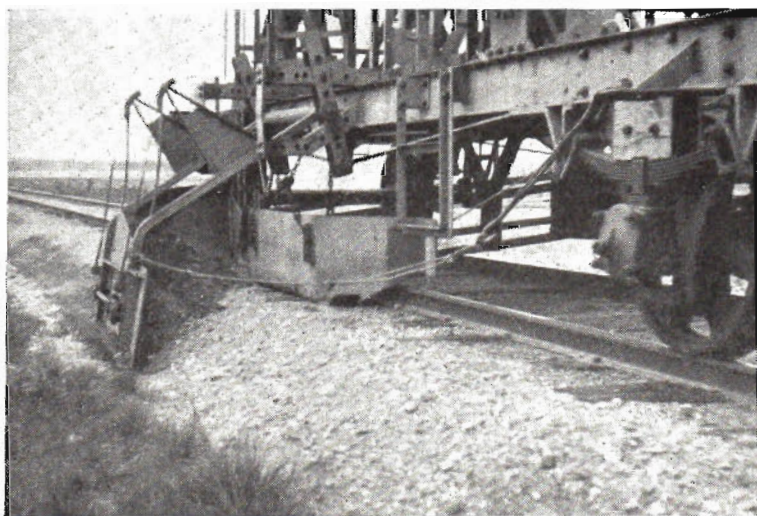


Bild 160.

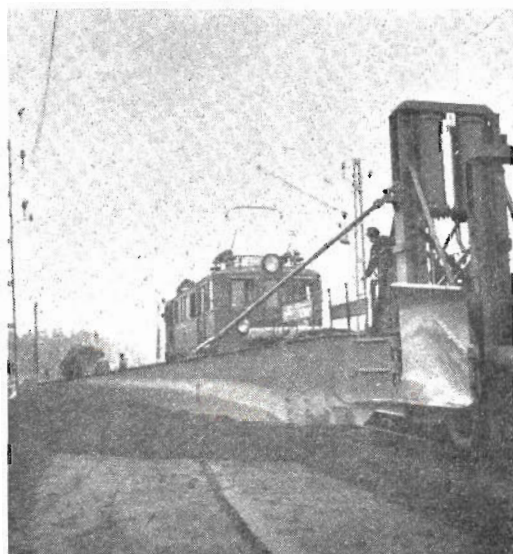


Bild 161.

e) Förtätning av banvall och ballast.

Då man vid schaktningsarbeten använder de uttagna massorna för att bilda bankar, svälla massorna för att sedan så småningom packa ihop sig. Orsakerna härtill äro dels de övre jordlagrens tryck på de undre, dels den belastning och de skakningar banken blir utsatt för, då trafiken kommer igång. Beroende på olika omständigheter kan denna process fortgå långa tider efter det att spåret börjat trafikeras. Dessa sättningar ge givetvis upphov till rubbningar i spårläget.

Lägger man ut ett spår på nyutlagd ballast, kommer även denna under trafikens inverkan

att packa ihop sig. Även denna omständighet bidrager sålunda till, att man knappast lyckas att under de första åren vidmakthålla ett gott spårläge, allra minst då det gäller de höga hastigheterna, och att underhållskostnaderna å det nyutlagda spåret under denna tid bli ganska höga. *Det kan därför även ur ekonomisk synpunkt vara lämpligt, att redan vid terrasserings- och ballasteringsarbetenas utförande vidtaga åtgärder för att få massorna så komprimerade, att de ofrånkomliga permanenta formförändringarna, d. v. s. sättningar och rubbningar i spårläget, bli så små som möjligt.* Man vill genom en större engångskostnad vid spårets byggande åstadkomma ett, man kan kanske kalla det "permanentat spårläge", vilket för med sig så pass minskade underhållskostnader, att förutom den höjda standarden en ekonomisk vinst erhålles.

För att komprimera utfyllda massor kan man använda dels vältar, dels maskiner, som sätta massorna i skakning.

Vältar kunna endast användas för komprimering av tunna lager av upp till c:a 3 dm tjocklek. De lämpa sig bäst för vältning av makadamballast, däremot mindre för hoppackning av utfyllda jordmassor.

Vibromax (bild 162) är exempel på en maskin, som genom att själv komma i skakning överför denna rörelse på underliggande material. Då den arbetar går den långsamt framåt.

Den "*hoppande grodan*" (bild 163) hoppar upp ett par decimeter och faller sedan ned på marken. Vid varje sådan operation flyttar den sig ett kort stycke framåt. Den verkar sålunda som en stamp.



Bild 162.



Bild 163.

Dessa maskiners förtätande inverkan är väsentligt mera djupgående än vältens. För Vibromax kan man räkna med c:a 1 m.

Vid utläggning av banöverbyggnaden å en banvall bör bankrönet, även om det gäller en gammal bank, först vältas grundligt, så att en jämn och fast yta med lutning ner mot banketterna erhålles. På detta sätt får man en god yta för vattnets avrinnande, och man undviker, att ballastmaterialet pressas in i bankroppen. Då sand kan vara svår att välta, kan man i stället tillgripa stampning (se nedan) eller "*Vibromax*". Vid vägövergångar måste särskild vikt läggas vid ett effektivt avledande av vatten.

Den effektivaste vältningen av makadamen erhålles, om man först breder ut och vältar hälften av makadamen samt därefter den andra hälften. Man kan även breda ut och vältar hela makadamlagret på en gång. Den vältade makadamytan skall ligga endast c:a 3 cm under slipers underkant. För att få den rätta höjden är det av vikt, att vid lossning och utbredning av makadam ta vederbörlig hänsyn till huru mycket denna packar ihop sig.

Man måste, under det att vältningen pågår, kontrollera höjden och, där så erfordras, fylla på mer makadam.

Varje makadamlager vältas 2 à 3 gånger eller mer, särskilt då makadamen icke vältas skiktvis utan utbretts i ett skikt i full höjd. Man bör i senare fallet särskilt undersöka, huru många gånger vältning måste verkställas för att erhålla tillfredsställande sammanpressning.

Vid vältningen bör man se till, att makadamen icke skadas. Man bör därför ej använda för tunga vältar. *Tvåvalsiga vältar med en total vikt av c:a 6 ton ha visat sig mest ändamålsenliga.* Det finns nu flera vältar, som särskilt anskaffats för detta ändamål och som äro försedda med hjul, så att de även kunna transporteras på spår (bild 164).

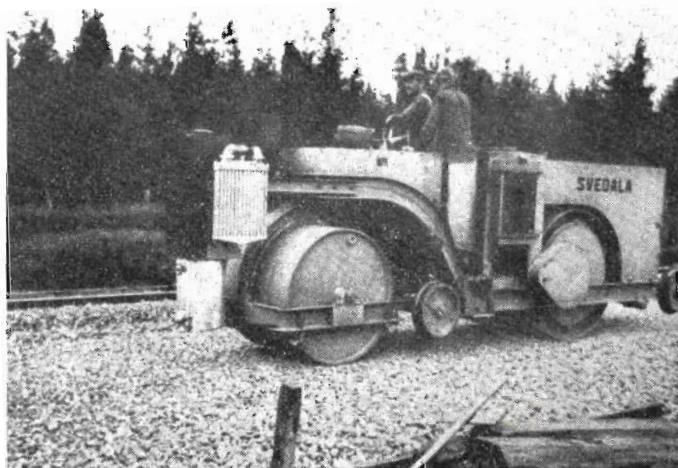


Bild 164.

Då spåret skall lyftas upp i sin rätta höjd, måste makadam ifyllas under sliprarna mellan den vältade makadamen och slipers underkant och därefter stoppas. För att höja spårets motstånd mot såväl längs- som tvärgående förskjutningar bör ballasten, som efter spårets utläggning ifylles upp till slipers överkant, stampas väl såväl mellan sliprarna som utanför slipersändarna. Lämpliga stamper kunna lätt tillverkas av kasserade, plana buffertar, vilka förses med handtag. De makadamlager, som skola stampas, böra högst ha en höjd av c:a 10 cm.

f) Rälsutbyte.

Banöverbyggnadens livslängd är beroende såväl av trafikens storlek som av spårets egen beskaffenhet. *På varje bandel kommer man alltid till den tidpunkt, då räler med tillbehör måste utbytas eller då ballasten måste förnyas.* På en huvudlinje med stor trafik måste man fordra mer av överbyggnaden — och därför företaga utbyte tidigare — än vad fallet skulle vara å en linje med mindre trafik.

De vid ett rälsutbyte *upptagna rälerna sändas i regel till rälsjusteringsanläggningen i Hallsberg.* Oftast har rälsbyte måst ske på grund av skador i rälsskarvarna. De skadade rälsändarna kapas därför bort, rälerna riktas, och nya hål för skarvbultarna borrar. Vanligen svetsas rälerna samman två och två. De sålunda justerade rälerna användas sedan för inläggning å linje med något mindre trafik, än där de förut legat. För de viktigaste huvudlinjerna anskaffas nya räler av 1924 och 1940 års modeller.

De utbytta rälsskarvjärnen få även gå igenom en förnyringsprocedur. De smidas om, så att de dels erhålla en mindre överhöjning — ofta äro de nedbockade — dels ej längre bottna mot räslivet. Detta arbete verkställs vid verkstäder.

Rälsspik och rälsskarvbult sändas till rälsjusteringsanläggningen i Hallsberg, där brukbar materiel utsorteras och justeras. Spiken riktas och bulten omgängas.

Man kan i stort sett skilja mellan tre olika fall, när det gäller rälsutbyten:

1. rälsutbyte i spår med grusballast;
2. rälsutbyte i spår med makadamballast;
3. rälsutbyte och samtidig inläggning av makadamballast.

Tillvägagångssättet vid vart och ett av dessa fall kan variera avsevärt. Frågan angående rationalisering av dessa arbeten och ett utökat användande av maskinella, arbetsbesparande hjälpmedel är för närvarande föremål för närmare utredning. Vid rälsutbyten å enkelspår är tågintensiteten av stor betydelse för huru arbetsplanerna skola läggas upp. Å dubbel-spåren däremot kan man genom att anordna enkelspårsdrift erhålla långa, sammanhängande arbetstider.

I samband med rälsutbyte brukar man verkställa ett kraftigare *slipersutbyte än normalt*. Ofta tillkommer *slipersreglering*, på grund av att de nya rälerna äro längre än de gamla, eller att *slipersförtätning* för spårets förstärkning skall göras. Denna slipersreglering underlättas, om man höglyfter och grusar upp spåret. En dylik åtgärd är ofta i och för sig erforderlig, på grund av att ballasten så småningom förbrukats och därför tarvar komplettering.

Har spåret tidigare ej varit försett med *underläggsplattor*, äro alla i spår befintliga sliprar försedda med laft. Skola plattor inläggas, måste laften borttagas, så att en fullt plan och med slipersns överyta parallell yta erhålles för underläggsplattorna. Bortfräsning av den gamla laften kan verkställas med en *laftmaskin* (bild 165). Vändning av sliprarna för att få en plan överyta bör ej ske. Vända sliprar ruttna snart underifrån, under det att överytan kan vara god.

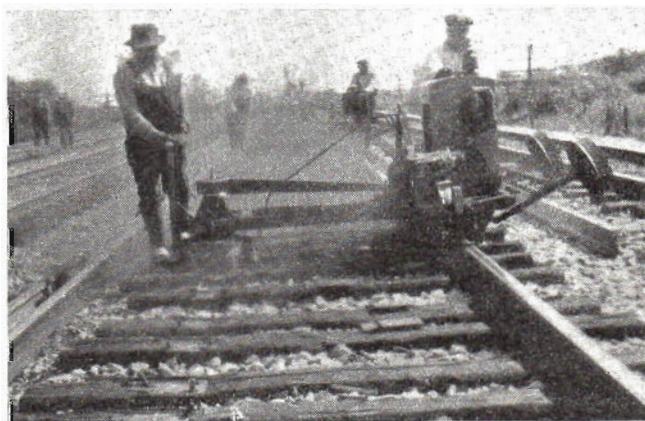


Bild 165.

I detta sammanhang kan framhållas betydelsen av att *bankroppen är i gott stånd, innan ett rälsutbyte verkställles*. Förekomma uppfrysningar, och är banan dåligt dränerad med igenväxta diken, och är därjämte ballasten ringa och av dålig beskaffenhet, bör rälsutbytet anstå, tills banan först satts i stånd. Senast året före ett rälsutbyte bör man därför avväga och sektionera ifrågavarande bansträcka och uppgöra förslag till samt sedan utföra de arbeten, som tarvas för att få banan i fullgott skick.

Skall samtidigt med rälsutbytet banan förses med *makadamballast*, förfar man i regelså, att den gamla grusballasten borttages ned till förutvarande slipersunderkant.

Makadaminläggningen kan sedan ske på två sätt. Antingen utköres makadamen före rälsutbytet, varefter det gamla spåret lyftes upp till det nya spårets höjd och rälsutbytet verk-

ställes, eller också verkställes rälsutbytet, innan makadam utköres. I förra fallet bli de nya rälerna ej utsatta för den ganska ovarsamma behandling, som man ej kan komma ifrån i senare fallet.

Vid rälsutbyten å dubbelspår kan man, som redan nämnts, erhålla betydligt längre, sammanhängande arbetstider. Man kan då välta både bankropp och makadamballast. Här skall i korthet redogöras för huru ett dylikt arbete går till med användning av arbetsbesparande maskiner. Metoden är utarbetad med tanke på att arbetena skola medhinnas på ett begränsat antal timmar per dygn, så att enkelspårsdrift endast erfordras under kortast möjliga tid.

För att erhålla så lång tid som möjligt disponibel för makadamiseringsarbetena strävar man efter att så fort som möjligt få bort det gamla spåret samt bygga upp de nya rälsspannen framför arbetsplatsen, för att, när makadambädden är klar, transportera ut dem på sina platser i spåret och där skarva ihop dem. Man kan då ha god hjälp av s. k. *räsläggningstraverser* (bild 166), med vilka man kan transportera hela rälsspann. Dessa traverser ha en

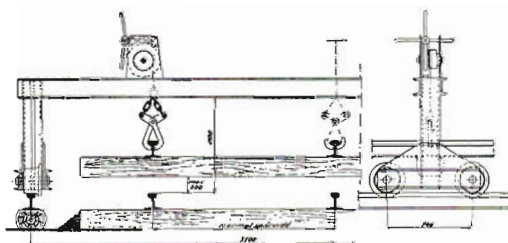


Bild 166.

spårvidd av 3,5 m. För traverssspåret kan lämpligen användas de utbytta rälerna. De behöva ej läggas på några sliprar. Det är tillfyllest att skarva ihop dem.

Arbetet börjar med att man antingen bryter den gamla spåröverbyggnaden, där den ligger i spåret, eller också transporterar spann för spann medelst räsläggningstraverserna bort från dagens arbetssträcka. Den gamla grusbballasten ned till slipersunderkant bortplogas (se bild 161), varefter banvallen vältras. Makadamen utköres med talbotvagnar samt tippas och utbreddes med plogen samt vältras. Under tiden ha de nya spannen byggts. De uttransporteras nu med traverserna (bild 167) till sina rätta platser och skarvas ihop. Mellan det senast utlagda spannet och det gamla spåret anordnas provisorisk skarv. Det nya spåret lyftes upp i sin rätta höjd och understoppas, dels med stopphackor dels med maskin. Makadamståget får gå in på det nya spåret för utkörning av felande makadam.

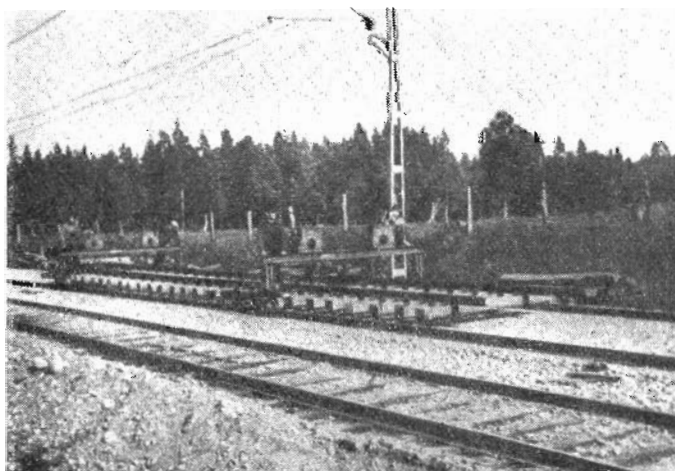


Bild 167.

Detta förfaringssätt är endast användbart å dubbelspår. För *rälsutbyte framförallt i enkel-spår* kan användas en räslägningskran, som går på vanligt spår och med vilken man kan lyfta upp hela räls spann och lägga dem å trallor eller vagnar i och för borttransport och nedmontering. Nya spann, som byggas på närmaste bangård eller någon större centralt belägen monteringsplats, kunna sedan uttransporteras och nedläggas med hjälp av kranen. *Härigenom möjliggöres vältning även å enkelspåriga sträckor.* Erforderlig makadam måste vara uttransporterad före arbetets igångsättande och utlagd vid sidan om spåret. Plog kan givetvis ej användas för makadamens utbredning.



Bild 168.

I spår med makadamballast kommer man småningom till problemet att *rena den befintliga makadamballasten* från föroreningar och förbrukad ballast. Detta arbete, som ännu ej varit aktuellt vid SJ, verkställes i utlandet antingen för hand med hjälp av grepar (bild 168) eller med särskilda maskiner. Bild 169 visar en dylik maskin. Den gamla ballasten upptages

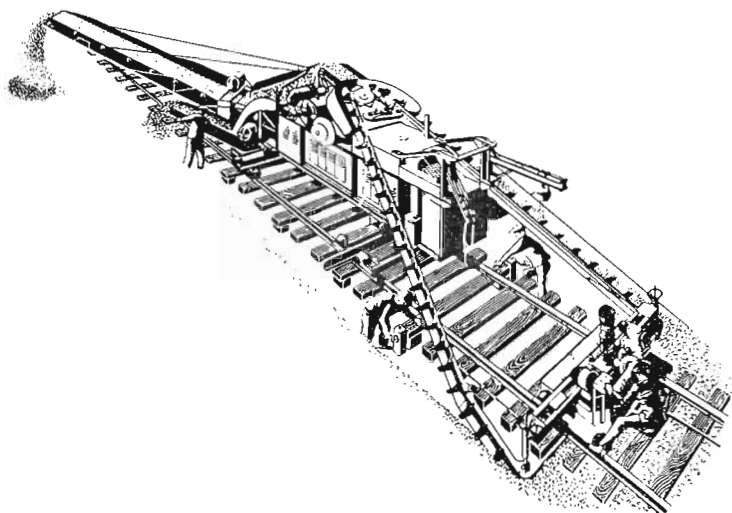


Bild 169.

ur spåret och tippas över ett skaksåll. Föroreningarna passera sållet och läggas på banvallen, den reade makadamen vid sidan om spåret. Det har visat sig, att man med maskin kan tillvarata mera av den gamla ballasten, än då man arbetar med grep.

g) Växelläggning.

Vid utläggning av växlar utsättes först korsningspunkten mellan spårens mittlinjer, den matematiska korsningspunkten, varefter lägena för främre stödräls skarv och bakre kors-

ningsskarv utsättas. Erforderliga måttuppgifter kunna erhållas från det av spåravdelningen utgivna verket "Standardritningar å spårväxlar med tillbehör".

Sliprarna, vilkas längder och lägen framgå av standardritningarna, utläggas på sina platser, varpå korsningen anbringas och noga inriktas. Anslutningsrälerna till korsningen utläggas, varefter spåret fram till tunganordningen färdigspikas. Tunganordningen fästes på sliprarna. Moträlerna anbringas. Avståndet mellan moträlens ledande kant och korsningsspetsen skall vara 1 394 mm (normal spårvidd). Vid avnötning av moträlen får detta avstånd icke understiga 1 392 mm.

Såväl vid tungspets som i växelkurva skall viss ökning av spårvidden verkställas såsom föreskrives å ritningarna.

Om så visar sig erforderligt för att få moträlen att stadigt kvarhållas i sitt läge, vilket är av stor vikt och kan vålla svårigheter, kan man anordna en plankan mellan korsningen och moträlerna som försträvning mot de senare.

Sedan växeln inlagts, kontrolleras att tungorna ligga väl an på glidplattorna och sluta mot stödrälerna.

Skola tungorna omläggas för hand, uppställs ett *växeltäll* med dragstång.

Växlar av 1924 och 1940 års modeller böra läggas i makadamballast. Under alla förhållanden skall tillses, att sliprarna under tunganordningarna läggas i dylik ballast. Uteslutande nya fullmåligena sliprar böra användas.

Dessa växlar förses genomgående med underläggsplattor. I själva tunganordningen och vid korsningen äro dessa plana. Vid övergång inom eller utanför växeln från plan underläggsplatta till vanliga plattor med lutande upplagsyta böra dessa senare plattor nedlastas i en eller flera sliprar, så att hela rälsfoten vilar på plattan och mjuk övergång erhålles. I annat fall kunna skadliga vridpåkänningar lätt uppstå i räl och skarvjärn.

För läggning av nya växlar kan man erhålla räler i avpassade längder, såsom framgår av bild 170. Anslutningarna mellan nya och gamla räler äro angivna på bilden.

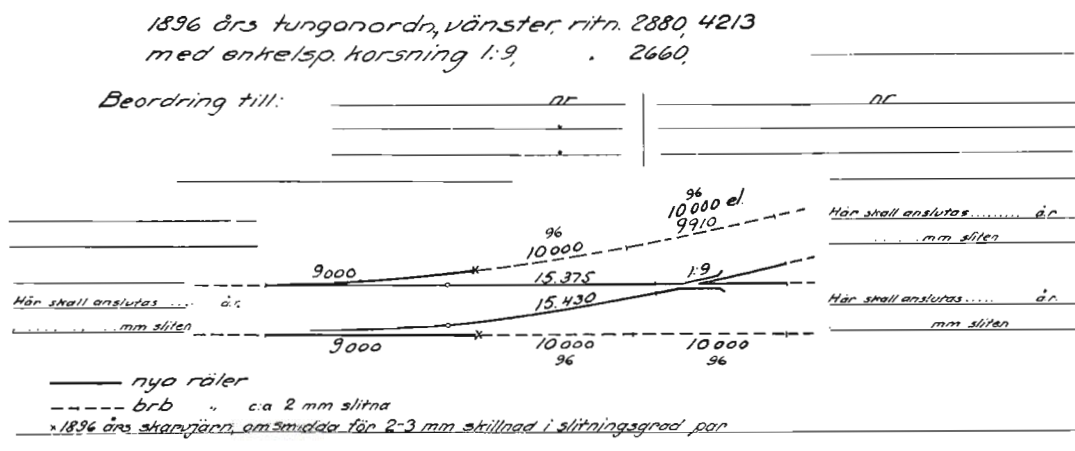


Bild 170.

Vid växelns inläggning skall förborrning ske för rälskruv med därför avsedd 15 mm navare med styrhylsa (se bild 81). I det borrade hålet bör lämpligen införas kreosotolja eller trätjära.

Inläggning av växel i krökt stamspår tillgick tidigare på så sätt, att kurvan stakades om, och korta raklinjer anordnades dels för tunganordningen, dels för korsningen, såvida ej hela växeln kunde läggas i raklinje. Mellan dessa raklinjer erhöles kurvdelar med radier mindre än kurvans ursprungliga radie. Mellan raklinjer och kurvor fanns ingen plats för

övergångskurvor. Att anordna en rälsförhöjning, som i varje punkt svarade mot kurvradien, var ej möjligt. Man erhöll därför en ganska otillfredsställande tåggång genom en dylik växel.

Under senare år har man därför övergått till att vid *inläggning av växlar i krökt stamspår låta stamspåret ligga orubbat och i stället tillverka tunganordning och korsning, så att dessa helt kunna följa stamspåret*. För den skull levereras växeln med tungor och stödräler krökta efter stamspårets radie. Förekommer hel bottenplåt, bockas även denna. Korsningsbenen krökas, så att de passa för de kurvor, i vilka de skola ligga. Man bortser från att mittpartiet i korsningen å en kort sträcka är rakt. På bild 171 visas en dylik växel, en *innerbågsväxel* (kurv- och stamspår krökta åt samma håll), i vilken stamspårets radie är 490 m, kurvspårets 255 m i tunganordningen och 282 m mellan tungrot och korsning.

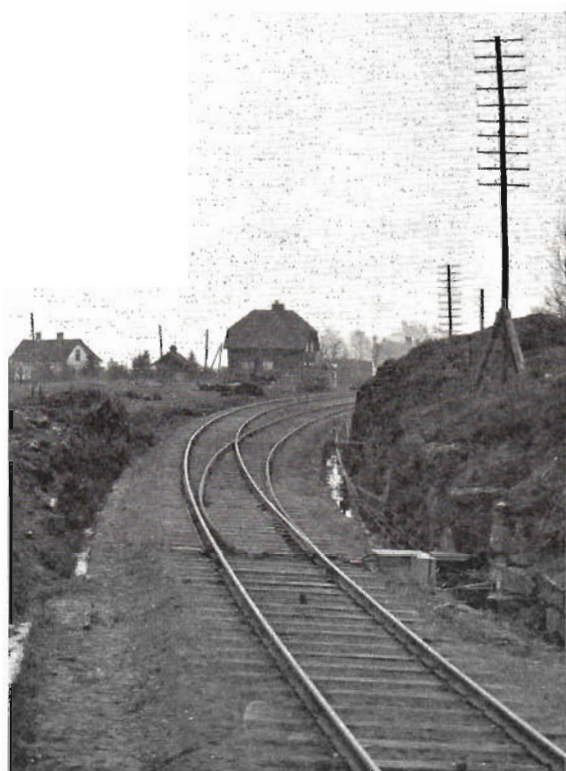


Bild 171.

Stamspåret i en dylik innerbågsväxel kan läggas med full rälsförhöjning, och full hastighet tillåtas. Rälsförhöjningen erhålles genom att på vanligt sätt lägga sliprarna i lutning. Kurvspåret blir därför försett med samma rälsförhöjning, vilket i regel ej vållar några svårigheter, enär kurvspårets radie är väsentligt mindre än stamspårets. Hastigheten i kurvspåret får fastställas enligt bestämmelser i särtryck nr 239, del F.

En *ytterbågsväxel* (kurv- och stamspår krökta åt motsatta håll) kan iordningställas på liknande sätt. Den har den nackdelen, att korsningen kommer att ligga i yttersträngen, under det att den i en innerbågsväxel ligger i innersträngen. Det krökta stamspåret kan även här läggas i rälsförhöjning, men härvid erhålles falsk rälsförhöjning i kurvspåret, vilket kan medföra hastighetsnedsättning enl. bestämmelserna i särtryck nr 239, del F.

Vid utbyte av växel bör man, sedan den förutvarande borttagits, undersöka, huruvida den gamla ballasten är fullgod och väl dränerad. I regel måste man räkna med, att *ballasten i en växelbädd ganska fort sönderkrossas och därför måste utbytas*.

Växlarna på en bangård numreras med udda nummer från ena änden av bangården och med jämna nummer från bangårdens andra ände. Med udda nummer förses alla växlar,

vilkas tungspets peka mot det håll, varifrån tåg med udda nummer komma, med jämna nummer växlar vända åt det motsatta hållet.

B. Svetsningsarbeten.

Den moderna svetsningstekniken har under senare år varit stadd i kraftig utveckling och dess användningsområden ha ständigt ökat. Även på spårets område har den blivit av största betydelse. Man kan sålunda nu åstadkomma svetsade skarvar av mycket hög kvalitet, man kan genom påsvetsning reparera skador å rälshuvud, rälsändar, korsningar och växeltungor.

Flera olika svetsmetoder stå till förfogande.

- a) Elektrisk motståndssvetsning.
- b) Elektrisk bågsvetsning.
- c) Gassvetsning.
- d) Thermitsvetsning.

a) Elektrisk motståndssvetsning.

Med denna metod kan man svetsa samman räler till större längder. Då intet svetsmaterial tillföres, utan hopfogningen av de båda rälsändarna sker på så sätt, att de med stor kraft pressas mot varandra, sedan de genom elektrisk ström först vederbörligen uppvärmts, är denna metod närmast jämförbar med vad man vanligen brukar kalla *vällning*.

Svetsningen utföres i en stationär svetsmaskin och kan sålunda ej verkställas, då rälerna ligga i spår. Vid statsbanorna sker svetsningen i rälsjusteringsanläggningen i Hallsberg, varest driften kom igång i början av år 1932. Under år 1929 hade Bergslagens järnvägar satt i gång med en motsvarande anläggning i Åmål.

Hopsvetsning av räler i maskinen sker på följande sätt. Varje rälsända fastklämmas mellan två vattenkylda kopparbackar med ett tryck, som kan varieras allt efter behovet för olika rälsmodeller och som för en 40 kg räl uppgår till c:a 18 ton. Rälsändarna skola stöta stumt mot varandra. Det är mycket viktigt, att insättningen av rälerna i backarna sker med största noggrannhet. De skola tillsammans bilda en rak räl. Huvudets överyta och farkanterna måste exakt passa mot varandra.

För svetsningen använder man sig av en elektrisk ström med mycket låg spänning, uppgående till 5 à 9 volt. Strömstyrkan är i stället mycket hög. På grund av den låga spänningen är det nödvändigt, att före rälernas insättning i maskinen med slipskiva rengöra de ytor å rälshuvud och rälsfot, där kopparbackarna skola ansluta.

I maskinen tillgår svetsningen på så sätt, att sedan elektriska strömmen tillslagits, rälsändarna föras fram och åter mot varandra några få millimeter. Strömmen ömsom slutes, ömsom brytes. Under tiden börja rälsändarna uppvärmas. För varje gång strömmen brytes, spruta smälta järnpartiklar ut från svetsstället. Sedan uppvärmningen av rälsändarna är tillfyllest, pressas de med hjälp av en särskild stukningsmotor med stor kraft mot varandra. Strömmen brytes och svetsen är klar. I Hallsberg finnas två maskiner, en äldre, som manövreras för hand, och en nyare, automatisk maskin, som själv sköter om hela svetsningen.

Vid svetsningen uppstår "skägg" runt svetsen, som omedelbart tas bort med en tryckluft-mejsel. Sedan slipas rälshuvudet, så att en oklanderlig farkant erhålles. Härefter är den svetsade rälen leveransklar.

De motståndssvetsade skarvarna äro av högre kvalitet än svetsade skarvar, erhållna med annan svetsmetod. Jämfört med det ursprungliga rälsaterialet äro svetsarna skörare. Vid svetsningen sker på grund av den höga uppvärmningen en viss omvandling av det ursprungliga rälsaterialets mycket finkorniga struktur till en mera grovkornig struktur,

varigenom materialet blir skörare. Verkställda dragprov ha å andra sidan visat, att själva svetsen besitter i det närmaste samma draghållfasthet som det ursprungliga rålsmaterialet. Rålsbrottsfrekvensen å dessa svetsar är mycket låg.

b) *Elektrisk bågsvetsning.*

Den elektriska bågsvetsningen har här i Sverige ej kommit till större användning vid svetsning i spår, däremot användes den mycket i verkstäder vid tillverkning av växlar. Den är en smältsvetsmetod, där värmet erhålles från en elektrisk båge, dragen antingen mellan arbetsstycket och en elektrod eller mellan tvenne elektroder. Om elektroden utgöres av en metallstav, kallas metoden *metallbågsvetsning*. Det erforderliga tillsatsmaterialet lämnas då av den smältande elektroden. Om bågen drages mellan arbetsstycket och en kolelektrod (eller mellan tvenne kolelektroder) kallas metoden *kolbågsvetsning*. I detta fall tillföres erforderligt tillsatsmaterial särskilt. Det karakteristiska för den elektriska bågsvetsningen är, att värme ej tillföres själva arbetsstycket.

c) *Gassvetsning.*

Gassvetsningen har fått vidsträckt användning för reparation och istandsättande av i spår liggande materiel medelst påsvetsning, uppsmidning m. m. samt dessutom för skarvsvetsning.

Uppvärmningen vid gassvetsningen erhålles genom förbränning av *acetylen*, som är en kemisk förening av kol och väte (C_2H_2). För att få en svetslåga med hög temperatur tillföres acetylenen vid förbränningen rent syre.

Acetylen levereras i stålcyllindrar. På grund av explosionsrisk kan den ej utan vidare komprimeras i behållare, såsom t. ex. fallet är med syrgas. Problemet att utan risk komprimera acetylen har lösts av den svenske nobelpristagaren dr Gustaf Dalén. I en stålcyllinder, en *acetylenackumulator*, har man dels en porös och absorberande massa, s. k. Aga-massa, dels en av denna massa uppsugen vätska, *acetone*, vilken besitter egenskapen att kunna lösa stora mängder acetylen. Den lösa acetylenmängden är proportionell mot trycket i ackumulatören. Den på så sätt ackumulerade acetylenen kallas *dissousgas*. Acetylenackumulatorer äro målade med röd färg för att ej förväxlas med syrgasbehållare.

Trycket i acetylenackumulatorerna ökar med stigande temperatur, varför man bör *skydda dem för värme*. Däremot taga de ej skada av kyla, och de kunna därför utan olägenhet placeras utomhus vintertid.

Syrgasen, komprimerad till 150 atm., levereras i stålbehållare. Dessa äro svarta och runt om halsen målade med blå färg.

Vid svetsningen använder man sig av svetsbrännare, i vilken de båda gaserna blandas, innan de strömma ut och förbrännas. Tillsatsmaterialet vid svetsningen utgöres av svetsstråd och uppdelas i två stora huvudgrupper, *skarvsvetsstråd* och *påsvetsstråd*. Den förra användes för sammansvetsning av två delar, den senare för påsvetsning på förslitet gods för ernående av hårda ytor. Inom var och en av dessa grupper finnes tråd för olika ändamål.

Gassvetsningen ställer stora fordringar på de personer ("gassvetsare"), som verkställa arbetet. Utbildning, träning och prövning av gassvetsare äro därför frågor av största vikt. Stora fordringar måste ställas på svetsarnas kunnighet, och man måste kunna lita på att de med omsorg utföra arbetena. Svetsningsarbetet är i hög grad ett förtroendeuppdrag.

Svetsningsarbetena utföras därför av särskilt utbildade svetsarlag, vardera bestående av två man. Vid en hel del arbeten, särskilt skarvsvetsning, är det nödvändigt, att två svetsare arbeta tillsammans.

Följande gassvetsningsarbeten ha hittills utförts vid SJ.

1. *Rälsskarvsvetsning*, (bild 172). Åtskilliga tusen skarvar ha svetsats i spår. De ha hållit sig mycket bra, endast ett fåtal brott ha uppstått. Rälsskarvsvetsning med gas lämpar sig icke så väl, då man skall sammansvetsa långa sträckor, på grund av att arbetet endast kan utföras av specialutbildad personal och tillgången av dylik bestämmer, huru mycket som kan medhinnas.

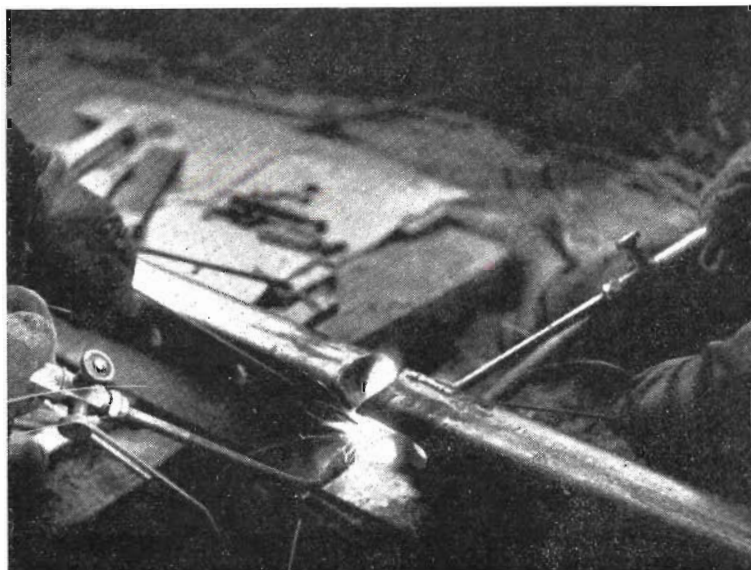


Bild 172.

Då svetsning av skarvar fordrar stor skicklighet och särskild utbildning och träning, får detta arbete endast utföras av svetsarlag, som särskilt godkänts för dylika arbeten.

Vid växelns tungrot eller stödrälsskarvar samt vid växelkorsningars skarvar får skarvsvetsning icke utföras.

2. *Påsvetsning på spårväxelkorsningar* äger rum varje år på c:a 1 000 korsningar. På bild 173 äro de delar av korsningsspets och vingrälser markerade, som i första hand äro utsatta för nedslitning, och där påsvetsning verkställles. Korsningarna bli härigenom som nya, under

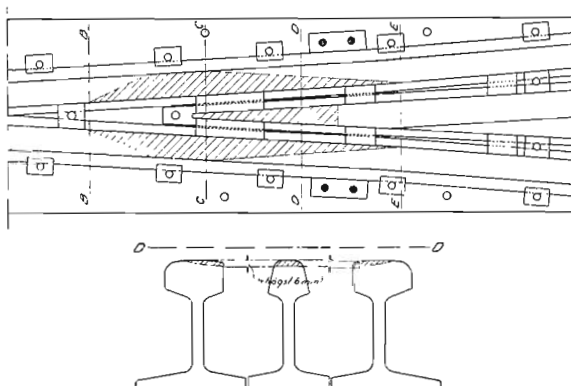


Bild 173.

förutsättning att bottenplåt och befästningsdelar äro i tillfredsställande skick. Tack vare att man genom påsvetsning i tid kan ersätta, vad som bortslitits under trafikens åverkan, har det blivit möjligt att hålla korsningarna i en tillfredsställande standard, vilket är av mycket stor betydelse, särskilt beträffande i huvudspår liggande korsningar. Man räknar med att,

när en i huvudspår liggande korsnings vingräl eller spets blivit c:a 4 mm nedslitna, bör den påsvetsas, och att nedslitningen ej får bli större än 6 mm. Genom påsvetsningen ökas korsningens livslängd så mycket, att en god ekonomisk vinst erhålles.

3. *Påsvetsning på växeltungor* har vid SJ verkställts för reparation av skador huvudsakligen på huvudet vid tungroten och vid spetsen. Arbetet är svårt att utföra, enär tungorna ha benägenhet att slå sig vid svetsningen på grund av uppvärmningen, som ej sker likformigt över hela tungsektionen. Uppvärmningen medför inre spänningar, som kunna leda till brott, vilket är riskabelt, när det gäller en tunga, som ligger fri och endast stöder mot stödräl och stödknappar. Arbetet är lättast att utföra, då tungan tages ur spår, så att man kan spänna fast den under svetsningen på lämpligt sätt.

4. *Påsvetsning och uppsmidning av rälsändar* verkställs i stor omfattning i samband med justering av rälsskarvar. Vid mindre utplattning av rälsändarna kan det vara tillfyllest att med gas värma upp rälsänden och smida upp den. Fattas gods, måste detta ersättas medelst påsvetsning. Detta arbete verkställs, innan det egentliga skarvjusteringsarbetet utföres.

d) *Thermitsvetsning.*

Denna metod, som uteslutande användes för skarvsvetsning, är den äldsta av alla skarvsvetsningsmetoder. Den uppfanns redan år 1899. Den har i utlandet vunnit mycket stor utbredning. I Sverige har den kommit till stor användning vid hopsvetsning av gaturäler för spårvägar. En del numera förstatligade privatbanor ha ävenledes använt den i ganska stor omfattning. Vid SJ ha några provsträckor med thermitsvetsade skarvar anordnats. Första gången detta skedde var vid hopsvetsning av räler i Nuoljatunneln till en sammanhängande rälssträng av 920 m.

Svetsningen tillgår på så sätt, att rälsändarna omgivas med en eldfast form (bild 174). En blandning av järnoxid och aluminium införes i formen och antändes, varvid en kraftig kemisk reaktion uppstår under hög värmeutveckling (c:a 3 000°), varvid flytande järn frigöres och förenar de båda rälsändarna.

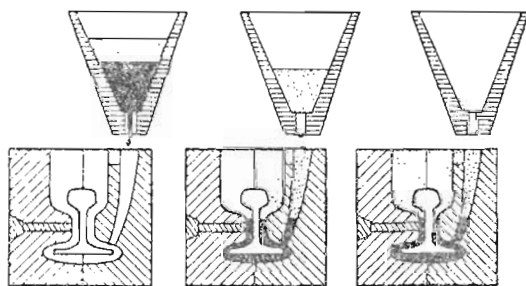


Bild 174.

Hopsvetsning av räler kan ske i spår. Äro rälsändarna nedbockade eller utplattade, är det möjligt att i samband med svetsningen justera dessa fel. Vid svetsningen uppstår en svulst runt rälsfot och liv. Det kring huvudet uppstående "skägget" måste slipas bort, innan tåg får gå över.

För utförande av svetsningen erfordras ett lag om 8 man samt en förman. Denne behöver utbildas i c:a 14 dagars tid under en erfaren instruktörs ledning.

Hållfasthetsprov (utmattningshållfasthet), som utförts på enligt olika metoder svetsade rälsskarvar, ha givit till resultat, att thermitskarven i kvalitet ej går upp mot den gassvetsade eller motståndssvetsade skarven. Av erfarenheterna från utlandet, där thermitsvetsade skarvar

förekomma i mycket stor omfattning, framgår det dock, att även den thermitsvetsade skarven kan anses vara fullt acceptabel. Några resultat av dylika undersökningar lämnas härnedan:

hel räl	32	kgf/mm ²
vanlig frisvävande skarv med skarvjärn	14	"
elektriskt motståndssvetsad skarv	31	"
gassvetsad skarv med fotplåt	20,9	"
" " utan " (SJ skarv)	16,8	"
thermitsvetsad skarv	12	"

e) Svetsning av övergångsräler.

I det föregående ha *övergångsräler* omnämnts (se bild 69). De tillverkas vanligen i rälsjusteringsanläggningen i Hallsberg och i standardlängder om 10 m. De kunna även erhållas av viss önskad längd. En övergångsräl är sammansatt av ett längre stycke av den klenare rälen och en c:a 1,2 m lång bit av den grövre rälen, vilken i ena änden tryckes ihop, så att den får samma höjd som den klenare rälen. De båda rälerna sammansvetsas på vanligt sätt i den elektriska stumsvetsmaskinen. Är skillnaden mellan de båda rälsmodellerna ringa, kan hoptryckningen av den grövre rälen ske genom att man värmer upp rälslivet och med en i ett stativ inmonterad domkraft pressar ihop rälsänden till önskad höjd. Vid större höjdskillnad måste man först skära upp rälslivet och efter hoppresning med gassvetsning svetsa ihop rälslivet, innan motståndssvetsningen verkställles.

f) Rälsbrott å svetsade rälsskarvar.

Inträffar brott i eller i närheten av svetsad skarv och hinner rälsutbyte ej verkställas före tågs ankomst, måste nödförband anordnas. På grund av att de svulster m. m., som finnas

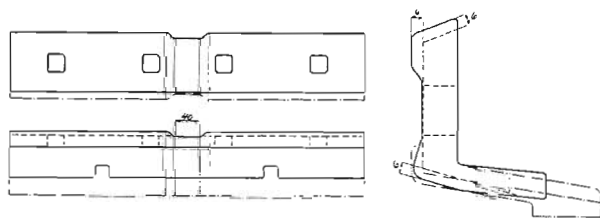


Bild 175.

runt svetsen, hindra användandet av vanliga skarvjärn, måste man iordningställa särskilda skarvjärn av den typ, som visas å bild 175. Erforderliga urtag göras sålunda mitt för svetsen, så att skarvjärnen erhålla fullgod anliggning mot rälsfot och räls huvud.

C. Underhållsarbeten.

a) Riktning och lyft av spår.

Riktning och "baxning" ha till ändamål att ge spåret dess rätta läge i sidled. I kurvor bestämmes detta med hjälp av evolventmetoden¹.

Spårets lyft har till ändamål att ge det dess rätta höjdläge. Vid spårjusteringar får man i regel räkna med att spåret i såväl höjd- som sidoläge tarvar justering.

För justeringsarbetenas rationella bedrivande och för ernående av ett tillfredsställande resultat är det nödvändigt att verkställa erforderliga utsättningar. Man slår ner träpålar antingen i spårets mitt eller vid sidan om spåret — vid dubbelspår kan man ha en gemensam

¹ Handbok för utstakning av kurvor enligt Nalenzska evolventmetoden, utgiven av Kungl. Järnvägsstyrelsen.

rad utsättningspålar i banvallens mittlinje — på vilka spårets såväl höjd- som sidoläge vederbörligen markeras.

I utlandet har man för detta ändamål mångenstädes gått in för anbringandet av *permanent befästningspålar*, i regel bestående av vertikalt stående rälsbitar. Försök härmed pågå vid SJ (bild 176).

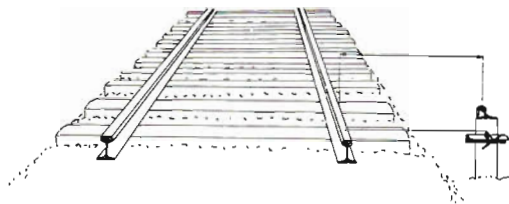


Bild 176.

Rälen vändes så, att rälsfoten bildar rät vinkel med spårets längdriktning. Rälsöverkants höjdläge markeras med ett körslag å rälsfotens mittlinje. Vid kontrollering eller justering av spårläget fästes å foten en klämma, försedd med en egg, som placeras så, att den sammanfaller med det nämnda märket. Avståndet till närmaste rälssträng mätes från en skåra på rälsfotens överkant. Förutsättning för att man skall ha någon nytta av dessa pålar är, att deras läge ej rubbas under årens lopp.

Då spåret skall baxas, schaktar man i regel bort ballasten från slipersändarna samt lossar rälsskarvbultarna. Detta är av särskilt stor betydelse vid baxning av kurvor. En kurvdel, som baxas utåt, d. v. s. från kurvans medelpunkt, förlänges. En kurvdel, som baxas inåt, förkortas. I samband därmed måste reglering av rälsskarvöppningarna verkställas, för att ej dessa skola bli för små eller för stora. Lossar man ej skarvjärnen, riskerar man även, att spåret i sitt nya läge står och spänner och vill återgå till sitt gamla läge.

Baxningen utföres i regel av ett mindre med vanliga spett utrustat arbetslag under ledning av en arbetsbas. Laget fördelas vid den krök, som skall rättas till, med hälften av manskaper vid varje rälssträng. Spetten köras ned i ballasten och pressas mot rälen i små tag under taktfast "sång".

Baxning av spår kan även utföras med hjälp av särskilda s. k. *spårbaxare*, av vilka flera olika modeller förekomma vid utländska järnvägsförvaltningar. Bild 177 visar en typ, som användes i Amerika. Användningen av dessa spårbaxare är personalbesparande.



Bild 177.

När det är fråga om spårets lyft, talar man om knäcklyft och höglyft. *Knycklyft* avser lyft, som har till uppgift att rätta till uppkommande mindre ojämnheter i spårläget. Vid *höglyft* erhåller spåret i regel en genomgående höjning.

För att lyfta spåret använder man sig av vissa redskap, *spårlyfthake med spett* (bild 178) samt *spårlyftare eller domkrafter* såsom Titan (bild 179), Verona, Simplex, Duff m. fl.

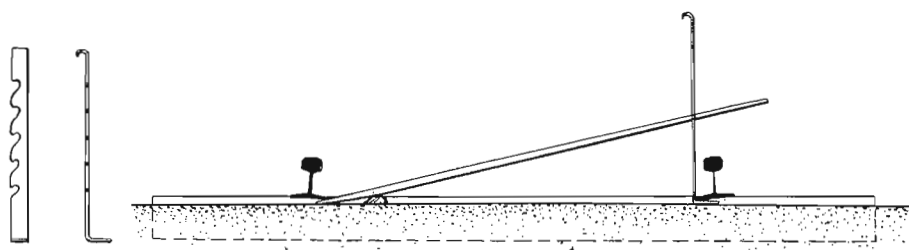


Bild 178.



Bild 179.

När spåret lyftes, skola sliprarna väl understoppas med ballast. I grusballast sker detta arbete i regel med hjälp av stoppspadar. Det finns två olika stoppspadar, dels en *spetsig* (bild 180), dels en *fyrkantig* (bild 181). Till skillnad mot en vanlig grävspade är vinkeln mellan skaftet och spadbladet hos stoppspadarna liten. Den spetsiga stoppspaden, som är den vanligaste, tränger lättare ner i gruset, särskilt om detta är mycket stenigt. Den fyrkantiga stoppspaden är däremot effektivare i mindre stenigt grus. Man kan även med fördel använda *stopphackor*,



Bild 180.

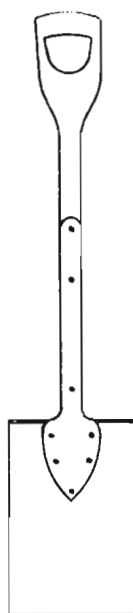


Bild 181.

(bild 182), vilka dock huvudsakligen användas vid stoppningsarbete i makadamballast. Stopphackans huvud bör ha den form, som framgår av bilden. Denna ände användes vid stoppningen. Den sneda ytan föranleder, att ballasten vid stoppningen drives upp under slipern, varigenom åstadkommandet av kraftig komprimering därstädes underlättas. Stopphackans andra ände är spetsig. Erforderlig omsmidning av stopphackornas båda ändar skall verkställas, innan deformationen vid arbete i spår gått för långt. Så snart den breda änden av stopphackan blivit avrundad, nedsättes dess stoppverkan. För slipersstoppning användes understundom även stoppspett. Såsom redogöres för här nedan bör *stopphacka* och ej stoppspett komma till användning.

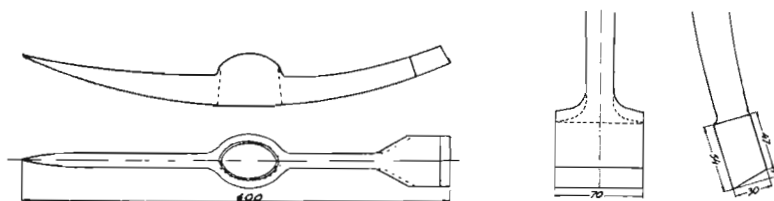


Bild 182.

Vid all slipersstoppning är det av största vikt, att samtliga sliprar sinsemellan bli likformigt och fullgott understoppade. För att få ett så homogent spår som möjligt är det därjämte av betydelse, att sliprarna så vitt möjligt äro lika breda.

För att en sliper skall bliva väl stoppad, skola följande fordringar uppfyllas (bild 183):

1. stoppningen skall vara lika å ömse sidor om spårets mitt;
2. slipers mitt får ej stoppas, dock är det av vikt, att inga tomrum finnas under slipern;
3. under rälererna skall stoppningen vara särskilt kraftig.

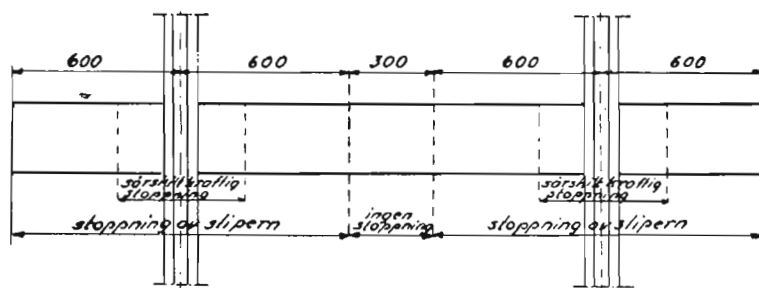


Bild 183.

Vid stoppning av sliprar med stopphacka eller med stoppningsmaskin måste ballasten, innan stoppningsarbetet verkställs, först avlägsnas från den sida av slipern, där stoppning skall ske (bild 184), ned till ett djup av c:a 5 cm under slipers underkant. Sker detta ej tillfyllest,



Bild 184.

försvåras eller omöjliggöres en likformig och fast understoppning av slipern, ballasten blir utsatt för onödig sönderslagning, och slipers underkant skadas.

Vid arbetets utförande skall arbetaren stå bredbent med den ena foten framför den andra och så, att han har den sliper, som skall stoppas, mellan sina fötter. Han kan då lättast hålla hackan så lågt, att slaget träffar ballasten under slipern i en riktning, i det närmaste paral-

lellt med sliperns underyta (bild 185). Står han med ena foten på slipern, tvingas han att hålla hackan högre, varigenom slaget ej får den rätta riktningen, och arbetet dessutom blir mera tröttsamt (bild 186).

Med stoppspett är det ej möjligt att få samma riktning på slaget som med stopphacka, varför stoppningsarbetet blir mindre effektivt. Man strävar efter att utföra stoppningsarbetet med minsta möjliga arbetskraft, dels ur kostnadssynpunkt, dels på grund av att vid allt stoppningsarbete en del partiklar i ballasten slås sönder, så att denna så småningom blir förbrukad.



Bild 185.

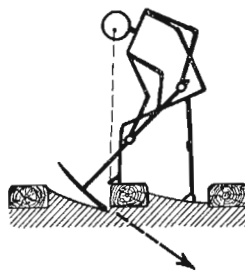


Bild 186.

Stopphackan kan hållas på två olika sätt. I det ena fallet står arbetaren med högra foten främst och håller i skaftet så, att han har högra handen lägst, *högerstoppning*, i det andra fallet är vänstra foten främst och vänstra handen lägst, *vänsterstoppning*.

Vid stopphackans nedslag i ballasten står arbetaren i regel med ryggen något böjd, likaså är det främre benets knä krökt, underarmen kommer att vila på låret. Stopphackans förande uppåt underlättas därigenom, att det böjda knäet sträcker hastigt och ger underarmen en kraftig knyck, så att stopphackan far upp. Av betydelse är, huru högt hackan föres. Vid c:a 1 meters höjning kan man låta hackan falla under enbar inverkan av tyngden och ändå erhålla erforderlig slagkraft, vid lägre lyfthöjd erfordras dessutom ett visst tryck. Den riktiga lyfthöjden är dock ej lika för alla arbetare. Uppmärksamheten fästes även på betydelsen av skaftets längd och tjocklek. Ett för långt skaft kan verka hindrande, ett för tjockt skaft föranleda, att handleden onödigtvis tröttnas. Man bör kunna gripa om skaftet så, att tummen når någon av de andra fingrarna.

Av de fyra arbetarna å bild 187 verkställa 1 och 2 högerstoppning, 3 och 4 vänsterstoppning. Det är i allmänhet bäst, att varje grupp på så sätt består av två höger- och två vänsterstoppare. Arbetarna böra därför lära sig att stoppa på båda sätten. Härigenom vinnes även den för-

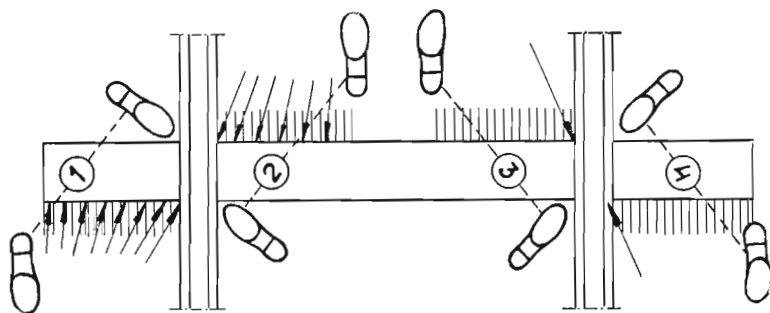


Bild 187.

delen, att arbetet ej blir så tröttsamt, enär ombyte från det ena sättet till det andra förhindrar, att kroppen blir ansträngd på ett ensidigt sätt.

Efter verkställt stoppningsarbete kontrolleras noga samt justeras i den mån så är erforderligt spårets höjd- och sidläge, samt undersökes huruvida sliprarna ligga fast. Detta senare kan ske med hjälp av en *stötstång* (bild 188). Ligger slipern ej fast, uppstår ett mer eller mindre ihåligt

ljud, när stötstången får falla mot sliperns överyta. Ljudet är i viss mån även beroende på, om slipern börjar bli murken. Säkraste resultatet erhålles, om man står med fotsulan på slipern, när stötstången användes. Sliperns vibrationer kunna då noggrant uppfattas.

Förnyad slipersstoppning utföres från motsatt håll mot vad fallet var första gången.

Särskild omsorg tarvar stoppningen av skarvsliprarna, framförallt i dubbelslipersskarv. Dessa böra helt och hållet stoppas från båda sidorna. Rälsskarvarna böra läggas med en obetydlig överhöjning, vilket lättast kontrolleras med en c:a 1,2 m lång ställinjal.



Bild 188.



Bild 189.

Vid komplettering av ballasten till full ballastsektion bör densamma vid slipersändarna samt mellan sliprarna om möjligt komprimeras med någon lämplig stamp.

I makadamballast liggande sliprar stoppas i regel med hjälp av stopphackor. Vid den slutliga

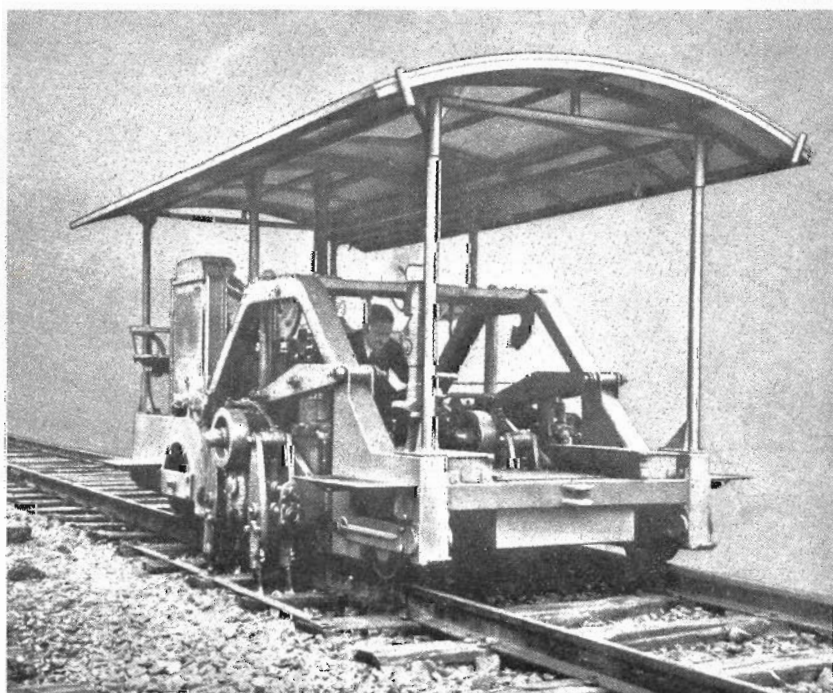


Bild 190.

finjusteringen av spåret använder man sig ofta av *slipersstoppningsmaskiner*. Det finns ett flertal olika typer. En del äldre konstruktioner drevs med elektrisk kraft. De vanligaste moderna typerna drivas med komprimerad luft. Denna erhålles från ett med drivmotor och kompressor försett fordon, som kan framföras på spår. Vid arbete uppställer man i regel kompressoranläggningen vid sidan av spåret och leder luften genom slangar fram till stoppningsverktygen (bild 189). I regel äro fyra dylika i arbete på en gång.

Vid *maskinstoppning* arbetar man så, att stoppningsmaskinerna få skjuta stenarna framför sig och in under sliprarna. Detta förutsätter, att framför stoppverktyget alltid finnes en lagom stor kvantitet ballastmaterial. Stoppningsmaskinerna böra hållas i så flack lutning, att stoppverktygen arbeta i en riktning, i det närmaste parallell med sliperns undersida samt med ett visst tryck mot ballasten för att ernå nödig slagverkan.

Åren 1946 och 1947 inköptes från Schweiz ett antal *automatiska ballaststoppningsmaskiner*, system Scheuchzer. Deras arbetssätt framgår av bild 190, 191 och 192.

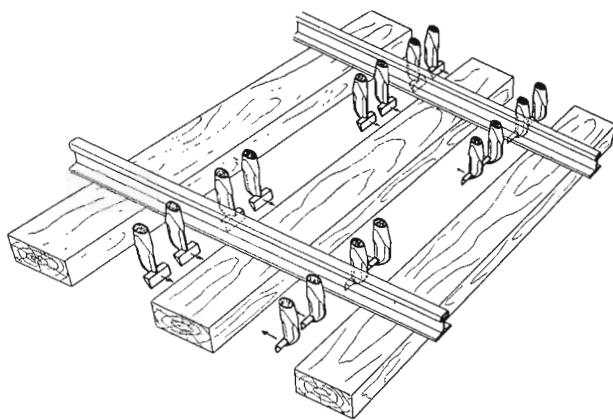


Bild 191.

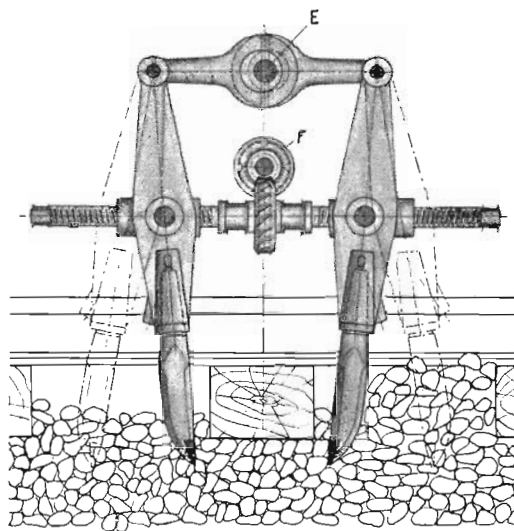


Bild 192.

Stoppningen erhålles genom horisontal hoppresning av ballasten, under det att stoppverktygen äro utsatta för vibration. Denna rörelse överföres till ballasten, som därigenom får en benägenhet att "rinna som en vätska". De i ballasten ingående enskilda partiklarna ordna lättare in sig och bilda en kompakt massa.

Maskinen är så konstruerad, att om trycket mot stoppverktygen uppgår till ett visst värde, deras rörelse avbrytes mot varandra automatiskt. Man uppnår på så sätt, att alla sliprar bli lika kraftigt understoppade, vilket är av största betydelse för ett jämnt spårläge. Särskilda stoppverktyg finnas för stoppning i makadam resp. grus.

Ytterligare en stoppningsmaskin av helt annan typ, *Jackson stoppningsmaskin*, (bild 193) inköptes år 1947. Varje aggregat består av fyra stoppverktyg samt en elektrisk generator, driven av en bensinmotor. Stoppverktygen utgöras av spadliknande verktyg (bild 194), som användas på liknande sätt som en vanlig stoppspade. Varje dylikt verktyg är försett med en liten elektrisk motor, på vars axel är anbragt en obalanserad vikt, som sätter verktyget i vibration. Olika former på "spadarna" finnas allt efter beskaffenheten av den ballast, i vilken man arbetar.

Det gemensamma för de båda sistnämnda maskinerna är, att de arbeta utan slagverkan. De åverka ballasten mindre än stopphacka och tryckluftsmaskiner.

Då spårjusteringsarbeten pågå med arbetslag, böra *riktskivor på stativ* komma till användning (bild 195). De äro förskjutbara på spåret. De båda yttersta skivorna kunna placeras ganska

långt från varandra, ända bortåt 100 m, om den som riktar är försedd med en vanlig sportkikare, förstoring 3,5 ggr. De placeras på punkter i spåret, som ligga i rätt höjd. Den mellersta kan nu förskjutas fram och åter, och man kan kontrollera, om spåret mellan de båda yttersta tavlorna följer en rät linje. Genom att syftlinjen kommer högt ovan rälen, kan arbetslaget vara i spåret och arbeta utan att hindra riktningen.

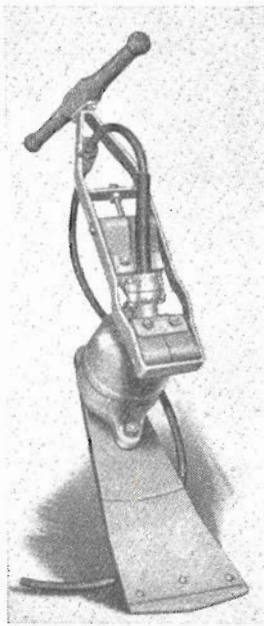


Bild 193.

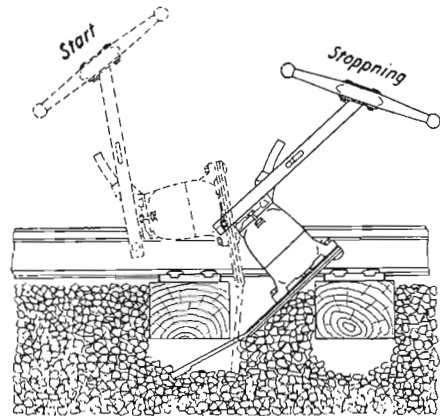


Bild 194.

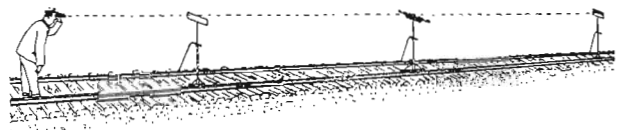
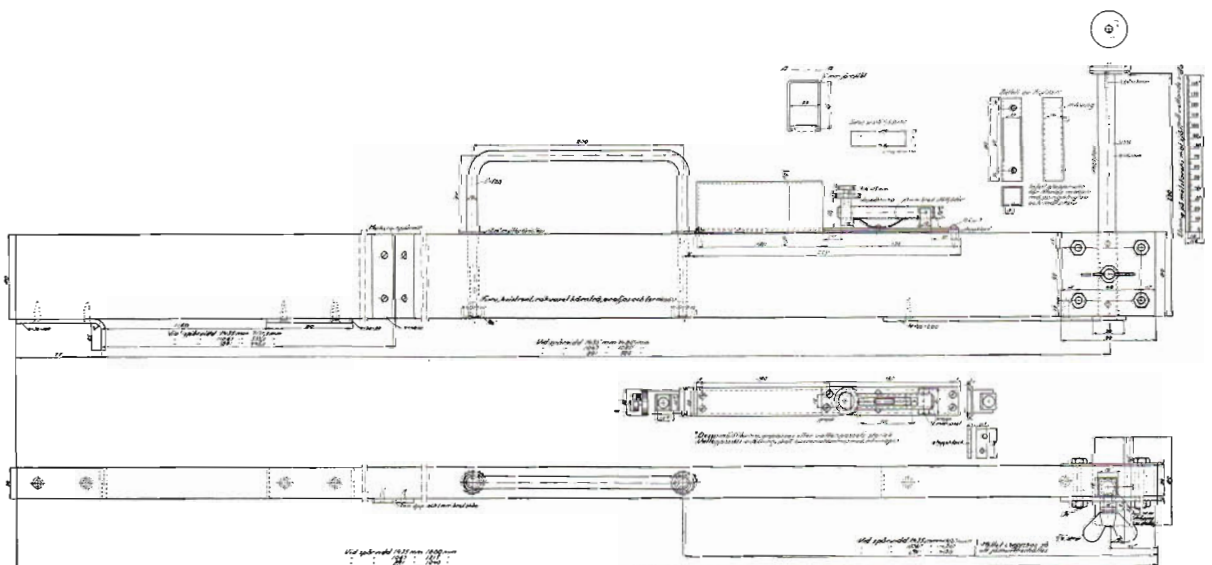


Bild 195.

Vid *spårets lyft* måste man även se till att de båda rälsträngarnas inbördes höjdläge är det rätta. Särskilt vid större tågastighet måste man ställa stora fordringar på spåret i detta avseende. De *spårmått*, som skola användas för detta ändamål, måste vara försedda med så känsliga vattenpass, att man kan konstatera 1 mm fel. Då man måste räkna med att en trästång lätt slår sig, bör vattenpasset vara justerbart, så att dess axel alltid är parallell med den linje, som bestämmes av spårmåttets upplagspunkter på rälerna. Bild 196 visar ett dylikt spårmått.



Detta mått är utvecklat för att användas för att mäta spårvidden och spårhöjden. Det är utvecklat för att användas för att mäta spårvidden och spårhöjden. Det är utvecklat för att användas för att mäta spårvidden och spårhöjden.

Bild 196.

b) *Uppkilning av spår.*

Huru man går tillväga vid uppkilning av spår, är ingående behandlat i str. nr 239, del F.

c) *Justering av rälsskarvar.*

Såsom förut framhållits, är *skarvförbindningen mellan rälerna spårets kanske svagaste punkt*. De förändringar, som uppstå genom trafikens påverkan, fordra därför stor vaksamhet och föranleda åtskilligt underhållsarbete.

För att förhindra eller åtminstone minska skadegörelse i skarven måste tillses, att skarvjärnen städse äro säkert hopskruvade med varandra. Bultarna och sättet för muttrarnas tillskruvande hava således stor betydelse för skarvens goda bestånd. Muttrarna skola, *utan att rälsfjädderingarna få bottna eller gängorna skadas*, vara så hårt åtdragna, att de kraftigt fasthålla skarvjärnen intill rälerna. Lossna muttrarna, blir hophållningen försvagad, och räler och skarvjärn bli snart förstörda. Ett effektivt mutterlås är därför av stor betydelse. Hittills har, såsom tidigare framhållits, den *dubbla rälsfjädderingen visat sig vara det bästa mutterlåset*.

Rälsskarvens förstörande kan även minskas genom en *god understoppning av skarvsliprarna*. Detta arbete måste därför noggrant tillses och utföras, framför allt där ballasten utgöres av sand eller grus. I makadamballast är det lättare att hålla skarvsliprarna i rätt läge.

Vissa, framför allt korta räler visa benägenhet att antaga bågform med låga rälsändar och hög mitt. Detta anses bero på att rälshuvudets övre plan under trafikens påverkan blir utsatt för ensidig valsning och därigenom så småningom förlänges, under det att rälens nedre partier icke äro utsatta för samma inverkan. För att motverka dylik krökning av rälerna böra även av denna anledning genom lämplig understoppning av skarvsliprarna rälsskarvarna läggas något högre än rälerna i övrigt.

De skador, som uppstå i en rälsskarv, kunna vara av flera slag. Rälsändarna kunna vara nedböjda, de kunna därjämte vara mer eller mindre utplattade. Rälsskarvjärnen kunna vara nedböjda och därtill slitna, så att de bottna mot rälslivet. Detta senare kan även till viss del bero på att skarvjärnen vid upplagsytorna mot rälsfot och rälshuvud slitit in sig i rälerna.

Skarvjärn, som äro så slitna, att de bottna mot rälslivet, måste bytas ut mot omsmidda skarvjärn. Äro rälsskarvarna nedkörda, utan att skarvjärnen bottna, kunna dessa riktas ute på linjen med hjälp av ett verktyg (se bild 197), så att en svag överhöjning erhålles. Före bockningen värmas skarvjärnen på mitten i en ässja.

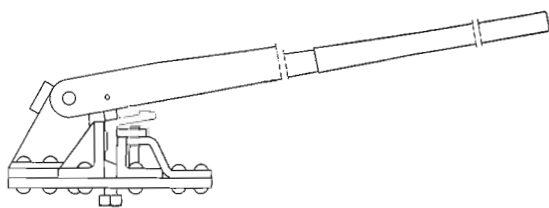


Bild 197.

Utplattade eller skadade rälsändar kunna repareras, såsom tidigare beskrivits.

Uppbockning av nedböjda rälsändar kan verkställas på följande sätt. Skarvsliprarna lyftas, utan att skarvjärnen borttagas, och stoppas något högre än intilliggande sliprar, vilka få ligga orörda. Ligger spåret i grusballast, så att risk för *självstoppning*¹ föreligger, bör man, innan skarvsliprarna lyftas, först något lossa på rälsspikarna eller skruvarna å intilliggande

¹ Lyftes en i grus eller sand liggande sliper, kan det hända, att grus eller sand från sidorna rasa ner på slipersbädden med påföljd, att man ej får ner slipern i sitt gamla höjdläge; man säger, att dylik sliper varit utsatt för självstoppning.

sliprar, så att dessa ej följa med. En uppbockning av rälsändarna sker nu, då tåg går över skarven. Denna metod måste användas med mycket stor varsamhet. Tar man till för mycket, så att skarven blir något för hög, blir tåggången orolig. Det har visat sig, att dylika för högt liggande skarvar ej velat gå ner. Man har i så fall blivit nödsakad att något lyfta samtliga sliprar utom skarvsliprarna.

Under senare år har en *uppbockningsapparat* för justering av rälsskarvar enligt bild 198 kommit till allmän användning. Med denna kan en uppbockning av skarvar verkställas, utan att skarvjärnen behöva borttagas. Man måste dock först undersöka, huruvida de bottna mot rälslivet eller äro skadade. I så fall måste de utbytas. Uppsmidning eller påsvetsning på rälsändarna måste ske före uppbockningen.

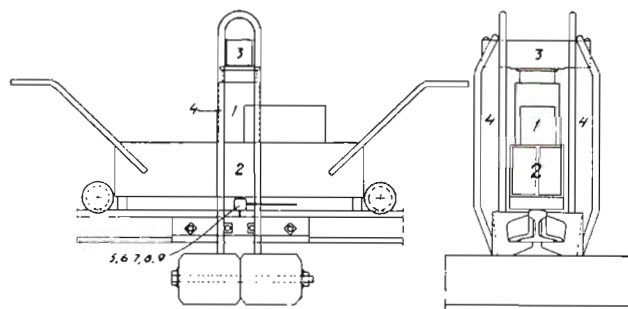


Bild 198.

För att få justerade rälsskarvar att stå är det nödvändigt, att sliprarna ligga i god ballast. Borttagning av förbrukad ballast och dennas komplettering före justeringsarbetet är av betydelse för ernående av ett gott resultat.

Det har visat sig, att det i första hand är rälsskarvjärnen, i mindre grad rälsändarna, som bli påverkade av uppbockningsapparaten. Man bör därför, samtidigt med att man går fram med apparaten, lyfta och stoppa skarvsliprarna något högre än intilliggande sliprar.

Innan uppbockningsarbetet påbörjas, tillses, att rälsskarvbultarna äro lagom hårt åtdragna. Fjädringarna få under inga förhållanden bottna.

Uppbockningsapparaten består av en domkraft (1 å bild 198), en bärbalk (2), en tryckbalk (3), två lyfthakar (4) samt fem olika måttolkar (5, 6, 7, 8, 9) med höjderna 40, 42, 44, 46 och 48 mm resp.

Apparaten användes på följande sätt. Mitt över skarven placeras bärbalken, på denna den hydrauliska domkraften och på denna senare tryckbalken, som i sin tur uppbär de båda lyfthakarna, vilka med sina griphakar fatta om rälsfoten. Vid svävande skarv kan man utan vidare få in dessa griphakar. Vid dubbel- och treslipersskarv däremot måste rälsfoten först höjas c:a 50 mm.

Uppbockning av skarven verkställs nu genom att man pumpar upp domkraften. På grund av att skarven alltid fjädrar åter mer eller mindre, beroende såväl på skarvkonstruktionen som av temperaturen, kan uppbockningsarbetet ej bedrivas schablonmässigt. Ständig kontroll måste utövas, så att önskad uppbockning erhålles. Man kan underlätta detta arbete genom att använda sig av måttolkar av olika höjd, som placeras mellan räls-huvud och bärbalken.

Vid dålig väderlek och låg temperatur är det erforderligt att vid uppbockningen uppvärma skarvjärnen med en blåslampa eller gasbrännare för att minska risken för skarvjärnsbrott och även för att motväga återfjädringen.

Arbetet avslutas med en noggrant utförd lyftning av spåret och stoppning av sliprarna, vilken verkställs samma dag uppbockningen skett. Huru mycket man skall lyfta är även

beroende på ballastens beskaffenhet. I mycket eftergivlig ballast, såsom sand, erfordras högre lyft än t. ex. i makadam.

Kan önskat läge å skarven ej erhållas med en uppbockning, måste förnyad uppbockning verkställas. Man bör även en kortare tid, efter det skarvarna justerats, verkställa förnyad inspektion av spåret och rätta upptäckta felaktigheter.

Förekomma å elektrifierade linjer rälsskarvar med otillräckligt åtdragna bultar, och äro därjämte skarvjärn och räler smutsiga och förrostade, kan sådan ökning av övergångsmotståndet för den elektriska strömmen inträffa, att därigenom uppstående spänningsdifferenser bliva kännbara och i undantagsfall till och med riskabla för människor. *Det är därför av vikt, att rälsskarvarnas tillstånd periodiskt kontrolleras och i samband härmed erforderlig justering av otillfredsställande skarvar utföras. Detta gäller särskilt sidospår, där inspektion icke utföres så ofta.*

d) *Uppmätning och kontroll av spårläget.*

Ju större hastighet man tillåter på en bana och ju tyngre tåg, som få framföras, desto kraftigare måste spåröverbyggnaden vara. Men det räcker ej med detta. Man måste även se till att man får *ett mot den större och hastigare trafiken svarande bättre spårläge och att detta vidmakthålles*. Detta förbättrade spårläge är grundförutsättningen för att tågens gång, allt efter som hastigheten stegras, skall bli tillfredsställande.

Spåret på en enklare linje med en maximihastighet av 60 km/tim behöver därför ej ligga lika oklanderligt som på en bana, där maximihastigheten är t. ex. 120 km/tim. I det senare fallet måste stora fordringar ställas på spårläget. För att belysa denna fråga kan omnämnas, att tyska riksbanorna å linjer, som befaras med dylika höga hastigheter, fordra, att vid spårarbeten, som utföras av entreprenör, felet beträffande de båda rälerarnas inbördes höjdläge ej får överstiga 1 mm, då spårmaterielen är ny. Vid de försök, som gjorts vid SJ på vissa provsträckor, har det ej lyckats att åstadkomma ett spårläge, som uppfyller en dylik fordran.

Innan ett spårarbete avslutas, bör man uppmäta och kontrollera spårläget samt se till, att detta uppfyller vissa minimifordringar, och för den skull verkställa erforderliga efterjusteringar. Man bör under alla förhållanden sträva efter att få ett så gott spårläge som möjligt, enär tågen härigenom erhålla möjligast lugna gång, och åverkan på banan blir den minsta möjliga.

Vid besiktning av ett utfört spårarbete skola följande arbeten verkställas:

1. Uppmätning av rälsförhöjningen (å raklinje de båda rälerarnas inbördes höjdläge); utföres med hjälp av ett med ett finkänsligt vattenpass försett spårsmått (se bild 196).
2. Uppmätning av spårvidden med hjälp av spårviddsmått.
3. Undersökning medelst en stötstång (se bild 188), huruvida sliprarna ligga fast.
4. Uppmätning medelst *linjal* (bild 199) och *kilmått* (bild 200) av skarvarnas höjdläge.
5. Uppmätning av rälsskarvöppningarna.
6. Undersökning, huruvida böjda rälsändar, s. k. svinryggar, förekomma, huruvida räls-huvudena ligga i exakt samma plan eller om fena i rälsändan eller utplattad rälsända förekommer samt framförallt, när det gäller nya räler, att räls-huvudets kant är försedd med den föreskrivna 1 mm fasen.
7. Undersökning, huruvida fel i rikten förekomma (i kurva jämföres spårläget med utsatta kurvålar).

Resultatet av dessa undersökningar antecknas i särskilt protokoll.

För banmästarnas hjälp vid deras månatliga inspektioner av spåret användas s. k. *spårkontrollerare*, t. ex. enligt bild 201.

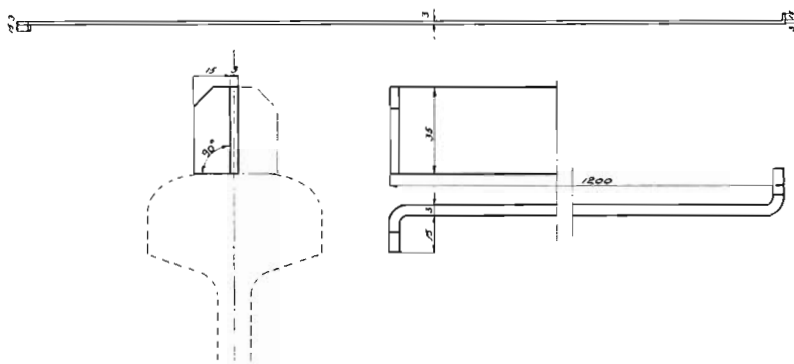


Bild 199.

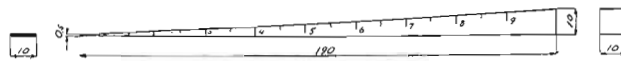


Bild 200.

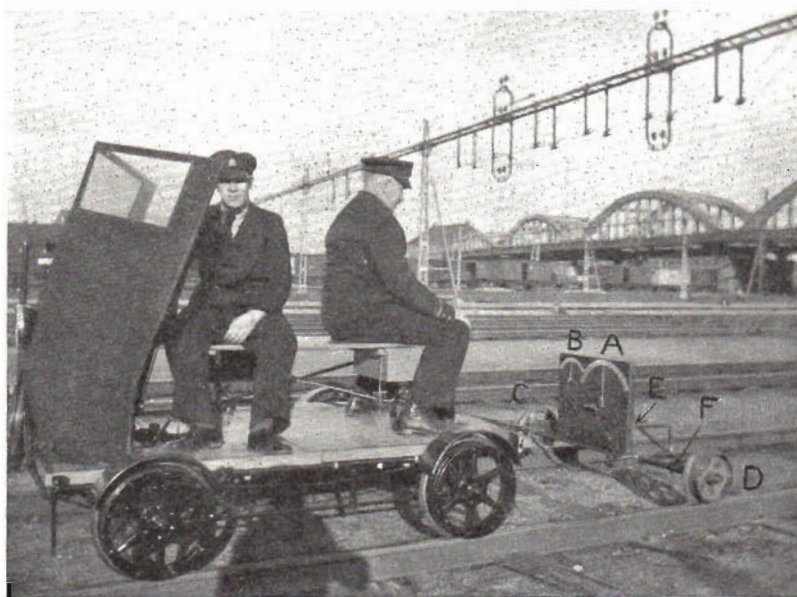


Bild 201.

e) Rälsvandring.

För att återföra rälerna i sina rätta lägen använder man sig av *rälsskarvreglerare*. Dylika finnas av två typer. Den ena (bild 202) fastsättes i skarvbulthålen, varför skarvjärnen först måste avlägsnas, den andra (bild 203) griper med klor om rälshuvudet.

Samtidigt med att rälerna vandra, följa skarvsliparna med, varför en reglering av dessas lägen i regel även måste ske. De rälsspikar, som gå genom vinkelskarvjärnens horisontella del, bli ofta krokiga och starkt nötta under spikhuvudet, varför de böra utbytas.

Vid rälsvandringshindrens anbringande måste man därjämte se till, att de väl stödja mot framförhängande sliper. Erfordras endast ett par rälsvandringshinder per rälsspänn, anbringas detta mot samma, närmast rälsnitt belägna sliper (se bild 91). *Rälsvandringshinder få ej anbringas mot skarvsliper.*

Ibland kan man iakttaga, att rälsvandringshinder avlägsnar sig från slipern. Detta kan tyda på — såsom förut framhållits — att rälsvandringen går åt motsatt håll mot vad man antagit. I vilken riktning vandringen går, kan i regel konstateras genom att ge akt på rälsspikens anliggning i skarvjärnshålen eller rälens förskjutning i förhållande till befästningen. Har man felbedömt rälsvandringens riktning, kan man låta sammankopplingsjärnen sitta kvar och i stället flytta hindren mot slipern vid järnens motsatta ände, såsom tidigare angivits.



Bild 202.

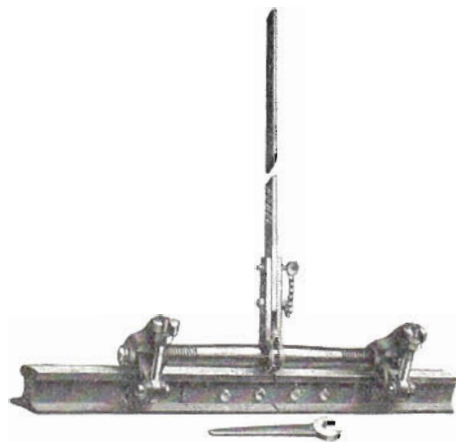


Bild 203.

f) Råler.

Det är av stor betydelse, att nyinlagda råler väl skötas, så att de ej bli skadade. I regel uppstå skador först i råländarna. Uppstår genom utplattning fenbildning, bör dylik snarast möjligt mejslas bort.

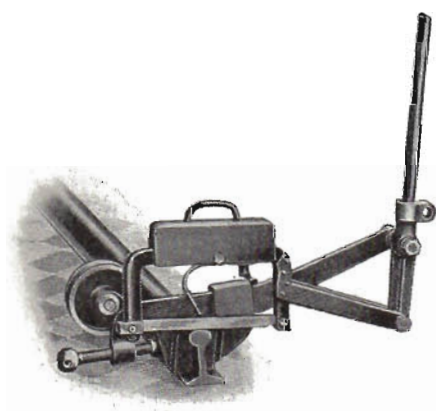


Bild 204.

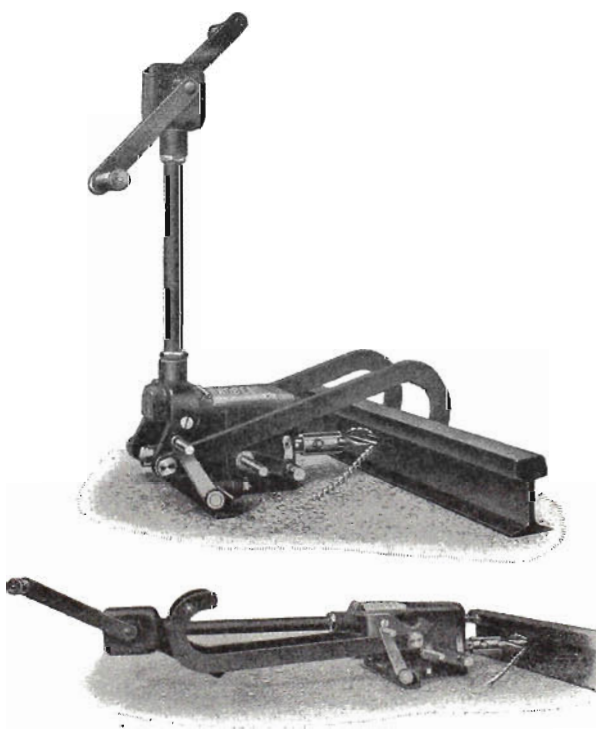


Bild 205.

För att undvika skador i råländarna är det av stor vikt, att de båda råländarna i skarven passa väl mot varandra och äro exakt lika höga. Skulle så ej vara fallet, bör skillnaden utjämnas genom slipning. Vid utbyte av enstaka råler, t. ex. efter råländbrott, bör den rål, som läggs in i stället för den skadade, vara lika sliten som anslutande rålerna. Genom att byta ut råler en kortare sträcka kan man skaffa sig erforderligt antal begagnade råler för dylikt ändamål.

Den nyinlagda rälen bör vara exakt lika lång som den gamla. Skall rälen ligga i kurva, bockas den i förväg, då så är erforderligt. För kapning och borrarning av räler finnas *räls-sågar* (bild 204) och *rälsborrningsmaskiner* (bild 205). Rälerna kunna krökas med hjälp av *rälstving* (bild 206).

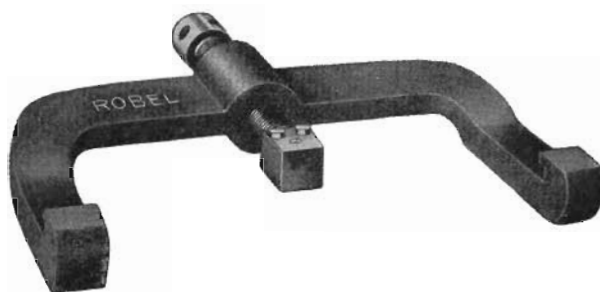


Bild 206.

Under trafikens åverkan blir rälshuvudet allt mer nedslitet och tillplattat. I skarpa kurvor kan rälshuvudet i yttersträngen därjämte bli starkt snedslitet. Dylik snedslitning, som kan förorsaka ett för tidigt utbyte av yttersträngen, kan i viss mån förebyggas genom smörjning av ytterräkens farkant. Smörjningen kan antingen utföras för hand med spillolja eller medelst *automatiska flänssmörjningsapparater* (bild 207 a och b). Å linjer med övervägande tung gods-

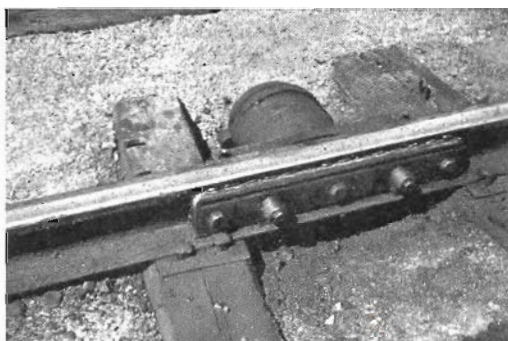


Bild 207 a.

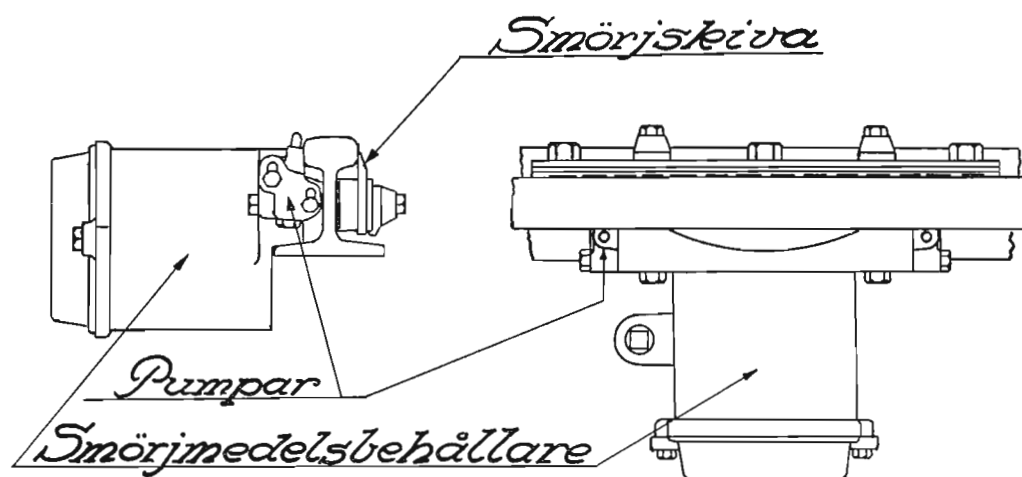


Bild 207 b.

trafik kan det i stället bli innersträngen, som blir så hårt nedsliten, att den först måste utbytas. Även om det sålunda i vissa fall händer, att ett rälsutbyte måste företagas på grund av att hela rälen är nedsliten, är dock den vanligaste orsaken till rälsutbyte skadade rälsändar. Betydelsen av att väl sköta rälsskarvarna kan därför ej överskattas.

Lastning och lossning av räler böra alltid verkställas med stor omsorg för att undvika uppkomsten av krökar eller skador, som senare kunna bli orsak till rälsbrott. Man bör använda särskilda kranar samt lastnings- eller lossningsbryggor, av vilka flera olika modeller finnas.

g) *Spårväxlar.*

Växlar i huvudtågspår och i livligare trafikerade växelgator äro särskilt utsatta för stora påkänningar och fordra ett påpassligt och väl skött underhåll. I kapitlet om gassvetsning har redogjorts för huru nedstukningar kunna repareras. Underhållet av spårväxlar bör därjämte omfatta tillsyn av tungspets och tungrot, mellanräler samt korsning med moträler. Särskild uppmärksamhet bör ägnas moträlens läge, lossnade muttrar m. m. Rubbningar i växel-delarnas inbördes lägen kunna uppstå genom rälsvandring.

Särskilt vid äldre, svagare växelkonstruktioner förekomma ofta sådana fel som att tungan icke sluter tätt mot stödrälen, och att tungspetsen av olika anledningar glappar vid belastning (tungan vrider sig i tungroten, felaktiga stödknappar, krökta stag m. m.).

Erfordras utbyte av någon enstaka växeldel, måste man vara noggrann med att den nya delen väl passar mot de gamla delarna. Om växeln är hårt sliten, är det i regel felaktigt att inlägga en *ny* växeltunga utan att samtidigt även utbyta stödrälen. I övergången mellan utbytta och gamla delar måste räls huvudena passa exakt mot varandra. Skulle så ej vara fallet, utjämnas vad som skiljer med en slipmaskin eller genom påsvetsning. Rälsfil bör endast i undantagsfall användas, enär dylikt slipningsarbete är oekonomiskt.

En bidragande orsak till att underhållet av växlarna är krävande är, att en växel innehåller ett flertal ganska nära varandra liggande skarvar, varigenom rubbningar i ballasten lätt uppstå, särskilt om denna utgöres av grus eller sand. *Det är därför lämpligt att lägga växlarna i makadamballast.*

h) *Sliprar.*

Slipersutbyte föranledes av att slipern antingen på grund av mekanisk åverkan eller på grund av förruttnelse ej är användbar i spår.

Slipersutbytet föregås av en *utprickning* av de sliprar, som böra utbytas. Vid denna undersökning kan det vara erforderligt att borttaga ballasten, så att slidersändarna och rälsläget väl blottas, enär förruttnelsen i regel börjar å dessa båda platser.

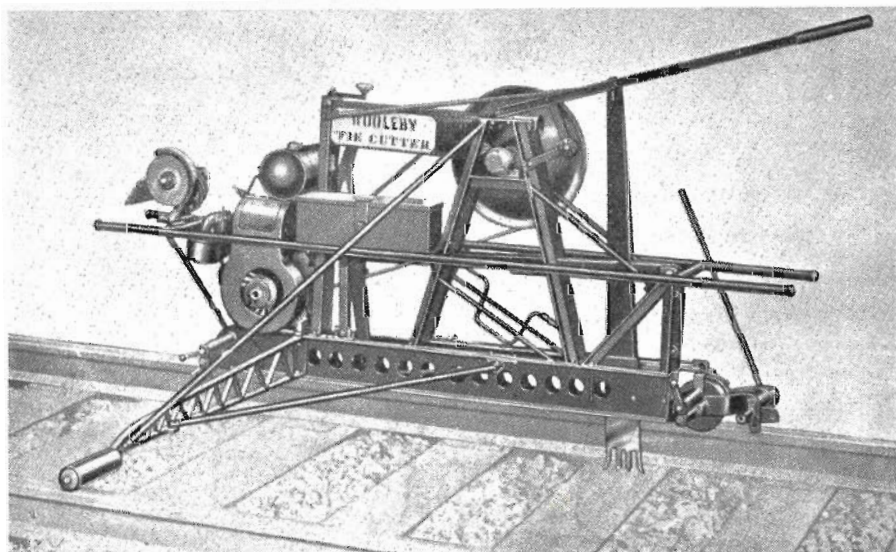


Bild 208.

Även problemet ang. rationalisering av slipersutbytet är för närvarande föremål för behandling. Här gäller det att med minsta arbete få ut den gamla och in den nya slipern utan att onödigt rubba den gamla slipersbädden. För närvarande arbetas med dels en *slipersavsågare* (bild 208), med vilken den gamla slipern sågas i tre delar, som lätt kunna tas upp, dels en *slipersutdragare* (bild 209).

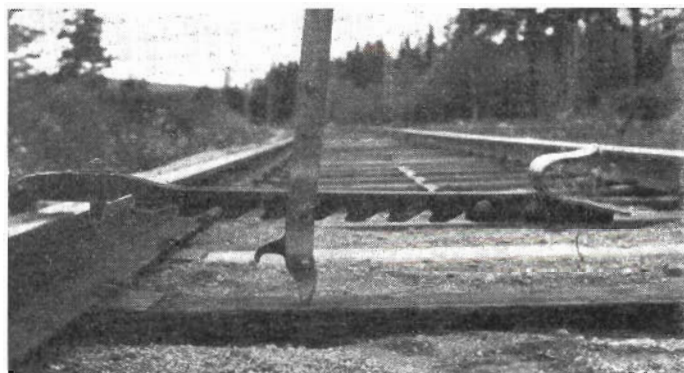


Bild 209.

Såsom tidigare framhållits, har den *vanliga rälsspiken* benägenhet att *krypa upp ur slipern*. Genom att spiken upprepade gånger rycks upp och sedan slås ner igen, vartill komma de påfrestningar, som bli en följd av att spiken har att överföra sidokrafter från tågen, blir träet runt spiken så förstört, att spiken icke längre får något fäste. Spiken bör då nedslås på annat ställe. Gamla hål igenpluggas med tjärdränkta träpluggar. Vid omspikning t. ex. i samband med kilningsarbete skola spikarna upptagas och därefter i spikhålen insättas frisk, helst tjärdränkt eller impregnerad sliperspligg av lämplig storlek, innan rälsspik ånyo slås in.

Har en *rälsskruv* lossnat, kan man ej använda metoden att stoppa en sliperspligg i hålet. Man kan borra upp hålet och slå in en impregnerad björkdympling (propp), som helt fyller hålet. I dymplingen borras hål för skruven.

Klotsningen medför en försvagning av slipersändan. Ofta spricker den eller gå bitar ur, så att ett säkert klotsfäste ej längre erhålles. Detta kan medföra ett för tidigt utbyte av slipern. Allt efter som underläggsplattor inläggas, kommer man ifrån denna svårighet.

Under trafikens påverkan äta rälerna ner sig i sliprarna, varvid den i lutning 1: 20 gjorda laftytan förändras, merendels till det utseende, som framgår av bild 210. Kullrigheten beror



Bild 210.

på, att rälerna tvingas till en vridande rörelse, föranledd av de varierande lodräta och vågräta krafterna från tågen. En omлаftning av slipern blir därför nödvändig, framför allt vid kilningsarbeten, för att få en perfekt upplagsyta för kilarna. Vid inläggning av underläggsplattor på gamla sliprar är det av vikt att åstadkomma en plan yta för varje underläggsplatta. Detta arbete kan verkställas med en vanlig laftyxa men sker bäst med en motordriven laftmaskin (se bild 165).

Sliprarna böra ligga så torrt som möjligt. Gammal förbrukad ballast bör borttagas, så att

sliprarna ej komma att ligga i trång av förbrukad ballast, som kan vara helt ogenomsläpplig för vatten.

i) *Ballast.*

En god och väl-dränerad ballast är av fundamental betydelse för ett ekonomiskt spårunderhåll och för möjligheten att vidmakthålla ett tillfredsställande spår-läge.

Underhållet av ballasten går ut på att hålla densamma väl dränerad, att ta bort söndermald och förbrukad ballast och ersätta denna med ny ballast samt att bekämpa ogräset.

För borttagning av ogräs ha kemiska hjälpmedel kommit till allt vidsträcktare användning. Det vanligaste är natriumklorat, som i allmänna marknaden ofta går under namnet "Klorex". Det upplöses i vatten, i regel använder man en 2 % lösning. Besprutningen bör ej ske i regn-väder, helst ett par timmar efter ett dylikt. Giftet sprider sig från bladen ned i roten, så att växten efter några dagar vissnar och dör. Man låter ett fint duggregn av lösningen till en kvantitet av c:a 2 liter per m² falla över ballastytan. För ändamålet har man iordningställt särskilda sprutningsvagnar av gamla loktendrar. Tre dylika vagnar, förbundna med rör-ledningar, varvid den sista är försedd med strilrör, framföres å banan med lokomotiv och med en hastighet av 5—7 km i timmen. Natriumkloratet kan i torrt tillstånd åstadkomma självantändning, varför man vid dess användning måste iakttaga försiktighet.

I grusballast kan ogräset även bekämpas med hjälp av de s. k. ballastjusterarna litt. Q 20 (bild 211). Dessa äro försedda med ballastskovlar, vilka skyffla om ballasten utanför slipers-

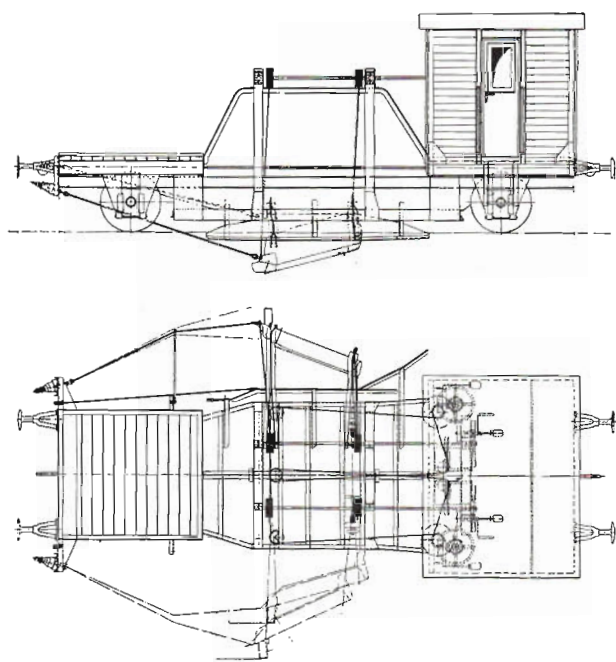


Bild 211.

ändarna, varigenom ogräset till stor del uppryckes. Med skovlarna kan man även i viss mån justera ballastprofilen, enär dessa föra upp grus, som rasat ner på banketterna. Någon utjämning av gruset från ställen, där överskott föreligger, till ställen, där grus fattas, sker dock ej. Skovlarna äro försedda med bankettknivar, vilka skära av gräsbeväxta banketter, som förhindra ballastens dränering. Ballastskovlarna kunna manövreras såväl i höjd- som sidled medelst tryckluft.

Avskärning av för höga banketter kan även verkställas med en för ändamålet byggd bankettplog litt Q 18 (bild 212).

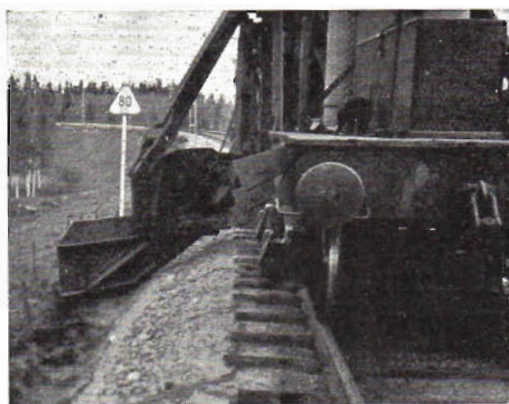


Bild 212.

k) Olika system för bedrivande av underhållsarbeten.

Spårunderhållet vid våra svenska järnvägar bedrivs allt fortfarande i stort sett efter samma riktlinjer som vid järnvägarnas begynnelse. Den förnämsta orsaken härtill torde vara, att *grus och sand* allt fortfarande är den ojämförligt vanligast förekommande ballasten. För att kunna hålla spåret i ett tillfredsställande läge fordras en aldrig svikande påpasslighet. Särskilt under tider, då riklig nederbörd förekommer, måste man räkna med ideliga rubbningar i spårläget. Underhållet måste därför inriktas på avhjälpandet av ständigt uppkommande bristfälligheter. Svårigheterna ökas därjämte av att slipersutbyte verkställs varje år. Nya sliprar ligga omedelbart intill sliprar, som kanske skola utbytas ett kommande år. Dessa sliprar ha ej samma bärighet. Tages vidare hänsyn till att stoppningen under de olika sliprarna är svår att få jämn, då endast partiellt slipersutbyte verkställs, äro de förnämsta orsakerna nämnda till att spårets höjdläge, särskilt vad beträffar de båda rälssträngarnas inbördes höjdläge, ofta lämnar en hel del övrigt att önska. Med detta underhållssystem — det kallas ibland "flickunderhåll", enär man ständigt måste hålla på att "flicka" eller "lappa" — är det därför svårt att åstadkomma ett förstklassigt spårläge.

Utgöres ballasten däremot av *fullgod makadam*, har man fått ett annat utgångsläge. En dylik ballast besitter en väsentligt större stabilitet än grusballasten. Går man sedan in för att vid spårets iordningställande vända såväl bankropp som ballast, kan man redan från början åstadkomma sådan komprimering av ballasten, att då tåg sedan går över, inga permanenta sättningar uppstå. Verkställer man därjämte ett totalt slipersutbyte, varvid endast impregnerade sliprar böra komma till användning, har man skapat ett spår, som under ett visst antal år — antalet givetvis beroende av trafikens omfattning — tarvar ett obetydligt underhåll. Förutsättningen för att nå detta resultat är, att bankroppen är väl dränerad, och att erforderliga åtgärder vidtagits för att få bort ev. uppfrysningar i spåret.

Idealet når man, om samtliga i spåret ingående delar — framförallt räler, sliprar och ballast — kunna få ungefär samma livslängd. Ett samtidigt utbyte av räler och sliprar jämte rening och komplettering av makadamballasten kan då verkställas. Man utför en *storrevision* av spåret.

Under tiden mellan dessa storrevisioner kan man räkna med följande. Under de närmaste åren efter iordningställandet inskränka sig arbetena till avhjälpande av enstaka mindre fel. Det är givetvis uteslutet att få ett spårarbete så perfekt utfört, att icke ens några mindre felaktigheter skulle kunna kvarstå. Dylika fel avhjälpas av sträckvakten, vilken vid inspektion av spåret har med sig erforderliga verktyg. Det kan vara fördelaktigt, att denna inspektion sker till fots. När sedan efter vissa år — kortare tid för en hårt belastad sträcka än för en mindre hårt belastad — spårläget börjar försämrast, så att justeringsarbeten erfordras, sätter man igång med en *mellanrevision*, vilken utföres av ett arbetslag. En allmän översyn av

spåret verkställas och skadade delar utbytas. Skulle några dåliga sliprar förekomma, böra även de utbytas. Sedan justeras spåret noga såväl i höjd- som sidled och så, att intill tiden för nästa revision den inspekterande sträckvakten kan avhjälpa uppkommande fel.

Dessa mellanrevisioner upprepas sedan i regel med jämna mellanrum efter en på förhand uppgjord plan. Så småningom kommer man till den tidpunkt, då räler och sliprar böra utbytas. Då verkställs storrevision av spåret. All materiel utbytes, ballasten renas och kompletteras och vältning verkställs.

Detta sätt för underhållsarbetens bedrivande förutsätter, som nämnt är, makadamballast och är huvudsakligen lämpat för livligt trafikerade dubbelspårssträckor. Förutom de stora fördelar det har ur teknisk synpunkt, kan det även medföra ekonomiska fördelar genom att man får arbetena koncentrerade till vissa tidpunkter, vilket skapar ökade rationaliseringsmöjligheter. Man kommer ifrån det ideliga lappandet, som är karakteristiskt för flickunderhållet.

Underhållsarbetena ha hittills i stor omfattning ålegat sträckvakterna, vilka allt efter behov fått en eller annan man till hjälp. Endast sådana arbeten, som sträckvakten och hans medhjälpare ej kunnat utföra, ha överlåtits till arbetslag.

I syfte att rationalisera underhållsarbetena och möjliggöra användandet av arbetsbesparande maskiner har på försök igångsatts en omläggning av arbetsorganisationen, som går ut på att utföra så många underhållsarbeten som möjligt med arbetslag.

1) Plan för bedrivande av underhållsarbeten.

För att få till stånd ett effektivt och ekonomiskt underhåll av banan är det nödvändigt, att man först verkställer en ingående undersökning av banans tillstånd och härvid i detalj tar upp, vad som bör göras under det kommande året. Man gör sedan upp en arbetsplan.

Vid dessa planers uppgörande bör man särskilt ha i minnet, att banunderhållet, rätt skött, till stor del går ut på att förekomma uppkomsten av brister och skador, ojämnheter i spårläget m. m.

Underhållsarbeten förekomma året runt. En hel del arbeten kunna dock endast verkställas under tider, då banan ej är frusen.

Så snart tjälen gått ur ballasten, bör slipersutbytet omedelbart igångsättas och så bedrivas, att det snarast möjligt blir avslutat. Så länge ballast är blöt, går utbytet mycket lättare att verkställa. Ett försenat slipersutbyte försenar därjämte en del andra underhållsarbeten och gör, att det dröjer längre, innan man får banan i stånd efter vinterns påfrestningar.

Snarast möjligt bör man även sätta igång en del övriga underhållsarbeten. Spik och skruv omses. Spikarna nedslås och spikhålen pliggas, om så erfordras. Rälsvandring och skarvöppningarnas storlek regleras, rälsvandringshindren ses till och kompletteras med nya, om så visar sig erforderligt. Särskild uppmärksamhet ägnas rälsskarvarna, så att åtgärder vidtagas mot låga skarvar, skador i rälsändarna m. m. Muttrarna i skarvarna dras åt, om så erfordras, dock ej för hårt. Man ser till att muttrarna ej få sitta och rosta fast. Vidare skall spårläget justeras i såväl höjd- som sidoläge. Vid justeringen inlägges den s. k. sommarkilen (str nr 239, del F). Längre fram på våren måste man vidtaga åtgärder för ogräsets bekämpande, justering av ballastprofilen, spårets höglyft och komplettering av ballasten, där så erfordras. Till underhållsarbetena höra även rälsutbyten, växelutbyten och växelreparationer.

Under vintertid är det framförallt kilningsarbeten samt utbyte och omspikning av enstaka räler vid rälsbrott, som huvudsakligen förekomma i spåret. Man bör under denna tid förbereda sommarens underhållsarbeten genom att utföra slipersläftning, tillverkning och tjärdränkning av träpluggar för spikhål, tillverkning av kil, materialtransporter m. m.

