

ÖVERBYGGNAD FÖR SPÅRVÄGSSPÅR I GATOR.

Föredrag av baningenjör *T. Vidlund*.
Göteborgs spårvägar.

När en spårvägsbana skall ny- eller ombyggas, ställes banteknikern inför den viktiga frågan: vilken rälsprofil skall väljas, och hur skall stålet i rälsen vara beskaffat för att på bästa sätt fylla sin uppgift?

Vad valet av själva rälsprofilen angår, så torde detta vara jämförelsevis enkelt, och några allmänna regler torde härför knappast kunna uppställas. Jag vill i denna fråga endast påpeka, att då det gäller förläggning i gata, den tyska normalprofilen N. P. 4 torde vara den, som mest kommit till användning i Tyskland och även i Skandinavien. Denna profil har sina stora fördelar i skenhuvudets stora slitmassa och den breda fotens möjligheter för en fast understoppning.

Vad däremot gäller valet av lämpligt stål i rälsen, så är detta betydligt svårare att komma till rätta med.

Banteknikern har här knappast någon annan utgångspunkt än det slitage å skenhuvudet, som går under benämning räffelbildning. Det gäller att skaffa ett material, som i möjligaste mån gör motstånd mot denna deformation av skenhuvudet.

Vid internationella spårvägskongressen i Paris 1924 bildades en kommitté, som hade till uppgift att utarbeta förslag till standardisering av spårvägsräls, och denna i sin tur tillsatte en underkommitté, som hade till speciell uppgift att studera räffelbildningens orsaker och om möjligt finna verksamma botemedel mot densamma. Resultaten av denna kommittés arbeten och undersökningar till dato framlades vid årets internationella spårvägskongress i Rom.

Då dessa undersökningar icke bara varit synnerligen intressanta, utan även, som jag tror, lämnat värdefulla och positiva resultat, tager jag mig friheten att lämna ett kortfattat sammandrag av desamma. Kommittén uppdelade problemet i tre huvudpunkter, nämligen:

- 1) Sök de egenskaper, som rälsen bör ha för att väl motstå räffelbildningen med avseende på såväl material som fabrikation;
- 2) Studera bantillståndets inflytande på räffloras utveckling;
- 3) Studera andra orsaker till räffelbildningen och i synnerhet sådana, som stå i samband med den rullande materielen.

Resultaten av undersökningarna med avseende å första punkten framgår av följande sammanställning. Proven äro utförda med stavar av 100 mm. mätlängd och med diametrar av 13,65 mm.

Rälsen 6 och 7 äro lika gamla och härröra från samma bandel. Rälsen 6, som är starkt angripen av räfflor, har ett formförändringsarbete, som är mycket mindre än den föga angripna rälsen 8, och likaledes är töjningen mindre, 20 % i stället för 24.

Rälsen 10 och 11 ha blivit nedlagda på samma gång i den yttre strängen av samma kurva. Detta exempel framhålles som särskilt intressant, emedan dessa båda räls hava praktiskt taget samma elasticitetsgräns, samma brotthållfasthet och endast skilja sig genom värdena på töjningen och formförändringsarbetet.

N ^o	Plats	Elasticitetsgräns kg	Brotthållfasthet kg	Töjning %	Formförändringsarbete kg/cm	Reffelbildning
1	Avenue de Clichy.....	40,8	79,0	20,5	239	Rälsen ej angripen
2	--- -- la Reublique i Montrouge	41,7	82,8	13,0	175	-- angripen
3	Quai des Grands-Augustins.....	35,0	73,1	24,0	227	-- ej angripen
4	Rue de Paris i Pantin.....	33,3	62,8	20,5	192	-- angripen
5	Boulevard Bineau i Neuilly.....	38,5	77,2	18,5	218	-- angripen
6	Avenue d'Italie.....	38,5	74,8	16,0	172	-- angripen
7	--- -- -- -- --	30,7	69,4	20,0	212	-- föga angripen
8	Quai de la Rapée.....	30,2	61,8	24,0	233	-- ej angripen
9	--- -- -- -- --	37,1	74,8	20,0	201	-- föga angripen
10	Kurva, rue des Pyrénées.....	42,8	84,8	21,0	248	-- ej angripen
11	--- -- -- -- --	42,0	78,8	14,5	192	-- angripen
12	--- -- Boulevard Richard-Lenoir	42,7	88,4	9,8	131	-- angripen
13	--- -- -- -- --	36,7	72,1	16,0	166	-- angripen
14	Avenue Daumesnil i Paris.....	32,5	74,1	18,0	205	-- angripen
15	--- -- -- -- --	36,5	69,1	23,5	247	-- ej angripen

Fig. 1.

Den räls, som har de minsta värdena på formförändringsarbetet och töjningen, är angripen, då däremot den, som har högre värden, är oskadad.

Rälsen 12 och 13, också de nedlagda på yttre kanten av samma kurva, äro båda angripna på samma sätt. Dessa hava låga värden på formförändringsarbete och töjning.

Exemplet man fått av 14 och 15 är anmärkningsvärt från samma synpunkt. Dessa räls, som äro nedlagda på samma gång på samma linje, d. v. s. under exakt samma arbetsförhållanden, ha på 2 kg. när samma brotthållfasthet. Deras elasticitetsgränser skilja sig föga, då däremot deras formförändringsarbeten och töjningar äro väsentligt olika. Räls 14 är starkt angripen, då däremot 15 ej visar minsta spår av räfflor, och detta ger ännu en gång anledning påpeka, att den angripna rälsen är den, som har det minsta värdet på formförändringsarbetet och töjningen.

Till dessa konstateranden fogas ytterligare ett annat, som klart visar inflytandet av rälskvaliteten. I en gata i Paris hade den före kriget nedlagda rälsen aldrig blivit räfflad. I slutet av 1925, då denna bandel

skulle förbättras, var rälsen bevarad hel utom på 36 m., där de gamla skenorna hade ersatts med sådana, som levererats 1925. Den rullande materielen hade alltså varit densamma. Underbäddens beskaffenhet, förläggningssätt, profilen på rälsen och körbanan, hastigheter etc. äro desamma för de nya skenorna som för de gamla. Man konstaterade nu, att den nya rälsen blivit räfflad på ett ställe, där räffelbildning aldrig förut uppstått på de gamla skenorna.

Dragningsproven för 1925 års räls visade följande siffror:

$$E = 40,0 \text{ kg/mm}^2 \quad K = 79 \text{ kg/mm}^2 \quad \lambda = 13 \%$$

För den gamla rälsen voro siffrorna:

$$E = 40,6 \text{ kg/mm}^2 \quad K = 79 \text{ kg/mm}^2 \quad \lambda = 20,5 \%$$

Även i detta fall äro alltså elasticitetsgränsen och brotthållfastheten lika, då däremot töjningen visar ett väsentligt mindre värde på den räfflade rälsen.

Av dessa prov framgår alltså, att det stål, som har de största värdena på töjning och formförändringsarbete är det, som har största motståndet mot räffelbildningen.

Vad angår elasticitetsgränsen gör kommittén följande anmärkning: »Det finns anledning betrakta slitningen av rälsen, vilken form denna än må ha, som varande i viss mån en följd av metallens trötthet, uppkommande under upprepade påfrestningar.»

Det är, meddelar kommittén, allmänt erkänt, att en bestämd relation förefinns mellan elasticitetsgränsens och materialets motståndskraft vid detta slags påfrestning, och är metallen mera motståndskraftig, då elasticitetsgränsen är hög. Denna är alltså ett mått på uthålligheten, och detta utgör ett skäl för att densamma skall ligga så högt som möjligt.

Kommittén har alltså kommit till det resultatet, att det stål, som bäst motstår räffelbildningen, bör ha en tämligen stor hållfasthet vid brotthållfastheten men på samma gång ett så stort värde som möjligt på $\frac{E}{K}$ och på formförändringsarbetet eller på någon funktion av brotthållfastheten och formförändringsarbetet.

Kommittén föreslår här relationen $K+6\lambda$, där K betecknar brotthållfastheten i kg/mm^2 och λ töjningen i %. Värdet på denna bör för ett stål, som skall ha stor motståndskraft för räfflor, ej understiga 175.

Dessa siffror förklara, varför man inte genom värmebehandlingsar av rälsen (»insitu», »sorbiträls» etc.) lyckats komma till tillfredsställande resultat. Rälsens behandling, sådan som den hittills har gått till, har oftast haft till följd en för stor höjning av elasticitetsgränsen i förhållande till ökningen i brotthållfastheten, men däremot en omåttlig minskning i töjningen och till följd härav för lågt formförändringsarbete. Man har här att göra med onormalt och man kan säga dåligt balanserat material.

Som exempel på lämpligt stål hänvisas till nedanstående tabell, som utvisar provningsresultaten vid en rälsleverans till la Société des Transports en Commun de la Région Parisienne:

Utslag N:r	Elasticitets- gräns <i>E</i>	Brottgräns <i>K</i>	Töjning %	$K + 6 \lambda$
33,231	43.4	78.7	19.0	192.7
99,168	43.3	76.0	21.0	202.0
99,215	44.6	78.0	19.0	192.0
99,330	43.0	76.0	19.5	193.0
3,723	40.8	78.7	19.0	192.7
3,718	42.5	79.0	19.0	193.0

Den andra huvudpunkten av kommitténs undersökningar gällde ban-
tillståndets inflytande på räffelbildningen.

Här påpekas att det är av vikt att gatuprofilen är sådan, att de båda skenornas slitytor ligga i samma plan.

Vidare påpekas särskilt betydelsen av väl utförda skarvar.

Skarvfrågan är ju på ett tillfredsställande sätt löst genom thermit-
svetsningen, men det gäller att efterse, att instruktionerna angående
svetsningens utförande följas så noggrant som möjligt, så att några
slentrianmässiga avvikelser från dessa på inga villkor får förekomma.
En dåligt utförd skarv kan ge anledning till räffelbildningar i ett under
vanliga förhållanden motståndskraftigt material. Slipningen av räls-
skarven måste ske med utomordentlig noggrannhet, så att rälsytan
erhåller fullständig kontinuitet. Även själva rälsen är i sitt nyvalsade
tillstånd inte alltid slät, utan visar ofta talrika ojämnheter, vilkas be-
tydelse understundom är tämligen stor. Dessa ojämnheter synas tyd-
ligt, så snart den rullande materielen börjat köra, och det utscende
rälsen då får, giver ibland det intrycket, att den är angripen av räffel-
bildning. Mycket ofta försvinna dessa ursprungliga ojämnheter efter
en tids slitning, men det kan också inträffa, att de framkalla en be-
gynnande räffelbildning på samma sätt som en dåligt slipad svetsad
skarv. Nürnbergs spårvägar har lagt så stor vikt vid denna fråga, att
de låta minutiöst slipa rälsen jämn, innan den tages i bruk. Denna
radikala åtgärd medför möjligen en alltför kännbar ökning i inköps-
priset, men man bör i varje fall bemöda sig om, att få leverantörerna
att leverera rälsen med så slät rullningsyta som möjligt. Vidare på-
pekas vikten av att hålla banan i ett tillstånd av fullkomlig stabilitet,
om man vill undvika, om icke själva upphovet, så åtminstone den
snabba och omåttliga utvecklingen av räffelbildningen.

Vad den tredje och sista punkten angår, så gällde denna den rullande
materielens inflytande. Detta hör ju knappast hemma i mitt anförande,
men jag vill för fullständighetens skull meddela de resultat, vartill
kommittén kommit, dock utan kommentarer.

De rön och observationer, som kommittén gjort hava lett dem till följande slutsatser.

1) Stålet i hjulbandagen bör vara av en hårdhet, som är obetydligt större än rälsstålets;

2) det tycks som om den cylindriska profilen på bandagen vore att föredraga framför den koniska, och att bandagen böra vara av en sådan bredd, att den täcker hela rälsens rullningsyta. Dessutom är det nödvändigt, att bandagen på samma hjulaxel äro exakt lika;

3) det är till fördel att så litet rörelse som möjligt förefinnes mellan hjulaxeln och dess infästning;

4) vagnstypen, som är att föredraga, är vagnen med låg tyngdpunkt, smidig upphängning, dock utan överdrift varken i horisontal eller vertikal riktning, med den ej elastiskt upphängda tyngden nedsatt till ett minimum och med stor hjulbas.

Kommittén anser, att om man fäster avseende vid dessa råd, bör man erhålla, om icke det fullkomliga försvinnandet, så åtminstone en märkbar förminskning av räffelbildningen.

Om man nu har vidtagit alla dessa åtgärder och ändå blir överraskad av räfflor i rälsen, så måste dessa på ett eller annat sätt avlägsnas. Det gamla sättet att utföra detta för hand på vintern, då det är ont om arbete, har kommit mer och mer ur bruk. Arbetet utföres nu nog lämpligast med trallor eller lok, försedda med smärgelklotsar. Så snart antydningar till räffelbildningar synas, böra dessa omedelbart röjas ur vägen, innan de hinna börja utföra sitt förstörelsearbete på räls, gatubeläggningmaterial och underbäddar.

Vad valet av växlar angår finns ju att välja mellan gjutna manganväxlar och växlar sammanbyggda av rälsckenor.

Manganväxlarnas ekonomi har under de senaste åren väsentligt ökat därigenom, att fabrikanterna av svetsningselektroder lyckats åstadkomma specialelektroder, som möjliggöra reparationssvetsning av manganstålet.

I Göteborg har för detta ändamål en A.W.P.-elektrod, som enligt uppgift lämnar 13-procentigt manganstål i svetsen, mest kommit till användning och visat sig väl fylla sin uppgift. Densamma har dock en nackdel, därigenom att svetsen måste i glödande tillstånd hamras, varvid glödande partiklar i stor mängd slungas ut från arbetsstället. Då detta slags arbete vanligen försiggår å trafikerade gator är detta givetvis en stor nackdel, och vi hava varit nödsakade att uppföra en mansrock och ett par damstrumpor på vårt svetsningskonto.

En annan elektrod för detta ändamål, som ej behöver hamras, är Arcos-elektroden »manganend». Denna elektrod, som vid svetsning enligt våra svetsares uppgifter är synnerligen lätt att hantera, har hos oss provats sedan $\frac{3}{4}$ år tillbaka och har till dato lämnat hållbara svetsar. Även Elektriska Svetsningsaktiebolaget har vid Göteborgs Spårvägar visat prov på hållbara mangansvetsar.

En växel, som under de senaste åren kommit till stor användning i Tyskland är den s. k. »fjädertungväxeln». Denna växel saknar tungcentrum, alla spårväxvxlars största svaghet, och omläggingsrörelsen sker genom växeltungans fjädring. Densamma kan insvetsas i spår-anläggningen med Elektrothermits »smelzgussverfahren» (den vanliga rälssvetsningen kan ej användas, emedan svetsningspressarna ej kunna anbringas i växel), och man erhåller härigenom även vid växelställen så gott som helt genomgående material. Jag var i våras i tillfälle att besöka några av Tysklands större städer, och fjädertung-

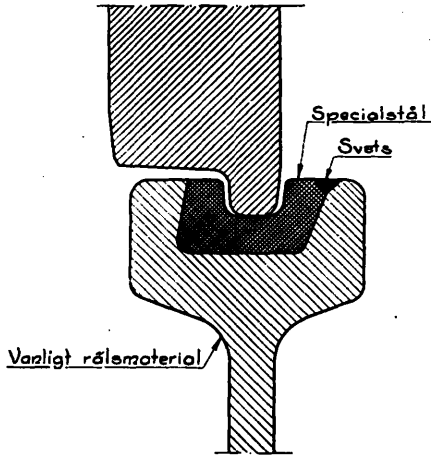


Fig. 2.

växlar gjorde här överallt sitt segertåg och omnämndes i allmänhet av banteknikerna med berömmande superlativ.

Manganväxeln förekommer här endast undantagsvis på grund av sitt höga inköpspris. Överingenjören vid Berlins banavdelning påpekade dock, att manganväxelns användbarhet väsentligt ökats, sedan möjlighet erhållits att reparationssvetsa densamma. I Göteborg ha 2 st. fjädertungväxlar inköpts i och för prövning. Desamma betinga ett pris av ca 1.300 kronor cif Göteborg, alltså något över hälften av en manganväxel, och tillverkas av Westfalische Stahlwerke, som inneha patent å dem.

En annan av skenor sammanbyggd växel är den av direktör Thomas i Köln konstruerade »parabelväxeln». Denna skiljer sig från den vanliga växeln därigenom, att växeltungans kurva utgöres av en parabel. Radien i växelns lillända är 100 m. och i storändan 50 m.

Vagnarnas gång i dessa växlar är synnerligen jämn och smidig och utan stötar. Detta har icke bara betydelse från passagerarnas synpunkt utan har dessutom stor inverkan på växelns varaktighet. Di-

rektör Thomas visade en dylik växel, som hade trafikerats $3\frac{1}{2}$ år. En vanlig 50 meters växel hade tidigare på samma plats utslitits på 8 månader.

Våd spårkryssen angår har man även här att välja mellan kryss, sammanbyggda av rälsskenor eller gjutna dylika av manganstål. Manganstålet bör nog komma till större användning i kryss än i växlar, då priset per kg. här ställer sig lägre, beroende på att krysset undergår mindre bearbetning efter gjutningen. Krysset har ej som växeln några lösa delar, som behöva inpassas i varandra. Bearbetningen av manganstål är som bekant en besvärlig och dyrbar procedur, då detsamma ej kan bearbetas med eggverktyg utan endast med smärgel.

För att nedbringa kostnaderna för krysslitage har en ny korsningskonstruktion börjat prövas i Tyskland. Denna grundar sig på den gamla idén att göra ett slitageinlägg av specialstål i en grov rälsskena av billigare material. Konstruktionen är gjord av direktör Uhrmacher vid Bremens spårvägar. Bilden, som är gjord efter en skiss, som direktör Uhrmacher ritade i min reseanteckningsbok, är endast schematisk. Inlägget, som skall utgöras av mangan- eller kromnickelstål, skall, sedan det är vederbörligen utslitet, kunna huggas loss med skrotmejsel och ersättas med nytt. Inläggets sneda form åstadkommer, att fastsvetsningen ej behöver företagas på mer än en sida. Fördelen med denna anordning är alltså, att ett mindre antal kg. utslitet material behöver bytas, och att detta kan ske utan upprivning av gatan. Konstruktionen kommer att föras i marknaden av Westfälische Stahlwerke, som inneha patentet. Det verkliga värdet av den till synes teoretiskt riktiga spekulationen torde praktiken få utvisa.

Diskussionsinlägg:

Kapten Asker, Stockholm:

Jag har av en ren händelse gjort en liten erfarenhet beträffande spårvagnarna och bilarna och den skakning de respektive åstadkomma. Jag bor sedan 13 år vid Karlavägen och Grevturegatan med hållplats utanför på Karlavägen, så farten är ringa. För ungefär 2 år sedan märkte jag, att de elektriska stakar, som stodo vid ytterväggen utåt Karlavägen gängade ur lamporna, och det blev allt mer och mer. Förr var ju lastbilstrafiken på Karlavägen synnerligen ringa men har högst betydligt tilltagit. Då jag tyckte, det var egendomligt, tog jag och flyttade över de stakar, som stodo åt Karlavägen till Grevturegatan. Det visade sig då, att Grevturegatan har ganska stor stigning, så att bilarna ej köra så fort där. Jag försökte med samma stake åt båda gatorna, men endast vid Karlavägen gängade lamporna ur på 2—3 dagar. Jag fann även att hålkälarna åt Karlavägen spricka, men icke åt Grevturegatan. Det måste alltså vara lastbilstrafiken, som åstadkommer detta vibrerande.

Direktör Ångström, Uppsala:

Med anledning av de båda föregående föredragen vill jag fästa uppmärksamheten på tvenne faktorer, som äro mycket viktiga. Det berör baningenjör Gripes föredrag. — Ingen har ägnat särskild uppmärksamhet åt skenorernas utbyte. Det är givetvis mycket svårt att ordna utbyte av skenor parallellt med att en gata behöver omläggas. Vi ha i Uppsala löst frågan och ha där begagnat oss av följande konstruktion för att klara av saken. (Ritat på tavlan.)

Det var vidare en sak, som ej berördes, nämligen räffelbildningen. Materialet för en skena må vara aldrig så väl avvägt med avseende på hållbarhet, så kan icke räffelbildning undvikas, såvida icke underbädden är korrekt utförd. Att förfara såsom vissa spårvägar i England och förlägga skenorna direkt å betongen kommer att hämna sig genom räffelbildning, i det att gatans vibrationer överföras till skensträngen. Genom att skenan förlägges å elastiskt underlag dämpas dessa vibrationer. Ofta förekommer att man undergjuter skensträngarna med asfalt, vilket visserligen är bekvämt, men ej heller denna metod är att rekommendera på grund av att asfaltens hardhet varierar högst betydligt från att nära nog vara stenhård vid låg temperatur till att vid hög temperatur knappast visa någon hardhet alls.

Enligt min uppfattning är ekklotsar det enda riktiga. Denna erfarenhet återspeglar motsvarande erfarenhet vid en hel del europeiska och amerikanska spårvägar.