

ANLÄGGNINGSMETODER FÖR NYA ÄNGBYBANAN

Föredrag av överingenjör *S. Ribbing*,
AB Stockholms Spårvägar

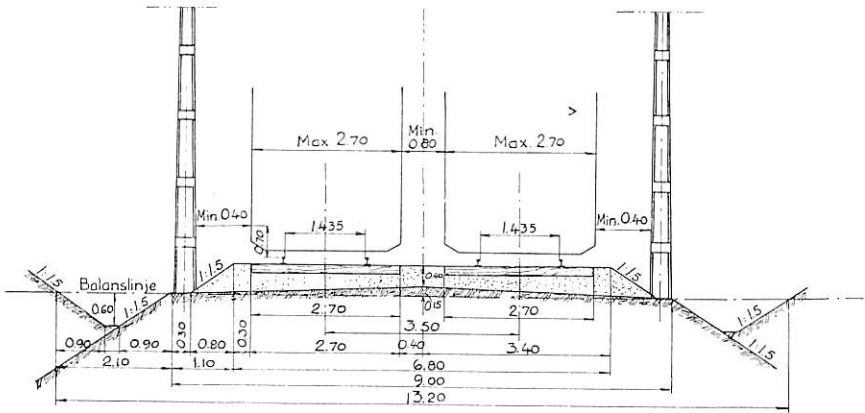
Den under byggnad varande Ängbybanan tillhör Stockholms västra förortsbanor och är en avgrening av Nockebybanan, gående från Alvik genom centrala Bromma ut till Ängby, en sträcka av ca $\frac{1}{2}$ mil. Terrasseringsarbetena för denna bana igångsattes redan 1932 såsom beredskapsarbete. Dessa arbeten nedlades emellertid ganska snart och återupptogs icke förrän 1941, då desamma framtvingades av krisläget. Bebyggelsen inom berörda delar av Bromma hade nämligen då vuxit högst betydligt samtidigt som knappheten på gummi gjorde det allt svårare att upprätthålla tillräckliga bussförbindelser med dessa förorter. Ängbybanan är avsedd att till största delen ersätta busslinjerna 61 och 71, varigenom man beräknar att årligen spara omkr. 1 miljon busskilometer eller ca 8 miljoner ringkilometer. Terrasserings- och konstarbetena torde vara färdiga innevarande höst, varefter överbyggnaden beräknas kunna färdigställas till i början av år 1944, tidpunkten dock beroende på väderleksförhållandena. Vi få alltså en ogynnsam bygpperiod för själva banöverbyggnaden.

Tvärsektionen för Ängbybanan framgår av bild 1, vilken tvärsektion dock ej ännu fastställts av väg- och vattenbyggnadsstyrelsen. Sektionen är uppgjord för blivande tunnelbanevagnar med en bredd av 2,7 m. Nu beställda ängbyvagnar ha givits en bredd av 2,4 m, då desamma även skola kunna trafikera vissa sträckor i innerstaden.

De befintliga förortsbanorna i Stockholm äro ur materialsynpunkt utförda i vanlig svensk järnvägsstandard, alltså med grusballast, furusyllar, rälsspik och skarvar på ett avstånd av 10 à 30 m. Förortsbanorna i t. ex. Göteborg äro utförda i en väsentligt högre standard med makadamballast, eksyllar och Rippenplatte på var fjärde syll, på mellanliggande syllar underläggsplatta med syllskriv samt helsvetsade skenor. Här i Hälsingborg finnes likaledes helsvetsade vignolspår, varvid användes den vanliga järnvägsstandarden enligt ovan. Helsvetsade vignolsträckor av kortare längd förekomma dessutom hos TGOJ och hos SJ i ett par tunnlar, i Köpenhamn på Lyngbyvejen, i Tyskland (t. ex. Herford-banan, Westfalen).

I sak betyder det icke något, om en helsvetsad bana är ett par hundra meter eller flera mil lång. Problemet är detsamma, enär ex-

JORDSKÄRNING OCH BANK



BERGSKÄRNING

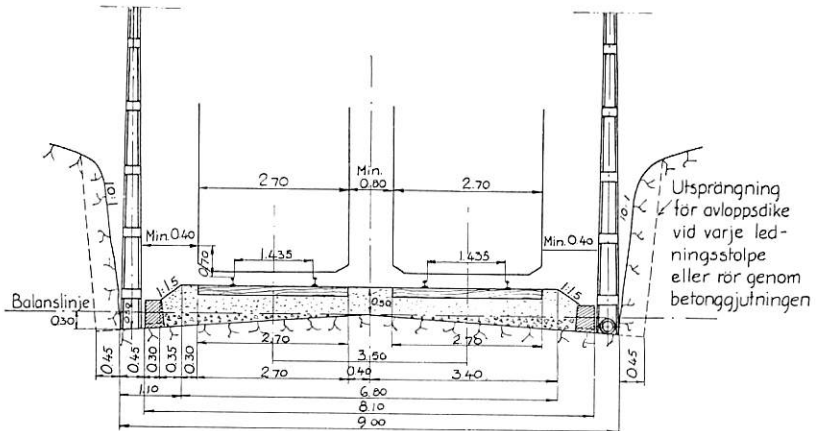


Bild 1. Tvärsektioner för Ängbybanan. Trafiken kommer i framtiden att upprätthållas med 2.7 m breda tunnelbanevagnar men till en början trafikeras banan med 2.4 m breda förortsbanevagnar.

pansjonen i skarvarna endast reducerar spänningen i skenorna på en kortare sträcka vid de fasta befästningar mellan skena och syll, som det i regel är fråga om vid helsvetsade spår. I Köpenhamn har man gjort undersökningar, som visa, att skarvens inverkan på rörelsen i spåret endast sträcker sig 25 m åt sidorna, varefter spåret har helsvetsad karaktär. Befästningsmedlet i detta fall var Rippenplatte, varigenom alltså en mycket fast förbindning ernåtts mellan skena och

syll. Denna platta passar emellertid icke för den räls vi skola använda för Ängbybanan, nämligen SJ 1924, 43 kg.

I Stockholm få vi räkna med att vintrarna äro strängare än vad i allmänhet är fallet vid övriga utförda helsvetsade banor. Då i Stockholm icke förut utförts några helsvetsade vagnbanor, men erfarenheterna av dylika på andra håll varit goda, ha vi närmare undersökt förutsättningarna för att införa dylik överbyggnad även på den blivande Ängbybanan. Vid en inventering av befintlig litteratur inom detta område befanns densamma vara oväntat omfattande, särskilt den tyska. De ledande namnen beträffande de praktiska försöken äro Amman, von

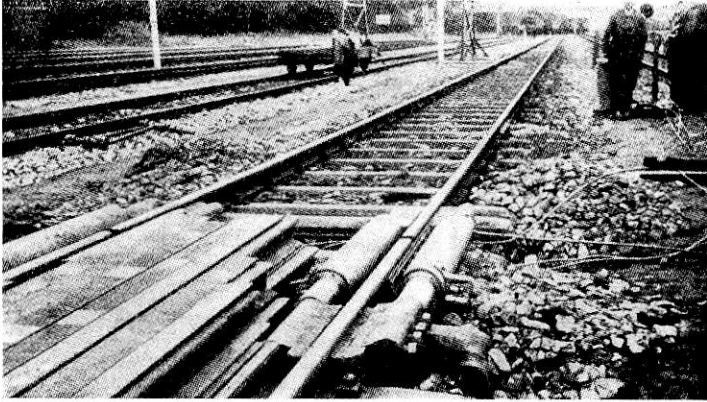


Bild 2. Karlsruhe 1931: Inbyggda domkrafter på en bangård. Maximal tryckkraft på spåret 290 ton. Bakom försökssträcken räler som hinder mot lyftning. (Ur Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens nr 6/1932.)

Gruenewaldt och Raab samt för teori Bloch och Meier. Den senare har inom dessa forskningsgebit varit den mest verksamma och är för närvarande Direktor für Reichsbahn Zentralamt i Berlin.

Risken vid helsvetsade spår är ju att vid låga temperaturer skenbrott och vid höga temperaturer s. k. solkurvor uppstå. För att belysa dessa senare skall jag visa några bilder från tyska och ungerska försök, avseende att utröna hur stor tryckkraft ett spår kan uthärda, innan detsamma knäcker.

Bild 2 visar försöksanordningarnas allmänna utseende vid dylika försök. Makadamballast nådde i regel endast till skenans underkant. I litteraturen har i allmänhet angivits att man anser de erhållna brottkrafterna vara mindre än de temperaturkrafter, som spåret kan motstå i verkligheten. Detta skulle bero på försöksanordningarnas ofullkomligheter samt att tryckkrafterna påfördes inom en ganska kort tidrymd.

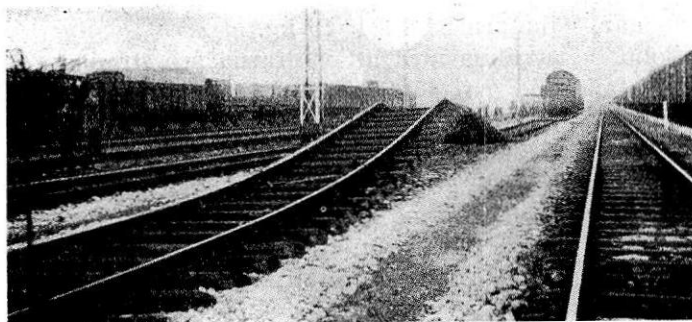


Bild 3. Oberbau K med »Rippenplatten» på järnsyllar. Öppna skarvar $c/c = 15$ m. $P_{\text{spår}} = 242$ ton. Knäcklängd = 30 m. Uppskjutning = 0.9 m. (Ur Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens nr 6/1932.)

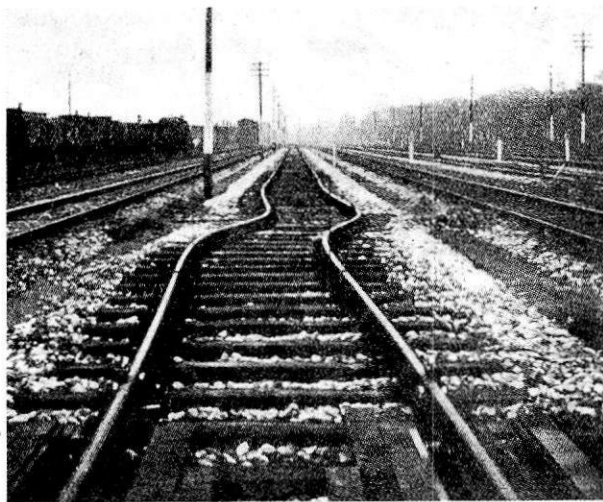


Bild 4. Oberbau K med »Rippenplatten» på träsyllar. Öppna skarvar $c/c = 30$ m. $P_{\text{spår}} = 230$ ton. Knäcklängd = 38 m. Sidoförskjutning = 0.4 m. (Ur Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens nr 6/1932.)

Bild 3 visar ett spår med Oberbau K (med Rippenplatte å varje syll). Brottet har här uppstått i skenskarven, som är den svagaste punkten inom spårrusten. Genom den fasta förbindningen mellan skenan och järnsyllen har spårrusten blivit mycket styv i sidled. Tryckkraften, 242 ton, motsvarar en temperaturförändring av ca 80° C i skenan. (Typ S 49 vikt pr m 49 kg.)

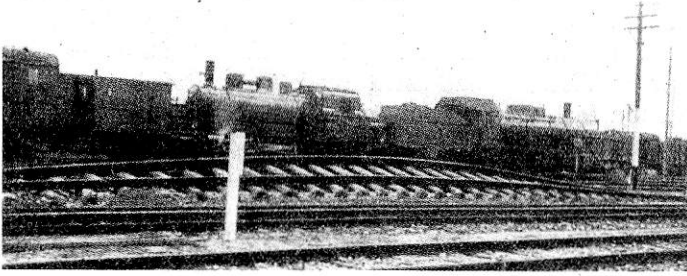


Bild 5. Oberbau K med öppna skarvar $c/c = 60$ m. Knäcklängd = 26 m. Förskjutning i sidled = 0.2 m och i höjdlid = 0.8 m. Tryckkraften vid järnsyllar = 220 ton och vid träsyllar = 241 ton. (Ur Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens nr 6/1932.)

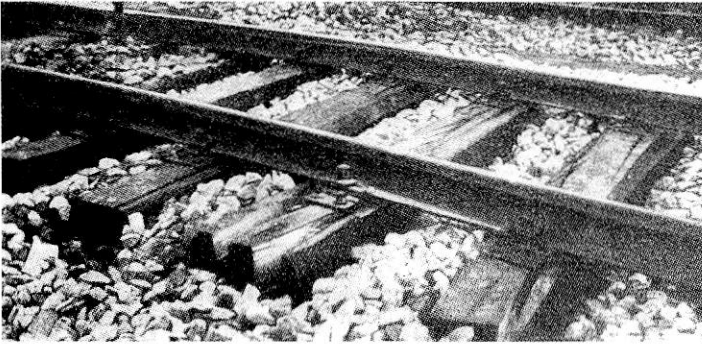


Bild 6. Vid försöket enligt bild 4 spräcktes träsyllarna vid plattorna genom uppträdande moment. (Ur Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens nr 6/1932.)

Bild 4 visar motsvarande försök, varvid järnsyllar utbyts mot *träsyllar* samt skarvarnas avstånd ökats från 15 till 30 m. Utknäckning har härvid skett i sidled.

Bild 5 visar motsvarande försök med skarvar c/c 60 m. Utknäckning har härvid blivit en kombination av deformation i höjd och sidled.

Bild 6 visar hur de krafter, som uppstå mellan räls och syll, äro mäktiga att spräcka träsyllan.

Bild 7 visar ett ungerskt försök, där man borttagit ballasten till *syllens underkant*. Trots detta har spåret uthärdat en tryckkraft av 107 ton, motsvarande en temperaturändring av $42\frac{1}{2}^{\circ}$. Vid samtliga dessa försök är att observera att deformationerna hos spåret redan i ett tidigare skede passerat det gränsläge, då de i verkligheten äro farliga för trafiksäkerheten.

Vid både praktiska och teoretiska undersökningar visar det sig vara av stor vikt att spårrusten hade en god styvhet i sidled. Vore förbindelsen mellan skena och syll fullständig, skulle spårrust hava karaktär av en Vierendelbalk med mycket stort tröghetsmoment. Emellertid är denna förbindelse icke stum utan förekommer flytningar mellan rälsstolen och skenfoten, mellan stol och syll samt i alla skruvförbindningar. Bild 8 visar ett försök som utförts för att bestämma tröghetsmomentet. Av kurvan framgår att till en början vid en de-

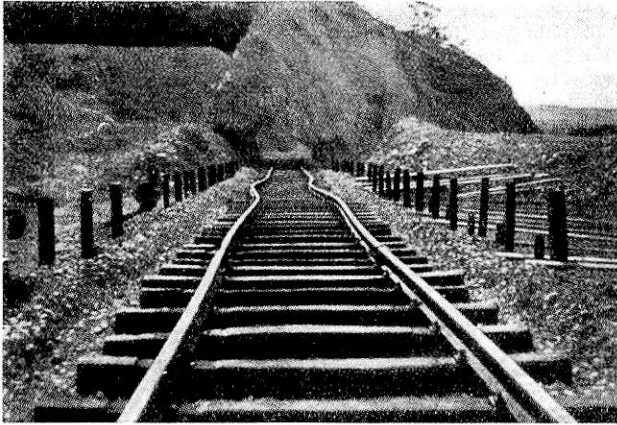


Bild 7. Ungern 1929: Oberbau K med öppna skarvar $c/c = 60$ m. Ballasten lagd endast till syllens underkant. Pspår = 107 ton. Knäcklängd = 20 m. Sidoförskjutning = 0.2 m. (Ur Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens nr 6/1933.)

formation under 1 cm är rusten mycket styv för att sedan mellan 1 och 4 cm sjunka till ett lägre värde, vilket erhåller sitt minimum vid cirka 3 cm. Detta försök gav min-värdet $3\,800\text{ cm}^4$. Emellertid har flera andra försök utförts med liknande spårrust och Meier anger härvid såsom lägst erhållna värde $1\,340\text{ cm}^4$, vilket i det följande används vid beräkningar.

Hithörande frågor hava gjorts till föremål för många teoretiska spekulationer och många grundliga och omfattande utredningar. I det följande skall endast behandlas slutfasen av dessa utredningar och det slutresultat, till vilket Meier har kommit.

De svårigheter vid skarvlöst spår, man måste komma till klarhet med — både praktiskt och teoretiskt — äro följande:

- a) vid hög temperatur $+ 50$ à 60° finns risk för utknäckning i vertikal och horisontell led.

- b) vid *låg temperatur* kan uppstå skenbrott, varigenom öppningar och sidoförskjutningar kunna uppstå i rälsen, som äro farliga för trafik-säkerheten,
- c) vid *reparationsarbeten* kunna betydande svårigheter uppstå, då spänningarna i rälsen äro stora vid extrema temperaturer (SJ 1924 vid -30° ca 55 ton per skena). Härigenom blir det vid reparation av brott oftast omöjligt — med tillgänglig redskapsutrustning — att återföra skenändarna i ursprungligt läge.

Utknäckningarna i höjddled äro genom spårets egen tyngd och styvhet ($I = 2\,610\text{ cm}^4$ pr 2 skenor SJ 1924) endast farliga i den händelse att spårläget i höjddled skulle vara mycket dåligt, varför jag i det föl-

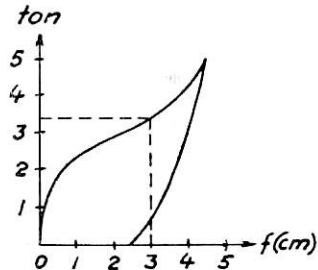
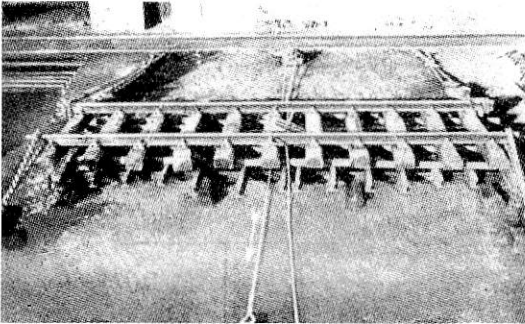


Bild 8. Karlsruhe 1936: Oberbau K på 7 m spårlängd. Uppmått förhållande mellan sidokraft och deformation ger tröghetsmomentet i sidled. (Ur Gleistechnik und Fahrbahnbau nr 9 och 10/1937.)

jande endast behandlar utknäckning i sidled. Vid utknäckning i horisontell led förefinnes alltid risk för urspårning samt dessutom risk för tågsammanstötning, om utknäckning sker mot mitten av ett dubbelspår. Förutsättningar för att man med god säkerhet skall kunna helsvetsa ett spår är, att detsamma genom sina syllförbindningar har blivit tillräckligt uppstyvat samt att detsamma är lagt i motståndskraftig ballast. Har man ett dylikt spår erfordras, innan knäckningsrisk uppstår, så stora deformationer hos detsamma, att dessa med nödvändighet måste upptäckas av banvakter eller tågpersonal. Dessa deformationer uppstå ej plötsligen utan så småningom, i allmänhet under inverkan av tågrörelserna. För själva utknäckningen erfordras i regel ett dynamiskt krafttillskott.

Av bild 9 framgår de minsta avvikelser hos spåret, som med säkerhet kunna upptäckas av banvakt (under medelmåttan) enligt utförda tyska försök. Undersökningar ha visat, att vid rakspår med Oberbau K i makadamballast alltid erfordras större avvikelser än på bilden angivna för att knäckningsrisk skall föreligga. I kurvor, särskilt trånga,

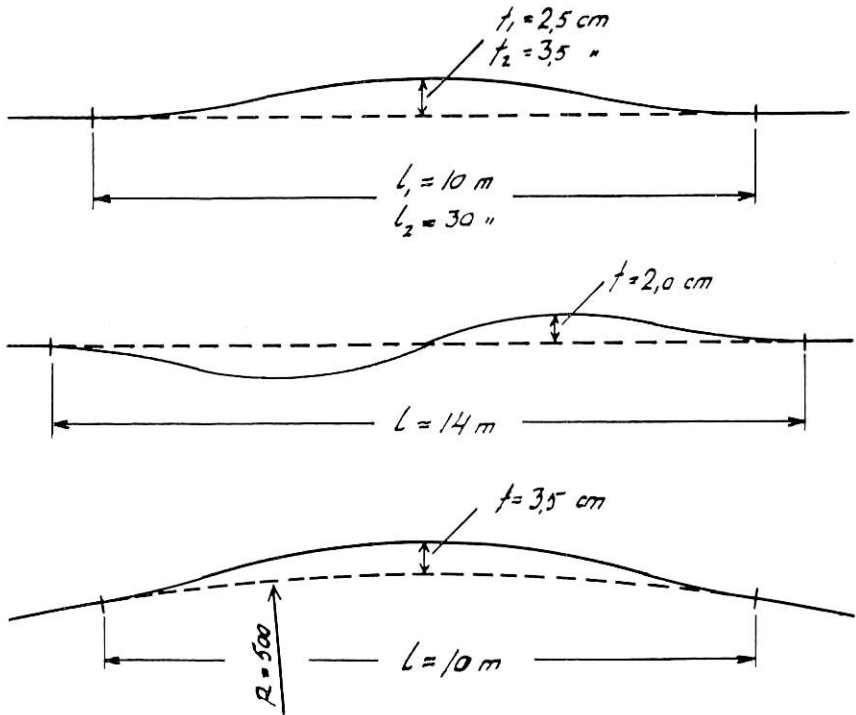
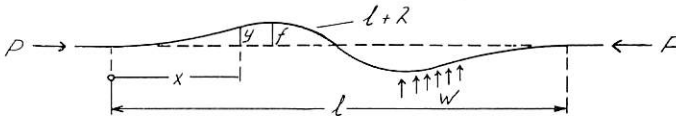


Bild 9. Gräns för förmågan hos banvakt (under medelmåttan) att upptäcka sidofel i spårläget enligt tyska försök. (Ur Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1937 sid. 376.)

måste dock vissa säkerhetsåtgärder vidtagas för att förhindra förskjutningar.

Vid teoretisk behandling av utknäckningen utgår Meier ifrån, att ett fel av ovan angivet slag finnes i spårläget och att detta fel har formen av en sinuskurva, enkelsidig i kurvor och — i regel — dubbelsidig i rakspår.

Tryckkraften, som uppkommer genom temperaturhöjning, antages konstant tills utknäckningspunkten har överskridits. Gränsläget för denna utböjning f samt den tillhörande, okända knäckningslängden l sökes. Av bild 10 framgå de teoretiska utgångspunkterna samt slutresultatet. Som synes, erhålles f såsom en fjärdegradskurva av l . Man söker nu minsta möjliga utböjning f med sammanhörande värde l , för vilket utknäckning kan beräknas ske under de antagna förutsättningarna, vilka inrymmas i ekvationen. Härigenom erhållas lätthanterliga slutformlerna på f och l enl. bilden. För att begagna dessa ekvationer måste man sålunda veta sidomotståndet w , spårrustens »tröghetsmoment» I och den aktuella tryckkraften P . Sidomotståndet w



I. Summa arbete = minimum.

	<u>Arbetets ort</u>	<u>Arbetets storlek</u>
A_b	Böjning	$\frac{1}{2} \int_0^l \frac{M^2}{EJ} dx = \frac{9\pi^2 K_0}{8 \cdot l} \cdot f^2$
A_f	Sidoförskjutning	$w \int_0^l y dx = 0,545 w l \cdot f$
A_λ	Förlängning (λ)	$\frac{1}{2} \cdot \frac{3}{2} E \cdot F$ (försommars)
A_p	Yttre kraften P	$-P \lambda = -\frac{9\pi^2 P}{8 \cdot l} \cdot f^2$

$$A_b + A_f + A_p = \min. \quad \text{ger:} \quad f = 0,0245 \cdot w \cdot \frac{l^2}{P - \frac{9\pi^2 E J}{l^2}}$$

II. Farligaste f (=minsta) och tillh. l sökes

$$\frac{df}{dl} = 0 \quad \text{ger:}$$

$$f_{\min} = 8,7 w \frac{EJ}{P^2}$$

$$l_{f_{\min}} = 3\pi \sqrt{\frac{2EJ}{P}}$$

Bild 10. Knäckningsvillkor vid helsvetsat spår. Härledning av minsta (= farligaste) utböjning f samt tillhörande längd l.

och tröghetsmomentet I erhållas genom försök. För Oberbau K med träsyll ha erhållits värden mellan 4,6 och 20 kg per cm spår, beroende på ballastens karaktär och ålder. Tröghetsmomentet är vid fullständigt vinkelstyvt spår med järnsyallar ca 200 000 cm^4 och med träsyallar ca 17 000 med 49 kg räls. I detta senare fall uppstår rörelse mellan syllen och underläggsplattan. I praktiken förekommer enligt ovan ej dylika fullständigt vinkelstyva spår utan förefaller alltid glapp i olika konstruktionsdelar, varför effektiva tröghetsmomenten bliva endast en bråkdel härav.

Genom tågrörelse uppstå vissa sidokrafter, för vilka dock icke några säkrare värden finnas. Grovt uppskattar Meier den kraft, man måste taga hänsyn till vid lok med 19 tons axeltryck till ca 1 ton. Denna kraft omräknar han till en ekvivalent sidobelastning på hela knäcklängden och reducerar ballastmotståndet med detta värde. Vibrationerna från tågrörelserna kunna i flera fall inverka kraftigare på spårläget än sidokrafterna, därigenom att dessa delvis upphäva friktionen, varigenom sidospänningar i rälsen kunna utlösas i sidoförflytt-

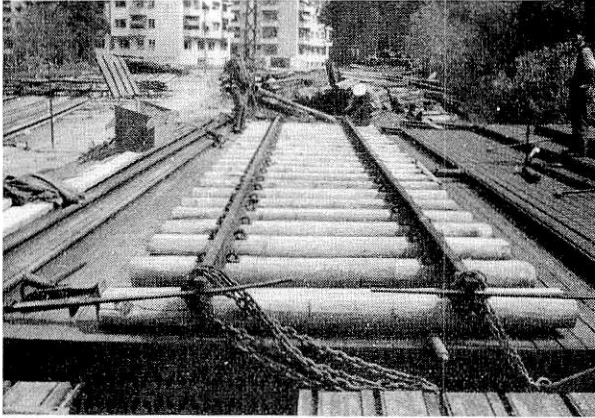


Bild 11. Stockholms Spårvägar 1943. Bestämning av tröghetsmoment. Spårrusten är lagrad på 2" rör och är rörlig i sidled mellan sina ändpunkter, som fixerats med kättingar. Domkraft i mitten.

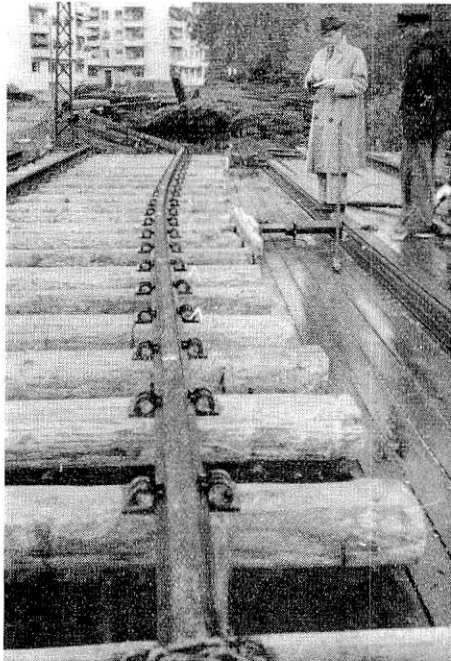


Bild 12. Stockholms Spårvägar 1943. Bestämning av tröghetsmoment. Utböjningen relativt upplagen mätes för olika krafter.

ningar av hela spåråläget. Av denna orsak är det av stor vikt att erhålla ett mjukt och elastiskt läge för spåröverbyggnaden samt en likaledes mjuk gång hos vagnarna.

Vissa egna försök för bestämning av tröghetsmomentet hos den spår-rust, som är avsedd för Ängbybanan, har utförts. Denna spår-rust består av arsenikimpregnerade träsyllar c/c 0,7 m, underläggsplatta med poppelträ mellanlägg, 4 st. fjäderspikar per platta samt SJ 1924 43 kg räls. Försöksanordningarna voro ganska primitiva och framgå av bild nr 11 och 12. Vid beräkning av motståndsmomentet hos spår-rusten be-

Befästning	Räls vikt	$\frac{P_{\text{ton}}}{T=40^\circ}$	J	$W_{\text{kg/cm}}$	f_{cm}	l_{m}	Anm.
Tyska Riksbanan Oberbau K (träsyllar)	49	125	638 ¹⁾	4,6 ²⁾	3,5	14	1) Summa J av enbart rälsena. 2) Vanlig storleksordn. $W = 5 - 8$.
Dito	49	125	1 340 ³⁾	4,6	7,0	20	3) Erhållet genom försök.
Göteborg Förortsbanor	35	90	1 000 ⁴⁾	4,6	10,5	21	4) Uppskattat värde.
Stockholm Ängbybanan	43	110	580 ¹⁾	3,9 ⁵⁾	3,5	14	5) Delvis rund ballast. Red. 15 %.
Dito	43	110	1 000 ⁶⁾	3,9	6,0	18	6) Erhållet genom försök.

Bild 13. Jämförande beräkning av knäckningsförhållanden hos vissa spåröverbyggnader enligt formlerna å bild 10.

traktades densamma som en fritt upplagd balk, påverkad på mitten av en koncentrerad last. Härvid erhöles ett värde å tröghetsmomentet av ca 5 000 cm^4 vid en rustlängd av 15 m, vilket värde dock sjönk till 2 800 vid en längd av 7 m. Utländska försök äro utförda med varierande längder. Å bild 8 angivet försök avser en rustlängd av 7 m. Som synes variera provningsresultaten väsentligt, varför ytterligare försök under skilda förhållanden erfordras för att klarlägga frågan. De erhållna värdena böra givetvis reduceras, innan de införas i formlerna, då man måste taga hänsyn till, att efter några års körning, förbindelserna mellan skena och syll kunna ha blivit mindre fasta. Vid beräkningarna ha vi därför endast räknat med ca en tredjedel av detta värde. På bild 13 framgår beräkning av f och l för Oberbau K med tysk standardräls, 49 kg, Göteborgs förortsbanor samt för blivande överbyggnad å Ängbybanan. Av bilden framgår att för samtliga överbyggnader ligger värdet f betydligt över vad som genom tyska försök

utrönts vara minimum för vad en banvakt under medelmåttan bör kunna upptäcka.

Genom den grövre rälsen och därav större kraft P i Oberbau K och å Ängbybanan har man erhållit mindre värden på f än t. ex. för Göteborg, där det räknats med en lättare räls. En tung och kraftig spår-rust med tämligen lätt räls är tydligen ganska gynnsam, då de härigenom uppkomna mindre tryckkrafterna icke på samma sätt förmå inverka på konstruktionen. Vid Ängbybanan ha vi räknat med mindre ballastmotstånd hos den där använda makadamen, därigenom att densamma tillverkas av rullstensmaterial och man alltså ej kan undvika

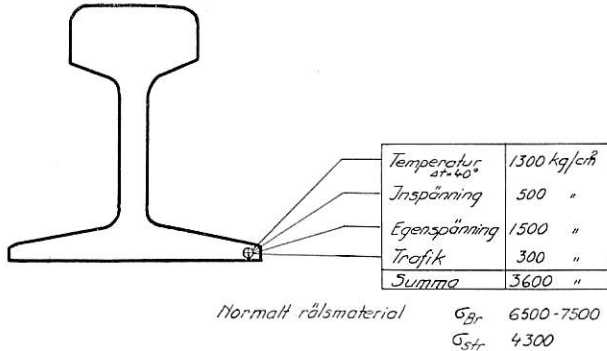


Bild 14. Sammanlagring av exceptionella påkänningar sommartid.

vissa runda ytor på stenarna. I samtliga fall har man räknat med en temperaturförhöjning av 40° .

Genom att inbädda skenhuvudet i makadam kan man sänka max-temperaturen med ca 10° , vilket ger en ökad säkerhet. Även målning med en strålningsreflekterande färg, t. ex. aluminiumfärg, ger liknande resultat.

Om man ytterligare önskar öka sidostabiliteten, speciellt i kurvor, kan man under syllarna fästa vinkeljärn, räls eller dylikt, vilket högst avsevärt ökar motståndet i ballasten. Vid dylik befästning på var fjärde syll ökar ballastbeståndet ca 50 %; på varje syll ca 200 %.

På bild 14 har åskådliggjorts tryckspänningar i rälsfoten sommartid. Man ser här hur hög egenspanningen, d. v. s. valsspänningen kan vara i räls materialet. Med inspänning avses den tillskottsspänning, som uppstår i rälsen, genom att densamma inbaxas eller intvingas i sitt läge. Som synes finnes en säkerhetsmarginal på ca 700 kg per cm², innan man uppnår sträckgränsen. Har sträckgränsen uppnåtts, sker utknäckningen av rälsen; den har då tappat sin styvhet. Vintertid kan man få ännu större spänningar i rälsen, enligt tyska undersökningar ända upp till 4 300 kg/cm² i rälsfotens mitt. Härav framgår att vid helsvetsade spår det är av stor vikt, att man erhåller kvalitetsräls

med hög sträckgräns samt låg halt av fosfor, så att kallbräckor icke uppstå.

Genom att järnmaterialet under alla förhållanden är mera sprött vintertid är rälsen under denna årstid särskilt känslig för åverkan av det rullande materialet. Vid helsvetsade spår måste underhållet av hjulens löpbanor vara noggrann, så att icke stora extra påkänningar genom slag av s. k. hjulplattor uppstå. Härvid kunna lätt rälsbrott inträffa. Som exempel kan nämnas, att på malmbanan för några år sedan uppstod cirka 200 rälsbrott efter sedan en vagn med dylika »plattor» på ett hjulpar framförts över en sträcka av 42 km.

Som synes är det både teoretiskt och praktiskt möjligt att helsvetsa spåren. Man frågar sig då: Varför har detta icke skett i någon större utsträckning ännu vid järnvägarna? Ja — man väger fördelar och nackdelar.

Beträffande anläggningskostnaden torde helsvetsat spår ej vara nämnvärt dyrbarare än spår med skarvar, då man slipper inlägga extra syllar och skarvjärn. Inbäddar man skenorna i makadam tillkommer dock kostnaden för denna. Ett helsvetsat spår kräver dock noggrannare arbete, både i avseende på undergrund och överbyggnad. Vidare måste man avvakta lämplig temperatur för hopsvetsning av spåret. Reparationer av spåren äro betydligt svårare att utföra vid helsvetsat spår, och detta torde vara en av huvudorsakerna, varför man icke å järnvägarna i någon större utsträckning gått in för helsvetsning av spåren. Järnvägarna gå ju oftast, i varje fall här i landet, genom glest bebodda trakter, där personal och utrustning icke finnas tillgängliga för mera komplicerade arbeten. Vidare förekommer i vårt land mycket tjälskjutningar, varför spårets läge ofta icke är tillräckligt stabilt. Ur underhållssynpunkt är det vidare besvärligt att ha skenan intäckt med ballast, vilket man dock helst gör för att öka säkerheten.

Uppstår skenbrott särskilt en kall vinterdag, kan teoretiskt uppstå en skenöppning av sådan längd, att den kan vara farlig för trafik-säkerheten. Härvid föreligger jämväl stor risk att sidoförskjutning inträder, vilken mycket lätt leder till tågurspårning. Speciellt är detta senare farligt i kurvor, där rälsen genom inbaxningen erhållit initialspänningar, som kunna förorsaka sidoförskjutning av den fria rälsändan. Om förbindningen mellan räls och syll är lös kunna dessa öppningar i rälsen i skenbrott bliva avsevärda. Så har man hos S. J. i Knäred uppmätt en 12 cm stor öppning, som uppstått vid 25° kyla. Detta spår var försett med normala skarvöppningar, som genom rälsvandring hopskjutits. I Göteborg återigen, där man ju har en kraftig befästning mellan skena och syll, har man under de kalla vintrarna 1940—1942 haft några skenbrott, varvid skenöppningarna dock ej blivit mer än 10 à 20 mm. Ytterligare en bidragande orsak till minskning av rörelsen torde vara, att skenan här var inbäddad i ballast och delvis fastfusen i denna.

Lagning av ett skenbrott vintertid är mycket svår, då man lämpligen icke medelst yttre krafter kan draga ihop skenändarna till ursprungsläget. Är öppningen stor, får man lägga in en passbit, vilken sedan vid varmare temperatur utbytes. Hopsvetsning verkställes senare, då öppningen blivit av lämplig storlek.

Som synes har det helsvetsade spåret en del olägenheter, men det har även fördelar: ökad livslängd genom att skarvarna elimineras, minskade underhållskostnader, då ju banunderhållet till ca 25 % förorsakas av skarvarna. Vidare får skenrusten och ballasten ett stabilare läge genom att dynamiska tillskotten av skarvslagen bortfalla. Beträffande vagnarna komma dessa givetvis också att bli mindre åverkade. Bygeln får även en lugnare gång, varför även kontaktledningen skonas. Passagerarna i vagnarna finna resan angenämare, vilket kan vara av värde i konkurrensen med buss- och biltrafiken.

Genom införande av moderna vagnar med gummifjädrande hjul eliminerar man dock en stor del av skarvens ogynnsamma inflytande på spårets läge och vagnarnas gång. Fördelen med helsvetsad bana har härigenom högst avsevärt reducerats. Läger man så härtill även extra kostnader, som uppstå då skenan en gång skall utbytas, finner man, att i ekonomiskt avseende det helsvetsade spåret torde vara obetydligt överlägset det skarvade. Jag förutsätter här, att man i det osvetsade spåret använder sig av en skenlängd ca 30 m. Troligt är, att den mest ekonomiska formen är att utföra banorna med skenor av ca 60 m längd. Med stöd av tyska uppgifter torde man icke kunna räkna med en minskning av kostnaden per km spår och år med mera än ett par hundra kronor vid det skarvlösa spåret. Härvid har man jämväl tagit hänsyn till ökade anläggnings- och utbyteskostnader för helsvetsat spår. Besparingen är alltså relativt blygsam. Några säkra ekonomiska kalkyler ha vi icke kunnat uppgöra, då det tillgängliga underlaget varit för knapphändig.

Avsikten är att skenorna på Ängbybanan skola hopsvetsas i 30 à 40 m längder, vilka sedan i spåren hopsvetsas till 60 à 80 m längder utom i vissa kurvor och på delar av banan, där vi förutse sättningar. Huruvida spåret senare skall helsvetsas blir en fråga, då mera erfarenhet vunnits angående de gummifjädrande hjulens inverkan på skarvarna.

Det praktiska utförandet av banan blir följande: Bankroppen vältas särskilt på sådana platser, där större utfyllnader verkstälts eller undergrunden är av lösare beskaffenhet. Därefter påföres ett 20 cm tjockt makadamlager, som även detta vältas, varefter spåret utlägges. Stoppningsarbetet utföres medelst pneumatisk sylpackare.

Rälsens befästning å syllen framgår av bild 15. Fjäderspiken är av inhemsk tillverkning, Lesjöfors. Förborringen kommer att ske med en borrdiameter av 14 à 14,5 mm. Vi räkna med, att denna befästning är så kraftig, att skenvandring skall effektivt förhindras.

Makadam kommer endast att påföras till skenans underkant. Vid en eventuell fullständig hopsvetsning av spåret överväga vi att påfylla makadam till skenans överkant på sydsidan, då banan är öst—västgående. På nordsidan skulle icke någon intäckning ske, då man kan beräkna att mera värme bortledes, om densamma icke är inbäddad.

Beträffande luftledningen för Ängbybanan skall jag blott nämna ett par detaljer. På banan uppsattes för närvarande betongstolpar, bild

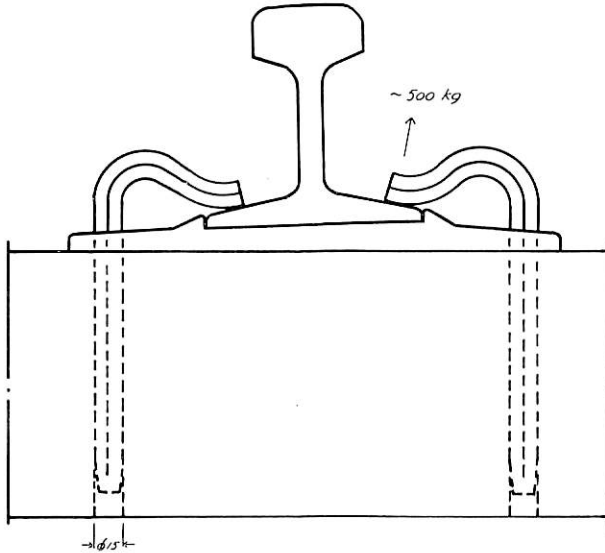


Bild 15. Fjäderspiksbefästning. Rälsvikt 43.2 kg (S. J. 1924), platta 6.2 kg (S. J. 170×300). Fjäderspik 16×16×200. Fjädertryck 500 kg. Sliprar arsenikimpregnerade och av furu, förborrade före spikning. Poppelträemellanlägg.

16, tillverkade vid AB Betongindustris strängbetongfabrik. Som avspänningsstolpar användas dock galvaniserade järnstolpar. Vi övervägde även att använda arsenikimpregnerade trästolpar, vilka äro avsevärt billigare i anskaffningskostnad och även anläggningskostnad. Emellertid erfordras i allmänhet staglinor för dessa, vilka i framtiden komma att medföra underhållsarbete och minskad trafiksäkerhet. Utseendet blir även mindre tilltalande. Betongstolparna äro betydligt dyrbarare i anläggningskostnad, men man torde kunna räkna med, att de i framtiden skola vara underhållsfria. Om man räknar med en livslängd för en arsenikimpregnerad trästolpe av 30 år, skulle dessa dock under denna tidrymd rent räknemässigt vara ekonomiskt fördelaktigare än betongstolpar. Av bilderna 16 och 17 framgår, att strängbetongstolpen kan göras ganska smäcker i synnerhet i förhållande till motsvarande stolpe av vanlig armerad betong. En avsevärd besparing

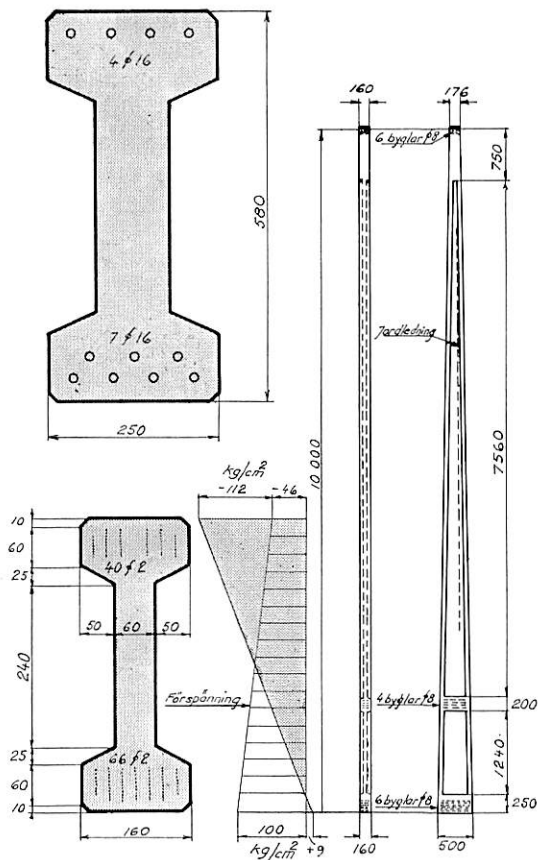


Bild 16. Strängbetongstolpe. Brottmoment = 15.5 ton. Överst till vänster därmed jämnstark betongstolpe med vanlig armering.

i armering kan göras, eller $17,4 - 2,6 = 14,8$ kg per m stolpe. Armeringstråden i strängbetongkonstruktionen är av kalldraget, högklassigt stål med en brottgräns av ca 22 000—24 000 kg/cm². Trådarna förspänns med en kraft av ca 12 000 kg/cm², varigenom betongen erhåller en hoptryckning, som förhindrar sprickbildning vid konstruktionens belastning.

Banan skall byggas för en maximihastighet av 70 km/tim. Det valda upphängningssystemet framgår av bild 17 och ansluter sig mycket nära till det av SJ använda. Upphängningen är alltså indirekt. För att få denna upphängning mjuk och elastisk utföres konstruktionen med tillsatsrör, varigenom man i stor utsträckning eliminerar stumheten i upphängningspunkterna. För isolering kommer att användas stödisolatorer av den typ, som SJ använder för sina belysningslinjer

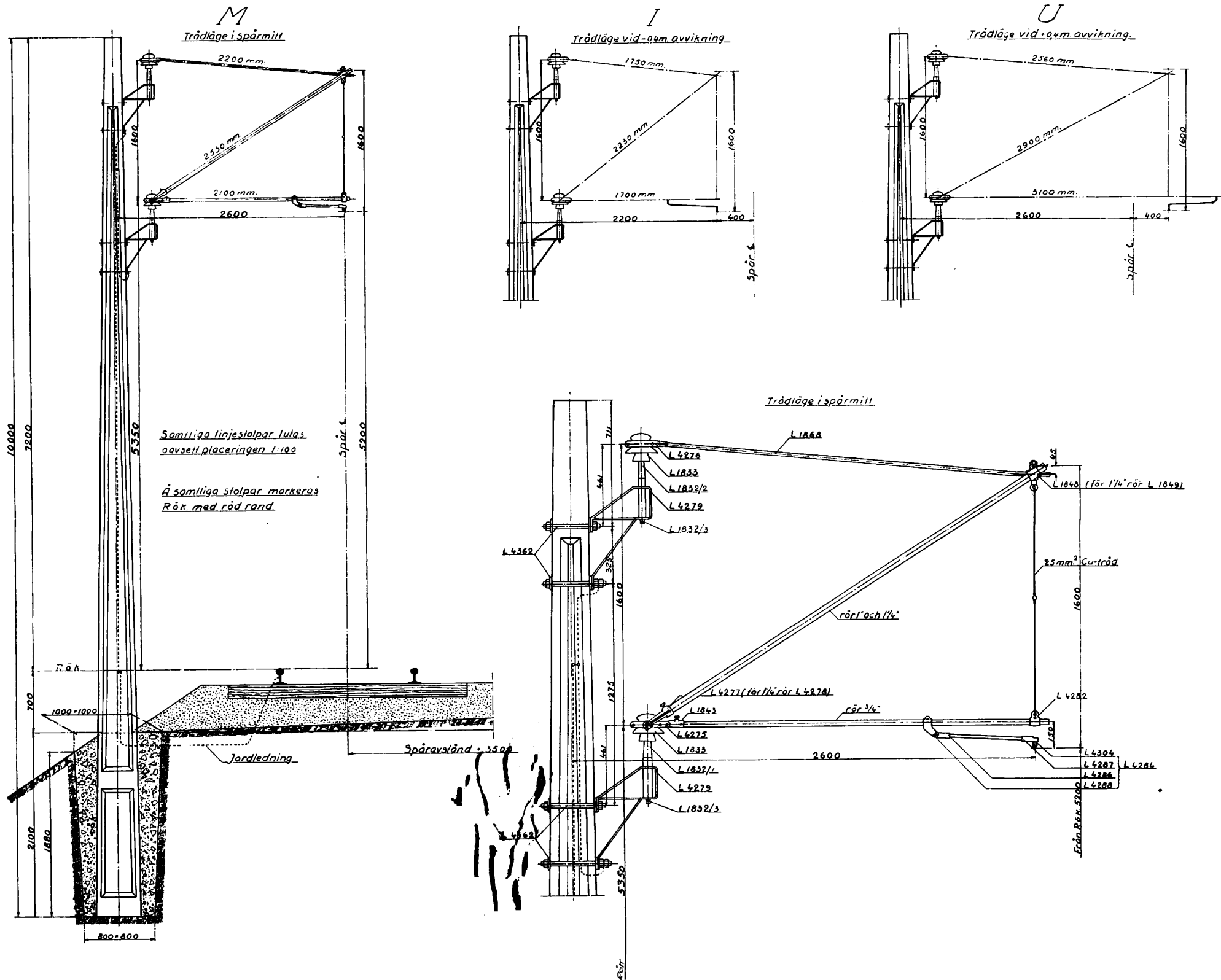


Bild 17. Ängbybanan. Utliggare monterad på strängbetongstolpe och avsedd för kontaktledning med indirekt upphängning.

(10 kV). Dessa isolatorer äro för vår spänning överdimensionerade men bliva genom massfabrikation så prisbilliga, att det ej lönar sig att tillverka några speciella spårvägsisolatorer i detta fall. Kontakttråden får en genomskärningsarea av 80 mm² och bärlinan av 50 mm², båda av koppar.

En ny typ av stångmanövrerade frånskiljare kommer att införas, varigenom man undviker det sedvanliga ofta riskabla s. k. matarskåpet, i vilka till- och frånslagning av strömmen utföres genom knivströmbrytare. Genom att denna strömbrytare placeras i toppen på stolpen eliminerar man den risk, som förut förefanns genom att ljusbågen, som uppstod vid frånslagning, utlöstes omedelbart intill den person, som utförde manövern.

*

På Ängbybanan är vidare avsikten att utföra en del undersökningar angående spåröverbyggnad. Skarvarna komma att svetsas medelst gas, i mindre utsträckning skola vi dock även använda thermitsvetsning och elektrisk ljusbågssvetsning. På en sträcka är avsikten att borttaga underläggsplattorna och enbart använda fjäderspik för att utröna hur skenfoten åverkar syllen. Denna åverkan bör här bliva avsevärt mindre än vid användning av vanlig räls-spik, då längdrörelserna hos rälsen till stor del elimineras genom de långa svetsade längderna samt den kraftigare syllbefästningen. Vidare skola vi använda ett par andra typer fjäderspik för att få någon erfarenhet angående dessas lämplighet.

Litteraturförteckning:

Meier: »Ein vereinfachtes Verfahren zur theoretischen Untersuchung der Gleisverwerfung.» Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. Häfte 20/1937.

I denna artikel finnas ytterligare litteraturanvisningar.

Ahlberg: »Om rälsbrott.» Statsbaneingenjören. Juli 1942.

Pramberg: »Några aktuella spåröverbyggnadsfrågor.» Statsbaneingenjören. Juli 1942.