

KONTAKTLEDNINGARNE.

För öfverförande af strömmen från kraftstationen till motorvagnarne användes som bekant vid elektriska spårvägar i de flesta fall en blank koppartråd, spänd längs utmed och öfver spåret på en höjd af 5 à 6 m. och upphängd medelst isolatorer på afstånd, som för rak bana uppgå till 30 à 40 m., men i kurvor äro kortare. Tråden uppbäres antingen af stolpar, i städer vanligen af järn, med en öfver spåret sträckt armutliggare eller ock af bärtrådar, spända tvärs öfver spåret antingen mellan två stolpar eller mellan två husväggar eller mellan en af hvardera slaget. Då armutliggare användes, fästes den kontaktråden uppbärande isolatorn vanligen ej omedelbart vid denna, utan vid en kort bärtråd i ändamål att gifva kontaktråden en fjädrande upphängning och undvika fasta upphängningspunkter, hvilka hafva den olägenheten, att strömaftagaren vid deras passerande erhåller en stöt, som åstadkommer gnistbildning och ökad slitning. I regel användes dubbel isolation, så att dels bärtråden är isolerad från stolparna eller väggarne, d. v. s. jorden, och dels kontaktråden är fästad vid bärtråden medelst en speciell isolator. Hvarje sådan isolation kan ensam isolera för hela spänningen, hvilken som bekant vid spårvägar vanligen uppgår till 500 à 600 volt. Den dubbla isolationen medför dels den fördelen, att fel på en isolator ej behöfver medföra kortslutning med ty åtföljande driftstörning, och dels den, att vissa revisions- och reparationsarbeten kunna utföras under pågående trafik, utan att strömmen behöfver afkopplas. Isolatorerna äro vanligen utförda af hårdgummi, ambroin eller något dylikt material, som genom pressning hibringas lämplig form. Vanligen pressas isolationsmaterialet omkring en järnkärna, hvarigenom isolatorn erhåller erforderlig mekanisk hållfasthet.

Inledning.

Den å vagnens tak anbragta strömaftagaren, som förmedlar strömmens öfvergång från kontaktråden till motorerna, pressas medelst fjädrar mot tråden, och är strömaftagarens mot tråden arbetande del utförd antingen i form af en mässingsrulle, s. k. trolley, eller af en bred glidbåge, bygel, hvars slitstycke vanligen utföres af aluminium. Under det att rullen så godt som uteslutande användes i Amerika, har bygeln i Europa fått stor utbredning. För järnvägar, hvarest större hastighet förekommer, har bygeln högst betydliga fördelar framför rullen, i det den dels tillåter enklare linje-

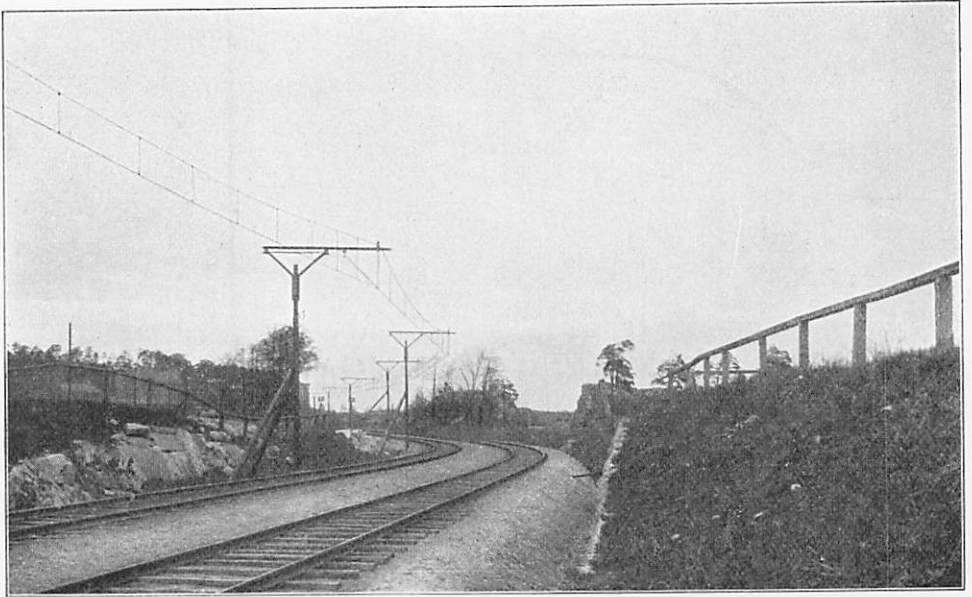


Bild 8. Upphängning medelst en bärtråd och konsolstolpe.

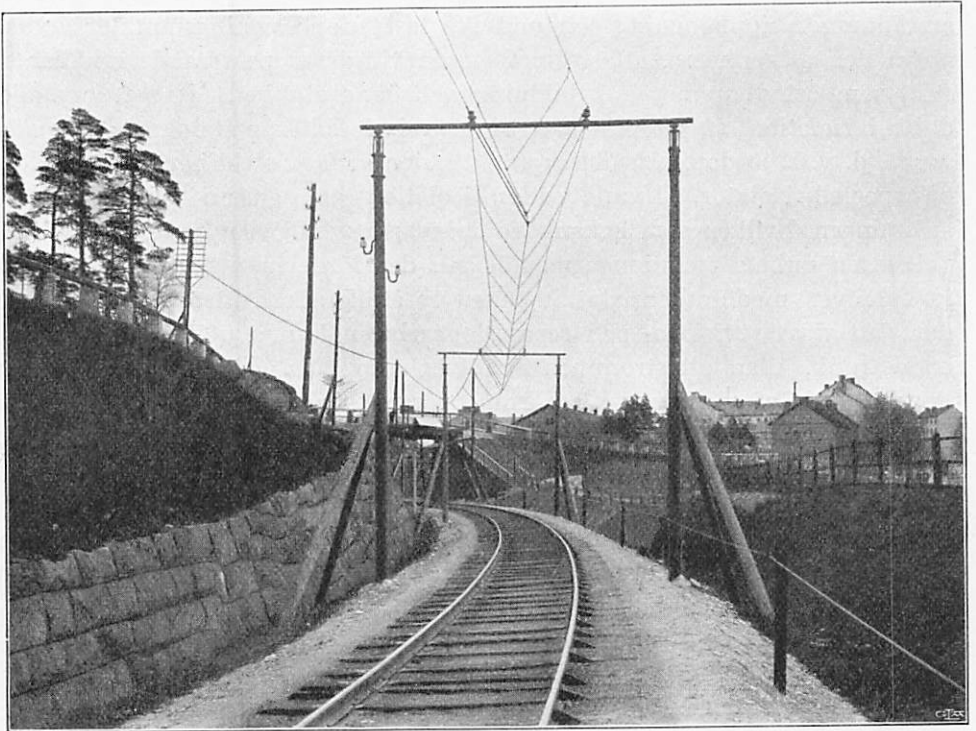


Bild 9. Upphängning medelst två bärtrådar och dubbla stolpar.

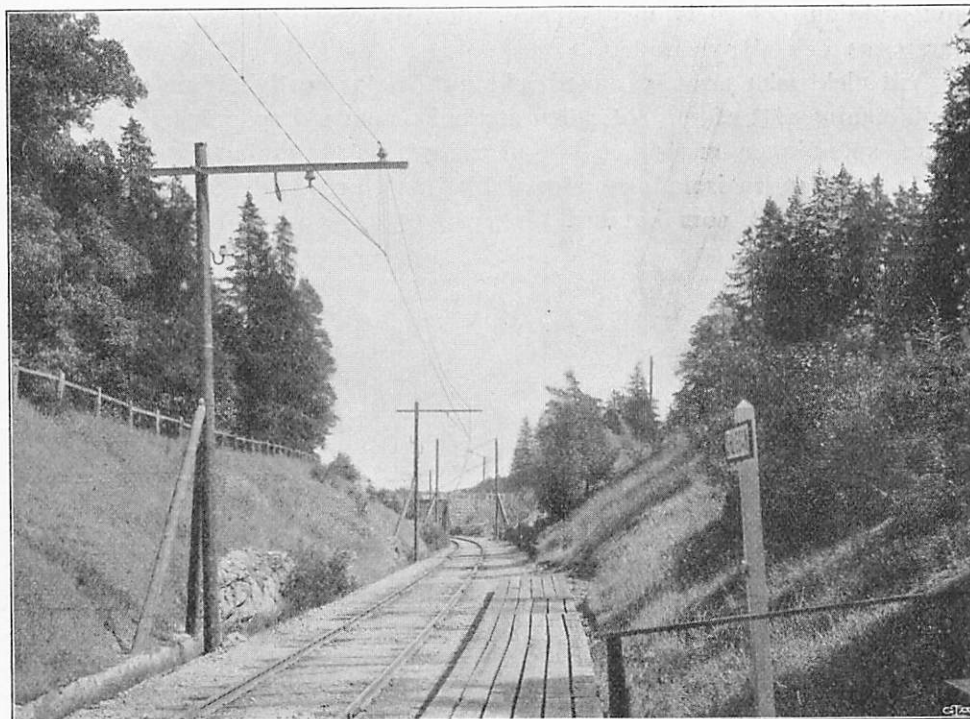


Bild 10. Upphängning medelst en bärtråd och jordförbindningsanordning.

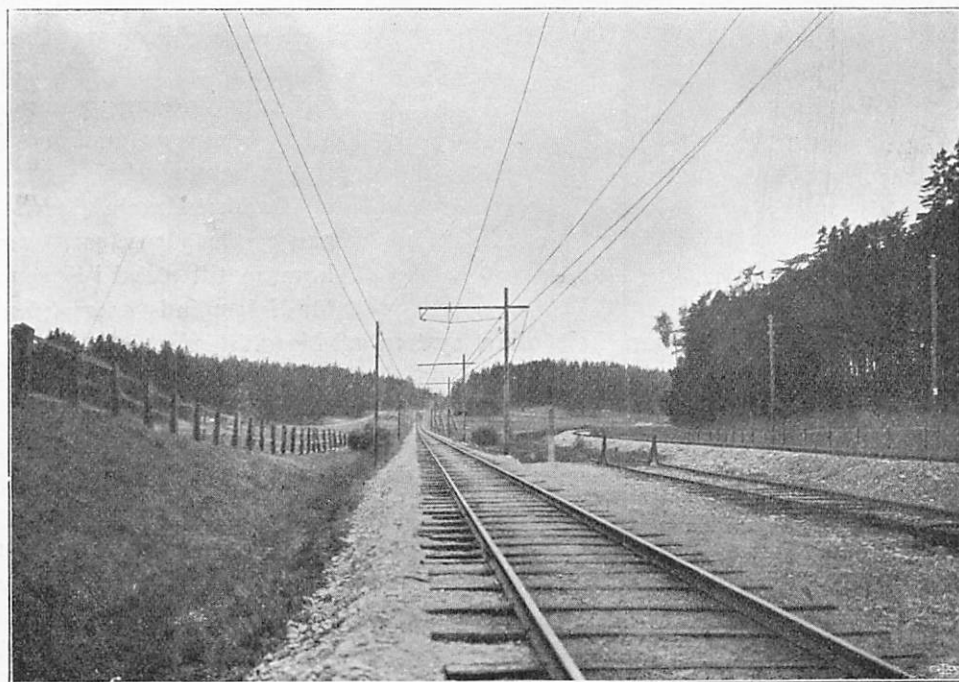


Bild 11. Bild af försöksbanan nära Värtan före ombyggandet af kontaktledningen.

konstruktion och dels medför större driftsäkerhet, då den ej så lätt kan »urspåra» och släppa tråden.

Vid elektriska järnvägar med icke alltför stor hastighet kan ett liknande upphängningssätt af kontakttråden användas som vid spårvägar. I den mån högre spänningar användas, såsom vid växelströmsanläggningar är fallet, måste dock andra isolationsmaterial tillgripas, och är det härvidlag i första rummet porslinet, som kommit i fråga.

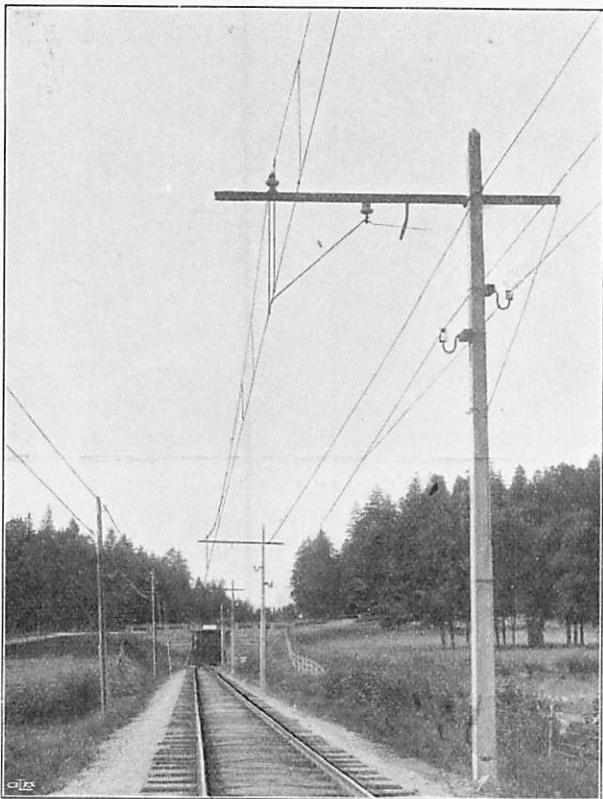


Bild 12. Betonstolpe.

Den första järnväg, som utfördes för regelbunden drift med högspänd växelström, var som bekant Valtellinabanan i norra Italien, hvarest trefasström användes och således två kontakttrådar erfordrades. För hvar kontakttråd finnes en särskild mellan två porslinsisolatorer spänd bärtråd, som uppbär en isolator af ambroin, hvilken i sin tur uppbär en hållare för kontakttråden. Strömaftagarna för Valtellinabanan äro försedda med två från hvarandra isolerade slitstycken, bestående af kopparrör, anbragta å kullager, så att de lätt kunna rotera, utgörande alltså en kombination af rullen och bygeln.

De första kontaktledningarna för järnvägar, som kommo till stånd i Europa för högspänd enfasström,

utfördes efter sinsemellan helt olika system af Maschinenfabrik Oerlikon och Union Elektrizitäts-Gesellschaft för de förut nämnda försöksanläggningarna vid Seebach och Spindlersfeld.

Vid den senare anläggningen, hvars spänning som bekant uppgick till 6,000 volt, var kontakttråden liksom vid spårvägar spänd öfver spårets midt, men uppburen af en särskild bärtråd af stål med stor nedhängning medelst vertikala ståltrådar på tre meters inbördes afstånd, genom hvilken anordning kontakttråden äfven vid stort afstånd mellan stolparne kunde uppspännas med mycket liten nedhängning. Härigenom vanns också den fördelen, att, om kontakttråden skulle brista, densamma dock i regel ej komme att hänga ned inom räckhåll för på banan gående personer. I öfrigt afsågs med denna indirekta eller bärtrådsupphängning (»Vielfachauf-

hängung», »Catenary suspension»), som sedermera fått allmän användning, att erhålla större säkerhet ur hållfasthetssynpunkt till följd af den bärande ståltrådens stora nedhängning och styrka samt det ringa afståndet mellan kontaktrådens upphängningspunkter. Genom kontaktrådens ringa nedhängning skulle också fördelaktigare betingelser för strömaftagandet vid stor hastighet erhållas. Vid Spindlersfeld användes äfven å en del af sträckan försöksvis två bärtrådar af stål, symmetriskt placerade i förhållande till kontaktråden.

Oerlikons system för kontaktledningen är så till vida radikalt afvikande från alla andra förut brukliga anordningar, att i regel dels kontaktråden icke är spänd öfver spårets midt utan vid sidan däraf, och dels strömaftagaren icke berör denna tråd underifrån utan uppifrån eller från sidan. Strömaftagaren utgöres i detta fall af ett spö af metall, som rör sig kring en med spåret parallel axel. Detta spö kan naturligen göra kontakt mot tråden, hvarhelst denna befinner sig inom en halfcirkel med vridningspunkten till medelpunkt. Af denna omständighet begagnar man sig också exempelvis vid växlar. Därvid spännes nämligen tråden så, att den kommer att låta spöet, som naturligen åverkas af fjädrar, så småningom ändra ställning, så att, då tråden vid växeln kommer midtöfver spåret, spöet här gör kontakt på trådens undersida på samma sätt som en vanlig strömaftagare.

Med Oerlikonsystemet afses bland annat att vinna fördelen af låg anläggningskostnad, då ju anordningen vid sidoleddning blir jämförelsevis enkel och billig. Vidare kan såväl montage som reparation ske på tämligen enkelt sätt, då tråden uppspännes på sidan om banan, och kan detta arbete till stor del utföras under pågående trafik. Därjämte ansågs kontakten på trådens öfversida vara något bättre än underkontakt, då ledningen är isbelagd. Vidare skulle reservledning kunna fås vid enkelspår, i det att en sådan sidokontaktledning kan uppläggas på hvardera sidan om banan.

I en af mig den 3 sept. 1904 dagtecknad »P. M. rörande utförande af kontaktledningen vid elektriska försöksbanan Tomtebodavärtan» (bilaga

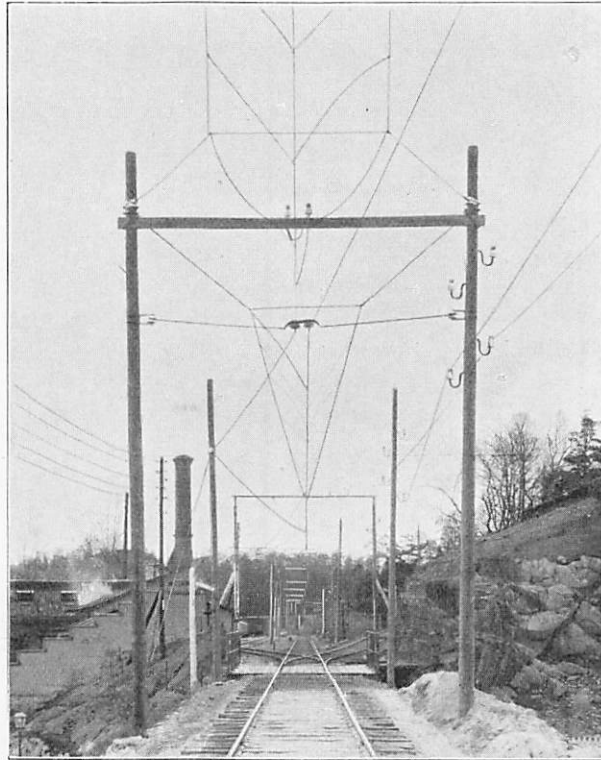


Bild 13. Sektionsafbrott vid Albano station.

Kontaktledningen Tomtebodavärtan.

n:r 6) lämnas en redogörelse för olika system af kontaktledning vid elektriska järnvägar och motivering af de principer, som blefvo bestämmande vid utförandet af ledningarne mellan Tomtebodas och Värtans. I enlighet med dessa principer utarbetades å byrån för elektrisk drift detaljerade »Bestämmelser rörande utförande af elektriska ledningar för försök med elektrisk järnvägsdrift mellan Tomtebodas och Värtans» (bilaga n:r 7). På grund af dessa bestämmelser infordrades anbud å utförandet af dessa ledningar af Allmänna Svenska Elektriska Aktiebolaget, hvilken firma vid denna tidpunkt var den endasvenska, som ägde någon nämnvärd erfarenhet i afseende på utförandet af elektriska kontaktledningar.

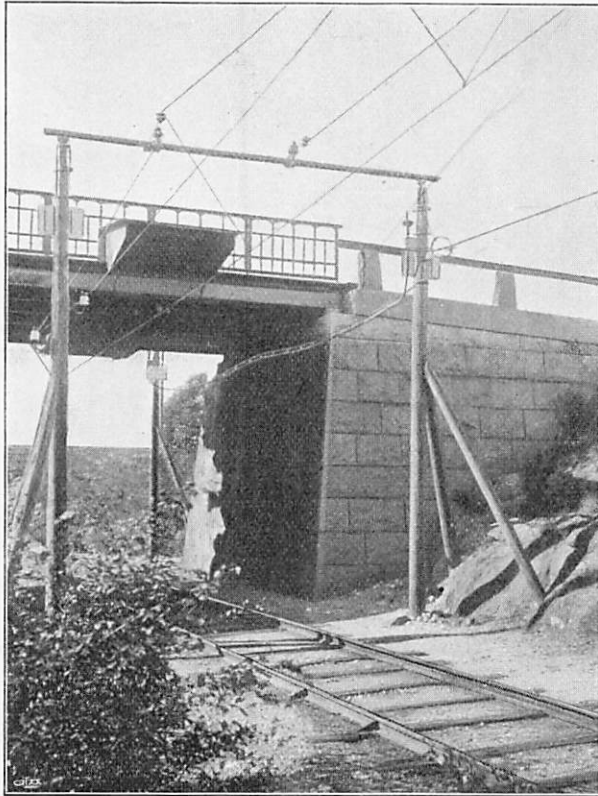


Bild 14. Skyddsanordning vid bro.

Då det erhållna kostnadsförslaget visade sig antagligt och det ej ansågs, att man på annat sätt skulle kunna få arbetet utfördt vare sig bättre eller billigare, antogs det erhållna anbudet. Afbildningarne 8—19 åskådliggöra de sålunda utförda upphängningsanordningarne och de viktigaste detaljerna i öfrigt.

I ofvan omnämnda bestämmelser för ledningarne mellan Tomtebodas och Värtans äro de olika ledningsanordningarne beskrifna, och torde denna beskrifning jämte afbildningarne med tillräcklig tydlighet klagöra

de olika konstruktionerna. Å sträckan Tomtebodas—Albano, hvarest relativt liflig godstrafik råder, var det framför allt önskvärdt, att ledningarne utfördes så solidt som möjligt, och användes på denna sträcka därför uteslutande bärträdsupphängning med dubbel isolation. På sträckan mellan Albano och Värtans ansågs däremot, att enklare och billigare konstruktioner kunde få profvas, och användes därför här dels bärträdsupphängning med enkel isolation och dels direkt upphängning. De olika ledningsanordningarne placerades efter hvarandra på sådant sätt, att man lätt skulle kunna studera skillnaden i strömaftagarens gång på de olika sträckorna. Vidare gjordes alla upphängningsanordningar på sådant sätt, att kontakttråden lätt skulle kunna flyttas åt sidan, detta dels för att kunna justera den för bygelns jämna slitning erforderliga sicksackspänningen af kontakttråden, dels äfven i ända-

mål att möjliggöra profning af vissa förslag till speciella strömaftagare, hvilka dock sedermera efter noggrannare studium af frågan aldrig kommo till utförande. Ledningen gjordes äfven något justerbar i vertikal led.

Vid monteringen och profvandret af Värtabanans ledningar erhöles en hel del erfarenheter, hvilka blefvo till nytta vid byggandet af ledningen mellan Tomteboda och Järfva. För denna ledning sökte man sålunda åstad-

Kontaktledningen Tomteboda—Järfva.

komma så lätta upphängningsanordningar som möjligt för att ej onödigt belasta isolatorerna. Vidare borttogs all styfhet hos upphängningspunkterna i linjens riktning, därigenom att konsolerna gjordes vridbara invid bärstolpen och kontaktledningen vid upphängningspunkterna förankrades i sidoled. Härigenom vunnos åtskilliga fördelar, bland hvilka må nämnas dels den, att tråden lätt kunde spännas till lagom dragning efter monteringen och dels den, att ett eventuellt brott af kontaktråden komme att medföra vida mindre skada och mindre påkänningar på isolatorerna än vid fast upphängning. Två upphängningspunkter enligt dessa principer utfördes först å Värtalinjen invid Gasverksbron, och visas dessas utseende af bild 20. För Järfvalinjen användes bärträdsupphängning med en bärtråd och en konstruktion i

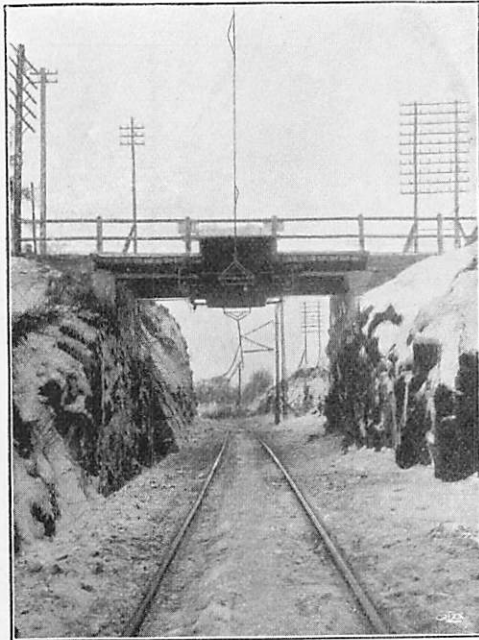


Bild 15. Skyddsanordning å bro vid Hagalund.

hufvudsaklig öfverensstämmelse med den vid dessa upphängningspunkter använda. Spännvidden var vid Värtalinjen för enkel bärträdsupphängning högst 50 meter, men ökades för Järfvaledningen ända till 75 meter. Dessutom sänktes kontaktledningen något. Under det att kontaktrådets högsta höjd öfver skenöfverkant å Värtalinjen var 5,7 meter, sänktes detta mått för Järfvalinjen till 5,35 meter i ändamål att erhålla bättre gång af strömaftagarne. Vidare användes å Järfvalinjen uteslutande dubbel isolation med två isolatorer af olika slag seriekopplade, hvarvid den bättre isolatorn placerades närmast kontaktråden.

På Tomteboda station och på sträckan från Tomteboda till landsvägsbron strax söder om Järfva station utfördes kontaktledningen af Allmänna Svenska Elektriska Aktiebolaget enligt »Bestämmelser rörande utförande af elektriska ledningar för försök med elektrisk järnvägsdrift mellan stationerna Tomteboda och Järfva» (bilaga n:r 8). Upphängningspunkternas konstruktion framgår af i dessa bestämmelser lämnad beskrifning och af atbildningarne 21—23. Dessa bestämmelser innefattade äfven, som synes, kontaktledningarne å Järfva station, men då såväl denna stations spårssystem som lands-

vägsbron söder om stationen samtidigt med utförande af dubbelspårsbyggnad Järfva—Rotebro måste ombyggas, blefvo kontaktledningarne å stationen tills vidare undantagna från den åt ofvannämnda elektriska bolag lämnade beställningen, och utfördes dessa ledningar, såsom af det följande framgår, sedermera på ett helt annat sätt än ursprungligen afsetts.

Järfvaledningen blef uppspänd vintertid och i enlighet med de i bestämmelserna föreskrifna små påkänningarne i kontaktråden, hvarigenom naturligen åsyftades att erhålla stor mekanisk säkerhet. När sedan stark

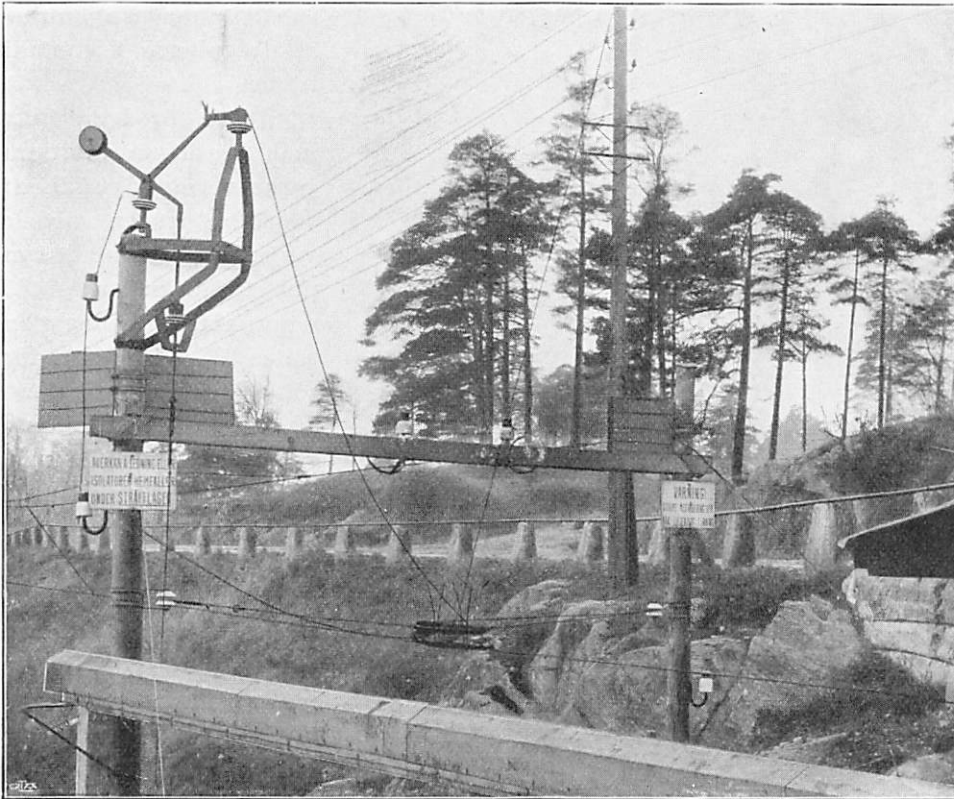


Bild 19. Sektionsafbrott och linjeströmbrytare.

värme inträffade vid sommarens början, visade det sig vara alldeles omöjligt att fara med strömaftagare mot den då slappt hängande kontaktråden. Denna måste då efterspännas, och visade det sig nödvändigt att spänna densamma med något större påkänning, än som användes vid vanlig direkt upphängd kontaktråd.

Ledningen mellan Albano och Värtan har behöft ompännas hvarje år, däremot har ledningen mellan Tomteboda och Albano, som har indirekt upphängning, ej någon gång blifvit ompänd, då detta ej visat sig absolut nödvändigt, beroende därpå, att den blef uppspänd under sommaren och då med större dragning, än hvad i bestämmelserna föreskrifvits, emedan man genast märkte, att den hårddragna tråden annars ej ens skulle hafva

blifvit rak. De kortare spännvidderna på denna sträcka äro också delvis orsak till det i ifrågavarande afseende bättre resultatet. I öfriga afseenden visade sig Järfvaledningen, såsom naturligt är, vida bättre än Värtaledningen.

De vunna erfarenheterna föranledde ett ingående teoretiskt studium af hithörande frågor, som resulterade i en »P. M. öfver elektriska kontaktledningars hållfasthet» af ingenjören vid byrån för elektrisk drift C. Montelius (bilaga n:r 9). I samband härmed beslöts att omedelbart göra ett

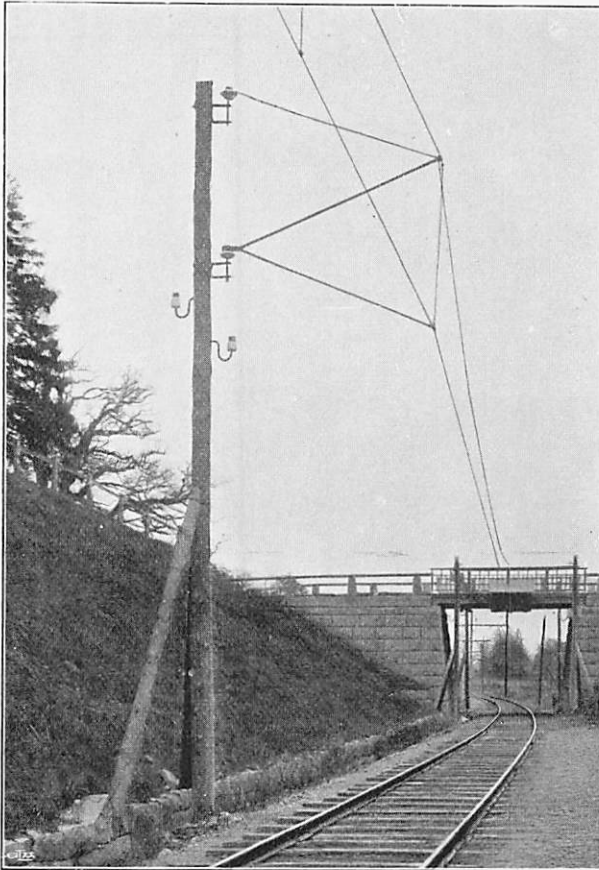


Bild 20. Förenklad anordning af konsolstolpe med enkel bärträdsupphängning å Värtabanan.

öfver Tomteboda verkstads-gård och Tomteboda bangård till bron vid södra änden af samma station. Denna ledning, som var omkring 2 km lång, var utförd med direkt upphängning och vridbara konsoler, och framgår konstruktionen af bilderna 24 och 25.

Då dessa anordningar visade sig synnerligen tillfredsställande, kommo desamma med någon modifikation till användning å de sedermera af Allmänna Svenska Elektriska Aktiebolaget utförda ledningarne på Järfva station. Afbildningarne 26 och 27 visa, huru upphängningspunkterna och viktspänningarne här äro utförda. Vid denna upphängningsanordning finnes, som af bild 27 framgår, en extra säkerhetsanordning, bestående af en öfver utliggarearmen förd kort ståltråd, som förbinder två å kontakttråden fästade trådållare, anbragta en på vardera sidan om upphängningshållaren. Denna anordning är afsedd att hindra kontakttråden att falla ned på banan, om den af någon anledning skulle lossna från den bärande armen.

försök att medelst fjädrar eller vikter automatiskt åstadkomma en utjämning af dragningen i kontakttråden.

Af de för detta ändamål föreslagna anordningarne visade sig sättet att afspänna tråden medelst vikter vara det ur alla synpunkter lämpligaste. Sådana viktspänningar insattes till en början försöksvis på en ledning, som af försöksanläggningens personal utfördes öfver ett spår från kraftstationen öfver Tomteboda verkstads-gård och Tomteboda bangård till bron vid södra änden af samma station. Denna ledning, som var omkring 2 km lång, var utförd med direkt upphängning och vridbara konsoler, och framgår konstruktionen af bilderna 24 och 25.

Då dessa anordningar visade sig synnerligen tillfredsställande, kommo de-

En spännvikt har äfven insatts strax söder om Järfvabron, verkande å kontakttråden mellan denna och Hagalund, hvarest, som förut nämndt, bärtrådsupphängning användes, och har denna anordning äfven här visat sig göra god tjänst.

Sedan ledningen å Järfva station utförts, fanns endast ett ytterligare kontaktledningssystem, som ansågs kunna komma i fråga till profning, nämligen det förut nämnda Oerlikonsystemet. Med Maschinenfabrik Oerlikon förda underhandlingar angående utförandet af ledningen mellan Tomteboda och Stockholms Centralstation enligt ifrågavarande system resulterade däruti, att erforderligt speciellt ledningsmaterial offererades af och inköptes från denna firma.

Monteringen af större delen af denna ledning, nämligen mellan Tomteboda och Kungsbron, uppdrogs åt Allmänna Svenska Elektriska Aktiebolaget i enlighet med särskildt utarbetade »Bestämmelser rörande utförande af elektriska ledningar för försök med elektrisk järnvägsdrift mellan stationerna Tomteboda och Stockholms Central» (bilaga n:r 10).

För de återstående ledningar under Kungsbron och å Centralstationen, hvilka först se-

nare kunde utföras till följd af bangårdens ombyggnad, utarbetades särskilda »Bestämmelser rörande utförande af elektriska ledningar för elektrisk järnvägsdrift på Stockholms Centralstation» (bilaga n:r 11). I enlighet med dessa infordrades anbud från Allmänna Svenska Elektriska Aktiebolaget, hvilket likväl icke blef antaget, utan utfördes arbetet af försöksanläggningens personal, som vid denna tidpunkt förvärfvat sådan vana och erfarenhet, att arbetet på detta sätt kunde utföras billigare. Oerlikonledningens detaljanordningar framgå af de ofvannämnda bestämmelserna samt af afbildningarna 28—34.

Med utförandet af sistnämnda ledningar var det för försöksbanorna projekterade ledningsnätet fullbordadt. Sedan dess har emellertid ledningen mellan Albano och Värtan ombyggt, hvarvid isolationen förstärkts, så att

Kontaktledningen Tomteboda—Stockholm C.

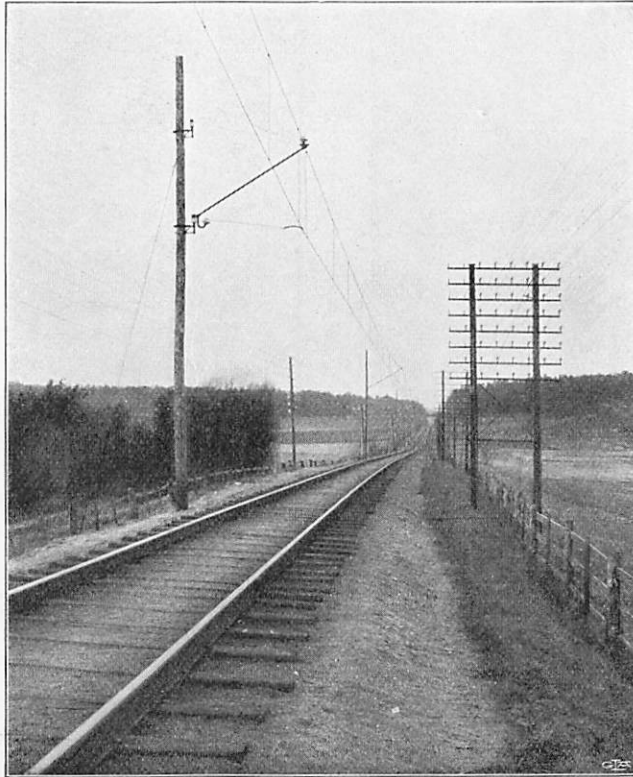


Bild 21. Bild af ledningen Tomteboda—Järfva.

denna sträcka, hvilken, af skäl som i det följande skola anföras, förut ej kunde anses driftsäker för högre spänning än 6,000 volt, sedermera har kunnat användas för äfven högsta lokomotivspänningen, 20,000 volt. Vidare har den förutvarande tunga anordningen vid direkt konsolupphängning, som visas af bild 11, utbytts mot den lättare och bättre anordning, som användes på Järfva station och som visas af bild 26. På en del af denna linje har vidare monterats en upphängningsanordning, som utgör ett mellanting mellan direkt och bärträdsupphängning, och hvilken anordning visas af bilderna 35 och 36. Denna anordning, som äfven kommit till användning på en del af sträckan från kraftstationen till Tomteboda bro, kännetecknas däraf, att en bärtråd är spänd snedt öfver spåret mellan de på ömse sidor om detta ställda stolparne. Denna bärtråd uppbär kontakttråden i en punkt vid midten af spännet på sådant sätt, att kontakttrådens fria rörelse i längdriktningen ej hindras, utan spännvikt obehindradt kan användas. Bärträden uppbäres vid stolpen af den öfre af de för utliggarearmens uppbärande befintliga isolatorerna.

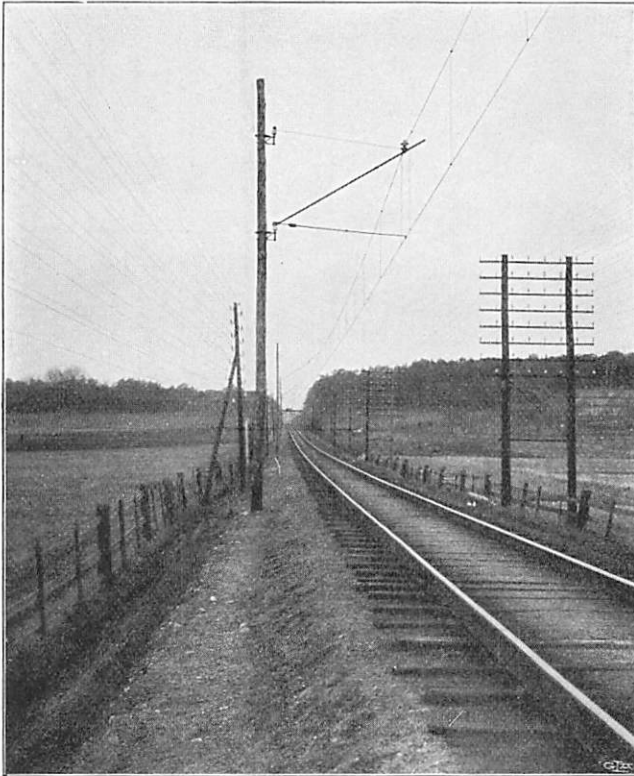


Bild 22. Upphängning medelst en bärtråd med förankring af kontakttråden i sidoled.

Efter denna allmänna redogörelse för kontaktledningarnes tillkomst

och anordning vill jag i det följande i korthet beskrifva de viktigaste detaljerna däraf och de därmed vunna erfarenheterna.

Kontaktledningens detaljer.

Bild 37 visar de olika isolatortyper, som begagnas för uppbärande af försöksbanans ledningar. Typerna A, B och C användes från början för Värtalinjen. Isolatorerna af typ A kommo att användas, emedan ett stort antal sådana funnos på lager å Statens järnvägars förråd efter att förut ha varit använda vid en anläggning vid Abisko för statens järnvägsbyggnader. Vid den tid, då de första isolatorerna anskaffades för försöksbanan, fanns ingen apparat tillgänglig för profning af isolatorer under vattenbegjutning, och kunde därför isolatorerna af typ A endast profvas i torrt tillstånd, hvarvid de befunnos kunna uthärda en spänning af 40,000 volt mellan ledning

och isolatorpinne. Detta ansågs vara tillräckligt, för att dessa isolatorer skulle kunna användas för ifrågavarande ledningar i betraktande af deras provisoriska karaktär och önskvärdheten att just profva en del isolatorer på gränsen af deras öfverslagsspänning, då man däraf kunde vänta lärrika erfarenheter. Det visade sig sedermera, att dessa isolatorers öfverslagsspänning i regn endast uppgick till 18,000 volt och att isolatorerna på de ställen, där de varit starkt utsatta för lokomotivrök, blefvo alldeles fyllda af sot mellan mantlarne, hvarigenom deras isolationsförmåga minskades högst väsentligt. En hel del isolatorer af denna typ hafva äfven brustit sönder vid inskärningen på halsen, hvarest tydligen i mekaniskt afseende en svag punkt förefinnes. Dessa isolatorer hafva senare blifvit utbytta mot sådana af typerna E och F på alla de ställen, hvarest de förekommo som enkel isolation af ledningen samt under broar. Som andra isolation hafva de däremot gjort god tjänst och kunnat bibehållas.

Typerna B och C erhöles från Rörstrands porslinsfabrik, och voro dessa bland de första högspänningsisolatorer, som därstädes tillverkades. Ej heller dessa kunde på förhand profvas annat än i torrt tillstånd af brist på lämplig apparat för regnprof. De visade sig vid detta prof båda hålla för 40,000 volt. Typ B visade sig sedan hafva en öfverslagsspänning i regn af cirka 18,000 volt, men, sedan isolatorerna af denna typ blifvit något sotiga, voro de knappast driftsäkra för mer än 6,000 volt, hvarför de på flere ställen blifvit utbytta. För Järfvalinjen utarbetades därför en större typ D, trots det att här endast användes dubbel isolation. Båda typerna B och D, de s. k. spännisolatorerna, hafva emellertid det gemensamma felet, att vatten möjligen kan inkomma och blifva kvarstående i hålet mellan pinnen och porslinet. Då detta vatten fryser, spränges isolatorn. Detta har likväl

Elektrisk järnvägsdrift.

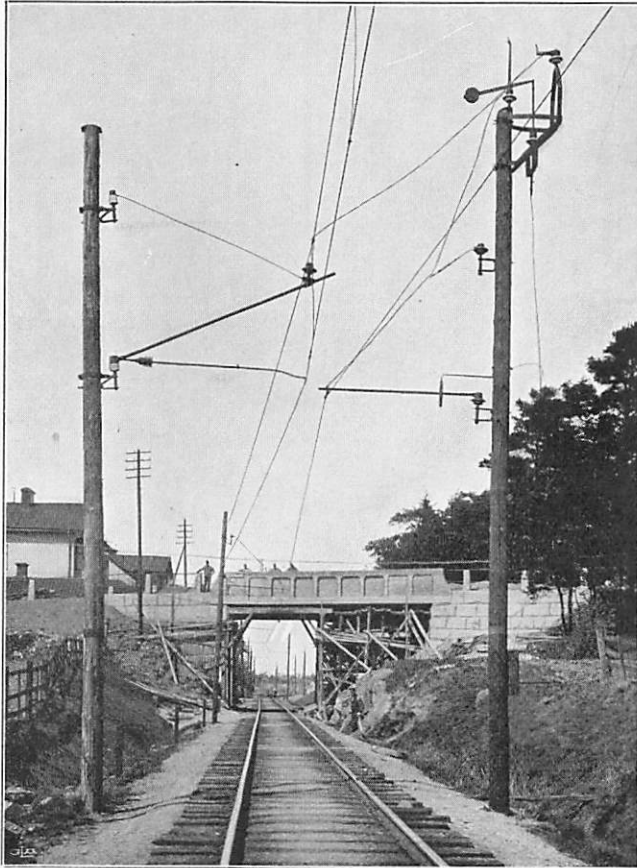


Bild 23. Sektionsafbrott och linjeströmbrytare vid Järfa.

endast förekommit i enstaka fall och får möjligen tillskrifvas olämplig konstruktion af hållareanordningar. Bild 38 visar vid försöken använda olika anordningar med två seriekopplade spännisolatorer af typ D, af hvilka den med *d* betecknade konstruktionen tillkommit med särskild hänsyn till undvikande af vattensamling i isolatorns hål. Det är för öfrigt klart, att en med genomgående pinne försedd spännisolator, å hvilken hela elektriska spänningen råder mellan isolatorns midt och ändarne, för samma storlek och vikt måste vara afsevärdt sämre än en vanlig bärisolator, som

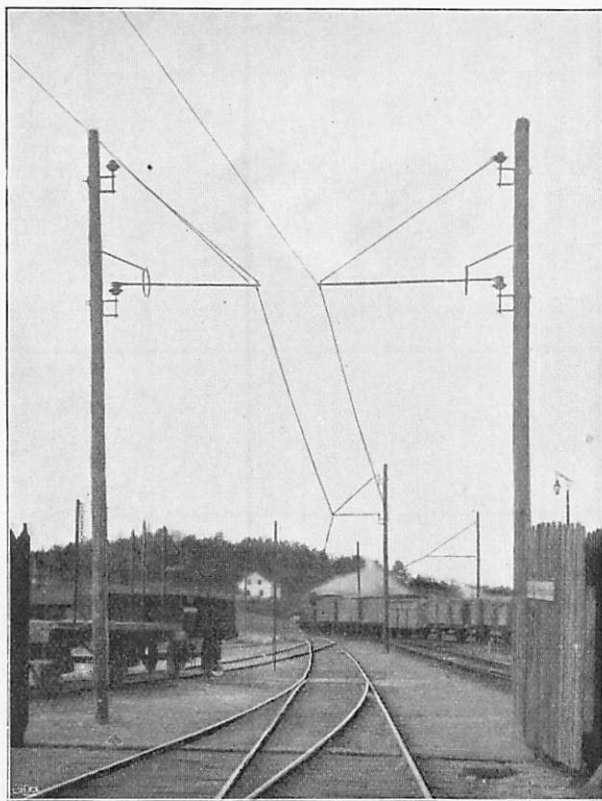


Bild 24. Sektionsafbrott vid Tomtebodas bangård.

har hela längden till förfogande för upptagande af samma spänning. Vid afspänningar kan därför i stället för spännisolatorer användas en anordning med två medelst ett järn för- enade bärisolatorer, hvar- vid likväl en viss svårighet förefinnes att erhålla tillräcklig mekanisk hållfasthet.

De första isolatorerna af typ B och C, som levererades från Rörstrand, voro antagligen något för hårdt brända, ty redan vid mon- taget visade de sig mycket bräckliga, och ha sedan åtskilliga gått sönder och måst utbytas. Detta gäller särskildt isolatorerna af typ C, hvilket dock till en del beror på olämplig konstruktion af såväl isolatorns hål som af den däruti anbragta pinnen. Dessa isola-

torer hafva dessutom samma fel som typ A, nämligen det, att de lätt fyllas med sot mellan mantlarne. För Järfvalinjen konstruerades därför en ny typ af bärisolatorer i stället för typ C, nämligen E. Denna gjordes med fullkomligt cylindriskt hål, och dess mantlar utfördes något kupiga för erhållande af större hållfasthet. Denna isolator har också visat sig särdeles stark. Af de öfver 200 st., som af denna typ användts, hafva hittills 4 st. gått sönder, däraf två, som varit monterade på strömbrytare, och två, som blifvit uppsatta vid ombyggnad af Värtalinjen och linjen på Tomtebodas bangård. De på strömbrytarne monterade isolatorerna hade varit utsatta för starka stötpåkänningar, och de två andra hade endast haft ström ett par dagar, då de genomslogos,

hvarför antagligen någon liten spricka funnits i dem, som ej upptäckts före uppsättningen.

Isolatorerna af typ E äro afsedda att förses med järnhuf för fästande af ledningsanordningarne. Vid de ställen, hvarest sådan huf ej erfordras, användes typen F, hvilken eljest i hufvudsak liknar typ E, men är försedd med ett vanligt isolatorhufvud. Äfven denna isolator har visat sig mycket bra. Af de cirka 370 st., som användts, har endast en blifvit felaktig och det på så sätt, att den brast sönder i spåret vid hal-sen. Ifrågavarande isolator tjänstgjorde som förankringsisolator för en ledning och var därför utsatt för ovanligt stor påkänning.

Isolatorerna af typ G användas på Järfvaledningen till isolering af kurvstöttor för kontaktledningen. Af de i ledningen uppsatta isolatorerna af denna typ har ingen gått sönder. Däremot hafva de vid mon-taget visat sig mycket bräckliga. De äro monterade med horisontal axel och blifva vid snöväder alldeles fyllda af snö.

Isolatorotypen J har tillkommit som en förbättring af typ E i afsikt att erhålla en typ med större säkerhet mot öfverslag. Den har kommit till användning under broar och på andra för sot starkt utsatta ställen. Denna typ är likaledes tillverkad vid Rörstrand, och uppgår dess öfverslagsspänning i regndusch till 40,000 volt.

Försöksbanans första isolatorer gjordes hvita, och anslagsskyltar uppsattes med meddelande, att åverkan å ledningen skulle beifras enligt strafflagen. Denna varning förhindrade dock ej stenkastning, utan blefvo i början å Värtabanan många isolatorer på detta sätt sönderslagna, hvarför sedermera på de mest utsatta platserna skyddsskärmar af trä uppsattes. Senare utförda isolatorer hafva erhållit brun färg, hvarigenom de blifva mindre i ögonen fallande, och har denna ändring medfört godt resultat. På sträckan Tomteboda—Järfva, hvarest dessa brunglaserade isolatorer först

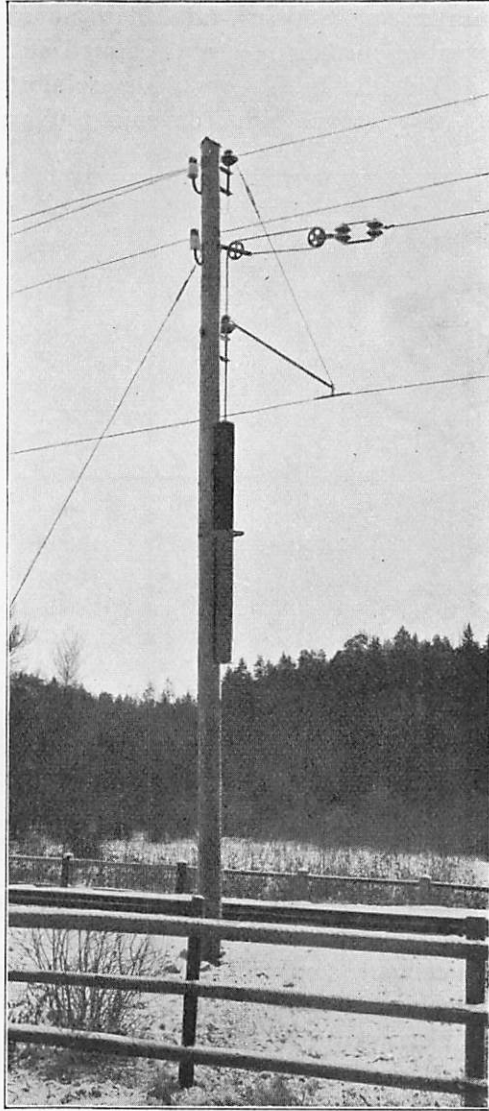


Bild 25. Spännviktsanordning.

användes, har ännu ingen enda af dem blifvit sönderslagen med stenkastning, trots det att banan på denna sträcka är lifligt trafikerad af gående, och ledningen särskildt vid Hagalund, hvarest säkerligen ingen brist råder på okynniga pojkar, är synnerligen exponerad. Anmärkningsvärdt är, att försöksbanans telefonledning på denna sträcka, hvilken ledning är framdragen på stolpar vid sidan af banan på hvita isolatorer, flere gånger varit otjänstbar på grund af med sten sönderslagna isolatorer.

Vid alla hittills omtalade isolatortyper med undantag af typerna B och D hafva såväl pinnarne som hufvarne fästats vid isolatorn medelst glyce-

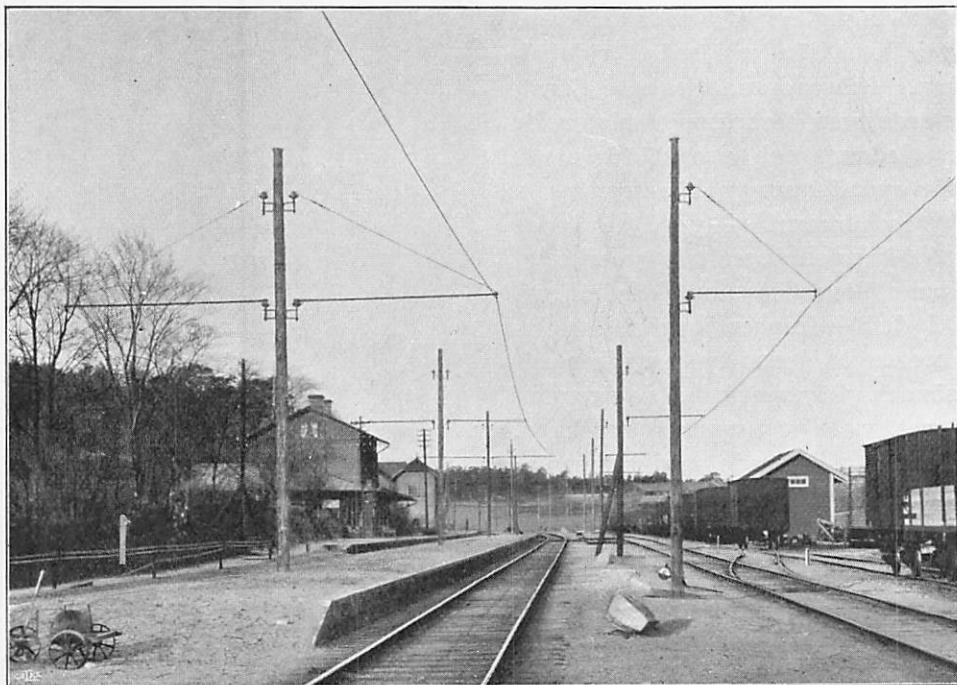


Bild 26. Ledningsupphängning på Järfva bangård.

rincement, som visat sig vara ett för ändamålet synnerligen lämpligt material. Tjockleken af detta bindemedel har varierat mellan 3 och 5 mm. För jämförelses skull må nämnas, att vid en nyligen igångsatt elektrisk kraftöfverföringsanläggning i Sverige, vid hvars isolatorer man endast lämnat något mer än 1 mm rum för glycerincementet, en hel del isolatorer lära ha blifvit sprängda genom järnpinnens utvidgning vid hög temperatur.

För utrönande af glycerincementets egenskaper hafva ingående undersökningar blifvit utförda dels å Tekniska Högskolans Materialprofningsanstalt och dels å Statens järnvägars laboratorium, och återfinnes redogörelse för dessa undersökningars resultat i bilagan n:r 12. Då genom dessa undersökningar konstaterats, att glycerincementet lätt upptager vatten, hafva på alla isolatorer vid ombyggnaden af ledningarne å Värtalinjen det för luften utsatta glycerincementet impregnerats med japanlack. Det finnes emel-

lertid ingen anledning att antaga, att något af de isolatorfel, som uppkommit, berott på sprängning genom frysning af vatten i glycerincementet.

Isolatorotypen H var den, som erhöles från Maschinenfabrik Oerlikon. Denna isolator är försedd med gängadt hål, i hvilket isolatorbulten, som är försedd med en ompressad hylsa af hårdgummi, inskrufvas. Dessa isolatorer äro vitglaserade, och hafva flere af dem blifvit sönderslagna medelst stenkastning. De äro såväl elektriskt som mekaniskt underlägsna typ E, och har, sedan de blifvit öfverdragna af sot, Oerlikonledningen ej visat sig driftsäker för 15,000 volt, för hvilken spänning den varit

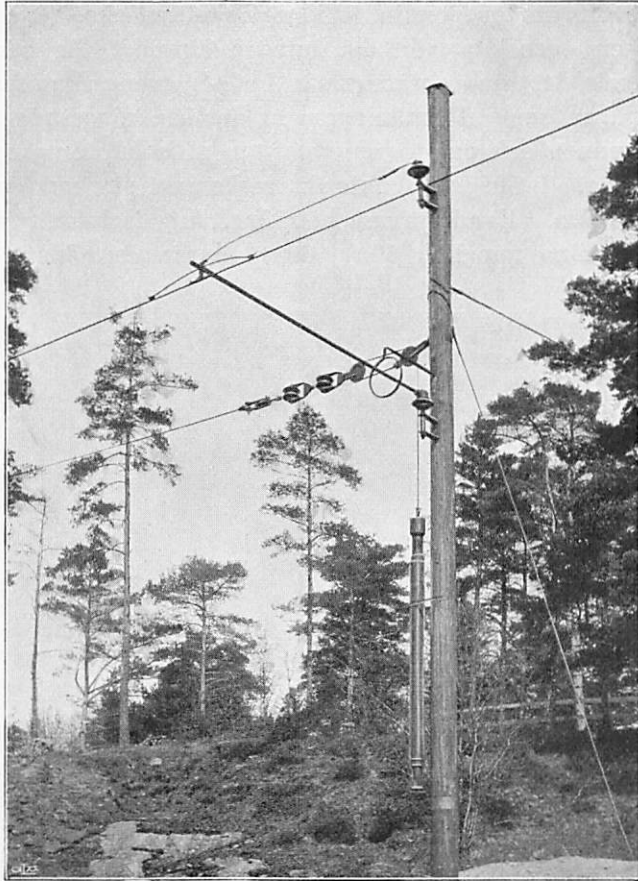


Bild 27. Spännviktsanordning och säkerhetstrådållare.

afsedd. Denna ledning har äfven af andra skäl endast undantagsvis blifvit använd för högre spänning än 6,000 volt.

Förutom nu omtalade porslinsisolatorer ha äfven isolatorer af ambroin och järngummi (Eisengummi) blifvit provvade. En sådan ambroinisolator med öfverdel af porslin visas af bild 39. Materialet ambroin har en något oljig yta, hvarför öfverslag vid regnprof skedde intermittent. Af verkställda prof synes framgå, att ambroinisolatorer under samma förhållanden, då de äro nya, tåla en högre öfverslagsspänning än isolatorer af porslin, en fördel, som dock minskar med tiden, enär en ambroinisolator efter att några månader ha varit utsatt för fria luften erhåller en grå färgton i stället för den ursprungliga svarta och samtidigt minskar i isolationsvärde. Genomslagsspänningen visade sig vara betydligt mindre för am-

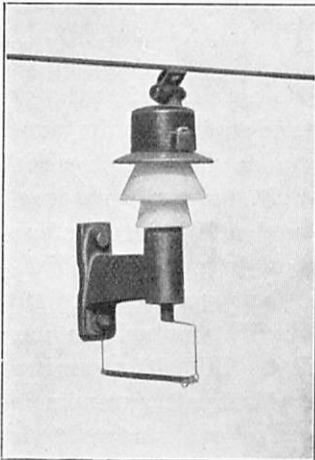


Bild 28. Isolator för Oerlikon-upphängningen med »Defektanzeiger».

broin än för porslin. Vidare är att märka, att ambroin är brännbart, hvilken egenskap gör det mindre lämpligt för här ifrågavarande ändamål, enär det sönderbrännes såväl af vid eventuella öfverslag uppkommande ljusbågar som så småningom af den läckningsström, som enligt vid försöken vunnen erfarenhet passerar ytan af isolatorerna och håller dessa i viss grad rena. I öfrigt är ambroin mekaniskt starkare och motståndskraftigare än porslin. Hvad priset beträffar, äro isolatorer af ambroin enligt hittills erhållna uppgifter 50 à 100 % dyrare än sådana af porslin.



Bild 29. Sektionsafbrott vid Oerlikonledning.

Isolatorer af järngummi af Allgemeine Electricitäts-Gesellschafts fabrikat hafva användts på motorvagnarnes tak för uppbärande af strömaftagarne. Genomslag har inträffat på en sådan isolator, och ha de alla blifvit genom luftens inverkan betäckta med ett tunt lager af hvitt pulver, som dragit till sig fuktighet i sådan grad, att strömöfvergång med åtföljande ljusfenomen kunnat konstateras. Därvid har en stark lukt af brändt gummi iakttagits i vagnarnes närhet. För att bortskaffa denna beläggning på isolatorerna ha dessa måst rengöras med sandpapper, hvilket naturligen med hänsyn till isolatorernas bestånd är mycket olämpligt. Bild 40 visar ifrågavarande isolator. Namnet järngummi föranledes däraf, att gummiisolationen omgifver en stomme af järn, som gifver styrka och stadga åt det hela. Af erhållna prisuppgifter framgår, att isolatorer af detta slag betinga ett mångfaldigt högre pris än sådana af porslin.

I det föregående har nämnts, att å en del af försöksbanans ledningar

användes enkel, å en annan del dubbel isolation, och vill jag i det följande närmare skärskåda härmed sammanhängande frågor.

Vid vanliga likströmsbanor användes, som förut nämnt, dubbel isolation med stor fördel. I detta fall kan man också medelst mätinstrument lätt undersöka, huruvida båda isolationerna äro i godt stånd.

Så blir emellertid ej fallet vid högspänd växelström. Här blir det en alltför riskabel sak att undersöka isolatorerna, under det ledningen är strömförande. Man får därför försöka reda sig på annat sätt, och hafva vid försöksbanan vunnits en del erfarenheter, som synas kunna gifva någon ledning i afseende på denna viktiga fråga.

Värtaledningen utfördes, som i det föregående omtalats, dels med enkel och dels med dubbel isolation. Direkt dubbelstolpsupphängning och konsolupphängning skulle enligt bestämmelserna utföras med enkel isolation. I bestämmelserna var vidare föreskrifvet, att kontakttråden skulle upphängas vid stolparne medelst tvärtrådar af stål, som skulle fästas vid spännisolatorer af typ B (bild 37), och skulle kontakttråden fästas vid tvärtråden medelst oisolerad trådållare. Leverantören föreslog emellertid

att i stället för oisolerade trådållare få använda vanliga spårvägshållare med isolerad bult, hvilken i torrt tillstånd hade en öfverslagsspänning af cirka 6,000 volt. Man menade, att detta skulle öka isolationen och att en andra isolation härigenom skulle erhållas. Ledningen utfördes ock på detta sätt. Då emellertid linjen provvades och spänningen på kontaktledningen stegrades till 20,000 volt, syntes omkring de flesta bultarne på spårvägsisolatorerna en sol af ljusbågar. I kraftstationen kunde någon läcka på ledningen ej förmärkas. Urladdningen måste således bero på kapacitetsfenomen. För att få bort ljusbågarne från ledningen måste man kortsluta alla spårvägsisolatorerna, hvarigenom således åter endast enkel isolation erhöles. Vid profning, sedan detta blifvit gjordt, kunde ingen märkbar läckning på ledningen observeras i kraftstationen.

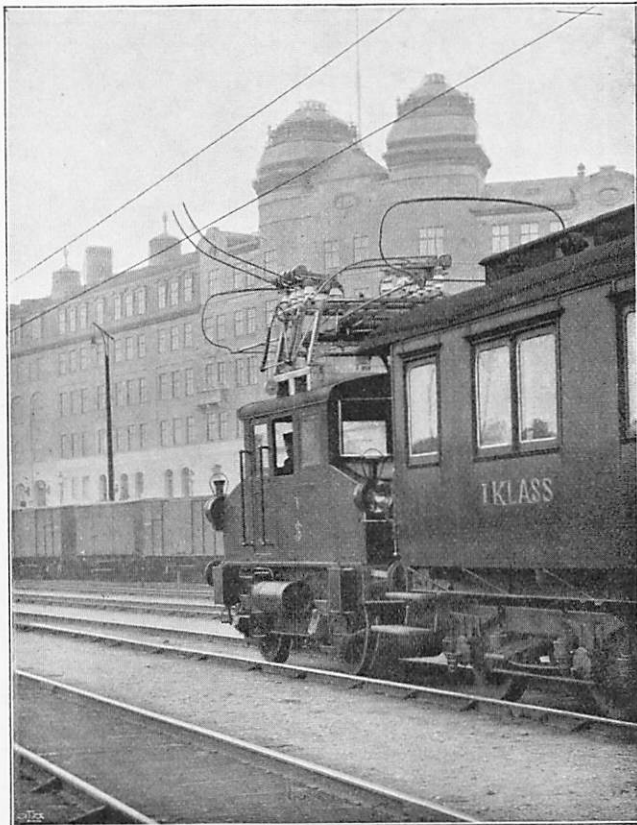


Bild 30. Oerlikonledning med ofvankontakt.

I början uppträdde på Värtabanan åtskilliga fel på de dubbelt isolerade ledningarna, som i viss grad gjorde, att värdet af den dubbla isolationen började anses tvifvelaktigt. Å Järfvaledningen, hvarest, som förut nämndt, en fullgod isolation är seriekopplad med en något svagare, har däremot intet fel uppkommit, trots det att särskildt de förstnämnda, midt öfver spåret placerade isolatorerna äro mycket sotiga. På Värtaledningen hafva åtminstone två fall af kortslutning inträffat, då endast ena isolationen var sönder. Den andra isolatorn har endast behöft tvättas ren från sot och smuts för att kunna tjänstgöra.

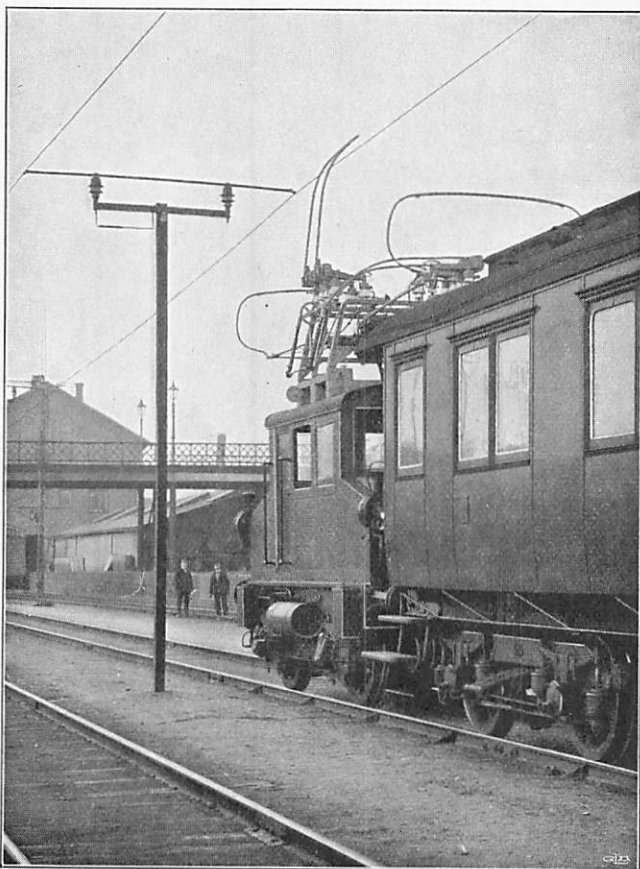


Bild 31. Oerlikonledning med sidokontakt.

Vidare har det visat sig, att på spänningslösa isolatorer under broar sot har kunnat hopa sig i lager af ända till 10 mm tjocklek, under det att isolatorer, som varit strömförande, men utsatta för lika mycket lokomotivrök, hållit sig tämligen rena. Dessutom har den iakttagelsen gjorts, att Oerlikonisolatorerna med sina gummiöfverdragna pinnar blifva betydligt sotigare än andra isolatorer med oisolerade pinnar undersammaförhållanden.

Häraf synes framgå, att å en vanlig, högspänning förande isolator alltid en om ock helt obetydlig ström passerar från ledningen öfver isolatorns yta till pinnen.

Denna ström, som gifvetvis är starkare, ju mer isolatorn är betäckt med smuts, gör den nyttan, att den håller isolatorn relativt ren på sådant sätt, att, då beläggningen uppnått en viss tjocklek, densamma succesivt förtäres af strömmen. Härför fordras tydligen, att beläggningen utgöres af brännbara ämnen, såsom här är fallet, hvarest densamma hufvudsakligen utgöres af stenkolsot. Seriekopplar man nu två isolatorer, så kan det hända, om den isolator, som sitter närmast jord är bättre än den andra eller mindre utsatt för sot, att denna isolator ej släpper fram tillräckligt med ström för att den närmast ledningen placerade isolatorn skall kunna hålla sig ren. Denna isolator

blir i så fall alltmer fylld af sot och öfvergår så småningom från isolator till ledare. Så hafva förhållandena varit vid Värtaledningen. Vid Järfvaledningen åter har den närmast jord placerade isolatorn af typ A ej haft större isolationsförmåga, än att den tillåtit en för den andra isolatorn tillräcklig rengöringsström passera, och ha därför båda isolatorerna här hållit sig ganska rena.

Det har vidare observerats, att en isolator, som utsättes för en tillräckligt hög spänning, afgifver ett surrande eller puttrande ljud vid strömmens

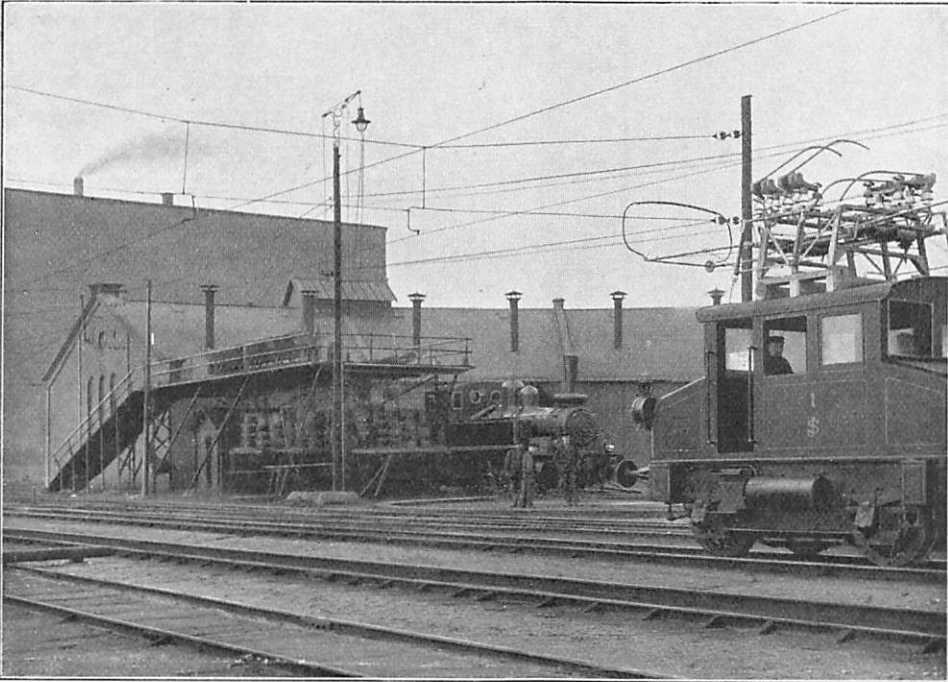


Bild 32. Oerlikonledning med underkontakt.

passerande, och ha vid försöksbanan förekommit isolatorer, som ljudit så starkt, att det hörts på omkring 200 meters afstånd.

Vid de å Värta- och Järfvaledningarne använda upphängningsanordningarne med dubbel isolation sitter alltid minst en af de båda isolatorerna midt öfver spåret och således direkt utsatt för lokomotivröken. Försöksvis utfördes emellertid på ledningen inom Tomtebodas vagnverkstads område tvenne slag af upphängningsanordningar, i öfrigt liknande den å Järfva station använda, men med dubbla isolatorer, alla anbragta så nära stolpen som möjligt, och visas dessa anordningar af bild 41. Då emellertid dessa konstruktioner ställa olämpligt höga fordringar på isolatorernas mekaniska hållfasthet, äro de redan af denna orsak ej att rekommendera. Med användande af dubbel isolation åsyftas tydligen ökad driftsäkerhet. För att detta mål skall vinnas, är det emellertid nödvändigt, att man på något vis erhåller kännedom om, när den ena af två seriekopplade isolatorer är

skadad, så att faktiskt endast enkel isolation förefinnes. Kan det hända, att ett stort antal isolatorer äro genomslagna, utan att man vet något därom, så är den dubbla isolationens fördel naturligen tämligen illusorisk. Denna fråga har naturligen vid försöken varit föremål för mycken uppmärksamhet, och många metoder ha föreslagits för upptäckande af sådana felaktiga isolatorer.

Så har t. ex. föreslagits användandet af två stycken seriekopplade isolatorer, hvaraf den ena normalt skulle vara kortsluten medelst en säkerhetsmetall, som vid fel på

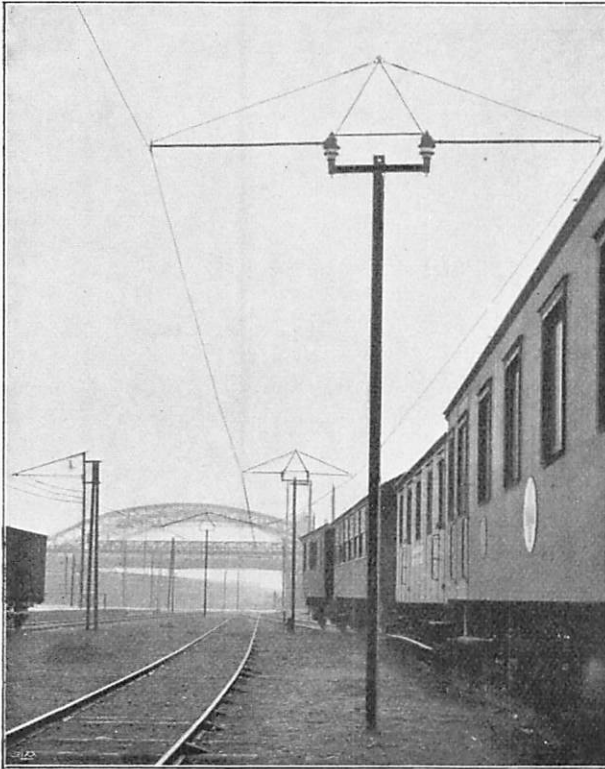


Bild 33. Rälsstolpe.

den andra isolatorn skulle springa och inkoppla reservisolatorn. Detta sätt är emellertid på grund af den i det föregående omtalade erfarenheten omöjligt åtminstone vid järnvägar, som äfven trafikeras med ånglokomotiv, i det att den kortslutna reservisolatorn ej erhåller erforderlig ström för rengöring, och det därför kan hända, att densamma, då den behöfver användas, till följd af samladt sot och smuts ej äger tillräcklig isolationsförmåga. Ett annat föreslaget sätt är att förbinda den ledande stommen mellan de seriekopplade isolatorerna å de olika upphängningspunkterna med en isolerad ledning och från en transformator då och

då släppa lämplig profspänning på denna ledning. Detta sätt medför emellertid olägenheten af ökad kostnad för extra ledningar, utan att man dock kan vara säker på, att det åsyftade resultatet erhålles. Det kan nämligen hända, om man medelst denna ledning ibland profvar med fulla spänningen, att en något felaktig isolator ej går sönder under profningen utan en tid efteråt. Så har flere gånger inträffat vid försöksanläggningen, liksom äfven liknande erfarenheter konstaterats vid andra högspänningsanläggningar.

Såsom en möjlig förklaring af detta fenomen kunde man tänka sig, att om en isolator har en spricka, så skulle genom den attraktion, som vid profningen till följd af den elektriska laddningen kommer att verka på möjligen lösa småpartiklar, dessa så småningom komma att vandra in i

sprickan, till dess slutligen öfverledning med åtföljande kortslutning uppkommer. Småpartiklar, som vid normal spänning ej kunna röra sig till följd af för ringa attraktion, skulle genom en profning med högre spänning kunna sättas i rörelse, men möjligen ej hinna åstadkomma öfverledning under profningstiden. Sedan de kommit igång, är det antagligt, att de äfven vid normal spänning kunna fortsätta sin rörelse, tills öfverledning uppkommit. Att någon dylik rörelse uppkommer, synes ganska sannolikt, då det eljest är svårt att förklara det allmänt kända faktum, att å en iso-

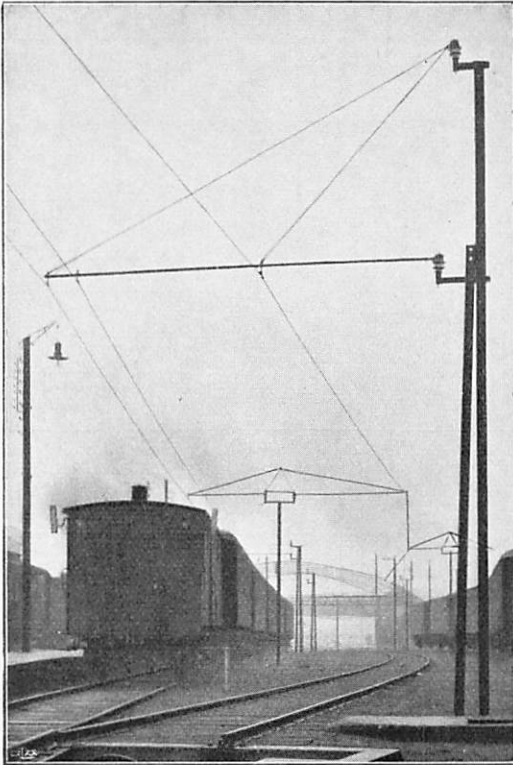


Bild 34. Rälsstolpe.

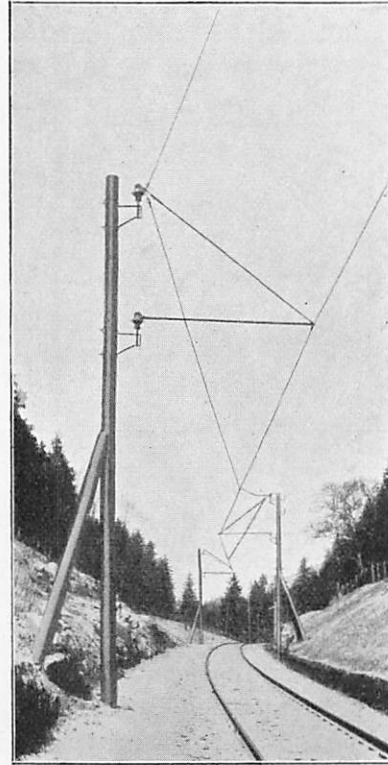


Bild 35. Förenklad bärträds-upphängning.

lator, å hvilken en obetydlig spricka förefinnes, öfverslag ej inträffar genast, utan först efter det profspänningen stått på någon tid.

Ett tredje sätt, som skulle kunna komma ifråga för upptäckande af fel å en isolator, består i att använda den förutnämnda erfarenheten, att en isolator, hvilken utsättes för en viss spänning utöfver den för isolatorn normala, afgifver ett surrande ljud. Det skulle då vara ordnad så, att när den ena af två seriekopplade isolatorer blir felaktig, den andra tills vidare upptager hela spänningen, men med afgifvande af sådant ljud, att en passerande banvakt eller ledningsinspektör genast kan konstatera, att isolatorfel föreligger, och utbyte sålunda kan ske vid första möjliga tillfälle. Det synes sannolikt, att man med sådan anordning och sorgfällig inspektion skall kunna ernå en hög grad af driftsäkerhet.

För åstadkommande af möjligast enkla mekaniska anordningar vore det naturligen önskvärdt att kunna erhålla en enda kompakt isolatorkonstruktion, som i sig förenar den dubbla isolationens fördelar. Ett försök i denna riktning har gjorts genom utförande af en isolator i två delar, en yttre hufvudisolator och en inre isolatormantel (på engelska »petticoat» = underkjöl). Denna inre mantel är äfven afsedd att vid tjänstgöring som reserv för hela spänningen vara ljudande för att tillkännagifva felet. Försök med denna dubbelisolator, hvars utseende framgår af K å bild 37, ha

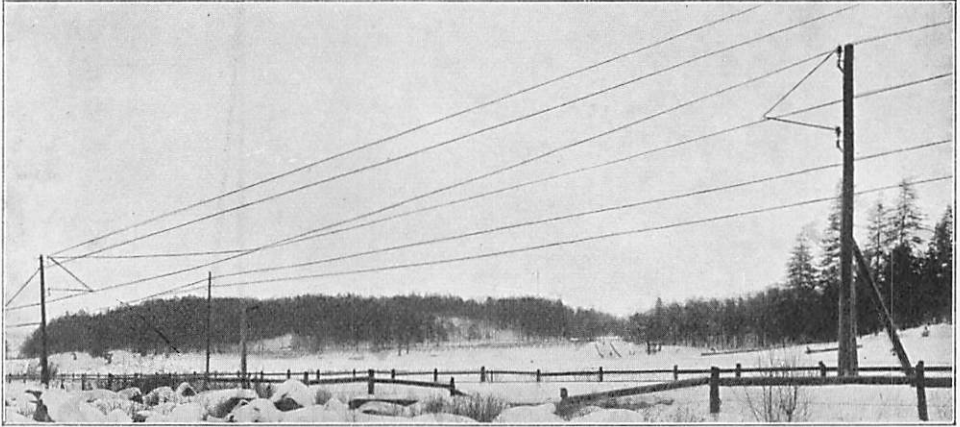


Bild 36. Förenklad bärträdsupphängning.

gifvit mycket tillfredsställande resultat. För vinnande af jämförande resultat har samma isolator äfven i vissa fall försetts med en större lös skärm (»paraply»), försöksvis utförd såväl af fajans som af järn. Denna skärm, som å afbildningen synes inprickad, skyddar naturligen hufvudisolatorn och ökar i någon mån dess isolationsvärde vid regnväder. Vid regnprof har det visat sig, att denna isolator utan skärm har en öfverslagsspänning af 55,000 volt och med skärm 67,000 volt. Om emellertid duschen i stället för vertikalt anbringades i 45° vinkel, blef öfverslagsspänningen lika, antingen skärmen var med eller icke, och uppgick äfvenledes till 55,000 volt. Samma resultat erhöles, vare sig skärmen var utförd af fajans eller järn.

Om vid enkel isolation en isolator blir felaktig, så att genomslag inträffar, så uppstå antingen öfverledning och läckor eller kortslutning, beroende på, om trä- eller järnstolpar användas, resp. huruvida isolatorpinne äro jordförbundna eller ej. Det är naturligen af största vikt att så fort som möjligt kunna upptäcka, hvar detta fel är beläget för att få det afhjälpt, så att ledningen åter kan tjänstgöra normalt. Detta är emellertid icke alltid så lätt. I själfva verket är det en allmän klagan, att det är svårt att finna felaktiga isolatorer vid kraftanläggningar med trästolpar äfven med så hög spänning som 20,000 volt. Man ser, att man har en läcka och vill gärna få bort den, för att den läckande strömmen ej skall åstadkomma skada, men oftast får man ej reda på felet, förr än isolatorkroken bränt loss ur stolpen, och man på så sätt få se, hvar felet är beläget.

Vid försöken visade sig också svårigheter i början att finna, hvar isolatorfelen funnos. Före hvarje körning på linjen, som då ej förekom hvarje dag, provvades ledningen med spänning. För att ej onödigtvis skada generatorerna genom eventuellt inträffande kortslutningar användes ett motstånd i generatorströmkretsen för att begränsa kortslutningsströmmen. Detta motstånd gjorde emellertid, att, om ett genomslag inträffade, tillräckligt med ström ej erhöles till felstället för att splittra isolatorn, hvarför denna sedan måste brännas sönder med ström af låg spänning, hvartill vanligen

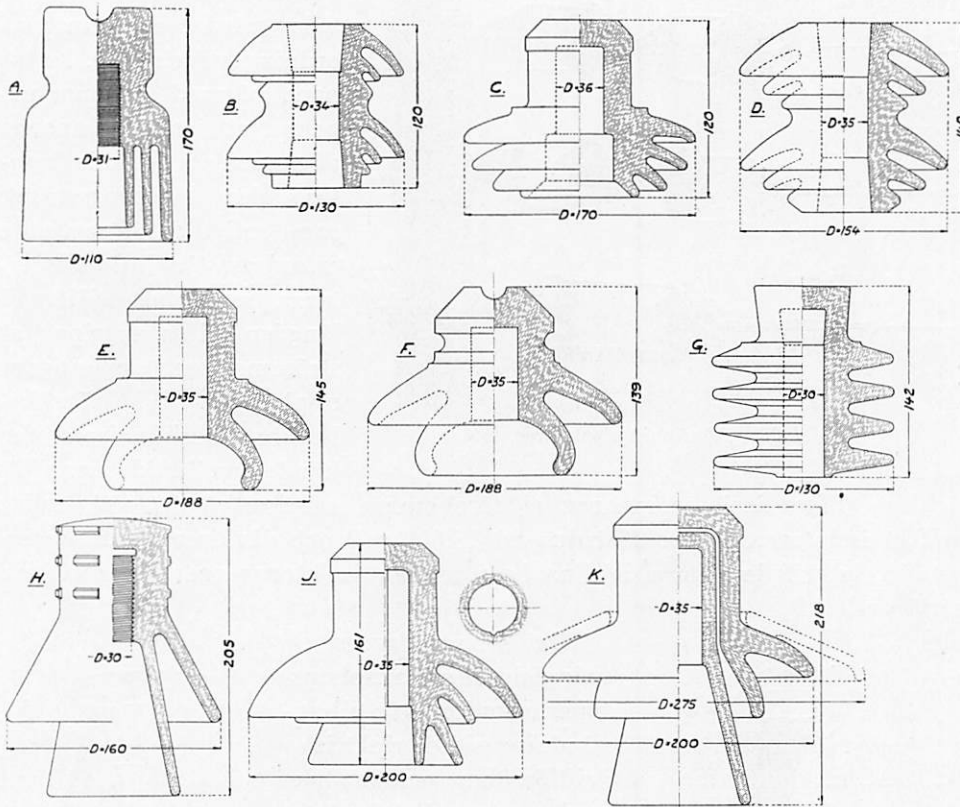


Bild 37. Porslinsisolatorer.

25 ampère erfordrades. Vid de fall, då fel inträffat under pågående drift och å isolatorer med jordförbundna pinnar, har man ej alls varit i tvivelsmål om, hvar felet funnits. Den, som då varit i närheten, har hört liksom ett kanonskott och sett ett ljusfenomen, hvarvid den felaktiga isolatorn har splittrats sönder.

På Oerlikonledningen användes ett särskildt slags »Defektanzeiger» för att upptäcka söndriga isolatorer. Där är nämligen isolatorpinnen isolerad från porslinsisolatorn och från den bärande järnkonstruktionen medelst ett omkring pinnen pressadt gummilager. Mellan pinnen och bärjärnet, som är jordförbundet, är inkopplad en säkerhetsmetall (se bild 28), som är afsedd att springa, då isolatorn går sönder. Det har emellertid visat sig,

att denna apparat ej verkar, om isolatorns mantlar sönderslås genom stenkastning, utan verkar den endast vid genomslag å isolatorns öfre del. Däremot har hänt, att säkerhetsmetaller gått sönder till följd af åverkan genom

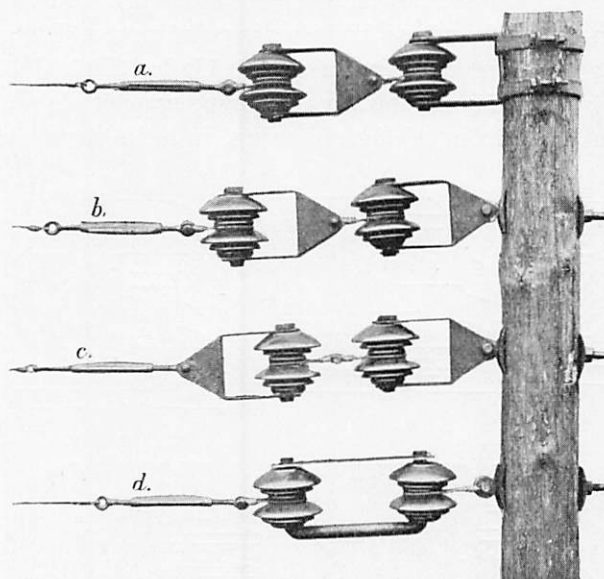


Bild 38. Afspanningsisolatorer.

stenkastning. Då man således ej obetingadt kan lita på denna säkerhetsanordning och tydligen i alla fall måste ha effektiv inspektion, förefaller det praktiska värdet af denna anordning tvifvelaktigt. I samband härmed förtjänar påpekas, att isolatorpinnarne af gummi, om de skola framföra den läckningsström, som enligt det föregående erfordras för hufvudisolatorns rengöring, själfva i längden blifva angripna af strömmen och småningom uppbrända. Vid försöksbanans Oerlikonisolatorer kunde emellertid denna yt-

läckning öfver isolatorpinnarne ej förekomma, emedan på det sätt, enligt hvilket isolatorerna voro fästade, vid 15,000 volt och däröfver urladdningen i stället inträffade i form af ljusbågar mellan isolatorns nedre mantel och bärjärnet.

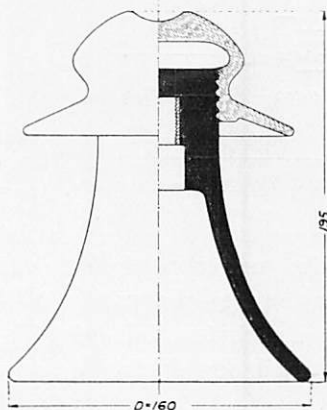


Bild 39. Ambroinisolator.

Det är, som synes, en mångfald af olika isolator-typer, som kommit till användning vid de elektriska driftförsöken, och har härmed, såsom också åsyftats, vunnits en jämförande erfarenhet, som icke blifvit mindre värdefull därigenom, att en del af de använda typerna varit otillräckliga i isolationshänseende för de högsta förekommande spänningarne.

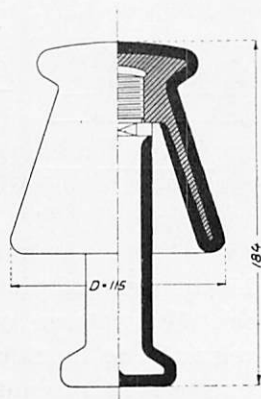


Bild 40. Järngummi-isolator.

Under den tid af 127 dagar, då elektriska tåg uppehöll passageraretrafik mellan Stockholm och Järfva och hvarvid en spänning af 6,000 volt användes, förekom intet isolatorfel å kontaktledningen. Att för denna trafik högre spänning ej användes, berodde hufvudsakligen därpå, att motorvagnarne, hvilka närmast

voro afsedda för detta ändamål, ej kunde nyttjas för någon annan spänning. De elektriska lokomotiven hafva under försöken körts med spänningar mellan 5,000 och 20,000 volt, och har den mest använda spänningen, 12,000 à 13,000 volt, förekommit under cirka 12,000 lokomotivkilometer. Spänningar af 18,000 à 20,000 volt hafva förekommit under något öfver 2,000 lokomotivkilometer. Att dessa högsta spänningar ej användts i större utsträckning, beror dels på den omständigheten, att isolationen å Värtabanan, såsom i det föregående omnämmts, under större delen af försökstiden varit otillräcklig för dessa spänningar, och dels därpå, att transformatorerna i kraftstationen ej visat sig vara fullt driftsäkra för så hög spänning. Det torde emellertid få anses vara höjdt öfver allt tvifvel, att vid lämpliga konstruktioner, noggrann undersökning af isolatorerna före uppsättningen samt regelbunden inspektion under driften en kontaktledningsspänning af åtminstone 15,000 volt med tillfredsställande driftsäkerhet skall kunna användas. Det är att märka, att förhållandena vid försöken varit så tillvida särskildt ogynnsamma, som, enligt hvad af det föregående framgår, röken från ånglokomotiven varit mycket skadlig för isolationen, och man väl kan

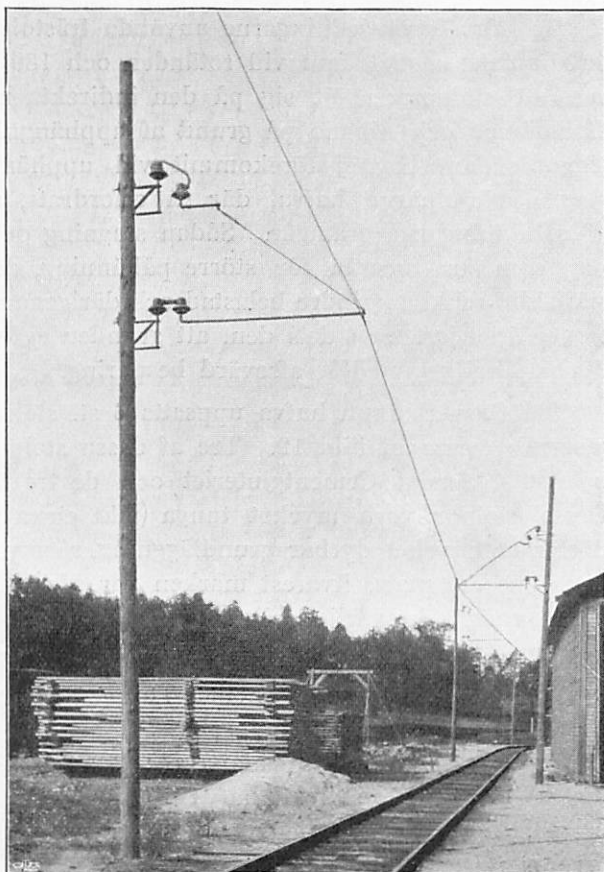


Bild 41. Upphängning med dubbel isolation.

förutsätta, att vid en färdig anläggning för elektrisk järnvägsdrift ånglokomotiv endast undantagsvis komma att trafikera banan.

Af det föregående framgår, att stolpar af tre olika material kommit till användning vid försöksbanorna, nämligen af trä, betong och järn.

Hvad först trästolparna beträffar, så ha dessa samtliga varit oimpregnerade. Att utföra försök för utrönande af värdet af olika impregneringsmetoder var tydligen ej möjligt med den begränsade tiden för dessa försök. Erfarenhet angående denna fråga finns ju för öfrigt från andra håll, speciellt ifrån svenska och utländska telegraförvaltningar, som härmed anställt omfattande försök, hvarjämte den erfarenhet, som finnes vid Statens järn-

vägar i afseende på impregnering af träsyllar, gifvetvis kan komma till användning. Emellertid ha på grund af tillmötesgående från Kungl. Telegrafstyrelsen och Stockholm—Rimbo Järnvägs Aktiebolag vissa prof kunnat göras, som bidraga till utrönande af relativa hållfastheten af dels oimpregnerade trästolpar och dels sådana, som äro impregnerade med kreosot. Af det senare slaget hafva profvats både nyimpregnerade stolpar och sådana, som under årtal stått i jorden. Resultaten af dessa prof framgå af bilaga n:r 13.

De för försöksledningarne använda trästolparne hafva i allmänhet haft en diameter af 250 mm vid rotänden och 180 mm i toppen. Det har visat sig, att stolparne böjt sig på den indirekta konsolupphängningen mellan Tomteboda och Albano på grund af upphängningsanordningens stora vikt. Något sådant har ej förekommit vid upphängningsanordningar af annat slag. Trästolparne hafva, där så erfordrats, stagats och sträfvats, såsom af afbildningarne framgår. Sådan stagning och sträfning medför för stolpar, som äro utsatta för större påkänning, dels den fördelen, att stolpen själf blir relativt mindre belastad och därigenom kan erhålla mindre dimensioner än eljest, och dels den, att grunden ej behöfver vara så vidlyftig och dyrbar, hvilket medför afsevärd besparing.

Vid Gasverksbron hafva uppsatts 6 st. stolpar af armerad beton, hvilkas utseende visas af bild 12. Tre af dessa stolpar hafva levererats af Aktiebolaget Skånska Cementgjuteriet och de tre öfriga af Aktiebolaget Beton. Dessa stolpar voro mycket tunga (vikt cirka 1 ton per styck) och kräfde därför en mycket dyrbar grundläggning, så mycket mer som de blefvo uppsatta på en plats, hvarest marken var af lös beskaffenhet. Montaget var också ganska besvärligt. Resultaten af med dessa stolpar utförda hållfasthetsprof framgå af bilagan n:r 14.

För Oerlikonledningen mellan Tomteboda och Stockholms Centralstation hafva som stolpar användts kasserade räler. Till stolpar med ringa påkänning hafva användts sådana af 1873 års modell med en längd af 7,315 meter, till längre stolpar hafva nyttjats dels 1874 års och dels 1896 års modell. På sådana ställen, hvarest stark sidopåkänning förekommit, hafva tvenne räler sammankopplats till en stolpe. Bilderna 29, 31, 33 och 34 visa olika typer af rälsstolpar, som kommit till användning. Då de äro ställda mellan två spår, har stagning i sidolejd ej kunnat förekomma, och har det visat sig, att under sådana förhållanden skenor på grund af svikning ej ägna sig väl för stolpar, som skola vara mer än 5 meter långa ofvan jord. I allmänhet blifva skenor som bekant i förhållande till sin hållfasthet mycket tunga. I jämförelse med trästolpar hafva de fördelen att taga mindre utrymme i anspråk, hvilket särskildt var fördelaktigt vid uppställningen mellan två spår. Vidare kunna sådana stolpar fås för relativt billigt pris, då kasserade räler användas.

Skyddsanordningar. Såväl för vinnande af erforderlig driftsäkerhet som till förebyggande af fara för människor och husdjur måste naturligen försöksledningarne förses med en hel del anordningar till skydd för den höga spänningen.

Till dessa skyddsanordningar måste i första rummet räknas de jordförbindningsanordningar, som anbragts å en del upphängningspunkter såväl i matareledningen mellan kraftstationen och Tomtebodabron som i kontaktledningen. Dessa anordningar hade naturligen till uppgift att vid inträffande trådbrott eller annan större rubbning af kontaktledningen jordförbinda och således kortsluta ledningen, så att den blefve strömlös och ofarlig att beröra. För undvikande af onödiga afbrott i driften är det naturligen viktigt, att en sådan apparat ej fungerar, annat än då absolut så erfordras för förebyggande af fara. Genom alltför känsliga sådana anordningar riskerar man, att dessa fungera i otid. Liksom fallet varit vid många andra högspänningsanläggningar, har man äfven vid försöksanläggningen i början låtit försiktigheten leda sig alltför långt på bekostnad af driftsäkerheten, och hafva därför såväl antalet som känsligheten af de uppsatta jordförbindningsanordningarne så småningom afsevärdt minskats, utan att däraf några olägenheter visat sig, men driftsäkerheten däremot väsentligt förbättrats.

De använda kortslutningsanordningarnes konstruktion framgår af afbildningarne öfver de olika upphängningsanordningarne.

På de ställen, hvarest kontaktråden förts fram under broar, som på ringa höjd korsa järnvägen, hafva särskilda åtgärder måst vidtagas. På sådana ställen uppsattes, såsom af bilderna 14 och 15 framgår, öfver ledningen under bron ett tak af impregneradt trä, som fästes vid bron medelst isolatorer. Sedan fästes vanligen kontaktråden vid detta tak medelst en isolator, så att skyddstaket i vanliga fall var isolerad såväl från kontaktråden som från bron. På några ställen fördes kontaktråden fri under skyddstaket, och i detta fastsattes rätt öfver kontaktråden en isolator uppbärande en ledskena af metall, hvilken, i vanliga fall högre belägen än tråden, var afsedd att hindra strömaftagarne att trycka densamma mot skyddstaket. Denna anordning blef likväl olämpligt utförd, hvarför den ej fungerade till belåtenhet, utan snart utbyttes mot den förstnämnda anordningen.

Skyddstaken voro afsedda att hindra kortslutning, för den händelse ljusbåge mellan strömaftagaren och tråden skulle uppkomma under en bro. Anordningen har emellertid visat sig ganska öfverflödigt i detta afseende och olämpligt, i det massor af smuts samlats på dessa tak, hvilket i ett fall, nämligen vid Hagalundsbron, vållat kortslutning. Därför har sedermera under broarne vid Stockholms Centralstation endast uppsatts en 25 cm bred planka midt öfver kontaktråden, och vid Järfva landsvägsbro, hvarest kontaktledningen förts fritt fram under bron, har endast en isolerad stödtråd uppspänts under bron för att hindra kontaktråden att af strömaftagaren tryckas upp mot bron, som här är utförd af armerad betong. Några olägenheter hafva ej uppkommit genom dessa förenklingar. En annan tillfredsställande anordning har kommit till användning vid den s. k. Gasverksbron å Värtabanen vid härvarande kontaktlednings omändring, och visas af bild 42. Mellan tvänne isolatorer är här ett gasrör fästadt tvärs öfver banan, hvilket uppbär tråden. Detta rör hindrar trådens upplyftande mot bron, men medgifver likväl en viss fjädring. Genom isolatorernas placering vid sidan äro de mindre utsatta för lokomotivröken.

För att hindra trafikanter på broarne att vidröra kontaktråden, hafva på brons sidor uppsatts skyddstak, räckande cirka 1,5 meter utöfver tråden. Detta synes på bilderna 14, 15 och 42. Dessutom hafva anslag uppsatts med påskrift: »*Lifsfarligt* att vidröra tråden öfver banan».

Såsom af bestämmelserna för de olika ledningarne framgår, utfördes vissa delar af kontaktledningen, såsom under broar, å Centralstationen, Järfva och Albano stationer och å en sträcka på hvar sida om sistnämnda station på sådant sätt, att ledningen å denna del kunde elektriskt afkopplas

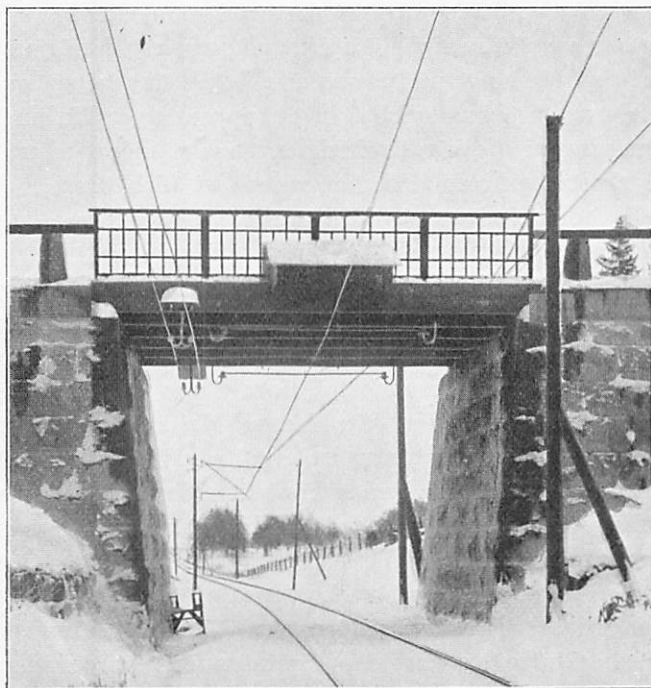


Bild 42. Förenklad kontaktrådsupphängning under bro.

och göras spänningslös, under det en förbigående matareledning öfverförde den elektriska strömmen till den på andra sidan om afbrottet belägna delen af kontaktledningen. Härmed åsyftades naturligen att vinna ökad säkerhet. Under broarne måste kontaktledningen i allmänhet till följd af dessas ringa höjd spännas lägre än på fri bana. Såväl af denna orsak som till följd af möjligheten för å bron befintliga personer att, om ock endast medelst särskilda anordningar, komma åt kontaktråden, ansågs det till en början lämpligt att göra ledningen under bron och på ett eller annat tiotal meter å hvarje sida därom strömlös. Genom tillslagning af en strömslutare var möjlighet beredd att vid behof koppla in den eljest »döda» sektionen.

Det visade sig emellertid snart, att stora olägenheter uppkommo genom dessa anordningar. De i vanliga fall ej strömförande isolatorerna under broarne öfverdrogos, som i det föregående nämnts, af ett sotlager och miste sin isolerande förmåga, hvarför kortslutningar förekommo, då ström plötsligt

påsläpptes. Vidare var det naturligen mycket besvärligt och opraktiskt att, för hvarje gång ett tåg passerade, slå till och från strömmen. Att låta tåget gå af farten utan ström var naturligen i vissa fall möjligt, men i andra fall, såsom då bron låg i en stigning eller nära en station, vid hvilken igångsättning ägde rum, tydligen omöjligt, bl. a. därför, att därvid hårda stötar erhöles i kraftstationens maskineri, då transformatorerna på tåget efter urkopplingen åter inkopplades. Man kom därför snart till den slutsatsen, att ledningen så vidt möjligt borde helt och hållet stå under ström, och blefvo därför alla döda brosektioner konstant inkopplade, och har ingen som hälst olägenhet därigenom förorsakats.

Härtill fanns också ett annat skäl. Förbiledningen af strömmen vid broarne hade på några ställen utförts som en enpolig kabel, af Felten & Guilleaumes tillverkning, och på andra ställen hade ledningen förlagts på isolatorer i en plåttrumma såsom vid den bro, som visas af bild 19. Båda dessa anordningar gåfvo anledning till fel. Isolatorerna i trumman sprucko vid flere tillfällen, dels till följd af den starka hetta, för hvilken de där blefvo utsatta vid solsken, dels äfven kanske till följd af att olämpliga isolatorer användes. Här användes nämligen isolatorer af typ A, hvilka, som förut omtalats, lätt brusto vid inskärningen på halsen. Dessa ledningar blefvo därför snart bortkopplade och de förut döda kontaktledningsstyckena inkopplade. På kablarne hade i början,

på ett undantag när, intet fel förekommit. Emellertid visade det sig vid körning med 12,000 volt på Värtaledningen, att kortslutningar då och då uppkommo. Man kunde emellertid alltid genast åter slå till strömmen, och felet var då borta. Sedan detta upprepats några gånger, och spår af fel ej kunde upptäckas på ledningen, befanns det slutligen, att fel hade uppkommit på Westinghouse-lokomotivets kabeluttag, hvilket är af samma slag som de på linjen använda kabeluttagen. Man kunde vid undersökning se, att öfverslag inträffat där, men tycktes genom den därvid uppkomna värmen isoleringsmassan ha smält, så att det vid öfverslaget uppkomna hålet åter fyllts af denna smälta massa, sedan ljusbågen upphört. På detta

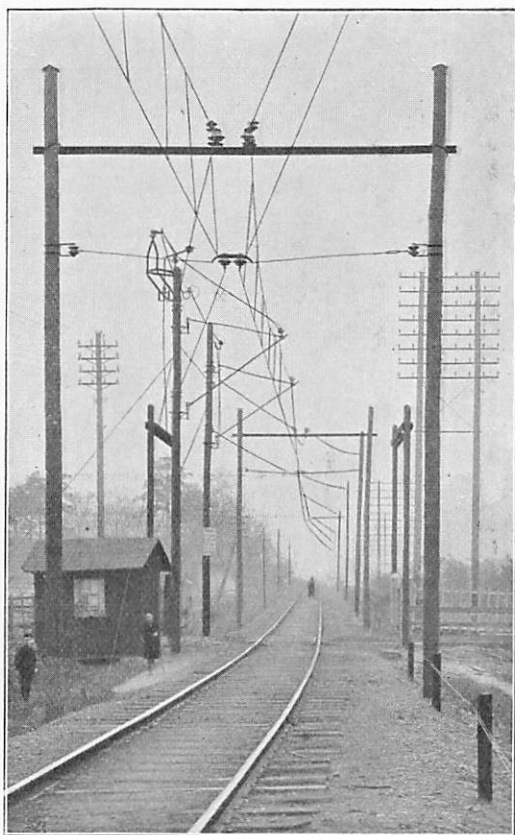


Bild 43. Kontaktledningsanordningar vid Solnavägen.

sätt skulle kabeluttaget alltså reparera sig själf. Vid den undersökning af kabeluttagen på ledningen, som med anledning här af företogs, upptäcktes på ett kabeluttag tydliga spår efter öfverslag, och är det troligt, att detta kabeluttag varit felkällan några gånger, då momentan kortslutning inträffat, hvars orsak ej kunnat finnas. Det är ju sannolikt, att genom förbättrade detaljkonstruktioner såväl kabelledningen som den blanka tråden i trumman kunnat fås relativt driftsäkra, men då dessa anordningar, såsom förut nämnts, visade sig öfverflödiga och alltid måste utgöra svaga punkter i ledningsnätet, blefvo inga vidare försök i den vägen gjorda.

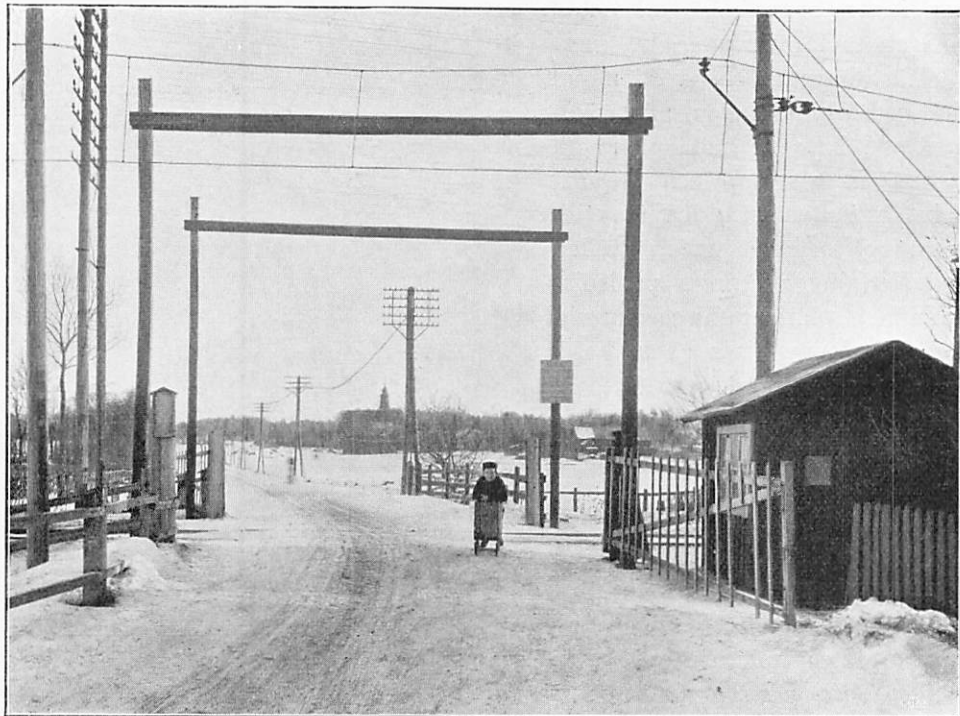


Bild 44. Skyddsport vid Solnavägen.

I Järfvaledningen inrättades endast en död sektion, nämligen vid korsningen med Solnavägen, hvilken synes å bilderna 43 och 44. Det ansågs, att här skulle fara för de åkande finnas, om ledningen vore strömförande. Vid Solnavägen uppsattes dessutom skyddsportar af trä, som skulle hindra alltför höga lass att köra fram under ledningen. Äfven denna döda sektion har nu inkopplats, sedan det visat sig, att de åkande kunnat motstå frestelsen att vidröra kontakttråden med piskan eller annat. Anslag äro emellertid uppsatta med påskrift: »*Lifsfarligt* att vidröra tråden öfver banan». På Järfva station finnas också ett par vägkorsningar i planet, och ha där endast uppsatts sådana vägportar med varningsskyltar.

De förut nämnda omkopplingsanordningarne å Albano station (bilderna 16—18) hade tydligtvis till ändamål att åskådliggöra en del af de möjlig-

heter, som vid elektrisk drift kunna åstadkommas i afseende på trafik-säkerhetens höjande, därigenom att befälet å en station kan genom afkoppling af strömmen å stationen eller en sträcka i närheten af densamma bringa ett eller flere tåg att stanna. Såsom demonstrationsmateriel i afseende på dessa möjligheter, som naturligen ur trafik-säkerhetssynpunkt kunna vara af stort värde, ha dessa anordningar varit af intresse, men fränsedt vissa särskilda tillfällen ha under den egentliga försöksdriften alla vid Albano anbragta strömslutare varit tillslagna, så att hela kontaktledningen här varit strömförande.

Beträffande de ledningsafbrott, som finnas anordnade framför stationerna vid Värtan, Järfva och Stockholms Central, så har afsikten med dem varit, att man skulle kunna göra ledningarne å stationen strömlösa vid sådana tillfällen, då sådant för driftförsöken varit tillåtligt, men det af andra skäl, exempelvis för lastning af godsvagnar å spåren under ledningen, reparationer eller ändring af dessa ledningar eller dylikt, varit önskvärdt att få stationens kontaktledningar strömlösa.

I kontaktledningen å Centralstationen finnes endast en död sektion, omfattande den del däraf, som passerar öfver Gamla Kungsholmsbrogatan. Där ansågs det nödvändigt att vidtaga alla möjliga försiktighetsåtgärder, så mycket mer som kontakttråden här till följd af den närbelägna mycket låga Kungsbron måste komma på jämförelsevis ringa höjd öfver gatan. Därför uppsattes här äfvenledes en anordning, som angaf, när ström var inkopplad på den döda sektionen. Denna anordning består af en transformator, som nedtransformerar kontaktledningens spänning till 100 volt och till hvilken är inkopplad en växelströmringsklocka. Transformatorn är på högspännings-sidan inkopplad mellan den vanligen strömlösa delen af kontakttråden och skenorna, hvaraf följer, att ringklockan kommer att ringa, så fort ström påsläppes den döda sektionen. På detta ställe finns ur trafiksynpunkt intet hinder för användandet af en död sektion, enär här ständigt finnes en vakt, som manövrerar de bommar, hvilka reglera gatutrafiken öfver järnvägen, och har denna person då äfven fått i uppdrag att sköta den strömslutare, som hör till den döda sektionen.

Beträffande konstruktionen af de strömslutare, medelst hvilka de förut nämnda sektionerna af kontaktledningen göras strömförande eller strömlösa, må till en början nämnas, att de alla varit anbragta på toppen af en stolpe. och har manövreringen skett från marken medelst en nedhängande ställlina, De hafva varit så inrättade, att de slagits till, då man dragit i linan, och hafva de, sedan linan släppts, automatiskt slagit från medelst en vikt. På det största antalet af dessa apparater har, som af bild 19 framgår, denna vikt varit placerad på högspänningsdelen. Det har vid dessa händt, att, om man ej hållit igen med linan, då strömbrytaren af vikten slagits ifrån, så har en så stark stöt uppkommit, att hufvudet på strömbrytarens isolator gått af. För att undvika detta har konstruktionen sedermera ändrats på sätt, som visas af bild 45. I detta fall är återföringsvikten anbragt på jordsidan och kan därför ej genom stöt skada isolatorn.

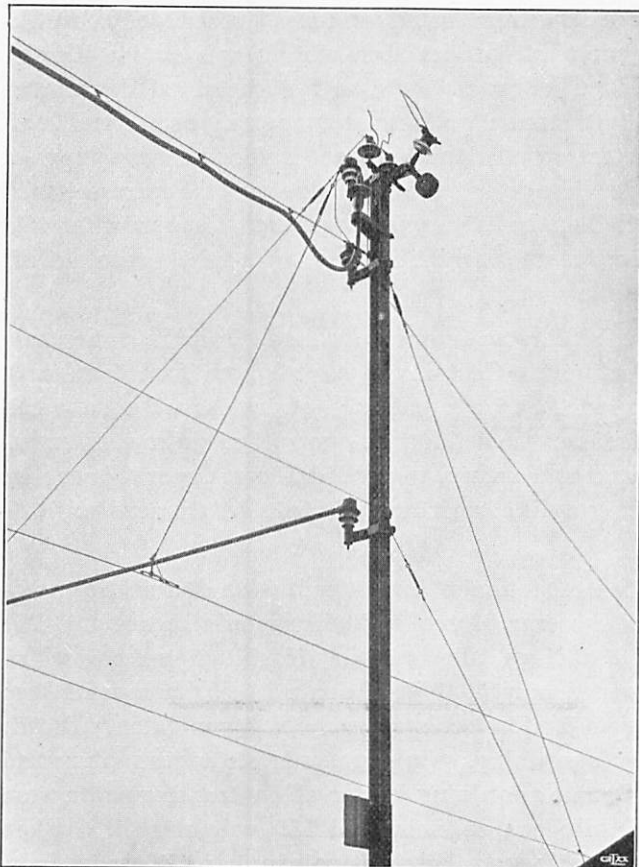


Bild 45. Rälstolpe med förbättrad linjeströmbrytare.

den andra typen sammanhållas de båda kontakttrådarna öfver spårmitten af hvar sin af tvenne isolatorer, fästade vid en af bärtråd uppbyren järnhållare, och afspännas sedan åt hvar sitt håll till en närbelägen stolpe. Båda dessa typer hafva emellertid visat sig mindre lämpliga, dels till följd af de tunga pjäser, som hänga i ledningen och vid strömaftagarens passerande gifva anledning till stötar och ljusbågar, och dels därför, att det visat sig, att vid en dylik konstruktion ström kan läcka öfver från en sektion till en annan och på så sätt uppladda en afkopplad sektion, så att den blir lifsfarlig, om den ej jordförbindes.

En senare utförd typ af sektionsafbrott, som ej har dessa olägenheter, visas

Det återstår att nämna några ord om, huru själfva afbrotten i kontaktledningen äro utförda. Bilderna 19, 46 och 13 visa de två typer af sektionsafbrott, som kommo till användning i Värtaledningen. Den förstnämnda, af bilderna 19 och 46 åskådliggjorda typen, bildas af tre isolatorer, förbundna med hvarandra medelst en gjutstålsram. De båda kontakttrådsändar, som skola isoleras från hvarandra, fästas vid de yttersta isolatorerna, under det att vid den mellersta äro anbragta två ledskenor för styrande af strömaftagaren. För utsläckande af vid afbrottet uppkommande ljusbågar finnas två gnistgap med åskledarehorn mellan isolatorerna. Vid

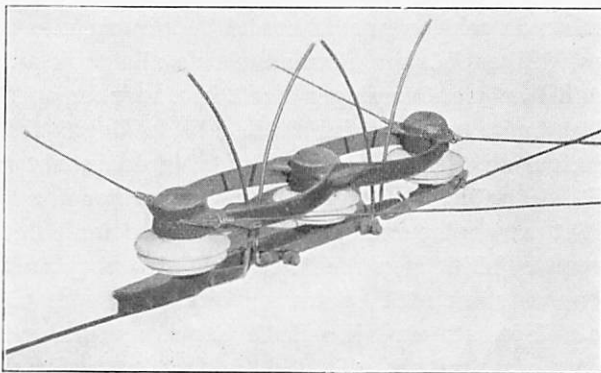


Bild 46. Sektionsisolator.

af bild 24. De båda kontaktledningstrådar, som skola isoleras från hvarandra, äro här ej förbundna på något vis sinsemellan, utan korsas hvarandra i luften, så att strömaftagaren utan någon stöt kan öfvergå från den ena till den andra. Kunna stolparne, hvilket torde blifva fallet vid dubbelspår, ej placeras på båda sidorna om spåret, så kompliceras anordningen något. Bild 47 visar en anordning, som i sådant fall kan användas. För Oerlikonledningen användes en liknande äfvenledes tillfredsställande anordning, som visas af bild 29.

Trots vidtagna försiktighetsmått har det ej kunnat undvikas, att en del beklagliga händelser inträffat, vid hvilka personer skadats af den högspända strömmen. *Olyckshändelser.*

En eldare, som skulle klättra öfver en tender, som stod på Tomteboda station under kontaktledningen, kom med ryggen i beröring med kontaktledningen, som för tillfället stod under 20,000 volts spänning. Han störtade ned från tendern och fick skador i ryggen och under ena foten. Såren läktes långsamt, men mannen lever och är frisk. Underbart är, att han ej tog större skada. Möjligt är, att hans med kol och maskinolja impregnerade kläder varit tillräckligt ledande för att utgöra ett skydd. Naturligen måste personalen förbjudas att stiga upp på vagnar och lokomotiv, som stå under en strömförande kontaktledning. Att märka är emellertid, att ledningen å Tomteboda station är ovanligt lågt belägen, beroende dels på den närbelägna låga landsvägsbron och dels därpå, att den äfven skall kunna bestrykas af Oerlikonspöna, hvilka vid underkontakt betinga ett lågt trådläge.

Under ombyggandet af landsvägsbron vid Järfva skulle vid ett tillfälle två personer från banafdelningen mäta bredden i broöppningen. Kontakttråden var framdragen där, och hade ett elektriskt tåg nyss passerat och gått in på stationen. För mätningen användes ett stålmeåttband, som genom ovarsamhet kom att kastas uppåt, så att det kom i kontakt med kontaktledningen, hvilken för tillfället stod under 6,000 volts spänning. Därvid erhöll den ene en så stark stöt, att han föll omkull och låg afsvimmad i ett par minuter. Den andre erhöll också en stöt, ehuru lindrigare, hvilket torde bero på, att han stod på berg och därför var bättre isolerad. Ingendera hade efteråt något men af äfventyret.

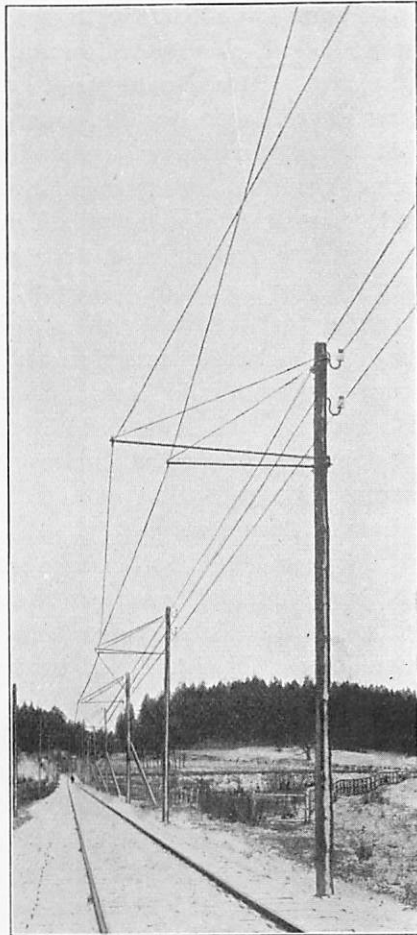


Bild 47. Sektionsafbrott med korsande trådar.

Mera olyckligt råkade två banvakter ut, som skulle mäta bredden af skärningen vid Hagalund. Af en tillfällighet hade dessa blifvit utsända af banmästaren på Stockholms Central, till hvilken station elektrisk ström då ännu ej var inkopplad, i stället för af banmästaren i Tomtebodå. De voro därför jämförelsevis obekanta med förhållandena, men hade likväl fått meddelande om, att kontaktledningen var farlig att vidröra. Vid Hagalund gingo de upp på landsvägsbron öfver banan (se bild 15), och där togo de sig för att klättra öfver broräcket en på hvardera sidan om banan för att gå ut på där befintliga bergkanter. Mellan sig buro de därvid ett stål-måttband, som de på så sätt kommo att föra fram öfver kontaktledningen. Den ene lär ha råkat halka, hvarvid måttbandet kom ned på kontakttråden, som förde 6,000 volts spänning. Båda erhöilo därvid en stöt. Den, som halkat, släppte måttbandet och föll ned utmed en cirka 5 meter hög stenvägg i ett sprängdt stendike. Han visade tydliga lifstecken ett par timmar efteråt, men dog sedermera. Möjligen bidrog till hans större känslighet för strömmen en redan förut försvagad hjärtverksamhet. Den andre banvakten föll också ned, ehuru något bättre, i det bergkanten på hans sida var sluttande och gräsbevuxen. Han trasslade alldeles in sig i måttbandet och rullade med detta ned mot ena skenan, hvarigenom en kraftig kortslutning uppkom. Då måttbandet därvid åkte ned från kontakttråden, brändes det i kanten, så att det efteråt såg ut som ett sågblad. Denne banvakt fick således ström under mycket längre tid än sin kamrat. Han kom sig emellertid strax så pass, att han kunde gå fram till tåget vid Hagalund. Han hade erhållit rätt betydliga brännskador och intogs därför på Serafimerlasarettet, hvarest han måste stanna en längre tid för brännsårens läkning. Han är emellertid nu återställd och torde ej få men af saken i framtiden.

På grund af dessa erfarenheter ser det ut, som man skulle kunna påstå, att berörandet af ledningar förande spänningar på 6,000 volt och däröfver ej under alla förhållanden behöfver vara lifsfarligt. Liknande erfarenheter som dessa föreligga från en hel del andra högspänningsanläggningar särskildt i Italien.

Ström i stolpar till följd af söndriga isolatorer har förekommit några gånger. Dess bättre har därigenom ingen olycka inträffat. En gång har en af ledningsmontörerna vidrört en sådan stolpe och därvid fått en så stark stöt, att han var nära att svimma. Genom den förut förordade jordförbindningen af isolatorpinnarne undviktes denna fara.

I bilaga n:r 15 återfinnas de säkerhetsbestämmelser, som af Järnvägsstyrelsen utfärdades den 16 februari 1907, innan de elektriska passagerartågen sattes i gång mellan Stockholm och Järfva. De bestå dels af »Allmän instruktion för järnvägspersonalen angående försöksbanans elektriska ledningar», dels af »Instruktion för förarne å de elektriska tågen», dels slutligen af »Instruktion för bomvakten vid G:la Kungsholmsbrogatans korsning med Stockholms Centralstation».

Utom i det föregående nämnda olycksfall, hvilka naturligen måste tillskrifvas ren ovarsamhet, ha en del fall inträffat, då tåg medföljande per-

soner skadats genom slag mot en ledningsstolpe, som de kommit i beröring med genom att sträcka sig ut från tåget. En gång hände detta en passagerare å Sundbybergståget, hvilken sträckte ut öfverkroppen genom fönstret och därvid slog mot en rälsstolpe å ledningen mellan Centralen och Tomtebodan, som då var under arbete. Stolpen stod något närmare spåret än hvad eljest varit brukligt och blef sedermera utflyttad. Botemedlet mot sådana olycksfall är naturligen, att, såsom vid Statens järnvägars nyare personvagnar är fallet, fönstren utföras så, att passagerarne ej kunna sträcka sig ut därigenom. I öfriga fall af detta slag har det varit lokomotivförare eller konduktörer, som, stående på ett fotsteg, sträckt sig för långt ut från tåget och slagit i en stolpe med signallyktan, handen eller t. o. m. hufvudet. Sådana händelser ha i allmänhet förekommit å bangårdar, hvarest växling äger rum, och personalen stundom behöfver sträcka sig ut. Olyckshändelser af detta senare slag kunna naturligen lika väl förorsakas af stolpar för stationsbelysning och andra närstående föremål och torde knappast behöfva komma i fråga, sedan personalen hunnit vänja sig vid stolparne. Emellertid mana dessa erfarenheter till en viss försiktighet vid stolparnes placering, särskildt vid stationerna. Vid Värtabanan, hvarest stolparne i regel stå på 2,5 m afstånd från spårets midt, ha några sådana olyckshändelser ej blifvit rapporterade.

Det har i det föregående omnämmts, att på grund af de från Värtaledningen erhållna erfarenheterna upphängningspunkterna på Järfvaledningen gjordes rörliga i banans riktning. Utom därmed åsyftade, i det föregående omnämnda fördelar vunnos härmed äfven vissa förbättringar i afseende på strömaftagandet. Det visade sig nämligen vid fast upphängning, att tråd-hållaren hade benägenhet att ställa sig snedt, beroende på olika dragspänning i tråden på båda sidor om stolpen. En sådan olikhet i spänningen kan uppstå af flere orsaker såsom sättningar af stolparne, bristande noggrannhet vid monteringen o. s. v. Vid sådan sneddragning uppkommer ett knä på kontakttråden, vid hvars passerande strömaftagaren erhåller en stöt, som förorsakar gnistbildning och slitning af såväl strömaftagaren som tråden. De å Järfvabanan använda vridbara utliggarne möjliggöra dessutom användandet af spännvikter för regleringen af dragspänningen i kontakttråden, hvilket för strömaftagandet är af allra största betydelse. Den å Järfvaledningen vunna erfarenheten ådagalade, som förut nämndt, att kontakttråden måste äga en viss dragspänning, för att strömaftagningen skulle kunna försiggå oklanderligt vid något så när stora hastigheter. Genom försök utröntes, att, om spänningen i kontakttråden understiger 4 kg per mm² af kontakttrådens area, för 50 mm² tråd således 200 kg, så arbeta vanliga strömaftagare äfven vid liten hastighet synnerligen otillfredsställande. En teoretisk undersökning af saken (se bilaga n:r 9) visar, att påkänningen i kontakttråden ej kan hålla sig inom de gränser, som betingas å ena sidan af minimivärdet för strömaftagandet och å andra sidan af maximivärdet för tillåtna påkänningen, utan att antingen efterspänning verkställas vid större förändringar i yttertemperaturen, eller ock automatisk reglering af trådens dragspänning åstadkommes exempelvis genom vikter. Den förra metoden är na-

*Erfarenheter
rörande kon-
taktlednin-
gen.*

turligen både dyrbar och besvärlig och likväl ej så effektiv som den senare. Vid elektriska banor användas ofta större påkänningar i kontakttråden, än i dessa beräkningar förutsatts. Att detta gått för sig utan allvarligare olägenheter eller oftare inträffade trådbrott, beror på det stora afståndet mellan kopparnas elasticitetsgräns och dess hållfasthetsgräns, hvilket gör, att afsevärda permanenta töjningar kunna tillåtas utan alltför stor fara för brott. Vid verkliga hufvudbanor synes man dock böra fordra så stor säkerhetsgrad för hållfastheten, att sådan permanent töjning i normala fall ej förekommer. I en med spännvikter försedd kontaktledningssträcka på Järfva station har insatts dynamometrar, å hvilka afläsningar tagits vid olika temperaturer, hvarjämte spännvikternas höjdläge aflästs. Af dessa undersökningar framgår, att friktionen i konsölnas vridtappar knappast är mätbar. Största friktionen finnes i de block med utväxling i förhållande 1 : 2, medelst hvilka vikterna verka på ledningen, och hvilkas anordning framgår af bilderna 25 och 27. Å de på Järfva station använda blocken, vid hvilka tappar af smidesjärn glida mot gjutjärn, motsvarar friktionen en dragning af 75 kg i kontakttråden. Block med rullager hafva äfven försökts, men visat sig olämpliga, emedan till följd af den alltför ringa friktionen i dessa block för kontakttråden skadliga svängningar uppstå. En viss grad af friktion i blocken är sålunda önskvärd, och torde ett för ändamålet lämpligt värde erhållas genom att förse blockskifvornas lagergångar med metallbussingar.

Försöksbanans strömaftagare med undantag af Oerlikonapparaterna hafva varit injusterade för ett tryck mot kontakttråden af i medeltal 5 kg, hvilket befunnits vara ett lämpligt värde. Till följd af friktionen varierar strömaftagarnes tryck vid olika höjdlägen och är större, då bygeln tryckes ned, än då den går upp. Tryckvariationens gränser ha vid mätningar å försöksanläggningens strömaftagare i allmänhet befunnits ligga mellan 2 och 6 kg. Oerlikonapparaternas tryck mot kontakttråden har däremot injusterats enligt af leverantören lämnad föreskrift till endast 0,7 kg. På grund af denna betydliga skillnad har det visat sig en del olikheter mellan de olika slagen af kontaktapparater, då de varit i arbete.

Som förut nämnt, måste en kontaktledning för vanlig strömaftagare hafva en viss minsta dragspänning, för att strömaftagningen skall försiggå oklanderligt vid större hastigheter. Detta är ej i samma grad nödvändigt vid Oerlikonsystemet, utan har det visat sig, att Oerlikonspöna kunna arbeta på ganska löst hängande kontakttråd, hvarvid endast hoppningen vid stödpunkterna och således gnistbildningen blifvit något större än vanligt. Däremot har det visat sig svårt för Oerlikonspöna att följa tråden i kurvor med sådan böjning i förhållande till tråden, att strömaftagaren drages ut från denna. I sådana kurvor hafva spöna äfven vid måttlig hastighet kommit att piska kontakttråden, hvilket naturligen förorsakat ljusbågar.

I trots af det ringa kontakttrycket har slitningen af Oerlikonspönas slitskenor varit mycket stor. Dessa slitskenor utgöras af mässingstrådar med 9 mm diameter, och har det visat sig, att en sådan slitskena kunnat arbeta å sträckan Tomtebodas—Stockholm C. omkring 400 km, men i mot-

satt led endast 200 km, hvarefter ombyte måste äga rum. Vägen Tomteboda—Stockholm C. består till större delen af lutning, och kräfvdes därför i denna riktning hufvudsakligen endast ström för igångsättning vid Tomteboda och Karlberg; i andra riktningen åter tager tåget ström hela vägen. De ofvan uppgifna värdena på slitaget gälla för månaderna februari, mars, april och maj 1907, då i allmänhet fuktig väderlek var rådande. I juni månad åter, då väderleken var torr, nedgick slitaget till ett vida mindre värde.

De öfriga strömaftagarnes slitskenor hafva också haft jämförelsevis stor slitning på grund af lokomotivsot, som lagrat sig på kontakttrådens undersida. Under lokaltrafiken Stockholm C.—Järfva hafva sålunda dessa slitskenor på motorvagnarne måst utbytas efter att hafva tjänstgjort endast 2,500 km. Detta utbyte måste likväl ej företagas på grund af, att slitskenorna voro helt och hållet förslitna, utan emedan de på ett ställe fått ett djupt spår. Detta berodde därpå, att kontakttråden på grund af den obetydliga längden af linjen Tomteboda—Järfva, å hvilken vanliga strömaftagare användes, ofta kom att intaga ett och samma läge i förhållande till strömaftagaren vid igångsättningar, hvarvid särskildt vid Tomteboda station ljusbåge ofta uppkom mellan kontakttråden och slitskenan på grund af sotbeläggningen å kontakttråden. På de ställen af Oerlikonledningen, hvarest den varit utförd för ofvankontakt, har däremot någon nämnvärd sådan lagring af lokomotivsot ej förekommit. Slitningen å Oerlikonströmaftagarnes slitskenor har skett jämnt, utan att spår uppkommit i desamma. I afseende på kostnaden för slitskenornas utbytande vid de båda systemen är likväl att märka, att dessa vid Oerlikonsystemet äro betydligt billigare än de vanliga strömaftagarnes slitskenor. Det har visat sig, att strömaftagarne själfva snart rengöra kontakttråden från det på denna lagrade sotet, hvarefter slitningen vid de vanliga strömaftagarne minskas högst betydligt. Ju starkare den elektriska trafiken blir, jämförd med ångdriften, desto mer kommer därför detta slitage att minskas, och när en gång ej längre ånglokomotiv trafikera banan under kontaktledningen, torde slitskenorna å de vanliga strömaftagarne sannolikt kunna räcka lika länge, som slitskenor på byglar till spårvagnar, hvilka hafva att föra ungefär lika stor ström som blifvande lokomotiv vid Statens järnvägar. Enligt erfarenhet från spårvägar kan en sådan slitskena gå i regel minst 20,000 km, innan den behöfver utbytas, och ha värden ända upp till 100,000 km konstaterats. Rimfrost och is på kontakttrådarne hafva ej i afsevärd grad menligt inverkat på strömaftagningen. Vid underkontakt hafva visserligen små ljusbågar iakttagits under de första färderna på nedisad kontakttråd, men häraf har någon vidare olägenhet ej uppkommit. Som bekant kan is och rimfrost medföra mycket betydliga svårigheter för strömaftagandet vid anläggningar med lägre spänning, exempelvis vid Burgdorf—Thun-banan i Schweiz, hvarest cirka 800 volt användas i kontaktledningen. Vid de höga spänningar, 6,000—15,000 volt, som vid våra försök användts, är dock olägenheten högst betydligt reducerad.

Strömaftagarens slitning beror tydligen dels på mekaniska och dels på elektriska orsaker. Den af friktionen framkallade mekaniska slitningen är

naturligen större, ju starkare strömaftagarens tryck mot tråden är, samt är beroende af slitskenans material och af smörjningen; den elektriska slitningen till följd af gnistor och ljusbågar beror åter på kontaktens godhet, hvilken i sin ordning betingas af såväl ledningens som strömaftagarens beskaffenhet, hastigheten m. fl. omständigheter. Af det föregående framgår, att slitningen å Oerlikonströmaftagaren hufvudsakligen är beroende på elektriska orsaker; den mekaniska slitningen kan ej vara synnerligen betydande vid det ringa tryck, som användes, om ock slitstyckets material ej är så bra som aluminium och smörjning ej förekommer. Stor elektrisk slitning betyder tydligen mindre goda strömaftagareförhållanden. Såsom förut nämndt, inverkar fuktighet i hög grad försämrande på Oerlikonspönas verksamhet, hvilket ej är fallet med öfriga använda strömaftagare, tydligen beroende på olikheten i tryck mot tråden. Nämnvärdt större tryck mot tråden än det använda kan dock ej tillåtas vid Oerlikonsystemet, emedan ledningen då under vissa omständigheter skulle kunna pressas ur sitt läge, hvarjämte spöna måste göras starkare och tyngre, hvilket åter skulle förorsaka starkare slag vid upphängningspunkterna och till följd däraf ökad elektrisk slitning. Det är att märka, att de förut nämnda siffrorna för slitstycken å Oerlikonspöna lifslängd gälla motorvagnarne. För Westinghouse-lokomotivet, å hvilket afståndet mellan de båda spöna är mindre än å vagnarne, hvilket naturligen är ogynnsamt, enär de då lättare komma att släppa tråden samtidigt, har ännu hastigare förstöring af slitstyckena konstaterats.

Rörande Oerlikonsystemet må i öfrigt nämnas, att, enär strömaftagarens vridpunkt måste ligga inom normalsektionen för det fria rummet, kontakttråden å stationer, hvarest, såvida nämligen båda sidornas strömaftagare skola kunna användas, anordning med underkontakt måste användas, måste få en relativt låg höjd. I förevarande fall är denna höjd 4,7 å 4,8 m., då för hvarje spår endast en kontakttråd nyttjas. Genom användande af två kontakttrådar för hvarje spår har höjden af kontakttråden vid Stockholms Centralstation kunnat uppbibras till 5,3 m. Denna ringa höjd å stationer är tydligen en ganska allvarsam olägenhet. Vidare är Oerlikonspöet en mindre lämplig strömaftagare för underkontakt, i det den kräfver ett mycket exakt läge af tråden. Inträffar nämnvärd rubbning af trådens läge, exempelvis vid reparationsarbeten, kan det lätt hända, och har vid försöken äfven händt, att spöet vid en växel eller korsning fastnar mellan trådarne och åstadkommer skada och eventuellt driftstörning. Till följd af nödvändigheten att vid stationer, under broar och vid andra trånga ställen anbringa kontakttråden midt öfver spåret kan den mycket beaktansvärda fördel, som Oerlikonsystemet eljest äger, att vid enkelspår medgifva användandet af två af hvarandra oberoende kontakttrådar, af hvilka den ena skulle utgöra reserv för den andra, i verkligheten knappast komma att utnyttjas.

Vid Oerlikonledningen äro de tråden bärande isolatorerna placerade vid sidan af spåret, hvarigenom de dels äro mindre utsatta för förorening medelst sot och dels lättare äro åtkomliga från stolparne, så att utbyte af en isolator

kan äga rum utan användande af montagevagn eller stege. Den ledningsanordning, som användes å Järfva station, har emellertid samma fördel i detta afseende, och synes denna anordning i öfrigt hafva egenskaper, som göra den lämplig för svenska statsbanorna. Härvid torde dock afståndet

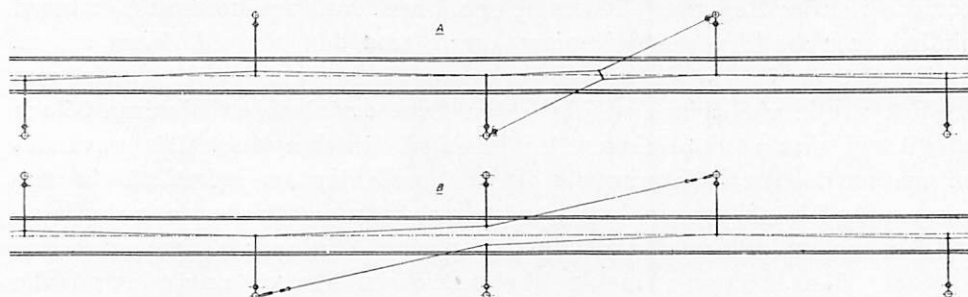


Bild 48. Anordning af kontaktledning med i sicksack ställda stolpar.

mellan stolparne sannolikt ej böra tagas större än 30 meter för erhållande af god strömaftagning vid stor hastighet. Detta är emellertid åtminstone vid enkelspår ingen olägenhet, ty det torde för längre banor blifva nödvändigt att framdraga en matareledning med ännu högre spänning än kontaktledningen på hvardera sidan om banan för att erhålla tillräcklig reserv och driftsäkerhet. Bild 48 visar, hur en sådan kontaktledning förslagsvis skulle kunna anordnas vid en förankringspunkt (A) och en viktspänning (B). En stolpe, afsedd att uppbära såväl kontaktledningen som en tvåtrådig matareledning och en jordförbunden tråd, har försöksvis blifvit monterad och visas af bild 49. Om sådana stolpar ställas i sicksack på 60 meters afstånd för hvardera matareledningen, så erhåller man tydligen 30 meters spann för kontaktledningen. Denna korta spännvidd har den fördelen, att, om en upphängningsanordning blir felaktig, så kan, sedan strömmen atkopplats, utliggaren lösgöras från kontakttråden och vridas åt sidan, hvar efter ström åter kan släppas på ledningen. Tåg kan då få passera, om ock med något minskad

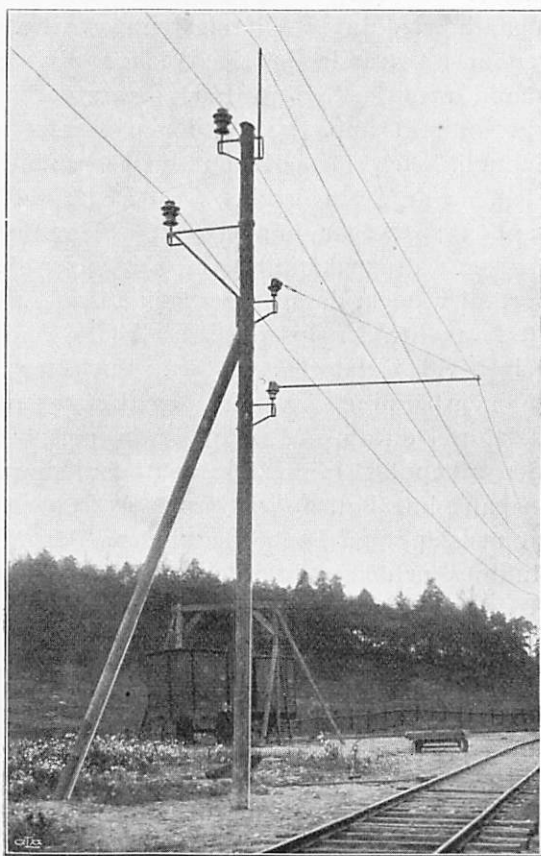


Bild 49. Stolpe för matare- och kontaktledningar.

hastighet öfver det 60 meter långa kontaktledningsspänn, som därigenom uppkommit, under det att upphängningsanordningen samtidigt repareras. Dessutom erhåller man vid den korta spännvidden en god förankring af tråden i horisontal led, hvilket är af värde, emedan spår då ej så lätt uppkomma i strömaftagarnes slitskenor, och, om sådana uppkommit, ledningen hindras från att följa dessa i samma grad, som den gör vid längre spänn.

Då det är önskvärdt att på stationer få så litet antal stolpar som möjligt, skulle vid sådana möjligen den förut omtalade, af bilderna 35 och 36 åskådliggjorda anordningen kunna med fördel nyttjas. Här användes en mellan de öfre isolatorerna å de på ömse sidor om spåret ställda stolparne spänd bärtråd, som i en punkt uppbär kontaktråden, och skulle afståndet mellan de i sicksack ställda stolparne å stationer härigenom kunna betydligt ökas. Samma metod kan naturligen lika väl användas på alla sådana ställen, hvarest man ej till följd af kombinationen med matareledningarne är bunden i afseende på stolpafståndet. Äfvenså kan denna anordning i vissa fall tänkas komma till användning vid korta spänn för minskande af kontaktrådens nedhängning.

Man har anmärkt mot den direkta upphängningen, att kontaktråden vid trådbrott kan falla ned på banan och där göra skada. Inträffar sådant, så verka emellertid ledningskortslutningsanordningarne genast, så att den nedfallna ledningen blir elektriskt ofarlig. Naturligen kan den göra skada genom att trassla in sig i lokomotiv och vagnar, men detta kan äfven hända med en telegraftråd. Dessutom innebär anordningen med bärtråd vid indirekt upphängning ingen absolut säkerhet mot en sådan händelse. Sannolikheten för, att kontaktråden skall falla ned, är emellertid mycket liten, då de flesta orsaker till trådens nedfallande kunna undanröjas. Vid vanliga spårvägar händer det, att kontaktråden springer af på grund af för stark dragpåkänning vid kall väderlek. Denna möjlighet till trådbrott bortfaller dock, då spännvikter användas. Vid spårvägar förekommer också, att kontaktråden brännes af till följd af ljusbågar, som uppkomma exempelvis vid isolatorfel. Sådana ljusbågar kunna emellertid ej uppkomma, då högspänning användes och isolatorerna hafva jordade pinnar. Skulle isolatorfel då uppstå, så uppkommer genast kortslutning, hvarigenom strömmen afkopplas, innan kontaktråden hinner brinna af. Under försöken har en gång inträffat, att en järnstång från en semafor genom ovarsambet blifvit nedsläppt på kontaktledningen. Därvid uppkom emellertid genast kortslutning, och kontaktråden erhöi endast ett mycket obetydligt brännmärke af den vid kortslutningen uppkomna ljusbågen. Vidare skulle tråden kunna nedfalla till följd af åverkan från strömaftagarne. Denna åverkan kan bestå dels uti slag af strömaftagarne på kontaktråden, och dels däri, att strömaftagarne fastna i ledningen vid trådkorsningar och slita ned densamma. I det föregående har omnämnts, huru en af de vanligaste orsakerna till slag af strömaftagarne blifvit undanröjd genom användande af rörliga konsoler. Det är emellertid möjligt, att vid en stor hastighet slag i alla fall skulle kunna uppkomma vid upphängningspunkterna. Genom att gifva kontaktrådållarne lämplig form för utjämning af trådkurvan torde emellertid dessa svårigheter

kunna undvikas. Genom upprepade slag af strömaftagarne deformeras kontakttråden, så att vid inspektion mycket lätt de ställen kunna upptäckas, där slag förekommit, och felet afhjälpas, innan trådbrott inträffat.

Under försöken hafva ledningarne vid ett par tillfällen nedslitits af strömaftagarne. Att detta inträffat, har emellertid berott dels på olämplig form af en strömaftagares topp, hvilken sedermera ändrats, och dels därpå, att trådkorsningar blifvit oriktigt förlagda i förhållande till spåret. På bild 50 visar A, huru kontakttråden ej bör förläggas i en korsning, under det

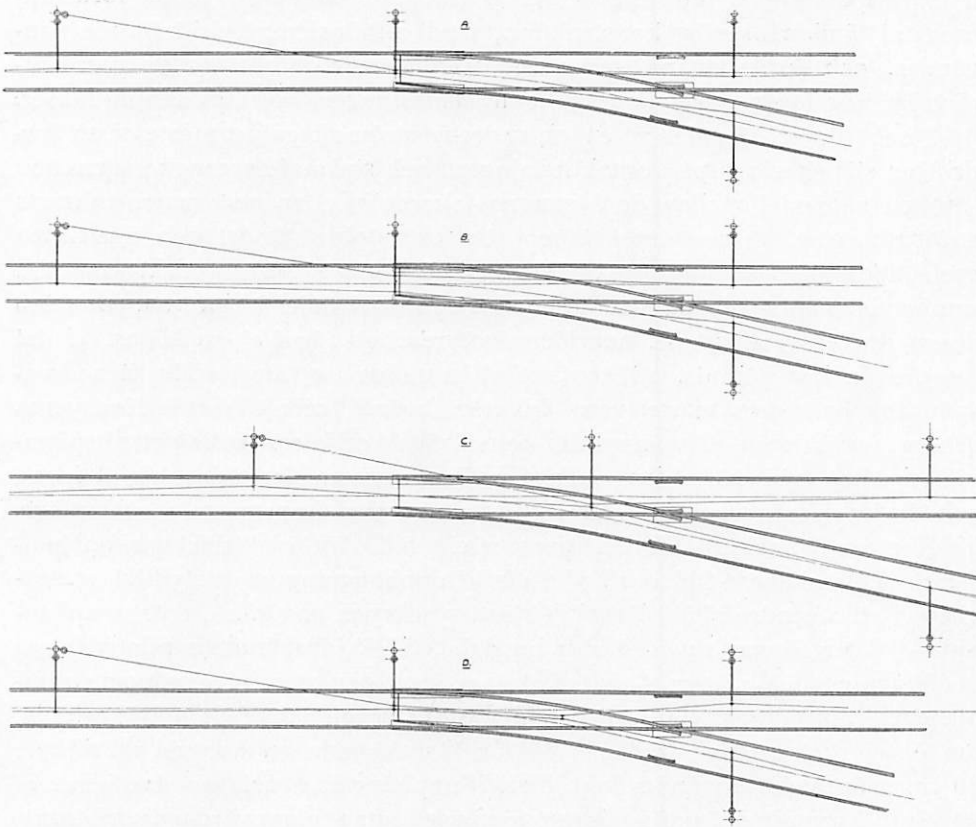


Bild 50. Anordning af kontaktledning i spårkorsningar.

B åskådliggör en användbar sådan anordning och C den anordning, som synes vara lämpligast. Slutligen visar D, huru man medelst en »ryttare» kan hjälpa upp anordningen A, så att den blir användbar. Om kontakttråden i korsningar blir rätt förlagd och strömaftagarnes form göres lämplig, så finnes under normala förhållanden ingen risk för, att ledningarne skola kunna slitast ned. Något sådant har ej heller förekommit å försöksbanorna, sedan nyssnämnda konstruktionsfel blifvit afhjälpta.

De höga kontaktledningsspänningarne hafva ej visat sig utöfva något menligt inflytande på strömaftagandet. Tvärtom har detta försiggått gynnammare, ju högre spänningen varit, beroende på den mindre strömstyrkan. Kontaktledningsspänningens öfre begränsning bestämmes därför endast af

möjligheten att erhålla en tillfredsställande isolation, och torde därvid svårigheter först uppstå vid de å lokomotivens eller motorvagnarnes tak anbragta isolatorer, som uppbära strömaftagarna, äfvensom för isoleringen af de från strömaftagarna till transformatorerna förande ledningarna. Gränsen för spänningen bestämmes således genom den rullande materielen, hvarest utrymmet för isoleringen är jämförelsevis knappt. Hvad själfva ledningen beträffar, torde svårigheter att erhålla tillräcklig isolation endast uppträda i tunnlar och broundergångar, hvarest utrymmet är begränsadt. En kontaktledningsspänning af åtminstone 15,000 volt kan emellertid, under förutsättning af ändamålsenlig konstruktion, med all önskvärd driftsäkerhet användas, och torde denna spänning äfven för våra förhållanden vara tillräckligt hög för nedbringande af ledningskostnaden inom tillåtliga gränser.

I och för erhållandet af en oklanderlig strömaftagning måste vissa fordringar ställas såväl på kontaktledningens och strömaftagarnes konstruktion som på afståndet mellan de å samma lokomotiv eller motorvagn anbragta strömaftagarna. Äfven trycket mot tråden, stolpafståndet och trådvikten spela härvidlag en viss roll. Försök hafva gjorts att teoretiskt fastställa sambandet mellan de på strömaftagningen inverkan faktorerna, men äro dessa studier ej afslutade, hvarför något resultat däraf ej meddelas. I det föregående har nämnts, att kontaktledningen dels ej får ha för liten dragspänning och dels måste vara fri från knän, hvilket kunde förebyggas genom användande af spännvikter och rörliga konsoler. Behovet af spännvikter äfven vid bärtrådsupphängning har numera flerstädes börjat inses, och hafva ledningsanordningar i enlighet härmed konstruerats och utförts af Siemens-Schuckert Werke, exempelvis vid den elektriskt drifna bansträckan Blankenese-Ohlsdorf. Vid direkt upphängning är det tydligt, att, såvida ej ett af andra skäl olämpligt stort bygeltryck användes, en stor spännvidd ej låter förena sig med stor hastighet till följd af trådens relativt stora nedhängning och vikt mellan två stolpar samt den stora rörelse, som strömaftagarna därvid måste utföra och den stora acceleration, de måste erhålla, om de ej skola släppa tråden. Vid försöksanläggningen har vid ett tillfälle 80 m. spännvidd användts vid direkt upphängning och en hastighet af 60 km, hvarvid strömaftagningen försiggick utan nämnvärd gnistbildning, ehuru strömaftagarna vid passerandet af upphängningspunkterna släppte tråden och denna kom i stark svängning. Den största hastighet, som momentant förekommit å försöksbanan, har uppgått till 80 km i timmen. Tydligt är, att strömaftagarna ej böra hafva för stor friktion och att deras vikt bör vara så liten, som omständigheterna medgifva. På detta område synas betydliga konstruktionsförbättringar kunna göras. Det förtjänar påpekas, att ju mindre skillnaden är mellan det högsta och det lägsta läge, som strömaftagaren måste kunna intaga, desto mindre vikt kan den erhålla, och desto bättre bör den då kunna arbeta.
