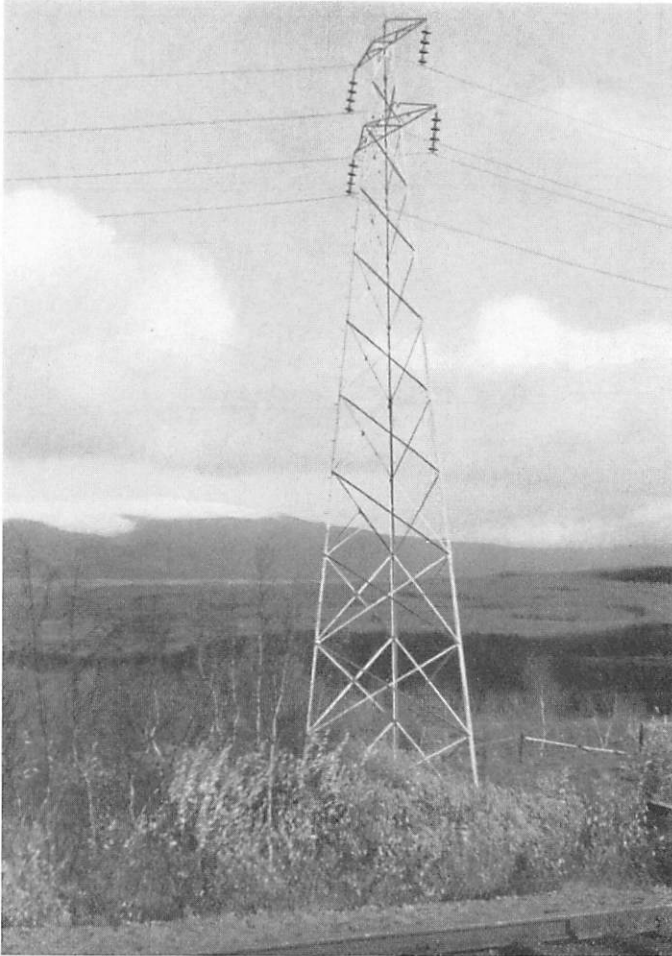
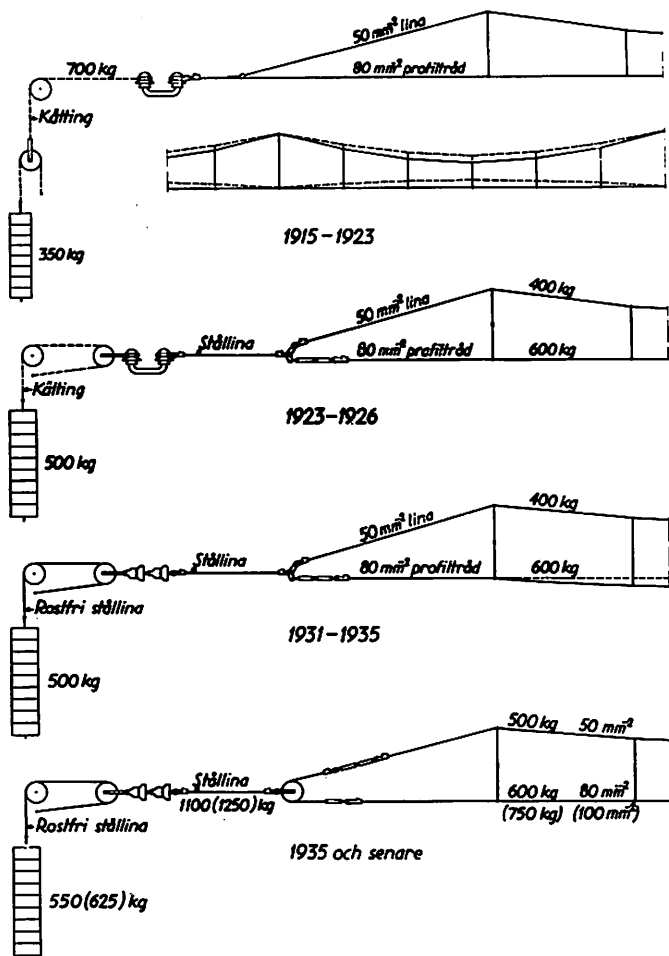


# LEDNINGSANLÄGGNINGEN



Ledningsmast för 80 kV överföringsledningen vid malmбанan.

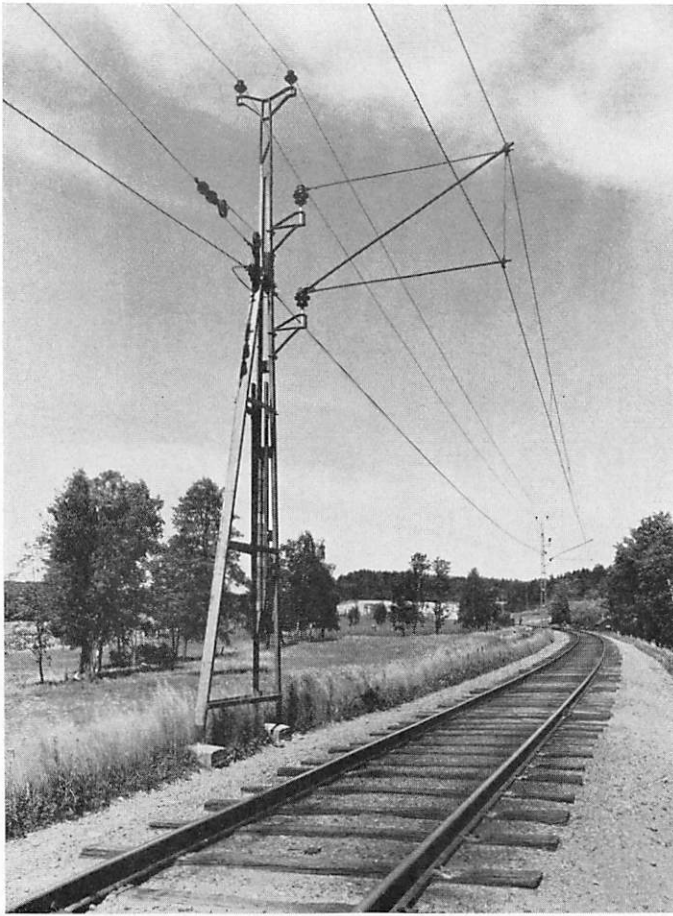
För bandriften vid statens järnvägar hava utförts såväl överföringsledningar från kraftverk till understationer (driftcentraler) som kontaktledningsanläggningar. Överföringsledningar tillhörande statsbanorna förekomma emellertid endast vid malmбанan. På övriga bandelar matas understationerna genom de tre-



Principiellt utförande av olika avspänningsdon för kontaktledningen.

fasledningar, som ingår i det allmänna kraftdistributionssystemet. Statens järnvägars överföringsledningar hava därför en i jämförelse med kontaktledningarna obetydlig utsträckning. Dessa sistnämnda ledningar omfatta icke blott en betydande banlängd utan också en myckenhet sidospår. Mot en elektrifierad banlängd av 4 242 km vid tidpunkten för norra stambanans fullbordade elektrifiering, svarar sålunda en total kontaktledningslängd av icke mindre än omkring 6 560 km. Överföringsledningarnas längd stannar vid 473 km.

Eftersom statsbaneägda överföringsledningar förekomma i så liten omfattning och eftersom sådana ledningar blivit byggda endast under en relativt kort period,

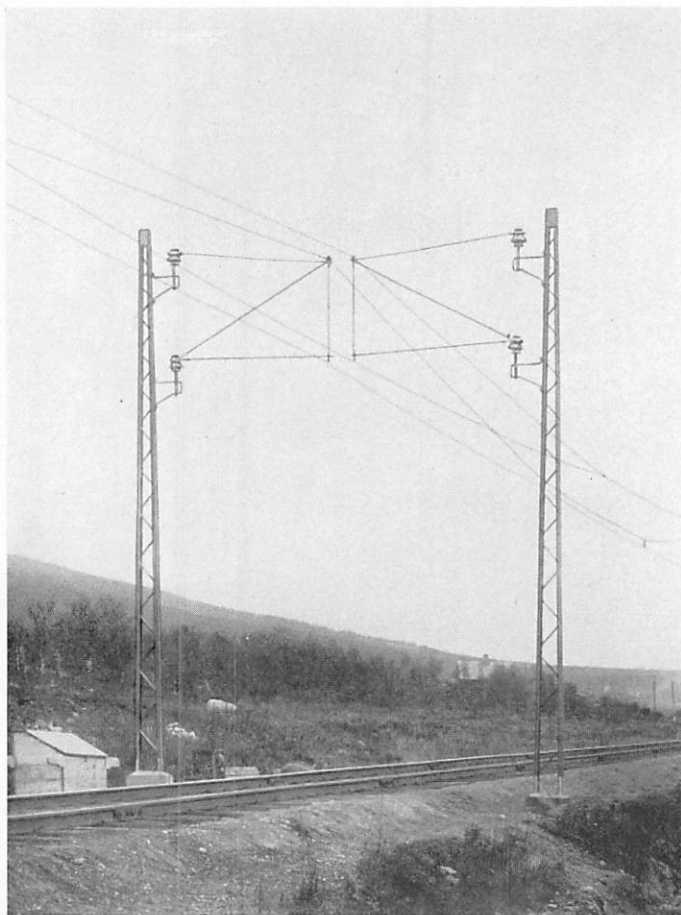


Strävt kontaktledningsstolpe med avspänningsdon för kontaktledningen. I stolpens topp är en 10 kV hjälpkraftledning avsedd för belysning m. m. upplagd.

är den på detta område inom statens järnvägar förvärvade erfarenheten föga anmärkningsvärd.

Så mycket större intresse tilldraga sig kontaktledningskonstruktionerna. Dessa hava under årens lopp undergått många förändringar och äro alltjämt föremål för bearbetning.

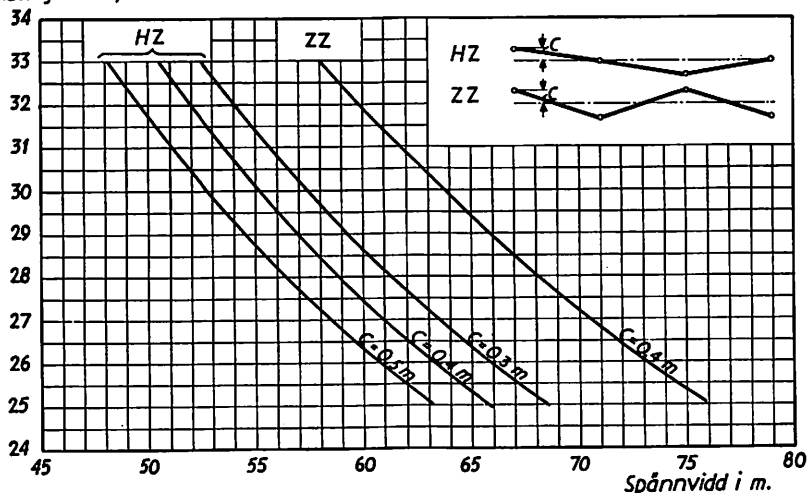
Orsakerna till denna fortgående utveckling äro flera. Erfarenheten har medfört en viss sovring, landets olikartade klimattyper en annan. Med växande tågshastighet och stegrad trafikintensitet hava följt ökade anspråk på ledningens funktionsduglighet. Slutligen har också tillgången på råmaterial spelat en viss roll.



Sektionspunkt med parstolpar vid malmbanan.

Statens järnvägars kontaktledning erhöill sin grundläggande utformning redan vid elektrifieringen av malmbanan. Den utfördes då och utföres alltjämt helt viktavspänd med indirekt uppuren profiltråd. Dennas area är i regel 80 kvmm, bärlinans 50 kvmm. Till en början uppspändes ledningen med totalt 750 kg, senare med 1 100 och i vissa fall 1 200 kg. Denna dragspänning, som ursprungligen fördelades med 300 kg i bärlinan och 450 kg i profiltråden, har senare undergått många förändringar. Sålunda hava förekommit kombinationerna 400 + 600, 500 + 600 och 600 + 600 kg, där det första talet i varje siffergrupp avser bärlinans, det andra profiltrådens påkänning. På senare år, då även profiltråd med 100 kvmm area kommit till användning, har påkänningen varit 500 + 750 kg.

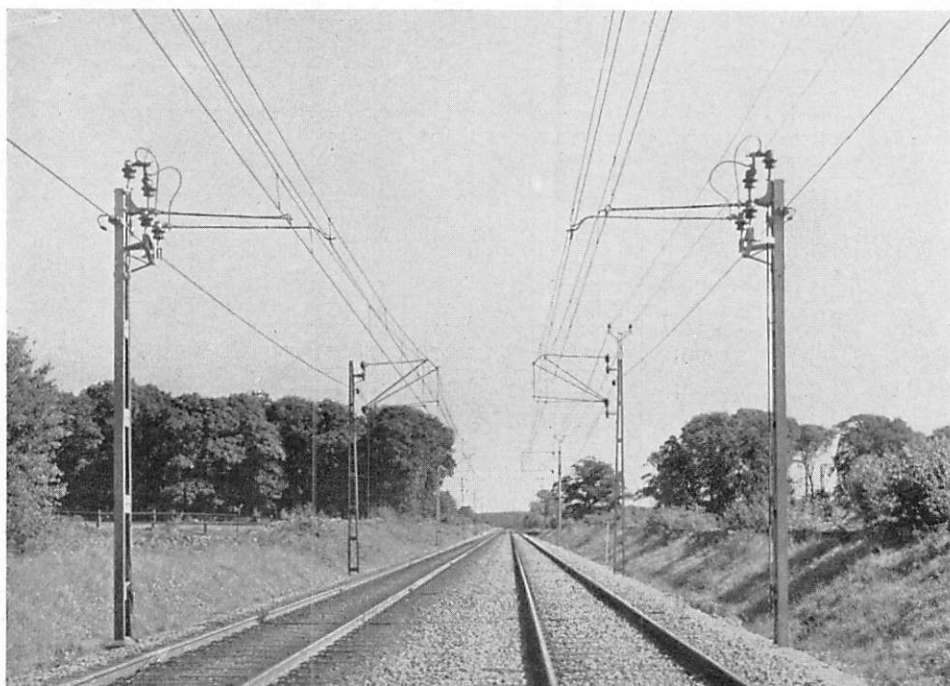
Maximal vindhastighet i m/sek.



Tillåtligna maximispännvidder för olika kontaktledningssystem, avspända med totalt 1 000 kg, då i samtliga fall summan av fast spannmittsavvikelse på grund av trådföringen och avvikelserna på grund av vindens påverkan uppgå till maximalt 800 mm.

Dragspänningsfördelningen åstadkommes med organ, som successivt undergått åtskilliga förändringar. Detta har antytts i figuren, sid. 70, där den överst åskådliggjorda metoden visat sig mindre lämplig vid stor spännkraft och dessutom olämplig i så måtto, att den vid olikartad töjning i bärlina och kontaktråd, varmed man alltid måste räkna, medför en fortgående förändring av ledningens läge. Den därnäst visade metoden med vinkelhävarm är bättre och verkar automatiskt avlastande av den part, som töjes mest, men kan dock ej i tillräcklig grad motverka ledningens tendens till ogynnsamma lägesförändringar. Med differentialtrissa elimineras denna sistnämnda olägenhet, men införes ett jämförelsevis komplicerat och dyrbart konstruktionselement. Med givna förhållandena lika dragspänning i bärlina och profilråd, uppnås därför det bästa resultatet med den i figuren sist visade enkla trissan.

Dragspänningen påverkar i hög grad ledningens stabilitet, särskilt vid blåst. Ju högre dragspänningen är, desto större kan därför stolpavståndet under i övrigt oförändrade förutsättningar uttagas. Stolpavståndet beror emellertid icke endast av förekommande vindstyrkor och av ledningens dragspänning och vindfång utan även av banans kurvförhållanden och strömvtagarens bredd. Stolpdimensionerna bero av samma variabler. Genom beräkningsmässig kombination av dem hava de normer för kontaktledningsbyggnad vid statens järnvägar uppstått, som numera

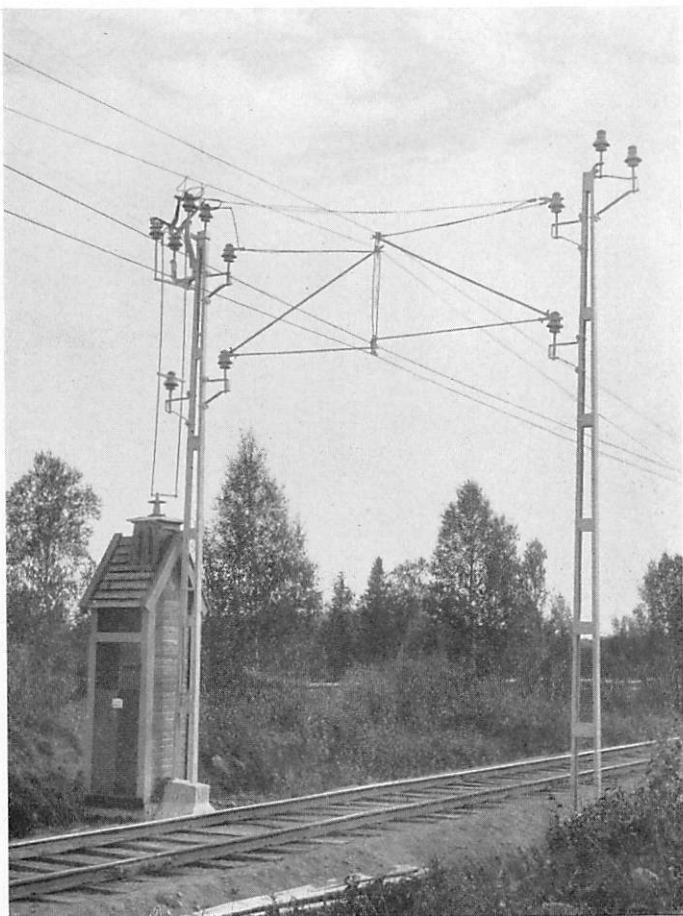


Modern sektionspunkt, anordnad på dubbelspår.

tillämpas. I huvudsak kunna följande ledningstyper och användningsområden särskiljas:

	Trådföring	Area kvmm	Spännkraft kg	Max.spännvidd m.
Kustledningar.....	HZ	50+ 80	500+600	50
Inlandsledningar.....	HZ	50+ 80	500+600	60
Planerad ledningstyp för huvudlinjer	ZZ	50+100	500+750	70

För trådföringen har i denna tabell använts beteckningarna ZZ och HZ, vilka hänföra sig till de olika sätten för kontaktrådens av slitningsfördelningen på strömavtagaren betingade sicksackförläggning i horisontalplanet. ZZ anger härvid, att profiltråden i två på varandra följande stolpar förlägges med avvikelser åt motsatta sidor om spårets symmetriplan ("helsicksackförläggning"), medan HZ betyder, att tråden först på två stolphåll föres över från det ena ytterläget till det andra ("halvsicksackförläggning"). Vid tillämpning av den förstnämnda metoden befinner sig tråden på spennets mitt rätt över spårmitten, under det att halvsick-

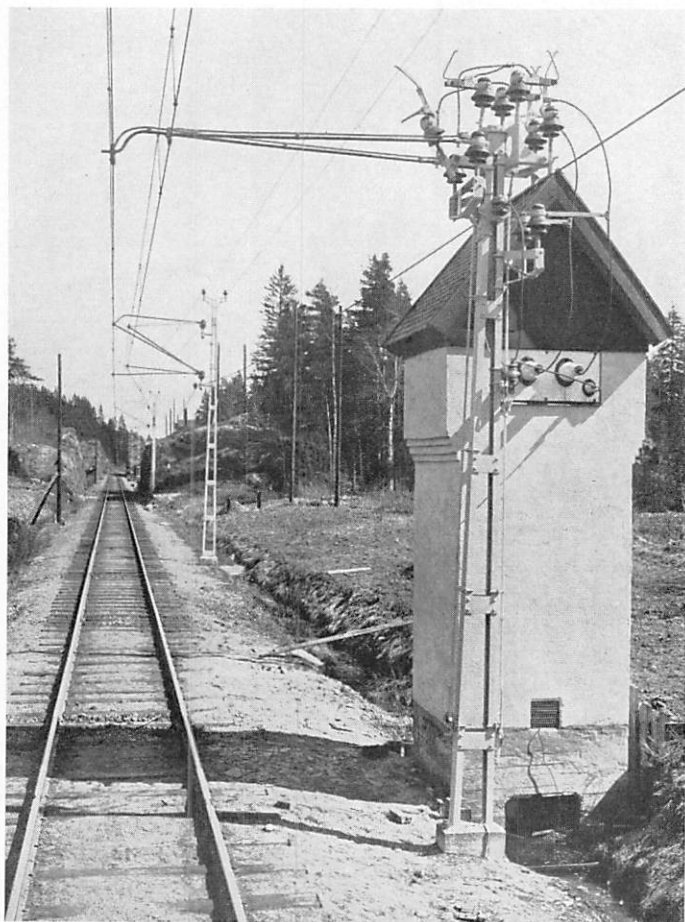


Kiosk för sugtransformator invid sektionpunkt på malmbanan. Sugtransformatorer uppsattes på linjen vid varje sektionpunkt, varför avståndet mellan dem i medeltal ej översteg 1.4 km.

sackföringen giver tråden på spannmitten en avvikelse i sidled av halva maximiavvikelsen vid stolpen.

Kontaktledningen utföres såsom ovan nämnts viktavspänd. Dess spännkraft blir härigenom tillnärmelsevis oberoende av temperaturväxlingarna. Helt blir den det icke, enär friktioner och brytkrafter i upphängningspunkterna, särskilt vid kurvor, vålla avvikelser. Dessa kunna i ett ledningssystem av statens järnvägars standardtyper uppgå till c:a 10 % av den ursprungliga dragkraften. Ledningens höjdläge blir härigenom aldrig exakt det påräknade utan smärre variationer kunna förekomma.



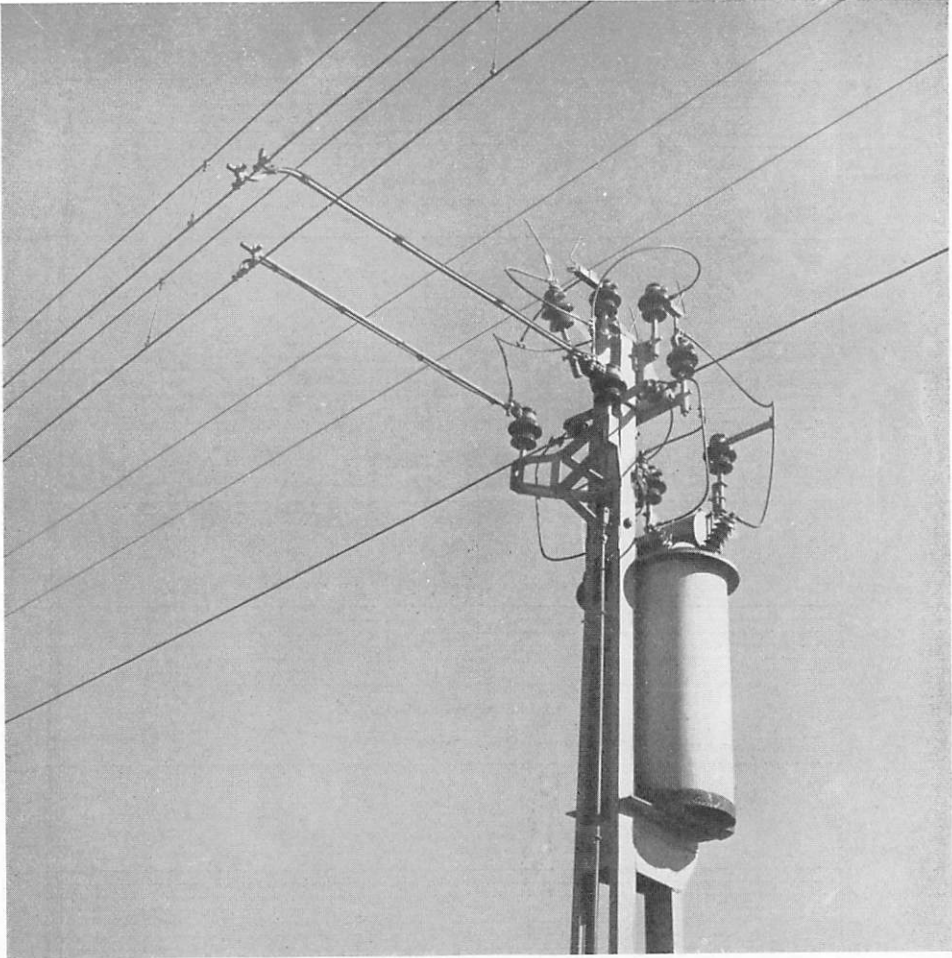


Kiosk för sugtransformator invid sektionpunkt på göteborgslinjen. Sugtransformatorer ordnades blott vid varannan sektionpunkt, varför avståndet mellan dem här blev 2.8 km.

Med hänsyn till ledningens längdförändringar vid växlande temperatur få de sektioner, i vilka ledningen är uppdelad och avspänd, icke göras för långa. Längden, som till en början utgjorde maximalt 1 500 m, har efterhand minskats till omkring 1 200 m.

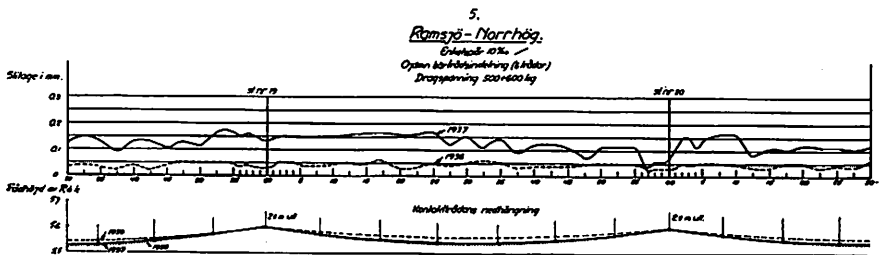
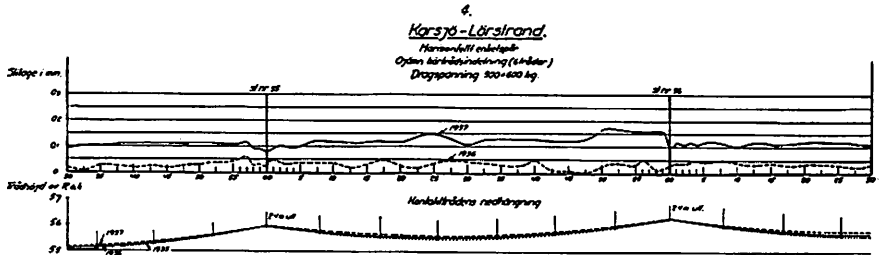
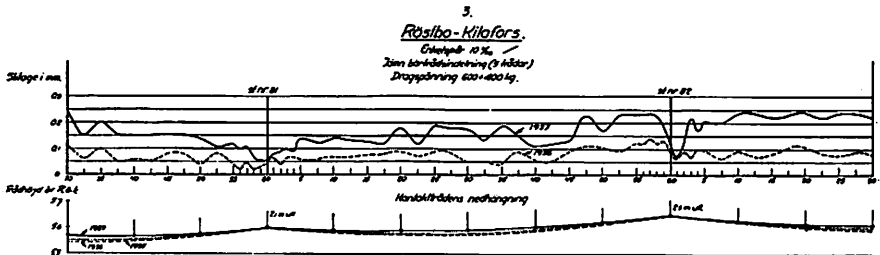
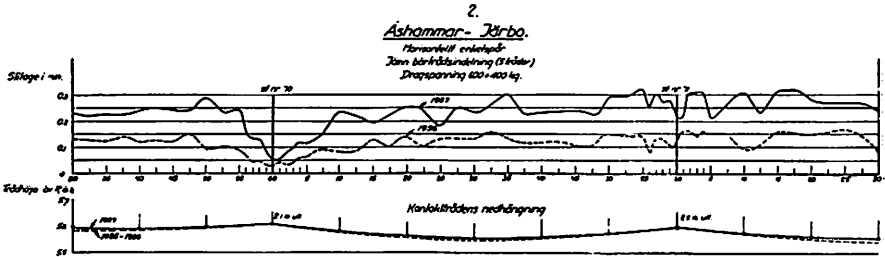
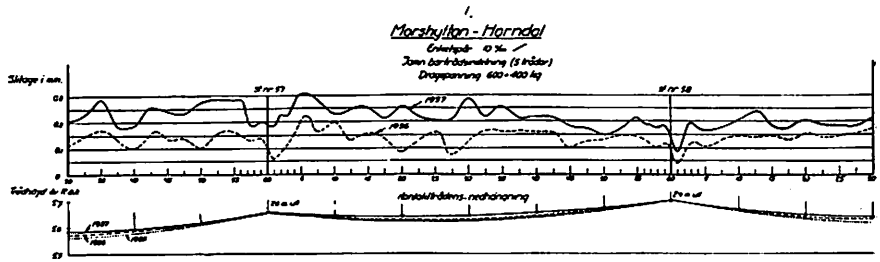
Övergångarna mellan de olika sektionerna, sektionpunkterna, framtvängde speciella anordningar. Det gällde här att, trots kontaktledningens av temperaturändringarna betingade rörlighet i längdriktningen samt trots det för strömvagnens skull ofrånkomliga villkoret, att ledningen måste vara elastiskt eftergivande i höjdlid, finna en upphängningsmetod, som ständigt tillförsäkrade de





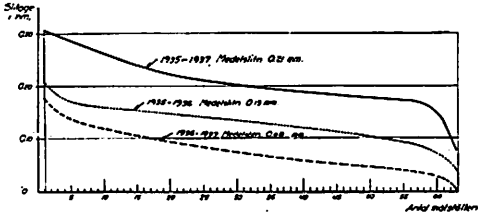
Sugtransformator i utomhusmontage på malmölinjerna. De anordnades i var fjärde sektionspunkt, och medelavståndet mellan dem steg till 5,6 km.

båda mötande ledningarna samma höjd över spåret. Vid malmbanans första utbyggnad löstes problemet på så sätt, att i sektionspunkten på ömse sidor om banan mitt för varandra uppsattes två stolpar, uppbärande var sin ledning. Det visade sig emellertid, att tjälförskjutningar ofta rubbade de båda stolparnas inbördes läge, varvid för strömavtagningen besvärande nivåskillnad uppstod mellan ledningarna. Anordningen var inte heller användbar på dubbelspårig bana. Efter hand utarbetades därför och försöktes ett flertal olika konstruktioner, ur vilka framväxte den princip för ledningsarrangemanget i sektionspunkten, vilken numera är normgivande.

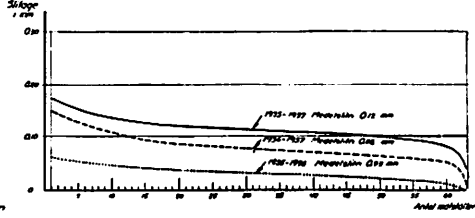


Schematisk framställning av kontakttrådselitgets fördelning utefter spann under olika förutsättningar.

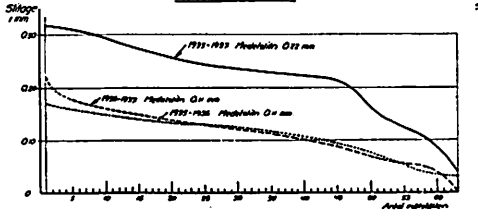
1. Morsbylån - Harndal



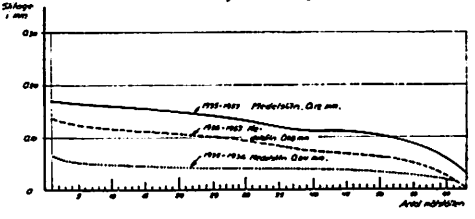
4. Marsjö-Larsstrand



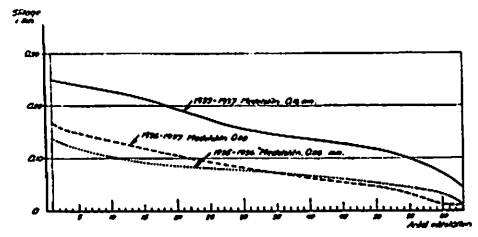
2. Åsmonar - Tärbo



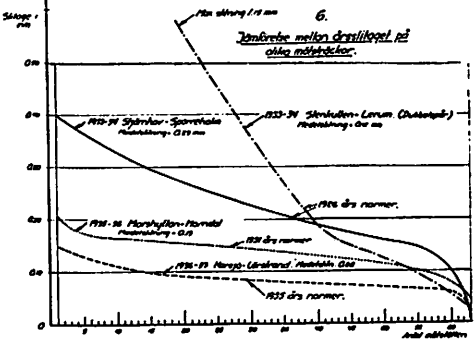
5. Rönneå - Norrhög



3. Rönlbo - Kikafors

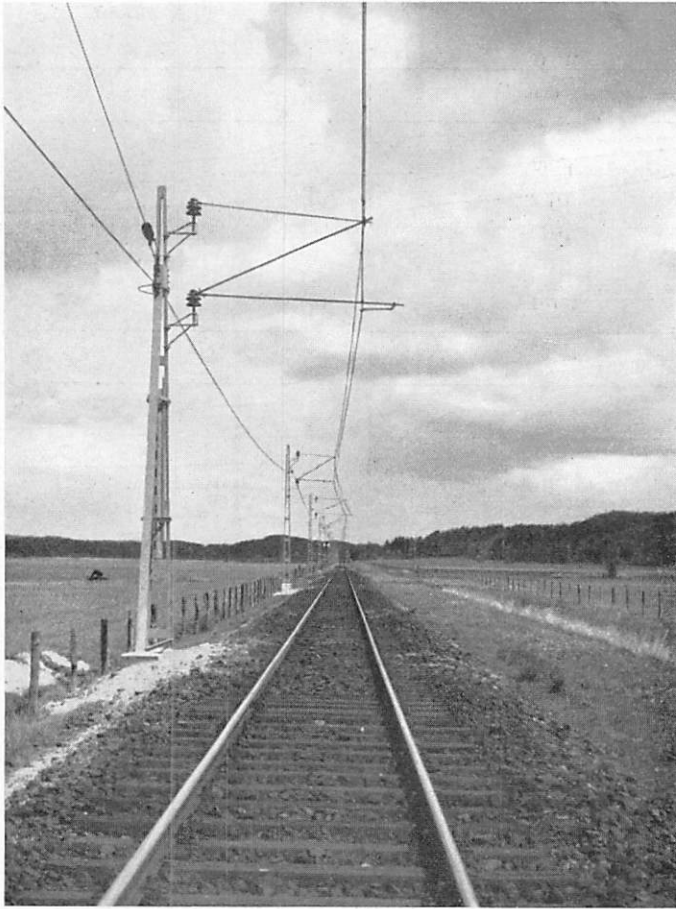


6. Jämförelse mellan års slitaget på olika måttstreck.



Varaktighetskurvor för kontakttråden med hänsyn till kontakttrådsslitage. Av detalj 6 framgår de olika normernas inverkan på kurvans förlopp. 1935 års normer giva det minsta slitaget och därmed i jämförelse med övriga ökad livslängd för kontakttråden.

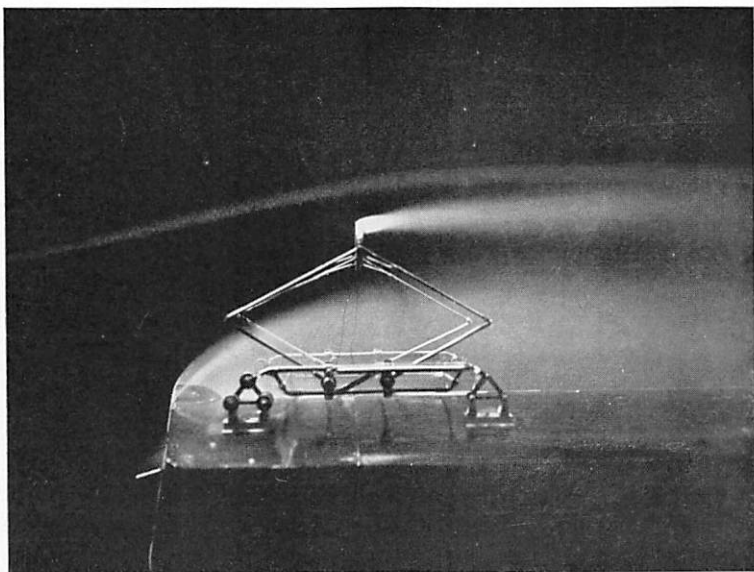
Även de av elektrodriften orsakade svagströmsstörningarna, vilka närmare omnämns i kapitlet om telefonväsendet, medförde genomgripande konsekvenser för kontaktledningskonstruktionens och speciellt för sektionspunkternas del. Det vid malmбанan på hithörande område redan tidigt igångsatta forskningsarbetet gav nämligen till resultat, att i dem, eller åtminstone i vissa av dem, måste uppställas s. k. sugtransformatorer. Olika metoder för transformatorernas inkoppling i det elektriska systemet föreslogos och prövades. Den successiva utvecklingen kan än i dag tydligt spåras. På malmбанan äro sålunda sugtransformatorerna inkopplade utan återledning för banströmmen, medan den på alla senare elektrifierade linjer jämlikt undersökningens slutliga resultat kombinerats med sådan



Utliggare med tillsatsrör.

ledning. Även sugtransformatorernas inbördes avstånd och montering har under åren förändrats. På malmbanan uppsattes de vid varje sektionpunkt i små kiosker av trä. På västra stambanan fördubblades avståndet mellan kioskerna, och dessa utfördes i rappat tegel. På malmölinjerna och senare elektrifierade linjer konstruerades sugtransformatorerna för utomhusmontage och utplacerades i allmänhet i var fjärde sektionpunkt. Avståndet mellan dem har sålunda successivt ökat från c:a 1.4 till 5.6 km.

Redan under den åren 1905—1907 ordnade försöksdriften hade samarbetet mellan kontaktledningen och de elektriskt drivna fordonens strömavtagare varit föremål för ingående studium. Alltsedan denna tid har det också stått klart, att

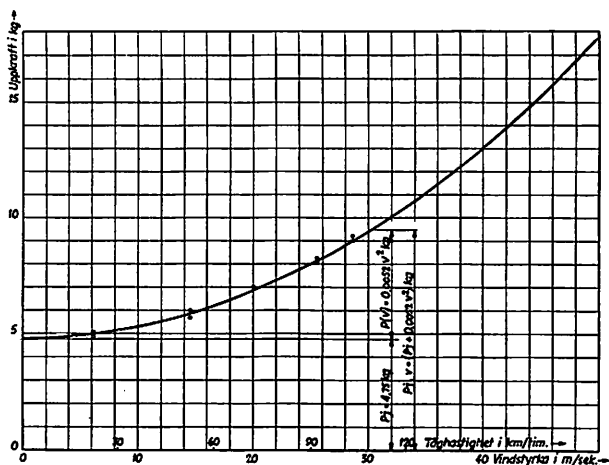


Luftströmmarnas riktning över loktaket hava klarlagts genom modellförsök i vindtunnel. Ovanstående vid dessa försök upptaget fotografi visar, hur vindriktningen markeras med rökslingor.

kontaktledningens viktigaste uppgift är att möjliggöra ett sådant samarbete. Kontaktledningen måste därför anpassas efter strömvtagaren och vice versa. Ledning och strömvtagare äro med andra ord två oskiljaktiga element, av vilka intetdera kan godtyckligt förändras. Eftersom en vidsträckt ledningsanläggning icke kan underkastas snabba förändringar och sådana därtill skulle medföra avsevärda kostnader, är det också tydligt, att ledningen från början måste avpassas efter en viss strömvtagaretyp och — eftersom dennas egenskaper i hög grad bero av tåghastigheten — efter en viss tåghastighet. Strömvtagaren blir därefter helt beroende av det en gång utförda ledningssystemet.

Sedan försöksdriftens tid har strömvtagningsproblemet ständigt beaktats vid all förekommande bearbetning av ledningskonstruktionerna. I hög grad stimulerande för intresset för detta problem och fruktbarande för arbetet på dess lösning blevo emellertid de observationer i avseende på ledningsslitage, som först gjordes på västra stambanan och sedermera fortsattes på andra elektrifierade bandelar.

När linjen Stockholm—Göteborg år 1926 öppnades för elektrisk drift, hade sådan förekommit på den först elektrifierade delen av malmbanan redan under ett tiotal år. Under denna tid observerades intet anmärkningsvärt ledningsslitage. På västra stambanan blev det emellertid redan från första stund av betydande storlek. Medan profiltråden på malmbanan syntes kunna hålla åtminstone ett



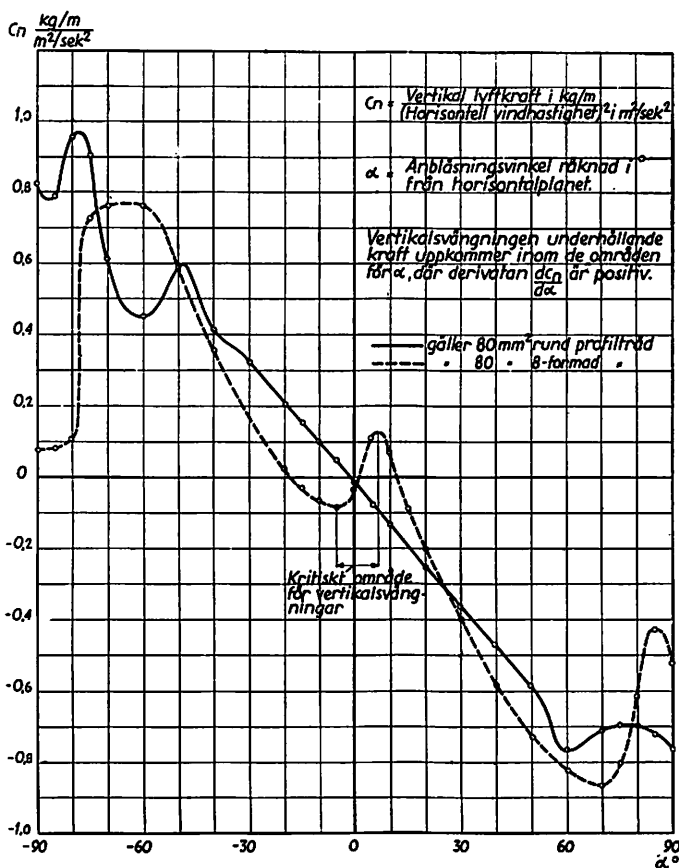
Strömvtagarens vertikalkraft mot kontakttråden i beroende av tåghastigheten, då strömvtagarens toppbygel befinner sig 5 400 mm över rälsöverkant. Vertikalkraften är summan av strömvtagarens resulterande fjädertryck,  $P_j$ , och den av vinden förorsakade vertikala kraftkomponenten  $P(v)$ .

tre-tio år, förslets den nämligen på västra stambanan så hastigt, att dess livslängd föreföll att nedgå till blott en bråkdel av denna tid. Vad hade då hänt?

Svaret på denna fråga kunde endast bli ett. Samarbetet mellan kontaktledning och strömvtagare försiggick under andra, mera ogynnsamma betingelser på västra stambanan än på malmbanan. Förklaringen härtill var dock icke lika lätt att finna.

De ekonomiska konsekvenserna gjorde emellertid frågan om tråds slitagens orsaker utomordentligt aktuell och hava senare ytterligare skärpt dess betydelse. Då det elektrifierade statsbanenätet nu omfattar 4 242 km huvudspår, varav efter inträdd fortvarighet c:a 12 % eller omkring 520 km årligen på grund av förslitning skulle behöva försees med ny profiltråd, om betingelserna från västra stambanans första tid förbleve bestående, skulle årskostnaden härför efter ett à-pris av 1 500 kronor pr km bli i runt tal 800 000 kronor. Samtidigt skulle varje år förloras omkring 100 ton koppar. Det är naturligt, att sådana siffror stimulerat intresset för besparingsåtgärder. Sådana voro emellertid uteslutna, så länge villkoren för kontaktledningens och strömvtagarens samverkan icke blivit utredda.

Redan ganska tidigt klarlades vissa av dessa villkor. Planmässigt utförda slitagemätningar ådagalade, att profiltrådens infästningsanordningar medförde diskontinuiteter i dess massa. Då strömvtagaren under sin gång lyfter tråden ur dess viloläge, uppstå härigenom i närheten av utliggarna dynamiska tillsatskrafter, som motsätta sig lyftningen och öka kontaktrycket. Tryckökningen kan emellertid minskas, om strömvtagaren gives liten massa, men möjligheten att på detta sätt

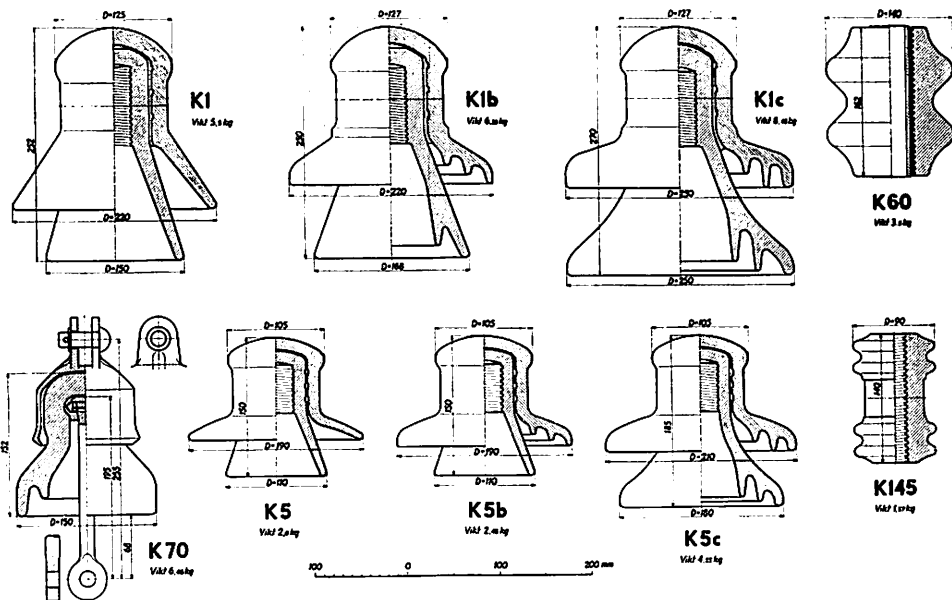


Exempel på diagram, utvisande villkoret för uppkomsten av vertikalsvängningar hos kontaktledningen.

bemästra problemet begränsas dock av kravet på hållfasthet. Andra utvägar måste sökas.

En sådan ledde till ledningsmontage med paraboliskt underhängande profiltråd, d. v. s. med ledningen så injusterad, att tråden i parabelkurva sänker sig mot spannmitt, där profiltråden alltså upplägges på något lägre höjd över rälsöverkant än vid upphängningspunkterna. Metoden medförde påtagligt gynnsamma resultat. Ledningens mottryck mot strömvatagaren blev utjämnat och slitaget därigenom mindre och jämnare. Enahanda verkan medförde montage med ökad dragspänning i profiltråden. En antydning härom lämnas i figuren, sid. 79, vilken i form av "varaktighetskurvor" visar det under olika år och under olikartade förutsättningar uppmätta tråds slitaget på några av de sträckor, där regelbundna fortlöpande sådana mätningar företagas. De med åren förbättrade led-

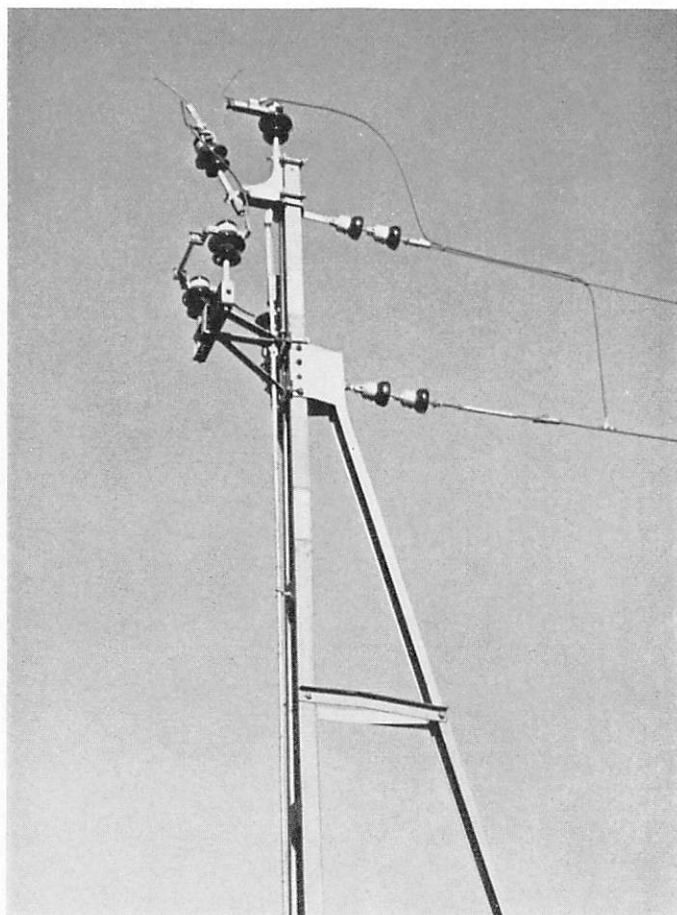




I statens järnvägars kontaktledningsbyggnader använda isolatorer. De med K1—K1c samt K5—K5c betecknade isolatorerna användas för isolation av 16 kV-ledningen resp. hjälpkraftledningen.

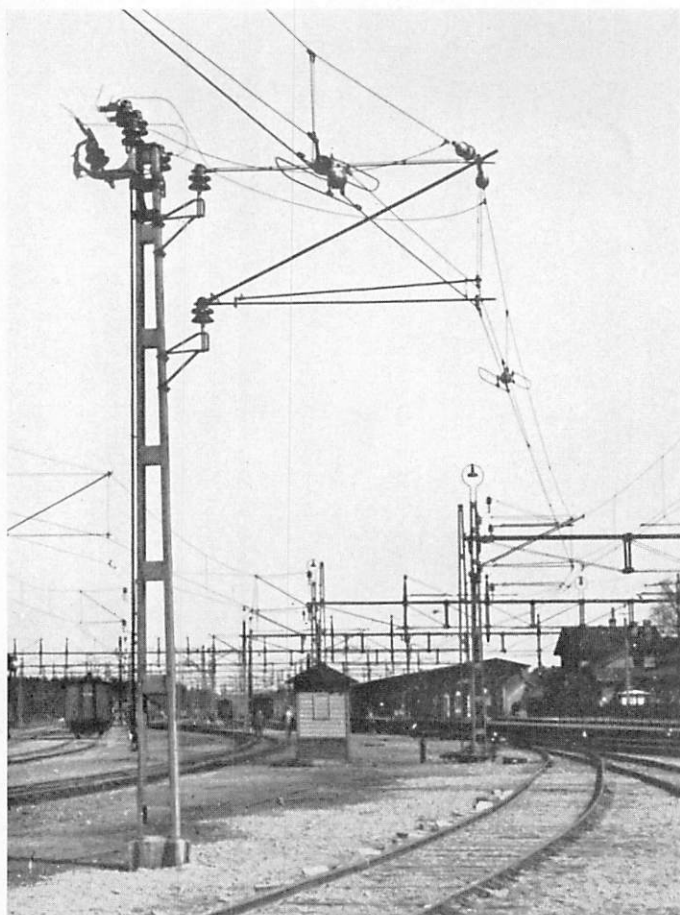
ningsnormerna hava, som särskilt detalj 6 visar, haft en mycket gynnsam inverkan på slitageförhållandena. En av orsakerna till den vid nybyggnad successivt ökade dragspänningen är att söka i dessa observationsresultat.

Så länge tåghastigheten håller sig under 85 à 100 km/tim., uppnås med nu nämnda medel tämligen tillfredsställande resultat i fråga om slitaget och därmed även strömavtagningen. Vid större tåghastighet erfordras emellertid ytterligare åtgärder, vilket under senare år bekräftats genom systematiska undersökningar av strömavtagningens natur. Undersökningarna, vilka genomförts som en utprovning av lämpligheten hos ett stort antal ledningstyper, vilka för detta ändamål anordnats på särskilda provsträckor, hava bland annat visat, att kontaktledningens massa måste i möjligaste mån jämnt fördelas utefter spännet. Detta kan tillnärmelsevis uppnås, om ett relativt lätt s. k. tillsatsrör anbringas vid systemets trögaste punkt, upphängningspunkten. Ett exempel härpå visas i figuren, sid. 80. Genom denna modifikation blir den massa, som strömavtagaren påverkar i upphängningspunkterna, mindre. Härav följer då också, att de uppkommande tröghetskrafterna bliva tämligen konstanta och kontaktrycket mera likformigt. En värdefull vinst i form av minskat trådslitage och lugnare strömavtagning uppstår härigenom.



Enkel, handmanövrerad avskiljare i standardiserat utförande monterad i toppen på ledningsstolpe.  
Under densamma säkring för värmeförvärmningstransformator.

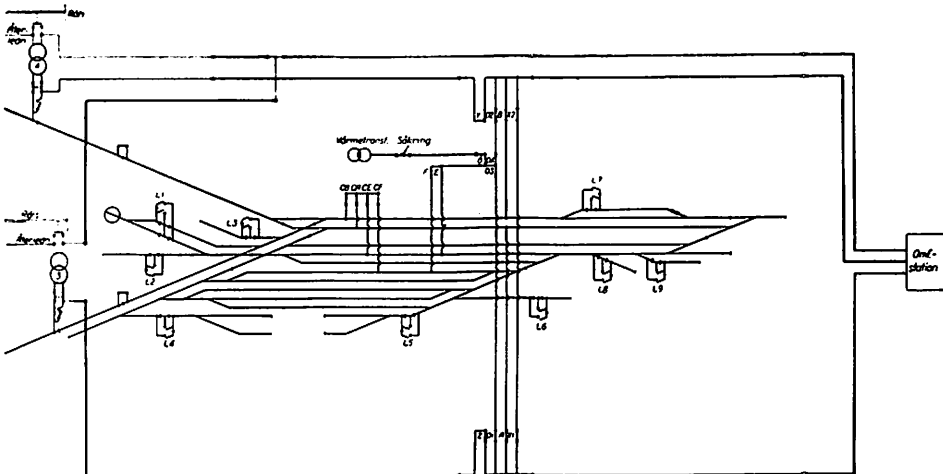
Dessa försök visade emellertid också — som väntat —, att icke blott ledningskonstruktionen utan även strömvtagarens utformning hade ett väsentligt inflytande på strömvtagningen. Utförda mätningar gävo vid handen, att strömvtagarens tryck mot kontakttråden i avsevärd grad steg, då tåghastigheten ökades, ett förhållande, som självfallet borde inverka ogynnsamt på trådens livslängd, då slitaget härigenom förstörades. Fenomenet ansågs beror på de luftströmningsförhållanden, som rådde över loktaket, då tåget var under gång, och då dessa även på ett eller annat sätt borde påverkas av lokfrontens utformning, ansågs det lämpligt, att närmare undersöka dem för olika strömvtagare och loktyper. Försöken



Dubbel, handmanövrerad avskiljare, avsedd dels för inkoppling av lastspårsledning till ledningsnätet i övrigt, dels för inkoppling av mellan lastspårsledningen och det övriga ledningsnätet insatt kort, normalt spänningslös skyddssektion.

genomfördes med lok- och strömvtagaremodeller i en tiondels skala i Tekniska Högskolans flyglaboratorium. Resultaten bekräftade till fullo de förmodanden, man gjort, samt stämde dessutom väl med de mätningar, som genomförts i full skala vid proven på linjen.

Det befanns sålunda, att uppträcket mot kontaktledningen ökades i det närmaste kvadratisk med tåghastigheten. Även orsakerna härtill klarlades. Främre strömvtagaren utsattes nämligen för en snett uppåtriktad luftström, vars riktning förändrades, allt eftersom lokfronten ombyggdes. En bakåtlutande lokfront gav



Kopplingsschema för större bangård i närheten av omformarstation. Förbigångsledningarna samt matarledningarna från omformarstationen äro förkablade.

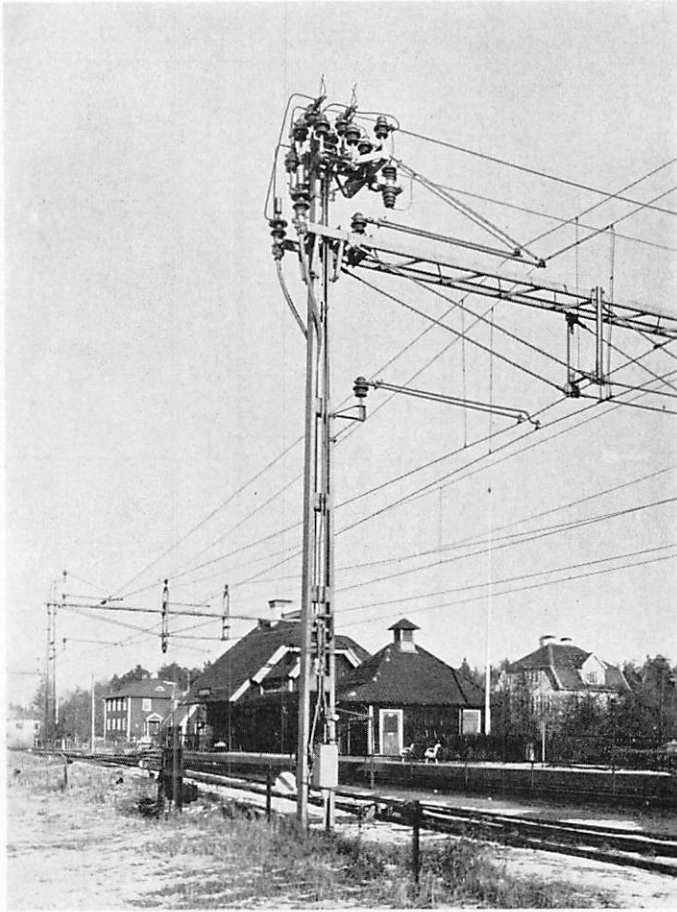
vid en och samma lufthastighet ett större upptryck än en vertikal och ännu större än en framåt överfallande, åt sidorna avrundad lokfront.

För bakre strömavtagaren ställde sig förhållandena annorlunda. Den över lokets främre del uppåtriktade luftströmmen böjde nämligen av nedåt strax bakom främre strömavtagaren för att invid den bakre bilda liten vinkel mot loktaket. Den bakre strömavtagaren kom härigenom att utsättas för en vertikal, nedåtriktad vindkraftskomponent, som ävenledes växte med tåghastigheten. Vid en hastighet av 120 km/tim var denna komponent så stor, att den helt kompenserade strömavtagarens fjäderkrafter, varför det vid denna tåghastighet behövdes blott en ringa motvind för att trycka ned strömavtagaren mot loktaket.

Dessa olägenheter kunde beträffande såväl den bakre som främre strömavtagaren med enkla hjälpmedel avlägsnas. Strax nedanför strömavtagarens toppbygel fästes nämligen en s. k. vindskena, bestående av en horisontellt anbragt, smal skiva, vilken kunde inställas i olika vinklar mot luftströmmens riktning. Proven i vindtunneln visade, att en enda lämpligt inställd vinkel var nog för att med erforderlig noggrannhet kompensera de vertikala luftkrafterna såväl vid alla tåghastigheter som vid alla förekommande höjder hos kontakttråden. Detta resultat ställde sig ännu gynnsammare, då man fann, att samma vinkel gällde icke blott för den främre utan även för den bakre strömavtagaren.

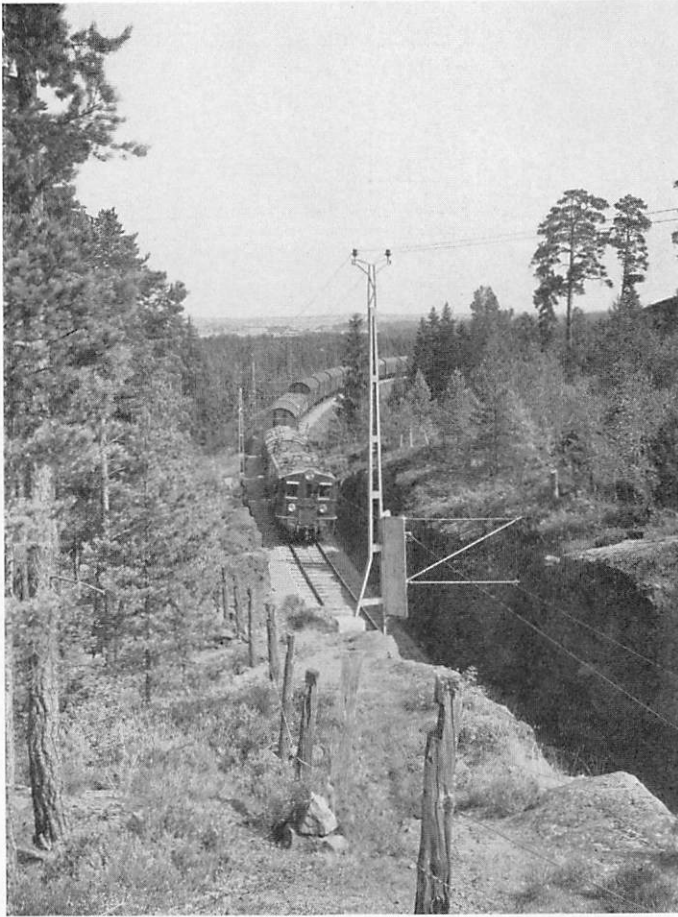
Samma goda resultat hade även tidigare nåtts vid prov i full skala vid Bergslagsbanan, där man haft samma svårigheter att bekämpa.

Av stor betydelse för den senare utvecklingen av kontaktledningen hava även



Kopplingspunkt på bangård med fjärrmanövrerade fränskiljare. De två för manövrer erforderliga motormanöverdonen återfinnas inbyggda i den vid stolpen fästade gjutjärnslådan.

några erfarenheter varit, som gjorts vid ett par för besvärande vindar särskilt utsatta elektrifierade linjer. Vid vissa vindar hände det nämligen, att kontakttråden råkade i kraftiga vertikala svängningar, vilka blevo i hög grad störande för driften. Av de mycket ingående undersökningar av detta fenomen, som utfördes dels i laboratorium, dels ute på linjen, framkommo resultat av stort intresse. De rent aerodynamiska proven visade sålunda, att om kontakttråd med profil av visst utseende utsättes för påverkan av vind med särskild anblåsningsriktning, skapades förutsättningar för en periodiskt understödd vertikalsvängning hos kontaktledningen. Det faktum, att trådprofilens form var av väsentlig betydelse för sväng-



Anordningar för skydd mot beröring av högspänningsförande ledningar. I bergsskärningen har hjälpkraftledningen upplagts på särskilda ledningsstolpar, och den spänningsförande utliggaren har avgränsats med jordförbundna skärmar.

ningsfenomenets uppträdande, gav emellertid en antydning till väg ur svårigheterna. En cirkulär, urslitsad trådarea, s. k. svensk standardtråd, visade sig ge en av anblåsningsriktningen nära nog oberoende kraft, varför den för svängningens vidmakthållande nödvändiga periodiciteten ej längre förefanns. Kontakttrådens profil ändrades därför såväl på de utsatta linjerna som vid de fortsatta elektrifieringsarbetena från åttaformad till cirkulär, varefter vertikalsvängningarna så gott som fullständigt upphörde.

Man kunde dock förutse, att den av slitaget förorsakade ändringen av kontakttrådens profil så småningom skulle ge anledning till förnyade svängningar.



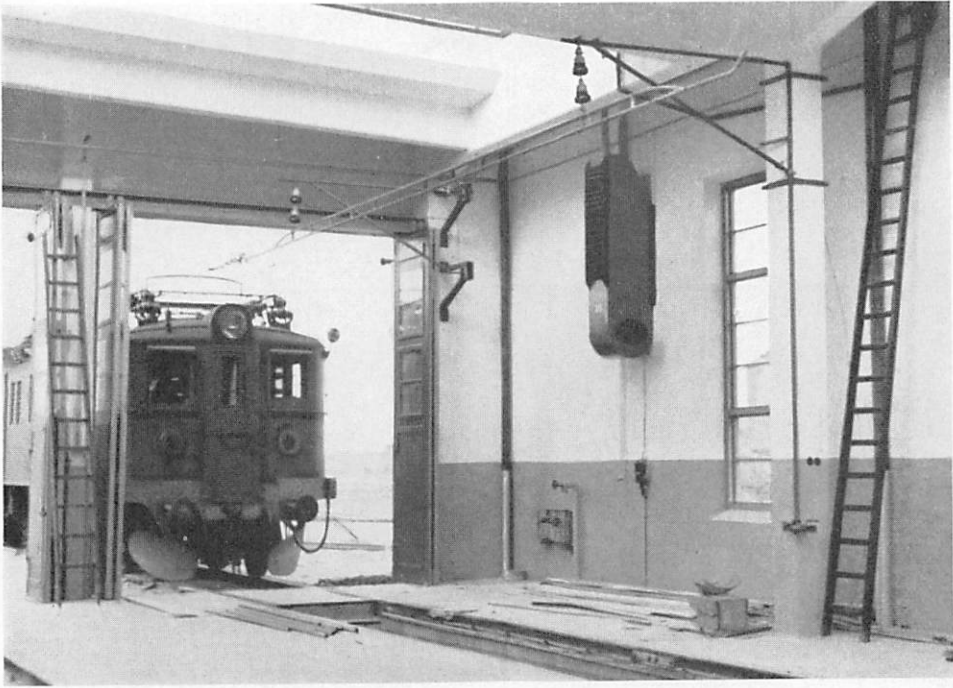


Skydd mot beröring av högspänningsförande ledning. Över kontaktledningen anordnas vid broar utskjutande tak. Broräcket kompletteras med finmaskigt nätstängsel.

Men även detta kunde motverkas genom vissa försiktighetsmått. De studier av fenomenets natur, som bedrevs ute på linjen parallellt med de mera laboratoriemässiga undersökningarna, inspirerade nämligen till en matematisk analys, vilken visade, att ett lämpligt val av förhållandet mellan dragspänningen i profiltråd och bärlina borde försvåra svängningarnas uppkomst. Men analysen visade icke blott detta. Av densamma framgick, att ledningens benägenhet för svängningsrörelser borde ytterligare minskas, om avstånden mellan de trådar, varmed profiltråden är upphängd i bärlinan, avstämdes på särskilt sätt. Det borde sålunda tillses, att profiltråden icke kunde vålla interferenssvängningar av samma periodtal som det av bärlina och profiltråd sammansatta systemets grundsvängning eller vanligast förekommande övertoner. Enligt dessa riktlinjer anordnade kontaktledningar hava ifråga om svängningsproblemet visat sig klart överlägsna tidigare byggda linjer.

Framställningen härovan kan möjligen giva upphov till den föreställningen, att de tekniska problemen kring kontaktledningen uteslutande äro av mekanisk art. Så är emellertid ingalunda fallet. Ledningsnätets uppgift att transportera den





I lokstallar, anordnade för översyn och reparation av elektrolok, har på vissa platser uppsatts på galgar svängbar kontaktledning av rörkonstruktion. Den svänges fram i linje med den utifrån kommande ledningen, med vilken den gör kontakt, så att loket kan köra in i stallet. Då loket väl kommit in på sin plats, svänges den rörliga kontaktledningen undan, varefter arbetet på loktaket kan riskfritt och obehindrat utföras.

elektriska energien till loken innebär givetvis, att även och icke minst elektrotekniska synpunkter måste anläggas på dess utformning. I viss mån framgår detta av redan lämnade uppgifter om sugtransformatorerna, deras anslutning och utplacering. Andra frågor av elektroteknisk art hänföra sig till isolationen, till anslutningen mellan ledningsnätet och driftcentralerna, till omkopplings- och sektioneringsanordningar, till åtgärder, avseende skydd mot elektriska olycksfall etc.

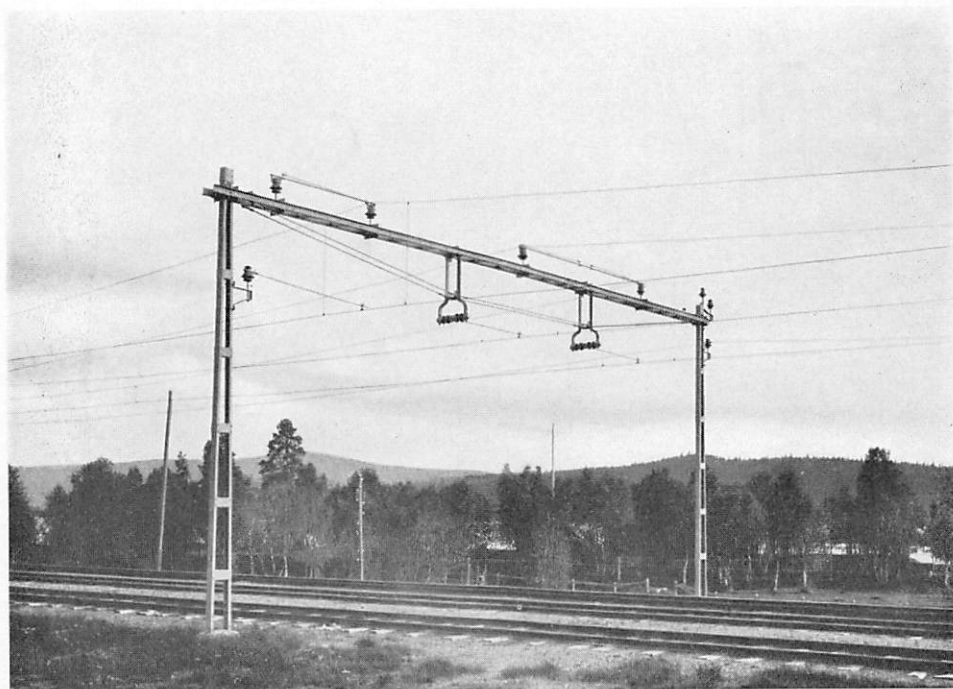
Isolatorerna intaga av naturliga skäl en synnerligen viktig plats bland de många i kontaktledningssystemet ingående detaljerna. De tidigare använda typerna, vilka ännu i de flesta fall göra tjänst på de platser, där de från början insattes, hava under årens lopp undergått ej oväsentliga förändringar, allteftersom den fortsatta elektrifieringen berört i klimatiskt hänseende nya trakter, där skärpta krav framträtt på deras elektriska hållfasthet, och allteftersom den i kraftig utveckling stadda isolatortekniken möjliggjort tillgodoseende av de ökade anspråken. Därvid har det icke så mycket gällt att förändra själva materialets sammansättning eller struk-



Ledningsbrygga av den äldsta vid malmbanan förekommande typen, den s. k. "Kirunatypen". Bärlinan isolerades genom två på ömse sidor om det övre utliggarröret i bärlinan insatta isolatorer, under det att det undre utliggarröret isolerades vid upphängningspunkten intill bryggvertikalen.

tur, ehuru även här förbättringar uppnåtts, som att utforma isolatorkroppen på sådant sätt, att dess isolerande förmåga så litet som möjligt försämras i fuktighetsmättad luft, att tendensen till salt- och smutsavlagringar effektivt motarbetas, samt att den elektriska fältfördelningen kring isolatorn utjämnas. Det sista är icke minst viktigt med hänsyn till glimningen. Denna uppträder vid ojämn fältfördelning längs isolatorns mantelyta särskilt vid fuktig väderlek och utlöser då små gnisturladdningar. Dessa uppträda på stödisolatorer företrädesvis invid isolatorbultar, varvid icke eldhärdigt drevmaterial löper risk att så småningom förstöras.

Saltavlagringar på isolatorerna, uppkomna genom avsättning ur saltmättade havsvindar, vålla tidvis på västkusten vissa svårigheter. I torrt tillstånd förmå de belagda isolatorerna upprätthålla betryggande isolation. Inträffar dimma eller lätt duggregn, bildas däremot av det till hälften upplösta saltlagret ledande ytpartier, som i hög grad försämra nätets isolationstillstånd. Ett kraftigt rensköljande regn är därför välkommet efter perioder av hård pålandsvind.



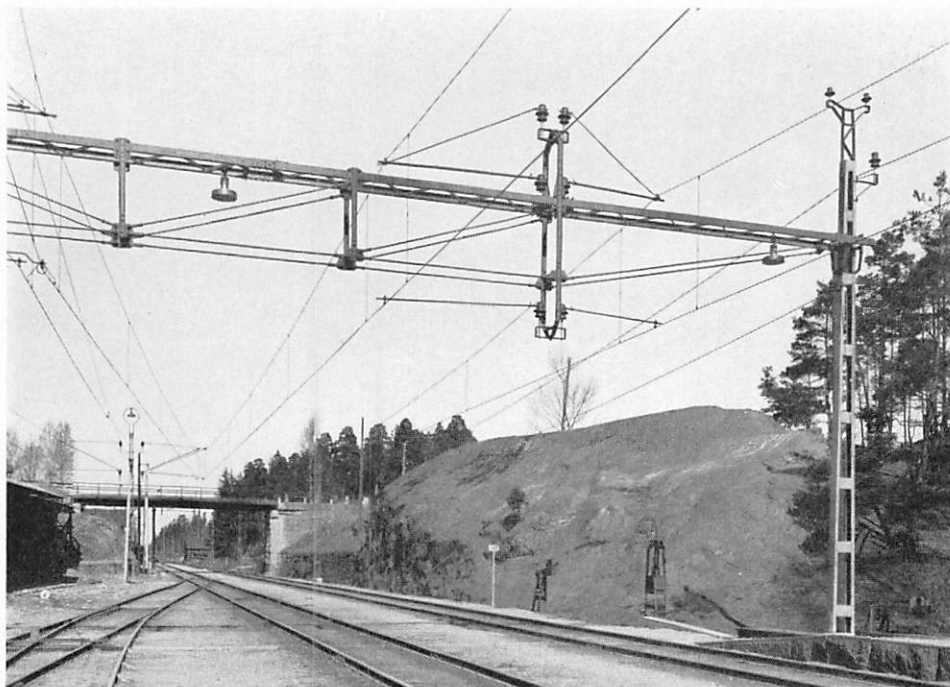
Ledningsbrygga av en senare vid malmbanan förekommande typ. Utliggarens undre rör isolerades från bryggan medelst isolatorer av "diaboltyp". Bärlinan fick glida över rör, uppsatta på stödisolatorer.

Användbar endast vid små spännvidder.

Till följd av riskerna för saltbeläggning hava särskilt kraftiga isolatortyper konstruerats för kustledningarna.

Andra isolationsnedsättande beläggningar förekomma i närheten av exempelvis kalkbruk, där kalkdammet biter sig fast i glasyren, och vid andra industriella anläggningar, vilkas skorstenar och ventilationsanordningar avgiva gaser, som kemiskt angripa glasyren och framkalla en för damm- och sotbeläggning väl preparerad ruggig yta. På liknande sätt äro alla isolatorer på linjer eller bangårdar med blandad ång- och elektrisk drift utsatta för i hög grad skadliga gas- och rökangrepp från ångloken. Vidmakthållandet av fullgod isolation på sådana platser är ett problem, som kräver stor vaksamhet och mycket arbete.

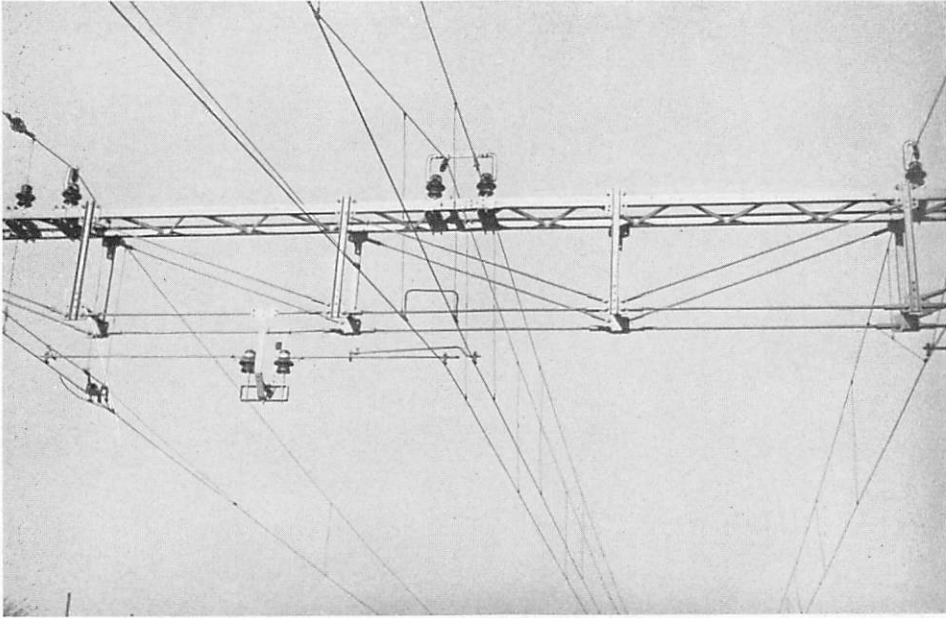
I den mån ledningsnätet växte i omfattning, fann man det lämpligt att i allt större utsträckning uppdelade detsamma i elektriskt åtskiljbara sektioner och grupper. Stora fördelar kunde nämligen härigenom vinnas. Dels medgav en dylik uppdelning en snabb lokalisering av uppkommande störningar samt en effektiv begränsning av deras verkningar till relativt små områden, dels kunde reparations- och



Ledningsbrygga av den typ, som använts vid göteborgslinjens och senare tillkomna elektrifieringar. Såväl övre som undre utliggarrören äro isolerade invid bryggvertikalen medelst stödisolatorer.

underhållsarbeten bedrivs på ett sätt, som ej i allt för hög grad hindrade den ordinarie tågtrafiken. I stort sett ha järnvägsstationernas lägen blivit bestämmande för nätets uppdelning. Linjen mellan två sådana kan genom kopplingsanordningar på resp. bangårdar in- eller urkopplas. Även varje bangård kan i regel på motsvarande sätt göras spänningslös eller spänningsfri, och detta utan att någon av linjerna på ömse sidor om bangården påverkas. Detta har möjliggjorts genom anordnandet av en ofta i kabel förlagd s. k. förbigångsledning, vilken dragen förbi bangården är ansluten till resp. linjeledningar. Från någon punkt på förbigångsledningen matas sedan bangårdsnätet, ofta över en för samtliga bangårdsgrupper gemensam huvudbrytare. Normalt äro bangårdsändarna icke direkt anslutna till resp. linjeledningar, men sammankoppling kan här ordnas genom särskilda frånskiljare, varigenom reservmatning till bangården i viss utsträckning är säkerställd.

På de flesta bangårdar är ledningsnätet uppdelat i ett större eller mindre antal grupper. Genomgående spår, s. k. huvudspår, bilda sålunda en särskild grupp, under det att övriga spår allt efter omständigheterna sammanföras på lämpligt sätt.



Ledningsbrygga av senaste utförande. Konsoler för utliggare- och bärliniesisolatorer kunna anbringas oberoende av konstruktionens fackindelning.

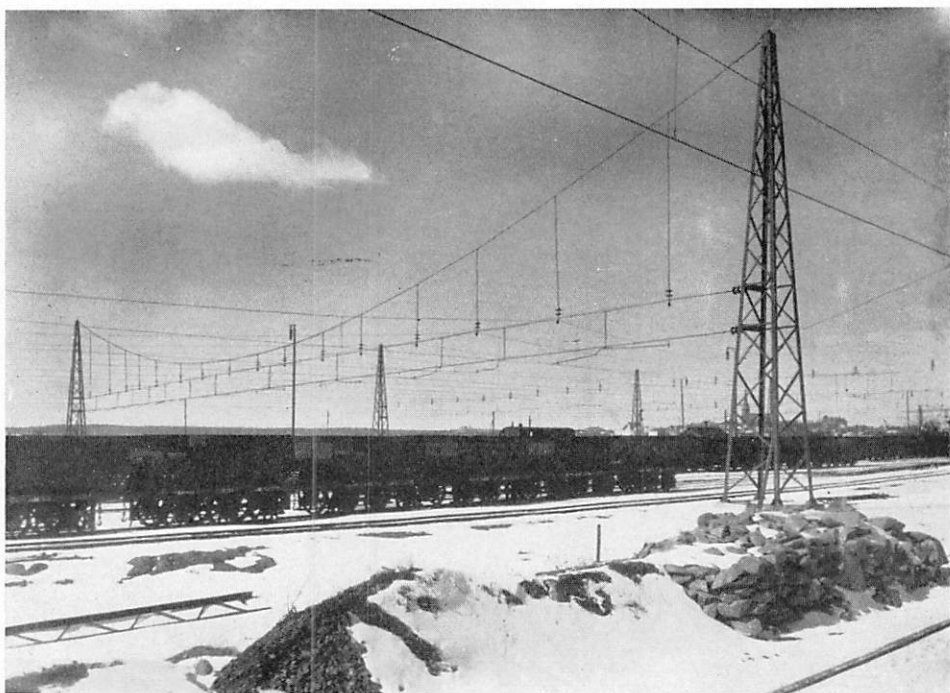
Likaså skiljas ledningarna över lastspår från övriga grupper och göras urkopplingsbara var för sig eller i lämpliga kombinationer för att tillåta riskfritt lastningsarbete.

Det viktigaste elementet i det maskineri, varmed alla dessa kopplingar skola utföras, utgöres av en standardiserad serie av frånskiljare, vilka kombinerats och betecknats efter ett visst system. Manövreringen skötes i stor utsträckning av trafikstationernas personal på order från driftcentralerna.

Det manuella manövreringssystemet har på ett par särskilt starkt trafikerade linjer under de senaste åren ersatts med ett elektriskt fjärrmanöversystem, vilket vid driftcentralen medger centraliserad manövrering (jfr bilden sid. 60). En stor del av den tid, som eljest skulle åtgått för ordergivning och orderverkställande, har härigenom kunnat inbesparas. Det finnes välgrundad anledning att förvänta, att utvecklingen av detta system skall bliva av stor betydelse även för driftsäkerhetens höjande, då åtgärder för felsökning och felbegränsning på detta sätt huvudsakligen komma att utföras av tekniskt kunnig personal inom kortast möjliga tid.

Strävan efter höjning av driftsäkerheten har liksom kravet på effektiva skyddsåtgärder mot olycksfall även påverkat det konstruktiva utförandet av kontaktledningssystemet över såväl linje som bangårdar, och teknikens framsteg har under årens lopp möjliggjort en icke oväsentlig utveckling och förbättring, även om för-





I undantagsfall är spännvidden så stor och spårplaceringen så tät, att bryggor av linkonstruktion måst tillgripas.

ändringarna vid ytligt betraktande icke förefalla överraskande stora. Som mera framträdande exempel kan nämnas den alltmer ökade användningen av jordkabel i stället för i luften framdragna högspänningsledningar för matar-, förbigångs- och andra omkopplingsledningar vid omformarstationer, på bangårdar och vid tunnlar och vägbroar på linjen. Vidare representerar det från och med malmö-linjernas elektrifiering införda sättet för sugtransformatorernas placering och in-koppling ett annat avsevärt framsteg i fråga om driftsäkra och överskådliga anordningar.

Även utvecklingen av de för ledningsupphängningen över bangårdar uppsatta s. k. ledningsbryggorna bära vittnesbörd om den strävan efter förbättring, såväl ifråga om konstruktivt utförande som driftsäkerhet och överskådlighet, vilken karakteriserat statens järnvägars ledningsanläggningar. Speciellt beträffande konstruktionerna har det ansetts betydelsefullt att trots de starkt varierande kraven på spännvidder, fackindelning och hållfasthet finna ett system, varigenom det blir möjligt att sammansätta bryggorna av ett fåtal standardiserade delar. Även isolationen mellan järnkonstruktionerna och de spänningsförande detaljerna har för-

enklats, varigenom i viss utsträckning enhetlighet mellan bryggdetaljer och ledningsdetaljer på linjen vunnits. Sålunda visar ledningsbryggan av "Kirunatyp", hur isolatorer för bärlinan anbragtes i denna på ömse sidor om utliggarens övre dragstång, hur denna isolation på bryggor av "Gällivaretypen" anordnades med hjälp av stödisolatorer, uppbärande ett fast rör, över vilket bärlinan glider samt huru på bryggor av senare typ denna isolation utföres på samma sätt som för utliggarens undre horisontalrör och på ungefär samma sätt som för linjeutliggarna. Den allra senaste bryggtypen, som för statens järnvägars del ännu hunnit införas blott på ett fåtal platser, medgiver upphängning av ledningarna oberoende av bryggornas fackindelning, varvid fästdetaljerna anordnats i konsoler, vilka medelst klämförband kunna anbringas var som helst på dragstängerna resp. bryggbalkarna.

Slutligen har på ett antal enstaka punkter bryggor av linkonstruktion anordnats, där den täta spårplaceringen utesluter varje tanke på uppsättande av de mellanstolpar, som fackverksbryggor av större spännvidder kräva.

I anslutning till kontaktledningsnätet hava uppstått och utbyggt numera betydelsefulla anläggningar för belysning, småmotordrift och stationär tåguppvärmning. Mera uppmärksammade framsteg på detta område äro förbundna med de större stationernas strålkastarbelysning och centraler för stationär vagnsuppvärmning. Verkstädernas och signalanordningarnas ökade anslutning till statsbanornas eget kraftöverföringssystem äro liknande företeelser, som visa detta systems växande betydelse för den alltmer rationaliserade bandriften.