

OLIKA UPPHÄNGNINGSSYSTEM FÖR KONTAKTLEDNINGAR.

Föredrag av ingenjör E. Arding,
Stockholms spårvägar.

De två vanligaste sätten att upphänga kontakttråd *över* spåren äro:

- a) den direkta och
- b) den indirekta upphängningsmetoden.

Det förstnämnda systemet användes i allmänhet i städer, varest spårvagnens hastighet är proportionerad med hänsyn till den övriga trafikens, samt det senare å banor, som äro förlagda å egen banvall, där tågen på grund härav kunna hålla högre hastigheter.

DIREKT UPPHÄNGNING.

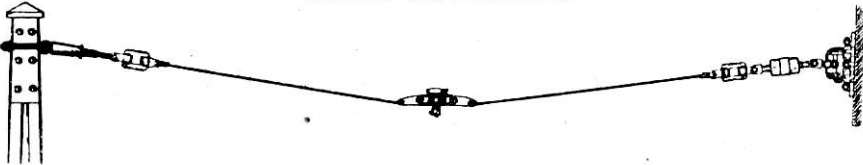


Fig. 1. Tvärtrådsupphängning mellan stolpe och vägg.

Kontakttråden upphänges antingen medelst tvärs över spåret uppspänd ståltråd eller i utliggare. I båda fallen användas stolpar, samt vid tvärtrådsupphängning även s. k. väggrosetter, vilka fästas i husväggar medelst kilskruv. Till tvärspann, förankringar och avspänningar användes förzinkad, seghärdad ståltråd med en diameter av 5 eller 6 mm, en brotthållfasthet av 90—100 kg/mm², samt en kontraktion av ca 50 %.

Direkt upphängning av kontaktledningen.

Bärtrådens infästning (fig. 1) i stolpring eller väggrosett sker medelst en spänn- eller bygelisolator, som vanligtvis kallas B-isolationen. Dessutom insättes mellan rosetten och isolatorn en ljuddämpare, i vilken ljudet från kontaktfriktionen dämpas medelst gummibuffertar. Vid infästning av själva kontakttråden användas hållare av aducerat gjutgods. I denna hållare sitter en isolatorbult, som i motsats till föregående kallas A-isolationen.

Denna är i sin nedre ände utformad till en tapp med $\frac{5}{8}$ " gängor (fig. 2). Här pågängas själva trådållaren, som utgöres av tvenne medelst järn- eller metallskruv förenade halvor, vilka klämma fast

om kontaktråden. Isolationen mot jord blir således genom de nämnda isolatorernas samverkan dubbel.

De vid spårvägar vanligen använda isolatorerna utgöres mestadels av en med hårdgummikomposition omsluten järnkärna och isolations-

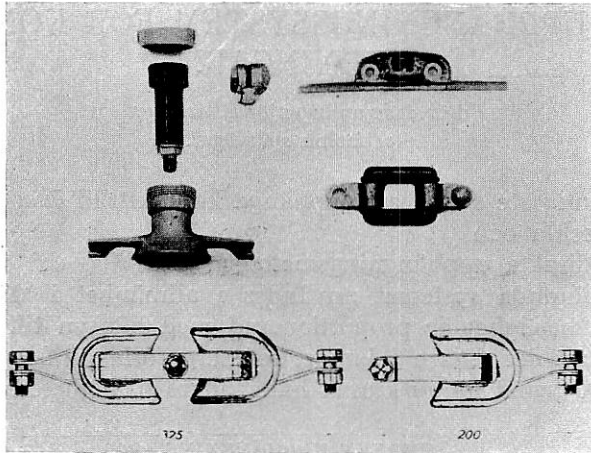


Fig. 2. Upphångningsdetaljer.

provas stående i vatten med en spänning av 9—10 kV. I närheten av saltvatten, hyttor och kemiska fabriker etc. användas däremot isolatorer av porslin, på grund av detta ämnes bättre motståndsförmåga mot vittring och anfrätning.

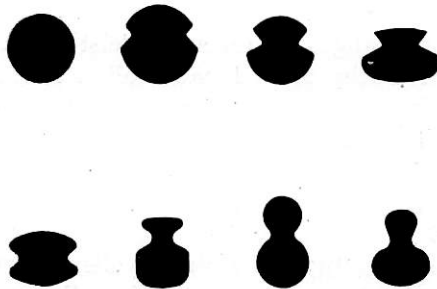


Fig. 3. Trådprofiler.

Ursprungligen använde man sig av rundtråd med alla trådhållarklämmor fastlödda. Genom lödningen utsattes kontaktråden för en ganska stor upphettning, vilken hade till följd, att trådens hållfasthet sjönk med ca 25 %. Detta arbete, som fordrade stor skicklighet i lödning samtidigt som en viss vana vid verktygens hantering, måste utföras synnerligen omsorgsfullt, varför anläggningstiden blev onödigt

lång. Därför beslöt man sig i början av 1900-talet att söka finna en annan lösning och resultatet blev de nu mestadels använda klämmorna.

I dessa klämmor passade givetvis icke rundtråd (fig. 3), varför man i stället kom på den tanken att använda sig av profilerad tråd. Den vanligaste profilen har ett räfflat eller 8-formigt utseende. De olika profilerna hava sedermera förbättrats med hänsyn till bygel- eller rull-drift.

Den fasta trådklämman har ersatts med en bygel av järn (fig. 5), i vars båda ändar sitta klämbackar av metall, vilka klämmas om

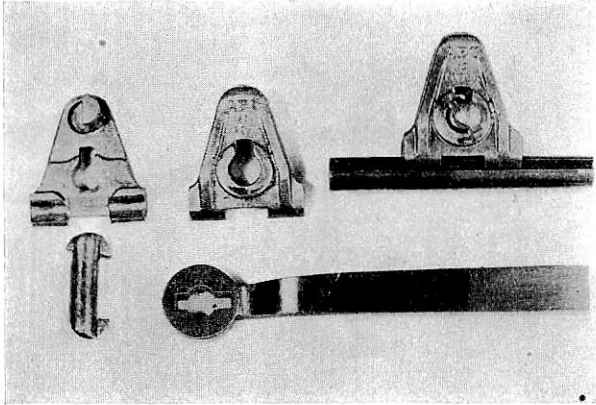


Fig. 4. U-nitklämma med verktyg.

tråden medelst metall- eller galvaniserad järnskruv. Dessa klämbackar äro till viss grad rörliga i horisontell och vertikal riktning. Fördelen med denna lösa eller fjädrande upphängning är att tråden, som genom bygelns eller vindens påverkan sättes i gungning, här kan fortplantas sin rörelse. Denna utgör nämligen ett gott skydd mot trådbrott, vilket däremot icke, vid upphängning av kontakttråd medelst fasta klämmor, är fallet.

Numera använder man i stället för skruv även hål-, T- och U-nit till vissa klämsorter (fig. 4).

Upphängningen i en utliggare (fig. 5) kan kallas en miniatyr av ett vanligt tvärspann, när man här har endast utliggarens begränsade område att röra sig på, men anordningarna för övrigt lika.

Förläggningen av kontakttråden över spåret sker zick-zack-vis med en totalförskjutning över 2 à 3 spann av omkring 90 cm., varav 45 cm. komma å vardera sidan om spårmit. Denna zick-zack-dragning av ledningen är nödvändig med hänsyn till bygelskenans likformiga nedslitning.

Avstånden mellan upphängningspunkterna bruka variera mellan 30 och 36 m., studom mer. Då här icke användes någon bärlina,

måste den mellan dessa punkter fritt hängande tråden bära sin egen vikt. Ju större nedhäng och ju större dragspänning desto större viktandel bär den själv. Detta har till följd, att spännet i det närmaste bildar en parabelbåge. Storleken å denna båge är helt beroende av proportionerna mellan inspänningskraften, som varierar mellan 7—10 kg/mm.², samt upphängningsavståndet. Följden är, att bygelbanan bildar en våglinje och detta i sin tur återverkar på kontakten mellan ledning och bygelkam. Denna hinner nämligen vid större hastighet än 25—30 km/tim. ej höja sig så snabbt som erfordras utan släpper

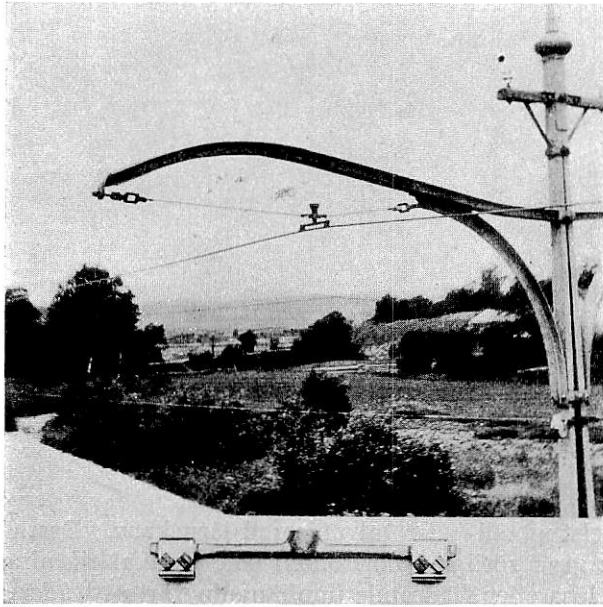


Fig. 5. Utliggarupphängning med trådhållare för rak bana.

ledningen ett ögonblick vid passerandet av själva hållaren, varvid ljusbågar uppstå. Genom dessa ljusbågar brännes och skadas kontakttråden, varför en förstärkning genom slitskenor eller ett utbyte av densamma måste ske. Härigenom fördyras underhållet avsevärt och kan man dessutom aldrig helt utnyttja trådens nedslitningsförmåga.

En annan orsak till att man försöker få bygelkammens anliggning mot kontakttråden så konstant som möjligt är, att ovan nämnda ljusbågsbildningar förorsaka starka radiostörningar.

Ovan nämnda, med flera bidragande orsaker, hava gjort, att man numera i stor utsträckning övergår till den indirekt upphängda kontaktledningen. Bekräftelse härpå erhöj jag under en resa genom Holland och Tyskland, som jag företog under april och maj månader detta år och varvid min huvudsakliga uppgift var, att taga del

av de därstädes talrikt förekommande variationerna av detta s. k. indirekta upphängningssystem.

INDIREKT UPPHÄNGNING.

Detta system skiljer sig från det förut nämnda så till vida, att man här använder sig av bärlina, rörlig upphängning samt automatisk avspänning sektionsvis medelst vikter. Systemet uppdelas beträffande avspänningen i två grupper:

Indirekt upphängning av kontaktledningen.

a) i det ena fallet, där både kontakt- och bärtråd automatiskt sträckas genom skilda eller gemensamma vikter, och

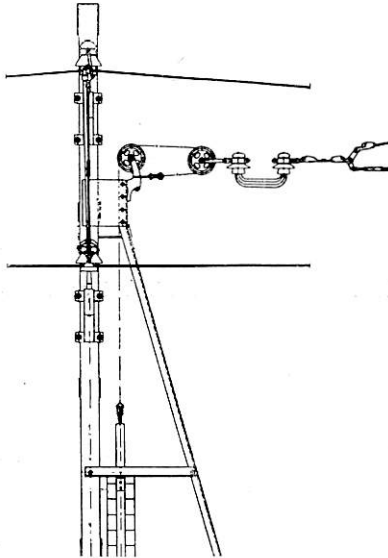


Fig. 6. Helautomatisk förankringsanordning.

b) i det andra fallet, där blott kontakttråden sträckes på liknande sätt, varemot bärtråden fast förankras och således sträckes för hand medelst spännskruv. Detta senare tillvägagångssätt tillämpas i synnerhet vid anläggningar med stor kurvatur.

Avspänningsanordningarna äro av skilda konstruktioner, t. ex. vanliga linjestolpar (fig. 6) med 2 motsatta U-profiler, vilka i inspänningsriktningen förstärkts med en stötta av U-profil, förbunden med stolpen medelst en nit- eller skruvförbindning av plåt. Geideranordningen för motvikten placeras i detta fall mellan stötta och stolpen.

Avspänningsstolpar.

Vid helautomatisk inspänning (fig. 6) förenas bärlinan med kontakttråden vid avspänningsisolatorn samt avslutas på andra sidan om denna med en löptrissa. Genom att kättingen, som går över löptrissan, i ena änden är fast förankrad i stolpen, behöver vikten, som hänges i den andra, vilken drages över en bryttrissa ned framför

stolpen, endast uppgå till halva den sammanlagda dragspänningen för bärlina och kontakttråd. Avspänningsproportionerna mellan bärlina och kontakttråd kunna fås genom att man framför avspännings-

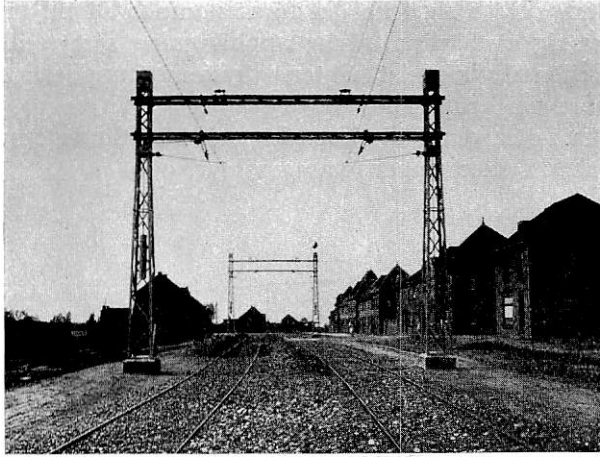


Fig. 7. Förankringsanordning. Heerlen—Sittard.

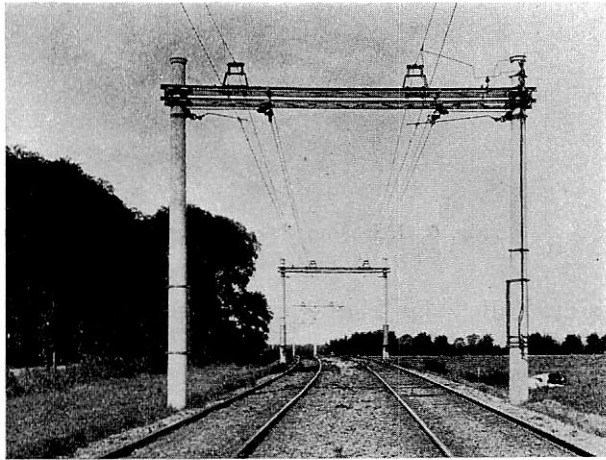


Fig. 8. Förankringsanordning. Leiden—Scheveningen.

isolatorn insätter en för de olika dragspänningarna avvägd vinkelarm. Vikterna tjäna till att hålla systemet sträckt vid förekommande temperaturvariationer.

Å linjerna Heerlen—Sittard (fig. 7) och Leiden—Scheveningen (fig. 8) använder man sig av en ganska omfattande konstruktion i och för automatisk avspänning av kontakttrådarna. Bärlinenspänningen är

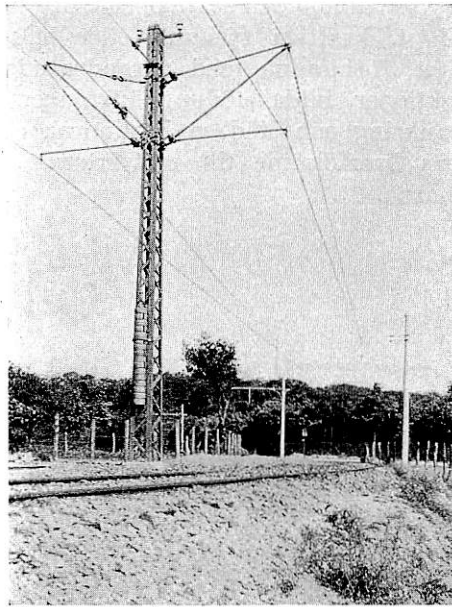


Fig. 9. Förankringsanordning. Duisburg—
Düsseldorf.

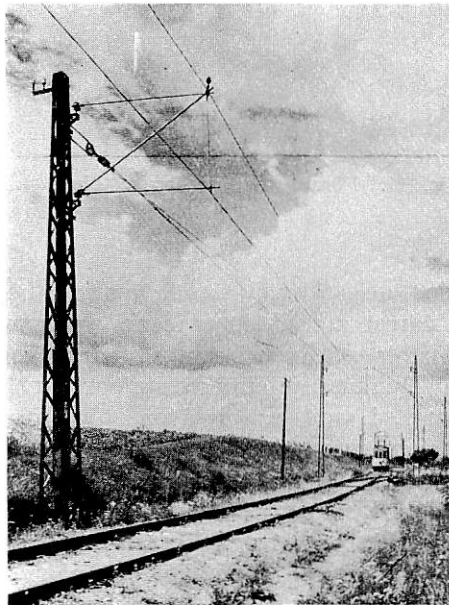


Fig. 10. Förankringsanordning Saarouis
—Felsburg.

nämligen här fast. Avspänning och sektionering utförs inom ett spann-avstånd så, att 4 st. kraftiga fyrkant- eller betongstolpar, 2 och 2 tvärs över spåret, förbundna med varandra medelst dubbla lig-gande järnkonstruktioner, bilda stödupphängningen, varvid den övre tjänstgör som förankring och stöd av bärlinorna och den undre för avspänningskraftens överförande till motvikterna, vilka placeras i eller utanför stolparna.

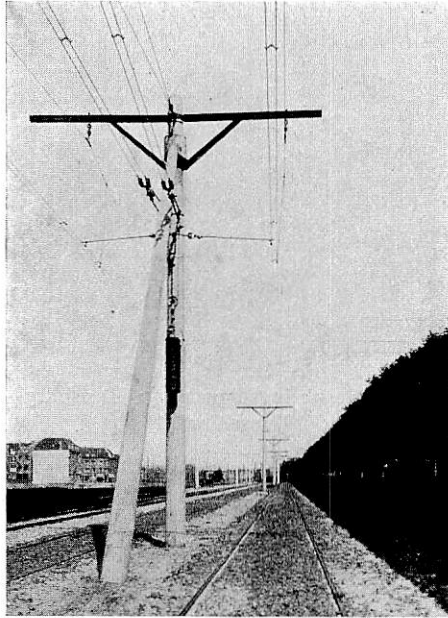


Fig. 11. Förankringsanordning. Linje n:o 11, Haag.

I övrigt användas de s. k. fyrkantstolparna, bestående av 4 st. motställda L-järn, varest motvikten placeras antingen utanför (fig. 9) eller inuti (fig. 10) stolpen. Även betongstolpar (fig. 11) användas för samma ändamål. Dylåka avspänningsstolpar uppbåra jämvål avspänningsanordningen, i vanliga fall även stödupphängning.

Utliggare.

Med hänsyn till ledningssystemets temperaturförskjutningar monterar stödupphängningarna mer eller mindre rörliga, exempelvis genom utliggarna. Dessa kunna svänga i sidled på isolatorer eller järntappar, samtidigt som trådhållarna å varje utliggare svänga i förhållande till denna. Härigenom utsätts icke trådarna för någon skadlig sned påkänning, då utliggaren svänger åt ena eller andra hållet. Konstruktionen av dylåka utliggare är synnerligen varierande ävensom upphängnings-sättet för densamma.

En rörtliggare (fig. 12) består av 2 över varandra löpande rundstag, av vilka det övre består av rundjärn och det undre av rör. Dessa båda förenas genom ett diagonalstag av rör, vilket till följd av tryck-

Utliggare av rör.

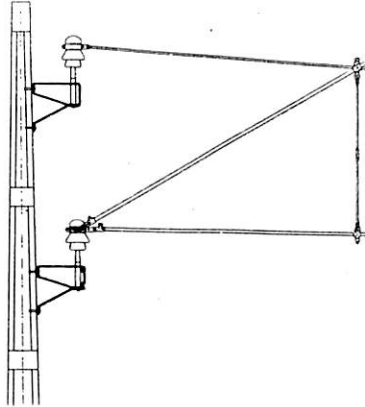


Fig. 12. Stödupphängning med rörtliggare.

belastningen erhållit en något grövre dimensionering än de övriga. Det övre staget fästes medelst en klämring på en isolator, vilken medelst pinnbult fastsatts å en från stolpen utstående konsol av plattjärn. Det

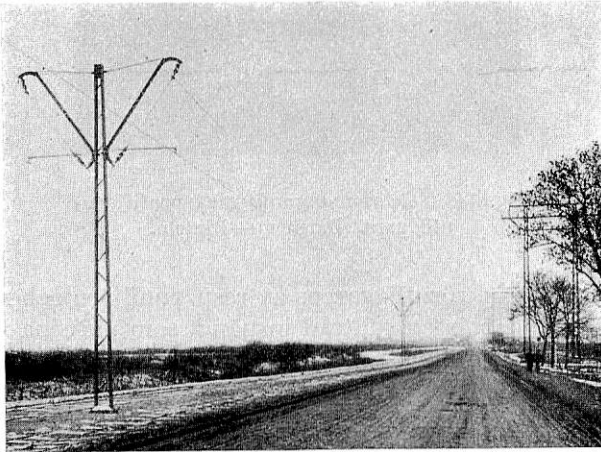


Fig. 13. Stödupphängning med profiljärnutliggare. Stettin.

undre rörstaget placeras på liknande sätt vid en nedre isolator. Diagonalröret fästes på nedre isolatorn genom en gaffel, vilken förbindes med klämringen medelst tappar, samt förenas med det övre staget i en klämhylsa, vilkens övre del utformats till hållare för bärlinan och undre för vertikalförbindningen. Rundjärnstaget är avsett till förankring

av diagonalkonstruktionen, vilken har till uppgift att i samband med övriga uppbära ledningssystemet. Det undre är däremot avsett enbart för reglering av kontaktrådets sidoavvikningar.

Utliggare av
profiljárn.

Förutom rörutliggare användas även utliggare av profiljárn, t. ex. med T-sektion (fig. 13). Diagonalkonstruktionen i en dylik utliggare består av ett i båda ändar över flänsen inbockat T-járn, vars infästning i stolpen är helt mekanisk ävensom rörlig. Över- och understagen

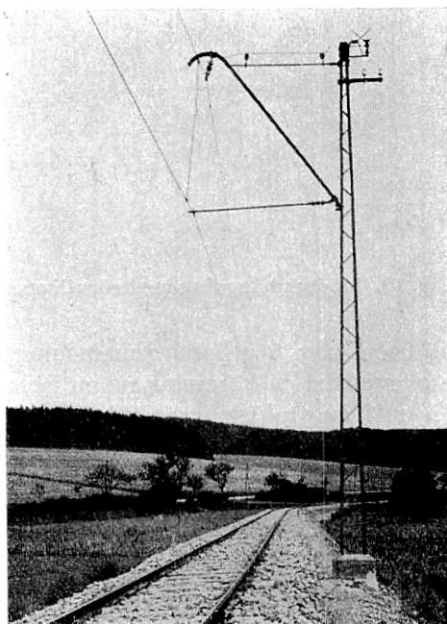


Fig. 14. Stödupphängning med profiljárn-
utliggare. Barntrop—Rinteln.

bestå här i likhet med rörutliggarens av resp. rundjárn och rör. Mellan T-járnets båda ändar är en ståltråd inspänd, som vid sina båda infästningar försetts med dubbla isolatorer. Bärninans trådhållare är placerad strax under övre isolationen samt vid den nedre rörhållaren.

En annan rörlig utliggaretyp består av 2 st. L-járn monterade i T-profil (fig. 14). Dess nedre ände är liksom i föregående fall mekaniskt rörligt fastsatt i stolpen, och den övre, som bockats med relativt stor radié, förankras i stolptoppen medelst ett rundjárnstag. Bärninan såväl som det nedre rörstaget äro medelst stavisolatorer rörligt upphängda i diagonalkonstruktionen.

I stor utsträckning användas även de fasta utliggarna (fig. 15 och 16). Dessa bestå mestadels av 2 st. U-járn, horisontellt placerade på var sin sida om stolpen samt förenade medelst skruvar. För att för-

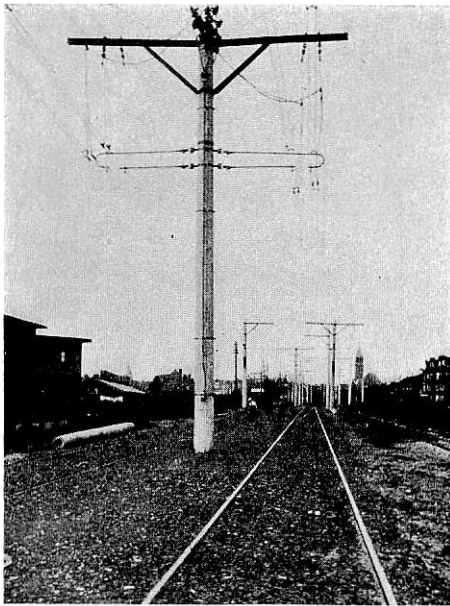


Fig. 15. Stödupphängning med profiljärnutliggare. Linje n:o 11, Haag.

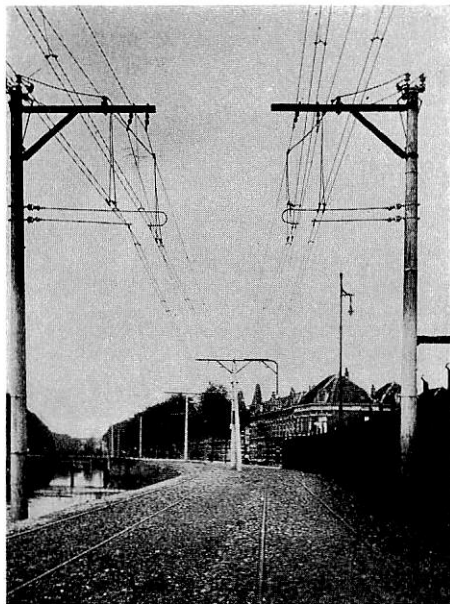


Fig. 16. Stödupphängning med profiljärnutliggare. Linje n:o 11, Haag.

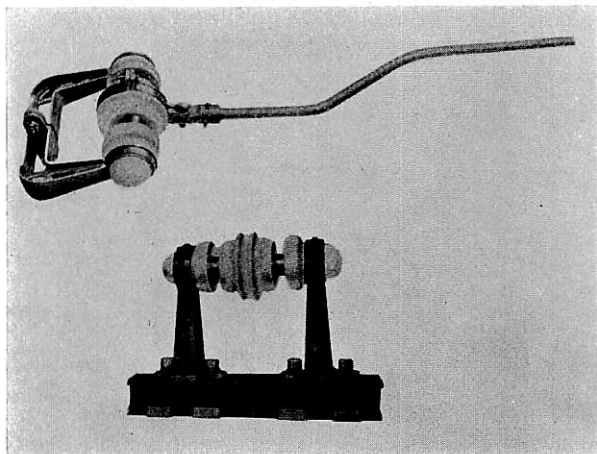


Fig. 17. Styrarm och stödbock med resp. isolationer.

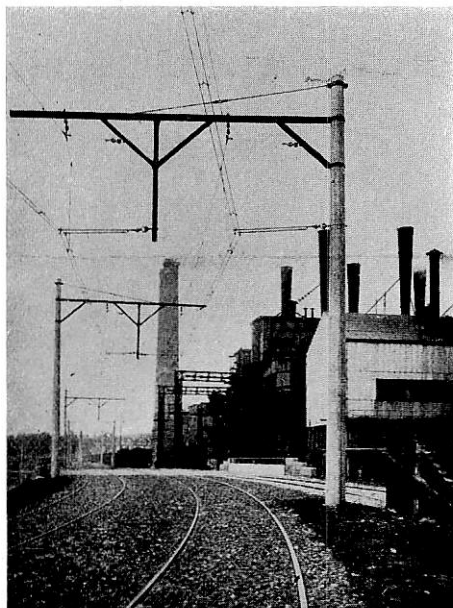


Fig. 18. Stödupphängning medelst profiljärnutliggare. Linje n:o 11. Haag.

stärka bärförmågan anbringar man ofta ett stöd av U-järn med ungefär 45° lutning från stolpen till utliggaren.

Det nedre staget består även här av rör (fig. 17), som genom klock- och diabolisolatorer rörligt fastsatts vid stolpen eller utliggarens diagonala stödpartier.

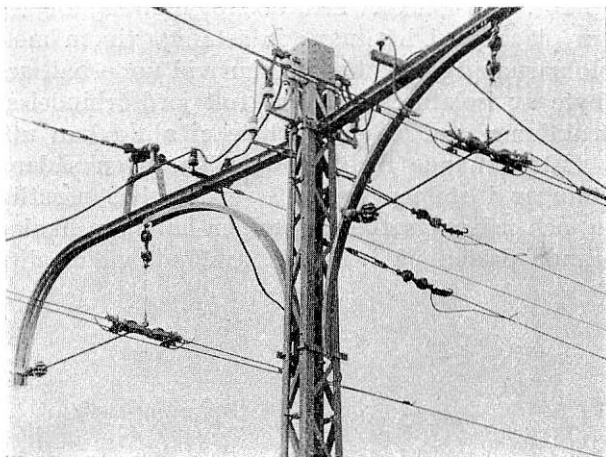


Fig. 19. Stödupphängning medelst profiljärnutliggare, sektionsskillnad. Leiden—Noordwijk.

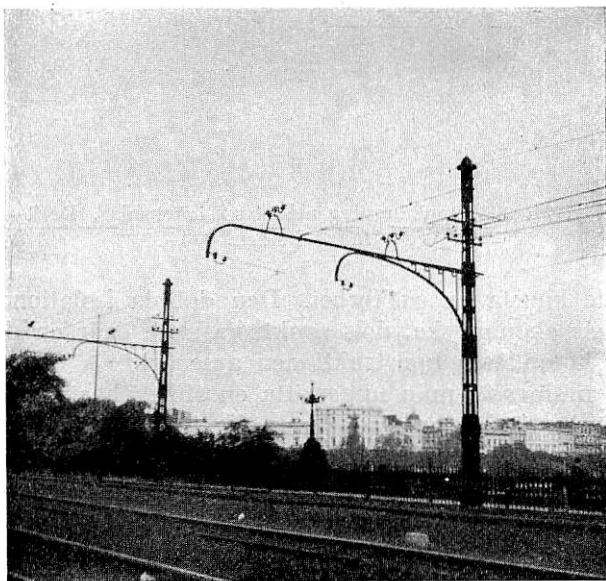


Fig. 20. Stödupphängning medelst profiljärnutliggare. Hamburg.

Bärplanen upphänges i dessa utliggare medelst dubbla pendlande isolatorer (fig. 18) eller med tillhjälp av en extra kort lina över diabolisulatorer, vilka fästas medelst en järnbygel (fig. 17) ovanpå utliggaren (fig. 19 och 20).

Denna senare bygeltyp användes mestadels vid fast förläggning av

bärslinan (fig. 20). En nackdel med de stödupphängningar, varest den övre isolatorn placerats i bärslinans infästning, vilken mekaniskt för- enats med stolparna (fig. 14), är, att man vid underhållsarbete, såsom målning, utbyte av isolatorer etc., har full jordförbindelse genom ut- liggarekonstruktionen, enär dylikt arbete ej alltid kan utföras under strömlöshet. Ett liknande förhållande gäller även sådana utliggare, vilkas infästningar i stolpen isolerats, exempelvis rörutliggare. Vid rostskrapning och målningsarbete å stolpen har man likaledes här den spänningsförande parten på helt kort avstånd, vilket alltid inger en



Fig. 21. Stödupphängning medelst 2 tvärtrådar. Delft— Haag—Leiden.

förhärskande känsla av osäkerhet. Den dubbla isolationen har ut- slutits av dels ekonomiska, dels praktiska skäl, enär en dylik anord- ning skulle komplicera konstruktionen avsevärt.

För att i möjligaste mån underlätta en större hastighet av förorts- banetågen inom staden använder man sig även här av den indirekta upphängningsmetoden (fig. 21). I motsats till vid banor med egen bankropp, där stödupphängningarna utgöras av fasta eller rörliga ut- liggare, måste man här, på grund av gatubredden, tillgripa en annan metod. Mellan stolparna uppspänns 2 st. bärtrådar av stål, av vilka den övre tjänstgör som upphängning för bärslina med kontaktråd samt den undre för styrarmarna. Dessa äro avsedda att hålla kontaktråden i sidled samt fästas i tvärtråden medelst en järnbygel, försedd med isolatorer. Infästningen av bärslinans i den övre tråden sker medelst en liknande bygelkonstruktion, varvid bärslinans drages över en diablo- isolator. Vid stolparna fästas tvärtrådarna medelst vanliga avspän- ningsisolatorer av porslin. Isoleringen vid detta upphängningssätt är således analog med den direkta upphängningsmetodens så till vida, att isolationen mot jord är dubblerad.

Vid andra liknande anläggningar (fig. 22) förses dessa tvärupphängningar med en tredje tråd. Den överst placerade tjänstgör då som upphängning av hela tvärsektionen, varemot de två undre hava till

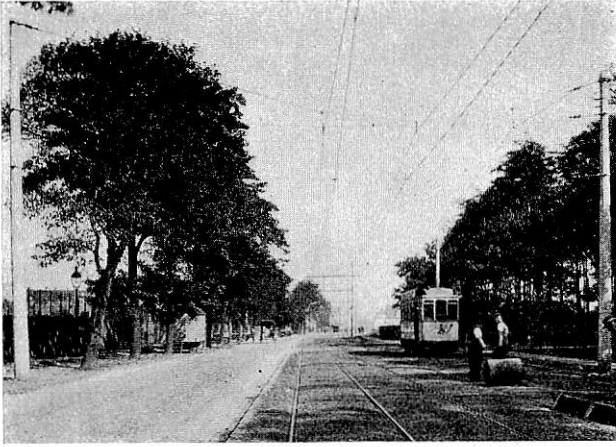


Fig. 22. Stödupphängning medelst 3 tvärtrådar. Duisburg—Düsseldorf.

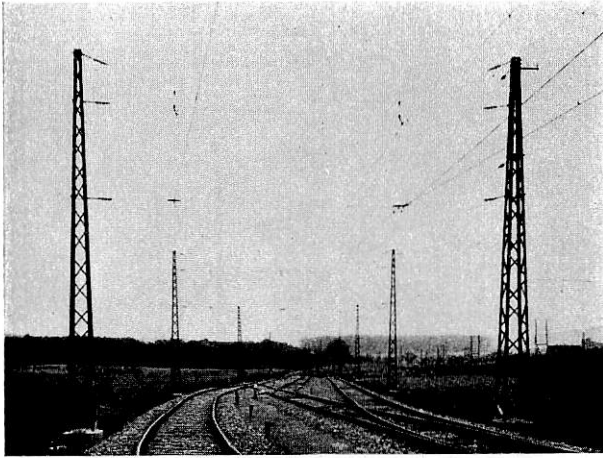


Fig. 23. Stödupphängning medelst 3 tvärtrådar. Barntrup—Rinteln.

uppgift att variera bärlinans och kontakttrådens avvikningar i sidled. Isoleringen är i detta fall utförd på samma sätt som i föregående.

Detta senare s. k. indirekta stadssystem användes även å banor med egen banvall (fig. 23). Bärlinan är vid dessa förfaringssätt fast inspänd.



Fig. 24. Spårvägsanläggning å egen banvall. Haag.

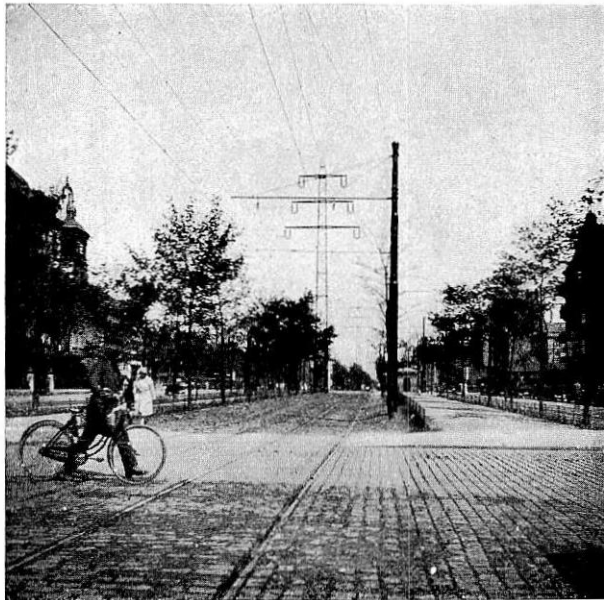


Fig. 25. Spårvägs- och högspänningsanläggning i See-Strasse, Berlin.

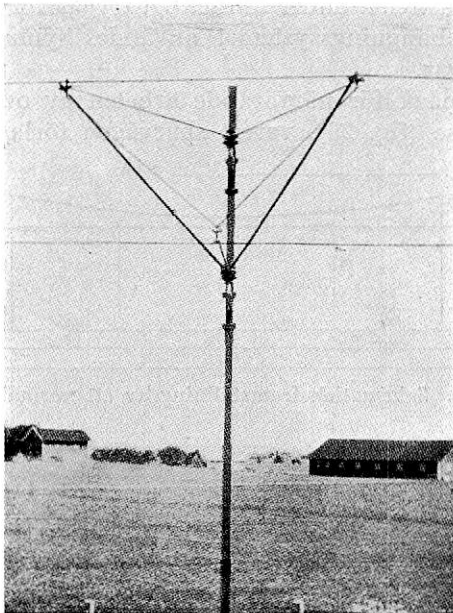


Fig. 26. Våganordning.

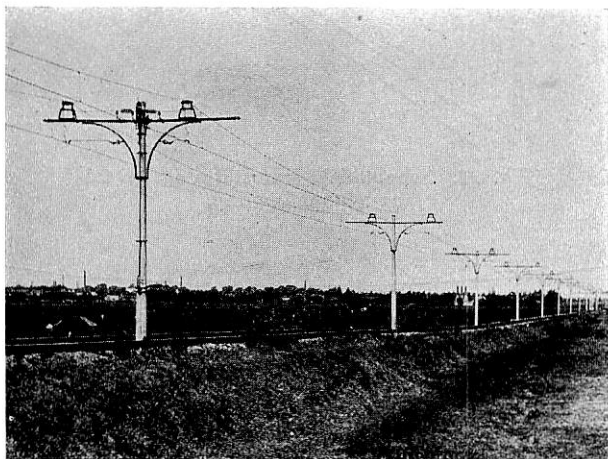


Fig. 27. Leiden—Haag—Scheveningen.

Utomlands spårar man en stark tendens att skilja spårvägstrafiken från den övriga på så sätt, att den hänvisas till en särskild plats, t. ex. till en längs gatan löpande plantering.

I Haag bl. a. (fig. 24) hade jag tillfälle se, huru spåren på detta sätt förlagts i utkanten av en större park. Ändamålet med dessa omlägg-

ningar är större hastighet under tillräckligt trygga former, varför också det indirekta upphängningssystemet användes synnerligen flitigt vid dylika anläggningar.

Även i Berlin pågå för närvarande arbeten av ovan nämnda slag. I t. ex. See-Strasse (fig. 25), varest spårvägen förlagts till en genom

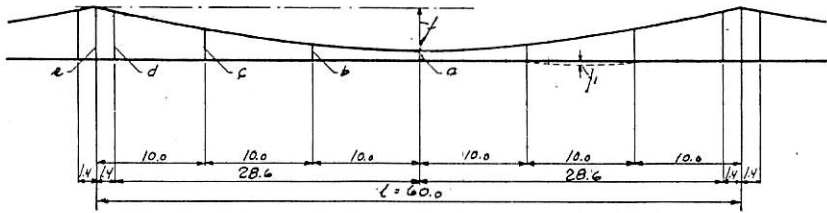


Fig. 28. Schematisk framställning av ett normalspann.

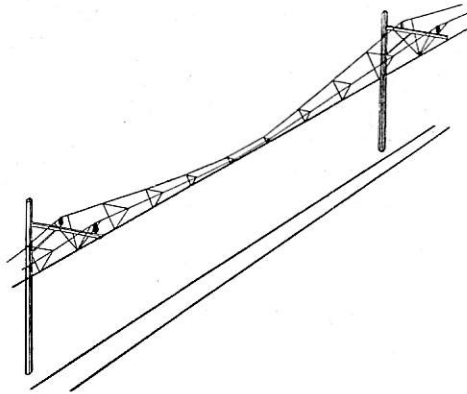


Fig. 29. Schematisk framställning av triangelupphängning.

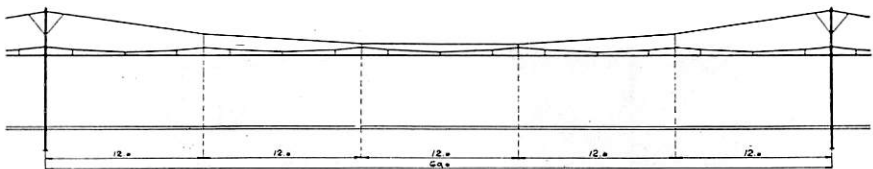


Fig. 30. Schematisk framställning av dubbel bärlineupphängning med vertikalplacering.

gångbanor avskild plats mitt i gatan, har man byggt kontaktledningssystemet indirekt på så sätt, att en rad rörstolpar med utliggare för dubbelspår uppställts på ena sidan om spåren. Dessa utliggare äro mekaniskt infästade å stolparna samt uppbäras av tvenne mellan stolptoppen och utliggarens bärpunkter dragna ståltag. Bärlineorna fästas vid utliggaren medelst pendlande isolatorer, och för kontaktträdens

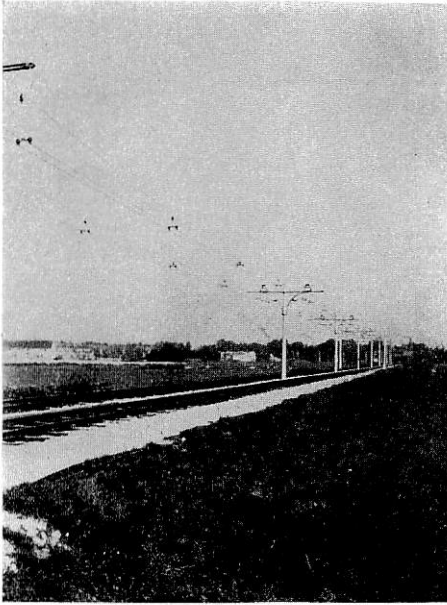


Fig. 31. Leiden—Haag—Scheveningen.

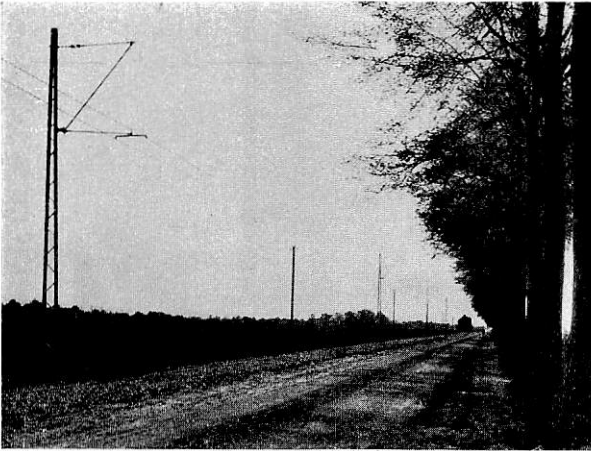


Fig. 32. Distansupphängning. Heerlen.

styrning i sidled uppsätts horisontalstag av mindre rördimension med infästningen i stolpen isolerad.

Då de rörliga utliggarna hava en begränsad svängningsvinkel, brukar man uppdelade ledningssystemet i sektioner, varierande mellan 750 till 1500 m. längd allt efter förhållandena. I vardera änden av *Sektionering.*

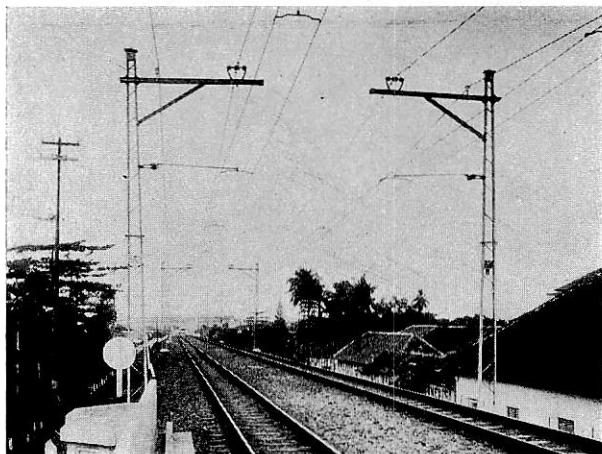


Fig. 33. Distansupphängning. Java.

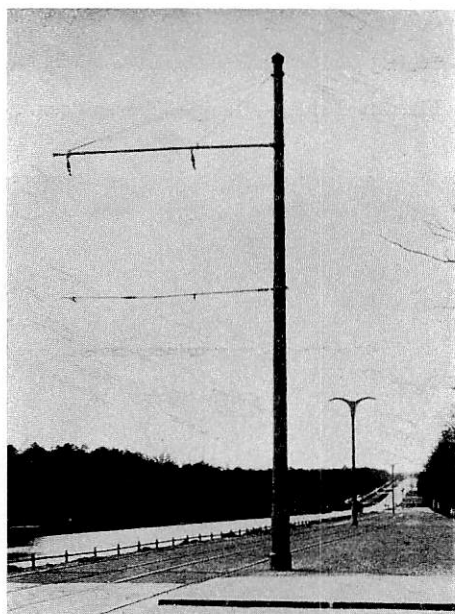


Fig. 34. Berlin—Heerstrasse—Stadion—
Spandau. Spannlängd = 115 m. (öppnad
d. 12 april 1927).

en dylik sektion placeras en ovan beskriven avspänningsanordning, samtidigt som en s. k. våganordning (fig. 26) insättes ungefär mitt i sektionen. Denna består av 2 st. från den undre isolatorn till bär-
linan utgående rörstråvor, vilka med lämpligt vinkelavstånd fästas vid

densamma. Hela anordningen, vilken samtidigt tjänstgör som normal-upphängning, kan svänga kring isolatorerna liksom en vanlig utliggare.

Dragar nu av någon anledning den ena delen av sektionen hårdare än den andra, svänger vågen över åt detta håll. Härigenom minskas denna dels hävarm till isolatorn, under det att den andras ökas i samma proportion, och ett jämviktsläge inträder. De i sektionens båda änd-

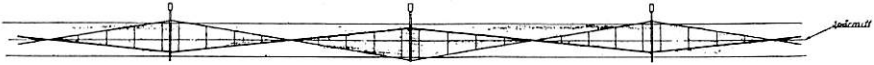


Fig. 35. Schematisk framställning av motsatt zick-zack-föring.

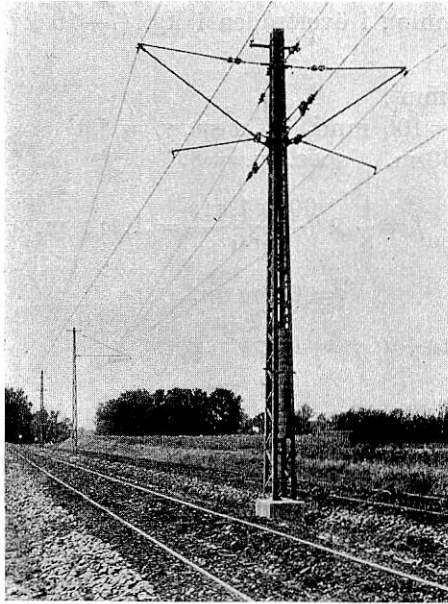


Fig. 36. Stödupphängning anordnad för motsatt zick-zack-föring. Duisburg—Düsseldorf.

punkter anbragta avspänningsvikterna bringas sålunda att samarbete. Avspänningssektioneringen bör icke förläggas i kurva utan å rakspår, enär svårigheter eljest lätt uppstå vid avspänningarnas placering.

Ett annat sätt är att i mitten på ett spann förbinda bärlina och kontaktråd med varandra medelst tvenne diagonalt spända och från samma punkt från kontaktråden åt vardera sidan utgående trådar av omkring 1 m. längd (fig. 27). Bärlinan är i detta senare fall fast förankrad.

Mellan stolparna upphänges kontaktråden vid bärlinan medelst ledade vertikalförbindningar av koppar- eller galvaniserad ståltråd. *Kontaktrådens upphängning.*

Dylika *ledade* förbindningar avse att så mycket som möjligt avlägsna den vertikala stelheten i systemet. Avstånden mellan dessa, som variera mellan 6—20 m., är till största delen beroende av körhastigheten. Detta upphängnings- eller pendelsystem har den fördelen framför det direkta, att mellan upphängningspunkterna blott ringa höjdskillnader, mätt från rälsöverkant, uppträda, så att vid större hastigheter en så gott som plan bygelbana uppstår.

Nedböjningsformel:

$$f = \frac{1}{8} \times \frac{l^2 \times v}{P},$$

där l = spännvidd i m.

v = vikt per m. av över- och undertråd i kg.

P = dragspänning i övertråden i kg. (7—10 kg/mm.²).

Ex. (fig. 28):

Bärlijnan = 70 mm².

Kontakttråden = 100 mm². Cu sp. v. = 8,9.

a antages = 0,30 m. spec. sp. = 8.

$$f = \frac{1}{8} \times \frac{60^2 \times 1,513}{560} = 1,216 \text{ m.}$$

$$a = 0,300 \text{ m.}$$

$$b = \left(\frac{1}{3}\right)^2 \times 1,216 + a = 0,435 \text{ »}$$

$$c = \left(\frac{2}{3}\right)^2 \times 1,216 + a = 0,840 \text{ »}$$

$$d = \left(\frac{28,6}{30}\right)^2 \times 1,216 + a = 1,405 \text{ »}$$

$$e = 1,216 + a = 1,516 \text{ »}$$

$$f_1 = \frac{1}{8} \times \frac{10^2 \times 0,89}{800} = 0,014 \text{ »}$$

I stället för att blott använda en enstaka vertikalförbindning mellan stödupphängningspunkten och styrarmen i en upphängning med utliggare, förbinder man numera kontakttråden med bärlijnan medelst tvenne vertikalförbindningar (fig. 28), en på var sida om utliggaren och med ett inbördes avstånd av omkring 2 till 3 m. Avsikten med denna placering av pendlarna är att i största utsträckning tillgodogöra sig bärlijnans elasticitet vid alla upphängningar, enär pendelupphängning i själva utliggaren är delvis stum. Dylika anordningar ingå i den allmänna strävan att giva bygeln en inom vissa gränser fullkomligt rörlig kontaktbana. Till bärlijna användes antingen galvaniserat stål eller koppar. Då ställinor trots galvaniseringen hava stor benägenhet att rosta, övergår man numera allmänt till kopparlinor. En annan fördel vid användning av kopparlina är, att denna samtidigt utgör en god

förstärkning till kontaktråden i och för frammatning av ström, vilket är synnerligen värdefullt med tanke på inmatningens placering och spänningsfallet. Med hänsyn till detta användes även dubbla bärlinor och dubbla kontaktrådar.

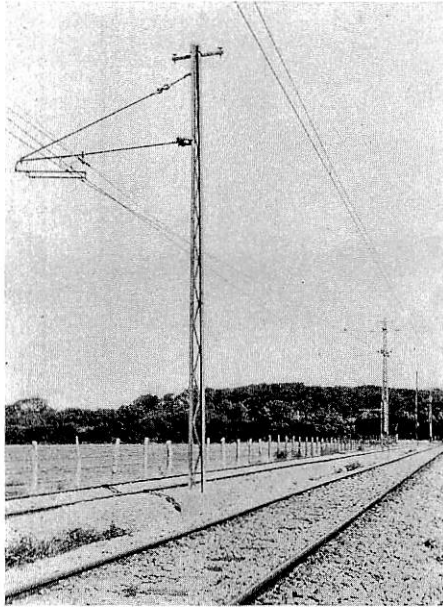


Fig. 37. Stödupphängning anordnad för förankringsövergång. Duisburg—Düsseldorf.

Vid triangelupphängning (fig. 29), varest två bärlinor användas, dragas dessa vid stödupphängningarna över isolatorer med ett visst horisontalavstånd från varandra. Detta avstånd minskar sedan, ju närmare man kommer till mitten av spannet. Varje upphängning bil-

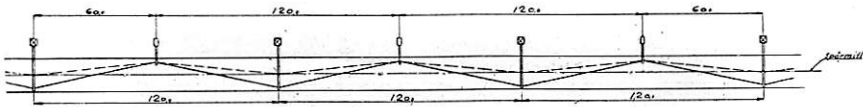


Fig. 38. Schematisk framställning av ett 120 meters spann med mellanstöd.

dar här en triangel, vilkens sidor hållas sträckta tack vare bärlinornas avståndsvariation. Detta slags upphängning utgör även en relativt god säkerhet mot systemets avdrift vid vindbelastning.

Ett annat system med dubbla bärlinor är den vertikala placeringen av dessa (fig. 30), varvid systemförankringen är fast. Den övre bärlinan tjänstgör då som huvudpart, varemot den undre har till uppgift

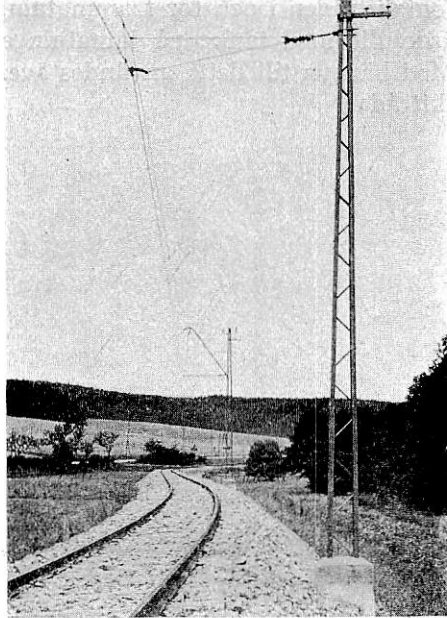


Fig. 39. Enkel kurvavspänning medelst tvärtrådar. Barntrup—Rinteln.

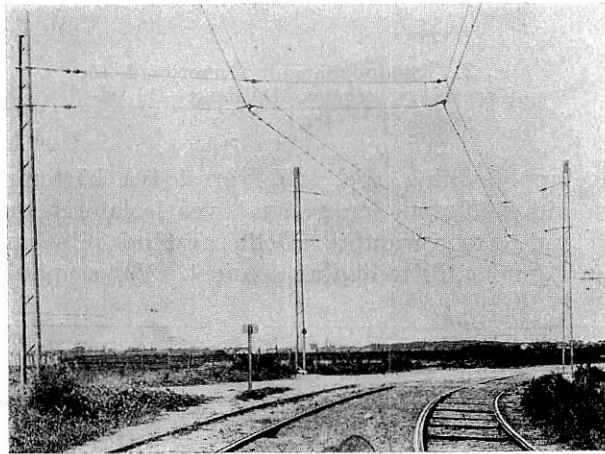


Fig. 40. Dubbel kurvavspänning medelst tvärtrådar. Leiden—Noordwijk.

att vara regulator för den övre linans temperaturförskjutningar. Kontaktrådens nedhångningsvariationer bliva härigenom förminskade och hava därför ingen som helst betydelse för kontakten mellan ledning och bygel. Systemet användes relativt sparsamt.

Däremot är systemet med dubbel kontakttråd att föredraga i dylika fall. I varje pendel eller vertikalförbindning anbringas en vågbygel av järn eller metall (fig. 31), vilken i vardera änden är försedd med en trådhållare. Dessa byglar kunna vara lika eller olika långa, beroende på vilket löpsystem man använder. Förläggas kontakttrådarna i det vanliga sickacksystemet, äro alla byglarna lika, och komma således trådarna att där löpa parallellt med varandra.

Ett med fördel använt sätt vid anläggningar med dubbeltråd är distansupphängningen eller spolsystemet, varvid liksom vid föregående system vågbyglar användas (fig. 32 och 35). Det tillgår så, att

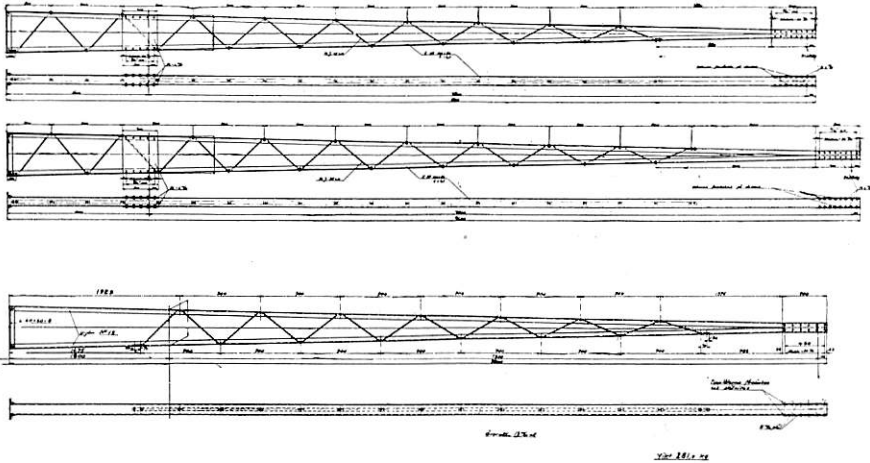


Fig. 41. U-järnstolpar.

man vid stödupphängningen ger kontakttrådarna ett inbördes avstånd från varandra av omkring 80 till 90 cm. med hälften på vardera sidan om spårmit. Vid varje pendel minskas avståndet mellan dessa, så att de till slut mitt på spannet förenas genom en dubbelklämma, varvid avståndet mellan dem blir ca 1,5 cm. Dessa byglar eller balanser utföras för den skull i varierande längder. Den horisontella styvheten i detta system gör, att kontakttrådarnas sidoavvikning vid vindbelastning blir minimal i förhållande till den normala upphängningens. Detta förfaringssätt har även den fördelen, att bygelkammen, tack vare balanserna, alltid ställer kontakttrådarna i rätt läge, samtidigt som den utsättes för en likformig nedslitning.

Avståndet mellan stödupphängningarna uppgår normalt till 60—75 m., alltså det dubbla i förhållande till den direkta upphängningens, vilket ekonomiskt sett betyder en inbesparing av vartannat stolppar å linjer med dubbla stolprader.

Man har även byggt ledningssystem med så stora spännvidder som upp till 100—120 m. (fig. 34), enbart i tanke att göra anläggningen så

billig som möjligt, därigenom att antalet stolpar och stödupphängningar minskas. Enär bärlinan vid dessa långa spann måste få en stor nedhängning, blir följden, att stödupphängningen avsevärt höjes, vilket i sin tur fordrar högre stolpar. Denna stolpförlängning spelar dock ingen utslagsgivande roll. Möjligheten att bygga kontaktledningssystem med så stora spännvidder begränsas i stället av en mycket viktig faktor, nämligen vindtrycket. Befinner sig ett dylikt system

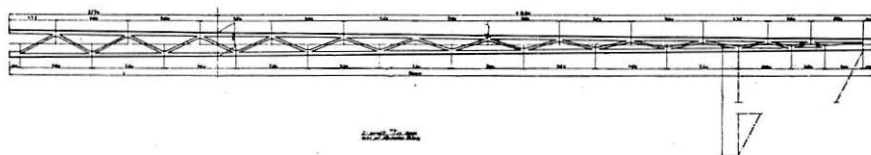


Fig. 42. Sträckmaster.

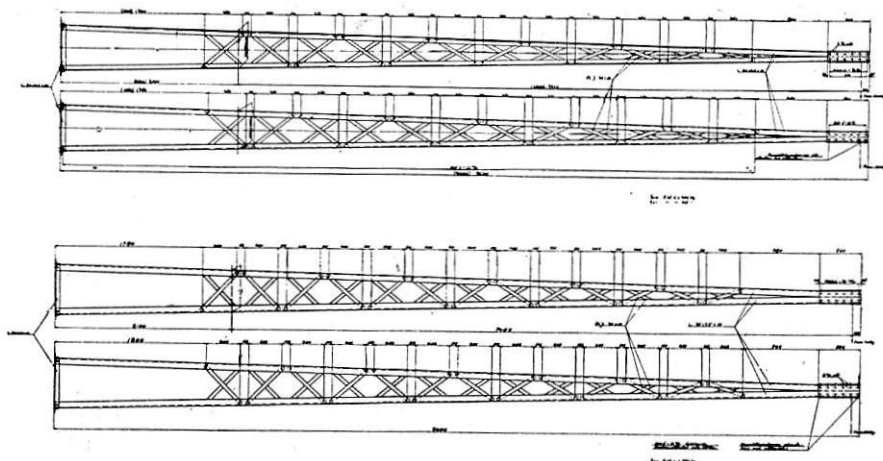


Fig. 43. Fyrkantstolpar.

under vindbelastning, pressas givetvis både bärlina och kontakttråd åt sidan, olika allt efter vindtryck och upphängningsmetod. Systemets avdrift vid större vindstyrka beräknas enklast enligt nedböjningsformeln, varvid

a) reduceringsfaktorn vid rund sekt. = 0,75

b) » » » 8-form » = 0,8

c) medeldiam. för lina = $1,31 \times \sqrt{\text{arean}}$.

d) vindtrycket beräknas efter 100—125 kg/mm.²

Kontakttrådens avdrift får emellertid icke tillåtas bli för stor, enär byglarna då lätt avspåra. (De tyska riksbanoerna föreskriva bland annat, att största avvikningen vid ett vindtryck av 31 m/s. ej får vara mer än max. 75 cm. räknat från spårmitt.) Man har därför genom

många synnerligen intressanta teoretiskt experimentella försök utarbetat några system, av vilka ett vanligen kallas den motsatta sicksackföringen eller skevningssystemet, och om vilket man kan säga, att det är ett av de pålitligare vid hård vindbelastning.

Bärlinan, som här mestadels är fast eller fjäderinspänd, förlägges antingen i sicksackform, och då helst med något större avvikning än kontaktråden (fig. 35), beroende på skillnaden mellan bådas effek-

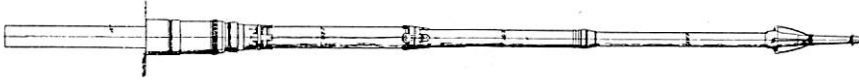


Fig. 44. Rörstolpe med garnityr.

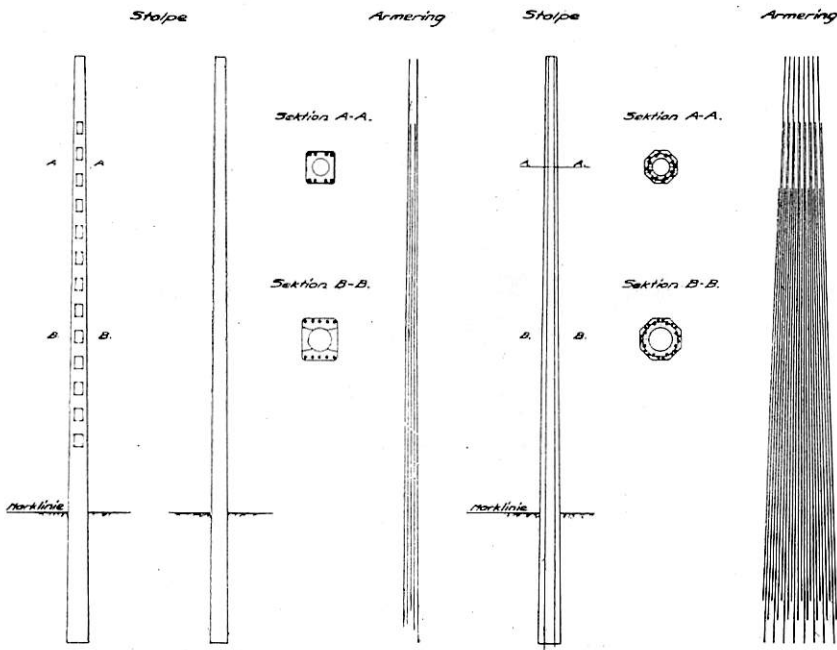


Fig. 45. Betongstolpar med rektangulär och 8-kantig sektion samt armeringssystem.

tiva vindyta, eller också i spårmit, varemot kontaktråden drages på vanligt sätt, men i motsatt läge till den sicksacklagda bärlinan. Till följd av den motsatta sicksackföringen samt härav uppstående pendelskevning (fig. 36 och 37) hjälper den ena halvan av spannet diagonalt den andra.

I allmänhet synes man dock undvika dessa stora spännvidder utan sidostöd för kontaktråd och bärlina. Vid anläggningar med exempelvis 120 m. spann (fig. 38) placeras därför ett mellanstöd för systemet i varje spannmitt, bestående av en vanlig linjestolpe. Denna förbindes med kontaktråden och bärlinan medelst skilda tvärtrådar, vilka hålla

de förra på ett avstånd från spårmit, som är lika med den tillåtna bygelbanans. Dessa s. k. avdriftsstöd utgöra en säkerhet mot de stora svajningar, som uppträda till följd av växelvindsverkan, samtidigt som de, tack vare sicksackdragningen, delvis dela spannen i två normala.

Även i enkel- (fig. 39) eller flerspåriga (fig. 40) kurvor placeras dylika avhåll medelst tvärträdar, dock här enbart i den avsikten att ned-

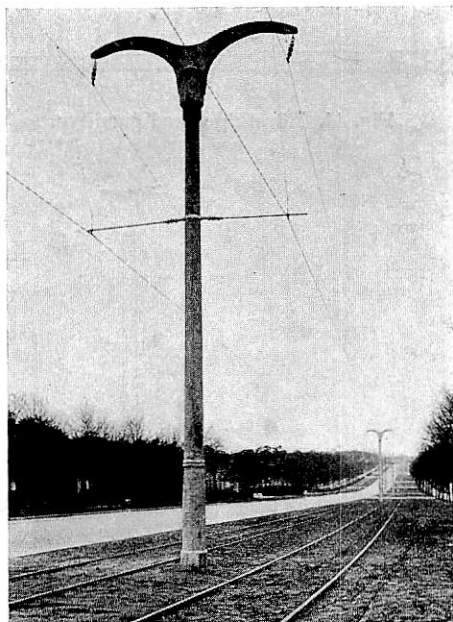


Fig. 46. Betongstolpe med utliggare av betong, Heerstrasse, Berlin.

bringa anläggningskostnaderna genom inbesparing av utliggareanordningarna.

Stolpar.

De stolpar, vilka användas till linjebyggnader av ifrågavarande slag, äro mestadels utförda i järn eller armerad betong. Trästolpar förekomma även men i dylika fall såsom provisorium. De vanligast förekommande stolptyperna äro:

a) *U-järnstolpar* (fig. 41), tillverkade av 2 st. motställda U-järn (NP n:r 8—18) knäcklängdsvis indelade medelst plattjärn fastnitat i livet eller medelst pånitade ytterplåtar.

b) *Sträckmaster* (fig. 42), vilka bestå av en i varmt tillstånd till konisk form delningsvis uppfläkt differdingerbalk av mindre profil (102/76 engl., 127/114 engl., 140/140 Pe, 160/160 Pe). Uppslitsningen sker före upphettningen medelst pressmaskin. Denna stolpe tycks dock användas relativt sparsamt, förmodligen beroende på de svaga flänsförbindelserna, vilka lätt kunna åstadkomma en sidoförskjutning.

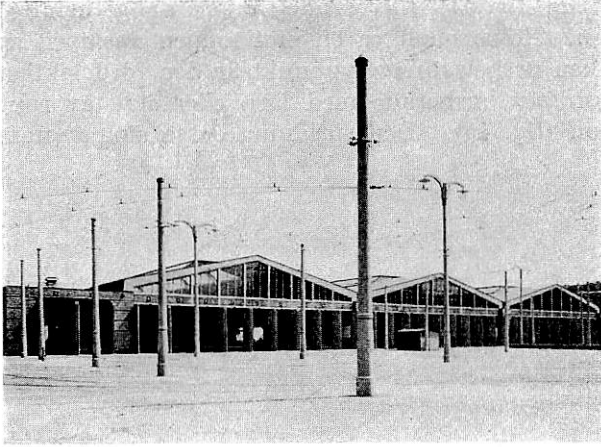


Fig. 47. Vagnhallsgården vid Müllerstrasse. Berlin.

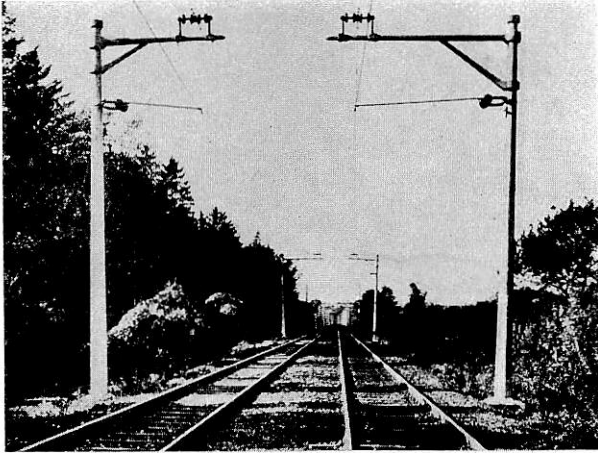


Fig. 48. Betongstolpar med utliggare av betong. Tyska riksbanan i Bayern.

Denna deformation, som bl. a. kan uppstå vid ovarsam lossning och lastning, gör att den erforderliga säkerheten starkt beskäres. De nämnda stolptyperna tjänstgöra som vanliga linjestolpar.

c) *Fyrkantstolpar* (fig. 43), bestående av 4 st. kvadratisk motställda L-järn (NP n:r 5—10), förenade medelst diagonalstag av plattjärn och efter samma princip som U-järnstolparna. Denna stolptyp användes mest till förankringar och avspänningar samt för uppbyggande av mindre eller större konstruktiva stödupphängningsanordningar.

d) *Rörstolpar* (fig. 44), tillverkade av järn enligt heldragnings- eller skarvmetoden. Stolparna hava en mot toppen ansatsvis avsmalnande rörform, vilken ur belastningssynpunkt är den fördelaktigaste.

e) *Betongstolpar*, armerade med järn eller stål, av rund eller fyrkantig sektion (fig. 45). Den spridning dessa stolpar numera fått är

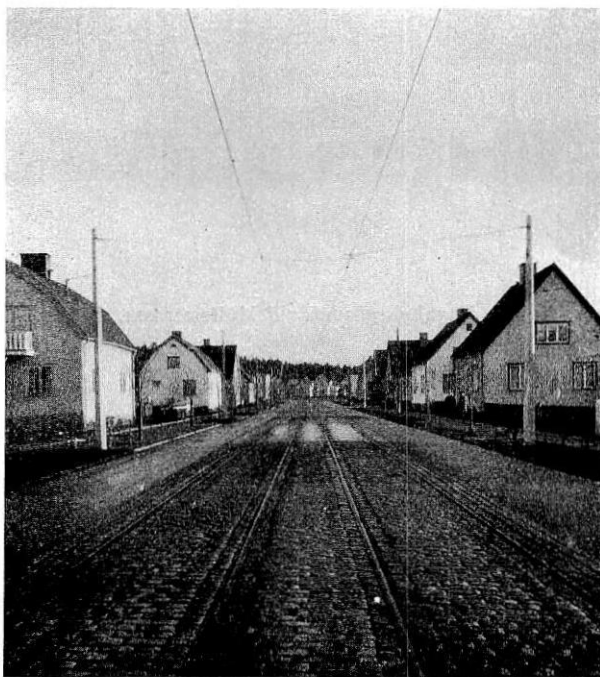


Fig. 49. Betongstolpar med 8-kantig sektion. Enskedebanan vid Skarpnäck.

lika anmärkningsvärd, som skälen för järnstolparnas ersättning med betong äro många och diskutabla. Som det här skulle föra alltför långt att mera ingående bevisa det ena stolpslagets fördelar framför det andras, vill jag nu endast nämna några fakta. Under vistelsen i Holland hade jag tillfälle att se flera anläggningar helt utförda med betongstolpar, exempelvis Scheveningenbanan. Till och med i vissa städer, bl. a. Haag (linje n:r 11), användas stolpar av betong. Den här mest bidragande orsaken till användningen av betongstolpar är den vattensjuka markens starka jordsyrlighet, vilken, trots vissa isoleringsskydd, angriper järnstolpen i markytan och utsätter denna för en relativt hastig avrostning. Den här rådande starka havssältan gör att man även byter ut upphängningsdetaljer av järn mot dylika av metall.

Betongstolpens användbarhet prövas även på andra ställen, exempelvis i Berlin, där till och med en del utliggare (fig. 46 och 47) till-

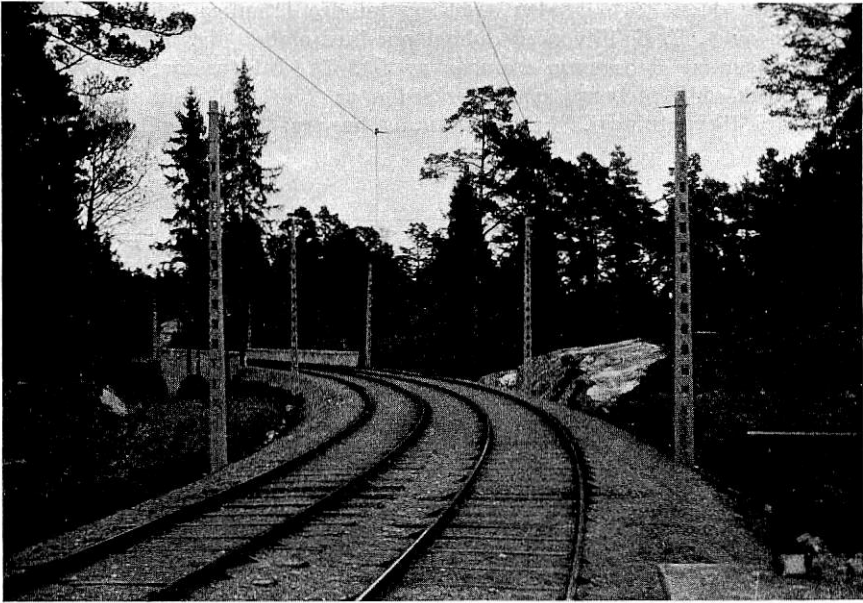


Fig. 50. Betongstolpar med rektangulär sektion. Brommabanan vid Djupdalsvägen.

verkats av armerad betong. En del av tyska riksbanan i Bayern (fig. 48) är ävenledes utbyggd med stolpar och utliggare av betong.

Under sommaren år 1926 utbyggdes tvenne förortsbanor i Stockholm med betongstolpar. Den ena med ändpunkt vid Skarpnäck¹ utfördes med koniska stolpar av 8-kantig sektion (fig. 45 och 49) samt den andra med ändpunkt vid Höglandstorget² med s. k. gallerverkstolpar av rektangulär sektion (fig. 45 och 50). Stolparna, vilka beräknats med 4-faldig säkerhet, hava tills dato visat sig väl tåla avsedda belastningar och fordringar. Den fullständiga ekonomiska utvinningen måste givetvis ställas på framtiden, men man måste räkna med, att den tid och arbetskraft, som erfordras för allt underhåll av järnet, kan användas för andra ändamål.

Diskussionsinlägg:

Baningenjör Vidlund, Göteborg:

I Göteborg äro vi på grund av stadens läge i närheten av Kattegatt besvärade av salthaltig luft, och är detta i synnerhet fallet vid västliga stormar med stora vindstyrkor, då saltskum från bränningar i skärgården föres mitlåt inåt landet. Detta saltskum avsätter saltlager å ovanjordsledningens isolatorer, varvid stor risk för överslag uppkommer, och denna ökas i hög grad, om stormarna omedelbart följas av regn. De vanliga hårdgummiisolatorerna

¹ Enskedebanan.

² Brommabanan.

hava under dessa förhållanden visat sig mindre lämpliga, varför vi börjat införa en av A. E. G. tillverkad dubbel porslinsisolator (fig. 51).

Placeringen av densamma framgår av fig. 52. Ett tusental av dessa har varit i bruk vid Göteborgs spårvägar sedan ca 2 år och visat sig fullt motsvara våra förväntningar. Fel å desamma hava ej förekommit i något fall,

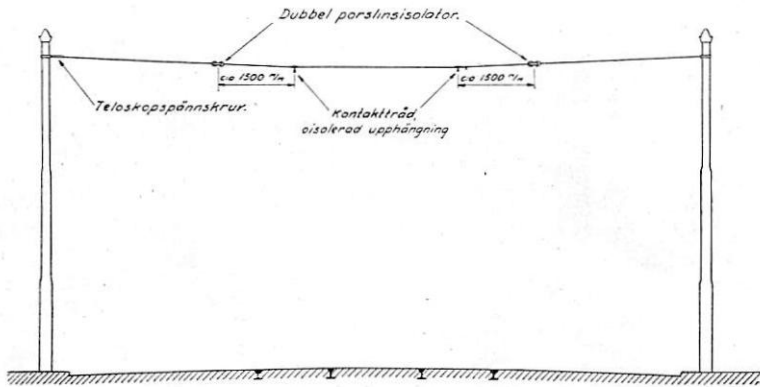


Fig. 51.

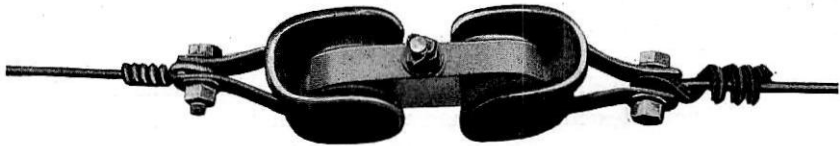


Fig. 52.

och upphängningssättet har den fördelen, att A- och B-isolationen äro placerade intill varandra, vilket underlättar isolationsmätningar och tillsyn i övrigt.

Direktör Ångström, Uppsala:

I anslutning till föredraget vill jag omnämna, huru vi löst problemet med indirekt upphängning. Vi ha nämligen gått in för sicksack-upphängning, varvid vi placera stolparna sicksack-formigt, en på var sida om spårvägslinjen. I händelse av brott å bärlinan, bli konsekvenserna självfallet härvid icke så farliga, som då stolparna placeras på samma sida om spårvägslinjen.

Kostnaden nedbringas också något genom att stolparnas bärpunkter för bärlinan icke behöva sträcka sig ut över spårets mittlinje utan endast behöva gå fram till en punkt, som ligger i närheten av den yttersta skenan. Montaget förenklas.

För icke fackmannen verka sannolikt alla dessa bilder med olika system, som visats i samband med föredraget, ganska förvillande. Jag vill emellertid fästa uppmärksamheten på, att man kan dela upp systemen i två mycket viktiga huvudgrupper.

(Två huvudgrupper ritades på tavlan, och demonstrerades i samband härmed sicksack-upphängningens fördelar.)