

METODER FÖR UNDERTRYCKANDE AV RADIO- STÖRNINGAR FRÅN SPÅRVAGNAR OCH TRÅDBUSSAR.

Föredrag av byrådirektören *Siffrer Lemoine*,
Stockholm.

1. Bildandet av Kommittén mot spårvägsstörningar.

Spörsmålet om störningar från elektrisk spårvägsdrift blev aktuellt i och med rörmottagarnas allmänna användning. Störningarna söka sig fram till mottagaren genom induktion antingen direkt till i närheten befintliga antenner eller indirekt via andra ledningar och göra sig märkbara på grund av mottagarens stora känslighet, jämförd med kristallmottagarens. Då störningarna vidare äro av högfrekvent art, kunna de icke hejdas genom inkoppling av anordningar (dämpspolar och kondensatorer) vid mottagaren, utan andra åtgärder måste vidtagas för deras avlägsnande. Klagomål över störningar härrörande från spårvägsdrift har varit talrika, särskilt från lyssnare, bosatta i linjernas närhet.

Såväl Telegrafstyrelsen som spårvägsförvaltningarna insågo på sin tid önskvärdheten av att något gjordes för att reducera de störningar, som spårvägsdriften alstrade. Å ena sidan kunde emellertid spårvägsförvaltningarna själva icke verkställa annat än sporadiska försök med olika anordningar, å andra sidan var det icke möjligt för telegrafverket att ingripa i en angelägenhet, som direkt berörde spårvägsdriften. Förhandlingar inleddes därför mellan Telegrafstyrelsen och Svenska Spårvägsföreningen i syfte att gemensamt komma till rätta med hittörande problem. En kommitté bildades, benämnd Kommittén mot spårvägsstörningar, vilken var sammansatt av en representant för Telegrafstyrelsen samt ursprungligen två, sedermera tre representanter för Spårvägsföreningen. Kommitténs uppgift var att finna de tekniska bote-medlen mot spårvägsstörningar i allmänhet. Sedan den frågan lösts, finge problemet rörande anordningars allmänna genomförande tagas upp till gemensam prövning. Enligt då föreliggande erfarenheter fanns nämligen anledning antaga, att kostnaden för spårvägsnätens avstörning skulle komma att belöpa sig till betydande belopp.

Det är i egenskap av ordförande i denna kommitté, som jag i dag har äran att inför Svenska Spårvägsföreningen framlägga en resumé över kommitténs hittillsvarande arbete, över de resultat, till vilka verk-

ställda undersökningar hava lett, samt de försök, som allt fortfarande pågå.

Först och främst vill jag nämna, att kommittén gått till sitt arbete och bedrivit detsamma utan förutfattade meningar. En allmän inventering av de metoder, som funnits angivna i facklitteraturen eller på annat sätt kommit till kommitténs kännedom, har gjorts. Kommittén har icke brådstörtat och lättvindigt velat rekommendera den ena eller andra metoden enligt utländskt mönster, utan den har själv velat pröva och gallra för att dymedelst komma fram till anordningar, som bäst skulle lämpa sig för våra förhållanden. Härvid har kommittén haft i särskild åtanke de med störningarnas avhjälpande förenade anskaffnings- och driftekonomiska synpunkterna.

2. Allmänt om spårvägsstörningar.

Begreppet spårvägsstörningar är i och för sig ett icke entydigt definerat uttryck. Störningarna kunna nämligen lika väl härröra från vagnarnas motorer som från kontaktstället mellan strömförande lina och strömvatagaren.

Avlägsnandet av motorstörningar är ett kapitel, som principiellt icke skiljer sig från de förfaringssätt, vilka normalt användas vid vanliga elektriska maskiner. Detta är därför av mindre intresse i här föreliggande sammanhang. Av vida större betydelse är undertryckandet av störningar från strömvatagaren.

De metoder, som finnas för att reducera bygelstörningar i allmänhet, äro av principiellt två slag:

1. anordningar med bibehållande av befintliga byglar samt
2. anordningar i förbindelse med ändring eller utbyte av bygelmaterial.

Till den första gruppen höra inkoppling av kondensatorer och dämpspolar, till den senare införande av byglar med slitmaterial av olika slag: järn, kol eller annat material. Till denna grupp hör jämväl den s. k. Å-bygeln enligt ing. Ångströms patenterade metod.

De första här i landet gjorda undersökningarna rörande spårvägsstörningar utfördes i Stockholm i samarbete med Stockholms Spårvägar. Dessa undersökningar voro av mycket enkel art och bestodo i lyssningsförsök. Man fann, att störningarna framför allt uppträdde, då en motorvagn rullade utför en backe, varvid den ström, som passerade strömvatagaren, förbrukades enbart för vagnens belysning, med andra ord, då strömstyrkan uppgick till ett mycket ringa belopp, jämfört med motorströmmen vid full last. Detta förhållande är numera så allmänt känt, att det icke tarvar vidare utläggning. Den svaga strömstyrkan, då vagnen rullar utför backen, förorsakar icke synlig gnistbildning. De små gnistor, som alstras mellan kontakttråd och strömtagare, ge dock upphov till högfrekventa svängningar, som fort-

planta sig längs ledningen och kunna utstråla från denna eller induceras till ledningar i närheten. Ökas strömstyrkan i bygelkontakt-punkten, bildas synlig ljusbåge, vilket är liktydigt med att gnistan kortslutes.

De först vunna erfarenheterna följdes snart av flera. Om det endast var i backar, som störningarna uppträdde, vore det tänkbart att begränsa dem till vissa sträckningar genom applicering av störskydd på lokala ställen. Detta är emellertid icke möjligt, utan ett spårvägsnät är praktiskt taget i hela sin omfattning att betrakta såsom en enhet även ur störsynpunkt. Det beror delvis på störningarnas utbredning längs kontakttråden men även på vagnarnas körsätt. Mellan tvenne hållplatser accelereras hastigheten, då den ena hållplatsen lämnas, för att vagnen sedan med frånslagen motor får rulla en viss sträcka före inbromsningen till nästa hållplats. Detta körsätt är liktydigt med vagnens gång i utförsbacke och ger upphov till samma störningar som därvidlag.

I fråga om kontaktledningsstörningarna skall vidare omnämnas deras beroende av väderleken. Gnistbildningen är störst, då vackert väder råder med torr luft, samt minst, då luften är fuktig eller vid regn-väder, beroende därpå att luftens fuktighet har förmåga att så att säga kortsluta gnistbildningen. Inträffar rimfrost på kontaktledningen, kunna fruktansvärda störningar uppstå. Det har sålunda i Stockholm hänt vid ett tillfälle för några år sedan, att all radiolyssning under flera timmars tid var praktiskt taget lamslagen över stora delar av staden på grund av förekomst av stark rimfrost och isbarkbildning på ledningarna.

Motorstörningar kunna även vålla stora olägenheter. Vid kommutatorn förekommer en större eller mindre grad av gnistbildning, vilken dock kan avsevärt reduceras genom inkoppling av kondensatorer över borstarna. Erfarenheterna ha visat, att motorerna härvidlag förhålla sig olika. Det är därför befogat och önskvärt, att spårvägsmotorerna underkastas tillsyn även i störhänseende, varje gång en vagn tas ur drift för allmän översyn. Tilläggas bör också, att motorstörningarna ge sig starkast tillkänna, då motorn går fullbelastad, d. v. s. då vagnen går i uppförsbacke.

Innan jag går in på redogörelse för försök, som gjorts i syfte att uttröna metoderna för spårvägsstörningars bekämpande, vill jag betona, att full avstörning i ordets egentliga bemärkelse givetvis icke går att åstadkomma, om kostnaderna skola hålla sig inom rimliga gränser. Samtliga kända metoder gå därför ut på att i första hand åstadkomma en reduktion av störningarna. Vid bedömandet av störskyddens eller anordningarnas effektivitet blir frågeställningen förden-skull liktydig med en vägning mellan graden av störningsreduktion i förhållande till därav betingade kostnader för anskaffning och underhåll.

3. Försök med kondensatorer som störskydd.

Metoden att inkoppla kondensatorer som skydd för störningarnas spridning är tidigt använd. Kondensatorn kopplas härvid mellan kontakttråden och jord. Enligt utomlandsifrån kommande uppgifter var denna metod synnerligen effektiv, och det rapporterades, att goda resultat erhållits, då den kommit till utförande. Det låg nära till hands att antaga, att så även borde vara fallet. Vid ett ytligt betraktelsesätt har man anledning att tro, att kondensatorn skall fungera som direkt kortslutning för de högfrekventa strömmar, som alstras vid bygelns

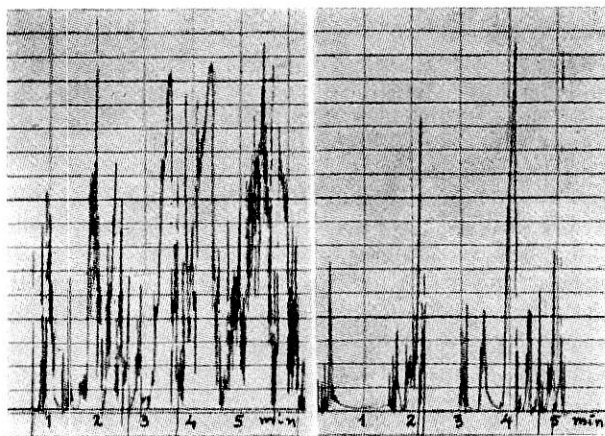


Bild 1. Diagram över störningarna vid $1 \mu\text{F}$ kondensatorer som störskydd, till vänster utan, till höger med skydden inkopplade. Våglängd 1350 m.

anligningspunkt till kontakttråden, samt avleda dem till jord. Anslutas ett antal kondensatorer med jämna mellanrum längs bansträckningen, borde sålunda bygelstörningarna kunna helt oskadliggöras.

I Stockholm gjordes de första försöken med kondensatorskydd redan 1934. De kondensatorer, som rekommenderades för ändamålet, voro på vardera $8 \mu\text{F}$ kapacitans samt placerades på 120 m avstånd från varandra. Resultatet blev emellertid icke, vad som ställts i utsikt. Enligt sakkunskapen borde kondensatorerna väljas med mindre mellanrum samt med mindre kapacitans. I fortsatt samarbete med Stockholms Spårvägar utfördes även sådana försök, dels på Hantverkargatan med 60 m mellanrum, dels vid Kungl. Slottet med 30 m inbördes avstånd. En viss avstörning kunde konstateras, framför allt på långväg över 1 000 m, men denna var ingalunda att anse tillräcklig. Avstörningen befanns vara större på högre våglängder än på de lägre. I bild 1 visas ett diagram vid 1350 m våglängd, taget vid Hantverkargatan med $1 \mu\text{F}$ kondensatorer, till vänster utan, till höger med stör-

skydden inkopplade. Liknande resultat, ehuru mindre utpräglade, erhöles vid våglängder av storleksordningen 300 m.

Det förhållande, att störningarna reducerades olika vid olika våglängder, gav anledning till närmare undersökning av kondensatorernas verknings sätt i denna koppling. Detta är följande. Förbindelseledningarna till kondensatorn å ena sidan från kontaktledningen, å andra sidan till jord införa en induktans, vars storlek är sådan, att den jämte kondensatorkapacitansen bildar en serieresonanskrets, vars resonansfrekvens vid 1 μF kondensator ligger vid cirka 8 000 m. Omvänt borde

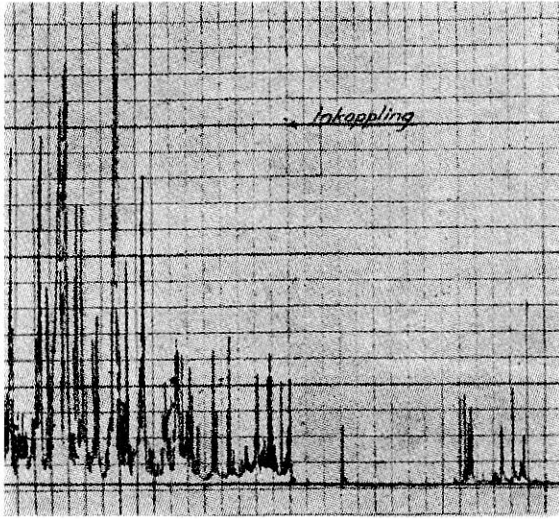


Bild. 2. Diagram över störningarna vid 0,002 μF kondensatorer som störskydd, till vänster utan, till höger med skydden inkopplade. Våglängd 375 m.

det alltså vara möjligt att åstadkomma effektivare avstörning med användning av kondensatorer med en kapacitans, som tillsammans med den konstanta ledningsinduktansen ger en resonansfrekvens inom rundradiobanden. Speciella kondensatorer med en kapacitans av 0,002 μF beställdes för ändamålet, motsvarande en beräknad resonansvåglängd inom bandet 300—400 m. Såsom av diagrammet i fig. 2 framgår, blev resultatet även betydligt bättre. Diagrammet är taget vid spårvägs-slingan vid Slottet, till vänster utan, till höger med kondensatorer av den nämnda, mindre kapacitansen.

Innebörden av kondensatorkopplingen var härmed klarlagd. Den är verksam i egenskap av vad man kallar vågfälla, d. v. s. vid en viss våglängd eller ett visst trängre frekvensband, men icke för alla rundradiovåglängder inom området 200—2 000 m. Därest ett större band skall avstöras, erfordras inkoppling av flera kondensatorer på ett och

samma ställe. Försök vid Stora Kopparbergs Bergslags transportbana Borlänge—Domnarvet verifierade detta förhållande.

Från vissa städer utomlands ha rapporter lämnats om dämpspolar såsom effektiva störskydd vid spårvägsdrift. Vid närmare undersökning härav har emellertid framgått, att dämpspolorna fungera på likartat sätt som kondensatorerna, med andra ord att avstörning kan åvägabringas för lokalstationen, men att störningarna icke undertryckas inom hela bandet.

I och för sig är kondensatorkopplingen fullt användbar som sådan. Frågan är dock, om den lämpar sig i praktiken. Vid ett spårvägsnät av exempelvis Stockholms eller Göteborgs omfattning bieve det förvisso förenat med dryga kostnader att inkoppla kondensatorer för var eller varannan stolpe, varjämte underhållskostnaderna skulle även bli vanliga. Översyn över kondensatorerna jämte säkringar måste tid efter annan göras, speciellt sommartid, då åskväder eller andra atmosfäriska urladdningar kunna åstadkomma genomslag av kondensatorerna eller bränna sönder säkringarna.

Kommittén mot spårvägsstörningar har för den skull ej heller velat utan vidare acceptera kondensatorskydd såsom den lösning, vilken bör införas vid landets spårvägsnät. Kommittén har först velat pröva andra utvägar, nämligen möjligheten att undertrycka störningarna medelst därför lämpade bygelkonstruktioner.

4. Försök med olika bygelanordningar.

Jag skall icke ingå i detalj i fråga om de synpunkter, som inom kommittén framförts beträffande användning av olika bygeltyper och deras radioavstörande egenskaper, utan inskränka mig till att nämna, att kommittén varit av åsikt, att frågan borde utredas genom ingående prov, verkställda dels med strömvtagare av kol, dels med användning av Å-bygel, möjligen även andra konstruktioner. Å-bygeln är en konstruktion med dubbelkontakt mellan strömvtagare och kontakttråd, en konstruktion, vars principiella verkningssätt jag förutsätter, att de närvarande känna till. Vid laboratorieprov hade denna bygel visat goda radioavstörande egenskaper, men varje erfarenhet om hur den fungerade i drift saknades. En synpunkt, som måhända bör nämnas i detta sammanhang, var att Å-bygeln helt kan framställas inom landet, under det att strömvtagare av kol måste importeras.

Första åtgärden blev att få Å-bygelns allmänna driftegenskaper utprovade. För det ändamålet träffades överenskommelse mellan telegrafstyrelsen och ett antal spårvägsförvaltningar i landet att låta montera en eller flera Å-byglar på vagnar i drift för att fastställa, huru desamma härvid förhöllo sig. Dessa prov, som pågingo något år, hade sålunda icke till syfte att utröna bygelns avstörande egenskaper. Vore nämligen icke bygeln användbar ur spårvägsteknisk synpunkt, kunde

den givetvis över huvud taget icke komma i fråga. I från spårvägsförvaltningarna inkomna rapporter meddelades, att Å-bygeln fungerade utan olägenheter, att den icke betingade större underhållskostnader samt att den i vissa fall uppvisat större livslängd än de vanliga aluminiumbyglarna.

Nästa angelägenhet blev att föranstalta om jämförande undersökningar ur radiostörsynpunkt. Detta kunde icke ske genom insättning av en enstaka bygel, vare sig av den ena eller andra sorten, utan det erfordrades ombyggnad av hela vagnparken, så att alla vagnar voro utrustade med samma sort av strömavtagarmaterial. Stockholm kunde av kostnadsskäl således ej ifrågakomma, ej heller Göteborg och andra större spårvägsnät. Såsom ytterligare önskemål tillkom förekomst av en rak mätsträcka, så mycket som möjligt isolerad från det övriga nätet samt helst försedd med en backe, där mätningarna skulle kunna utföras utan biinflytelser.

Efter verkställda sonderingar i detta hänseende upptogs förhandlingar med Helsingborgs Industriverksstyrelse, vilka preliminärt sågo ut att gå i lås. En ombyggnad av större delen av vagnparken skulle emellertid vara nödvändig, innebärande utbyte av de befintliga lyra-byglarna mot sådana av saxtyp. Denna kostnad beräknades till omkring 30 000: — kronor, varav Telegrafstyrelsen erbjöd sig att betala hälften. Detta erbjudande avslogs emellertid av Helsingborgs Stadsfullmäktige 1936.

En dyrbar tid hade härigenom gått förlorad, och frågan fick tagas upp från början. Nya förhandlingar inleddes med Jönköpings Spårvägar, vilket resulterade i ett avtal, att försöken skulle äga rum därstädes. Förarbetena för bygelutbytet och installation av de nya strömavtagarna har kommit att taga längre tid i anspråk än väntat, delvis beroende på förhållanden, som legat utanför kommitténs kontroll. Emellertid äro de av ASEA tillverkade nya byglarna jämte strömavtagare enligt Å-typ numera installerade på samtliga vagnar i Jönköping. De nya byglarna äro så utförda, att den egentliga strömavtagaren med tillhörande hjälpkontaktskenor kan helt borttagas och utbytas mot strömavtagare av kol. Under den första driftstiden ha vissa vagnar varit försedda med slitskenor av järn för att avfila kontakttråden och avlägsna ojämnheter och sårbildningar på densamma.

Undersökningarna rörande störningsförhållandena och utförandet av absoluta, kvantitativa störningsmätningar påbörjades i Jönköping våren 1939, då de gamla Al-byglarna ännu voro i bruk. Härvid konstaterades, att starka störningar alstrades både av motorerna och byglarna. Vid undersökningarna ha hundratals diagram blivit registrerade rörande störningarnas storlek vid olika frekvenser, vid olika kopplingar, med och utan störskydd på motorerna m. m. De få diagram, som här återges, ha till syfte att ge en inblick i förhållandena samt huru arbetet med att komma frågan på livet bedrives. En detaljerad

redogörelse för gjorda mätningar är tyvärr av utrymmesskäl utsluten.

Bild 3 visar ett diagram över summa störningar, alstrade av både bygel och motor, uppmätta i Dunkehällabacken för tre olika vagnar. En vagn i sänder har varit i drift och fått i riktning uppför backen passera mätstället med dess i en kur inrymda mätapparater, varunder störningarna registrerats. Såsom av bilden framgår, uppgår stör-

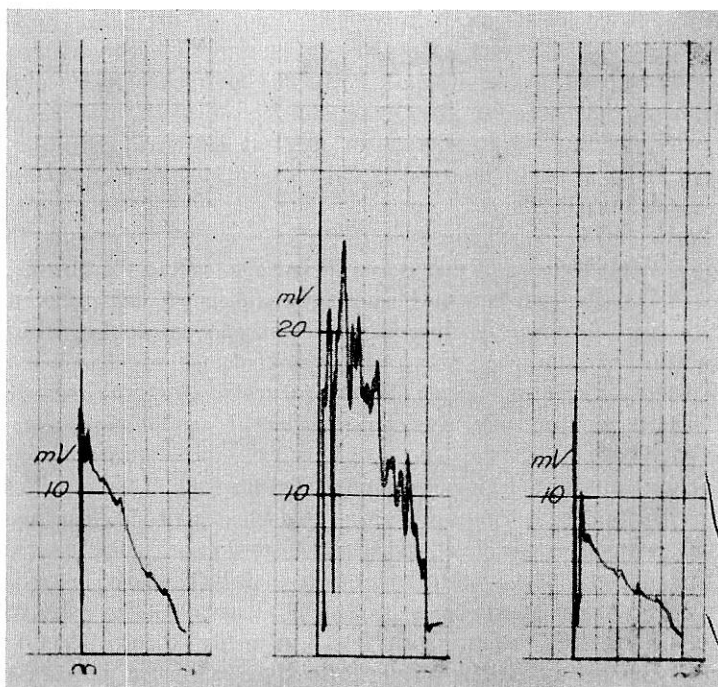


Bild. 3. Diagram över motor- och bygelstörningar vid vagnar utan störskydd. Våglängd 1 500 m.

ningsamplituden till värden mellan 10—25 mV, mätt vid direkt anslutning av mätantennen till kontaktråden med en kondensator om 2 000 μ F mellankopplad för blockering av likströmmen. Efter påsättning av störskydd på motorerna har en ny mätning utförts, varvid störamplituden sjunkit till resp. 2—4 mV (bild 4). Då motorstörningen i senare fallet är praktiskt taget avlägsnad — reststörningen uppgår ej till hörbart värde och utgör enligt senare mätningar blott en bråkdel av övriga störningar — beteckna de senare diagrammen den kvarstående bygelstörningen. I båda fallen (bild 3 och 4) äro mätningarna gjorda vid en frekvens av 200 kc/s (1 500 m). Hela vagnparken har på detta sätt genomäts vagn för vagn.

I serien mätningar ingick även att fastställa störningarnas frekvens-

beroende. Härutinnan befanns, att störningarna äro starkare på högre våglängder samt sjunka kontinuerligt med våglängden, så att amplituden vid exempelvis 300 m är blott cirka femtedelen av den vid

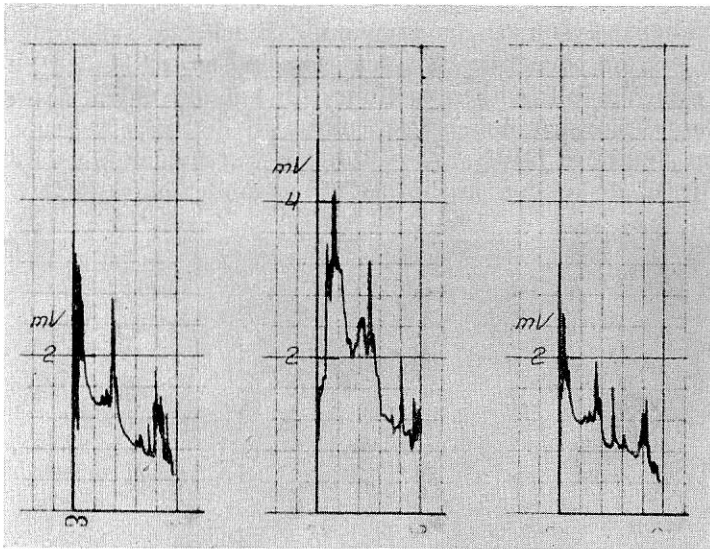


Bild 4. Diagram över störningarna vid samma vagnar som i bild 3 med kondensatorskydd på motorerna. Våglängd 1 500 m.

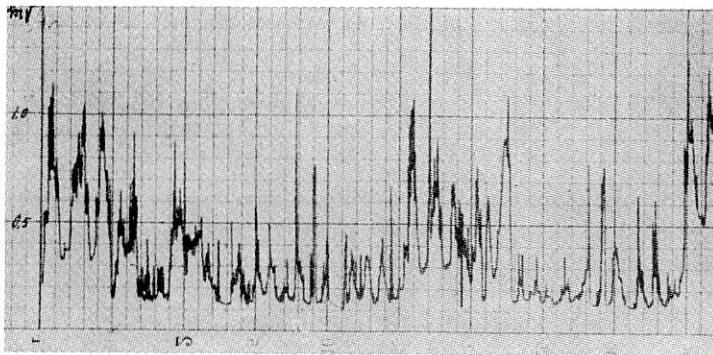


Bild 5. Typiskt diagram över störningarna vid vanlig spårvägstrafik i Jönköping. Samtliga motorer äro vid tillfället försedda med störskydd. Våglängd 300 m.

1 500 m. Detta framgår delvis av ett annat diagram (bild 5), som visar störningarnas utseende vid normal drift på spårvägsnätet, uppmätt vid 300 m våglängd.

För några veckor sedan påbörjades mätningarna av de nyinstallerade Å-byglarna. Tiden har icke medgivit att här medtaga några av

dessa diagram. De erhållna resultaten ge vid handen, att de starka, på kontakttråden sårbildande ljusbågar, som åstadkomma smällar i högtalaren, äro eliminerade samt att strömvatagningen sker på ett så att säga mjukare sätt än förut. Detta märkes också därav, att blinkningar i vagnsbelysningen ha försvunnit. Emellertid synas mätningarna tyda på att den bygelstörning, som existerar vid den enkla Al-bygeln, även då full anläggning finnes till kontakttråden, kvarstår vid dubbelkontaktkonstruktionen. Då endast en del av planerade undersökningar ännu äro färdiga — mätningar å kolbyglar återstå — torde en detaljerad diskussion av hittills föreliggande mätresultat å ström-

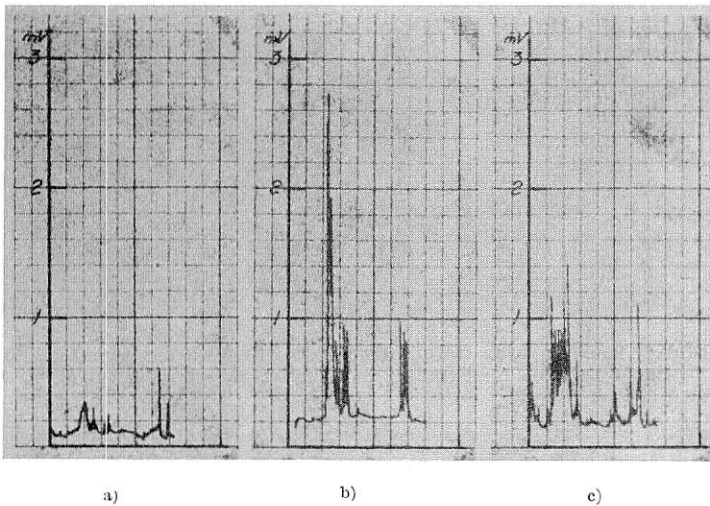


Bild. 6. Diagram över störningarna vid användning av olika strömvatagare: a) släpsko av kol, b) släpsko av kromnickelstål samt c) rulle av brons. Våglängd 1 500 m.

avtagare av olika material böra tills vidare anstå. Kommittén har trätt i författning om anskaffandet av strömvatagare av kol i enlighet med det ursprungligen fastställda programmet.

5. Störskydd vid trådbussar.

Vid sidan av störningsproblemet vid egentlig spårvägsdrift hade kommittén anledning att förra året till behandling upptaga frågan om skyddsåtgärder vid elektrisk trådbusstrafik. Detta spörsmål ligger i viss mån enklare till, beroende på att all materiel för trådbussarna skall nyanskaffas, och vederbörlig hänsyn till radiostörningarna följaktligen kan tagas redan från begynnelsen. Denna synpunkt framhålls i Telegrafstyrelsens yttrande över Stockholms Spårvägars koncessionsansökan på den första trådbusslinjen i Stockholm. Styrelsen har i detta syfte hemställt om att koncessionsvillkoren skola innehålla

skyldighet att härutinnan samarbeta i och för att så vitt möjligt undvika sådana kostnadsökningar, som senare vidtagna åtgärder betinga.

Ett lämpligt tillfälle att i förväg åtminstone delvis utreda frågan om störningar från trådbussar har erhållits genom erbjudande från ASEA att verkställa mätningar på en i Västerås på prov byggd trådbusslinje, gående i en slinga av cirka 700 m längd utanför ASEA:s verkstäder. Mätningar ha utförts i flera omgångar, varvid en del resultat utkristalliserat och riktlinjerna i övrigt blivit i stort sett klara rörande de anordningar, som lämpligen böra vidtagas för störningarnas rimliga reducerande. En detaljerad redogörelse för alla diagram, som tagits

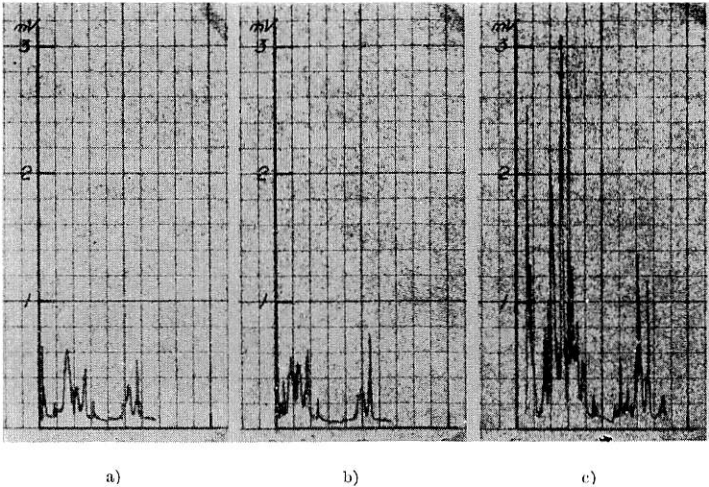


Bild 7. Diagram över störningarna vid samma strömavtagare som i bild 6 men vid en våglängd av 300 m.

vid olika kopplingar och olika våglängder etc., skulle liksom vid spårsvägsundersökningarna komma att bli för vidlyftig. Jag måste begränsa mig till att beröra några av slutresultaten samt visa diagram av några mätningar, som genom jämförelse inbördes ge en uppfattning av vad man kan ernå vid trådbussar i allmänhet.

Störningarna från trådbussdrift sammansätta sig dels av sådana, som härröra från strömavtagaren, dels sådana från kontroller, huvudmotor och hjälpmaskineri, kompressormotor och Boschgenerator. Skydden består dels av dämpspolar på 0,6 mH i serie med huvudledningarna, dels en dubbelkondensator om $2 \times 0,1 \mu\text{F}$ mellan huvudbranscherna med mittpunkten förbunden till jord, d. v. s. till bussens chassi, dels extra spolskydd för kompressormotorn. Härtill kommer ett överspänningsskydd om $1 \mu\text{F}$, inkopplat på busstaket på de stora dämpspolarnas nedsida.

Beträffande strömavtagarens störningar har konstaterats, att kontaktmaterialen synes vara av avgörande betydelse. En jämförande un-

dersökning med glidskor av kolmaterial och kromnickelstål samt med rulle av brons återges i bilderna 6 och 7, den förra mätt vid en frekvens av 1 500, den senare vid 300 m. Det framgår tydligt, att kolmaterialet — i detta fall ett av Ohio Brass levererat material, benämnt obonite — är överlägset såväl kromnickelstål som rulle. Det har även preliminärt överenskommit med Stockholms Spårvägar och ASEA, att släpskor av kol skola komma till användning vid de bussar, som redan äro beställda. Tilläggas bör, att vid vanlig drift måste kontakttråden finslipas medelst glidsko av järn eller annat material, som av-

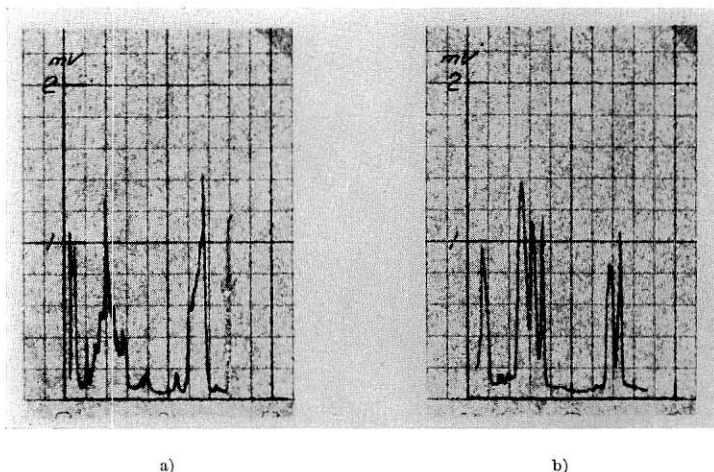


Bild 8. Diagram över störningarna utan skyddskondensator på huvudmotorn vid a) 1 500 m, b) 300 m våglängd.

lägsnar förekommande ojämnheter på densamma, innan strömvavgare av kol insätts.

Störningarna från kontrollkretsarna ha befunnits vara så små, att de praktiskt taget kunna försummas.

Störningarna från huvudmotorn hänföra sig uteslutande från kommutatorn. Reduktion av störningarna ernås medelst dubbelkondensator om $2 \times 0,1 \mu\text{F}$, kopplad mellan huvudledningarna med jordad mittpunkt. Denna kapacitans har valts i enlighet med de av British Standard Institution utarbetade normerna, vilka ur säkerhetssynpunkt föreskriva, att tillsatskapacitansen icke får överskrida nämnda värde. Dessa engelska normer ha i övrigt enligt överenskommelse med ASEA följts i den mån, desamma varit tillämpliga.

I bilderna 8 och 9 visas diagram över störningarnas storlek med och utan kondensatorer på huvudmotorn vid våglängderna 1 500 och 300 m.

Beträffande bussens hjälpmaskineri komma vid ASEA:s konstruktion i första hand kompressormotorn i fråga, vilken matas direkt med kontaktledningens spänning och som visat sig försaka märkbara

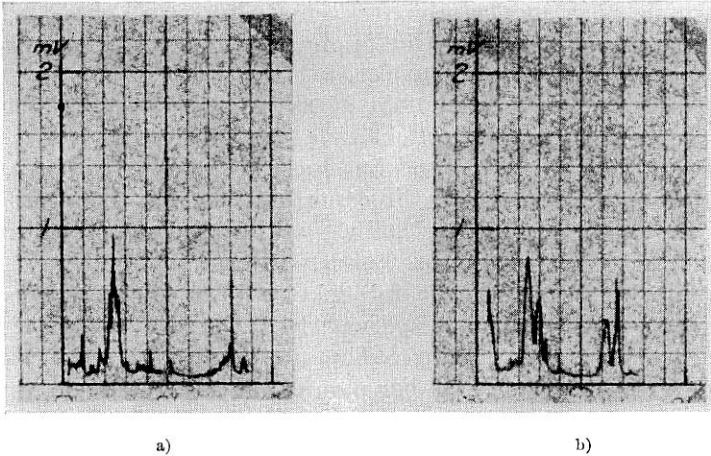


Bild 9. Diagram över störningarna med $2 \times 0,1 \mu\text{F}$ kondensatorer som störskydd på huvudmotorn: a) vid 1500 m, b) vid 300 m våglängd.¹

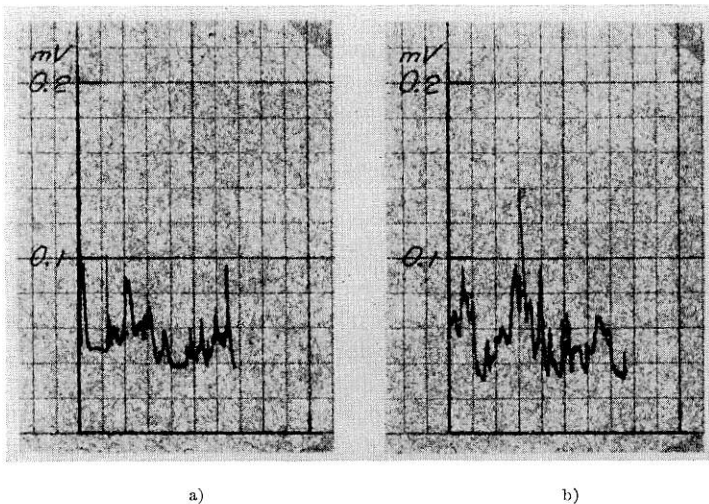


Bild 10. Diagram över störningar från trådbuss med seriedämpspolar i huvudledningen, överspänningskondensator samt på huvudmotorn skyddskondensator. Kompressormotorn ej tillkopplad. Släpisko av kol. Våglängder: a) 300 m, b) 200 m.

störningar. Såsom störskydd är avsett att inkoppla dämpspolar, som på grund av den här ifrågakommande ringa strömstyrkan bliva ganska små pjäser. I fråga om belysningen slutligen är denna matad från batteri och kan således lämnas ur räkningen.

Förutom anordningar å trådbussarna själva ha undersökningar ut-

¹ I detta och andra diagram över trådbusstörningar förekommande toppar äro att tillskriva stående vågor till följd av reflexion från slingans ändpunkter.

förts rörande inflytandet av högfrekvensjordning av kontaktledningen. Väljas flera jordpunkter med inkoppling av 1 μ F kondensatorer, visa tagna diagram, att störningen avsevärt reduceras. Definitiva mätningar härutinnan ha icke kunnat göras på mätslingan i Västerås på grund av uppkomsten av reflekterade vågor, vilka komplicerat diagrammens tydning. Under hand har med Stockholms Spårvägar överenskommit om att definitiva linjeordningar icke skola bestämmas, förrän mätningar kunna verkställas på den färdigbyggda trådbusslinjen. Inkoppling av sådana kondensatorer och jordning av återgångsledningen skulle i varje fall icke behöva ske så tätt, som befunnits vara erforderligt vid spårvägsdrift.

Till sist skall jag visa ett par diagram, som ge en bild av hur det bör se ut i störningsväg, sedan här nämnda åtgärder vidtagits (bild 10).¹ Kompressormotorn har vid mätningen icke varit inkopplad. Såsom synes, är störningen, mätt liksom i föregående diagram direkt på kontaktråden, mindre än en tiondels mV. Detta innebär, att i en mottagare på cirka 10 m avstånd från trådbusslinjen kommer en störspänning att induceras av i runt tal 10 mikrovolt/meter. Om detta värde kan innehållas, torde alla rimliga anspråk få anses fyllda. På grund av induktion via upphängningslinor och andra ledningar kunna störfälten ofta starkt deformeras, varför man i praktiken måhända bör räkna med högre siffror än nämnda mätvärde.

Mätningarna å trådbussarna i Västerås äro i avvaktan på tillverkning och leverans av viss materiel ännu icke helt slutförda.

6. Slutord.

Såsom sammanfattning av vad jag här anfört, vill jag säga, att det vid spårvägs- och trådbusstrafik varken är ekonomiskt förnuftigt eller ens möjligt att vidtaga sådana anordningar, att alla störningar försvinna. På den punkten vill jag rätta till en emellanåt förekommande missuppfattning. Möjlighet finnes däremot att reducera störningarna för rundradion till ett visst lägre värde, så att förbättrad mottagning erhålles. Hur långt man skall gå är ytterst en fråga av ekonomisk art. Kommittén mot spårvägsstörningar har härvidlag icke velat utgå från i förväg fastlagda normer utan strävat efter att få fram bästa möjliga resultat med minsta möjliga ekonomiska uppoffring. Denna uppfattning har av Telegrafstyrelsen i dess yttrande till Kungl. Maj:t över Stockholms Spårvägars koncessionsansökan å trådbusslinje formulerats så, att sådana åtgärder böra vidtagas, som modern teknik känner och vilka icke väsentligt fördyra kostnaderna för anläggning och drift.

Jag är övertygad om att dessa synpunkter även delas av landets spårvägsförvaltningar.

¹ Samtliga mätningar av störningar från spårvägs- och trådbussdrift äro verkställda av civiling. R. Berglund.