

TRÅDBUSSAR.

Föredrag av civilingenjör *H. Björck*.
Stockholms Spårvägar.

Under titeln till detta föredrag döljer sig en för denna förening gammal bekantskap, som på försök begåvats med nytt namn. Detta nya ord tyckes väl täcka begreppet, och är ordet »trolleybuss» numera förutom svenskt även ofta oegentligt, enär den strömvagnaretrissa, »trolley», som givit transportmedlet namn, ibland ersatts med andra anordningar, som jag senare skall beröra. Medan jag nu är inne på terminologi vill jag giva ett sammanfattande kort namn på alla förbränningsmotor-drivna bussar, d. v. s. bensin-, Hesselman- och dieslbussar, vilka jag i det följande kommer att gemensamt kalla för »motorbussar».

Trådbussen behandlades inför föreningen så sent som vid årsmötet i Gävle år 1934 av avdelningschef Th. Vidlund, Göteborg, och av direktör H. Ångström, Uppsala, men det har hänt en hel del nytt på trådbussfronten sedan 1934, vilket en överblick över spridningen tydligt ger vid handen.

Av mera uppmärksammade landvinningar på senare tid märkes Kapstaden, som på en gång beställde 50 vagnar, samt ett flertal andra städer i Syd-Afrika med mindre antal vagnar.

England leder dock utvecklingen och ehuru det därstädes var mindre städer, som började med trådbussdrift, tyckas nu de större följa i spåren. Så har exempelvis trådbussdrift relativt nyligen införts i Birmingham, Newcastle och Hull.¹ I samtliga fall har driften igångsatts som ersättning för nedlagda spårvägslinjer.

Utvecklingstendensen i England angives kanske tydligast av de beslut, som i olika repriser fattats av Londons Passenger Transport Board (London Transport) att av Londons spårvägslinjer ersätta sammanlagt 330 linje-km eller 58 % av linjenätet med trådbusslinjer.

Utbytet är redan verkställt på vissa linjer, och torde London Transport före 1936 års utgång hava c:a 750 trådbussar i drift. Resultatet ekonomiskt lär vara utomordentligt gynnsamt, och enligt notiser kan inkomsten å de utbytta linjerna uppvisa en förbättring på c:a 25 % och äro inkomstsiffrorna därjämte i ständigt stigande.

Londons beslut har fattats efter ingående prov, och har försöksdrift på en linje av 29 km längd pågått sedan 1931, varför god erfarenhet vunnits om det nya transportmedlet.²

¹ Enl. senare uppgifter har även Manchester bestämt sig för trådbusslinjer och har för dessa beställt c:a 40 vagnar.

² London Transport har i sin tredje officiella årsberättelse meddelat, att företaget har för avsikt att hos Parlamentet begära tillstånd att ersätta samtliga kvarvarande spårvägslinjer med trådbusslinjer.

I England torde f. n. intet trafiknät planeras utan att hänsyn tages till trådbussens möjligheter, och kommer den säkerligen ytterligare att spridas.

Fig. 1 visar antalet trådbussar i England och U. S. A. Av kurvorna framgår tydligt den stora ökningen under de två sista åren.

På den moderna trådbussen äro de erfarenheter nu nedlagda, som samlats var för sig hos tillverkare av motorbussar, beträffande de rent mekaniska detaljerna och hos tillverkare av elektrisk utrustning för

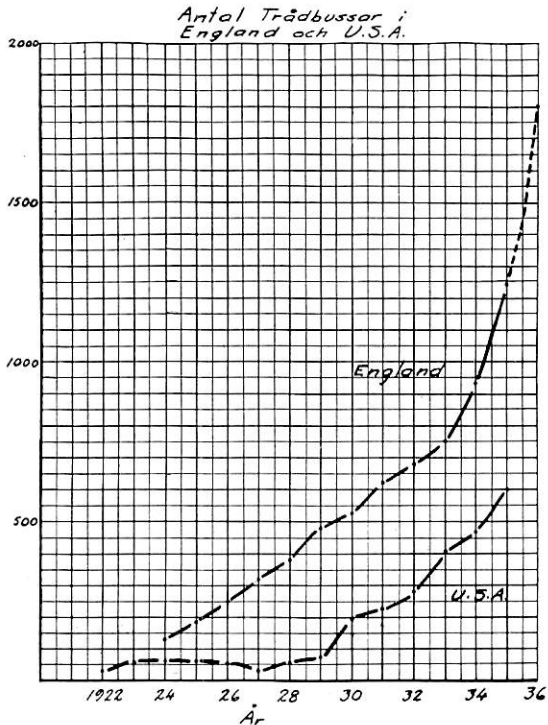


Fig. 1. Antal trådbussar i England och U. S. A.

spårvagnar beträffande de elektriska delarna. Därjämte har den nu även provats i trafik hos ett flertal företag och givetvis därigenom ytterligare anpassats för sin uppgift. Trådbussen av i dag är en högststående produkt väl skickad för sin uppgift att transportera passagerare på ett snabbt, bekvämt och säkert sätt.

Trådbussar tillverkas numera även av ett flertal fabriker för motorbussar, och underlättas detta av att chassiets detaljer i stort sett äro identiska i de båda fallen. Den tidpunkten tycks ej vara långt avlägsen, då varje större tillverkare av motorbusschassier även erbjuder trådbusschassier med elektrisk utrustning efter specifikation från beställaren.

De trådbussar som tillverkas äro mycket lika varandra, men kunna möjligen uppdelas och särskiljas på antalet motorer och efter motorplaceringen.

I Tyskland, Italien och U. S. A. tycks två-motoriga trådbussar vara populära, men är i England de en-motoriga typerna förhärskande och förekomma två-motoriga endast som experimenttyper. En fyr-motorig

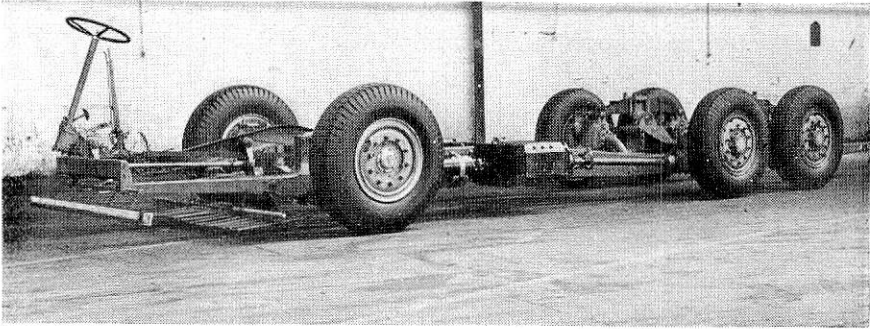


Fig. 2. Leyland »Low Loading» trådbusschassi. Å bilden synes endast den ena motorn. Den andra är symmetriskt placerad.



Fig. 3. Leyland »Low Loading» trådbuss; komplett vagn.

trådbuss är tillverkad i Italien, men bliva dessa två- eller fyr-motoriga vagnars elektriska utrustning så pass tung och komplicerad, att konstruktionerna knappast kunna motiveras med den obestridligt bättre strömekonomi, som ernås genom möjligheten av start medelst serieparallellkoppling.

Två-motoriga typer erbjuda dock en viss möjlighet till en sådan motorplacering, att lägre golvhöjd kan erhållas, och skulle eventuellt båda dessa fördelar (bättre strömekonomi och lägre golvhöjd) kunna försvara typen.

Fig. 2 och 3 visa chassi och komplett vagn resp. av en två-motorig experimentbuss av Leylands tillverkning, där denna möjlighet till låg golvhöjd utnyttjats ganska långt. Typen kallas Leyland »Low Loading». Motorplaceringen är vid rambalkarnas sidor och varje motor driver ett par bakhjul på samma sida, och har bakaxeln därför kunnat utformas, så att extremt låg golvhöjd kunnat erhållas.

Vagnen, som har 63 sittplatser, har ingång baktill och utgång fram-

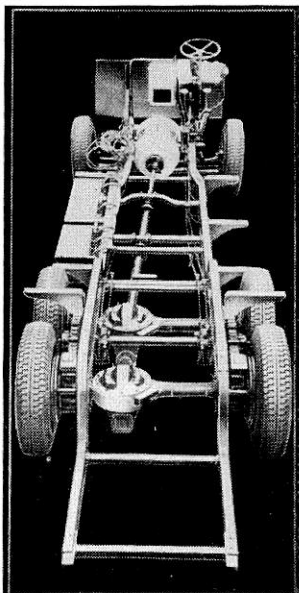


Fig. 4. Guy-chassi med motorn placerad över framaxeln.

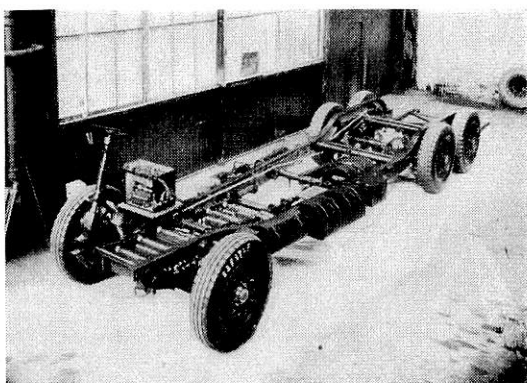


Fig. 5. Leyland-chassi för London. Motorn placerad mellan rambalkarna relativt nära bakaxeln.

till. Typen, som troligen byggts med tanke på London, slog dock ej an därstädes, och någon tillverkning är ej startad.

De en-motoriga vagnarna äro dock, som nämnts, i majoritet och synes även U. S. A. på senare tid ha övergått till dylika.

En viss differentiering mellan typerna finnes, i det den elektriska motorn och dess hjälppaggregat placeras något olika. Den vanligaste placeringen för motorn är ungefär mitt emellan fram- och bakaxeln mellan rambalkarna, men är utrymmet där något begränsat och kommer man upp i en golvhöjd av c:a 750 mm över marken vid lastad vagn.

Vissa firmor göra därför reklam för en placering av motorn över framaxeln. I själva passagerare-avdelningen är det då möjligt att hålla golvhöjden nere, och höjes golvet endast vid motor- och förareplatsen.

Fig. 4 visar ett Guy-chassi med dylik motorplacering. Tillverkaren påstår även att fältledningarna kunna dimensioneras rikligare, så att en mera hållbar och lättare reglerbar motor kan erhållas. En nackdel är dock, att hela motorvikten kommer på framaxeln.

Den vanligaste motorplaceringen var som nämnts mellan rambalkarna, ungefär mitt emellan fram och bakaxel. Fig. 5 visar ett dylikt chassi av Leylands tillverkning avsett för London.

Motorplacering vid rambalkens sida vid enmotorig trådbuss har även förekommit, och hade Associated Equipment Co. en dylik typ, benämnd Q-typ.

Motoreffekten har successivt ökat. De stora engelska vagnarna utrustas numera med motorer med en entimmas effekt på 80—90 hkr.

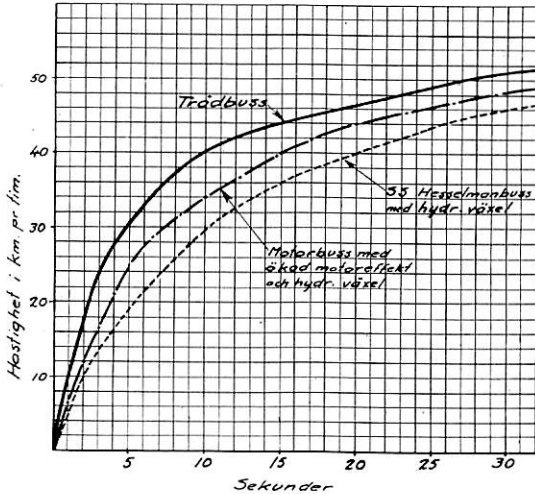


Fig. 6. Accelerationskurvor för trådbuss och motorbussar.

Motorvikten är c:a 6—7 kg/hkr. Överbelastningsförmågan är så stor, att momentant 3-dubbla effekten kan uttagas, och blir en dylik trådbuss i vissa avseenden därför fullt jämförlig med en motorbuss, vars motor är på 200—250 hkr, och förklaras härav trådbussens stora accelerations- och baktagningsförmåga. Fig. 6 visar accelerationsdiagram i jämförelse med motorbussar och synes, att för acceleration upp till 35 km/tim använder trådbussen avsevärt kortare tid än motorbussarna.

Kontrollern manövreras med fotpedal och återgår av fjäderkraft till noll-läge. Den är på den moderna trådbussen alltid utförd som indirekt och verkar genom magnetiska- eller tryckluftsmånövrerade kontakter. Antalet regleringssteg är stort, t. ex. 6 motståndslägen, 1 med fullt fält och sedan 6 med försvagade fält. Accelerationen blir därför mycket jämn.

På fig. 7 är kontrollern utförd för manöver med vänster fot, men utföres understundom även så att högra foten får sköta både kontroller och bromspedal i samma växelverkan som gas- och bromspedalen skötes på en bil eller motorbuss.

Motstånd och kontakter placeras även olika. En del föredraga pla-

cering invid förareplatsen event. på framsidan av vagnen, åtkomliga framifrån genom uppfällbara luckor. Utrymme förloras dock genom sådan placering; i vissa fall lika mycket som vid förbränningsmotor med föraren bredvid motorn. Den mest ändamålsenliga placeringen sy-

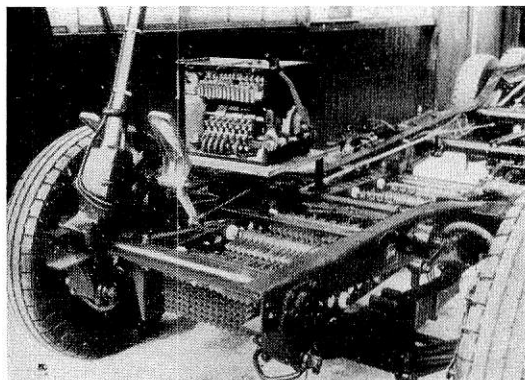


Fig. 7. Detalj av kontroller och startmotstånd å chassiet enligt fig. 5.

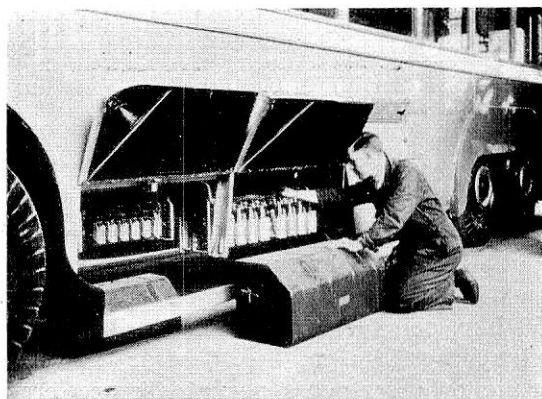


Fig. 8. Tillsyn av kontaktorer genom luckor i karossen.

nes vara för motstånden mellan och för kontaktorer vid sidan av rambalkarna. För tillsyn av kontaktorer förses då karossen med luckor enl. fig. 8.

Det stora frågetecknet vid trådbussar är, om man skall ha regenerativ bromsning (strömåtervinning). Denna har blivit oerhört populär, men är fortfarande omstridd, och kan nog sägas, att fördelen är tvivelaktig. Den fördyring och komplicering, som inträder, torde knappast mer än nått och jämt betala sig, om ej terrängförhållandena äro särskilt kuperade.

Londons bussar äro utrustade med regenerativ bromsning, men enligt uppgift är detta gjort ej så mycket för att ernå strömåtervinning genom bromsning utan för den ökade möjlighet till förlustfri reglering som komppoundmotorn erbjuder, och vilket i stadstrafik kan ha betydelse.

Förutom elektrisk broms finnes alltid mekanisk broms vanligen tryckluftbroms, och finnes för denna en direkt motordriven kompressor, vanligen placerad vid ena rambalkens sida. De mekaniska bromsarna regleras medelst en bromspedal, vilken understundom även i sina första lägen inkopplar den elektriska bromsen, vilken därför aldrig kan

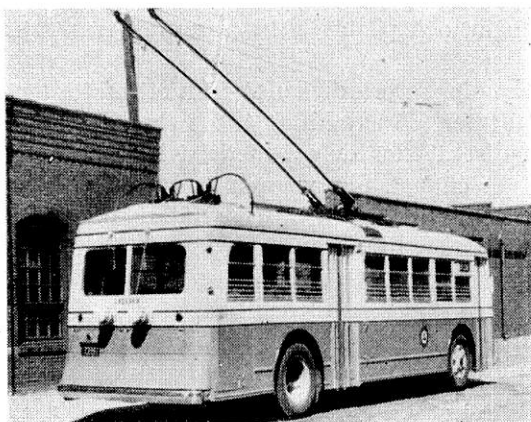


Fig. 9. Amerikansk trådbuss även utrustad med förbränningsmotor s. k. »All service vehicle».

överhoppas. Vid fel på den elektriska bromsen verkar utan tidsförlust den mekaniska. Regenerativ bromsning, där sådan finnes, erhålles även genom att successivt släppa upp kontrollpedalen i den mån hastigheten faller. Bromsning med strömåtervinning är dock ej möjlig under en hastighet av 16—20 km/tim. Vanligen är det dock så ordnat, att efter den regenerativa bromsningen överkopplas automatiskt till reostatisk elektrisk bromsning, vilken verkar ned till en hastighet av c:a 6 km/tim.

Retardationen vid elektrisk bromsning uppgår max. till c:a 1,5 m/sek.², vilket utgör mer än hälften av den bromseffekt, som användes vid ett vanligt hållplatsstopp. De mekaniska bromsarna sparas därför avsevärt.

En finess, som vagnarna ofta utrustas med, är automatisk reostatisk bromsning vid oavsiktlig backrörelse i händelse strömavtagaren släpper kontaktråden.

I vissa fall äro vagnarna utrustade med sådan kontroll, att maximala accelerationen blir konstant, även om föraren snabbt nedtrycker kontrollpedalen. Numera användes även ofta självåterställande maximalrelä, som ställts något tidigare än den vanliga maximalströmbrytaren.

Belysningsystemet på trådbussarna utföres alltmer såsom lågspänningsanläggning, och har härigenom framkommit en sak av allra största betydelse, nämligen att vagnen förses med ett så stort hjälpbatteri, att densamma kan köras med detta enl. uppgift flera kilometer.

En felaktig vagn kan köras undan till mindre trafikerad plats, eventuellt kunna vagnarna köras över en felaktig linjesektion, kringgå ett gatuarbete och vända utan ändslina. Denna batteridrift är en sak av utomordentligt stor betydelse, och får man hoppas, att saken utvecklas. De batterier, som f. n. användas, äro alkaliska och användas 2 st. på 30 volt vardera, som kopplas i serie. De alkaliska batterierna äro utomordentligt hållfasta, och påstås, att desamma garanteras under 6 år av fabriken.

Ström för belysningen erhålles ofta från ett motorgenerator-aggregat, men börjar alltmer förekomma, att belysningsgeneratören kopplas till drivmotorn direkt eller drives medelst kilremmar från densamma. Ström erhålles då endast, när vagnen är i rörelse, och förefaller detta arrangemang billigare men fullt tillfredsställande. Ytterligare i serie med drivmotorn kopplas en liten generator, som tjänstgör som hastighetsmätare. I England är hastighetsmätare i lag föreskrivet, och äro de elektriska de enda i längden tillförlitliga.

På flera ställen har experimenterats med trådbussar även utrustade med förbränningsmotor, som vid behov kan sättas i gång för vagnens framdrivning. I U. S. A. har staden Newark¹ i New Jersey 61 st. dylika vagnar med förbränningsmotor och elektrisk kraftöverföring. Vagnen kallas »All Service vehicle». Vikten blir ca: 1 000 kg större med denna utrustning, och vagnen förefaller att bliva dyrare än vad som motsvarar den praktiska nytta, som man kan ha av anordningen. Fig. 9 visar denna vagn, som är av Macks fabrikat. Förbränningsmotorn med sin elektriska generator är placerad baktill tvärs vagnen.

Strömavtagaren utföres numera ofta som *glidsko* i stället för trissa, och har glidskon visat sig tystare och mera driftsäker. Med glidsko och radiostörningsskydd kunna numera även radiostörningar nära nog fullständigt elimineras. Fig. 10 visar strömtagaretrissa och glidsko. Denna senares strömavtagaredel är utförd som en lätt utbytbar detalj av hejat stål eller gjutjärn. London håller f. n. på med prov, varvid den mot kontaktråden anliggande delen utgöres av en kolstav. Fördelen med detta skulle vara, att kontaktråden ej skulle behöva smörjas, vilket vid vanlig glidsko är absolut nödvändigt. Försöken verka lovande, och hoppas vederbörande att genom dimensionsökning på kolstaven från $\frac{1}{2}$ " till $\frac{3}{4}$ " få tillräcklig livslängd.

För att föraren skall observera att kontaktskorna ligga an och spänning finnes, placeras en neonlampa eller dylikt, som anger detta genom optisk eller akustisk signal.

¹ Enl. senare uppgifter har denna stad beställt ytterligare ett stort antal dylika vagnar.

Hjälpanordningar ha även konstruerats, som för föraren anger hur långt från luftledningen han befinner sig. Fig. 11 visar en dylik, kallad »Linkboy», och anger den ena visaren strömvavtagarens vinkel mot kontaktråden och den andra strömvavtagarestångens vinkel mot vagnen.

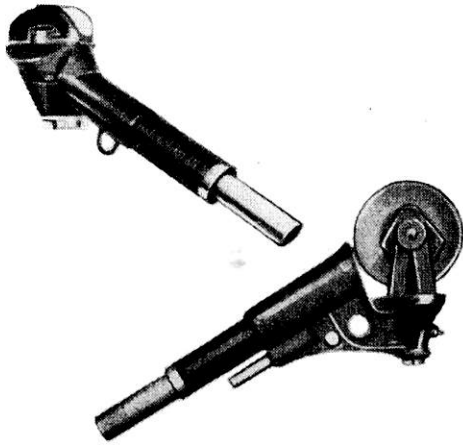


Fig. 10. Kontaktsko (överst) och strömvavtagaretrissa (trolley).

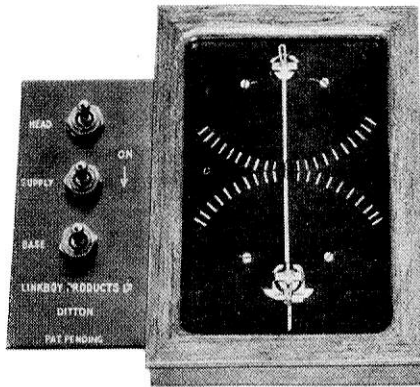


Fig. 11. »Linkboy», hjälpanordning för att ange hur långt från kontaktråden vagnen befinner sig.

Föraren har då lättare att taga sig fram i dimma, när han varken ser kontaktråd eller gata. I övrigt kan sägas, att för luftledningar, avgränsningar, spårvägs korsningar o. dyl. finnes för alla fall fullt utarbetade konstruktioner, så att några större svårigheter möta ej längre på detta område.

I England föreskriver lagen, att trådbussens kablar skola isolations- mera än för en tre-axlig motorbuss av samma storlek, och har denna

provas varje dag, och äro desamma därför utrustade med särskilda anordningar för att på enklaste sätt utföra detta. För övrigt finnas konstruerade automatiska varningssignaler vid strömläckage.

Betr. vagntypen är i England den tre-axliga, dubbeldäckade trådbussen avgjort populärast. Detta torde dock huvudsakligen bero på att enl. engelska lagen får en tre-axlig vagn göras 4 fot längre än en två-axlig dubbeldäckare och kan således få väsentligt större kapacitet än en dylik. Bruttovikten på en tre-axlig trådbuss tillåtes enligt lag i England uppgå till 13,5 engelska ton (13 750 kg). Detta är ett halvt engelskt ton

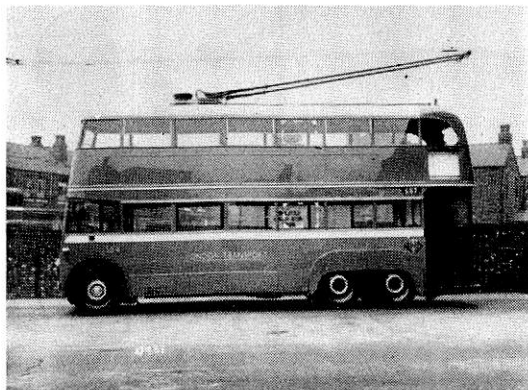


Fig. 12. London Transports nya trådbuss. Tre-axlig vagn med 70 sittplatser.

tillåtna vikt valts så hög, för att batteridrift och lågspänningsbelysning, vilken vid stålkaross är i lag föreskriven, skall kunna anordnas. Totala längden får uppgå till 30 fot (9,14 meter), och karossen utformas i full överensstämmelse med motorbussarna, och liksom vid moderna sådana synes stålkarossen dominera. Det är lätta konstruktioner av valsade plåtprofiler s. k. »strips». Engelsmännen har på detta område nedlagt ett betydande arbete, som är värt all uppmärksamhet.

Amerikanska vagnar utföras mest av s. k. »Transit»-typ. I regel äro de två-axliga enmansvagnar med ingång framför framaxeln och utgång på mitten. Maximalstorleken är en vagn för 40 sittande passagerare, c:a 10 m lång och 2,40 m bred.

London Passenger Transport Board's nya vagnar äro avgjort de intressantaste av nyare typer trådbussar. Företaget, vars planer angående nedläggande av spårvägsdrift och införande av trådbussdrift tidigare berörts, har c:a 500 vagnar i beställning av fabriken A. E. C. och Leyland.¹ En pool av fem stora elektriska firmor i England levererar den elektriska utrustningen.

Vagnarna äro tre-axliga av största storlek, som enligt engelsk lag är

¹ Enl. senare uppgifter har London Transport hösten 1936 ytterligare beställt 300 vagnar från samma firma.

tillåten. Totallängd 9,14 m, bredd 2,29 m, antal sittplatser 70 st., därav 38 st. å övre och 32 st. å nedre däck. Vikten uppgår vid fullt lastad vagn till 13 750 kg. Karossen är av stål i lättviktskonstruktion.

Fig. 12 visar en komplett vagn och fig. 13 och 14 interiörer å övre och nedre däck resp. Fig. 15 och 16 visa detaljer å kaross-stommen,



Fig. 13. Interiör från övre däck å Londons trådbuss.

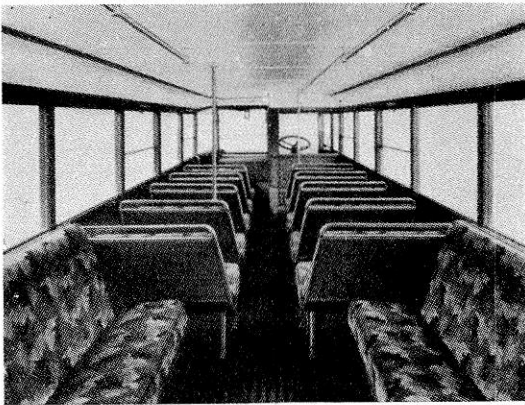


Fig. 14. Interiör från nedre däck å Londons trådbuss.

som är utförd i Leylands stålkonstruktion. Vagnen är försedd med de flesta här omnämnda finesserna, och har ingen möda eller kostnad sparats för att få fram en vagn av högsta tänkbara standard.

Fig. 17 visar en enkeldäckad trådbuss för Tasmanien.

Om man håller sig till England, utgöres så gott som samtliga trådbusslinjer av f. d. spårvägslinjer, där bl. a. på grund av spårvagnarnas hindrande inverkan på övrig trafik det i många fall varit nödvändigt att övergå till bussdrift. Härvid är att märka, att biltrafiken i England

är oerhört mycket mera utvecklad än i Sverige, och att gatorna i städerna äro smalare än vad vi äro vana vid, om man jämför städer med lika invånareantal.

Därtill kommer att spårvägstrafiken många gånger bedrevs på linjer med mötesslingor, och bidrog detta till de svåra trafikförhållandena. Att

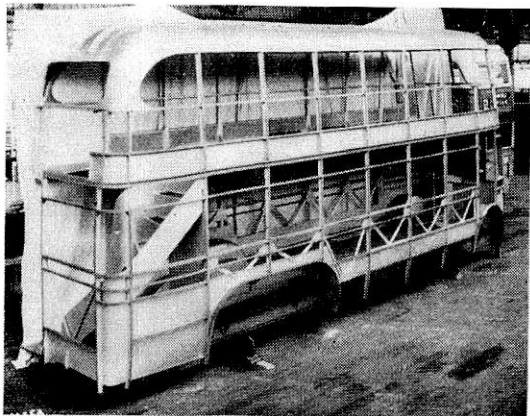


Fig. 15. Kaross stomme till Londons trådbuss.

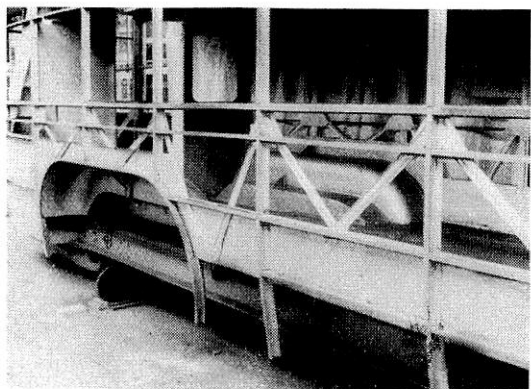


Fig. 16. Detalj å stomme enl. fig. 15.

modernisera spårvägsnätet skulle slukat stora kapital, som ej kunnat förräntas, införandet av motorbussar hade å andra sidan medfört avskrivning av all materiel för spårvägsdriften. Trådbussarnas uppsving kom därför som en räddning för många företag, i det omläggning till bussdrift kunde ske endast genom ändring av luftledningarna, och kunde fortfarande matarekablar, omformarestationer m. m. användas, vil-

ket således medförde väsentligt mindre kapitalnedskrivning. I många fall har man t. o. m. ej brytt sig om att taga upp spåren utan låter dem ligga kvar och gjuter över dem med någon asfaltmassa. Propaganda har även bedrivits för trådbussen av den anledningen att strömmen alstras med engelskt kol, då däremot brännolja eller bensin importeras. (Detta skäl tycks snart bortfalla för Englands del, då nu stora mängder syntetisk bensin och brännolja framställas inom landet av kol.)

Resultaten av de omläggningar av spårvägsdrift till trådbussdrift, som ha ägt rum, synas ha varit mycket gynnsamma, och angiva samstämmiga uppgifter från ett flertal företag, att betydande inkomstökningar

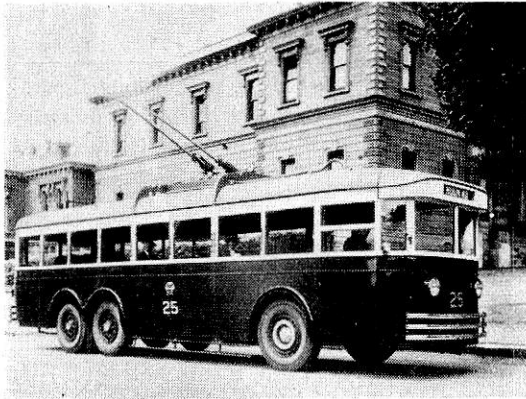


Fig. 17. Enkeldäckad trådbuss för Tasmanien.

ägt rum vid övergången till trådbussdrift, och sägas dessa hava uppgått till 15—30 %. Man förstår ju då, att kassationen av räls m. m. endast betytt en *skenbar förlust*, då inkomsten är större än förut, och har fördelen med ökad trafikkapacitet på gatorna vunnits alldeles gratis. I en snar framtid torde just gatornas trafikkapacitet många gånger avgöra transportmedlets art. I Sverige tycks bilbeståndet åter vara stätt i kraftig ökning, och ha vi därför att emotse ökad biltrafik med skärpta krav på våra gator i städerna. Fig. 18 visar bilbeståndets utveckling i Sverige och i Stockholm.

Ehuru som sagt troligen de ekonomiska synpunkterna ej alltid bliva ensamt avgörande för valet av transportmedel, är en jämförelse mellan spårvagn, tråd- och motorbuss intressant, och skall jag i det följande något beröra en sådan. För en dylik jämförelse måste man göra vissa antaganden, vilka ej äro ställda utom diskussion, och beror givetvis resultatet av jämförelsen på dessa antaganden. Jag har genomfört en beräkning för Stockholms förhållanden enligt samma metod som in-

genjör Vidlund använt i sitt föredrag 1934. De antaganden, som jag gjort, äro sammanfattade i nedanstående tabell.

V a g n t y p	Vagndimensioner		Trafik- hastighet km./tim.	Avskriv- ningstid i år	Rörliga kostnader öre/vkm	
	Längd m.	Antal pass.			Obeskatt. brännolja	Beskatt. brännolja
Spårvagn	12	70—85	14	12	—	64,5
Bensinbuss	10	60—70	16	8	—	68,4
Hesselmanbuss	10	60—70	16	8	59,5	62,6
Diesalbuss	10	60—70	16	8	58,9	61,4
Trådbuss	10	60—70	16	10	—	62,0

Anläggningskostnad för spårväg 230 000 kr. pr km dubbelspår.

Anläggningskostnad för trådbusslinje 45 000 kr. pr km dubbelspår.

Avskrivningstid för linjeanläggning 18 år för både ledningar och spår.

Jag har där tänkt mig en ny linje med för varje transportmedel de största möjliga vagnar, som gått att använda, och alla betjänade på samma sätt med förare och vuxen konduktör. Spårvägstrafiken tänkes bedriven endast med motorvagnar.

Bussarna antagas ha ca 15 % större trafikhastighet än spårvagn, och då motor- och trådbuss antages ha lika hastighet förutsättes således motorbuss med högre motoreffekt än f. n. användes, och förutsättes ävenså en motorplacering, så att inga platser bortgå i förhållande till trådbuss.

De avskrivningstider, jag antagit, 12, 8 och 10 år överensstämma ej med de gängse vanliga men förefalla mig riktigare, då man räknar mera på den säkra sidan. Ränteläget spelar även roll speciellt för den kapitalkrävande spårvagnen. Jag har räknat med 6 %.

Genomföres nu beräkningen enligt ingenjör Vidlunds metod, och uträknas kostnaderna per vagnkilometer för de olika transportmedlen vid variabel transportkapacitet, få vi kurvorna enl. fig. 19.

Vi se, att spårvagnen är dyrast inom hela det undersökta området. Trådbussen är billigare än bensinbussen vid tätare trafik än c:a 10 min. trafik och billigare än brännoljebuss (diesel) vid tätare trafik än c:a 3 min. trafik. I denna jämförelse har räknats med ett strömpris av 6 öre/kwh. Vissa för Stockholm speciella förhållanden göra, att vid ökad eller minskad förbrukning ett lägre pris gäller, och förskjutes därför ekvivalenspunkten mot något glesare trafik, c:a 4 min. trafik för brännoljebuss.

Tager man i stället platskilometerkostnaderna få vi kurvorna enligt fig. 20. Vi se nu, att spårvagn blir billigare än bensinbuss fr. c:a 4 min.

trafik, och kan spårvagnen möjligen konkurrera med trådbuss och brännoljebuss vid c:a 2 min. trafik. Inbördesförhållandet mellan bussarna förskjutes dock icke, enär vi antagit lika passagerareantal för desamma.

Vid tät trafik kan emellertid spårvagnarna tänkas arbeta med två hopkopplade motorvagnar och blir då billigare än kurvorna visa. Man

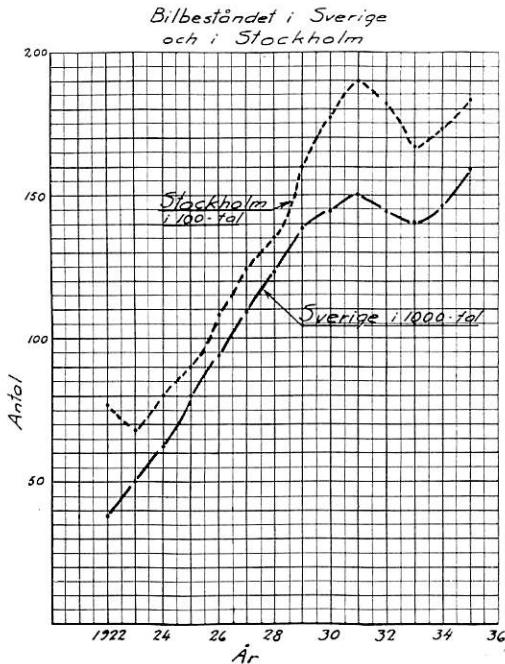


Fig. 18. Bilbeståndet i hela Sverige och i Stockholm.

bör dock taga hänsyn till det förhållandet, att bussdriften, som är snabbare med tätare trafik, sannolikt ger större inkomst.

Detta var vid nyanläggning. Vid en redan befintlig anläggning ställer sig saken annorlunda, men är även där relativt lätt att överblicka, ty det som skall jämföras är nu enbart de *rörliga* kostnaderna för det gamla trafikmedlet mot *summan fasta + rörliga* för det nya. Detta förutsätter givetvis, att det befintliga trafikmedlet kan användas utan något som helst kapitaltillskott. Så fort kapitaltillskott erfordras måste dettas andel läggas till de rörliga kostnaderna.

Säkerligen torde många ej alltför tätt trafikerade spårvägslinjer med fördel kunna ersättas med trådbussdrift, och torde den minskning i driftskostnad, som uppstår genom ökad hastighet, väl motivera övergången.

Göres övergången i samband med större ersättningsbehov av spår eller vagnmateriel, kan den ofta även motiveras med att betydande kapitalutgifter inbesparas.

Detta var i korthet några synpunkter på trådbussens ekonomiska förutsättningar. Hur ställer den sig i jämförelse med motorbussen, då det gäller lätrörlighet i gatan?

Den moderna trådbussen kan avvika c:a 4,5 m åt vardera sidan från kontaktrådets centrumlinje. De glidskor, som numera ofta användas,

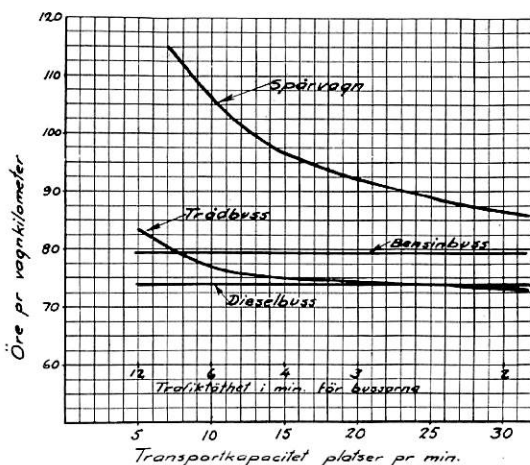


Fig. 19. Kostnader i öre pr vagnkilometer för spårvagn, motor- och trådbuss vid variabel transportkapacitet.

ha så stor fasthållningsförmåga, att kurvtagning m. m. kan ske med relativt stor hastighet, och torde trådbussen därför utefter sin linje i stort sett i rörlighet vara jämställd med motorbussen. Fig. 21 ger en föreställning om trådbussens rörlighet i gatan. I acceleration är den därjämte överlägsen och ävenledes i backtagningsförmåga.

Många företag draga sig för en övergång till annat trafikmedel på grund av omtanke för sin befintliga personal. Engelsk erfarenhet visar, att det är mycket lätt att utbilda trådbussförare av f. d. spårvagnsförare, och har detta lyckats oberoende av ålder. Det måste givetvis vara väsentligt svårare att utbilda dylika till motorbussförare.

Motorbussen äger emellertid fördelen att lätt kunna dirigeras från en linje till en annan, vilket särskilt under rusningstid har ganska stor betydelse. Den tillåter därjämte vid gatuarbeten o. dyl. tillfälliga linjeändringar och medger en lätt och smidig utbyggnad av en befintlig linje och även upprättande av mera tillfälliga linjer.

Då flera linjer passera samma gata, kan även *omkörning* mellan bus-

sarna ske, vilket är omöjligt vid trådbussdrift. På gator, som trafikeras av en mängd busslinjer, där mycket vinnes genom denna omkörningsmöjlighet och möjlighet att färdas med flera fordon i bredd (t. ex. i Londons centrum), blir därför motorbussen det enda möjliga trafikmedlet ovan jord.

Ur allmänhetens synpunkt har trådbussen ett par mycket stora fördelar. Glidskon, kontaktornerna, den elektriska motorn och kraftöverföringen, allt arbetar nära nog ljudlöst, och är trådbussen det *absolut*

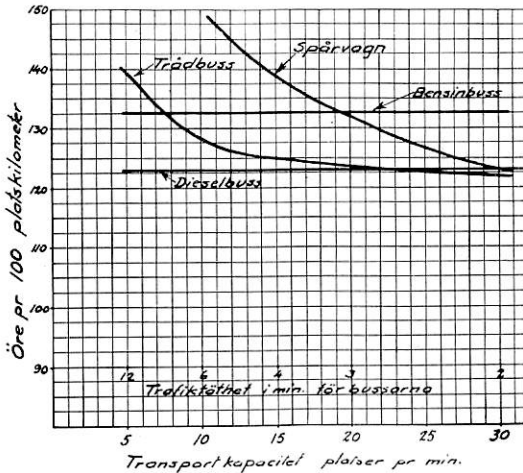


Fig. 20. Kostnader i öre pr platskilometer för spårvagn, motor- och trådbuss vid variabel transportkapacitet.

tystaste fordon, som kan tänkas. Som redan nämnts förekommer vid glidsko och radiostörningsskydd ej heller några radiostörningar; även detta en viktig sak. Vidare kan ej förekomma någon förorening av luften inne i vagnen genom avgaser eller lukt ifrån bränsle och ej heller obehag för övriga gatutrafikanter genom avgaser.

Som ovan visats är i stort sett inom ett vidsträckt område motor- och trådbussen praktiskt taget jämbördiga, men har saken ännu en sida av största betydelse. Oljan är en omstridd och för världsläget känslig produkt, och äro vi beträffande denna helt utlämnade åt godtycket, och finnas inga möjligheter att överblicka eller inverka på priser eller tillförsel i händelse av krig eller handelskonflikt, och kunna vi i vissa fall riskera att bli helt avstängda.

Elektrisk ström producera vi själva, och äro både pris och tillgång säkert uppskattningsbara.

Trådbussen måste i ännu ett avseende givas företräde, emedan det

säkerligen är väsentligt lättare att få fram vagnar av större typ som trådbussar än som brännoljebussar. Ännu finnes ingen *utexperimenterad* brännoljemotor av tillräcklig storlek (150—200 hkr.) för att giva samma acceleration och backtagningsförmåga som trådbussen i handeln, och torde det dröja årtal, innan någon sådan föreligger fullt färdig, speciellt som det förutsatts en motorplacering, så att inga platser bortgå i förhållande till trådbussen, d. v. s. en flat brännoljemotor.

Som sammanfattning kan sägas, att den moderna trådbussen är en fullt utexperimenterad produkt, vilken visat sin lämplighet för krä-

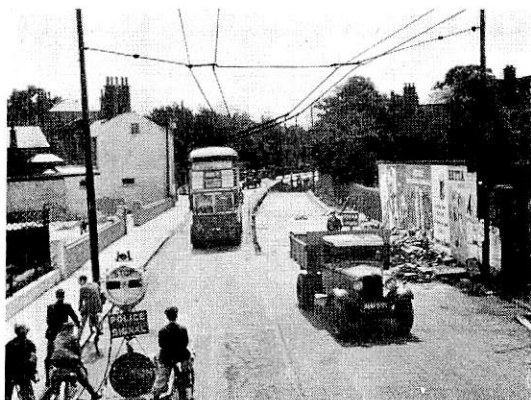


Fig. 21. En trådbuss i London passerande en linjedel, där spårvägsspåren borttagas och gatan iordningställes.

vande stadstrafik. Av allt att döma går den en snabb spridning till mötes. Spridningen speciellt i England med dominions har på senare år varit mycket hastig.

Trådbussens fördelar gentemot spårvagn äro:

mindre bundet kapital,

rörlighet i gatutrafik som en motorbuss, varigenom passagerarna kunna upphämtas vid trottoaren, behovet av refuger i stort sett bortfaller och gatornas förmåga att upptaga samtidig annan trafik ökas,

högre trafikhastighet genom framförallt ökad retardationsmöjlighet och snabbare kurvtagning.

Gentemot motorbussar har trådbussen följande fördelar:

inhemsk drivkraft,

nära nog ljudlös gång, varför trådbussen är det ideala nattrafikmedlet,

inga avgaser, ingen lukt i vagnen;

uppvärmning kan vintertid anordnas på ett behagligt och lätt reglerbart sätt;

större acceleration och kan genom den elektr. bromsningen *större genomsnittlig retardation* användas utan ökat mekaniskt underhåll;

väsentligt driftsäkrare, varigenom mindre driftstörningar uppstå och bliva underhållningskostnaderna lägre samt behövs mindre antal reservvagnar;

mindre ömtålig för felaktig och osakkunnig behandling;

lättare att köra, varför det är väsentligt lättare att utbilda spårvagnsförare till trådbussförare.

Vid övergång från spårvägsdrift kan dessutom ofta en del spårvägsmateriel användas. I synnerhet gäller detta matarekablar och omformstationer.

Många av dessa fördelar gör det sannolikt, att trådbussen blir ett av allmänheten mera omtyckt trafikmedel än motorbussen.

Den nackdel, som förefinnes gentemot motorbussen, nämligen trådbussens bundenhet till en viss bana, neutraliseras delvis av möjligheten till förflyttning korta sträckor genom batteridrift.

Ur estetisk synpunkt kan emellertid vissa berättigade anmärkningar göras mot de erforderliga luftledningarna, vilka i kurvor och avgreningar bliva vidlyftiga och relativt störande.

Ekonomisk jämförelse för Stockholms förhållanden visar, att vid *nyanläggning* trådbussen är billigare än bensinbussen vid tätare trafik än 10 min. trafik samt billigare än brännoljebuss vid tätare trafik än 4 min. trafik, och kunna spårvagnar konkurrera med trådbussdrift endast vid stora transportmängder.

Även på en befintlig spårvägsanläggning synes vissa glest trafikerade linjer med ekonomisk fördel kunna ersättas med trådbussdrift. Att spårren kasseras blir endast en *skenbar förlust*.

Vid större ersättningsbehov av spår och vagnmateriel kan en övergång till trådbussdrift även motiveras av att betydande kapitalutgifter inbesparas.

I många fall, då de ekonomiska faktorerna väga lika, kan kravet på större framkomlighet hos gatorna fölla utslaget till trådbussdriftens favör.

Då nu den starkt ökade biltrafiken och det allmänna önskemålet om spårvägsspårens borttagande från gatorna troligen leder till att spårvägstrafiken så småningom i vissa fall kommer att ersättas med bussdrift, synes trådbussen i vissa fall vara att föredraga framför motorbuss av något slag.

Intresset tycks nu även vaknat i Sverige, och finnas säkerligen flera städer, där trådbussdrift med fördel skulle kunna införas både som ersättning för spårvägsdrift med omodern materiel och för vissa nyan-

läggningar. En sak, som dock måste undersökas, är vilken ställning trådbussen ur rent legal synpunkt kommer att få och hur beskattnings- och försäkringsförhållandena bliva. Denna sak kan förmodligen endast avgöras av riksdagen, och vore det önskvärt, att initiativ toges för att få upp frågan därstädes. Troligt är, att om saken från början lägges upp på rätt sätt, en viss befrielse från beskattning kunde utverkas under åtminstone de första åren för att hjälpa trådbussen vid starten och stimulera intresset för densamma. Den använder svenskt drivmedel och kan säkerligen snart även helt tillverkas inom landet.

Innan dessa frågor äro avgjorda, kunna inga säkra kalkyler göras, och ej heller trådbussens lämpliga användningsområde fastställas.

Diskussionsinlägg:

Direktören C. A. Reuterswärd, Göteborg:

Sedan två år tillbaka har det skett stora förändringar och modernisering, och motorbussen kan ju anses ganska fulländad. I avseende å trådbussen finns det emellertid ett par frågetecken, som ingenjör Björck också framhöll, och det är bland annat den lilla detaljen om själva »trissan». I den tekniska litteraturen har man ju sett, att många företag övergått från sådan trissa till *glidsko*. Efter vad jag har hört dock ej alltid med så lyckat resultat. I England finns det företaget, som från början använt glidsko, men sedermera övergått till trissa, ty glidskon har slitits ut onormalt fort, enligt uppgift på 8 dagar i vissa fall. Fasthållningsförmågan mot ledningen är, som föredragshållaren sade, stor, men t. o. m. för stor, så att ibland ledningarna ryckts ned. Detta har gjort, att de ej funnit glidskon så bra.

En stor fördel hos trådbussen är emellertid den stora accelerationen. Drivmedelskostnaden får emellertid ej förbises och ha vi där dieselbussen som en farlig konkurrent. Den är i England mycket använd och i en stad där, som haft och ännu har spårvagnar, har man erfarenhet av att under likartade förhållanden kostnaderna för elektrisk ström och brännolja per vagnkilometer vid bussdrift bli ungefär desamma. Då är priset för strömmen 4,9 öre/kWtim. och för brännolja 21 öre per liter. I Sverige räkna vi endast med 15 öre för brännolja, och är detta mycket viktigt att tänka på vid eventuell övergång till ett nytt trafikmedel.

Strömförbrukningen är betydligt högre för en trådbuss än för spårvagn, minst c:a 50 %. I England räkna de med billigare strömpris än vi här hemma betala. Enligt uppgifter, som jag fått, överstiger sällan priset i England 4,5 öre per kilowattimme. Kunna vi få ner strömpriset, så kommer det givetvis att stimulera användningen av trådbussar här hos oss, men om strömpriset är högt, så har fortfarande trådbussen en allvarlig konkurrent i dieselbussen.

Ingenjören C. Wijkborn, Västerås.

Man kan undra, om det inte skulle vara lämpligt att studera de s. k. tvåkraftsbussarna litet närmare. I Amerika har man satt igång en del sådana for-

don, och det påstås, att dessa fordon skola kunna anskaffas till ungefär samma kostnader som en dieselbuss. I Amerika har man redan elektrisk överföring för ett stort antal bussar, ungefär 2 000 st. Man fann, att dessa bussar hade vissa tekniska fördelar och framför allt fördelar för alla slags trafikarbeten. De voro lugnare o. s. v. Förarna hade även en viss förkärlek för att köra dem. Beträffande jämförelse mellan diesel- och trådbuss har det visat sig, att den senare medför en ökning i trafiken. Det måste man taga i betraktande också, och inte bara bränslekostnaden. Det förefaller mig även som om det finnes många andra stora fördelar, fast man inte direkt kan värdera dem ekonomiskt.

Spårvägschefen *Otto Lange*, Hälsingborg.

Frågan angående införande av trådbussar i Hälsingborg har redan tidigare vid flera tillfällen varit föremål för utredningar men blev för en tid sedan särskilt aktuell, då den mellan Stortorget och Bankogården med bensenbussar trafikerade linjen skulle utsträckas till Ramlösa brunn.

I anledning härav utarbetades en utredning, där trådbussdriften jämförts med bensenbuss- och dieselbussdrift.

Ur denna utredning lämnas följande huvuduppgifter:

1. *Linjesträckningen* Sundstorget—Ramlösa 6,47 km.
med avgrening till Folkets Park 0,60 »
2. *Ledningsnätet* utföres 4-trådigt med vändslingsor och erforderliga växlingsanordningar.
3 matarepunkter anordnas.
Anläggningskostnad pr km trolleyluftledning kr. 32 000:— exkl. korsningskomplex och specialkonstruktioner.
3. *Vagnarnas kapacitet* 50 personer.

Anskaffningskostnad pr vagn.

Trådbuss ..	pr st. 45 000:— kr., platskostnad	900:— kr.
Bensenbuss ..	pr st. 35 000:— » »	700:— »
Dieselbuss ..	pr st. 38 000:— » »	760:— »

4. *Garage och verkstäder.*

Mindre utbyggnad, kostnad pr vagn	5 000:— kr.
Större » , » » »	14 000:— »

5. *Driftkostnader.*

Uppdelas på *fasta* och *rörliga*; ränta å anläggningskapitalet är antagen till 5 %.

Avskrivningar för trolleybussar	8,5 %
» bensenbussar	15 %
» dieselbussar	15 %
» trolleyluftledning	3 %
» garagebyggnader	2 %

Personalkostnader inkl. beklädnad pr man och år 9 500:— kr.

Strömpriset 5,5 öre pr kWh

Bentylpriset 22,3 öre/l

Råoljan inkl. beskattningen från och med 1937 15 öre/l

Strömförbrukning för trolleybuss 1,5 kWh/vkm
mot 0,625 kWh vid spårvägen.

Specifikation över rörliga driftkostnader exkl. personalkostnader.

	Trolley	Bentyl	Diesel	
Förvaltning	1,47	1,47	1,47	öre/vkm
Drivkraft	8,25	10,76	5,00	»
Strömledningar	1,00	—	—	spårv. 0,40 öre/vkm
Vagnunderhåll	11,40	15,03	16,26	öre/vkm
Garage	0,35	0,35	0,35	»
Allm. omkostnader	2,73	2,73	2,73	»
	<hr/>	<hr/>	<hr/>	
Summa öre	25,20	30,34	25,81	öre/vkm

Vagnunderhållet.

Underhåll och renhållning ..	6,75	9,47	10,50	öre/vkm
Ringar	2,60	3,21	3,21	»
Skatt (bils katt)	1,50	1,50	1,50	»
Försäkringar (trafik)	0,50	0,50	0,50	»
Smörjoljor	0,05	0,35	0,55	»
	<hr/>	<hr/>	<hr/>	
Summa öre	11,40	15,03	16,26	öre/vkm

Vagnkilometer beräkning: trafiktid 18 timmar pr dag året runt, inkl. morgon- och nattrafik.

Turlistor. Medelreshastighet ~ 16 km/h,

i vissa fall ökad till ~ 19 km/h där sådan kan genomföras.

Alternativa förslag till turlistor har upprättats för resp 20, 15, 12, 10, 7,5, 6 och 5 min. trafik, för vilka trafiktyper även driftkostnadsberäkningar föreligga.

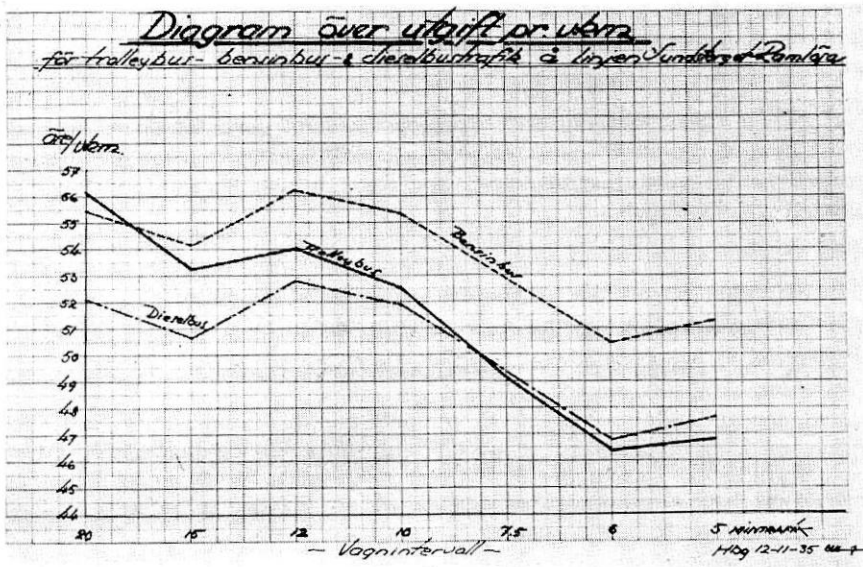
Resultatet av den verkställda utredningen torde kunna sammanfattas enligt följande:

Av de tre jämförda trafikmedlen uppvisar trådbusstrafiken de högsta anläggningskostnaderna på grund av dels, att särskild luftledning är erforderlig, dels att anskaffningskostnaden pr vagn är högst motsvarande en kostnad av 900:— kr. pr disponibel plats mot 760:— kr. för dieselbussen och 700:— kr. för bensenbussen.

Kapitalkostnaderna ställa sig gynnsammast för bensenbussen vid samtliga transportkapaciteter under det att dessa kostnader äro lägre för dieselbussen än för trådbussen t. o. m. en vagnintervall av 7,5 minuter, varefter en omsvängning till trådbussens fördel äger rum.

Vid beräkning av de rörliga kostnaderna framgår, att dessa vid 20 min. trafik ställa sig fördelaktigast för dieselbussen, som bibehåller denna sin ledareställning tills en vagnintervall mellan 10 och 7,5 min. trafik uppnåts, då trådbussens utgiftskurva skär dieselbussens och uppvisar gynnsammare resultat i detta avseende och bibehåller vid minskad vagnintervall denna ställning. Betraktar man trådbussens och bensenbussens inbördes relationer framgår att bensenbussen vid 20 min. trafik visar en obetydligt bättre ställning än trådbussen under det att redan vid 15 min. vagnintervall förhållandet är omkastat. Vid fortsatt minskad vagnintervall ökas divergensen mellan dessa båda utgiftskurvor till förmån för trådbussen (se nedanstående diagram).

Driftresultat. Vid sammanförandet av samtliga driftkostnader framgår, att å ifrågavarande linjesträckning endast 20 min. trafik äger full ekonomisk



bärighet (på basis av den verkställda passagererekalkylen) för samtliga tre trafikmedel.

Vid denna trafik lämnar dieselbussdriften största driftöverskott med c:a 22 000:— kr. pr år varefter följa i ordning trådbuss och bensinbuss med respektive 15 700:— och 13:000 kr.

Vid 15 min. turlista uppvisa samtliga trafikmedel underskott utom dieselbussen, i det fall den högre medelreshastigheten av 18,9 km/h begagnas, då ett obetydligt driftöverskott uppstår.

Ingenjören H. Björck, Stockholm.

Direktör Reuterswärd nämnde, att hos vissa förvaltningar i England hade glidskor inte visat sig bra. Detta beror nog på, att dessa företag äro ganska nya som trådbussföretag och kanske ej hade tillräcklig erfarenhet om dessa glidskor. I London hade de ej haft några större svårigheter, men de påpekade nödvändigheten av att smörja kontaktledningarna och använde de själva smörjningsanordningar av amerikanskt ursprung. Jag tror därför att om kontakttråden smörjes ordentligt, kan man mycket väl använda glidskor. Att tråden i en del fall rivits ner har kanske också berott på att förarna varit ovana vid det nya trafikmedlet. Direktör Reuterswärd omnämnde även, att strömförbrukningen skulle bli väsentligt högre för trådbuss än för spårvagn. Detta gäller nog endast per tonkm, och kunna trådbussar i regel göras så mycket lättare, att förbrukningen per vagnkm ställer sig likartad. Det finns nog emellertid ingen möjlighet för trådbussar att med nu gällande strömpris i drivmedelkostnad konkurrera med dieselbussar.

Ingenjör Wijkbom talade om dubbelkraftvagnar. Jag omnämnde desamma under namnet »All service vehicle», men måste dessa bli c:a 1 000 kg tyngre än en vanlig trådbuss. Ett batteri kan eventuellt göra samma tjänst och är billigare i underhåll och anskaffning och slipper man släpa på så stor

dödvikt. Det är dock intressant att notera att dessa dubbelkraftvagnar framställts även på andra ställen. Sedan talade ingenjör Wijckborn om, att trådbussarna drogo många passagerare. Jag tror inte, att det gjorts någon övergång från motorbuss till trådbuss, så att någon erfarenhet finns om detta. Vid övergång från spårvägsdrift ökar passagerarefrekvensen även vid övergång till motorbuss och jag tror inte, att skillnaden vid övergång till trådbuss skulle bli så stor, ehuru nog vissa saker kunna göra trådbussen mera omtyckt av allmänheten.

En ytterligare fördel hos trådbussen som kanske ej tillräckligt framhålits är att en trådbuss f. n. kan göras väsentligt större än en motorbuss. En elektrisk motor på 80 hkr är jämförbar med en dieselmotor på c:a 200 hkr och någon sådan finnes ännu ej utexperimenterad. En trådbuss kan därför utföras för större passagerarekapacitet än en dieselbuss.

Direktören *G. Hellgren*, Stockholm.

Med den fulländning trådbussen nu nått kan densamma anses fullt jämförbar med en modern spårvagn och motorbuss. Det gäller därför att vid varje trafikbehov noga undersöka, vilket av dessa tre trafikmedel lämpligast bör komma till användning.