

Bensin- och brännoljebussar.

Föredrag av överingenjören *Thor Lange*, Stockholms spårvägar.

Brännoljemotorernas användning i bussar har på senaste åren ökat i mycket hastigt tempo. Det torde därför vara av stort intresse för varje företag, som har dylika motorer eller står i begrepp att anskaffa bussar för drift med brännolja, att veta något om kostnader samt allmänna för- och nackdelar.

Detta föredrag kommer huvudsakligast att avse en jämförelse mellan specialbyggda motorer för olika drivmedel och dess inverkan på bussdrift ur såväl ekonomiska som allmänna synpunkter. Vid dessa jämförelser komma endast sådana faktorer att beröras, som giva olika resultat i ena eller andra avseendet. Jag kommer således icke att angiva de totala kostnaderna, utan endast skillnaderna i besparingar, respektive merutgifter, med utgångspunkt från bussar, utrustade med bentylmotorer.

Allmänna konstruktionsprinciper.

Innan jag börjar med redogörelsen beträffande kostnaderna för ena eller andra motortypen, vill jag medelst några schematiserade bilder visa de konstruktiva skillnaderna, samt något beröra det vitalaste under arbetscykeln. De anordningar som finnas för luftens, bränslets eller gasens intagning i motorns kompressionsrum samt gasblandningens antändning äro i princip något olika.

1. Den typ av bensinmotor, som mest användes för bildrift, är byggd enligt 4-taktsprincipen. 2-takt förekommer, men ännu ej i någon större utsträckning. I 4-takts bensinmotorer insuges gasen eller bränsleblandningen genom en separat förgasare, varest luft och bränsle blandas delvis till en gas, vars gasegenskaper förbättras genom kompressionen i cylindern och där antändes medelst elektrisk gnista.

2. För drift med sprit eller blandning av sprit och bensin användes samma konstruktionsprincip å motor som vid drift med enbart bensin, men kompressionssluttrycket är högre, och är dessutom en luftförvärmning anordnad för den till förgasaren ingående luften. Vid stor sprittillsats användes även en eftervärmningsanordning emellan förgasaren och kompressionsrummet.

3. Vid drift med fotogen eller brännolja i motorer enligt förgasarsystemet måste en mycket kraftig förvärmning för såväl luft som bränsle anordnas. Många försök att medelst värme åstadkomma förgasning å de tyngre bränslena ha gjorts, men dessa försök ha numera praktiskt taget övergivits, sedan motorkonstruktioner med insprutningspumpar kommo i marknaden.

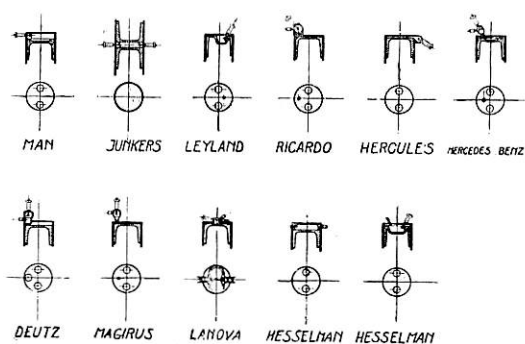


Fig. 1. Schematisk bild av olika utformning av kompressionsrum.

4. Då det gäller drift med tyngre bränslen, särskilt brännolja, torde principen bränslets insprutning direkt i motorns kompressionsrum vara vida överlägsen förgasaremotorerna.

De första motorer som utnyttjade brännoljan voro tändkulemotorer enligt 2-taktsprincipen. Dessa motorer användas huvudsakligast för båtdrift och stationära ändamål och kunna i detta sammanhang utelämnas.

5. Den motortyp för drift med brännolja, som först visat sig användbar i bildrift, var en 4-taktsmotor med låg kompression och direkt insprutning av bränslet samt med elektrisk tändning av gasen. Denna motortyp har konstruerats av Ingenjör Jonas Hesselman och dess konstruktionsprincip benämnes i dagligt tal Hesselmanmotorn.

6. En annan typ av motorer för drift med brännolja och direkt insprutning av bränslet är den s. k. Dieselmotorn. Den skiljer sig

från nyssnämnda däri, att den saknar elektrisk tändning. Motorn är konstruerad med litet kompressionsrum, varigenom ett högt kompressionsluttryck erhålles.

Man skiljer på Dieselmotorer med hänsyn till om bränslet insprutas direkt i kompressionsrummet omedelbart ovanför kolven eller i en s. k. förkammare. Dessutom ha olika konstruktörer sökt giva detta kompressionsrum något olika utformning på grund av den ena eller andra orsaken. Några variationer av kompressionsrummets utformning framgå av fig. 1 till 4. De motorer, vilka vi i Stockholms Spårvägar kunna jämföra sinsemellan och med bentylmotorn, äro Hesselmanmotorn, Scania-Vabis Diesel och Leyland Diesel.

Scania-Vabis har förkammare, vars konstruktionsprincip härstammar från en svensk konstruktör, Harald Leissner, som för åtskilliga år sedan gjorde «LW»-motorn med förkammare.

Leyland har sin egen Dieselkonstruktion med direkt insprutning.

Brännoljemotorn i Sverige.

Intill 1930 års början voro bensinmotorer för bilar och bussar i majoritet. Från denna tidpunkt kan antecknas allvarligt intresse att söka utnyttja andra bränslen än bensin. Långt tidigare hade försök att driva automobiler och även bussar med träkolgas gjorts, men på grund av effektförlust, som därvid uppstår, plus skrymmande utrymme ha dessa ännu ej nått någon större användning. Motorer för drift med brännolja ha intresse för nyttotrafiken och denna olja är mindre eldfarlig än bensin, billigare och framför allt bekvämare att handskas med än träkol.

Aktiebolaget Stockholms Spårvägar kan berömma sig av att ha haft den första brännoljebussen i världen. Denna insattes i trafik år 1930 och var en lågtrycksmotor enligt Ingenjör Jonas Hesselmans konstruktionsprincip med direkt insprutning och elektrisk tändning. Den var utförd vid Aktiebolaget Scania-Vabis verkstäder i Södertälje.

Med denna provmotor kördes en distans av 17.000 km. Bränsleförbrukningen blev i stadstrafik 0.319 liter per km, vilket, jämfört med våra bentylbussar (50 % bensin och 50 % sprit), gav 32 % besparing i volym räknat, och i kostnader något över 70 %. Brännoljan var då ej skattebelagd.

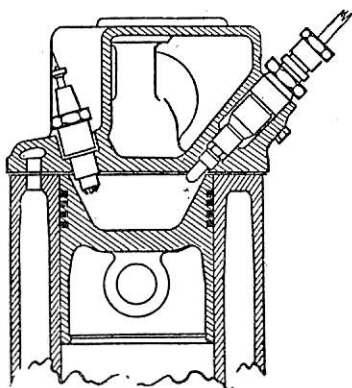
Efter denna tidpunkt kan antecknas, att ett flertal fabrikanter sysselsatte sig med experiment med brännoljemotorer för bildrift,

konstruerade med direkt insprutning i cylindern, och således utan förgasare. Den verkligt påfallande stora ekonomiska vinsten i bränsleutgifter utgjorde utan tvivel den största sporren till, att såväl tillverkare som köpare med intresse följde varje steg i brännoljemotorernas utveckling.

I detta föredrag ämnar jag icke vidare beröra brännoljemotorernas historik, varför jag nu går direkt in på förhållandena av idag, sådant vi nu se problemet.

Jämförelse i driftkostnader mellan olika motorer.

Brännoljemotorn kan, som tidigare nämnts, med hänsyn till gasens tändning uppdelas i två huvudgrupper beträffande konstruktions-



Genomsnitt av Hesselmanmotorns kompressionsrum med toppinsprutning

Fig. 2.

principen: den ena gruppen lågtrycksmotor med elektrisk tändning (*Hesselman-principen*), den andra gruppen högtrycksmotor, där gasen tändes på grund av det höga kompressionstrycket. (*Diesel-principen*).

Dieselmotorerna kunna ävenså uppdelas i två grupper: den ena kallas förkammarsystem och den andra direkt insprutning i motorns kompressionsrum. Det blir således i stort sett 3 grupper brännoljemotorer, som böra jämföras med bentylmotorerna.

Allmänt sett torde den största erfarenheten finnas från drift med bensin och bentylmotorer och därefter med brännoljemotorer enligt system Hesselman. Vad Dieselmotorer beträffar, börja våra erfarenheter från år 1936.

De faktorer som inverka på totalekonomin äro:

kostnader för bränsle,
bussens inköpskostnader,
kostnader för reparationer och underhåll samt
bussens livslängd och därav beroende amortering.

Vid jämförelse mellan bussar, drivna med bensin eller bentyll å ena sidan och brännolja å andra sidan, ha de sistnämnda motortyperna tillkommit och uppnått en berättigad existens på grund av de före beskattningen betydligt minskade utgifterna för bränslet. Vinst förefinnes visserligen även efter nu gällande beskattning, men denna beror dels på de relativa priserna å respektive bensin, sprit och brännolja, och dels i mycket hög grad på den beskattning per liter bränsle som nu finnes och som eventuellt kan komma.

Vad de svenska förhållandena beträffar, vill jag nämna, att bensinen för närvarande beskattas med 10 öre per liter och brännoljan med 7 öre per liter. Efter den första juli innevarande år ökar skatten med 2 öre per liter å såväl bensin som brännolja. Sprit, tillverkad inom landet, är ännu obeskattad.

Bruttobesparingen.

Utgår jag från de 3 brännoljetyperna, nämligen Hesselman, Diesel förkammare och direkt insprutning, en beräknad körning per buss och år i stadstrafik av 52.000 km. och i förortstrafik 67.000 km, samt ett medeltal av 57.000 km, skulle följande bruttobesparingssiffror på enbart bränslekostnaderna erhållas vid jämförelse med samma kostnader vid bentyldrift.

Motortyp	Besparing per 57.000 km. (medeltal kr. per år för stad och förort)
Hesselman	3.700:—
Diesel förkammaressystem	4.000:—
» direkt insprutning	4.400:—

Vid jämförelse mellan förkammaressystem och direkt insprutning måste man taga hänsyn till driftens likvärdighet. Utväxlingsförhållandet i bakaxeln har ävenså en viss inverkan på resultatet.

Kostnadsökning vid drift med brännoljemotorer.

Bruttobesparingarna vid drift med brännolja variera således mellan 3.700:— till 4.400:— kr. per vagn och år. Brännoljemotorer, såväl Hesselman- som Dieselmotorer, ha emellertid hittills varit dyrare i inköp än bensin- eller bentylmotorer. En buss, utrustad med Hesselmanmotor, har i runt tal betingat ett merpris av 2.300:— kr. Mot-

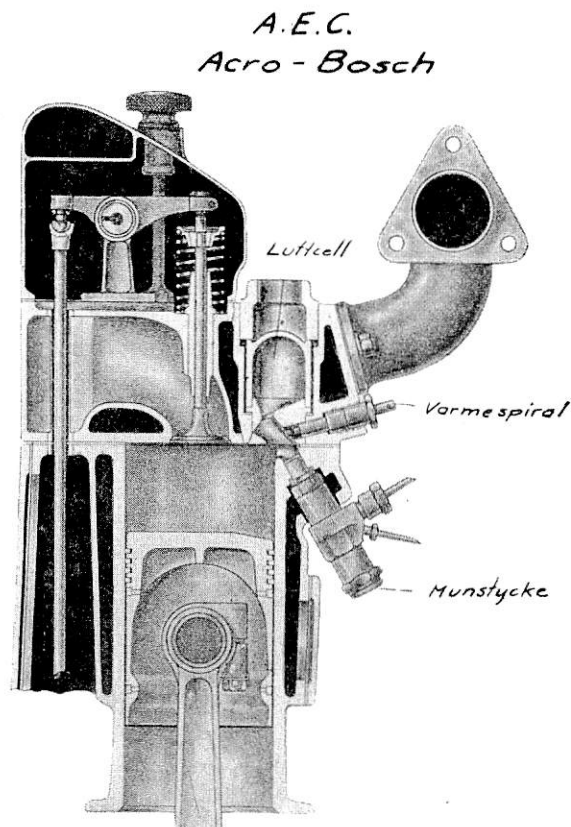


Fig. 3. Genomskäring av A. E. G. med förekommande system.

svarande förhöjning med Dieselmotor är cirka 3.500:— kr. Förutom den motor som finnes i varje buss räkna vi med en reservmotor per 20 bussar och för den skull böra till ovannämnda kostnad läggas 5 %. Merkostnaden per buss blir därvid:

med Hesselmanmotor	2.400:— kr.
» Dieselmotor	3.650:— kr.

Utgår man från 15 % avskrivning blir merkostnaden per år i avskrivning

med Hesselmanmotor	360:— kr.
» Dieselmotor	550:— kr.

Bussar, försedda med Dieselmotorer, äro cirka 200 kg. tyngre i vikt, delvis beroende på att vissa delar i motorn äro kraftigare dimensionerade, t. ex. motorns vevhus, fästansordningarna m. m. Därtill kommer 24 volts batteri i stället för 12 volt. För varje

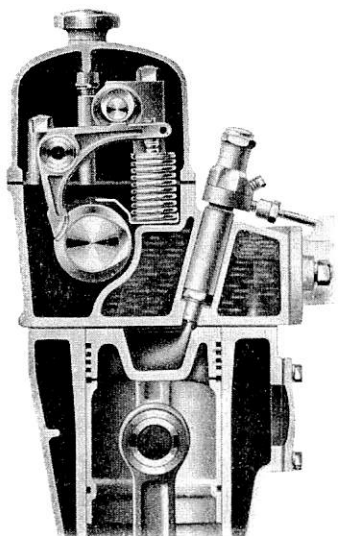


Fig. 4. Genomsnitt av Leyland med direkt insprutning.

påbörjat 100 kg. erlägges en skatt av 16:— kr. per vagn och år. Dessutom tillkommer i merkostnad för batteri 75:— kr. per vagn och år.

Sedan avskrivningskostnaderna och merkostnaderna för vikten och batteri frändragits besparingarna, återstår således:

för Hesselman	c:a 3.300:— kr. per år
» Diesel förkammare	» 3.400:— » » »
» » direkt insprutning	» 3.700:— » » »

Dessa vinster komma emellertid ej helt trafikanter och företagare till godo, utan ytterligare en del bortgår till underhållskostnader.

Olika motorers egenskaper beträffande slitage.

Betraktar man vad som verkligen händer inom motorn under arbetscykeln, framgår tydligt, att bussar, utrustade med högtrycksmotorer, måste kosta mer i underhåll än sådana, som äro utrustade med lågtrycksmotorer. Jag har här uppgjort ett diagram (Fig. 5), som utvisar tryckförhållandena i motorcyllindern vid drift med i ena fallet spritbensin och Hesselmanmotorer (lågtrycksmotorer) i andra fallet Dieselmotorer (högtrycksmotorer). Av detta diagram framgår vilka stora tryckdifferenser som finnas, då det gäller ena eller

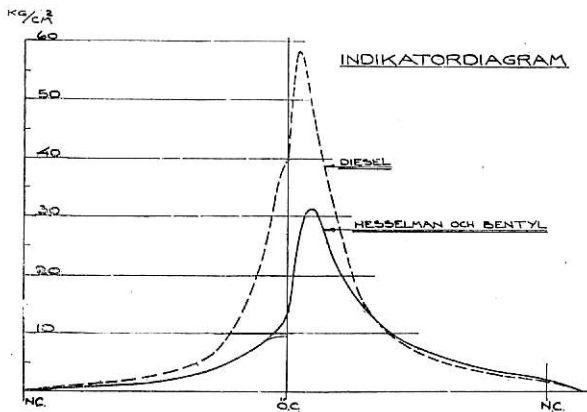


Fig. 5.

Jämförande tryckförhållanden i motorers cyllindrar vid sprit-, bensin- och Hesselman med dieselmotorer.

andra gruppen av motorer. Ju större tryckdifferenserna äro mellan de olika takterna under arbetscykeln, desto kraftigare svängningar och vibrationer uppstår det i motorn, vilka därefter övergå till chassi- och karossdetaljer. Ostridigt är, att vibrationernas skadeverkan stiger i en viss proportion till motorns maximala tryck, så att värdet kan antagas vara noll vid en turbins jämna vridande moment och högst vid Dieseln's stora ojämna vridande moment. I bently- och Hesselmanmotorer komprimeras gasblandningen till cirka $9\frac{1}{2}$ kg. per cm². Innan tändningen äger rum, måste en viss överskottsenergi från föregående expansionsslag magasineras i svänghjulet för att kunna komprimera gasblandningen till nyssnämnda tryck, utan att den periodiska olikformighetsgraden blir för stor. I Dieselmotorn komprimeras luften före insprutnings- och tändningsögonblicket till cirka 38 kg. per cm². Ett betydligt större negativt arbete behöver således uttagas från svänghjulet, vilket kräver ett betydligt tyngre svänghjul

för att ernå samma periodiska olikformighetsgrad i Diesel, som bentlys och Hesselmanmotorer. Se i övrigt å tangentialkraftdiagrammet (fig. 6) hur kraftiga skarpa spetsar som uppstår å Diesel omedelbart efter det kolven passerat övre toppläget. Med hänsyn till trafikens krav på en snabb acceleration och retardation av motorns varvantal, kan svänghjulet ej göras proportionsvis så tungt, varför den periodiska olikformighetsgraden blir större, och därmed även vibrationerna från motorn. På grund härav uppstår i en dieselbuss större

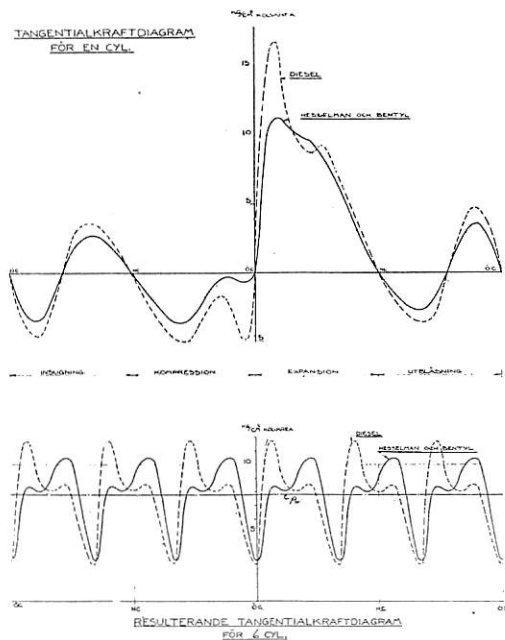


Fig. 6. Jämförande tangentialtrycksdiagram å Hesselman och Diesel.

periodiska svängningar mellan motorn och bakhjulen än vad fallet är å en bensin- eller Hesselmanbuss. Ju större dylika torsionssvängningar äro, desto mer förkortas livslängden å de detaljer, som skola överföra energin från motorn till bakhjulen.

Jämföres maximala trycket under expansionsslaget mellan de båda motortyperna, så framgår det vilka betydande tryckstegringar som förekomma i Dieselmotorn. Härvid uppstå under expansionsslaget reaktionskrafter, vilka åstadkomma rätlinjiga svängningar å såväl chassi som kaross. Det visade sig, när man började använda Diesel-motorn, att stora svårigheter förefunnos att få en rimlig livslängd på lager och axlar. Mycket arbete har nedlagts härpå och resultatet

har blivit, att de delar, som beröras av de höga trycken, blivit dyrare än motsvarande delar av en lågtrycksmotor. Här skulle jag vilja påstå, att viktigaste förbättringen för att klara det högre trycket i Dieselmotorn vore, att man erhöle en smörjolja, vars oljefilm hade motsvarande hållfasthet.

Ett faktum är, att periodiska olikformighetsgraden i Dieselmotorn är större än i en lågtrycksmotor. Vid de varvantal eller i de fall, då det periodiska svängningstalet inom motorn är synkroniserat med svängningstalet hos vissa axlar eller detaljer i chassi och kaross, komma vibrationerna att öka, och som följd därav ödelägga materialet på kort tid.

De detaljer, som förutom karossen bli hårdast ansatta av vibrationerna från motorn, äro dess fästanordningar, rörförbindningar såsom bränslerör, vattenrör, oljerör m. m. Vidare komma koppling, kardanknutar och kardanaxel samt växelhjul och t. o. m. ringar att lida därav. Som jag tidigare nämnde, ha vi vid Stockholms spårvägar icke haft tillräckligt lång provningstid å Dieselmotorerna för att kunna giva ett fullt objektvt slutligt omdöme, när det gäller jämförande kostnader för reparationer och underhåll. Vi hava emellertid möjligheter att redan nu avläsa jämförande värden, som, om de för dagen icke kunna angivas i exakta kostnader, dock giva ett varsel om, att hela den stora minskning av utgift för bränsle eller vinst i bruttoutgifterna icke odelat komma allmänheten och företaget tillgodo, vilket för övrigt framgår av nedanstående tabell.

Jämförelsetabell över justerings- och reparationsåtgärder.

	Motor	Br. pump	Koppl.	Hydr. väx.	Växel-låda	Broms	Bak-axel	Elektr.	Kaross
Hesselmanmotor. . .	180 %	210 %	100 %	100 %	100 %	150 %	100 %	128 %	120 %
Dieselmotor.	100 %	100 %	200 %	180 %	1200 %	100 %	300 %	100 %	100 %

Av bifogade tabell framgår skillnaden i reparationsåtgärder mellan Hesselman- och Dieselmotorer. Reparationsåtgärderna beträffande motorerna gälla brännare, bränslerör, vacuumtankar, oljerör, toppstycken, ventiler, avgasrör och kylare, slangar, vattenpumpar, fläktremmar och dess stoppanordning, vacuumpump och oljetryck. De här omnämnda justerings- och reparationsåtgärderna gälla såväl Hesselman som Diesel. Därtill kommer speciellt för Hesselman byten av tändstift, tändapparat och justering av bensinsprutor.

I detta sammanhang kan beträffande Hesselman nämnas, att tändstiftsförbrukningen på en Hesselman jämfört med en bensinmotor kostar 0,03 öre mera per km. De uträkningar vi företagit för att erhålla jämförande kostnader mellan en Hesselmanmotor och en bentylmotor ha visat, att Hesselmanmotorn ej kostar över 0,75 öre mera per km. än bentylmotorn. Beträffande bränslepumpar behöva dessa å Hesselman flera tillsyningsåtgärder än Dieselmotorerna. Den huvudsakliga anledningen härtill torde vara att söka i en del uppmärksningar som varit nödvändiga för en bättre kontroll av bränslepumpens ställning, och torde, sedan hela serien vagnar genomgått, dessa fel bliva lika som i Dieseln.

Vad kopplingar angår, är förhållandet omkastat, så att flera tillsyningsåtgärder äro nödvändiga med Dieselmotorn.

Sak samma gäller hydrauliska växeln och den mekaniska delen av växellådan.

De här sist åsyftade åtgärderna äro byten av kopplingar, spolning, justering, extra smörjning och byten av rör, ejektorer, rengöring av filter, luftning och dragning av rörskarvar.

Vad bromstillsynen beträffar, så synes det som om Hesselmanmotorn erfordrade flera tillsyningsåtgärder än Dieselmotorn. Dessa arbeten gälla byten och belägg, trummor, packningar, slangar och stag, bromsolja, luftning och omställning. Orsaken varför flera åtgärder vidtagas å Hesselmanmotorn än å Dieselmotorn torde i regel vara, att vacuumpumpen på Hesselman har mindre kapacitet än en på Diesel.

Vad framvagnen och styrningen beträffar, torde dessa vara helt oberoende av Hesselman eller Diesel. Bakaxelfel synas vara betydligt flera å Diesel än å Hesselman.

Dessa fel avse byten av bakaxelknutar, bultar till dito, samt ompackning av nav.

De elektriska felen äro flera å Hesselman än å Diesel. De elektriska tillsyningsåtgärderna gälla byten av generator med kopplingar, startmotor och strålkastare, körriktningvisare, vindrutetorkare, lampor, säkringar och signaler.

Vad karossfelen beträffar, torde dessa hitintills endast gälla sådana detaljer, som icke äro beroende av huruvida bussen är utrustad med Hesselman eller Dieselmotor.

De arbeten beträffande karossen som utförts gälla justering av dörrar och fönster, dörrstängare, reparation efter motkörningar av tak, golv och fotsteg samt arbeten med värmeledningen.

Här ovan gjorda iakttagelser gälla ett 20-tal vagnar, som var och en rullat c:a 50.000 km. Vid detta km-tal ha ännu ej några större reparationer å vare sig motorer, chassier eller karosserier företagits, vadan fullt objektiva jämförande kostnader å bentyll, Hesselman och Diesel ännu ej av oss kunna angivas.

Även vad ringarna beträffar kunna olikheter spåras, som, om de ej direkt kunna angivas i kostnader, dock visa tendens till stegring av reparationsåtgärderna.

Bentyll	0,10 byten/1.000 km.
Hesselman	0,19 —»—
Diesel	0,25 —»—
Scania-Hesselman	534.811 km. 14 byten. 0,04 byten/1.000 km.
Diesel, dir. insprutning	716.386 » 122 » 0,17 —»—

Nettobesparingar med olika motorer.

Från de nettobesparingar, som jag tidigare nämnde, nämligen

för Hesselman	3.300:— kr./år,
» Diesel förkammare	3.400:— » och
» dir. insprutning	3.700:— » ,

skall, sedan nu gällande skatter och amorteringar frändragits, avdragas merkostnader för respektive gruppers speciella underhåll. Denna merkostnad beräknas bliva respektive 450:—, 500:— och 700:— kr. årligen för Hesselman, Diesel förkammare och Diesel med direkt insprutning.

Innan jag lämnar kapitlet om kostnader skulle jag vilja framhålla, att underhållskostnaderna, särskilt för Dieselmotorbussar, ostridigt bleve högre i stadstrafik, om icke den hydrauliska växeln, som neutraliserar torsionssvängningarna vid igångsättningar och körning på växel, hade funnits.

Den efter 1 juli i år ökade bränsleskatten kommer ytterligare att minska vinstmarginalen med cirka 450:— kr. per vagn och år. Sedan de ökade underhålls- och skattekostnaderna frändragits, erhållas följande besparingskostnader:

Hesselman	2.400:— kr./år,
Diesel förkammare	2.500:— » och
Diesel dir. insprutning	2.600:— »

Med denna vinst skall framtidens krav mötas, vilka gå ut på, att erbjuda allmänheten bättre och bekvämare resor inom staden och till förorterna, vilka växa allt längre och längre ut från stadens centrum.

Brännoljemotorerna ha givit trafikföretagen en ekonomisk hjälp i form av minskade bränsleutgifter, men en del av denna vinst har åtgått till underhållskostnader. Därtill komma utgifter för experiment, undersökningar och förbättringar.

Vid de första försöken med brännoljemotorer åtgick en mycket stor del av vinsten till experiment och omändringsarbeten, och ännu

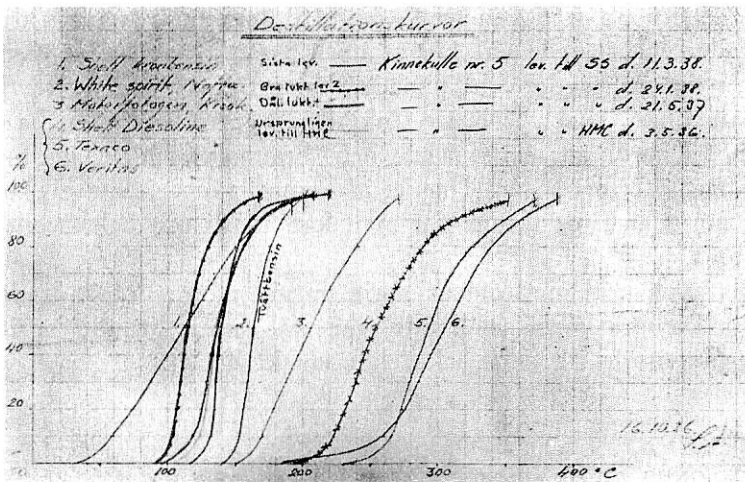


Fig. 7. Destillationskurva.

finns åtskilligt kvar att göra för att ernå samma goda gång och egenskaper hos en brännoljemotor som en bensinmotor. Vid Stockholms spårvägar nedlägg vi mycket arbete på förbättringar, särskilt med hänsyn till avgasrök och lukt. Vi ha omlagt en del av vårt tillsynings- och justeringsprogram. Dessutom ha vi utfört förbättringar i form av nya detaljkonstruktioner och anordningar för en snabb kontroll av motorns inställning m. m.

Olika bränslen och deras egenskaper.

Vi ha utfört och provat en del olika anordningar för gasens utblåsning, samt mycket ingående undersökt olika bränslen och deras egenskaper med hänsyn till rök och lukt. Fig. 7 utgör en destillationskurva över olika bränslen. Det bränsle som i början av körning

med brännoljemotorer mest användes, var bränslet som hade en destillationskurva, å fig. numrerad med 4, mellan 200 till 350 grader. När vi körde med brännolja enligt n:r 5 eller 6, där destillationskurvan uppgick till närmare 500 grader, visade det sig, att man vid tomgång och lägre belastningar fick rökiga avgaser. Vid försök att köra med enbart bensin (kurva n:r 1 å fig.) visade sig detta vara omöjligt, då motorn blivit varm. Bensinens förångningskurva är för låg, varför ångbildning uppstår redan i pumpen, och detta torde ha utgjort orsaken, varför man ej kunde köra med bensin i brännoljemotorer. I avsikt att undersöka möjligheterna att använda inhemskt bränsle ha vi gjort försök med svensk skifferolja — den andra, och brantaste, kurvan från vänster — vars förångning började vid cirka 100 grader och slutade vid 170 grader. Skifferoljan var mycket förmanlig som driftsmedel och lämnade nästan rök- och luktfria avgaser, trots att oljan i och för sig luktade mycket illa. Vi ha även kört med blandningar av skiffer- och brännolja, vilket givit goda resultat. Skifferoljan har emellertid inom landet ännu ej kommit upp i en sådan produktion, att man kan tänka sig helt övergå till densamma.

Vi ha även kört med enbart sprit, varvid motorn omändrades så, att dess kompressionsförhållande var väl anpassat för spritdrift. Emellertid visade sig detta icke ekonomiskt bärigt.

Undersökning av de olika gasernas koloxidhalt.

För att erhålla tillförlitliga värden anordnades ett uppsamlingskärl för avgaserna från motorn. Kärlets volym var 2 m³ och fylldes således på mycket kort tid med avgaser.

Från bussens avgasrör leddes avgaserna till ena kortgaveln på uppsamlingskärlet. I andra kortgaveln kunde avgaserna passera ut. Genom ett hål i kärlets mitt och upptill infördes sugslangen från en koloxidindikator, på vars skala avläsningar gjordes var 15 sek.

Mellan varje försök utvädrades uppsamlingskärlet, under det att koloxidindikatorn återgick till nolläget. Tiden räknades från det ögonblick avgaserna började inströmma i uppsamlingskärlet.

Prov utfördes med 3 vagnar:

- 1) Scania-Vabis Hesselman,
- 2) Scania-Vabis Diesel och
- 3) Scania-Vabis Bentyl.

1 och 2 kördes med den brännolja, som användes för våra vagnar. Samtliga vagnar voro utrustade med Lysholm-Smith's hydrauliska växellåda.

Med varje vagn gjordes två prov, dels med motorn gående i normal tomgång (ung. 350—400 varv/min.) och hydraulens neutralläge inlagd, d. v. s. turbinväxeln arbetar med cirkulation av vätskan, dels med motorn i ungefär 1.000 varv/min., hydraulen inlagd och vagnen hållen med bromsen. Det första motsvarar alltså det verkliga fallet, när bussen står vid hållplats, det senare inträffar under bussens acceleration.

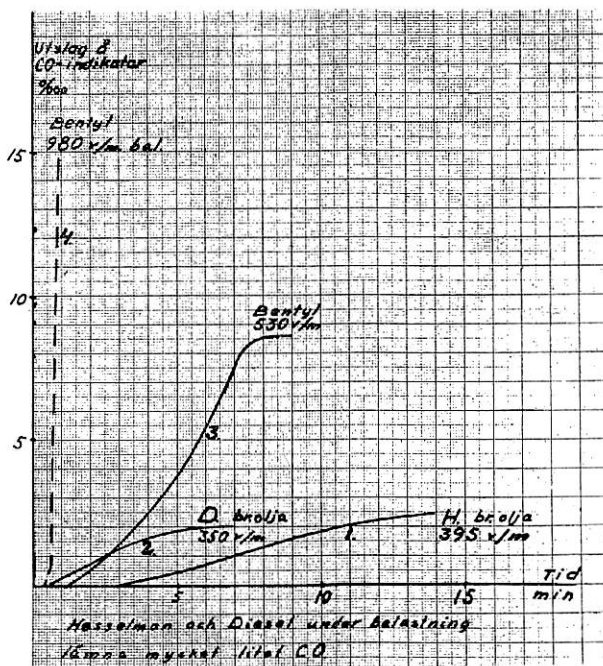


Fig. 8. Koloxidundersökning.

De heldragna kurvorna å fig. 8 hänföra sig till proven med motorn i tomgång. Den streckade kurvan hänför sig till prov med bentylmotorn under belastning. För Hesselman och Diesel under belastning gjorde apparaten intet utslag. Vid belastning gjordes avläsningen endast under en minut, på grund av faran för att turbinvätskan skulle koka och rinna ut.

Som en sammanfattning av vad jag här ovan berört beträffande jämförelserna kan sägas:

1. Brännoljemotorerna ha ostridigt givit ett ekonomiskt förbättrat resultat, även ifråga om de totala driftutgifterna.

2. Lågtrycksmotorn (Hesselman) åstadkommer mekaniskt sett icke större åverkan å bussen än bensin- eller bentylmotorerna. Vissa detaljer, såsom tändstift, tändkablar, brännare och luftventil, åstadkommer en merkostnad av underhållet, som icke överstiger 0,75 öre/km.

3. Högtrycksmotorn (Diesel) ger bränsleekonomiskt sett ett bättre resultat än Hesselman. Vad underhållskostnaderna beträffar, komma dessa utan tvivel att överstiga underhållskostnaderna för bentylmotorer, och jag anser det icke osannolikt, att de komma upp i parallellitet, möjligen högre än med Hesselmanmotorn.

4. Jämföres Diesel förkammersystem med direkt insprutning, har förkammersystemet mer vibrationsfri gång, vilket inverkar mer sparsande på underhållskostnaderna än Diesel med direkt insprutning.

Skulle jag emellertid rangera dessa med hänsyn till ekonomiskt bästa resultat, utan att angiva siffror, torde ordningsföljden bliva:

- a) Diesel, direkt insprutning,
- b) Diesel, förkammersystem och
- c) Hesselman.

5. Vid Stockholms spårvägar använda vi numera uteslutande Lysholm-Smith's hydrauliska växel, varigenom förslitningen i kraftöverföringen från motorn till bakhjulen avsevärt reduceras vid igångsättning och körning med lägre hastighet.

6. Av de undersökningar som gjorts beträffande koloxid framgår, att avgaserna från brännoljemotorn äro mindre än en femtedel så farliga som från bensin- eller bentylmotorerna.

7. Sist men dock ej minst värdefullt torde vara, att motorer med insprutningspumpar utan svårighet kunna användas för körning med inhemska bränslen, såsom enbart sprit och skifferolja. Försök härmed ha utförts med Hesselmanmotorn.

Diskussionsinlägg efter överingenjör Langes föredrag :

Civilingenjör H. Björck: Jag vill bara med några ord understryka och komplettera vad ingenjör Lange sagt i sitt föredrag. I Sverige torde f. n. intet större bussbolag inköpa annat än brännoljedrivna vagnar och har på senare åren Hesselmanmotorn mer och mer fått lämna plats för Dieselmotorn. Detta beror naturligtvis först och främst på att Dieselmotorn, som även ingenjör Lange framhöll, är avsevärt mera bränslebesparande men även på det förhållandet, att förbränningsförloppet behärskas bättre, så att den obehagliga rökutveckling, som med Hesselmansystemet är svårt att helt undvika, med Dieselsystem bortfaller. Dieselmotorn är även väsentligt driftsäkrare än Hesselmanmotorn.

Att utvecklingen i Sverige gått i Dieselmotorns favör beror kanske mest på att A/B Scania-Vabis framkommit med en dieselmotor som visat sig besitta alla de egenskaper man fordrar av en god motor. Gången är mjuk utan vibrationer, driftsäkerheten är fullt jämförbar med bensinmotorns och bränsleekonomien är mycket god. Överslagsvis kan man räkna med att bränsleförbrukningen för en Dieselmotor uppgår till 55—60 % i volym räknat av förbrukningen för motsvarande bensinmotor. Detta betyder, att vid i Sverige gällande priser en bruttobesparing på c:a 4.000:— kr. per vagn och år uppstår, om den körda vägsträckan är c:a 80.000 km per år i förortstrafik. Man torde i kalkyler kunna räkna med att merkostnaden för Dieselmotorns underhåll är högst 1 öre per vagnkm. jämfört med bensinmotorn. Det förefaller dock troligt, att vi snart ha Dieselmotorer, som både äro driftsäkrare och ha lägre underhållskostnader än de bästa bensinmotorer.

Jag tror därför inte, att man spår fel, när man tror, att Dieselmotorn skall vinna ytterligare spridning. Den har bara en sak emot sig och det är det höga priset, vilket dock vid tillverkning i större serier torde sjunka. Av intresse är att General Motors i U. S. A. nu byggt en specialfabrik för tillverkning av Dieselmotorer med en årlig kapacitet av 25.000 motorer. Den motortyp, som skall tillverkas, är av tvåtaktstyp med kompressorspolning och direkt insprutning. Säkert är att brännoljemotorernas utveckling ännu ej är avslutad, utan man kan antaga, att de ytterligare skola förbättras.

Overingeniør Isdahl: I tilslutning til det som er sagt her skal jeg få lov å fremsette mitt syn på disse problemer. Siden vi i 1929 gikk inn for den vogntype som herrene igår så den siste utgave av, har vi

forsøkt å få en vogn som tilfredsstillt passasjerene. Den siste vogntype med horisontal motor — den såkalte «pannekakemotor» som ligger under gulvet i vognen — har plass til 5 flere passasjerer. Disse 5 passasjerer er av stor betydning, idet de øker inntekten pr. buss. I møtet i Bergen ifjor redegjorde jeg for forholdet i Norge. Ved avgiftens forhøielse fra 9 kr. til 13 kr. pr. 100 kg. for råoljebussene fra 1. januar iår, regner vi med at mens vi ifjor hadde 2840 kroners besparelse på Diesalbussen, er besparelsen allerede for årets første måned gått ned til 1300 kr., så at gevinsten kanskje er ca. 1500 kr. i favør av Dieselmotoren. Med hensyn til de 5 passasjerer så betyr dette en øket kapasitet på 50 passasjerer pr. dag pr. vogn, hvilket betyr en øket inntekt pr. år av 3600 kr., og da differansen i besparelse for tiden ikke er mere enn 1500 kr., synes det ikke fristende for oss idag å gå over til dieseldrift i Oslo. Anderledes vilde saken stille sig hvis vi kunde utnytte hele vognkapasiteten når vi kommer så langt at vi også får flate råoljemotorer.

Överingenjör Lange: I anslutning till ingenjör Björcks anförande, vill jag nämna, att vibrationerna från motorn utöva skadegörelse å såväl chassi som kaross. Ju kraftigare vibrationer, desto större skadegörelse. Det torde vara fullt känt, att Dieselmotorn vibrerar mera än bensinmotorn. Vidare må nämnas, att vibrationerna i regel äro störst vid tomgång och höga belastningar under låg körhastighet. Jämför man förortstrafik, varvid körhastigheten är hög och långa distanser mellan hållplatserna, med stadstrafik med lägre körhastighet och betydligt kortare hållplatsavstånd samt det större antal trafikstopp som förekomma i stadstrafik, så följer därav, att skadegörelsen genom vibrationer från dieseln i stadstrafik är så betydande jämfört med samma i förortstrafik, att kostnaderna härför icke böra utelämnas vid jämförande kalkyler.

Dieselmotorn är visserligen mer ekonomisk än andra motorer, men man bör vid kalkyler ej förglömma att taga hänsyn till vad jag nyss nämnt, samt under vilka förhållanden motorerna skola arbeta, samt även ihågkomma, att underhållskostnaden för motor och fordon stiga med åldern. Jag vill därmed hava sagt, att tidigast efter 2 å 3 års drift är man fullt klar med de verkliga kostnaderna vid dieseldrift.

Direktör E. Hultman: Beträffande dieseldrivna bussar ha vi i Sverige nått goda resultat. Underhållet på diesalbussarna är icke större än på bensindrivna bussar.

Genom inbyggande av dämpningsanordningar har Scania-Vabis i avsevärd grad förhindrat, att motorns skakningar överförs till andra för slitage känsliga delar på bussarna. Det skulle vara intressant, om överingenjör Nilsson ville lämna några upplysningar härom.

Överingenjör A. Nilsson: För att i görligaste mån erhålla en för en Dieselmotor förhållandevis mjuk gång, har Scania-Vabis utfört sin Dieselmotor enligt förkammerssystemet. Detta system erbjuder nämligen en viss möjlighet till dämpning av den hårda gången och är för övrigt ursprungligen en svensk uppfinning. De i förhållande till en bensinmotor rätt så kraftiga vibrationer som motorn likväl uppvisar ha i väsentlig del isolerats från ramen genom att motorn lagras i utprovade kraftiga gummiblock av speciell konstruktion. Den ökade olikformighetsgraden dämpas och utjämnas dessutom genom att kardanaxeln är försedd med avpassade gummikopplingar, som i samarbete med en särskild torsionsdämpare giver en tystare gång samt mindre och jämnare påkänning av kardan och drivaxlar. Beträffande vevaxel och lager göres försök efter nya riktlinjer i avsikt att förenkla, förbättra och förbilliga dessa detaljer.

Ingenjör Tham: Jeg vil stille et spørsmål til ingeniør Lange med hensyn til vanskeligheden med å få arbeidet utført når man ikke kan spesialisere personalet?

Överingenjör Lange: Med anledning av ingenjör Thams förfrågan beträffande svårigheter med specialisering av personal, vill jag nämna följande. Brännoljemotorerna äro i detaljkonstruktion olika förgasaremotorer, samt vad driftstörningar och tillsyn beträffar så pass avvikande, att man — för att kunna utnyttja de ekonomiska fördelarna — måste ha specialutbildat folk som handha tillsyn och skötsel. Även när det gäller ett fåtal fordon, då endast en del av en specialutbildad montörs arbetstid tages i anspråk, är det lönande. Det största ekonomiska utbytet ernås givetvis, då man kommer upp till ett så stort antal, att montörens tid helt kan tagas i anspråk för endast brännoljemotorer.

Direktør Mohn: Med hensyn til anvendelse av sprit vil jeg gjerne stille ingeniør Lange et spørsmål. Såvidt jeg forstår er det ikke lovlig å anvende det her hos oss, selv om vi skulde ha forutsetninger for å kunne produsere dette. Jeg vilde bare be om et par opplysninger angående hvilket forhold i blanding av sprit med bensin der er for-

søkt og hvorledes erfaringene i tilfelle har vært. Jeg forstår at det brensel i Sverige som består av en blanding av bensinölje og sprit er kalt Bently. I Bergen har vi startet med en blanding av Benzol. Jeg vilde gjerne høre om man har nogen erfaring med denne brenselblanding i Sverige.

Överingenjör Lange: Till en början använde vi en bently, som bestod av 50 % sprit och 50 % bensin, men vi ha sedan reducerat procent-satsen av sprit så, att vi nu använda 65 % bensin och 35 % sprit. Vi ha också försökt utan någon tillsättning — altså med ren sprit, men då måste vi ha ännu högre kompressionsförhållande än vid bently. Vi ha också kört med en blanding av benzol och bensin som bränsle. Denna blandning visade ett gott resultat vad motorns effekt beträffar, men avgaserna innehöllo ett fett sot. Särskilt störande var detta vid uttryckningen, när bussarna stodo intill varandra och startade motorerna, varvid avgaserna blåste in i bredvidstående vagn och lade sig på sitsarna.

Vad kostnaderna beträffar kan jag här icke uppgiva de exakta siffrorna, men däremot gruppera dessa i ordning, den dyraste först. Denna gruppering gäller givetvis svenska bränslepriser.

Dyrast är drift med enbart sprit, därnäst kommer blandning av bensin med bensol eller sprit, enbart bensin och lägsta kostnaden erhålles med brännolja.

Direktör Mørk: Jeg vil spørre ingeniør Lange hvilket varmesystem Stockholm-bussene har?

Överingenjör Lange: Beträffande uppvärmning av bussarna vill jag nämna, att vi å äldre vagnar, bussar som voro tillverkade före år 1933, använde uppvärmning genom avgaserna, och har för detta ändamål ett kamflänsrör under vänstra långsoffan inmonterats. Efter nämnda tid äro alla bussar försedda med varmvattensvärmeledning, sammankopplat med motorernas kylsystem. Värmeelementen äro placerade under sofforna på vagnens båda sidor.

Direktör Juell-Hansen: Jeg vil takke alle dem som har bidratt til denne interessante diskusjonen om bensin—Dieselmotor. Det skulde glede oss om ingeniør Lange vilde utrede dette spørsmålet videre når vi om to år møter i København.